انتشارات دانشگاه کردستان

تغذیه مرغ

راهنمایی برای متخصصین تغذیه و شاغلین صنعت مرغداری

نویسنده: ریک کلین

مترجمین:

دکتر امیرعلی صادقی
استاد دانشگاه کردستان

دکتر محمود حبیبیان
دانش‌آموخته دانشگاه کردستان

به نام خدا

تغذیه مرغ

راهنمایی برای متخصصین و شاغلین صنعت مرغداری

تغذیه مرغ

راهنمایی برای متخصصین و شاغلین صنعت مرغداری

نویسنده:

ریک کلین

مترجمین:

دکتر امیرعلی صادقی

استاد دانشگاه کردستان

دکتر محمود حبیبیان

دانش‌آموخته دانشگاه کردستان

انتشارات دانشگاه کردستان

۱۳۹۸

سرشناسه	کلین، ریک/Kleyn, Rick
عنوان و نام پدیدآور	تغذیه مرغ: راهنمایی برای متخصصین تغذیه و شاغلین صنعت مرغداری/ نویسنده ریک کلین؛ مترجمین امیرعلی صادقی، محمود حبیبیان.
مشخصات نشر	سنندج: دانشگاه کردستان، انتشارات، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	مصور (رنگی) ، جدول (رنگی) ، نمودار (رنگی).
شابک	۹۷۸-۶۲۲-۶۷۰۲-۰۴-۱
وضعیت فهرست نویسی	فیپا
یادداشت	عنوان اصلی: Chicken nutrition : a guide for nutritionists and poultry professionals, [2013].
موضوع	ماکیان -- خوراک و خوراک‌رسانی
موضوع	Poultry – – Feeding and feeds
موضوع	ماکیان -- تغذیه
موضوع	Poultry – – Nutrition

انتشارات دانشگاه کردستان

نام کتاب: تغذیه مرغ راهنمایی برای متخصصین تغذیه و شاغلین صنعت مرغداری

مترجمین: امیرعلی صادقی، محمود حبیبیان

طراحی و صفحه‌آرایی: محمود حبیبیان

تعداد صفحات: ۵۱۳

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۶۷۰۲-۰۴-۱

شماره کتابشناسی ملی: ۵۴۲۴۵۶۹

رده بندی کنگره: SF۴۹۴

رده بندی دیویی: ۵۰۸۵۲/۶۳۶

نوع نشر: الکترونیکی

دسترسی و محل الکترونیکی: http://www.uok.ac.ir/press/ebooks

سنندج - دانشگاه کردستان

087-33624008

press@uok.ac.ir

uok.ac.ir/press

@uokpress

انتشارات دانشگاه کردستان

تمامی حقوق برای ناشر محفوظ است.

درباره مترجمین:

دکتر امیرعلی (قربانعلی) صادقی در سال ۱۳۷۶ دوره کارشناسی را در رشته علوم دامی در دانشگاه تبریز به پایان رسانید و در سال‌های ۱۳۷۸ و ۱۳۸۲ به ترتیب موفق به اخذ مدارک کارشناسی ارشد و دکتری تغذیه دام و طیور در دانشگاه صنعتی اصفهان شدند و در کنار دوره دکتری یک دوره ۱۸ ماهه تحقیقاتی را در دانشگاه آلبرتا کشور کانادا سپری نمودند. سپس در اسفند ماه ۱۳۸۳ به عنوان عضو هیات علمی در گروه علوم دامی دانشگاه کردستان مشغول به کار شدند. ایشان در کمتر از ۴ سال و در آبان ماه ۱۳۸۷ به مرتبه دانشیاری ارتقاء یافتند و در بهمن ماه ۱۳۹۴ به مرتبه استادی نیزدست یافتند. از فعالیت های علمی ایشان می‌توان به چاپ ۶۵ مقاله انگلیسی در مجلات معتبر بین‌المللی، ارائه ۹۰ مقاله در کنفرانس‌های معتبر داخلی و بین المللی، تالیف ۲ کتاب فارسی در زمینه مدیریت پرورش طیور، تالیف یک فصل از کتاب انگلیسی The Amazing Egg، ترجمه کتاب تغذیه مرغ اسکات، برگزاری دوره‌های متعدد جیره‌نویسی برای کارشناسان صنعت طیور کشور، عضویت در کمیته علمی و اجرایی The *3rd Symposium* on *"Egg Nutrition for Health Promotion"* در کانادا و دبیری علمی هشتمین کنگره علوم دامی ایران اشاره نمود. ایشان در کنار فعالیت‌های علمی، در حوزه صنعت طیور کشور نیز فعالیت نموده و علاوه بر اشتغال هم‌زمان به حرفه مرغداری، امر مشاوره و جیره نویسی را در کارخانجاتی نظیر خوراک دام پارس، تهران دانه، مریوان دانه، مهر بیستون، کردستان دانه، پگاه جهان نما و ... عهده‌دار بوده‌اند.

دکتر محمود حبیبیان در سال ۱۳۸۷ مدرک کارشناسی خود را در رشته مهندسی علوم دامی از دانشگاه شهرکرد اخذ نمودند و از پس از وقفه‌ای یک ساله در سال ۱۳۸۸ وارد دوره کارشناسی ارشد شدند و به ترتیب مدارک کارشناسی ارشد و دکتری خود در رشته تغذیه دام و طیور را در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۶ از دانشگاه‌های رازی و کردستان دریافت کردند. ایشان در طول این مدت علاوه بر اشتغال به پرورش دام و کسب تجربه در پرورش طیور، پرونده علمی شایسته‌ای از خود به جا گذاشته‌اند که از آن جمله می‌توان به چاپ حدود ۳۰ مقاله انگلیسی در مجلات معتبر بین‌المللی و ده‌ها مقاله در همایش‌های معتبر داخلی و خارجی اشاره کرد. آقای دکتر حبیبیان که در سال ۱۳۹۴ به عنوان پژوهشگر برتر دانشجویی دانشگاه کردستان انتخاب شدند، در حال حاضر نیز علاوه بر فعالیت در حوزه تغذیه و جیره‌نویسی دام و طیور کوشش‌های علمی و پژوهشی خود را در قالب باشگاه پژوهشگران و نخبگان دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، عضویت در هیات تحریریه مجله *Food Science and Engineering* متعلق به کشور سنگاپور و داوری برای مجلات معتبر بین‌المللی ادامه می‌دهند و هدف اصلی خود در پژوهش را تولید و معرفی محصولات و مکمل‌های مورد نیاز در خوراک طیور ترسیم نموده‌اند.

حامیان طلایی

ایده پردازان خوراک آریان

شرکت پگاه جهان نما

شرکت مهر بیستون

شرکت جوانه خراسان

شرکت آرونا

شرکت افزودنی‌های ایتوک فردا

حامیان نقره‌ای

کیوان مرغ پر طلای مهاباد

شرکت کیمیا دارو مهر

حامیان برنزی

تهران مکمل پارس

گروه دانش بنیان مگافراور

پیش‌گفتار مترجمین

مدت‌ها بود که در فکر نگارش کتابی علمی و کاربردی در زمینه تغذیه طیور بودم تا اینکه کتاب حاضر حدود ۲ سال پیش از طریق یکی از دوستان به دست اینجانب رسید. با مطالعه کتاب دریافتم که مولف در کنار اشاره به مباحث اصولی و بنیادی تغذیه طیور، کاربرد آنها را نیز به زیبایی و شیوایی هرچه تمام‌تر بیان نموده است. با توجه به اینکه اینجانب از سال ۱۳۷۳ و در کنار تحصیل در دوره کارشناسی علوم دامی با اجاره یک مرغداری عملا وارد این صنعت شدم و در حال حاضر نیز در کنار تدریس در دانشگاه، به حرفه مرغداری و امر مشاوره به کارخانجات تولید خوراک طیور اشتغال دارم، کتاب حاضر را بسیار نزدیک به کتاب مدنظر خود و مجموعه‌ای مفید و کاربردی برای متخصصین و شاغلین صنعت طیور و دانشجویان علاقه‌مند به تحصیل در دوره‌های تحصیلات تکمیلی تغذیه طیور یافتم و با همکاری یکی از دانش‌آموختگان تحت راهنمایی خود جناب آقای دکتر حبیبیان مبادرت به ترجمه کتاب نمودیم. با توجه به تجربه‌ای که در ترجمه کتاب تغذیه مرغ اسکات در کنار استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر پوررضا داشتم و نیز با توجه به تسلط خوب جناب دکتر حبیبیان بر مبانی علمی و شیوایی نثر ایشان نهایت تلاش خود را به کار بستیم تا ترجمه کتاب تا حد ممکن ساده، روان و برای خوانندگان قابل‌درک باشد. همچنین با صرف وقت و دقت بالا کلیه جداول، تصاویر و عکس‌های متعدد کتاب را به صورت تمام‌رنگی تهیه نمودیم که امیدواریم به ارائه هرچه جذاب‌تر مطالب کتاب و درک آنها برای خوانندگان محترم کمک کند. لازم به ذکر است که تعدادی از تصاویر در نسخه اصلی کتاب وجود ندارند و جهت کمک به قالب‌بندی و زیبایی کتاب اضافه شده‌اند. همچنین برخی از معادلات و شکل ها در نسخه اصلی دارای اشکال بودند که در نسخه ترجمه‌شده تصحیح گردیده‌اند.

در اینجا لازم است از آقایان ریک کلین نویسنده کتاب بابت توضیحات ارزشمند ایشان جهت روشن شدن هرچه بهتر مطالب کتاب در طول ترجمه و محمدحسین رومنا بابت کمک‌های بی‌دریغ ایشان در ترجمه فصل فرآیند علمی تشکر نماییم. همچنین لازم است از آقایان دکتر سید علی تبعیدیان و دکتر سامان لشکری جهت زحمات آنها در تهیه نسخه چاپی کتاب تشکر و قدردانی نماییم. علی‌رغم تمام تلاش و دقت‌نظر در ترجمه، قطعا این کتاب خالی از اشکال نیست و انتقادات و پیشنهادات خوانندگان محترم را بر دیده منت نهاده و پیشاپیش از احساس مسئولیت آنها در ارسال نظرات ارزشمندشان به پست‌های الکترونیکی زیر سپاسگزاری می‌کنیم.

دکتر امیرعلی صادقی و دکتر محمود حبیبیان

gsadeghi@uok.ac.ir; ghorbanalis@yahoo.com
mahmood_habibiyan@yahoo.com

پیش‌گفتار مولف

به عنوان کسی که تجربه بالایی در مورد تغذیه طیور در شرایط تجاری دارم، اغلب از من درخواست می‌شد که اطلاعات خود را با دیگران به اشتراک بگذارم. دیگران شامل پرورش‌دهندگان، همکاران متخصص و دانشجویان است. برای دستیابی به این هدف، بیش از یک دهه است که یک دوره مقدماتی سه‌روزه در زمینه تغذیه طیور برگزار می‌کنم که صدها نفر از کشورهای مختلف در آن شرکت می‌کنند. این کتاب به عنوان ماده درسی این دوره ایجاد شد. سرعت بالای تغییرات در صنعت طیور باعث تجدیدنظر پیاپی در بسیاری از جنبه‌ها می‌شود و این نسخه سرانجام سال‌ها تلاش و تجربه است. کسانی که در صنعت طیور کار می‌کنند، می‌دانند که سیستم تولید و مدیریت پرورش روی شیوه تغذیه جوجه‌ها، چگونگی تفسیر نتایج تولید و شیوه حل مشکلات مربوطه تاثیر می‌گذارد؛ بنابراین، هر جا که لازم باشد سیستم‌های تولید موثر بر تصمیمات تغذیه‌ای را مورد بحث قرار خواهیم داد.

خوراک حدود ۷۰ درصد از هزینه تولید همه سیستم‌های پرورش طیور را در برمی‌گیرد. در حالی که بسیاری از مرغداران درک بالایی از پاتولوژی (بیماری‌ها) طیور دارند، تنها تعداد کمی از آنها درک صحیحی از اهداف متخصصین تغذیه دارند. این را از اینجا می‌گویم که یک‌بار یکی از شرکت‌کنندگان ما فکر می‌کرد که «اسید آمینه چیزی است که داخل استخرهای شنا ریخته می‌شود.» او مرا مطمئن کرد که بیشتر از من می‌داند! بسیار حیاتی است که همه متخصصین طیور یک حداقل دانش تغذیه‌ای داشته باشند، ولو در حدی که بتوانند فروشندگان خوراک را پاسخگو نگه‌دارند.

برای بسیاری از مردم تغذیه طیور پیچیده‌تر از تغذیه سایر گونه‌ها به نظر می‌رسد. در حالی که اسکات[1] (۱۹۹۱) این نکته را به درستی گوشزد می‌کند که ما در مورد تغذیه طیور بیش از هر حیوان دیگری می‌دانیم. این مساله تا حد زیادی حاصل انگیزه‌های عملی است که برای تولید پربازده‌ترین ماده غذایی (گوشت طیور) وجود دارد. مساله دیگری که به این داستان کمک کرده این است که طیور مناسب‌ترین حیوانات برای مطالعات تغذیه پایه هستند؛ بنابراین، دانش پایه‌ای در زمینه تغذیه طیور ایجاد شده است که بیشتر باعث سادگی تغذیه طیور و نه پیچیدگی آن می‌شود.

به یاد داشته باشید که شباهت گونه‌ها (شامل انسان)، بیشتر از تفاوت آنها است. نه تنها ماده ژنتیکی (DNA) مشابهی با سایر حیوانات داریم، بلکه اکثر مسیرهای بیوشیمیایی حیاتی که به نوعی با تغذیه درگیر هستند نیز بین ما مشترک است. این بدین معنا است که گونه‌های (ژنتیک‌های) مختلف پرندگان ممکن است نیازهای تغذیه‌ای مشابهی داشته باشند. برای مثال، نیازهای یک جوجه گوشتی ۱ کیلوگرمی بسیار شبیه یک اردک پکنی ۱ کیلوگرمی است. در حالی که پرنده‌های دارای ژنوتیپ یکسان که از نظر فنوتیپی متفاوت هستند، مثل یک جوجه گوشتی ۱۰۰ گرمی و یک جوجه گوشتی ۱/۵ کیلوگرمی، نیازهای تغذیه‌ای متفاوتی دارند.

یکی از جنبه‌هایی که تغذیه طیور را از تغذیه انسان و حتی نشخوارکنندگان متفاوت می‌کند این است که گله‌های طیور شامل جمعیتی از افراد هستند که هرکدام از آنها نیازهای تغذیه‌ای، مصرف خوراک و کارایی متابولیکی متفاوتی دارند. هنگام تغذیه طیور، هدف اصلی باید لزوما به حداکثر رساندن سودآوری کل گله باشد. چنانچه این هدف برآورده نشود، ممکن است پرنده‌ها به رغم پتانسیل بالا، دچار کمبود تغذیه‌ای شوند و نتوانند عملکرد بهینه خود را بروز بدهند.

این کتاب بیشتر روی نظریه‌های پایه تغذیه طیور بحث می‌کند تا آنکه یک روش گام‌به‌گام برای تنظیم جیره‌های

[1]. Scott

طیور ارائه بدهد. درک این پایه‌های اساسی، پیش‌بینی آنچه در عرصه عمل دیده خواهد شد و امکانات مورد نیاز برای رفع مشکلات را آسان‌تر خواهد کرد. آموزش تغذیه همیشه تا حدودی دشوار است. این کار تا حدودی شبیه چرخ دوچرخه است. هرکدام از میل‌چرخ‌ها باید به صورت جداگانه در نظر گرفته شوند و تا زمانی که تک‌تک آنها در جای خودشان نباشند درک ما کامل نخواهد بود. با وجود این نقص، جای امیدواری است که این کتاب بتواند به عنوان یک منبع خوب توسط کسانی که در پرورش طیور نقش دارند، کارخانجات خوراک و دانشجویانی که تلاش در فهم پیچیدگی‌های تغذیه طیور دارند مورد استفاده قرار بگیرد.

مهم‌ترین اجزای خوراک که در تغذیه تجاری حائز اهمیت است، اجزایی هستند که بخش اعظم هزینه را به خود اختصاص می‌دهند. این اجزاء عبارت از انرژی، پروتئین و برخی از مواد معدنی پرمصرف می‌باشند؛ بنابراین، این کتاب بیشتر بر این قسمت‌ها تمرکز خواهد کرد تا تغذیه مواد معدنی کم‌مصرف و ویتامین‌ها. لازم به ذکر است که هم‌زمان با افزایش پتانسیل ژنتیکی طیور، برخی از ویتامین‌ها و مواد معدنی کم‌مصرف می‌توانند تولید را محدود کنند. از این رو، احتمالا در آینده اهمیت ویتامین‌ها و مواد معدنی در تغذیه افزایش خواهد یافت.

لازم به یادآوری است که تغذیه یک کار علمی است و بنابراین باید روند و روش متداول علمی را دنبال کند. علم یک فرآیند منطقی هدفمند برای آزمایش ایده‌ها و رسیدن به یک نتیجه‌گیری است؛ تفسیر داده‌های علمی باید به گونه‌ای باشد که بتوان یک تصمیم مناسب گرفت. برای دستیابی به این هدف، یک فصل به تشریح فرآیندهای علمی اختصاص یافته است.

هدف این کتاب آموزش قوانین طلایی تغذیه طیور به شما است. این قوانین عبارتند از:

۱. هیچ چیز ارزشمندی رایگان به دست نمی‌آید.
۲. هرگز یک خوراک را بر مبنای آنچه در آن گنجانده شده است ارزیابی نکنید؛ بلکه تناسب یک خوراک باید بر اساس بخش‌های از قلم افتاده آن قضاوت گردد.
۳. آنچه ما انجام می‌دهیم ممکن است ضرورتا درست نباشد و ما باید با اطمینان بدانیم که همیشه امکان اشتباه وجود دارد.
۴. هیچ جادوی سیاهی در تغذیه وجود ندارد، بلکه تغذیه یک علم است.

طبیعتا، کاری از این دست را نمی‌توان به تنهایی انجام داد. می‌خواهم از همکاران قدیمی و فعلی‌ام در اسپسفید[1]، برت روزندال[2]، هلنا اسموتس[3]، کریستل کوتسی[4]، کولین انگلبرت[5] و بیانکا لوسپر[6] که نقش مهمی در فراهم شدن اطلاعات موجود در این کتاب داشته‌اند تشکر کنم. باید تشکر ویژه از استیو لیسون[7] داشته باشم که همیشه از در میان گذاشتن اطلاعات خود با دیگران لذت می‌برد و با لطف زیاد اجازه داد که من هم از بسیاری از مطالب او استفاده کنم. پیتر و ناتالی کریستال[8] در طول سال‌ها با نقدهای سازنده خود روی کتاب نقشی بسیار مهم ایفا کردند. من با دامپزشکان بسیار زیادی همکاری داشته‌ام و

---

1. SPESFEED
2. Brett Roosendaal
3. Helena Smuts
4. Christel Coetzee
5. Colleen Engelbrecht
6. Bianca Losper
7. Steve Leeson
8. Peter and Natalie Chrystal

باید از آنها به ویژه کریس هندرسن[1] و هرمان بوسمن[2] به خاطر کمک‌ها و بینشی که به من دادند، تشکر داشته باشم. آن مارانگوس[3] زحمت ویرایش انگلیسی کتاب را به عهده داشت و از او به خاطر سختی که متحمل شد سپاسگزاری می‌کنم. وس یوینگ[4] و گروه همکار او در کانتکست[5] مشتاقانه و خلاقانه فرآیند چاپ کتاب را انجام دادند. آندره پرتوریوس[6] با غایت مهربانی بخش عمده عکس‌های ارائه‌شده در کتاب را گرفت. در آخر، باید از همه همکاران متخصصم که دانسته یا ندانسته دانش خود را در زمینه تغذیه طیور به من ارزانی داشته‌اند، تشکر کنم. متاسفم اگر به هر دلیلی، چه سهوا و چه از روی بی‌اطلاعی، نام کسانی که باید از آنها تشکر می‌شد از قلم افتاده است. در صورت انعکاس، این مساله بلافاصله در ویرایش‌های بعدی کتاب چه به صورت مرسوم و چه به صورت الکترونیکی اصلاح خواهد شد.

ریک کلین[7]

1. Chris Henderson
2. Herman Bosman
3. Anne Marangos
4. Wes Ewing
5. Context
6. Andre Pretorius
7. Rick Kleyn

مقدمه

کتاب جدید ریک کلین اطلاعات خوبی به دانسته‌های کسانی که در زمینه تغذیه و خوراک دادن طیور کار می‌کنند اضافه می‌نماید. مدتی طول کشید تا یک تعادل بین چشم‌انداز مفاهیم مدرن تغذیه پایه و به کارگیری عملی آنها در مدیریت تغذیه در واحدهای پرورش شکل بگیرد. سال‌ها است که ریک کلین سمینارهایی را در زمینه تغذیه طیور برای متخصصین در آفریقای جنوبی و دیگر نقاط دنیا برگزار می‌کند. این کتاب مجموعه‌ای از مطالب ارائه‌شده در این دوره آموزشی را (که طی یک دوره ۱۵ ساله تکامل پیدا کرده) فراهم کرده است. ریک کلین یک مشاور تغذیه است که اغلب در آفریقا فعالیت کرده، اما در اغلب کشورهای اروپایی هم فعالیت‌هایی داشته و بنابراین سرمایه تجربه جهانی او در این کتاب بازتاب یافته است. در این کتاب ۱۸ فصل وجود دارد که با معرفی رده‌های مختلف مواد مغذی شروع شده و سپس کاربرد آنها را به طور جداگانه در تغذیه جوجه‌های گوشتی، مرغ‌های تخم‌گذار و مرغ‌های مادر گوشتی ارائه داده است. ویژگی منحصربه‌فرد کتاب در ۷ فصل پیاپی بعدی آن است که موضوعات مهمی مثل ارزیابی مواد مغذی، استفاده از آنزیم‌ها، تغذیه و سلامتی و تضمین کیفیت و نیز نقد منحصربه‌فردی از فرآیند علمی را ارائه می‌دهد. از آنجایی که نویسنده به صورت عملی در زمینه تغذیه کار کرده، توانسته است اطلاعات جانبی جالب‌توجهی در مورد جیره‌نویسی عملی فراهم کند که تا جایی که من می‌دانم در سایر کتاب‌های تغذیه طیور دیده نمی‌شود. به طور کلی، یک متن خواندنی و جامع از تمامی جنبه‌های تغذیه و برنامه‌های تغذیه طیور فراهم شده است. این کتاب نه تنها برای متخصصین تغذیه تجاری، بلکه برای دانشجویانی که در بخش‌های مختلف پرورش طیور فعالیت دارند و اغلب متخصصینی که به صورت حرفه‌ای در صنعت طیور کار می‌کنند قابل‌استفاده است.

دکتر استیو لیسون

گوئلف، انتاریو، کانادا[1]

[1]. Guelph, Ontario, Canada

فهرست فصل‌ها

۱. تغذیه و مواد مغذی	۱
۲. آب	۱۵
۳. انرژی	۲۷
٤. پروتئین	٥۹
٥. ویتامین‌ها	۷۷
٦. مواد معدنی	۹۱
۷. تعادل	۱۰۷
۸. آناتومی، هضم و جذب	۱۱۳
۹. تغذیه مرغ‌های تخم‌گذار	۱۲٥
۱۰. تغذیه جوجه‌های گوشتی	۱۸٥
۱۱. تغذیه مرغ‌های مادر گوشتی	۲۷٥
۱۲. تغذیه و سلامتی	۳۰۳
۱۳. مواد خوراکی	۳۳۹
۱٤. آنزیم‌ها	۳۷۱
۱٥. فرآیند علمی	٤۰٥
۱٦. جیره‌نویسی موثر	٤۱۷
۱۷. تضمین کیفیت	٤۳۳
۱۸. سنجش عملکرد	٤٤۹
۱۹. پیوست‌ها	٤٦٥
۲۰. منابع	٤۷۷
۲۱. راهنما	٤۹۹

فصل ۱: تغذیه و مواد مغذی

علم تغذیه، دانش تامین دقیق نیاز روزانه مواد مغذی به منظور دستیابی به عملکرد و سودآوری بهینه است.

گروه تولیدی جهان نما

تولید کننده دان آماده طیور، جوجه یکروزه
و مرغ بسته بندی و فرآوری شده

کارخانه و دفتر مرکزی پگاه جهان نما (بازرگانی دان آماده)

گلستان، گرگان، شهرک صنعتی آق قلا، فاز ۳، قطعه ۵۲ تلفکس: ۹-۳۶ ۳۵ ۳۴۵۳ (۰۱۷)

دفتر مرکزی گیلدانه جهان نما (بازرگانی جوجه یکروزه)

گلستان، گرگان، بلوار ناهارخوران، عدالت ۶۰/۱، ساختمان کارآفرین، طبقه ۴، واحد ۴۰۲

تلفن: ۳۰ و ۲۰ ۶۷ ۳۲۵۳ (۰۱۷) فکس: ۲۱ ۶۷ ۳۲۵۳ (۰۱۷)

دفتر مرکزی نگین جهان نما (بازرگانی مرغ بسته بندی و فرآوری شده)

گلستان، گرگان، شهرک صنعتی آق قلا، فاز ۳، قطعه ۵۲

تلفکس: ۹-۳۶ ۳۵ ۳۴۵۳ (۰۱۷) داخلی های ۲۵۳ الی ۲۵۷

واحد پشتیبانی فنی و صدای مشتری: ۶۶ ۹۳ ۶۶۹۲ (۰۲۱)

دفتر تهران: میدان توحید، خیابان نصرت غربی، پلاک ۲۵

تلفن: ۶۶۵۷ ۶۱۱۳، ۶۶۵۷ ۶۳ ۵۴، ۶۶۵۷ ۶۷ ۲۵ (۰۲۱) فکس: ۹۷ ۵۴ ۶۶۵۷ (۰۲۱)

www.pjn.co.ir

نگین ایرانیان جهان نما

شرکت گیلدانه جهان نما

تغذیه و مواد مغذی

علم تغذیه را می‌توان به این صورت تعریف کرد: «تامین یک جیره برای جمعیتی از حیوانات، به گونه‌ای که امکان فعالیت موثر مسیرهای متابولیک مورد نیاز آنها برای نگهداری، رشد، کار و فعالیت، ایمنی و تولیدمثل را فراهم کند». تغذیه شامل خوردن، هضم و جذب عناصر شیمیایی است که به عنوان خوراک مصرف می‌شوند. به علاوه، این فرآیند مستلزم انتقال این عناصر به اندام‌های مختلف بدن در شکل‌های فیزیکی و شیمیایی است که مناسب‌ترین شکل برای جذب و استفاده توسط سلول‌ها باشند. مهم‌ترین نگرانی هر متخصص تغذیه اطمینان از این است که جیره‌های ارائه‌شده به حیوان حاوی مقادیر کافی از همه مواد مغذی برای عملکرد، تولید و تولیدمثل طبیعی باشند. تغذیه دانشی کمی است که نه تنها نیازمند شرح دقیق جزئیات مولکولی هضم، متابولیسم و دفع، بلکه نیازمند برآورد دقیق نرخ این فرآیندها است. مهم‌تر از این، تغذیه یک دانش اقتصادی است که در آن هرچه از نظر تغذیه‌ای انجام می‌شود ممکن است اثری مستقیم بر سود و زیان حاصله در مجموعه پرورش طیور داشته باشد.

سیستم گوارشی حیوان تک‌معده‌ای که شامل معده و روده کوچک حیوان است، به خوبی برای استفاده از لیپیدها، قندها، نشاسته و پروتئین سازگار شده است (به فصل ۸ مراجعه نمایید). سکوم و روده بزرگ در قالب یک جمعیت میکروبی، در برداشت مواد مغذی از منابع گیاهی حاوی مقادیر بالای پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای نقش دارند. پرنده می‌تواند به راحتی ارزش تغذیه‌ای دامنه گسترده‌ای از مواد خوراکی متفاوت را تشخیص بدهد. این قابلیت، حیوان را قادر به تغذیه انتخابی و ایجاد تعادل خودکار در جیره روزانه‌اش می‌سازد.

فرهنگ آکسفورد ماده مغذی را به صورت «هر ماده‌ای که بتواند رشد و سلامتی پرنده را تامین کند و یا بتواند در رشد و سلامتی پرنده مشارکت نماید» تعریف می‌کند. این

> **نکته**
> مواد مغذی ضروری در بدن پرنده ساخته نمی‌شوند و باید از راه جیره تامین شوند.

ترکیبات عمدتا ماهیت آلی دارند (گیاهان و جانوران)، اما ممکن است به شکل مواد معدنی نیز باشند.

ساخت مواد مغذی (ویتامین‌ها و اسیدهای آمینه) با استفاده از فرآیندهای شیمیایی رو به افزایش است و این مواد مغذی مصنوعی (سنتتیک) به طور روزافزون نقش مهم‌تری را در تغذیه ایفا می‌کنند. مواد مغذی اجزائی از جیره هستند که نقشی مشخص در بدن دارند و در نگهداری، رشد و سلامتی حیوان مشارکت می‌کنند. مواد مغذی **ضروری** اجزایی هستند که حیوان به آنها نیاز دارد، اما مقادیر کافی از آنها (در بدن) برای تامین نیاز حیوان ساخته نمی‌شود؛ بنابراین ضرورت دارد که از طریق جیره تامین شوند. از سوی دیگر، مواد مغذی **غیرضروری** به مقدار کافی در بدن ساخته می‌شوند. علاوه بر انرژی، همه حیوانات به ۶ دسته از مواد مغذی شامل آب، کربوهیدرات، چربی (لیپید)، پروتئین، ویتامین و مواد معدنی نیاز دارند. صحبت در مورد آنچه با نام افزودنی‌های خوراکی شناخته می‌شوند به طور فزاینده‌ای در حال افزایش است. این مولکول‌ها تعریف سنتی ماده مغذی را ندارند، اما عملکردهای بیوشیمیایی بسیار مهمی دارند. اسیدهای آلی و آنزیم‌ها مثال‌هایی از این دست هستند. در گذشته به اینها افزودنی‌های غیرمغذی گفته می‌شد. برخی از محققین ترکیباتی مانند اسیدهای چرب ضروری را هم جزء این دسته در نظر گرفته‌اند، اما این تقسیم‌بندی هرگز درست نیست.

تغذیه، در معنای عام خود، تحت قوانین فیزیک قرار دارد. مهم‌ترین آنها قانون اول ترمودینامیک است که می‌گوید ماده و انرژی همیشه ثابت هستند. آنها نه به وجود می‌آیند

و نه از بین می‌روند. به عبارت دیگر، هر چیزی که حیوان می‌خورد یا هضم نمی‌شود و از طریق مدفوع از بدن دفع می‌گردد و یا جذب و توسط بدن استفاده می‌شود و محصولات زائد حاصل از متابولیسم آن از راه ادرار، مدفوع و تنفس دفع می‌گردند و یا به صورت گرما از دست می‌روند. آنچه تا به امروز می‌دانیم این است که بخش اعظم DNA اکثر جانداران یکسان است و مهم‌تر اینکه مسیر-های شیمیایی پیچیده سازنده متابولیسم آنها بسیار شبیه یکدیگر هستند. بعید است که انتخاب ژنتیکی موجب تغییر اینها بشود؛ بنابراین، احتمالا قادر نخواهیم بود که مسیر استفاده از مواد مغذی و انرژی توسط جوجه‌ها را در سطح سلول تغییر بدهیم. میشل پلان[1] (۲۰۰۸) اعتقاد دارد که ما وارد دوره **تغذیه‌گرایی**[2] شده‌ایم. او این اصطلاح را به این شکل تعریف می‌کند: تغذیه‌گرایی با تغذیه یکسان نیست. همان‌گونه که پسوند «گرایی» اشاره دارد، این مساله نه یک موضوع علمی، بلکه یک ایدئولوژی است. ایدئولوژی‌ها مسیرهای سازمان‌دهی مسائل پیچیده زندگی و تجربیات تحت مجموعه‌ای از مفروضات مشترک اما بررسی‌نشده هستند. یک ایدئولوژی پرطرفدار تا حدودی مانند آب‌وهوا است – همه تحت تاثیر آن قرار می‌گیرند و امکان فرار از آن وجود ندارد.

یکی از مثال‌های کلاسیک تغذیه‌گرایی این باور فراگیر بود که کلسترول تخم‌مرغ موجب افزایش ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی می‌شود – چیزی که امروز می‌دانیم درست نیست. از دیگر مثال‌ها می‌توان به این مورد اشاره کرد: سطح پروتئین یک جیره یا یک ماده خوراکی مهم‌ترین مشخصه آن است و مقدار چربی نامطلوب‌ترین مشخصه اینها است. متاسفانه بخش بازاریابی شرکت‌ها اغلب اوقات تفاوت بین تغذیه و تغذیه‌گرایی را درک نمی‌کند.

تغذیه پیچیده نیست. در ساده‌ترین شکل آن خوراکی که ما در اختیار پرنده‌ها می‌گذاریم حاوی عناصر محدودی است که عبارتند از:

- آب.
- انرژی برای تامین سوخت فرآیندهای حیاتی.
- مواد مغذی (پروتئین، چربی، ویتامین‌ها و مواد معدنی) که واحدهای سازنده همه بافت‌ها هستند.
- افزودنی‌های غیرمغذی (داروها، آنزیم‌ها و مواد نگه-دارنده).

به طور مشابه، نیاز پرنده‌ها نیز ساده است. آنها خوراک خود را برای تامین موارد زیر می‌خورند:

- نگهداری – زنده ماندن – که تا حد زیادی توسط اندازه بدن آنها تعیین می‌شود.
- رشد که شامل اسکلت، بافت‌های لخم، بافت‌های چربی و پرها است.
- تولیدمثل که شامل تخم‌گذاری و خوابیدن روی تخم‌ها است.
- فعالیت.
- ایمنی.

کار متخصص تغذیه این است که جیره‌ای متعادل و متناسب با نیاز پرنده‌ها برای آنها فراهم کند.

> **نکته**
> مرغ‌ها قادرند جیره خود را طوری انتخاب کنند که بتواند نیازهای مواد مغذی آنها را تامین کند.

رفتار خوراک خوردن

شناسایی خوراک یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش روی پرندگان است. نوک زدن به ذرات یک فرآیند کاملا کنترل‌شده و مستقل از تغذیه است. زمان سپری‌شده بین دو نوک زدن پیاپی به پرنده اجازه می‌دهد که ذره بعدی را

[1]. Michael Pollan
[2]. Nutritionism

طوری انتخاب کند که به راحتی در نوک جا بگیرد یا به سادگی توسط نوک لمس یا جابجا شود. پرندگان، ویژگی‌های حسی ذراتی را که به آنها نوک می‌زنند و اثرات مثبت دریافتی از آنها را به سرعت یاد می‌گیرند.

درک حسی پرنده‌ها بسیار متفاوت از پستانداران است. همان‌گونه که در جدول ۱-۱ دیده می‌شود، پرندگان در مقایسه با اکثر حیوانات جوانه‌های چشایی کمتری دارند. پرندگان خوراک خود را نمی‌جوند و شکل بلعیدن اهمیت عملی مزه را در تغذیه طیور محدود می‌کند (پیکارد[1] و همکاران، ۲۰۰۲). با این حال، کشفیات جدید نشان می‌دهد که پرندگان سیستم چشایی توسعه‌یافته‌ای دارند. ژن‌هایی که مسئول چشایی قلمداد می‌شوند در ژنوم مرغ‌ها وجود دارند و به نظر می‌رسد که بیشتر پرندگان کلسیم جیره را حس می‌کنند. مطالعات کمی درباره وجود و نقش سلول‌های حسی چشایی در دستگاه گوارش پرندگان صورت گرفته است و این موضوع نیاز به بررسی بیشتری دارد (رورا[2] و همکاران، ۲۰۱۲).

مرغ‌ها توانایی بی‌نظیری برای انتخاب ماده خوراکی یا ماده مغذی مناسب برای رفع نیازهای خود دارند. آنها قادرند نسبت‌های صحیحی از انرژی و پروتئین را برای حفظ تولید خود انتخاب کنند (به فصل ۱۰ مراجعه کنید). همچنین مرغ‌ها توانایی قابل‌توجهی برای انتخاب جیره‌ها در جهت تامین متعادل نیاز مواد معدنی کم‌مصرف خود دارند. زمانی که مرغ‌های تخم‌گذار جیره‌های یکسانی را دریافت کردند که تنها مقدار روی آنها (۲۰ و ۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) متفاوت بود، پرنده‌ها نسبت‌های دقیقی از هر دو جیره را انتخاب کردند تا مصرف روی خود را در حدود ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم تنظیم کنند. مرغ‌ها همچنین قادرند مقادیر اندک سرب را تشخیص بدهند و از مصرف جیره حاوی این عنصر خودداری می‌کنند.

جدول ۱-۱: تعداد جوانه‌های چشایی در حیوانات مختلف

حیوان	تعداد
مرغ	۳۰۰
طوطی	۹۰۰
انسان	۹۰۰۰
گوسفند	۱۰۰۰۰
خوک	۱۵۰۰۰
گاو	۳۵۰۰۰
گربه‌ماهی	۱۰۰۰۰۰

تنها چیزی که پرنده در عمل می‌بیند و لمس می‌کند ذرات خوراک است. در کوتاه‌مدت، مرغ‌ها از ادراک حسی خود برای خوردن خوراک استفاده می‌کنند و به کارهای خوب انجام‌گرفته توسط متخصصین تغذیه توجه چندانی ندارند (پیکارد و همکاران، ۲۰۰۲). بینایی و حساسیت بساوایی نوک، بویایی و لامسه مهم‌ترین علائم حسی هستند که توسط پرنده برای انتخاب خوراک مورد استفاده قرار می‌گیرند. احتمال اینکه پرندگان یک خوراک مواجه با مشکل را بچشند بسیار کم است و پرندگان بسیار مراقب تغییر شکل و ویژگی‌های خوراک هستند و تغییر شکل و بافت خوراک می‌تواند منجر به **نئوفوبیا**[3] (ترس از پذیرش و امتحان کردن خوراک‌های جدید و ناشناخته) شود. این مساله می‌تواند منجر به یک دوره پرهیز از خوردن و ضرر اقتصادی شود (لگوئل[4] و همکاران، ۲۰۱۱). پرنده‌ها بسیار به اندازه، شکل و رنگ خوراک حساس هستند. آنها ابتدا ذرات دارای رنگ روشن‌تر را مصرف می‌کنند و همیشه ذرات بزرگ‌تر را (تقریبا مستقل از ترکیب آنها) ترجیح

1. Picard
2. Roura
3. Neophobia
4. Lecuelle

می‌دهند. پرندگان دامنه وسیعی از خوراک‌ها را می‌شناسند؛ بنابراین، تغییرات ناگهانی جیره باعث اجتناب از خوردن خوراک توسط آنها می‌شود. این احتمال زمانی که رنگ خوراک نیز تغییر زیادی داشته باشد به مراتب بیشتر می‌شود؛ مثلا زمانی که رنگ خوراک از قرمز به سبز تغییر کند در مقایسه با زمانی که از سبز تیره به سبز روشن تغییر کند مقاومت پرنده در مقابل غذا خوردن بیشتر است. در صورت ایجاد تغییرات ناگهانی در شکل خوراک (مانند کرامبل به پلت)، احتمال بروز نئوفوبیا وجود دارد. تغییرات در سختی، شکل و قوام پلت هم می‌تواند باعث توقف یا کاهش مصرف خوراک شود.

دسته‌بندی ماده

مقتضی است که در این فصل مقدماتی اجزای مختلف خوراک را بیشتر بشناسیم. این مساله تحت عنوان دسته‌بندی ماده شناخته می‌شود و در شکل ۱-۱ خلاصه شده است. در مورد هر ماده مغذی بعدا صحبت بیشتری خواهیم داشت. مفهوم متابولیسم را نیز خواهیم شکافت، اما به سازوکار بیوشیمیایی آن وارد نخواهیم شد. راه‌های مختلفی برای سنجش ارزش یک خوراک وجود دارد. خوراک‌هایی مانند میوه‌ها حاوی مقادیر زیادی آب هستند، در حالی که دانه‌ها آب کمی دارند؛ بنابراین، نخستین دسته‌بندی آب و **ماده خشک**[1] است. وقتی ماده خشک مورد بررسی قرار می‌گیرد بخشی از آن می‌تواند بسوزد و بخشی از آن نمی‌تواند؛ اینجا دومین دسته‌بندی یعنی **خاکستر**[2] و **ماده آلی**[3] به دست می‌آید. خود ماده آلی می‌تواند به بخش‌های کربوهیدرات، چربی، پروتئین و ویتامین‌ها تقسیم شود.

ماده خشک

ماده خشک خوراک‌ها به طور مرسوم به دو بخش خاکستر و ماده آلی تقسیم می‌شود، اگرچه چنین دسته‌بندی واضحی در اندام‌های زنده وجود ندارد. بسیاری از مواد آلی حاوی عناصر معدنی به عنوان اجزای ساختاری خود هستند.

> **نکته**
> همه جیره‌ها حاوی آب و ماده خشک هستند.

خاکستر (ماده غیرآلی)

خاکستر یک خوراک معرف مقدار مواد معدنی آن است. مواد معدنی در تغذیه حائز اهمیت هستند و در فصل ۶ با جزئیات بیشتر به آنها خواهیم پرداخت.

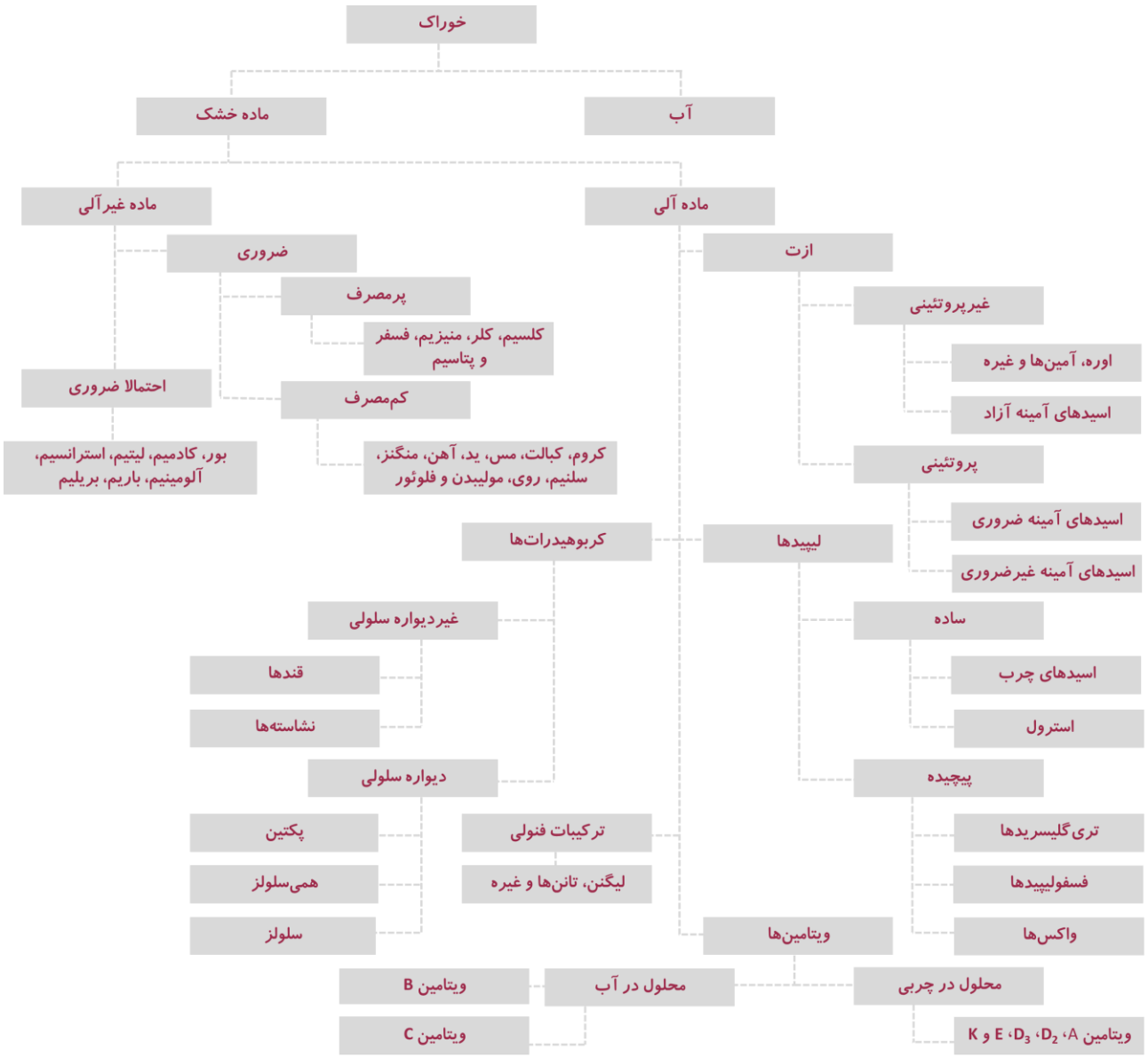
ماده آلی

انرژی (که به‌خودی‌خود یک ماده مغذی نیست بلکه بیشتر یک ویژگی خوراک است)، پروتئین و ویتامین‌ها از بخش آلی خوراک به دست می‌آیند. کل ماده آلی خوراک قابل‌دسترس نیست و بخش غیرقابل‌هضم آن از طریق مدفوع دفع می‌شود. بخش غیرقابل‌هضم نقش مهمی در هضم ایفا می‌کند. این بخش توده‌ای فراهم می‌کند که به واسطه آن انقباضات ریتمیک روده فعال می‌شوند و بنابراین مسئول حفظ کشیدگی طبیعی ماهیچه‌های روده است. اجزای اصلی تشکیل‌دهنده ماده آلی را در این فصل به اختصار شرح می‌دهیم، اما در فصل‌های بعدی با جزئیات بیشتر مورد بحث قرار خواهند گرفت.

کربوهیدرات‌ها

کربوهیدرات‌ها ترکیباتی حاوی کربن، هیدروژن و اکسیژن هستند که در آنها نسبت هیدروژن به اکسیژن تقریبا مشابه آب است. کربوهیدرات‌ها ۶۰ تا ۹۰ درصد

---
1. Dry matter
2. Ash
3. Organic matter



شکل ۱–۱: دسته‌بندی ماده

ماده خشک گیاهان را در برمی‌گیرند، در حالی که بدن حیوانات حاوی مقادیر اندکی کربوهیدرات است. این اختلاف تا حد زیادی به این دلیل است که دیواره‌های سلولی گیاهان از ترکیبات کربوهیدراتی تشکیل شده‌اند، اما دیواره سلول‌های جانوری تقریبا به طور کامل از پروتئین ساخته شده است. به علاوه، گیاهان انرژی را به صورت کربوهیدرات ذخیره می‌کنند، در حالی که ذخیره انرژی حیوانات چربی است. کربوهیدرات‌ها بخش اعظم جیره طیور را تشکیل می‌دهند و تقریبا ۷۰ درصد جیره را در برمی‌گیرند. کربوهیدرات‌ها در یک دسته‌بندی ساختاری شماتیک به مونوساکاریدها، دی‌ساکاریدها و پلی‌ساکاریدها تقسیم می‌شوند. واژه قند معمولا کربوهیدرات‌هایی را در برمی‌گیرد که کمتر از ده واحد مونوساکاریدی دارند، در حالی که نام الیگوساکارید (الیگو = کم) به طور معمول برای همه قندها به جز مونوساکاریدها استفاده می‌شود (۲ تا ۱۰ قندی‌ها). کربوهیدرات‌های غیرقندی (که با نام کربوهیدرات‌های ساختاری هم شناخته می‌شوند) پیچیده‌ترین کربوهیدرات‌ها هستند. از آنجا که کربوهیدرات بزرگ‌ترین بخش خوراک طیور را تشکیل می‌دهد، یک روش سریع و آسان برای برآورد بخش‌های مختلف

نکته

کربوهیدرات‌ها و چربی‌ها منابع اصلی تامین‌کننده انرژی برای طیور هستند.

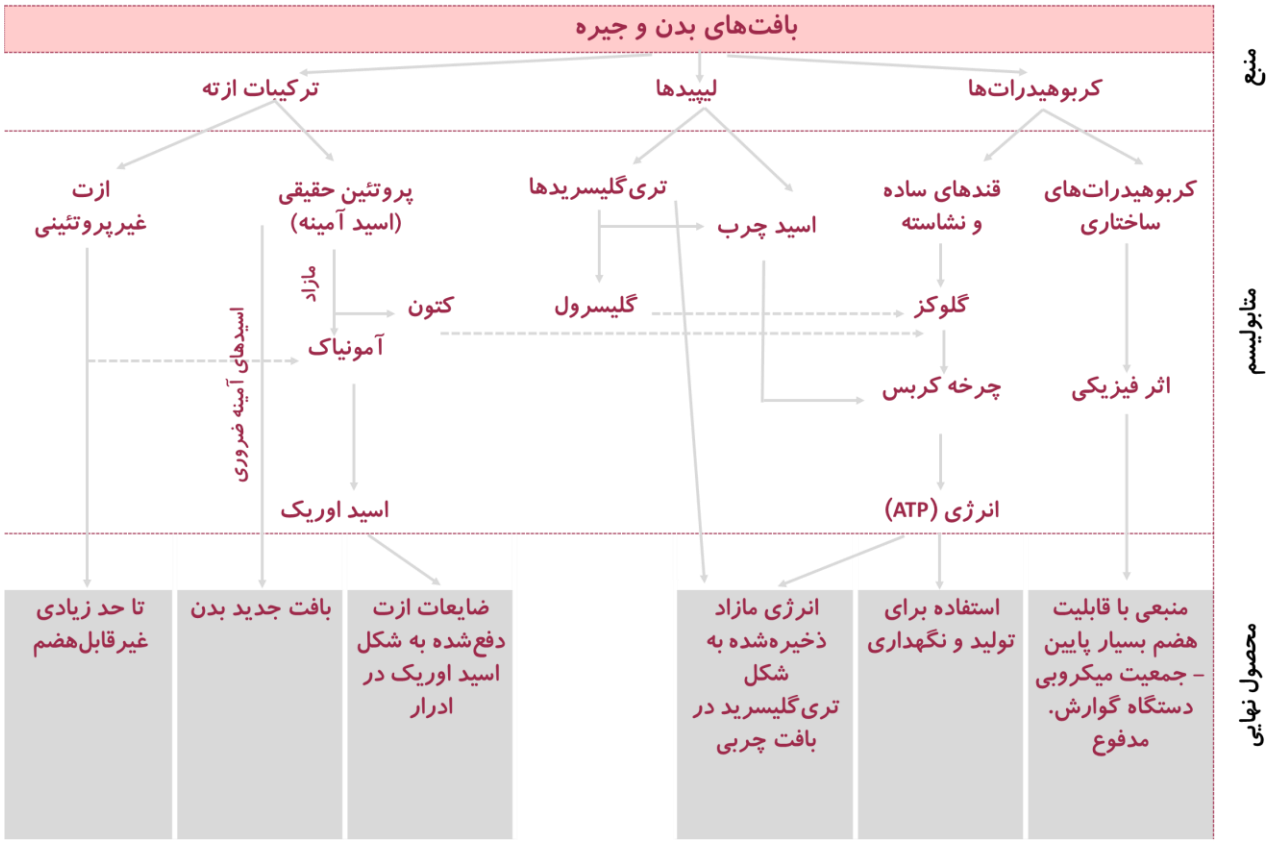
آن طراحی شده است. در این روش کربوهیدرات‌ها به **فیبر خام**[1] و **عصاره عاری از ازت**[2] تقسیم می‌شوند. به طورکلی، اجزای عصاره عاری از ازت برای پرنده قابل‌دسترس است، در حالی بخش فیبر خام برای پرنده قابل‌استفاده نیست. پرندگان آنزیم‌های مورد نیاز برای تجزیه فیبر را ندارند؛ بنابراین، این بخش نقش کمی در تامین انرژی پرنده ایفا می‌کند. با این وجود، یک مقدار حداقل از فیبر در جیره برای حفظ سلامتی دستگاه گوارش مورد نیاز است که در ادامه به آن خواهیم پرداخت. برخی از پرندگان مانند شترمرغ‌ها به وجود باکتری‌ها در دستگاه گوارش خود برای هضم فیبر جیره تکیه دارند. باکتری‌ها در روده بزرگ (سکوم) خوراک هضم‌نشده را تجزیه و به آزادسازی بیشتر مواد مغذی، به ویژه انرژی، از مواد خوراکی کمک می‌کنند. کربوهیدرات‌های پیچیده که در قالب فیبر در جیره حضور دارند، توسط باکتری‌ها به اسیدهای چرب فرار تبدیل می‌شوند. این توانایی با بالا رفتن سن پرنده افزایش می‌یابد، اما فیبر یک شمشیر دولبه است که در مقادیر کم اثرات مفید اما در مقادیر بالا اثرات منفی دارد.

چربی‌ها یا لیپیدها

چربی‌ها یا به عبارت صحیح‌تر لیپیدها گروهی از مواد هستند که هم در گیاهان و هم در جانوران وجود دارند. چربی‌ها در آب نامحلول اما در حلال‌های آلی مانند اتر محلول هستند. به طور معمول، مقدار چربی یا روغن در یک خوراک با تعیین **عصاره اتری**[3] معلوم می‌شود. این بخش شامل تمام ترکیباتی است که در اتر نفت حل می‌شوند؛ بنابراین، دربرگیرنده چربی واقعی (غالب مشتقات گلیسرول و اسیدهای چرب یا تری‌گلیسریدها) و ترکیبات دیگری مانند رنگ‌دانه‌ها و ویتامین‌ها است. بیوشیمی پایه چربی‌ها در شکل ۱-۲ نشان داده شده است. از نظر تغذیه‌ای ما با مشتقات گلسیرولی و تا حد کمتری اسیدهای چرب آزاد سروکار داریم. اسیدهای چرب به دو شکل (اشباع و غیراشباع) وجود دارند. هر دو نوع آنها از کربن، هیدروژن و اکسیژن ساخته شده‌اند. چربی‌های اشباع (چربی‌های جامد مانند پیه)، در مقابل اکسیداسیون توسط اکسیژن هوا مقاوم هستند؛ بنابراین، در زمان ذخیره کمتر فاسد می‌شوند. این چربی‌ها با نداشتن پیوندهای دوگانه بین اتم‌های کربن و نقطه ذوب بالاتر شناخته می‌شوند. چربی‌های غیراشباع (روغن‌ها مانند روغن آفتابگردان) با اکسیژن هوا ترکیب و بسیار سریع‌تر فاسد می‌شوند. چربی‌های خاصی مانند اسید لینولئیک و اسید لینولنیک در بدن دارای نقش متابولیک هستند. از آنجایی که پرندگان قادر به ساخت این ترکیبات نیستند، باید از راه جیره تامین شوند و با نام اسیدهای چرب ضروری شناخته می‌شوند. چربی‌ها به انرژی تبدیل می‌شوند و کارایی آنها ۲/۲۵ برابر کربوهیدرات‌ها است. این توانایی به پرنده این آزادی عمل را می‌دهد که نیاز انرژی خود را در شرایط محیطی بسیار متفاوتی به دست بیاورد.

شکل ۱-۲: ساختار شیمیایی تری‌گلیسریدها

[1]. Crude fiber
[2]. Nitrogen free extract
[3]. Ether extract



شکل ۳–۱: منابع و سرنوشت متابولیت‌های اصلی بدن (برگرفته از مک‌دونالد و همکاران، ۲۰۱۱).

وقتی پرنده‌ها با جیره بدون چربی تغذیه شوند، ممکن است تلفات آنها تا سن ۱۴ روزگی به ۶۰ درصد برسد. با مصرف جیره مواجه با کمبود اسید لینولئیک اندازه تخم‌مرغ و زنده‌مانی کاهش می‌یابد. پرنده قادر است چربی را از کربوهیدرات بسازد و به طور کلی، پرندگان قادر به تحمل سطوح بالای چربی در جیره هستند، اما ارائه چنین جیره‌هایی توصیه نمی‌شود، مگر آنکه چربی‌ها به طور متناسب با آنتی‌اکسیدان پایدار شده باشند.

پروتئین‌ها

پروتئین معمولا به صورت **پروتئین خام**[1] بیان می‌شود که با ضرب درصد ازت خوراک در عامل ۶/۲۵ تعیین می‌گردد. پروتئین خام شامل پروتئین حقیقی و ترکیبات ازته غیرپروتئینی است. پروتئین‌ها از اسیدهای آمینه تشکیل شده‌اند که ترکیباتی حاوی کربن، هیدروژن و ازت هستند. برخی از پروتئین‌های حقیقی حاوی گوگرد و فسفر نیز هستند. تقریبا ۲۲ اسید آمینه مختلف به یکدیگر می‌پیوندند و پلی‌مرهای پیچیده مختلفی را ایجاد می‌کنند تا پروتئین‌های ضروری برای ساخت ماهیچه‌ها، غضروف‌ها، بافت‌های پیوندی، پروتئین‌های خون، لیپوپروتئین‌ها، هورمون‌ها و آنزیم‌ها را به وجود بیاورند. پروتئین‌ها یک بخش ضروری اغلب بافت‌های بدن و از اجزای بسیار مهم جیره هستند. جزئیات بیشتر در این مورد در فصل ۴ گنجانده شده است.

ویتامین‌ها

ویتامین‌ها را می‌توان به دو دسته محلول در آب و محلول در چربی تقسیم کرد. ویتامین‌ها اغلب به عنوان کاتالیزور

[1]. Crude protein

در فرآیندهای آنزیمی بدن استفاده می‌شوند و به رغم نقش‌های بسیار مهمی که در بدن دارند، مقادیر بسیار کمی از آنها مورد نیاز است (به فصل ۵ مراجعه کنید).

■ **نکته**
متابولیسم دربرگیرنده همه فرایندهای شیمیایی است که درون یک اندام زنده اتفاق می‌افتد.

متابولیسم

متابولیسم اصطلاحی است که برای توصیف ترتیب یا توالی فرآیندهای شیمیایی رخ‌داده در موجودات زنده به کار می‌رود. هر یک از اجزای جیره که در بالا بحث شد، به نوعی در متابولیسم دخیل هستند. برخی از فرآیندهای متابولیک شامل شکستن و تبدیل مواد پیچیده به مواد ساده‌تر هستند که با نام کلی **کاتابولیسم** شناخته می‌شود. **آنابولیسم** توصیف‌کننده فرآیندهایی است که در آن مولکول‌های پیچیده از ترکیبات ساده‌تر ساخته می‌شوند. در نتیجه متابولیسم، یک سری ترکیبات زائد تولید می‌شود که باید به ناچار از نظر شیمیایی تغییر کنند و نهایتا دفع شوند. واکنش‌های ضروری برای این تغییر شکل‌ها بخشی از متابولسیم عمومی محسوب می‌شود. به واسطه فرآیندهای متابولیک متعدد، انرژی مورد نیاز برای کارهای فیزیکی و شیمیایی، مانند ساخت کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و چربی‌ها فراهم می‌شود. شکل ۱-۳ منابع اصلی متابولیت‌های در دسترس برای بدن و متابولیسم بعدی آنها را خلاصه کرده است.

لازم به ذکر است که کل نیروهای متابولیسم در بلندمدت در حالت موازنه یا تعادل هستند. قانون پایستگی (قانون اول ترمودینامیک) می‌گوید که انرژی یا ماده نه ساخته می‌شوند و نه از بین می‌روند. مفهوم تعادل مواد مغذی در معادله ۱-۱ نشان داده شده است (مکدونالد[1] و گیبنی، ۲۰۱۱).

معادله ۱-۱: مفهوم تعادل مواد مغذی (برگرفته از مکدونالد و گیبنی، ۲۰۱۱)

[تغییر در ذخایر مواد مغذی] =
[استفاده از مواد مغذی] – [مصرف مواد مغذی]

در مفهوم کاربردی، این معادله اغلب برای پروتئین و انرژی به کار گرفته می‌شود، اگرچه همان‌طور که در ادامه خواهیم دید، انرژی یک ماده مغذی نیست. به نظر می‌رسد که مواد مغذی و متابولیت‌ها در مخازن بدنی متعددی وجود دارند، اگرچه هیچ ماده مغذی در یک مخزن واحد و یکپارچه وجود ندارد (شکل ۱-۴). در ساده‌ترین حالت، برای هر ماده مغذی سه مخزن (کنشی، ذخیره‌ای و پیش‌ساز) وجود دارد؛ اگرچه این سیستم‌ها بسیار پیچیده‌تر هستند. **مخزن کنشی**[2] یا وظیفه‌مند به طور مستقیم در یک یا تعدادی از اعمال و وظایف بدن دخالت دارد، در حالی که **مخزن ذخیره‌ای**[3] بافری از مواد فراهم می‌کند که می‌توانند به مخزن کنشی انتقال پیدا کنند. **مخزن پیش‌ساز**[4] موادی را فراهم می‌کند که می‌توانند برای ساخت مواد مغذی یا متابولیت‌ها استفاده شوند. بسیار مهم است که بدانیم مواد مغذی ضروری هیچ مخزن پیش‌سازی در بدن ندارند (مکدونالد و گیبنی، ۲۰۱۱).

نقطه آغاز متابولیسم موادی هستند که از خوراک به دست می‌آیند. محصول نهایی متابولیسم کربوهیدرات‌ها در عمل گلوکز است که مقادیر اندکی از گالاکتوز و فروکتوز نیز همراه آن وجود دارد. اینها وارد خون باب کبدی می‌شوند

1. McDonald
2. Functional pool
3. Storage pool
4. Precursor pool

شکل ۱–۴: مخازن مواد مغذی و متابولیت‌ها در داخل بدن (برگرفته از مک‌دونالد و همکاران، ۲۰۱۱)

و به کبد انتقال پیدا می‌کنند. در حیوانات نشخوارکننده بخش عمده کربوهیدرات جیره در شکمبه به اسید استیک، اسید بوتیریک و اسید پروپیونیک (اسیدهای چرب فرار) تبدیل می‌شود. گلوکز به مخزن گلوکز کبد می‌پیوندد و در آنجا بخشی از آن یا به گلیکوژن تبدیل و ذخیره می‌گردد و یا به گلوکز فسفات تبدیل شده و برای سنتز تری-گلیسریدها مورد استفاده قرار می‌گیرد. باقیمانده گلوکز وارد گردش خون سیستمیک می‌شود و به بافت‌های مختلف انتقال می‌یابد. در این بافت‌ها، ممکن است به عنوان منبع انرژی، منبع کوآنزیم برای سنتز اسیدهای چرب و یا منبع سنتز گلیکوژن استفاده شود.

هضم پروتئین‌ها باعث تولید اسیدهای آمینه می‌شود که از طریق پرزهای روده جذب و به خون باب کبدی منتقل می‌شوند. سپس اسیدهای آمینه به کبد انتقال می‌یابند و به مخزن اسیدهای آمینه ملحق می‌شوند. این اسیدهای آمینه ممکن است برای سنتز پروتئین استفاده شوند. همچنین، ممکن است وارد گردش خون سیستمیک شوند و با پیوستن به اسیدهای آمینه حاصل از کاتابولیسم بافت‌ها، پیش سازی برای سنتز پروتئین و دیگر ترکیبات ازته مهم فراهم آورند. چنانچه اسیدهای آمینه بیشتر از مقدار مورد نیاز برای سنتز ترکیبات مذکور باشند به کبد منتقل و برای سنتز آمونیاک و کتواسیدها استفاده می‌شوند. کتواسیدها می‌توانند برای سنتز اسیدهای آمینه و یا به عنوان منبع انرژی استفاده شوند. بخشی از این آمونیاک ممکن است برای نگهداری استفاده شود، اما در عمل همه آن به اسید اوریک تبدیل و دفع می‌شود.

اکثر چربی‌های جیره در قالب **کیلومیکرون‌ها**[1] و از طریق مجرای سینه‌ای وارد گردش خون می‌شوند. کیلومیکرون‌ها حدود ۵۰۰ میکرومتر قطر و یک پوشش نازک لیپوپروتئینی دارند. بخش کمی از تری‌گلیسریدهای جیره ممکن است در دستگاه گوارش، به گلیسرول و اسیدهای چرب دارای وزن مولکولی پایین تبدیل شود که به طور مستقیم وارد سیاهرگ باب کبد می‌شوند. کیلومیکرون‌های موجود در گردش خون جذب کبد می‌شوند و تری‌گلیسرید موجود در آنها تحت هیدرولیز قرار می‌گیرد. اسیدهای چرب ساخته‌شده در کبد همراه با اسیدهای چرب جذب‌شده از خون می‌توانند کاتابولیزه و برای تولید انرژی و یا برای سنتز تری‌گلیسریدها استفاده شوند. سپس، اینها مجددا وارد گردش خون می‌شوند و به اندام‌ها و بافت‌های مختلف انتقال می‌یابند. در آنجا، این ترکیبات برای تولید انرژی و ساخت اسیدهای چرب استفاده می‌شوند.

[1]. Chylomicrons

نکته

چرخه کربس ATP تولید می‌کند که نماینده انرژی آزاد در بدن حیوان است.

نکته

ژنومیکس فرصتی برای بهبود درک ما از تغذیه فراهم کرده است.

چربی‌ها و کربوهیدرات‌ها نهایتا در **چرخه کربس**[1] (اسید تری‌کربوکسیلیک) برای تولید آدنوزین تری‌فسفات (ATP) استفاده می‌شوند. این ترکیب معرف انرژی **آزاد** در حیوانات است و برای سنتز یا فعالیت ماهیچه‌ای به کار گرفته می‌شود. هر مولکول ATP می‌تواند ۳۰۶ کیلوژول انرژی فراهم کند؛ اما میانگین هزینه انرژی صرف‌شده برای ساخت یک مولکول ATP معادل ۷۵۳ کیلوژول است: بنابراین، حداکثر استفاده از انرژی در یک حیوان ۴۰/۶۴ درصد خواهد بود و بقیه آن به صورت گرما آزاد می‌شود.

فرآیندهای توصیف‌شده در بالا اساسا به ترکیبات آلی جیره مربوط است. اما مواد معدنی نیز بخشی از بسیاری از پروتئین‌ها را تشکیل می‌دهند و نقش تنظیم‌کننده بسیار مهمی در بدن دارند. به عنوان مثال، مواد معدنی نقشی حیاتی در نگهداری تعادل اسید-باز بدن ایفا می‌کنند. از سوی دیگر، ویتامین‌ها اغلب به عنوان کاتالیزورهای ضروری بدن به کار می‌روند و بدون آنها هیچ واکنشی در بدن روی نخواهد داد.

پایه ژنتیکی تغذیه

ژنوم عبارت است از کل اطلاعات ژنتیکی که توسط یک حیوان حمل می‌شود و به طور محض با توالی DNA که حاوی مجموعه کاملی از ژن‌ها است مشخص می‌گردد. DNA تعیین‌کننده مسیر ساخت پروتئین‌ها در داخل سلول است. به این پدیده بیان ژن گفته می‌شود که فرآیندی است که در آن اطلاعات کدشده در ژن‌ها به یک فنوتیپ قابل‌مشاهده در حیوان و یا در سطح سلول تبدیل می‌شوند. بنابراین، همه صفات یک حیوان، شامل مسیرهای متابولیک درگیر با تغذیه، تحت کنترل هستند (راش[2] و همکاران، ۲۰۱۱).

اغلب مسیرهای متابولیک درگیر با تغذیه در همه حیوانات یکسان هستند، زیرا آنها اجداد مشترکی دارند. تغییر در ژنوتیپ بسیار آهسته و طی فرآیند انتخاب طبیعی رخ می‌دهد؛ بنابراین، حتی در شرایطی مثل امروز که فشار انتخاب در کشاورزی مدرن بسیار شدید است، احتمال تغییر این مسیرها بسیار بعید است. با این حال، ممکن است مواد مغذی با ژنوم برهمکنش نمایند و از این طریق بیان ژن، پروتئین و مسیرهای متابولیک را تغییر بدهند که هر یک به نوبه خود می‌تواند رشد و سلامتی را تحت تاثیر قرار بدهد. واضح است که کمیت و کیفیت جیره بیان ژن‌های بسیاری را در همه بافت‌های بدن تنظیم می‌کند. ظهور دانش بیوتکنولوژی باعث ایجاد حوزه جدیدی از مطالعات با نام **ژنومیکس کاربردی**[3] شده است که هدف آن شرح چگونگی تنظیم هموستازی یک ارگانیسم و پاسخ آن به محیط است. این تکنولوژی درک واضح‌تری از چگونگی واکنش اندام‌ها به اجزای جیره فراهم می‌کند و حتی تا سطح مولکولی پایین می‌رود (اشول[4]، ۲۰۱۱). ژنومیکس که دربرگیرنده ابزارهای دارای توان عملیاتی بالا است، امکان انجام میلیون‌ها آزمایش غربالگری را در یک زمان واحد فراهم می‌کند.

---

1. Krebs cycle
2. Roche
3. Functional genomics
4. Ashwell

به طور کلی، هدف تغذیه مولکولی شناخت چگونگی تقابل مواد مغذی با ژنوم و تنظیم بیان ژن‌ها است. دو بخش مجزا برای ژنومیکس در نظر گرفته می‌شود. **نوتری‌ژنومیکس**[1] که چگونگی تاثیر مواد مغذی بر بیان ژن‌ها را مشخص می‌کند و نحوه تاثیر ژنوتیپ یک شخص (پرنده) بر حساسیت او به مواد مغذی را توصیف می‌کند (دوکلوس[2]، ۲۰۱۱). هدف نوتری‌ژنومیکس این است که ابزارهایی منطقی برای بهینه‌سازی تغذیه بر اساس ژنوتیپ حیوان توسعه بدهد. **اپی‌ژنتیک**[3] به تغییراتی در بیان ژن اطلاق می‌شود که توسط سازوکارهایی به غیر از تغییر توالی DNA رخ می‌دهند. این فرآیند شامل تغییر فعال‌سازی ژن‌هایی معین و نه تغییر توالی DNA است. تمرکز این امر بر کنترل سازوکارهایی است که ژن‌ها را در یک مسیر وراثت‌پذیر تنظیم می‌کنند (دوسن[4]، ۲۰۱۰).

بیشتر ما با اثرات اپی‌ژنتیک آشنا هستیم، اگرچه که ممکن است با این نام آشنا نباشیم. اشول (۲۰۱۱) اثر تغذیه اولیه و تغذیه و مدیریت مرغ‌های مادر را بر عملکرد نهایی جوجه-های گوشتی مورد بررسی قرار داده است. او نتیجه‌گیری می‌کند که احتمالا بیشترین پتانسیل برای آشکارسازی پاسخ اپی‌ژنتیک در نتاج دستکاری جیره والدین آنها است. پژوهش‌های انجام‌شده با آنتی‌اکسیدان‌ها، مواد معدنی و پری‌بیوتیک‌های حاصل از مخمر، همگی توانایی مکمل‌های خوراکی برای برنامه‌ریزی توسعه بافت در سطح بیان ژن را نشان داده‌اند (دوسن، ۲۰۱۰).

ژنومیکس رشته پیچیده‌ای است که هدف اصلی آن شناسایی تغییرات نامحسوس در الگوی بیان ژن‌های مشخصی است. **میکروواری‌ها**[5] (ریزآرایه‌ها) که مجموعه‌ای از تراشه‌ها یا نقاط میکروسکوپی DNA متصل به یک سطح جامد هستند، برای اندازه‌گیری هم‌زمان سطح بیان تعداد زیادی ژن استفاده می‌شوند. این تراشه‌ها مقدار RNA پیامبر (mRNA) تولیدشده در یک بافت مشخص را به طور کمی ارزیابی می‌کنند. با مقایسه سطوح mRNA در دو گروه مختلف حیوانات می‌توان مشخص کرد که کدام ژن‌ها خاموش و کدام یک روشن می‌شوند. با جستجو در الگوی بیان ژن روی آرایه می‌توان اثرانگشت‌های ژنی ایجاد و چگونگی تاثیر یک جیره خاص یا مجموعه‌ای از عوامل محیطی بر بیان ژن‌ها را مشخص کرد (دوسن، ۲۰۱۰). برای آنکه اختلافات کوچک ایجادشده از نظر آماری معنی‌دار شوند به تعداد زیادی تکرار نیاز داریم. اشول (۲۰۱۱)، ضمن شرح پژوهشی که روی ماهیچه قلب جنین جوجه‌ها انجام شده بود، بیان می‌دارد که تغییرات نامحسوس مشاهده‌شده مشابه با تغییراتی خواهند بود که انتظار داریم دستکاری تغذیه‌ای روی ژن‌های کنترل‌کننده نرخ رشد و ضریب تبدیل خوراک به جا بگذارد. این تکنولوژی‌ها که با سرعت بالایی در حال پیشرفت هستند، فرصت بی‌نظیری برای بهبود درک ما از دانش تغذیه فراهم کرده‌اند (راش و همکاران، ۲۰۱۱). اگرچه بیشتر تحقیقات روی ژنوم انسان متمرکز و هنوز در گام‌های ابتدایی خود هستند، اشول (۲۰۱۱) اثر تغذیه اولیه و تغذیه و مدیریت مرغ‌های مادر بر عملکرد جوجه‌های گوشتی را مورد بحث قرار می‌دهد. برخی از شرکت‌ها نیز کارهای خوبی در این زمینه انجام داده‌اند، اما هنوز خروجی این مطالعات را متعلق به خود می‌دانند و از آنها برای توسعه بازار خود استفاده می‌کنند.

---

1. Nutrigenomics
2. Duclos
3. Epigenetics
4. Dawson
5. Microarray

نکات کلیدی

۰۱

تغذیه تجاری مستلزم کمی‌سازی زیست‌شناسی پرنده و مواد خوراکی مصرفی پرنده است، به گونه‌ای که امکان توسعه جیره‌های بهینه (بر حسب سود) را برای پرورش طیور فراهم کند.

۰۲

جوجه‌های گوشتی تجاری باید همه نیازهای خود را از طریق جیره ارائه‌شده به آنها تامین کنند.

۰۳

هر جیره حاوی آب، انرژی (عمدتا حاصل کربوهیدرات و چربی) برای سوخت‌رسانی فرآیندهای حیاتی، مواد مغذی (پروتئین، چربی، ویتامین‌ها و مواد معدنی) به عنوان بلوک‌های ساختمانی بافت‌های بدن و افزودنی‌های متعددی (داروها، آنزیم‌ها، افزودنی‌های خوراکی، محافظت‌کننده‌ها و رنگ‌دانه‌ها) است.

۰۴

جیره پرنده‌ها باید نیازهای آنها برای نگهداری، رشد، تولیدمثل (تولید تخم‌مرغ)، فعالیت و ایمنی را تامین کند.

۰۵

شاید مهم‌ترین موضوع در تغذیه طیور، دستیابی به مصرف خوراک مطلوب باشد و پرنده روش‌های منحصربه‌فردی برای انتخاب و مصرف خوراکش دارد.

۰۶

متابولیسم واژه‌ای است که برای توصیف توالی واکنش‌ها شیمیایی رخ‌داده در یک موجود زنده به کار می‌رود. متابولیسم شامل دو بازوی اصلی است: ساخت و تخریب مواد (بافت‌ها).

۰۷

فقدان هر یک از عناصر سازنده خوراک موجب اختلال در متابولیسم خواهد شد و این حقیقتی است که مفهوم جیره متعادل از دل آن بیرون می‌آید.

۰۸

سیستم متابولیسمی هر حیوان توسط ژنوم آن کنترل می‌شود. بعید است که فعالیت مسیرهای متابولیک درگیر با تغذیه در کوتاه‌مدت تغییر کند، اما فعالیت‌هایی در حوزه اپی‌ژنتیک در جریان است که تغییرات در بیان ژن‌ها به دلیل سازوکارهایی به جز تغییر توالی DNA را بررسی می‌کنند.

فصل ۲: آب

آب یک ماده مغذی اساسی است که بدون آن حیوانات خیلی زود خواهند مرد. این مساله این‌قدر واضح و بدیهی است که گاهی اوقات نادیده گرفته می‌شود.

آب معمولا به عنوان یک ماده مغذی ضروری شناخته می‌شود. حیوانات می‌توانند مدت زمان قابل‌توجهی را بدون خوراک زنده بمانند، در حالی که آنها بدون آب خیلی زود خواهند مرد. آب برای حفظ دما و تقریبا همه فرآیندهای متابولیک بدن مورد نیاز است. از دیدگاه تغذیه‌ای، آب مهم‌ترین ماده مغذی است که ما در اختیار حیوان قرار می‌دهیم. با این وجود، این مساله آنقدر بدیهی به نظر می‌رسد که اغلب نادیده گرفته می‌شود. معمولا آب فقط زمانی مورد توجه قرار می‌گیرد که مشکلی در تجهیزات فراهم‌کننده آن روی می‌دهد.

> **نکته**
> آب در انتقال مواد مغذی و متابولیت‌ها و نیز تنظیم متابولیسم و فعالیت‌های سلولی نقش دارد.

نقش آب

آب مهم‌ترین جزء تشکیل‌دهنده سلول‌ها و محیط خارج سلولی است. در حقیقت، آب حیات را زنده نگه می‌دارد. این عنصر حیاتی نقش‌های متعددی دارد:

- انتقال مواد مغذی (گلوکز، اسیدهای آمینه، مواد معدنی و ویتامین‌ها).
- انتقال گازها به ویژه اکسیژن و دی‌اکسید کربن.
- انتقال مواد زائد به سمت بافت‌هایی که مسئول دفع آنها هستند (کلیه و کبد).
- انتقال هورمون‌ها از غده‌هایی که در آنها تولید می‌شوند به اندام‌های هدف.
- تنظیم هموستازی سلولی.
- تنظیم دمای بدن.
- حفظ هموستازی مواد معدنی.
- دفع محصولات نهایی هضم (به ویژه اوره یا اسید اوریک)، مواد ضدتغذیه‌ای خورده‌شده همراه با جیره، داروها و باقیمانده‌های دارویی.

منابع آب

حیوان آب را از سه منبع به دست می‌آورد:

آب آشامیدنی

معمولا آب چاه، چشمه یا آب لوله‌کشی شهری به عنوان منبع آب استفاده می‌شود. ترکیب آب چاه یا چشمه با توجه به محل آنها متفاوت خواهد بود و می‌توان آن را فرآورده-ای منحصربه‌فرد در نظر گرفت. توصیه می‌شود که منبع تامین آب مورد استفاده (نظیر چاه) به صورت سالیانه آزمایش و آنالیز شود. این کار به ویژه قبل از ساخت واحد جدید و دوره‌های پس از بارندگی سنگین ضروری است. همیشه دقت کنید که رواناب سطحی موجب آلودگی آب نشود. اگر چاه آب به خوبی در مقابل نفوذ آب‌های سطحی محافظت نشده باشد، احتمال آلودگی باکتریایی آب نیز وجود دارد. آب چشمه باید برای تعداد کل باکتری‌ها، باکتری‌های کلی‌فرم[1] و باکتری‌های کلی‌فرم مدفوعی[2] (به عنوان شاخصی از آلودگی به مدفوع) آنالیز شود. معمولا اگر آب از یک منبع اصلی تامین شود، مقادیر این باکتری-ها از انواع ارائه‌شده در جداول ۲-۳ و ۲-۶ فراتر نخواهد رفت. در عین حال، آب چاه‌ها ممکن است حاوی مقادیر بالایی از نیترات و شمار بالایی از باکتری‌ها باشد. معمولا این دو آلودگی به خاطر جاری شدن آب از کنار درختان کوددادهشده یا تاسیسات فاضلاب شهری که طراحی ضعیفی دارند و یا از نظر مکانی نزدیک به چاه آب ساخته شده‌اند، ایجاد می‌گردد.

---
1. Coliforms
2. Fecal coliforms

آب موجود در خوراک

به جز چند استثنا (به ویژه روغن‌ها و ویتامین‌های سنتتیک) اغلب خوراک‌ها حاوی مقداری آب هستند. هنگامی که خوراک‌ها به شکل پودر در می‌آیند، رطوبت آنها به حدود ۱۲ درصد می‌رسد. در حالی که در مورد میوه‌ها و علف‌های سبز مقدار آب ممکن است تا ۷۵ درصد باشد. اگرچه آب خود یک ماده مغذی است، مقدار آن در خوراک به‌خودی‌خود اثر نامطلوبی بر کیفیت سایر مواد مغذی ندارد و تنها موجب رقیق شدن مواد مغذی جیره می‌شود.

آب متابولیک

آب فراوان‌ترین جزء بدن را تشکیل می‌دهد و حدود ۷۰ درصد وزن بدن را در برمی‌گیرد. از این مقدار، حدود ۷۰ درصد درون سلول‌ها و ۳۰ درصد آن در مایعات پیرامونی سلول‌ها و خون وجود دارد. این تعادل بسیار مهم است و دهیدراته شدن حیوان این تناسب بسیار حیاتی را تغییر می‌دهد. مقدار آب بدن رابطه نزدیکی با مقدار پروتئین آن دارد. با افزایش سن حیوان مقدار چربی بدن افزایش و مقدار پروتئین آن کاهش می‌یابد. در نتیجه، با افزایش سن میزان آب بدن (به صورت درصد) کاهش خواهد یافت.

دفع آب

بدن حیوان به چهار طریق آب خود را از دست می‌دهد:

- از طرق هوای بازدم در حین تنفس.
- از سطح پوست به صورت عرق کردن و دفع نامحسوس آب: پرندگان غدد عرق ندارند.
- از طریق مدفوع.
- از طریق ادرار.

مصرف آب

از آنجایی که آب در حد اشتها برای طیور تامین می‌شود، از نظر تئوری، دهیدراته شدن نباید اتفاق بیفتد. معمولا اثرات نامطلوب کاهش مصرف آب حاصل کاهش هم‌زمان مصرف خوراک است. میزان مصرف آب رابطه تنگاتنگی با مصرف خوراک دارد؛ بنابراین، هر عاملی که بر مصرف خوراک تاثیر بگذارد بر مصرف آب نیز تاثیر خواهد داشت. مصرف آب تحت تاثیر عوامل زیر قرار می‌گیرد:

> ■ **نکته**
> مصرف آب تحت تاثیر عوامل حیوانی و محیطی قرار می‌گیرد.

عوامل ژنتیکی یا سویه

میزان مصرف آب سویه‌های مختلف متفاوت است. به احتمال زیاد، این اختلافات نتیجه تفاوت در متابولیسم، نرخ رشد و وزن بدن هستند.

سن

در شرایط فیزیولوژیکی متعارف برای حیوانات بالغ، مصرف و دفع آب به گونه‌ای کنترل می‌شود که یک سطح ثابت آب در بدن باقی بماند. در حیوانات در حال رشد مصرف آب بیشتر از دفع آن است. این تعادل مثبت آب برای فراهم کردن امکان رشد آنها ضروری است. مصرف آب حیوان با افزایش سن آن بیشتر می‌شود، اما به صورت کسری از وزن بدن کاهش می‌یابد. همچنین مشخص شده است که در هنگام بلوغ جنسی مصرف آب به طور ناگهانی افزایش می‌یابد.

جنس

حیوانات نر و ماده از لحاظ مصرف آب با هم تفاوت دارند. نه تنها مقدار مصرف آب، بلکه الگوی مصرف آب آنها نیز متفاوت است. معمولا این تفاوت‌ها ناشی از اختلاف وزن

نرها و ماده‌ها است. به طور میانگین نرها بیشتر از ماده‌ها آب می‌نوشند.

تولید و نرخ رشد

در حیوانات جوان، تعادل آب مثبت است. این تعادل مثبت امکان رشد آنها را فراهم می‌سازد. در حیواناتی که از نظر جنسی بالغ هستند، در روزهای مختلف، اختلافاتی در مصرف آب مشاهده می‌شود. در روزهایی که پرنده تخمی در اویدوکت خود دارد، مصرف آب بیشتر خواهد بود. این مساله با تغییرات سطح استروژن در گردش خون (حاصل از فرآیند تخم‌گذاری) ارتباط دارد.

دما

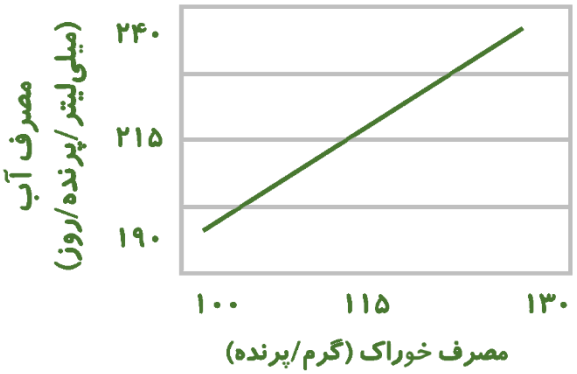
در دمای متعادل مرغ‌ها دو برابر خوراک مصرفی خود (از نظر وزنی) آب مصرف می‌کنند. احتمالا دمای محیط مهم‌ترین عاملی است که نوسانات مصرف آب را تحت تاثیر قرار می‌دهد. معمولا به ازای هر درجه سانتی‌گراد افزایش دما، ۷ تا ۹ درصد افزایش در مصرف آب مشاهده می‌شود. مرغ‌های تخم‌گذار در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد دو برابر دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد آب مصرف می‌کنند. با توجه به اینکه مصرف خوراک در دمای بالا کاهش پیدا می‌کند، نسبت آب به خوراک در این شرایط افزایش می‌یابد که منجر به آبکی‌تر شدن مدفوع می‌گردد (جدول ۲-۱).

مواد معدنی

مقدار بالای سولفات‌ها، منیزیم و کلر می‌تواند مصرف آب را تحت تاثیر قرار بدهد. برای مثال، نمک، یا هر ماده خوراکی که مقدار سدیم بالایی داشته باشد، مصرف آب را بالا می‌برد. به طور مشابه، مواد خوراکی حاوی پتاسیم بالا مانند ملاس‌ها و منابع کلسیم و فسفر آلوده به منیزیم موجب افزایش مصرف آب می‌شوند. چنین افزایش‌هایی آسیب جدی به پرنده نمی‌رساند، اما بدون شک موجب افزایش دفع آب و خیس شدن بستر می‌شود.

مواد خوراکی

برخی از منابع پروتئینی مانند کنجاله سویا و پودر گوشت و استخوان در مقایسه با سایر منابع پروتئینی موجب افزایش مصرف آب می‌شوند. برخی از پودر ماهی‌ها که حاوی مقادیر بالای سدیم هستند، بسته به سن و نوع ماهی استفاده‌شده و همین‌طور زمان و سال فرآوری آنها، موجب افزایش مصرف آب می‌شوند. هر ماده مغذی که موجب افزایش دفع مواد معدنی از طریق کلیه‌ها شود بر مصرف آب تاثیرگذار خواهد بود. جیره‌های حاوی انرژی بالا در مقایسه با جیره‌های حاوی انرژی پایین موجب کاهش مصرف آب می‌شوند. شکل فیزیکی خوراک نیز بر مصرف آب تاثیر دارد، اگرچه این امر بیشتر به میزان آب موجود در خوراک برمی‌گردد.



شکل ۲-۱: ارتباط بین مصرف آب و خوراک در مرغ‌های تخم‌گذار

مصرف خوراک

معمولا وقتی که خوراک در حد اشتها تغذیه می‌شود، رابطه‌ای بین مصرف آب و خوراک دیده می‌شود (شکل ۲-۱). این ارتباط هم کمی و هم کیفی است. با این حال، با توجه به اینکه عوامل متعددی مصرف و نیاز به آب و

جدول ۲–۱: مصرف روزانه آب در طیور در صورت دسترسی آزاد (لیتر به ازای هر ۱۰۰۰ پرنده)

نوع پرنده	سن	۲۰ درجه سانتی‌گراد	۳۲ درجه سانتی‌گراد
پولت لگهورن	۴ هفتگی	۵۰	۸۵
	۱۲ هفتگی	۱۱۵	۱۹۰
	۱۸ هفتگی	۱۴۰	۲۲۰
مرغ تخم‌گذار – تخم‌گذاری	۵۰ درصد تولید	۱۸۰	۳۴۰
	۹۰ درصد تولید	۲۰۰	۴۰۰
مرغ تخم‌گذار – عدم تخم‌گذاری		۱۵۰	۲۵۰
مرغ مادر	۵۰ درصد تولید	۲۰۰	۳۸۰
	۸۰ درصد تولید	۲۳۰	۴۰۰
جوجه گوشتی	۱ هفتگی	۲۴	۵۰
	۳ هفتگی	۱۰۰	۲۱۰
	۶ هفتگی	۲۸۰	۶۰۰

خوراک را تحت تاثیر قرار می‌دهند، نسبت ثابتی بین آنها وجود ندارد. دمای محیط، شرایط تولیدمثلی، وضعیت سلامتی و ترکیب جیره نسبت بین آب و خوراک مصرفی را تحت تاثیر قرار می‌دهند.

انسداد (مثل رسوبات گچی و آهکی در لوله‌ها)

از دیدگاه عملی‌تر، گرفتگی لوله‌های آب و آبخوری‌ها و موارد مشابه می‌تواند موجب کمبود آب و در نتیجه مصرف کمتر آب شود.

> ■ **نکته**
> کیفیت آب توسط محتوای شیمیایی و میکروبی آن تعیین می‌شود.

کیفیت آب

کیفیت آب ارائه‌شده به حیوانات می‌تواند اثری مستقیم بر عملکرد نهایی آنها داشته باشد. سطوح بالای pH، بالا بودن سطوح باکتری‌ها و ازت و مقادیر بسیار بالا یا بسیار پایین برخی از مواد معدنی می‌تواند اثرات نامطلوبی بر کیفیت آب داشته باشد. راه‌های مختلفی برای سنجش کیفیت آب وجود دارد:

آلودگی‌های شیمیایی

آلودگی‌های شیمیایی بدترین نوع آلودگی هستند. در حالت متعارف مقادیر آلاینده‌های شیمیایی در حدی است که با عملکرد هضمی و متابولیسمی پرنده تداخل نمی‌کند؛ اما خارج شدن مقادیر برخی از ترکیبات شیمیایی از حالت تعادل می‌تواند عملکرد را تحت تاثیر قرار بدهد. این امر می‌تواند توسط خود این مواد به تنهایی و یا ترکیب شدن آنها با سایر مواد صورت بگیرد.

آلودگی باکتریایی

وجود تعداد بالای میکروارگانیسم‌ها در آب بیانگر آن است که چاه آب آلوده شده است. ممکن است آب‌های

سطحی وارد چاه آب شوند و باید برای برطرف کردن این مشکل اقدام نمود. یکی از راه‌های مناسب، کلرزنی آب برای رفع آلودگی است. استفاده از مواد ضدعفونی‌کننده در آب خیلی آلوده توصیه نمی‌شود، زیرا (آلودگی را به طور کامل از بین نمی‌برد) و پرنده را در معرض سطوح بالای باکتری‌ها قرار می‌دهد. تنها روش موثر در چنین مواردی، حذف منبع آلودگی است. اگر این کار امکان‌پذیر نباشد، راهکار جایگزین تغییر دادن منبع تامین آب است. حتی آب با آلودگی پایین نیز نامطلوب است، زیرا باکتری-ها در آب رشد می‌کنند و در نهایت حیوان در معرض سطوح بالای باکتری قرار خواهد گرفت. به این دلیل آب باید هر روز به دقت تصفیه شود. کلرزنی یا استفاده از سایر ضدعفونی‌کننده‌ها همراه با تمیز کردن مستمر آبخوری‌ها، روشی موثر برای کنترل سطح میکروب‌ها است.

کلرزنی

کلرزنی به منظور ضدعفونی نمودن آب انجام می‌شود. این روش برای کنترل کردن باکتری‌ها، در مقایسه با پروتوزآها[1] و انتروویروس‌ها[2]، موثرتر است. اضافه کردن کلر (یا هیپوکلریت) باعث تولید اسید هیپوکلرو (HOCl) می‌شود که یک عامل ضدعفونی‌کننده قوی است. کلره کردن با استفاده از یک (مخزن) تقسیم‌کننده در مسیر خط انتقال آب روش مناسبی است، به گونه‌ای که مقدار باقیمانده کلر در آبخوری‌ها حداقل ۱ میلی‌گرم در لیتر باشد. با قرار گرفتن آب در معرض هوا، کلر حل‌شده به سرعت از بین می‌رود. تعیین سطح کلر باقیمانده در آب بسیار مهم است. میزان اثربخشی کلر برای ضدعفونی کردن و مقدار کلر مورد نیاز در آب به مقدار نیتریت‌ها، آهن، سولفید هیدروژن، آمونیاک و مقدار مواد آلی و همین‌طور pH و دمای آب بستگی دارد. وجود مواد آلی در آب کلر آزاد را به کلرامین‌ها تبدیل و اثربخشی عمل ضدعفونی کردن را کم می‌کند.

کلرزنی آب چاه مرغداری با غلظت بالای کلر نیز به عنوان ابزاری جهت کنترل باکتری‌های آهن[3] موجود در چاه موثر است [باکتری‌های آهن از اقسام ارگانیسم‌های موجود در خاک هستند و از این طریق وارد آب می‌شوند. این باکتری‌ها با اکسید کردن آهن دوظرفیتی به آهن سه‌ظرفیتی انرژی مورد نیاز خود را به دست می‌آورند. از انواع آنها می‌توان به تیوباسیلوس فروکسیدان[4] و انواع گونه‌های سولفولوبوس[5] و متالوژنیوم[6] اشاره کرد. وجود این باکتری‌ها در آب سبب اکسید شدن لوله‌های آب و تاسیسات می‌شود و نیز ممکن است با ایجاد یک لایه لزج در سطح لوله‌ها باعث گرفتگی تاسیسات گردد؛ مترجمین].

لازم است سطوح بسیار بالای کلر (مشابه غلظت مورد استفاده در سفیدکننده‌ها) به چاه آب و لوله‌های انتقال آب اضافه شود و به مدت یک شب در داخل آنها باقی بماند. سپس کل سیستم با دقت شست‌وشو گردد تا باقیمانده کلر خارج شود. دی‌اکسید کلر را نیز می‌توان به عنوان ضد-عفونی‌کننده به آب اضافه کرد و دارای یک سری مزایا است: از جمله اینکه pH تاثیر کمتری روی فعالیت آن دارد و واکنش‌پذیری آن با آمونیاک و سایر ترکیبات ازته کمتر است. این ترکیب یک باکتری و ویروس‌کش قوی است، اما گران است و موجب تولید باقیمانده‌های کلرات و کلریت می‌شود که بسیار سمی هستند. کلرزنی مستمر آب آشامیدنی می‌تواند موثر باشد، اما سطح کلر در آب باید کنترل شود، زیرا مقدار بالای کلر موجب خواهد شد که

---

1. Protozoa
2. Enteroviruses
3. Iron bacteria
4. *Thiobacillus ferrooxidans*
5. *Sulfolobus*
6. *Metalogenium*

پرنده‌ها از مصرف آب خودداری کنند. استفاده از ترکیبات ضدعفونی‌کننده بر پایه ید نیز موثر است. این ترکیبات در مقایسه با ترکیبات کلره فعالیت بیشتری دارند، اما معمولا گران‌تر نیز هستند. فقط مواد شیمیایی تاییدشده باید بر حسب دستورالعمل توصیه‌شده توسط کارخانه سازنده استفاده شوند و ضروری است که اطمینان حاصل گردد که ترکیبات شیمیایی با تجهیزات آبرسانی سازگار هستند. همچنین لازم است ضدعفونی‌کننده‌ها قبل از دادن دارو و واکسن‌هایی که ممکن است با ماده ضدعفونی‌کننده تداخل داشته باشند از خطوط آبرسانی خارج بشوند.

نکته

پرنده‌ها می‌توانند با سطوح بیش از حد طبیعی مواد معدنی آب سازگار شوند.

مقدار مواد معدنی

جدول ۲-۲ مقادیر طبیعی برخی از مواد معدنی موجود در آب را خلاصه کرده است (کوتسی[1]، ۲۰۰۶). پرنده‌ها معمولا در طول زمان با سطوح بالای مواد معدنی آب سازگار می‌شوند و تنها در موارد نادری مقدار مواد معدنی آب عملکرد آنها را به طور قابل‌توجهی تحت تاثیر قرار می‌دهد. در برخی از مناطق شوری آب به قدری بالا است که می‌تواند اثرات نامطلوبی داشته باشد. در چنین مواردی ضروری است که مقداری از نمک اضافه‌شده به جیره کاسته شود؛ اما باید دقت کرد که نمک کافی برای حفظ عملکرد طبیعی پرنده تامین شود. اخیرا مشخص شده است که مقدار مواد معدنی آب کیفیت پوسته تخم‌مرغ را تحت تاثیر قرار می‌دهد. ناهنجاری‌های پوسته تخم‌مرغ با افزایش مقادیر برخی از نمک‌های معدنی افزایش می‌یابد. بیشترین اثر را کلرید سدیم دارد. این مساله برای مرغدارانی که از منابع آب زیرزمینی استفاده می‌کنند حائز اهمیت است، زیرا معمولا مقدار نمک حل‌شده در این آب‌ها بالا است. در چنین مواردی معمولا استفاده از مکمل کلسیم در جیره موجب بهبود کیفیت پوسته نمی‌شود. تولید تخم‌مرغ‌های دارای پوسته نرم، پوسته‌های نازک ترک-خورده و تخم‌مرغ‌های کوچک مهم‌ترین ناهنجاری‌های گزارش‌شده ناشی از مقادیر بالای نمک‌های معدنی هستند.

نکته

نیترات‌ها ۱۰ برابر نیترات‌ها سمی هستند. باکتری-های دستگاه گوارش می‌توانند نیترات را به نیتریت تبدیل کنند.

نیترات‌ها و نیتریت‌ها

یکی دیگر از مشکلات بالا بودن مقادیر نیترات‌ها و نیتریت‌ها در آب است. نیترات‌ها (NO_3) در مرحله نهایی تجزیه مواد آلی ایجاد می‌شوند. معمولا وجود نیترات‌ها نمایانگر ورود رواناب حاوی فضولات انسانی و حیوانی، کودهای ازته، باقیمانده‌های گیاهی و زباله‌های صنعتی به منبع آب است. از آنجایی که نیترات‌ها محلول هستند می‌توانند مسافت‌های طولانی در خاک جابجا شوند. نیتریت (NO_2) در مراحل میانی تجزیه مواد آلی تولید می‌شود. از آنجایی که نیتریت‌ها ۱۰ برابر نیترات‌ها سمی هستند و با توجه به اینکه باکتری‌های موجود در منابع آب و روده می‌توانند نیترات‌ها را به نیتریت تبدیل کنند، سطوح این دو آلاینده باید در حداقل مقدار ممکن باشد. سطوح استاندارد ازت نیتراتی برای منابع آب مورد استفاده انسان ۱۰ تا ۲۰ میلی‌گرم در لیتر است، اما حیوانات معمولا می‌توانند سطوح بالاتری را تحمل کنند. نیتریت حتی در مقدار ناچیز ۱ میلی‌گرم در لیتر می‌تواند سمی باشد. در مورد طیور، مشخص شده است که سطوح بالاتر از ۵۰ میلی‌گرم در لیتر مضر است. نیترات‌ها در سطوح بالاتر از

[1]. Coetzee

جدول ۲-۲: ترکیبات شیمیایی متعارف موجود در آب (میلی‌گرم در لیتر) (کوتسی، ۲۰۰۶)

شاخص یا آلاینده	میانگین حداقل	میانگین حداکثر	میانگین غالب	ملاحظات
اکسیژن محلول (درصد)	۵/۵	۶/۸	۶/۱	↑ اکسیژن محلول، وزن بدن ↑
آمونیاک	۰/۱۳	۰/۴۲	۰/۲۹	↑ آمونیاک، ضریب تبدیل خوراک ↑
کلسیم	۹/۸	۳۰/۵	۲۰/۳	↓ کلسیم و پتاسیم، زنده‌مانی ↑: ممکن است در ارتباط با اثر منفی واکسن ارائه‌شده در آب آشامیدنی باشد. ↑ کلسیم، ↓ وزن بدن، ضریب تبدیل خوراک و ضایعات ↑
منگنز	۳/۰	۸/۳		↑ منگنز: مشکل در طعم آب، ضریب تبدیل خوراک ↑
کلر	۱۴	۵۶/۸	۳۰/۲	↑ کلر: اثر نامطلوبی بر متابولیسم دارد. در صورت بالا بودن سطح سدیم (بیش از ۵۰ میلی‌گرم/لیتر) حتی سطح ۱۴ میلی‌گرم/لیتر آن می‌تواند مضر باشد.
مس	۰/۱	۰/۱۷	۰/۱۲	↑ مس: طعم تندی ایجاد می‌کند و باعث آسیب کبد می‌شود، ↓ وزن بدن و ↑ ضریب تبدیل خوراک
آهن	۰/۲	۰/۷	۰/۴۶	↑ آهن: ایجاد طعم و بوی نامطبوع، ↓ وزن بدن
سرب	–	–	۰/۰۲	↑ سرب، بسیار سمی است.
منیزیم	۳/۰	۸/۳	۴/۸	↑ منیزیم: اثرات آرام‌بخش دارد، ↑ وزن بدن و کارایی خوراک، سطوح بالاتر از ۵۰ میلی‌گرم/لیتر می‌تواند عملکرد را تحت تاثیر قرار دهد.
فسفات	۰/۱۲	۰/۲۶	۰/۲	شاخص آلودگی به فاضلاب. ↑ فسفات، وزن بدن ↓
پتاسیم	۱/۲۹	۲/۴	۱/۵۳	↓ پتاسیم، زنده‌مانی ↑
سدیم	۷/۴	۳۲/۹	۱۹/۹	↑ سدیم، دفع ادرار ↑. سطوح بالاتر از ۵۰ میلی‌گرم/لیتر آن در صورت هم‌زمان شدن با سطوح بالای سولفات (۵۰ میلی‌گرم/لیتر یا بالاتر) یا کلرید (۱۴ میلی‌گرم/لیتر یا بالاتر) می‌تواند عملکرد را کاهش بدهد.
سولفات	۹/۰	۳۷/۵	۱۹/۹	اثر آرام‌بخش دارد. سطوح بالاتر از ۵۰ میلی‌گرم/لیتر آن در صورت هم‌زمان شدن با سطوح بالای سدیم و کلرید عملکرد را کاهش می‌دهد. ↑ ضریب تبدیل خوراک
روی	۰/۰۶	۰/۳	۰/۱۷	سطوح بالای آن سمی است.

۵۰ میلی‌گرم در لیتر روی وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی اثر منفی دارند. در مورد اینکه که آیا سطوح بین ۳ تا ۲۰ میلی‌گرم در لیتر آنها می‌تواند اثرات نامطلوبی بر عملکرد داشته باشد یا خیر تردید وجود دارد. با افزایش سطح نیترات‌ها، وزن بدن کاهش و حذف لاشه‌ها در کشتارگاه افزایش می‌یابد.

آب سخت

اگر آب سخت باشد (جدول ۲-۴) یا حاوی مقادیر بالای آهن (بیش از ۳ میلی‌گرم در لیتر) باشد، می‌تواند موجب انسداد شیرهای فلکه آب و لوله‌ها و زنگ‌زدگی آنها شود. رسوبات لوله‌ها را مسدود می‌کنند (و بنابراین تصفیه منابع آب سخت ضروری است). آب سخت اثر مثبت یا مفیدی

جدول ۲-۳: شمار باکتری‌های آب (کوتسی، ۲۰۰۶)

آلودگی باکتریایی	میانگین	حداکثر سطح قابل‌قبول	ملاحظات
کل باکتری‌ها/میلی‌لیتر	۰	۱۰۰	۰/میلی‌لیتر مطلوب برای دستیابی به عملکرد بهینه
باکتری‌های کلی‌فرم/میلی‌لیتر	۰	۵۰	۰/میلی‌لیتر مطلوب برای دستیابی به عملکرد بهینه
کلونی‌های اشریشیا کلی[1]/میلی‌لیتر	۰	۹	در واحدهای حائز حداکثر عملکرد = ۶ کلونی/میلی‌لیتر؛ ۰ مطلوب
کلونی‌های سودوموناس[2]/میلی‌لیتر	۰	۴	۰/میلی‌لیتر مطلوب برای دستیابی به عملکرد بهینه

جدول ۲-۴: سختی آب (کوتسی، ۲۰۰۶)

شاخص یا آلاینده	میانگین	حداکثر سطح قابل‌قبول	ملاحظات
سختی کل	کمتر از ۹۶	۱۲۲	سطوح سختی کمتر از ۶۰ خیلی نرم و سطوح سختی بالاتر از ۱۸۰ خیلی سخت است. ↑ سختی، وزن بدن ↑

بر عملکرد حیوان ندارد. هنگام رفع سختی آب باید دقت نمود که عدم تعادل شیمیایی آن وضعیت بدتری پیدا نکند.

pH

اسیدی و قلیایی بودن آب بر اساس سطح pH آن بیان می‌شود. آب خنثی pH برابر ۷، آب اسیدی pH زیر ۷ و آب قلیایی pH بالای ۷ دارد. آب آشامیدنی اسیدی می‌تواند هضم را تحت تاثیر قرار دهد، باعث خوردگی تجهیزات آبرسانی شود و با واکسن‌ها و داروها تداخل کند. آب دارای pH ۶/۰ تا ۶/۳ شاید اثر منفی داشته باشد. سطوح pH پایین‌تر از ۶/۳ موجب اختلال در عملکرد پرنده می‌شود، در حالی که در واحدهایی که عملکرد خوبی دارند pH به طور طبیعی حدود ۶/۵۵ است (کوتسی، ۲۰۰۶).

شوری

شوری یا مقدار کل نمک موجود در آب یکی از مشکلاتی است که به طور معمول در مناطق خشک دیده می‌شود. امکان کاهش شوری وجود دارد، اما باید به طور مستمر انجام شود و احتمالا از نظر اقتصادی مقرون‌به‌صرفه نخواهد بود (جدول ۲-۵).

> **نکته**
> اعداد مرجع برای آگاهی از مشکلات احتمالی آب استفاده می‌شوند.

رهنمودهای عمومی

مقاله ارائه‌شده توسط کیسی[3] و همکاران (۲۰۰۱) مرجع سریعی برای معیارهای کیفی آب تامین‌شده برای طیور است (جدول ۲-۶). این معیارها دستورالعمل‌های کلی و عمومی هستند که در برنامه نرم‌افزاری CIRRA[4] گنجانده شده است. این برنامه، ابزاری را برای ارزیابی ریسک استفاده از یک منبع مشخص آب برای یک محیط و سیستم

1. *Escherichia coli*
2. *Pseudomonas*
3. Casey
4. Constituent Ingestion Rate Risk Assessment

جدول ۲–۵: حدود شوری پیشنهادی (کوتسی، ۲۰۰۶)

سطوح نمک	رده حیوانی	ملاحظات
کمتر از ۱۰۰۰ میلی‌گرم/لیتر	عالی برای همه احشام و طیور	شوری آن پایین است.
بین ۱۰۰۰–۲۹۹۹ میلی‌گرم/لیتر	بسیار خوب برای همه احشام و طیور	امکان بروز اسهال ملایم موقت در احشام و فضولات آبکی در طیوری که به این سطح از شوری عادت ندارند وجود دارد.
بین ۳۰۰۰–۴۹۹۹ میلی‌گرم/لیتر	خوب برای احشام؛ ضعیف برای طیور	حیواناتی که تاب به حال از چنین آبی استفاده نکرده‌اند ممکن است از خوردن آن سرباز بزنند یا به اسهال موقت مبتلا شوند. در طیور، امکان بروز فضولات آبکی، افزایش تلفات و افزایش اختلالات مربوط به کاهش نرخ رشد وجود دارد. بوقلمون‌ها به طور ویژه حساس هستند.
بین ۵۰۰۰–۶۹۹۹ میلی‌گرم/لیتر	کیفیت حاشیه‌ای برای سم‌داران؛ نامناسب برای طیور	آب دارای این درجه شوری نباید در مصرف حیوانات آبستن و شیرده استفاده شود.
بین ۷۰۰۰–۱۰۰۰۰ میلی‌گرم/لیتر	خطرناک برای گاوها، اسب‌ها و گوسفندهای آبستن یا شیرده یا حیوانات بالغ از هر رده‌ای. از استفاده از آن برای هر رده‌ای از حیوانات تا حد امکان اجتناب کنید؛ با این حال حیوانات مسن‌تر ممکن است در شرایط معینی بتوانند از این آب استفاده کنند.	
بیش از ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم/لیتر	به خاطر خطر بالای چنین آبی استفاده از آن در هر شرایطی میسر نیست.	

جدول ۲–۶: دستورالعمل‌های مرجع جهت سنجش کیفیت آب (کیسی و همکاران، ۲۰۰۱)

مولفه	دامنه مرجع	مولفه	دامنه مرجع
آلومینیم	۰–۵ میلی گرم/لیتر	رادیواکتیویته	
آمونیم	۰–۲ میلی گرم/لیتر	تریتیم	۰–۱۰۰۰ پیکوکوری/لیتر
آنتیموان	۰–۰/۰۰۶ میلی گرم/لیتر	کل آلفا	۰–۳ پیکوکوری/لیتر
استرانسیم	۰–۱۰ میلی گرم/لیتر	کل بتا	۰–۳۰ پیکوکوری/لیتر
اسکاندیم	۰–۱ میلی گرم/لیتر	رنگ	۰–۱۵ واحد رنگ
اکسیژن محلول	۰–۱۰ درصد اشباعیت	روبیدیم	۰–۵ میلی گرم/لیتر
اورانیم	۰–۰/۲ میلی گرم/لیتر	زیرکونیم	۰–۱ میلی گرم/لیتر
ایتریم	۰–۰/۰۰۱ میلی گرم/لیتر	سختی	۱۸۰ < میلی گرم/لیتر = سخت
ایندیم	۰–۱ میلی گرم/لیتر		۶۰ < میلی گرم/لیتر = نرم
باکتری‌ها	کل = ۰–۱۰۰ کلونی/میلی‌لیتر	سریم	۰–۲ میلی گرم/لیتر
	کلی‌فرم = ۰–۵۰ کلونی/میلی‌لیتر	سزیم	۰–۵۰۰۰۰ میلی گرم/لیتر
باریم	۰–۲ میلی گرم/لیتر	سولفات روی	۰–۱۰۰۰۰ میلی گرم/لیتر
برومید	۰–۳ میلی گرم/لیتر	سولفات سدیم	۰–۱۲۰۰۰ میلی گرم/لیتر
بریلیم	۰–۰/۰۰۴ میلی گرم/لیتر	سولفات منیزیم	۲۰۰ میلی گرم/لیتر
بور	۰–۵ میلی گرم/لیتر	سولفید هیدروژن	۰–۰/۳ میلی گرم/لیتر
بیسموت	۰–۰/۰۰۱ میلی گرم/لیتر	سیانید	۰–۰/۲ میلی گرم/لیتر
بی‌کربنات سدیم	۰–۱۰۰۰ میلی گرم/لیتر	طلا	۰–۵ میلی گرم/لیتر
پتاسیم	۰–۲۰۰۰ میلی گرم/لیتر	علف‌کش‌ها:	
تالیم	۰–۰/۰۰۲ میلی گرم/لیتر	D-۴،۲	۰–۱۰۰ میلی گرم/لیتر
تلوریم	۰–۰/۰۰۵ میلی گرم/لیتر	T-۵،۴،۲	۰–۱۰۰ میلی گرم/لیتر
تنگستن	۰–۰/۵ میلی گرم/لیتر	TP-۵،۴،۲	۰–۱۰ میلی گرم/لیتر
توریم	۰–۰/۰۰۰۵ میلی گرم/لیتر	فسفات	۰–۲ میلی گرم/لیتر
تیتانیم	۰–۰/۲ میلی گرم/لیتر	قلع	۰–۰/۰۵ میلی گرم/لیتر
حشره‌کش‌ها:		کبالت	۰–۱ میلی گرم/لیتر
آلدرین	۰–۰/۰۳ میلی گرم/لیتر	کدورت	۰–۵ واحد نئوپلومتریک
اندرین	۰–۰/۲ میلی گرم/لیتر	کربنات	۰–۵۰۰ میلی گرم/لیتر
پاراتیون	۰–۵۰۰ میلی گرم/لیتر	کلرید سدیم	۰–۱۵۰۰ میلی گرم/لیتر
توکسافین	۰–۵ میلی گرم/لیتر	لانتانوم	۰–۱ میلی گرم/لیتر
ددت	۰–۱ میلی گرم/لیتر	لیتیم	۰–۵ میلی گرم/لیتر
دیلدرین	۰–۰/۰۳ میلی گرم/لیتر	مولیبدن	۰–۱۰ میلی گرم/لیتر
کلردان	۰–۰/۰۳ میلی گرم/لیتر	نقره	۰–۰/۰۵ میلی گرم/لیتر
لیندان	۰–۴ میلی گرم/لیتر	نیکل	۰–۱ میلی گرم/لیتر
مالاتیون	۰–۵۰۰ میلی گرم/لیتر	وانادیم	۰–۰/۱ میلی گرم/لیتر
متوکسی‌کلر	۰–۳۰ میلی گرم/لیتر	هدایت الکتریکی	۰–۱۹۰۰ میلی‌زیمنس/متر
هپتاکلر	۰–۰/۱ میلی گرم/لیتر	ید	۰–۱ میلی گرم/لیتر
رادیم	۰–۱ میلی گرم/لیتر	pH	۹-۶/۴

پرورش مشخص فراهم می‌کند. معیارهای کلی کیفی یا **اعداد مرجع**[1] برای اجزای تشکیل‌دهنده آب در آن مشخص شده‌اند.

گرفتن یک نمونه آب

نتایج آنالیز آب تنها در صورتی قابل‌اتکا خواهد بود که نمونه آب به دقت اخذ شود.

برای برداشتن نمونه آب موارد زیر را رعایت کنید:

- اجازه بدهید که آب برای چندین دقیقه جریان پیدا کند تا نمونه آب تازه‌ای حاصل شود که معرف آبی است که معمولا از هر خروجی به دست می‌آید.
- شعله‌دهی یا سایر روش‌های سترون کردن باید روی خروجی انجام شود.
- اگر بنا است که آزمایشات میکروبی انجام شود، نمونه باید حداکثر ظرف ۲۴ ساعت به آزمایشگاه برسد.
- اگر قرار است مقدار سیلیکون یا بور آب اندازه‌گیری شود، نمونه نباید در ظرف شیشه‌ای برداشته شود، زیرا شیشه حاوی هر دوی این عناصر است و امکان آزاد شدن آنها در آب وجود دارد.
- ترجیحا از ظروف پلاستیکی استفاده شود، زیرا احتمال شکستن آنها کمتر است.
- ظرف استفاده‌شده باید مات باشد، زیرا اشعه فرابنفش باکتری‌ها را می‌کشد.

رفع مشکلات آب

تصفیه کردن آب می‌تواند کارساز باشد. با این وجود، یافتن علت اصلی کیفیت پایین آب و برطرف کردن مشکل، بر اساس نوع مشکل، باید در اولویت قرار بگیرد. در برخی از موارد ممکن است که لازم باشد منبع آب جدیدی پیدا کرد.

نکات کلیدی

۰۱

آب یک ماده مغذی اساسی است که زندگی بدون آن امکان‌پذیر نیست.

۰۲

عوامل متعددی مصرف آب را تحت تاثیر قرار می‌دهند؛ اما مهم‌ترین عامل، رابطه بین خوراک و آب است: اگر پرنده آب مصرف نکند غذا نیز نخواهد خورد و بالعکس.

۰۳

کیفیت آب باید هم از لحاظ بار باکتریایی و هم مقدار مواد معدنی اندازه‌گیری شود.

۰۴

نمونه آب باید به دقت گرفته شود تا نتایج غلط به دست نیاید.

۰۵

ارائه رهنمودهای عملی برای کیفیت آب، با توجه به سطح مصرف آن، سطح آلاینده آب و مدت زمانی که پرنده از یک منبع آب مصرف می‌کند سخت و پیچیده می‌شود. اعداد مرجع برای آگاهی از مشکلات احتمالی استفاده می‌شوند.

[1]. Trigger values

فصل ۳: انرژی

از منظر فیزیولوژیک، انرژی مهم‌ترین جزء جیره طیور است. به علاوه، انرژی گران‌ترین جزء جیره‌های تجاری است.

innovad
CREATE TRUST

Lumance®
لومنس®

EXPERIENCE
ROMANCE WITH
LUMANCE

محصولی با چند عملکرد، حاوی:

- نسل جدیدی از بوتیرات محافظت شده‌ی آهسته رهش
- اسیدهای چرب زنجیره متوسط
- روغن‌های ضروری گیاهی
- پلی فنل‌ها
- ترکیبات ضد التهابی

راهکاری بسیار موثر و قدرتمند در جهت:

- تعادل فلور میکروبی دستگاه گوارش
- افزایش رشد و توسعه پرزهای روده
- کاهش التهاب و تورم روده
- کاهش مصرف دارو و آنتی‌بیوتیک

IKA
Science meets Art

ایده پردازان خوراک آریان
تلفن: ۷-۸۸۹۹۲۶۸۶-۰۲۱

انرژی پول رایج تغذیه است.

این فصل متابولیسم انرژی در پرندگان را مورد بحث قرار خواهد داد. انرژی اغلب به صورت **سوخت حیات** و **پول رایج تغذیه** توصیف می‌شود. اصطلاح انرژی ترکیبی از دو واژه یونانی **اِن** به معنی «درون» و **اِرگُن** به معنی «کار» است. در فیزیک انرژی به صورت کار یا هر چیزی که بتواند به کار تبدیل شود تعریف می‌گردد. به طور خلاصه، انرژی توانایی انجام کار است. از نظر مفهوم زیست‌شناسی، کار در معنای متداول خود، تنها یکی از شکل‌های مختلف استفاده از انرژی است. بر خلاف گیاهان، جانوران نمی‌توانند انرژی خود را از خورشید به دست بیاورند و بدین جهت به انرژی مولکولی وابسته هستند. بنابراین، متخصصین تغذیه با تبدیل انرژی شیمیایی ذخیره‌شده در مولکول‌های خوراک به انرژی جنبشی، کار و گرما (از طریق واکنش‌های متابولیسمی) سروکار دارند. در حیوانات، تغذیه انرژی دارای اهمیت ویژه‌ای است، زیرا در جیره‌هایی که حاوی مقادیر کافی از همه مواد مغذی مورد نیاز هستند، کارایی استفاده از خوراک به مقدار انرژی جیره بستگی دارد.

همه انرژی در بدن حیوان از چرخه کربس یا **اسید سیتریک** به دست می‌آید. چرخه کربس بخشی از مسیر متابولیسم است که در تبدیل شکل‌های شیمیایی کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها به دی‌اکسید کربن و آب به منظور تولید انرژی قابل‌استفاده نقش دارد. این چرخه محور بسیاری از مسیرهای بیوسنتز است. این مساله نشان می‌دهد که این چرخه از نخستین بخش‌های شکل‌گرفته از فرآیند متابولیسم سلولی است (از نظر تکاملی). واکنش-های این چرخه در میتوکندری سلول‌ها به وقوع می‌پیوندد. انرژی تولیدشده در این چرخه به شکل آدنوزین تری-فسفات (ATP) است، نوکلئوتیدی چندکاره که در سلول‌ها

> **نکته**
> انرژی به شکل کار یا هر چیزی که بتواند به کار تبدیل شود تعریف می‌گردد.

به عنوان کوآنزیم استفاده می‌شود. این ترکیب اغلب **واحد مولکولی پول رایج** در مبادلات بین سلولی نامیده می‌شود. فرآیندهای متابولیکی که از ATP به عنوان منبع انرژی استفاده می‌کنند، این ترکیب را به پیش‌سازهای آن تبدیل می‌کنند. پرندگان و پستانداران حیواناتی خونگرم هستند، بدین معنی که دمای درون بدن خود را ثابت نگه می‌دارند. انرژی نقش مهمی در حفظ دمای بدن و تولید ایفا می‌کند. انرژی برای رشد و تولید تخم‌مرغ نیز حائز اهمیت است. به طور مرسوم، دو دسته هزینه انرژی برای حیوان وجود دارد: انرژی لازم برای نگهداری و انرژی لازم برای تولید.

نیازهای نگهداری

- متابولیسم پایه[1].
- گرمازایی تطبیقی[2].
- گرمازایی خوراک[3].
- فعالیت فیزیکی.

نیازهای تولید

- انرژی موجود در محصولات تولیدی.
- گرمازایی مربوط به ساخت این محصولات.

این تقسیم‌بندی تصویر بسیار ساده‌ای از وقایع مرتبط با انرژی است و منطبق با شرایط زیستی واقعی پرنده نیست، به ویژه در حیوانات در حال رشد، زیرا هیچ سطحی از انرژی قادر به ثابت نگه‌داشتن ترکیب بدن حیوان نیست (لاربیر و لی‌کلرک[4]، ۱۹۹۴).

---
1. Basal metabolism
2. Adaptive thermogenesis
3. Dietary thermogenesis
4. Larbier and LeClercq

تقسیم‌بندی انرژی

صرف‌نظر از انرژی تشعشعی به‌دست‌آمده از خورشید یا سطوح گرم محیط، انرژی مورد نیاز دام‌ها به طور کامل از انرژی شیمیایی موجود در خوراک آنها به دست می‌آید. انرژی مهم‌ترین جزء خوراک است و بزرگ‌ترین بخش هزینه خوراک را به خود اختصاص می‌دهد. با توجه به اهمیت مقدار انرژی جیره، غلظت همه مواد مغذی به انرژی موجود در خوراک ارتباط داده می‌شود. سرنوشت **انرژی خام** (GE[1]) که عبارت است از کل انرژی موجود در خوراک در شکل ۳-۱ نشان داده شده است. به بیان ساده، انرژی خام عبارت است از مقدار گرمای حاصل از سوزاندن خوراک تا جایی که کاملا به آب، دی‌اکسید کربن و ازت تبدیل شود. در حالی که **انرژی قابل‌هضم** (DE[2]) برابر است با مقدار انرژی خام منهای انرژی که از طریق مدفوع از دست می‌رود. انرژی هضم‌نشده موجود در مدفوع می‌تواند از مقادیر بسیار اندک تا ۳۰ درصد متفاوت باشد، اما عموما حدود ۱۵ درصد است. انرژی تلف‌شده از طریق فضولات دربرگیرنده ترکیباتی که منشأ ادراری دارند نیز هست و مقدار آن از ۵ تا ۱۵ درصد نوسان می‌کند. این اتلاف انرژی، به ویژه هنگام بررسی متابولیت‌های پروتئینی حائز اهمیت است. با کسر مجموع اتلاف انرژی از طریق فضولات (مجموع مدفوع و ادرار) از مقدار انرژی خام، **انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری** (AME[3]) به دست می‌آید. بخشی از انرژی موجود در مدفوع و ادرار منشأ درون‌زادی[4] (از داخل بدن پرنده) دارد که باید برآورد شود. با کسر این مقدار از انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری، میزان **انرژی قابل‌متابولیسم حقیقی** (TME[5]) به دست می‌آید.

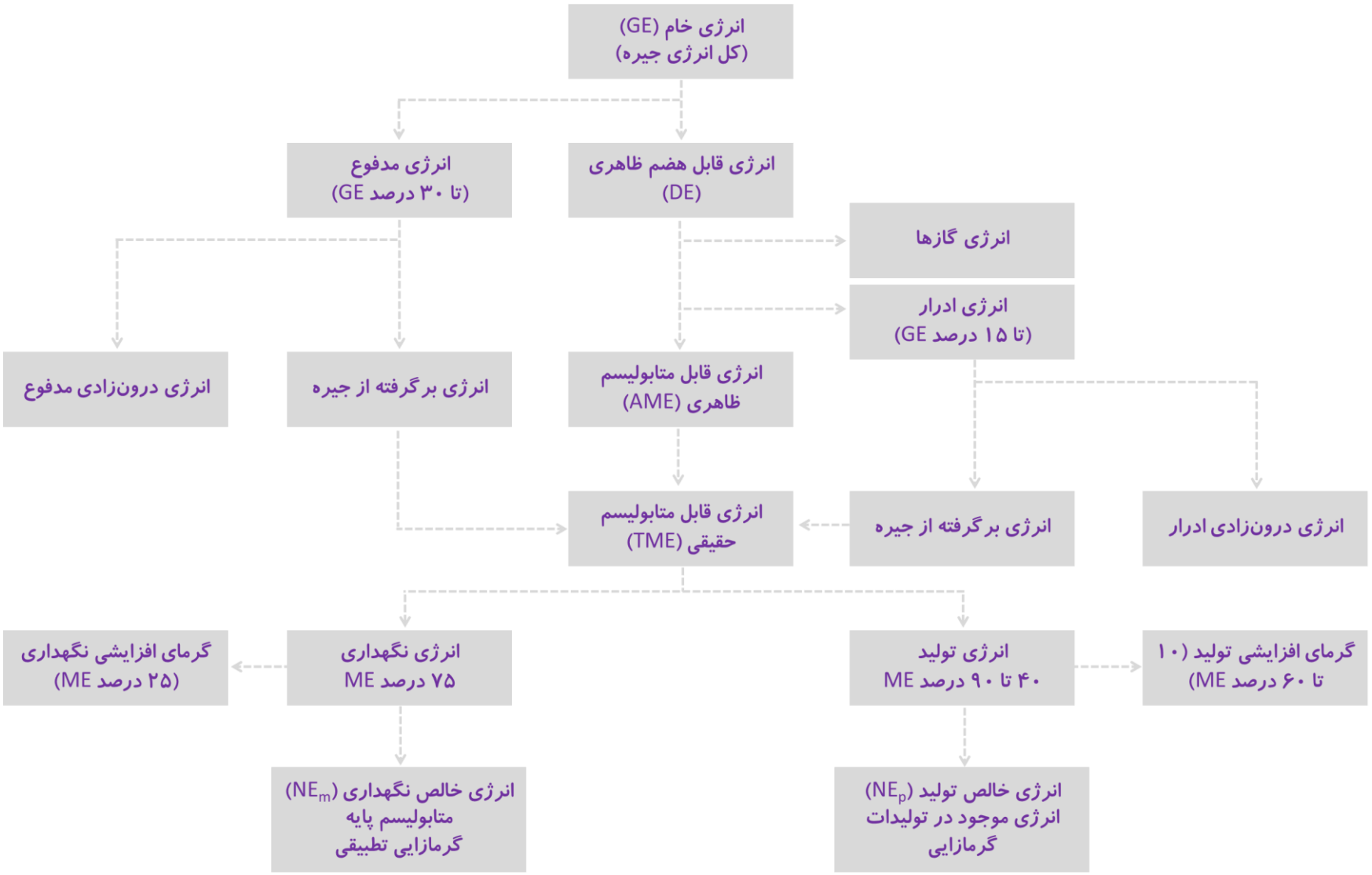
> **نکته**
> انرژی خام خوراک دریافتی پرنده را می‌توان به انواع دقیق‌تری از انرژی تقسیم کرد.

انرژی قابل‌متابولیسم به طور کامل برای حیوان قابل‌دسترس نیست. جذب انرژی در دستگاه گوارش منجر به افزایش تولید گرما توسط حیوان می‌گردد که با نام **گرمای افزایشی**[6] خوراک شناخته می‌شود. کسر این بخش از انرژی قابل‌متابولیسم، **انرژی خالص** (NE[7]) نگهداری و تولید را به ما خواهد داد. این بخش معرف مقداری از انرژی است که حیوان به طور واقعی برای انجام کار در اختیار دارد. گرمای افزایشی (که با نام **اثر دینامیکی ویژه**[8] نیز شناخته می‌شود) مربوط به هضم و جذب خوراک است. ممکن است این گرما برای حفظ دمای بدن در محیط سرد استفاده شود، اما به طور معمول، حیوانات برای دفع این گرما و جلوگیری از افزایش دمای بدن خود با مشکل مواجه هستند. گرمای افزایشی یک جیره به صورت درصدی از انرژی قابل‌متابولیسم تا حد زیادی به ترکیب جیره بستگی دارد. مصرف پروتئین مازاد باعث ایجاد گرمای افزایشی معادل با ۳۰ درصد انرژی قابل‌متابولیسم پروتئین می‌شود. این مقدار برای کربوهیدرات‌ها بین ۱۰ تا ۱۵ درصد و برای چربی‌ها حداکثر ۵ درصد است.

لازم به ذکر است که کارایی استفاده از انرژی برای نگهداری بالاتر از کارایی استفاده از آن برای تولید است. در دمای پایین، گرمای افزایشی می‌تواند بخشی از هزینه گرمازایی تطبیقی را تامین کند. نزدیک‌ترین برآورد از مقدار **انرژی حقیقی** یک خوراک انرژی خالص است، زیرا

---

1. Gross energy
2. Digestible energy
3. Apparent metabolizable energy
4. Endogenous
5. True metabolizable energy
6. Heat increment
7. Net energy
8. Specific dynamic effect



شکل ۳–۱: تصویری شماتیک از تقسیم‌بندی و جریان انرژی در پرندگان

اختلافات در استفاده متابولیکی از مواد مغذی مختلف را در نظر می‌گیرد و به صورت پیش‌فرض گرمای افزایشی خوراک را برآورد می‌کند. به علاوه، انرژی خالص تنها سیستمی است که در آن نیازهای انرژی حیوان و مقادیر انرژی جیره‌ها بر پایه یکسان بیان می‌شوند که از نظر تئوری باید مستقل از ویژگی‌های خوراک باشد. انرژی خالص فقط تابع جیره مصرفی نیست، بلکه تابعی از حیوان مصرف‌کننده جیره نیز هست. یک سری از ویژگی‌های خوراک (ترکیب فیزیکوشیمیایی) و عوامل تکنولوژیکی مانند اندازه ذرات، پلت کردن و اضافه کردن آنزیم‌ها بر مقدار انرژی خالص جیره تاثیر خواهند گذاشت. به علاوه، برخی از عوامل حیوانی نیز بر انرژی خالص خوراک تاثیر دارند. این عوامل عبارتند از:

- وزن بدن حیوان و نرخ رشد یا تولید.
- وضعیت فیزیولوژیکی پرنده مانند سن.
- ژنوتیپ تا جایی که به ترکیب بدن مربوط است (نسبت چربی به گوشت لخم).
- مقدار خوراکی که در عمل مصرف می‌شود (به قسمت-های بعدی نگاه کنید).
- توسعه دستگاه گوارش که تحت تاثیر بافت خوراک قرار می‌گیرد (به قسمت‌های بعدی نگاه کنید).

انرژی خوراک غالبا بر حسب کالری اندازه‌گیری می‌شود. یک کالری عبارت از مقدار گرمای مورد نیاز برای بالا بردن دمای ۱ گرم آب به اندازه ۱ درجه سانتی‌گراد است. در سیستم بین‌المللی یکاها، ژول به جای کالری استفاده می‌شود. رابطه زیر برای تبدیل کالری و ژول به یکدیگر استفاده می‌شود:

معادله ۳-۱: تبدیل ژول به کالری

ژول ۴/۱۸۵ = ۱ کالری

سیستم‌های عملی انرژی

تغذیه علمی تنها زمانی امکان‌پذیر خواهد بود که متخصص تغذیه نیازهای هر حیوان در هر مرحله از رشد و نمو را بداند و اطلاعات دقیقی در مورد مقدار انرژی تامین‌شده توسط جیره داشته باشد. مقدار انرژی فراهم‌شده توسط یک ماده خوراکی و شیوه پاسخ حیوان به این انرژی نقشی حیاتی در پرورش اقتصادی حیوانات ایفا می‌کند. دانستن این موارد به متخصص تغذیه اجازه خواهد داد که جیره‌ها را طوری تنظیم کند که نه تنها انرژی مورد نیاز، بلکه مواد مغذی مورد نیاز برای ایجاد عملکرد بهینه را نیز فراهم کنند. باید توجه داشته باشیم که عملکرد بهینه همیشه به معنای حداکثر عملکرد نیست. سیستم‌های انرژی باید موارد زیر را در نظر بگیرند:

- یک سیستم ارزیابی انرژی باید بتواند به طور منصفانه یک ماده خوراکی را، صرف‌نظر از ترکیب آن، با سایر مواد خوراکی مقایسه کند (لیسون[1]، ۲۰۱۲).
- تمامی مقادیر انرژی باید خطی و جمع‌پذیر باشند تا بتوان از برنامه‌نویسی خطی برای تنظیم جیره‌ها استفاده کرد. (۶۰ درصد ذرت با ۱۴ مگاژول در کیلوگرم انرژی + ۴۰ درصد کنجاله سویا با ۱۰ مگاژول در کیلوگرم انرژی = جیره‌ای با ۱۲ مگاژول در کیلوگرم انرژی).
- تعیین انرژی مواد خوراکی باید ساده و از نظر اقتصادی مقرون‌به‌صرفه و روش مورد استفاده باید به آسانی قابل‌تکرار باشد.
- یک سیستم خوب ارزیابی انرژی باید بتواند مقدار انرژی هر خوراک (یا ماده خوراکی) را پیش‌بینی کند، به ویژه مواد خوراکی که ترکیب شیمیایی آنها تا حدود زیادی متفاوت از مواد خوراکی است که به طور معمول مورد استفاده قرار می‌گیرند.
- همه سیستم‌های انرژی بر پایه قابلیت هضم اجزای

[1]. Leeson

مختلف جیره استوار هستند. هرگونه کمبود اطلاعاتی در این مورد مهم‌ترین عامل محدودکننده برای پیش-بینی مقادیر انرژی خوراک‌ها است. برای مثال، شواهد فزاینده‌ای وجود دارد که نوع نشاسته (آمیلوز و آمیلوپکتین) در مقایسه با مقدار کل نشاسته یک ماده خوراکی، بر میزان انرژی آن ماده خوراکی تاثیر بیشتری دارد. صرف‌نظر از سیستم انرژی مورد استفاده، فقدان اطلاعات جامع در مورد اثرات عمل-آوری (مانند پلت کردن، اکسترود کردن، اضافه کردن آنزیم و غیره) یا اختلافات هضم بین گونه‌های طیور و یا مراحل فیزیولوژیک (رشد در مقایسه با بلوغ و غیره) یک عامل محدودکننده مهم است.

- تا زمانی که اعتبار یک سیستم انرژی مورد تایید قرار نگیرد، نمی‌توان از آن استفاده کرد. این سیستم باید بتواند مقدار انرژی مواد خوراکی و عملکرد حیوان را پیش‌بینی کند.

> **نکته**
> انرژی برای نگهداری و تولید استفاده می‌شود و کارایی استفاده از آن برای نگهداری بالاتر از تولید است.

انرژی قابل‌متابولیسم

در پرندگان تعیین انرژی قابل‌هضم دشوار است، زیرا ادرار و مدفوع با هم و از طریق کلوآک دفع می‌شوند. از این رو، سیستم ME به طور گسترده در تغذیه پرندگان پذیرفته شده است. همان‌گونه که در شکل ۳-۱ نشان داده شده است، دو شکل از این سیستم یعنی AME و TME مورد استفاده قرار می‌گیرند. اولی به طور ساده اختلاف بین انرژی خوراک (خام) و مجموع انرژی مدفوع و ادرار است.

سیبالد[1] (۱۹۷۶)، در یک مقاله تحول‌ساز، استفاده از سیستم TME را ارائه کرد. در این روش، خروس‌های بالغ بعد از ۲۴ ساعت گرسنگی، ۳۰ گرم (بعدها ۵۰ گرم) از ماده خوراکی مورد آزمایش را دریافت کردند و سپس فضولات آنها به مدت ۴۸ ساعت جمع‌آوری گردید. پارسونز[2] و همکاران (۱۹۸۲) نشان دادند که تصحیح ME بر اساس مقدار ازت موجود در فضولات، مقدار آن را دقیق‌تر خواهد کرد. اگر همه پروتئین جیره به طور تمام و کمال برای تولید استفاده شود، هیچ ترکیب ازته‌ای دفع نخواهد شد. در عمل، بیش از ۸۰ درصد ازت فضولات به شکل اسید اوریک است. از سوی دیگر، اگر هیچ ترکیب ازته‌ای کاتابولیزه نشود (**ابقای صفر ازت**[3])، مقدار قابل-توجهی انرژی به شکل مواد ازته همراه با اسید اوریک دفع خواهد شد؛ بنابراین، بسته به وضعیت تعادل ازت، پرنده مقادیر بیشتر یا کمتری از انرژی را دفع خواهد کرد. از این رو، مقادیر ME، به شکلی که در معادله زیر ارائه شده است، بر اساس تعادل صفر ازت تصحیح می‌شوند:

معادله ۳-۲: تصحیح بر اساس ابقای ازت

$$ME_n = ME - ۳۶/۵ \times (N/i)$$

در اینجا:

$ME = ME_n$ تصحیح‌شده برای ابقای صفر ازت (کیلوژول)

N = تعادل ازت (گرم)، مثبت یا منفی

i = خوراک مصرف‌شده (کیلوگرم)

از نظر تئوری، TME_n دقیق‌ترین سیستم اندازه‌گیری مقدار انرژی است، زیرا اتلاف انرژی از منابع درون‌زادی را حذف می‌کند؛ اما در عمل مقدار آن بسیار مشابه AME_n خواهد

[1]. Sibbald
[2]. Parsons
[3]. Zero nitrogen retention

بود، زیرا دفع ترکیبات غیرازته بسیار اندک است. در خروس‌های بالغ، این مقدار ممکن است حدود ۱۲/۵ کیلوژول در روز باشد. به این دلیل، AME_n متداول‌ترین شکل مورد استفاده از سیستم ME است. همان‌گونه که در شکل ۳-۲ دیده می‌شود، TME تحت تاثیر مصرف خوراک قرار نمی‌گیرد، در حالی که AME با کم شدن مصرف خوراک به سرعت کاهش پیدا می‌کند. وقتی که مصرف خوراک پایین است، دفع متابولیک و انرژی درون‌زادی ادرار کسر قابل‌توجهی از انرژی فضولات را در برمی‌گیرد. هنگام تغذیه در حد نگهداری (۵۰ گرم در روز برای خروس‌های بالغ)، تصحیح مورد نیاز کاملا پایین و حدود ۲ تا ۵ درصد است.

در اروپا، از آنالیز ترکیب شیمیایی و یک سری معادلات برای پیش‌بینی مقادیر ME خوراک طیور استفاده می‌شود. مقادیر پیش‌بینی‌شده توسط این معادلات خیلی نزدیک به مقادیر به‌دست‌آمده با مطالعات حیوانی هستند (r^2 = ۰/۹۹۹۳).

معادله مورد استفاده به صورت زیر است:

معادله ۳-۳: تخمین انرژی مواد خوراکی در سیستم اروپایی

ME = (۰/۱۵۵۱ × پروتئین خام) + (۰/۱۶۶۹ × نشاسته) + (۰/۳۴۳۱ × چربی) + (۰/۱۳۰۱ × قند)

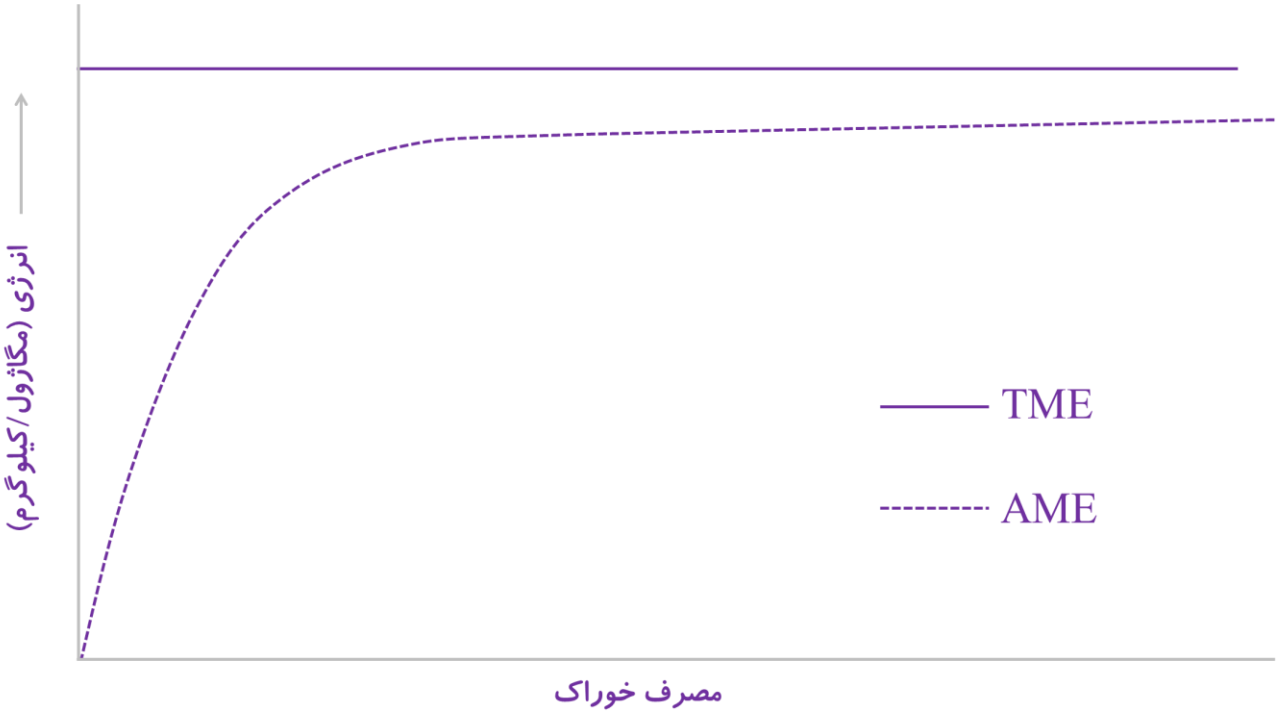
اغلب به دست آوردن معادلات موثر برای تخمین انرژی مواد خوراکی دشوار است، زیرا ممکن است قابلیت‌هضم مواد مغذی خیلی متفاوت باشد. کارخانجات خوراک دام ۰/۷ مگاژول خطا برای مقادیر ارائه‌شده خود در نظر می‌گیرند.

سیستم ME ایراداتی دارد. عدم توانایی ME برای ایجاد یک تصویر دقیق از مقادیر انرژی دریافت‌شده توسط حیوان شامل موارد زیراست:

- این سیستم اختلافات موجود در کارایی استفاده از قندها، اسیدهای آمینه و چربی‌های هضم‌شده به عنوان منابع انرژی را برآورد نمی‌کند و اختلافات در گرمای حاصل از هضم مواد خوراکی مختلف را نشان نمی‌دهد.
- مقدار ME برخی از مواد خوراکی با توجه به سن (اندازه حیوان) و نرخ رشد حیوان دریافت‌کننده آن خوراک تا حد زیادی تغییر می‌کند. قابلیت هضم و استفاده از کربوهیدرات‌های پیچیده و اجزای پروتئینی در حیوانات جوان و بالغ متفاوت است. به علاوه، از آنجایی که سیستم کبدی هنوز به طور کامل توسعه پیدا نکرده است، تولید پایین صفرا موجب کاهش قابلیت هضم چربی (در پرنده جوان) می‌شود. این مساله توسط بتال[1] و پارسونز (۲۰۰۴) نشان داده شد. آنها دریافتند که نه تنها منابع مختلف کربوهیدرات سطوح انرژی متفاوتی دارند، بلکه انرژی آنها با افزایش سن پرنده تغییر می‌کند (شکل ۳-۳).
- سیستم ME قادر به محاسبه اثر مقدار مصرف خوراک روی بهره‌وری از انرژی نیست.

یکی از اشکالاتی که هنگام استفاده از سیستم ME (یا هر سیستم مشابه) بروز می‌کند این است که در هنگام نوشتن جیره از یک عدد میانگین برای هر ماده خوراکی استفاده می‌شود. علاوه بر این، مقادیر ME واقعا جمع‌پذیر نیستند و اجزای یک ماده خوراکی می‌توانند اثرات مثبت یا منفی بر سایر مواد خوراکی موجود در جیره داشته باشند. سیستم تغییریافته هلندی در تلاش است که این ضعف را برطرف کند. روش‌های سریع برای اندازه‌گیری مقدار انرژی یک دانه غله و سهم نسبی آن از ME مصرفی (خورده‌شده) در مقایسه با سایر دانه‌های غلات موجود در

1. Batal



شکل ۳–۲: ارتباط بین مصرف خوراک، انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری (AME) و انرژی قابل‌متابولیسم حقیقی (TME) (برگرفته از لیسون و سامرز، ۲۰۰۱)

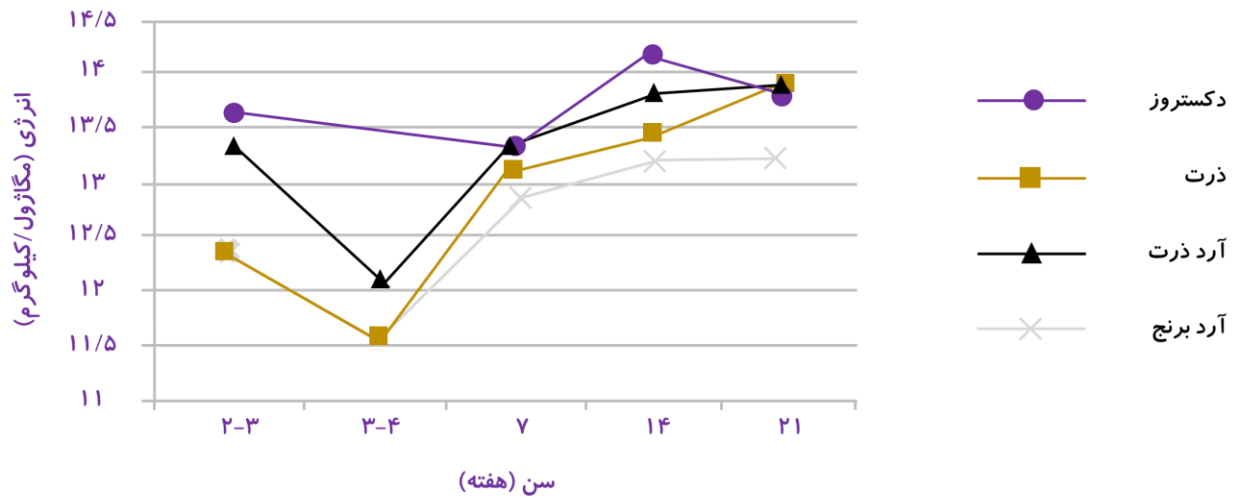
جیره ارزش زیادی خواهد داشت. طیف‌سنجی نزدیک مادون‌قرمز (NIR[1]) برای پیش‌بینی مقادیر اجزای شیمیایی مختلف دانه‌های غلات از جمله مقادیر ME آنها استفاده می‌شود. رائو[2] (۲۰۱۲) توضیح می‌دهد که چگونه در حال حاضر متخصصین تغذیه می‌توانند تنها در یک لحظه از تکنولوژی NIR برای بهبود دقت جیره‌نویسی خود استفاده کنند.

> ■ **نکته**
> یک سیستم انرژی باید بتواند به طور منصفانه یک ماده خوراکی را در مقایسه با سایر مواد خوراکی ارزیابی کند.

انرژی خالص

بیش از ۵۰ سال است که در مورد استفاده از سیستم‌های NE در جیره‌نویسی صحبت می‌شود. همان‌گونه که قبلا اشاره کردیم، این سیستم‌ها نزدیک‌ترین تخمین از مقدار انرژی حقیقی یک ماده خوراکی یا جیره را ارائه می‌دهند و نیز تخمینی حقیقی از نیاز واقعی حیوان فراهم می‌کنند. به طور کلی، وقتی که چربی یا نشاسته منبع انرژی است NE بالاتر و زمانی که محصولات حاوی پروتئین یا فیبر بالا استفاده شود NE پایین‌تر خواهد بود. مطالعات فرانسوی‌ها نشان داده است که نسبت NE به ME برای چربی‌های حیوانی بیش از ۹۹ درصد، برای برخی منابع انرژی حدود ۷۷ تا ۸۲ درصد و برای برخی منابع پروتئینی حدود ۵۲ درصد است. به علاوه، این مطالعات نشان می‌دهد که وقتی جیره حیوانات با استفاده از دامنه محدودی از مواد خوراکی تهیه می‌شود، ضرایب تبدیل DE به ME و ME به NE تقریبا ثابت هستند. در چنین شرایطی، سیستم DE ارتباط ثابتی با عملکرد نهایی حیوان خواهد داشت (DE =۰/۹۶ ME)؛ اما ضرایب تبدیل DE به ME و ME به NE برای

[1]. Near infrared spectroscopy
[2]. Rao



شکل ۳-۳: انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری (AME) مواد خوراکی مختلف برای جوجه‌های گوشتی در سنین مختلف (برگرفته از بتال و پارسونز، ۲۰۰۴)

حیوانات دارای شرایط فیزیولوژیکی متفاوت یکسان نخواهند بود. به علاوه، این ضرایب هنگام استفاده از دامنه گسترده‌تری از مواد خوراکی در جیره کاهش پیدا می‌کنند. روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری NE وجود دارد. این روش‌ها مستلزم اندازه‌گیری گرمای افزایشی هستند. این کار دشوار و هزینه‌بر است. می‌توان از کالری‌متری غیرمستقیم استفاده کرد که گرمای تولیدشده توسط حیوان را از روی مقدار اکسیژن مصرفی و دی‌اکسید کربن تولیدی آن تخمین می‌زند. ازت متابولیک و انرژی دفع شده به شکل گاز نیز باید مدنظر قرار بگیرند، اگرچه اینها در حیوانات تک‌معده‌ای اهمیت کمی دارند. پیرگوزلیف[1] و همکاران (۲۰۱۱) از شیوه کشتار مقایسه‌ای برای تعیین انرژی خالص جیره‌های مختلف استفاده کردند (جدول ۲-۱۴).

مناسب‌ترین روش جایگزین برای تعیین NE استفاده از معادلات پیش‌بینی حاصل از آزمایشات انجام‌شده در شرایط مشابه و استاندارد است. در INRA[2] (نابلت[3] و همکاران، ۲۰۱۰)، مقادیر NE دامنه گسترده‌ای از

> **نکته**
> یک سیستم انرژی باید به سادگی قابل‌اجرا باشد و همه مقادیر ارائه‌شده توسط آن باید خطی و جمع-پذیر باشند.

جیره‌های مختلف همراه با مقادیر DE یا ME و ترکیب شیمیایی این جیره‌ها به دست آمده است. معادلات پیش‌بینی حاصل از این اندازه‌گیری‌ها را می‌توان برای هر جیره‌ای استفاده کرد، بدون آنکه نیاز باشد NE آنها دوباره اندازه‌گیری شود. تنها روش کارآمد دیگر برای تعیین NE تخمین دینامیک بهره‌وری از مواد مغذی با استفاده از فضای مدل‌های شبیه‌سازی است که برای پیش‌بینی جریان مواد مغذی و پاسخ تولید در داخل بدن حیوان استفاده می‌شوند. بر این اساس، کارایی تبدیل ME به NE در بسته به ترکیب شیمیایی جیره‌ها تغییر کرد.

در طیور، تحقیقات در مورد ارتباط بین NE و ME بیش از ۷۰ سال سابقه دارد (پیرگوزلیف و رز[4]، ۱۹۹۹). برخی از این مطالعات روی مواد خوراکی یا جیره‌های نامتعادل

1. Pirgozliev
2. Institut national de la recherche agronomique
3. Noblet
4. Rose

انجام شده است که محدودیت‌هایی را در تفسیر نتایج آنها ایجاد می‌کند. جامع‌ترین اندازه‌گیری‌ها توسط فرپس[1] (۱۹۴۶) و گروه روستاک[2] (شیمن[3] و همکاران، ۱۹۷۲) در ایالات متحده انجام شده است. بیشتر این مطالعات روی مواد خوراکی تمرکز داشته است. متاسفانه، در اغلب این مطالعات نشاسته، پروتئین و فیبر جیره در مرکز توجه بوده‌اند. در یکی از مطالعات انجام‌شده توسط INRA (کری[4] و همکاران، ۲۰۰۲)، جیره‌های کامل (n = ۲۸)، با ترکیب متفاوت مواد مغذی، از سن ۳ تا ۵ هفتگی در اختیار جوجه‌های گوشتی قرار داده شد (جدول ۳-۱). مشخص گردید که به طور میانگین ۷۶ درصد ME یک جیره معمولی به صورت NE مصرف می‌شود. در تحقیق بعدی INRA (نابلت و همکاران، ۲۰۱۰)، اثرات پروتئین خام (CP)، عصاره اتری یا چربی خام (EE) و فیبر جیره بررسی و تعیین گردید. همانند خوک‌ها، کمترین کارایی برای پروتئین خام و بیشترین آن برای چربی خام مشاهده شد. با این حال، اختلاف بین کمترین و بیشترین مقادیر (یعنی پروتئین خام و چربی خام) در طیور (۶۵ تا ۸۵ درصد) مقداری پایین‌تر از خوک‌ها (۶۰ تا ۹۰ درصد) بود. جالب آنکه، وجود مقادیر بالای فیبر غیرقابل‌هضم در جیره جوجه‌های گوشتی نسبت ME به NE را به شکل قابل‌توجهی تغییر نداد. شاید گنجاندن سطوح بالای فیبر در جیره سلامتی دستگاه گوارش را بهبود می‌دهد. نشان داده شده که تغییرات وسیع در ترکیب جیره کارایی تبدیل ME به NE را در جوجه‌های گوشتی چندان تغییر نمی‌دهد، نکته‌ای که نشان می‌دهد دسته‌بندی جیره‌های طیور چندان تحت تاثیر سیستم انرژی (ME در مقابل NE) قرار نمی‌گیرد.

در پژوهش انجام‌شده توسط سنداح[5] و همکاران (۱۹۷۸) در استرالیا، جیره‌های بر پایه ME و NE تنظیم و در اختیار جوجه‌ها قرار داده شد. بهبود ثابتی در ضریب تبدیل خوراک و درآمد خالص پرنده‌های دریافت‌کننده جیره‌های بر پایه NE مشاهده شد. با این حال، مزیت استفاده از NE هنگام استفاده از جیره دارای تراکم بالا (۱۳/۶ مگاژول در

جدول ۳-۱: اثر ترکیب جیره بر کارایی تبدیل انرژی قابل‌متابولیسم (ME) به انرژی خالص (NE) در جوجه‌های گوشتی دارای وزن ۱/۳ تا ۱/۵ کیلوگرم (برگرفته از نابلت و همکاران، ۲۰۱۰)

شماره آزمایش	جیره‌ها	نسبت NE به ME (درصد)
۱	CP درصد ۱۸/۰	۷۵/۱
	CP درصد ۲۲/۷	۷۴/۸
۲	CP درصد ۲۲/۵	۶۷/۷
	CP درصد ۲۷/۳	۶۸/۶
۳	EE درصد ۲/۸۰	۷۵/۰
	EE درصد ۹/۷۰	۷۵/۷
۴	NDF درصد ۹/۵۰	۷۱/۲
	NDF درصد ۱۷/۷	۷۲/۳

CP = پروتئین خام؛ EE = عصاره اتری (چربی)؛ NDF = فیبر نامحلول در شوینده خنثی

1. Fraps
2. Rostock group
3. Schiemann
4. Carré
5. Sondakh

> **نکته**
> به لحاظ تئوری سیستم انرژی خالص باید بهترین اندازه‌گیری نسبی از انرژی مواد خوراکی را به ما بدهد.

کیلوگرم) مشاهده نشد. مرحله نهایی اعتبارسنجی یک سیستم انرژی، توانایی آن برای پیش‌بینی عملکرد حیوان است. از این منظر، سیستم‌های NE که مرحله نهایی استفاده از انرژی را مدنظر قرار می‌دهند، باید در مقایسه با سیستم‌های DE و ME عملکرد حیوان را با دقت بیشتری پیش‌بینی کنند.

در مورد خوک‌ها، تایید شده است که سیستم پیشنهادشده توسط INRA برای تک‌تک مواد خوراکی قابل‌اجرا است و NE عملکرد حیوان را خیلی بهتر از DE و ME پیش‌بینی می‌کند (نابلت و همکاران، ۲۰۱۰). پیرگوزلیف و رز (۱۹۹۹) مقادیر اندازه‌گیری‌شده NE مواد خوراکی (فرپس، ۱۹۴۶) را با مقادیر محاسبه‌شده بر اساس معادلات مختلف پیش‌بینی NE مقایسه کردند. هیچ یک از سیستم‌های NE موجود در منابع، قادر به پیش‌بینی دقیق مقادیر NE اندازه‌گیری‌شده در مواد خوراکی نبود. بیشترین اختلاف با سیستم **انرژی موثر**[1] پیشنهادشده توسط امانس[2] (۱۹۹۴) مشاهده شد. داده‌های آزمایشات رشد که از مقادیر NE استفاده کرده باشند، بسیار کم است؛ اما فن‌درکلیس[3] و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که استفاده از یک NE پیش‌بینی‌شده مزیتی بر یک مقدار قابل‌اعتماد ME ندارد. پارسونز (۲۰۱۱) اعتقاد دارد که علاقه چندانی به توسعه یک سیستم NE وجود ندارد و در آینده AME و TME سیستم‌های اندازه‌گیری اصلی و ترجیحی در ایالات متحده خواهند بود.

در استرالیا، CRC[4] برنامه‌ای را برای تعیین NE مواد خوراکی مورد استفاده در جیره‌های طیور آغاز کرده است. از چاکت[5] (۲۰۱۰) نقل‌قول می‌شود که: «به جز شرایط محیطی پرورش طیور که بایستی به دقت کنترل شود، چالش بزرگ دیگر این است که اندازه‌گیری مقادیر NE همه مواد خوراکی برای همه رده‌های طیور تقریبا غیرممکن است».

آنها قصد دارند از ترکیب آزمایشات حیوانی و مدل‌های کامپیوتری برای به دست آوردن مقادیر NE مواد خوراکی استفاده کنند. یکی از نگرانی‌ها این است که سیستم‌های جیره‌نویسی با ارائه ۳ یا ۴ مقدار مختلف NE برای هر ماده خوراکی (سن و مرحله تولید) پیچیده‌تر می‌شوند.

سیستم‌های ME تغییریافته هلندی

مشخص شده است که استفاده از یک سیستم NE در تغذیه خوک‌ها (آن‌گونه که در بالا اشاره شد) می‌تواند منجر به بهبود قابل‌توجهی در تخمین مقدار انرژی مواد خوراکی، تخمین عملکرد حیوان و کاهش هزینه خوراک شود. اساسا، استفاده از سیستم NE ارزش‌افزوده‌ای را در طیور ایجاد می‌کند، لیکن نتایج تاکنون یکنواخت نبوده است (فن‌درکلیس و همکاران، ۲۰۱۰). در طول زمان، سیستم‌های AME تغییریافته مختلفی برای در نظر گرفتن کارایی استفاده از مواد مغذی مختلف توسعه یافته است. سیستم انرژی موثر (ادامه متن را مطالعه کنید) و سیستم CVB هلندی[6] از جمله این سیستم‌ها بوده‌اند. در سیستم CVB هلندی انرژی نسبت داده‌شده به چربی جیره برای مرغ‌های تخم‌گذار حدود ۱۵ درصد افزایش و انرژی

---
1. Effective energy
2. Emmans
3. van der Klis
4. Cooperative Research Centres
5. Choct
6. Nederlands Centraal Veevoederbureau (Dutch CVB)

نکته

سیستم انرژی مورد استفاده خود را بشناسید و اعداد سیستم‌های مختلف را به جای هم استفاده نکنید.

نسبت‌داده‌شده به اجزای پروتئینی جیره جوجه‌های گوشتی حدود ۱۵ درصد کاهش داده شده است.

در سال ۲۰۰۹، موسسه تحقیقات خوراک دام شوتورست[1] (فن‌درکلیس و همکاران، ۲۰۱۰) با اعتقاد به اینکه استفاده از خروس‌های بالغ، که مقدار مشخص و محدودی خوراک دریافت می‌کنند، مدل مناسبی جهت تعیین مقادیر انرژی برای مرغ‌های تخم‌گذار نیستند، سیستم ME جدیدی را برای مرغ‌های تخم‌گذار معرفی کرد. آنها نشان دادند که قابلیت هضم نشاسته در مرغ‌های تخم‌گذار تغذیه‌شده در حد اشتها بالاتر از خروس‌های مذکور است. همچنین مشخص شد که این مرغ‌ها از انرژی چربی‌ها و روغن‌ها بهتر استفاده می‌کنند؛ که از آن با عنوان **اثر کالری مازاد**[2] یاد می‌شود. احتمالا این اثر ناشی از این است که مقادیر NE روغن‌ها همواره بالاتر از سطح پیشنهاد شده است. شوتورست (فن‌درکلیس و همکاران، ۲۰۱۰) و CVB (۱۹۹۷) هر دو معادلات رگرسیونی را منتشر کرده‌اند که امکان تعیین مقادیر انرژی برای جوجه‌های گوشتی و مرغ‌های تخم‌گذار بر اساس آنالیز ترکیب شیمیایی را فراهم می‌کنند. این معادلات به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرند. بر اساس یک محاسبه سرانگشتی، اگر روغن به جیره اضافه نشده باشد، مقادیر ME تخمینی برای مرغ‌ها حدود ۹۴ درصد مقادیری خواهند بود که به طور مرسوم یک جیره بر پایه ذرت و سویا فراهم می‌کند (که اختلاف قابل‌توجهی نیست). در مورد مقادیر ME جوجه-های گوشتی، می‌توان رقم ۸۸ درصد را برای جیره آغازین و رقم ۹۰ درصد را برای جیره‌های رشد و پایانی استفاده کرد.

سیستم برزیلی

برزیلی‌ها (روستگنو[3] و همکاران، ۲۰۱۱) از روش جمع‌آوری کل فضولات برای تعیین مقادیر ME مواد خوراکی استفاده و داده‌هایی را منتشر کرده‌اند که خودشان به آنها $ME_{poultry}$ می‌گویند. این مقادیر که برای ازت تصحیح شده‌اند، با استفاده از جوجه‌های گوشتی در سنین مختلف به دست آمده‌اند. مشخص شده است که هنگام استفاده از پرنده‌های بالغ (مرغ‌های تخم‌گذار)، مقادیر ME به‌دست‌آمده برای مواد خوراکی دارای منشأ گیاهی بالاتر از مقادیر حاصل از جوجه‌های گوشتی خواهد بود. این افزایش ۰/۳ کیلوکالری به ازای هر گرم مجموع عصاره عاری از ازت و فیبر خام هضم‌نشده (NDEF) بود. به این

1. Schothorst Feed Research
2. Extra caloric effect
3. Rostagno

ترتیب، امکان تعیین مقادیر ME برای مرغ‌های تخم‌گذار از روی جداول ماده خوراکی آنها و مقادیر قابلیت‌هضم این مواد خوراکی مقدور است. این سیستم مجموعه‌ای از معادلات را جهت تخمین مقادیر ME برای طیور ارائه می‌دهد:

معادله ۳–۴: انرژی قابل‌متابولیسم برای جوجه‌های گوشتی و طیور جوان

$$ME_{poultry} = ۴/۳۱\ CP_d + ۹/۲۹\ F_d + ۴/۱۴\ NFE_d$$

معادله ۳–۵: انرژی قابل‌متابولیسم برای مرغ‌ها و طیور بالغ

$$ME_{hens} = ۴/۳۱\ CP_d + ۹/۲۹\ F_d + ۴/۱۴\ NFE_d + ۰/۳\ NDEF$$

معادله ۳–۶: انرژی قابل‌متابولیسم برای مرغ‌ها و طیور بالغ

$$ME_{hens} = ME_{poultry} + ۰/۳\ NDEF$$

در اینجا:

CP_d = پروتئین قابل‌هضم طیور (گرم در کیلوگرم)

F_d = چربی قابل‌هضم طیور (گرم در کیلوگرم)

NFE_d = عصار عاری از ازت قابل‌هضم طیور (گرم در کیلوگرم)

NDEF = عصار عاری از ازت + فیبر خام هضم نشده (گرم در کیلوگرم)

انرژی موثر

سیستم انرژی موثر توسط امانس (۱۹۹۴) پیشنهاد شده است. این سیستم ساده و به راحتی قابل‌اجرا است، زیرا می‌توان به آسانی انرژی موثر مواد خوراکی را با استفاده از یک برنامه جیره‌نویسی برآورد کرد (گوس[1]، ۲۰۱۰a). این سیستم تا حدودی شبیه سیستم NE است، از این نظر که تلاش می‌کند گرمای افزایشی را به پنج بخش قابل‌اندازه‌گیری تقسیم کند:

- ازت ادرار.
- ماده آلی مدفوع.
- ابقای مثبت ازت.
- ابقای مثبت لیپید حاصل از لیپیدهای جیره.
- ابقای مثبت لیپید حاصل از اجزای غیرلیپیدی جیره.

با استفاده از این اجزاء، امانس (۱۹۹۴) معادله ساده‌ای را برای تخمین انرژی موثر در حیوانات تک‌معده‌ای ارائه داد:

معادله ۳–۷: انرژی موثر

$$\text{انرژی موثر (کیلوکالری/کیلوگرم)} = ۱/۱۷\ AME_n - ۵۸۰ - (\text{درصد پروتئین خام} \times ۱۰)$$

سیستم انرژی موثر نمونه اصلاح‌شده سیستم‌های موجود است که عدم کارایی مربوط به کاتابولیسم پروتئین در آن گنجانده شده است. از آنجایی که این سیستم بر پایه AME_n استوار است، خطاهای مربوط به اندازه‌گیری AME_n به طور مستقیم به مقادیر انرژی موثر انتقال پیدا می‌کند (لیسون و سامرز[2]، ۲۰۰۱). از دیگر ایرادات سیستم انرژی موثر این است که مقادیر انرژی با افزایش مقدار ماده آلی مدفوع کاهش می‌یابد. بر اساس گزارش نابلت و همکاران (۲۰۱۰)، این مساله در تضاد با یافته‌های INRA است که نشان می‌دهد: نسبت NE به ME حتی ممکن است با افزایش مقدار فیبر غیرقابل‌هضم جیره بهبود پیدا کند. پیرگوزلیف و رز (۱۹۹۹) دریافتند که هیچ یک از سیستم‌های NE طیور قادر به پیش‌بینی دقیق مقدار NE جیره نیستند و اختلافات در سیستم انرژی موثر بزرگ‌تر از سایر سیستم‌ها است.

---

1. Gous
2. Summers

فارل[1] و همکاران (۱۹۹۷) مقادیر انرژی موثر پنج ماده خوراکی مختلف را تعیین کردند و دریافتند که این مقادیر به طور قابل‌توجهی برای جوجه‌های گوشتی و مرغ‌های تخم‌گذار متفاوت هستند. آنها ادعا کردند که سیستم انرژی موثر بهتر از سیستم ME است و اینکه احتمالا این سیستم عملکرد پرنده را دقیق‌تر پیش‌بینی می‌کند. لیکن آنها بیان نمودند که اندازه‌گیری‌های مورد نیاز برای تعیین انرژی موثر (شیمیایی و زیستی) دشوار و زمان‌بر هستند و نیاز است که همه اندازه‌گیری‌ها برای جوجه‌های گوشتی و مرغ‌های تخم‌گذار تکرار شوند. امانس (۱۹۹۴) معادله ۳-۷ را برای محاسبه مقادیر انرژی موثر مواد خوراکی و جیره‌نویسی بر اساس آنها پیشنهاد می‌کند. مشکل استفاده از یک معادله واحد این است که اختلافات در قابلیت هضم مواد خوراکی را در نظر نمی‌گیرد و استفاده از این روش مزیتی بر جیره‌نویسی بر اساس ME ندارد.

سایر عوامل موثر بر متابولیسم انرژی

اثر مصرف خوراک

هر عاملی که موجب کاهش مصرف خوراک شود، یک اثر منفی بر نرخ رشد و ضریب تبدیل خوراک خواهد داشت. تحقیقات نشان داده است که در سطوح پایین مصرف خوراک AME و قابلیت هضم ازت جیره تغییر نمی‌کند، اما پرنده انرژی را در مسیر متفاوتی استفاده می‌نماید. این مساله بدین معنی است که NE حاصل از یک جیره تحت تاثیر مصرف خوراک قرار می‌گیرد. از این رو، پرنده‌های غالب و زورگو در یک گله که خوراک بیشتری مصرف می‌کنند، در مقایسه با پرنده‌های مغلوب NE متفاوتی از یک جیره به دست می‌آورند. اثرات محدودیت خوراک نیز در دو مقاله گزارش شده است، اما هیچ یک از آنها چگونگی تاثیر محدودیت خوراک بر متابولیسم انرژی را

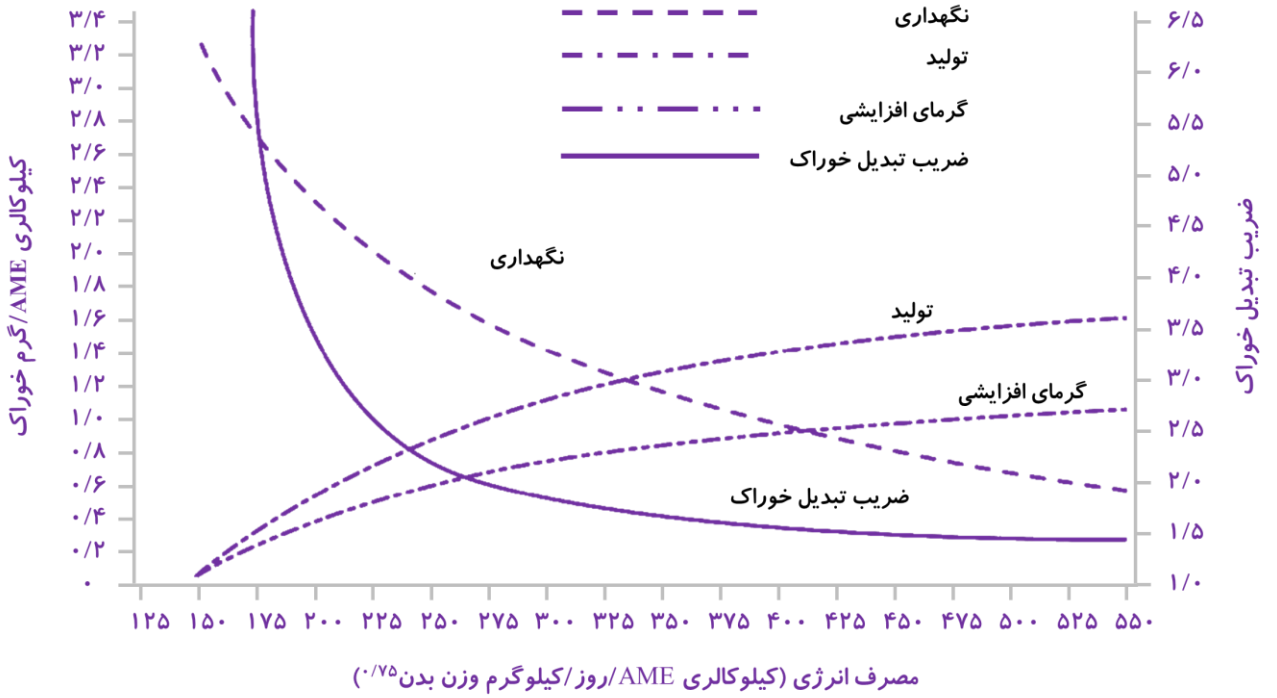
> **نکته**
> مصرف خوراکی که پرنده به آن دست پیدا می‌کند مستقیما کارایی استفاده از انرژی را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

توضیح نداده است.

هوانگ[2] و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعه‌ای اثر محدودیت خوراک را بر عملکرد دو سویه امروزی جوجه گوشتی گزارش کردند. جوجه‌ها از سن ۲۴ تا ۳۱ روزگی در قفس‌های انفرادی نگهداری شدند و یکی از چهار تیمار تغذیه در حد اشتها، ۹۰، ۸۰ و ۷۰ درصد اشتها را دریافت کردند. همه پرنده‌ها یک جیره بر پایه ذرت و سویای دارای تراکم پایین (۱۲/۶۶ مگاژول در کیلوگرم ME و ۹/۲ گرم در کیلوگرم لیزین قابل‌هضم) را دریافت نمودند. اثر محدودیت خوراک بر افزایش وزن هر دو سویه یکسان بود. جوجه‌های تغذیه‌شده در حد اشتها، در مقایسه با آنهایی که محدودیت خوراک داشتند، وزن بیشتری گرفتند و ضریب تبدیل خوراک بهتری بروز دادند. افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک هر دو سویه یکسان بود. اندازه‌گیری AME و ابقای ازت نشان داد که هیچ یک از آنها به طور معنی‌داری تحت تاثیر رژیم تغذیه‌ای یا سویه قرار نگرفت. این مطالعه به روشنی نشان می‌دهد که محدودیت خوراک اثر مشهودی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی (در سن بررسی‌شده) به جا می‌گذارد. هر عاملی که باعث محدودیت مصرف خوراک در شرایط مزرعه شود، می‌تواند عملکرد همه سویه‌های جوجه گوشتی را تحت تاثیر قرار بدهد. این مشاهدات توضیح نمی‌دهند که چرا بهره‌وری از مواد مغذی با تغییرات مصرف خوراک دستخوش تغییر می‌شود.

لاتشاو و موریتز[3] (۲۰۰۹) جوجه‌های گوشتی را به تیمار

---
1. Farrell
2. Huang
3. Latshaw and Moritz



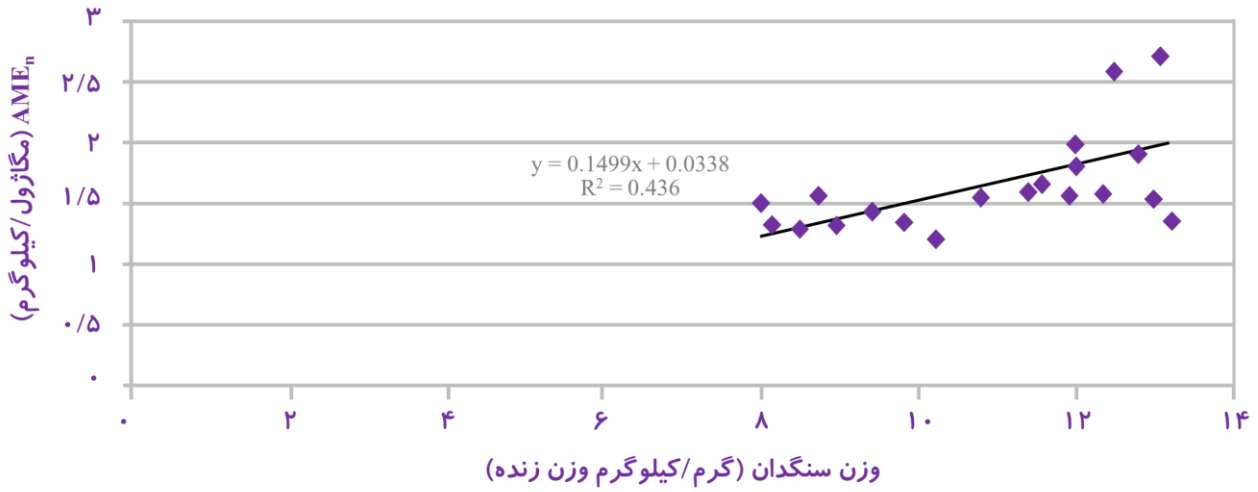
شکل ۳–۴: تقسیم‌بندی انرژی قابل‌متابولیسم (AME) و تاثیر مصرف روزانه انرژی بر ضریب تبدیل خوراک. منحنی اعداد با استفاده از مدل شبیه‌سازی ترسیم شده است (لاتشاو و موریتز، ۲۰۰۹)

–هایی از ۷۵ درصد مصرف در حد اشتها تا در حد اشتها تخصیص دادند. وزن جوجه‌ها بین ۱/۱ تا ۲/۲ کیلوگرم بود. آنها نشان دادند که سطح خوراک ارائه‌شده به صورت روزانه تاثیری بر AME ندارد. با این وجود، جوجه‌هایی که سطوح محدودشده خوراک را دریافت داشتند، وزن بدن کمتر و ضریب تبدیل خوراک بالاتری بروز دادند. در طول دوره آزمایش یک سری مشاهدات جالب به دست آمد. جوجه‌های کاب[1] در مقایسه با جوجه‌های هوبارد[2] در مدت زمان کمتری (۱۶/۲ در مقابل ۱۸/۷ روز) به وزن ۲/۲ کیلوگرم رسیدند. به علاوه، لاشه نرها در مقایسه با ماده‌ها حاوی آب بیشتر (پروتئین بیشتر) و چربی کمتری بود؛ یعنی اینکه هر گرم از لاشه نرها در مقایسه با هر گرم از لاشه ماده‌ها حاوی انرژی کمتری است و نرها در مقایسه با ماده‌ها به صورت روزانه انرژی کمتری ابقا می‌کنند. هدف از انجام این مطالعه، آزمایش این فرضیه بود که مقدار مصرف روزانه انرژی، تقسیم‌بندی انرژی برای استفاده جهت نگهداری و تولید را تغییر می‌دهد. این اثرات و ضریب تبدیل خوراک در دامنه وسیعی از مصرف انرژی (خوراک) روزانه برای توسعه یک مدل استفاده شد (شکل ۳–۴). لاتشاو و موریتز (۲۰۰۹) دیدگاه خود را در مورد NE بیان نکرده‌اند، مانند آنچه در شکل ۳–۴ آورده شده است، بلکه آنها نشان داده‌اند که هنگامی که مصرف انرژی محدود می‌شود: بخش بزرگ‌تری از انرژی برای نگهداری استفاده می‌شود و هم‌زمان با آن تولید گرما (گرمای افزایشی) کاهش می‌یابد؛ بنابراین، NE یک جیره نه تنها بر اساس ترکیب شیمیایی آن جیره، بلکه توسط مقدار مصرف آن توسط حیوان تعیین می‌گردد.

اثر بافت جیره

اسویهوس[3] (۲۰۱۱a) نشان داد که نحوه توسعه سنگدان

1. Cobb
2. Hubbard
3. Svihus



شکل ۳–۵: همبستگی بین انرژی قابل‌متابولیسم (AME_n) و وزن نسبی سنگدان خالی برای ۲۰ جوجه گوشتی پرورش‌یافته در قفس‌های انفرادی و دریافت‌کننده جیره‌های بر پایه گندم (برگرفته از اسویهوس، ۲۰۱۱a).

با AME_n جیره همبستگی دارد (شکل ۳–۵). وقتی که ترکیبات ساختاری مانند دانه کامل یا درشت‌آسیاب‌شده غلات یا مواد فیبری مانند پوسته یولاف یا تراشه چوب به جیره اضافه می‌شوند، pH سنگدان بین ۰/۲ تا ۱/۲ واحد کاهش می‌یابد. اندازه سنگدان و در نتیجه حجم سنگدان، افزایش پیدا می‌کند. این مساله باعث افزایش زمان توقف مواد خوراکی در سنگدان و ترشح بیشتر اسید هیدرو-کلریدریک می‌شود. کاهش pH کارایی هضم در معده را نیز بهبود می‌دهد و احتمالا می‌تواند منجر به بهبود اثر فیتاز شود (فصل ۱۴ را ببینید). به علاوه، کاهش pH تعداد باکتری‌های مضر را در دستگاه گوارش کاهش می‌دهد. در عمل، مصرف بیش از حد خوراک که با ارائه جیره‌های پلت اتفاق می‌افتد، موجب از کار افتادن سنگدان می‌شود. این شرایط با استفاده از ذرات خیلی‌ریز آسیاب‌شده برای تهیه پلت بدتر می‌شود. اگرچه مشخص شده است که حتی وقتی که ذرات درشت‌تر استفاده می‌شوند، خود فرآیند پلت کردن موجب کاهش بیشتر اندازه ذرات می‌شود. جوجه-های گوشتی برای جبران بافت ضعیف جیره از مواد بستری مصرف می‌کنند؛ بنابراین، کسانی که نگرانند مبادا استفاده از فیبر در جیره باعث کاهش غلظت مواد مغذی شود، ممکن است در عمل توسط خود پرنده شکست بخورند.

اثر ژنتیک

اختلافات ژنتیکی روشنی در توانایی پرنده‌ها برای هضم گندم (به عنوان مثال) وجود دارد. وراثت‌پذیری توانایی هضم گندم در جوجه‌های گوشتی بالا و حدود ۰/۳۵ است. این مقدار برای ذرت کمتر و تنها حدود ۰/۱ است (دی‌وردال[1] و همکاران، ۲۰۱۰). موسسه INRA توانسته است با انجام انتخاب، دو سویه پرنده با توانایی متفاوت برای استفاده از خوراک تولید کنند. سویه D^+ در مقایسه با سویه D^- خوراک خود را با کارایی بالاتری استفاده می‌کند. دو سویه در توسعه دستگاه گوارش با هم تفاوت دارند (جدول ۳–۲). لازم به ذکر است، هرچقدر که سنگدان و پیش‌معده بزرگ‌تر باشند، پرنده‌ها توانایی بالاتری برای هضم گندم خواهند داشت.

چند نکته نهایی در مورد سیستم‌های انرژی

یکی از دلایل شکست سیستم‌های انرژی این است که

[1]. De Verdal

جدول ۳-۲: اختلاف در عملکرد و مورفولوژی دستگاه گوارش جوجه‌های گوشتی انتخاب‌شده برای توانایی هضم گندم (D^+) و آنهایی که در هضم گندم ضعف دارند (D^-) (برگرفته از دی‌وردال و همکاران، ۲۰۱۰)

مورد	D^+	D^-
وزن ۲۳ روزگی (گرم)	۴۹۰	۴۲۸
مصرف خوراک (گرم)	۷۲۴	۹۴۰
ضریب تبدیل خوراک (گرم/گرم)	۱/۷۱۵	۲/۷۱۸
وزن پیش‌معده (گرم)	۸/۲	۶/۷
وزن سنگدان (گرم)	۲۶/۰	۱۹/۴
وزن دئودنوم (گرم)	۱۲/۷	۱۴/۶

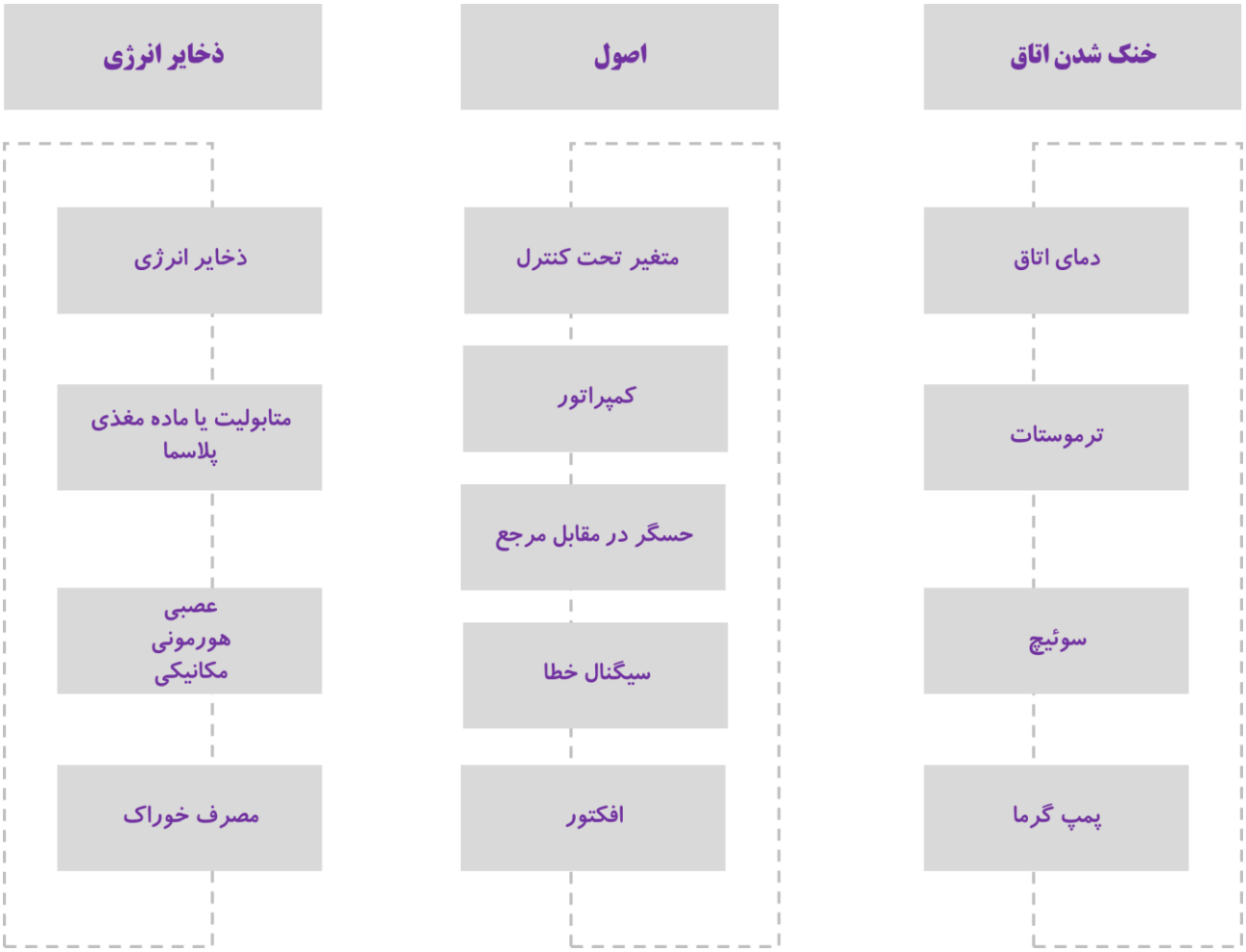
> **نکته**
> انرژی یک جیره بیشتر تابعی است از حیوانی که آن را مصرف می‌کند تا آنکه تابعی از خود آن جیره باشد.

بیشتر متخصصین تغذیه همیشه مقادیر انرژی مشخصی را برای مواد خوراکی خود استفاده می‌کنند (این مساله مقداری شبیه این است که یک نفر همیشه با باشگاه گلف موردعلاقه خود بازی کند!). این مقادیر ممکن است توسط برخی شرکت‌ها تعیین شده باشند و یا اینکه به طور خیلی ساده میانگین مقادیر گزارش‌شده در جداول مرجع باشند. مطمئنا این همیشه بهترین روش نیست. هر تغییری در الگوی مواد مغذی خام (پروتئین، فیبر، چربی و غیره) باعث تغییر در مقدار انرژی فراهم‌شده توسط آن ماده خوراکی خواهد شد. از نظر تئوری، هدف نهایی دستیابی به یک سیستم NE مبتنی بر تحقیقات گسترده است، اگرچه چنین سیستمی زمانی ارزشمند خواهد بود که مقادیر متفاوتی را برای رده‌های مختلف حیوانی ارائه بدهد؛ اما در عمل، یک سیستم بر پایه ME همراه با یک سری شیوه‌های مدل‌سازی کامپیوتری مورد نیاز است. همان‌گونه که قبلا بحث شد، باید اختلافات در مصرف خوراک و همین‌طور شکل فیزیکی جیره و اثر آن بر عملکرد هضم در نظر گرفته شوند. یکی دیگر از پیچیدگی‌ها این بحث این است که هر آنزیمی که به جیره اضافه شود، می‌تواند NE جیره را تحت تاثیر قرار بدهد، صرف‌نظر از آنکه چه ماده خوراکی استفاده شده باشد. یک سیستم انرژی باید اختلافات موجود بین مواد خوراکی را در نظر بگیرد. بر این اساس، احتمالا انجام کالیبراسیون دقیق NIR برای تعیین AME در مقایسه با سیستم جدید NE مزیت بیشتری برای ما خواهد داشت، مگر اینکه بتوانیم NIR را برای تعیین NE نیز به خوبی کالیبره کنیم. آنچه تا کنون مورد بحث قرار گرفت، تنها این استدلال را مستحکم‌تر می‌کند که انرژی یک خوراک (جیره) تابعی است از حیوانی که آن را مصرف می‌کند تا آنکه تابعی از خود جیره باشد.

تعادل انرژی

تعادل انرژی در حیوانات با تطبیق ورود و خروج انرژی ایجاد می‌شود. سازوکار اصلی کنترل تعادل انرژی تنظیم مصرف خوراک است، اگرچه تصور می‌شود که برخی تفاوت‌ها در خروجی انرژی نیز مهم باشند. به نظر می‌رسد که تنظیم مصرف خوراک از طریق یک سازوکار **فیدبک منفی**[1] با درجات متفاوت صورت می‌گیرد. در ساده‌ترین حالت آن، فیدبک منفی سیستمی است که در آن هرگونه تغییری در توازن سیستم سیگنالی ایجاد می‌کند که پاسخی

[1]. Negative feedback



شکل ۳–۶: سیستم فیدبک منفی

بر خلاف تغییر اولیه را برمی‌انگیزد و سیستم را به حالت طبیعی برمی‌گرداند. در شکل ۳–۶، ترموستات یا سنسور تغییرات دما را تشخیص می‌دهد. عدم تطابق دمای اتاق توسط دستگاه مقایسه‌کننده (**کمپراتور**[1]) ثبت می‌شود. کمپراتور سیگنالی به پمپ دما یا عمل‌کننده (**افکتور**[2]) ارسال و آن را خاموش یا روشن می‌کند. دمای اتاق را می‌توان به عنوان **متغیر تحت کنترل** در نظر گرفت. در این مدل تنظیم تعادل انرژی، متغیر تحت کنترل میزان ذخیره انرژی است. عناصر فیدبکی مختلفی، مانند سطح مواد مغذی پلاسما و سطوح متابولیت‌ها، می‌توانند سیگنال را تغییر بدهند. در حیوانات تک‌معده‌ای، سطح گلوکز خون مهم‌ترین عنصر فیدبکی است. هرگونه تغییری در مقادیر مرجع، نشان‌دهنده تغییری در ذخایر انرژی خواهد بود و باعث تحریک فعالیت‌های عصبی و هورمونی خواهد شد که به نوبه خود، باعث آغاز یا توقف مصرف خوراک می‌شوند. محرک‌های مستقیم‌تری هم وجود دارد که رفتار تغذیه‌ای را تحت تاثیر قرار می‌دهند. انقباض معده خالی موجب احساس گرسنگی و شروع به خوردن می‌شود، در حالی که انبساط معده موجب توقف خوردن می‌شود. در مواردی که مصرف انرژی ناکافی است، چه وقتی که

> ■ **نکته**
> پرنده قادر است تعادل انرژی خود را از طریق یک سیستم فیدبک منفی حفظ کند.

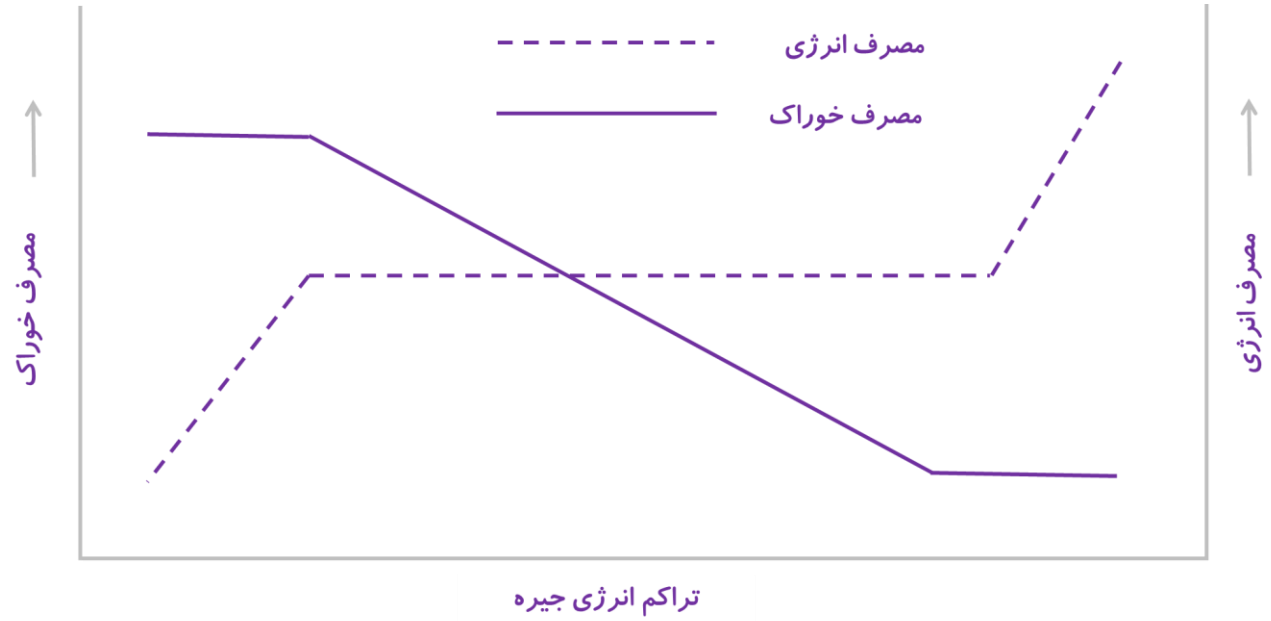
[1]. Comparator
[2]. Effector

مصرف خوراک کم باشد و چه وقتی که انرژی خوراک خیلی کم باشد، ممکن است موجب بروز علائم کمبود شود. زمانی که حداقل بخشی از انرژی مورد نیاز از طریق خوراک تامین می‌شود، ابتدا نیاز نگهداری تامین خواهد شد. این بدین معنی است که حیوانات بالغ تولیدمثل خوبی نخواهند داشت و رشد حیوانات جوان مختل خواهد شد.

وقتی که دسترسی به انرژی محدود می‌گردد، حیوان مجبور می‌شود برای زنده ماندن به منابع ذخیره‌ای بدن خود تکیه کند. ابتدا ذخایر گلیکوژن و سپس ذخایر چربی بدن به انرژی متابولیزه می‌شوند. مشخص شده است که در کبوترها ذخایر گلیکوژن ظرف ۲۸ ساعت خالی می‌شود، در حالی که زردپره‌ای‌ها[1] (دسته‌ای از گنجشک‌سانان) ذخایر خود را طی ۳ ساعت خالی می‌کنند. مصرف خوراک با سطح اولین جزء محدودکننده جیره (انرژی یا یک ماده مغذی) مشخص می‌شود. در دامنه **متعارف** مصرف انرژی ثابت می‌ماند (شکل ۳-۷). در سطوح پایین انرژی، توده فیزیکی جیره (به ویژه فیبر جیره) مانع از آن می‌شود که حیوان انرژی کافی مصرف کند. وقتی که جیره خیلی متراکم (حاوی مقادیر بالای چربی) باشد، ممکن است حیوان برای پر کردن شکم خود انرژی بیش از حد مصرف کند. امکان وقوع این حالت در هنگام مواجهه جیره با کمبود یک ماده مغذی نیز وجود دارد.

منبع انرژی و متابولیسم

انرژی مورد نیاز حیوان از اجزای آلی جیره تامین می‌شود. مهم‌ترین آنها نشاسته‌ها، قندها و چربی‌ها هستند، اما امکان استفاده از پروتئین نیز وجود دارد. گذشته از چند استثنا، حیوانات تک‌معده‌ای قادر نیستند به میزان قابل-توجهی از کربوهیدرات‌های ساختاری استفاده کنند. در گذشته، تصور بر این بود که پروتئین معادل با کربوهیدرات انرژی فراهم می‌کند؛ اما در حال حاضر می‌دانیم که انرژی مورد نیاز برای دآمیناسیون اسید آمینه و تشکیل و دفع اسید اوریک بالا است.



شکل ۳-۷: اثر تراکم انرژی جیره و مصرف انرژی در حیوانات تک‌معده‌ای

[1]. Buntings

نکته

پرنده انرژی خود را به طور عمده از کربوهیدرات-های موجود در دانه غلات تامین می‌کند.

کربوهیدرات‌ها

کربوهیدرات‌ها حدود ۷۰ درصد جیره طیور را تشکیل می‌دهند. یک دسته‌بندی ساختاری شماتیک این ترکیبات را به مونوساکاریدها، دی‌ساکاریدها و پلی‌ساکاریدها تقسیم می‌کند. واژه قند معمولا کربوهیدرات‌هایی را در برمی‌گیرد که کمتر از ده واحد مونوساکاریدی دارند، در حالی که نام الیگوساکارید (الیگو = کم) به طور معمول برای همه قندها به جز مونوساکاریدها استفاده می‌شود. حیوانات گلوکز را به عنوان سوبسترایی برای اکسیداسیون سلولی (به ویژه در سلول‌های عصبی مغز) و تولید انرژی (از طریق چرخه کربس) مورد استفاده قرار می‌دهند. سطح گلوکز خون یکی از مهم‌ترین سازوکارهای هموستازی در پرنده-ها است. در پرندگان سطح گلوکز خون حدود ۲ گرم در لیتر ثابت نگه داشته می‌شود که نزدیک ۲ تا ۴ برابر پستانداران است. با افت سطح گلوکز خون به پایین‌تر از ۰/۷ گرم در لیتر پرندگان به کما می‌روند. در زمان تغذیه، گلوکز از طریق جیره تامین می‌شود. این قند سوبسترای اصلی تولید انرژی است و در مسیرهای متابولیکی سنتز اسیدهای چرب دخالت دارد. انسولین هورمون اصلی تنظیم‌کننده سطح گلوکز خون است که ورود گلوکز به سلول‌ها و اثر آن بر آنزیم‌های دخیل در سنتز لیپیدها و گلیکوژن را کنترل می‌کند.

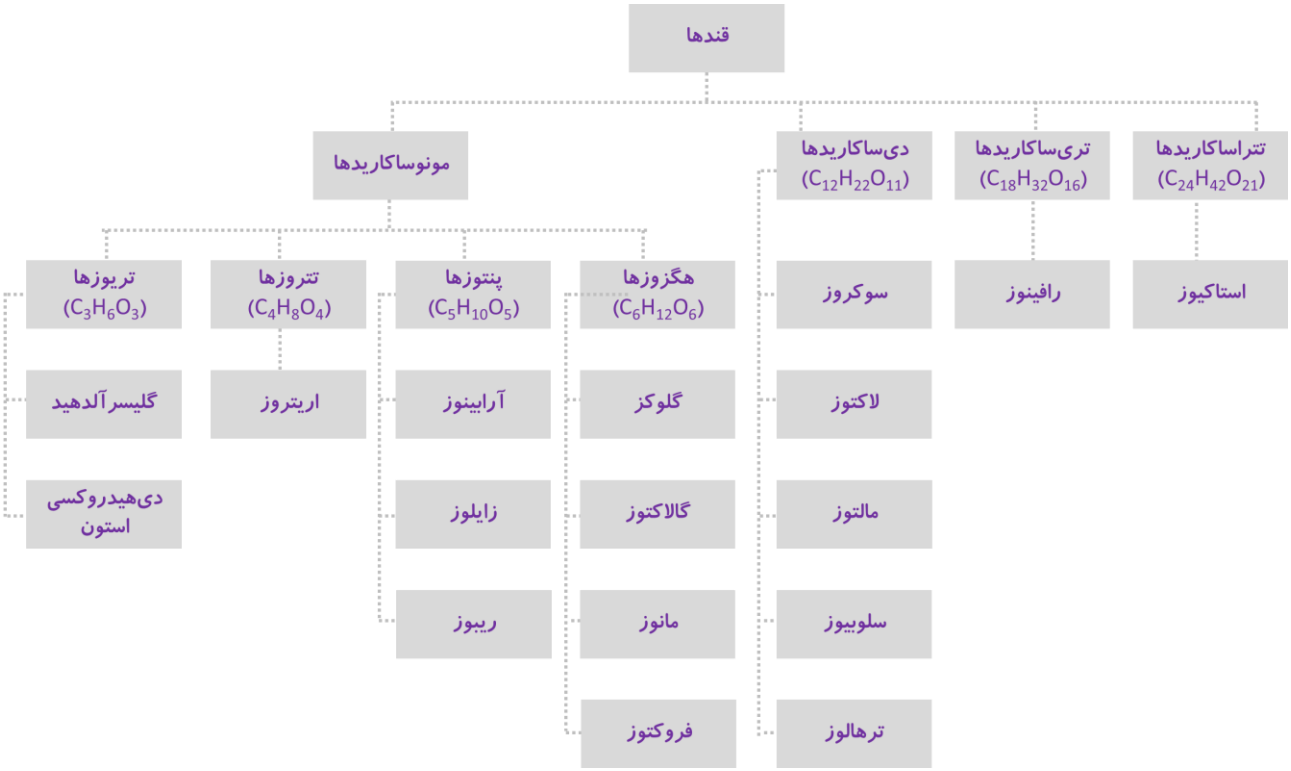
در گرسنگی کوتاه‌مدت، ذخایر گلیکوژن کبد (حداکثر ۵ گرم در ۱۰۰ گرم) و ماهیچه‌ها (۰/۱ تا ۱ گرم در ۱۰۰ گرم) به سرعت به حرکت درمی‌آیند. در شرایط گرسنگی بلندمدت، اسیدهای آمینه، در فرآیند **گلیکوژنز**، برای تولید گلوکز استفاده می‌شوند (گلوکونئوژنز). اگر گرسنگی بیشتر ادامه پیدا کند، لیپیدها اهمیت بیشتری در گلیکوژنز پیدا می‌کنند و نقش اسیدهای آمینه کمرنگ‌تر می‌شود. اسیدهای چرب سوبسترای پایه برای تولید انرژی سلول‌ها می‌شوند، به جز در مورد مغز که قادر به استفاده از اسیدهای چرب نیست و به گلوکز وابسته است. غیرقندها که با نام کربوهیدرات‌های ساختاری نیز شناخته می‌شوند، پیچیده‌ترین گروه کربوهیدرات‌ها هستند. این دسته از کربوهیدرات‌ها برای حیوان قابل‌دسترس نیستند و با نام پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای (NSP[1]) شناخته می‌شوند. مقادیر NSP دانه‌های غلات در جدول ۱۴-۵ و اثر آنها بر مقادیر ME این دانه‌ها در شکل ۱۴-۴ نشان داده شده است. نمودار دسته‌بندی همه قندها در شکل ۳-۸ و نمودار دسته‌بندی غیرقندها در شکل ۳-۹ ارائه شده است.

مونوساکاریدها از یک مولکول واحد حاوی سه تا هفت اتم کربن تشکیل شده‌اند. در بین اینها، تنها قندهای ۵-کربنه (پنتوزها) نقشی اندک و قندهای ۶-کربنه (هگزوزها) نقشی مهم در تغذیه ایفا می‌کنند. گلوکز، فروکتوز و گالاکتوز سه قند هگزوزی هستند که از نظر تغذیه‌ای و متابولیکی بیشترین اهمیت را دارند. گلوکز محصول نهایی هضم نشاسته و هیدرولیز گلیکوژن در بدن و شکلی از کربوهیدرات است که در جریان خون گردش می‌کند.

سوکروز (قند نیشکر) دی‌ساکاریدی است که از یک مولکول گلوکز و یک مولکول فروکتوز ساخته شده است. فروکتوز بسیار شیرین است. گالاکتوز به شکل آزاد در خوراک وجود ندارد، بلکه بخشی از دی‌ساکاریدها مانند لاکتوز (قند شیر) است. پرندگان آنزیم لاکتاز ندارند و بنابراین قادر به هضم لاکتوز نیستند.

پلی‌ساکاریدها از تعداد زیادی واحدهای مونوساکاریدی ساخته شده‌اند که در زنجیره‌های پیچیده و بلند به یکدیگر پیوند خورده‌اند. نشاسته پلی‌ساکارید ذخیره‌ای غیر-ساختاری گیاهی و منبع اصلی کربوهیدرات در بیشتر

[1]. Non-starch polysaccharides



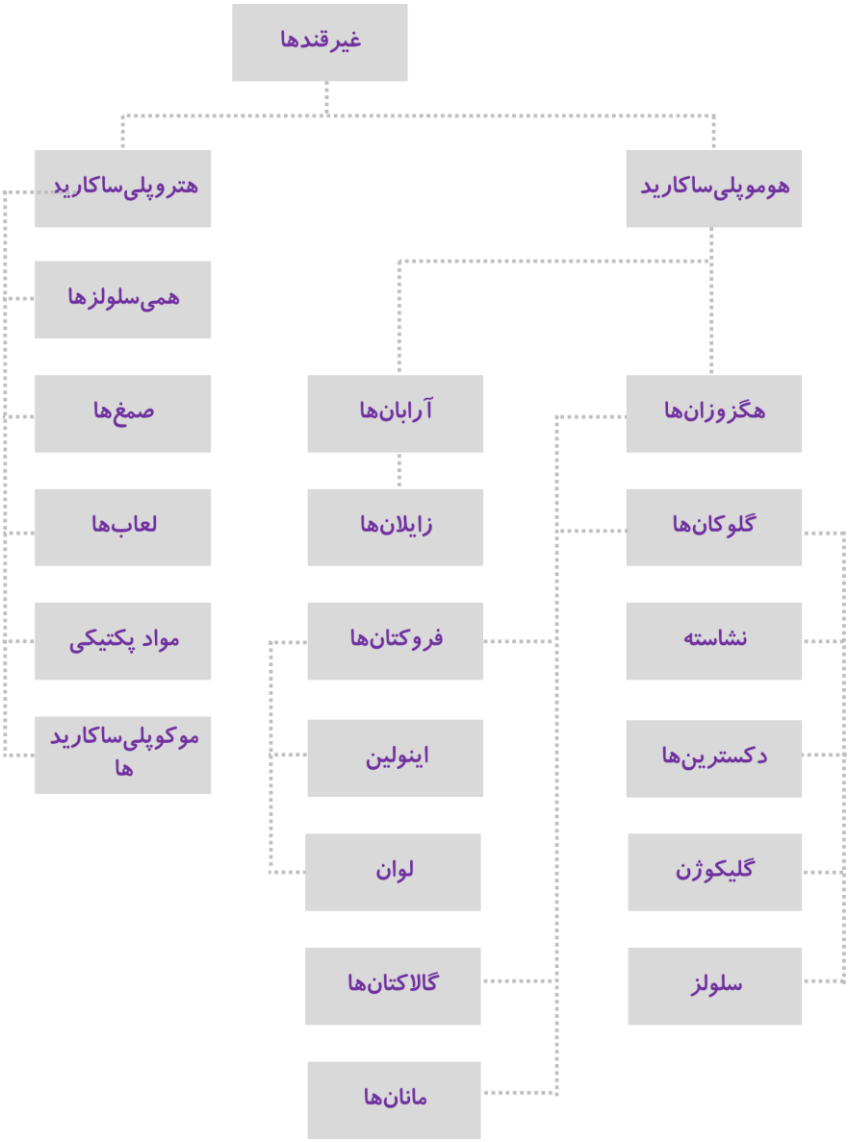
شکل ۳–۸: تقسیم‌بندی کربوهیدرات‌ها (قندها)

> **نکته**
> نشاسته کربوهیدرات اصلی جیره طیور است و انواع مختلفی از آن وجود دارد.

جیره‌ها است. دو شکل اصلی نشاسته وجود دارد. آمیلوز از زنجیره‌های خطی گلوکز ساخته شده و اگرچه در آب محلول است اما قابلیت هضم کمی دارد، زیرا آنزیم آمیلاز به سختی قادر به شکستن آن است. آمیلوز ماده سفیدرنگی است که بعد از پختن یک غله مانند برنج در آب دیده می‌شود. از سوی دیگر، آمیلوپکتین که از زنجیره‌های شاخه‌دار گلوکز ساخته شده است، آب را جذب می‌کند (عامل قد کشیدن برنج بعد از دم کشیدن)، اما قابل‌هضم است. دکسترین‌ها محصولات پلی‌ساکاریدی هستند که به عنوان ترکیبات حد واسط تجزیه نشاسته ایجاد می‌شوند، در حالی که گلیکوژن شکل ذخیره‌ای کربوهیدرات‌ها در بدن حیوانات است.

پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای شامل سلولز، همی‌سلولز و لیگنین هستند. این ترکیبات مواد ساختاری پیچیده‌ای هستند که از گلوکز و سایر مونوساکاریدها ساخته شده‌اند و بخش فیبری خوراک را تشکیل می‌دهند. تفاوت آنها با نشاسته در این است که آنها پیکربندی بتا دارند و با پیوندهای بتا به یکدیگر متصل شده‌اند که آنها را در مقابل هضم توسط آنزیم‌های دستگاه گوارش تک‌معده‌ای‌ها مقاوم می‌کند (به فصل ۱۴ مراجعه کنید). خیلی راحت می‌توان فرض کرد که آنها توسط حیوانات تک‌معده‌ای هضم نمی‌شوند. اندازه‌گیری فیبر خام (CF) هنوز هم به طور گسترده‌ای توسط متخصصین تغذیه استفاده می‌شود. نمونه خوراک در معرض محلول‌های اسیدی و قلیایی گرم قرار داده می‌شود و آنچه باقی می‌ماند بخش فیبری جیره را تشکیل می‌دهد. ون‌سوست[1] و همکاران (۱۹۹۱) پیشرفت‌های قابل‌توجهی در توصیف تغذیه‌ای خوراک‌ها ایجاد کردند که بر اساس آنها خوراک می‌تواند به دو بخش

[1]. Van Soest



شکل ۳–۹: تقسیم‌بندی کربوهیدرات‌ها (غیرقندها)

تقسیم شود که یکی به سرعت و به صورت یکنواخت هضم می‌شود، در حالی که دیگری تنها به مقدار جزئی هضم می‌شود و فضایی را در دستگاه گوارش اشغال می‌کند. نمونه خوراک در شوینده خنثی (pH = ۷) جوشانده و سپس صاف می‌شود و آنچه باقی می‌ماند با نام **فیبر نامحلول در شوینده خنثی** (NDF[1]) شناخته می‌شود. این بخش شامل سلولز، همی‌سلولز و لیگنین است که سه بخشی هستند که یا هضم نمی‌شوند و یا به میزان اندکی هضم می‌شوند. کمی پروتئین، پکتین و خاکستر نیز همراه این بخش‌ها وجود دارد. وقتی که نمونه خوراک در یک محلول اسیدی جوشانده می‌شود، بخش‌های باقیمانده پس از صاف کردن، **فیبر نامحلول در شوینده اسیدی** (ADF[2]) نامیده می‌شود. این بخش شامل سلولز، بخش عمده لیگنین و مقداری پکتین، همی‌سلولز، کمپلکس‌های پروتئین–تانن و خاکستر است. این دو بخش در تغذیه طیور استفاده زیادی ندارند. جدول ۳–۳ خلاصه‌ای از انواع کربوهیدرات‌های موجود در مواد خوراکی و اثرات آنها در تغذیه طیور ارائه داده است.

1. Neutral detergent fiber
2. Acid detergent fiber

جدول ۳–۳: انواع مختلف کربوهیدرات‌های موجود در مواد خوراکی

نام				قند اصلی	شکل‌ها/نام‌ها		آنزیم تجزیه‌کننده	ملاحظات
رده	قند	NSP*	حلالیت†					
مونوساکارید	+		++	گلوکز	گلوکز			سوبسترای محوری انرژی.
مونوساکارید	+		+	گالاکتوز	گالاکتوز			به گلوکز تبدیل می‌شود. کارایی آن به اندازه گلوکز نیست.
مونوساکارید	+		-	فروکتوز	فروکتوز			در طیور سیستم انتقال‌دهنده ندارد.
مونوساکارید	+		-	لاکتوز	لاکتوز		لاکتاز	قند شیر. آنزیم لاکتاز در طیور وجود ندارد و بنابراین قابل‌استفاده نیست. به عنوان پری‌بیوتیک به جیره اضافه می‌شود.
دی‌ساکارید	+		++	سوکروز	گلوکز + فروکتوز		سوکراز	قند معمولی. در اغلب گیاهان سوکروز به نشاسته تبدیل می‌شود.
دی‌ساکارید	+		+++	مالتوز	گلوکز + گلوکز			به شکل طبیعی وجود ندارد. محصول تجزیه نشاسته است.
دی‌ساکارید	+		--	رافینوز	گالاکتوز + فروکتوز			مقادیر بالایی از آن در سویا وجود دارد. تک‌معده‌ای‌ها قادر به تجزیه و جذب آن نیستند.
پلی‌ساکارید	+		++	نشاسته	گلوکز	آمیلوز (مارپیچ)	آمیلاز	در آب حل می‌شود اما قابلیت هضم آن پایین است. ۲۵ تا ۳۵ درصد از نشاسته ذرت را شامل می‌شود.
پلی‌ساکارید	+		+++		گلوکز	آمیلوپکتین (شاخه‌دار)	ساکاراز	قابل‌حل نیست. آب جذب می‌کند و متورم می‌شود. بر اثر پختن ژلاتینه می‌شود.

* NSP = پلی‌ساکارید غیرنشاسته‌ای؛ † حلالیت تخمینی از حلالیت در دستگاه گوارش تک‌معده‌ای‌ها است.

جدول ۳–۳: ادامه

	نام			قند اصلی	شکل‌ها/نام‌ها		آنزیم تجزیه‌کننده	ملاحظات
رده	قند	NSP*	حلالیت†					
پلی‌ساکارید	+			پکتین	زنجیره‌های گالاکتوز			جزء اصلی دیواره‌های سلولی گیاهی و دارای زنجیره‌های جانبی زیادی است.
پلی‌ساکارید		+	+	سلولز				
پلی‌ساکارید		+	+	همی‌سلولز		زایلان‌ها	زایلاناز	بخش اصلی پوشش دانه‌های غلات را تشکیل می‌دهد. سبوس گندم حاوی ۲۵ درصد همی‌سلولز است.
پلی‌ساکارید		+	-			مانان‌ها		سیستم انتقال‌دهنده آن در طیور وجود ندارد.
پلی‌ساکارید		+	-			گالاکتومانان‌ها		
پلی‌ساکارید		+	+	بتا–گلوکان‌ها		گلوکز با پیوندهای بتا	گلوکاناز	در حدفاصل بین همی‌سلولز و صمغ‌ها است. شناخته‌شده‌ترین نوع آن گلوکان‌های یولاف هستند. چسبندگی (ویسکوزیته) بالایی به محلول می‌دهد.
پلی‌ساکارید		+	-					در دماهای پایین بسیار ویسکوز هستند.

* NSP = پلی‌ساکارید غیرنشاسته‌ای؛ † حلالیت تخمینی از حلالیت در دستگاه گوارش تک‌معده‌ای‌ها است.

پروتئین

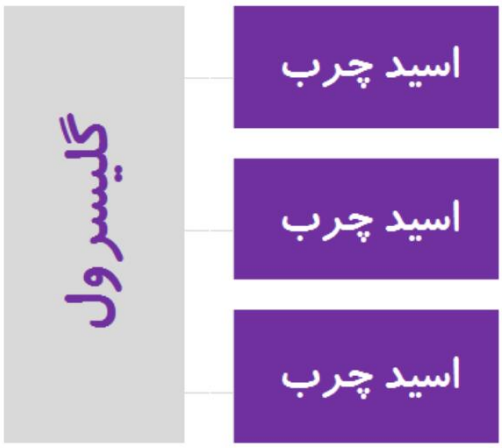
بخش زیادی از پروتئین جیره می‌تواند به مشتقات کربو-هیدراتی و یا متابولیت‌های اسیدهای چرب تبدیل شود و در تامین و حفظ سطح مورد نیاز گلوکز خون شرکت نماید. یک مول پروتئین تقریبا ۳۰۹۷ کیلوژول انرژی تولید می‌کند، اما تولید یک مول اسید اوریک ۱۴۰۰ کیلوژول انرژی مصرف می‌کند. این بدین معنی است که در عمل پروتئین تنها ۷۷ درصد کربوهیدرات انرژی تولید می‌کند. پروتئین مازاد به انرژی و اسید اوریک تبدیل می‌شود.

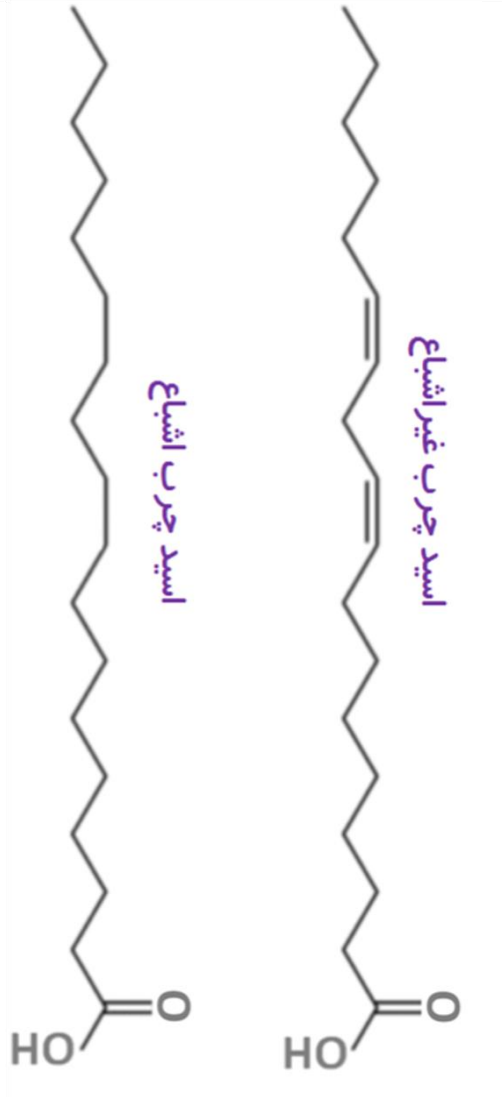
> **نکته**
> انرژی فراهم‌شده توسط ۱ گرم چربی برای حیوان ۲/۵ برابر انرژی است که ۱ گرم کربوهیدرات تامین می‌کند.

چربی‌ها و روغن‌ها

لیپیدها متراکم‌ترین منابع انرژی به ازای واحد وزن هستند. این مقدار به میزان قابل‌توجهی بالاتر از مقادیر انرژی کربوهیدرات‌ها است. لیپیدها با کارایی بالایی هضم و متابولیزه می‌شوند. همان‌گونه که در فصل ۱ بحث شد، بیشتر چربی‌ها به شکل تری‌گلیسرید هستند، اما برخی از اسیدهای چرب آزاد نیز به صورت طبیعی وجود دارد (شکل ۳-۱۰). چربی‌های جیره منبع تامین انرژی، اسیدهای چرب ضروری و رنگ‌دانه‌ها هستند. حیوانات قادر به تولید اسیدهای چرب اشباع هستند، اما توان تولید اسید لینولئیک و اسید آلفا-لینولنیک را ندارند. بر این اساس، این دو اسید چرب برای حیوانات ضروری در نظر گرفته می‌شوند. رده‌بندی چربی‌ها در شکل ۳-۱۱ نشان داده شده است.

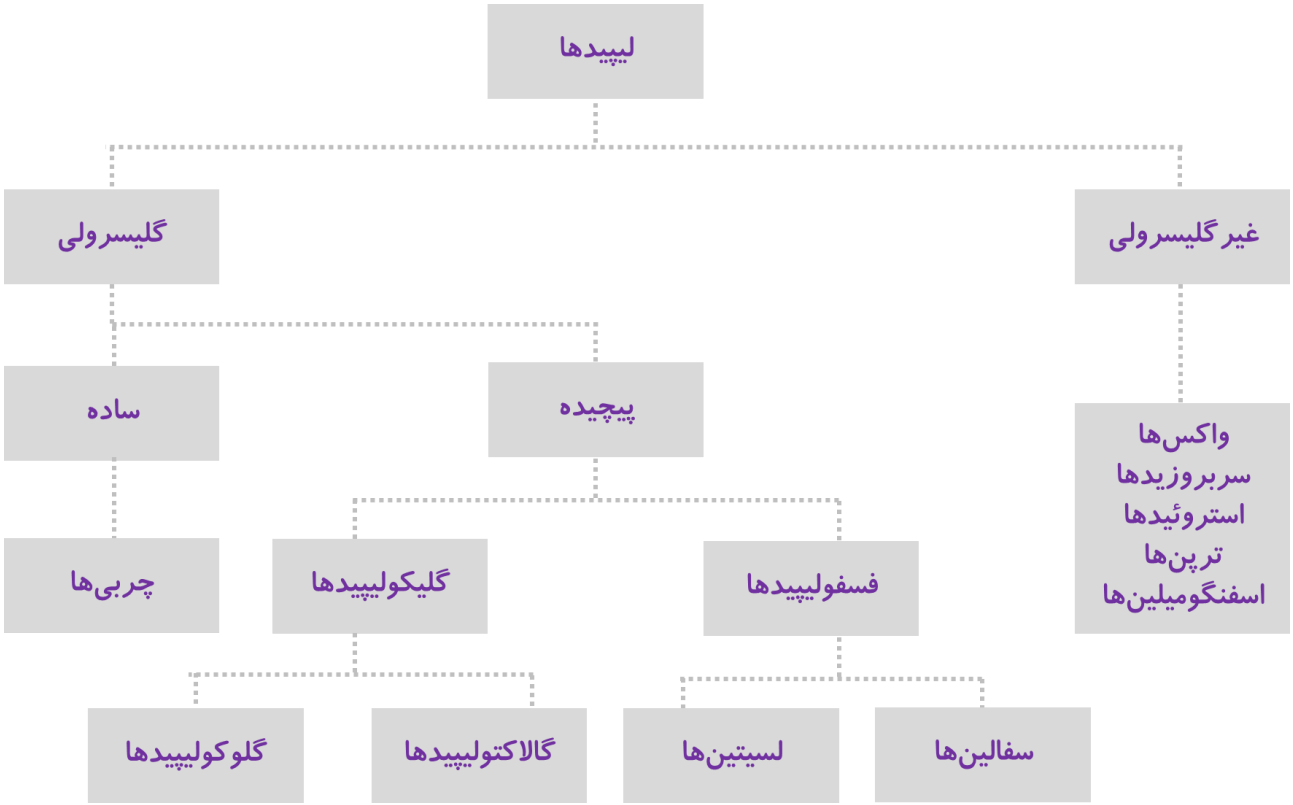
مقدار انرژی چربی‌ها و روغن‌ها در درجه نخست به نرخ جذب اسیدهای چرب از دستگاه گوارش بستگی دارد. از





شکل ۳-۱۰: بیوشیمی پایه چربی (لیپید)

آنجایی که اسیدهای چرب از طریق ادرار دفع نمی‌شوند، انرژی قابل‌متابولیسم آنها به طور مستقیم به میزان جذب



شکل ۳–۱۱: تقسیم‌بندی چربی‌ها (لیپیدها)

> ■ **نکته**
> انرژی فراهم‌شده توسط یک چربی یا روغن به درجه اشباع، مقدار اسیدهای چرب آزاد و درجه خلوص آن بستگی دارد.

آنها برمی‌گردد. وقتی که چربی‌ها در جیره حیوان در حال رشد گنجانده می‌شوند، کارایی استفاده از انرژی مصرفی، در مقایسه با آنهایی که جیره حاوی چربی پایین مصرف می‌کنند، بهبود می‌یابد. بهبود کارایی انرژی جیره‌های حاوی چربی را می‌توان به کم بودن گرمای افزایشی چربی‌ها نسبت داد. برای اطلاعات بیشتر در مورد اضافه کردن چربی و روغن به جیره‌ها به فصل ۱۳ مراجعه کنید.

عوامل تعیین‌کننده نیاز انرژی

نیاز یا هزینه انرژی را می‌توان بر مبنای اتلاف گرما یا تولید گرما اندازه‌گیری کرد. در اصل، از قانون اول ترمودینامیک (اتلاف دما = دریافت دما) استفاده می‌شود. مفاهیم کلیدی مورد استفاده در محاسبه نیاز انرژی حیوانات مختلف بر پایه این قانون استوار هستند.

نگهداری

بخش بزرگی از انرژی مورد نیاز پرنده‌ها به سادگی برای حفظ زندگی استفاده می‌شود. انرژی نگهداری صرف موارد زیر می‌شود:

- *انرژی مورد نیاز برای متابولیسم پایه*: این بخش حداقل انرژی است که در حیوان گرسنه یا در حال استراحت و در شرایط محیطی عادی صرف می‌شود. مقدار این انرژی به طور معمول با اندازه‌گیری نرخ مصرف اکسیژن تعیین می‌گردد. مصرف اکسیژن نشانه‌ای از مقدار کل انرژی (گلوکز) اکسیدشده به دی‌اکسید کربن و گرما است.

نکته

اساسا نیاز نگهداری توسط اندازه بدن پرنده تعیین می‌شود.

- *انرژی مورد نیاز برای فعالیت طبیعی*: به طور طبیعی، انرژی مورد نیاز یک حیوان برای فعالیت به درجه جنب‌وجوش آن بستگی دارد. در مورد مرغ‌ها این بخش در شرایط طبیعی ۵۰ درصد انرژی مورد نیاز برای متابولیسم پایه است.
- *انرژی مورد نیاز برای حفظ دمای بدن*: واکنش‌های شیمیایی که در حیوان در حال استراحت برای حفظ هموستازی روی می‌دهند به انرژی و تولید گرما نیاز دارند. این گرما برای گرم نگه داشتن بدن پرنده استفاده می‌شود و هرگونه دمای اضافی به محیط دفع می‌شود. اگر پرنده سردش باشد، انرژی از مسیر رشد به تولید گرما تغییر جهت می‌دهد. چنانچه پرنده نتواند دما را به صورت غیرفعال به محیط دفع کند، باید این کار را با صرف انرژی (مثلا له‌له زدن) انجام بدهد.
- *انرژی مورد نیاز برای واکنش‌های ایمنی و تنش*: در حال حاضر پذیرفته شده است که واکنش‌های ایمنی و تنش انرژی مصرف می‌کنند و نیاز نگهداری پرنده را بالا می‌برند.

مصرف انرژی را می‌توان به دو بخش، شامل نرخ متابولیسم پایه و تولید گرما (گرمازایی)، تقسیم کرد. نرخ متابولیسم پایه مقدار انرژی مورد نیاز برای زنده نگه داشتن بدن است. این انرژی صرف انجام کارهای ضروری سلول‌ها و اندام‌ها مانند تنفس و عمل کلیه‌ها می‌شود. نرخ متابولیسم پایه می‌تواند تحت تاثیر عوامل مختلفی مانند سن و شرایط هورمونی (به ویژه هورمون‌های تیروئیدی) قرار بگیرد. نرخ متابولیسم پایه همگام با تغییر این عوامل تغییر می‌کند، اگرچه این تغییرات به آهستگی و در زمان طولانی رخ می‌دهند. جالب است که وقتی نرخ متابولیسم پایه بر مبنای **وزن متابولیک بدن**[1] بیان می‌شود، در ماده‌ها کمتر از نرها است. در طیور معادلات زیر را می‌توان استفاده کرد:

معادله ۳–۸: محاسبه نرخ متابولیسم پایه برای نرها و ماده‌ها

ماده‌ها: نرخ متابولیسم پایه = ۷۸/۲ $W^{0.75}$

نرها: نرخ متابولیسم پایه = ۸۳/۸ $W^{0.75}$

در اینجا:

W = وزن بدن

بخش دیگر هزینه انرژی تحت عنوان کلی تولید گرما بحث می‌شود. این بخش می‌تواند شامل گرمای افزایشی جیره، کار ماهیچه‌ای یا فعالیت، تنش یا نگهداری دمای بدن باشد. این بخش به سادگی عبارت از هرگونه افزایش در نرخ متابولیسم بالاتر از نرخ متابولیسم پایه است. بر خلاف نرخ متابولیسم پایه، مقدار تولید گرما می‌تواند به شکل وسیع و ناگهانی تغییر کند و ممکن است تغییرات روزانه چشمگیری را در خروجی انرژی ایجاد کند.

ساده‌ترین حالت این است که نیاز انرژی بر اساس اندازه بدن حیوان بیان شود، زیرا به سادگی قابل‌اندازه‌گیری است. اتلاف دما نه با وزن بدن بلکه با سطح بدن تغییر می‌کند که اندازه‌گیری آن سخت‌تر است. از آنجایی که سطح بدن با توان دوم ابعاد طولی و وزن بدن با توان سوم اینها تغییر می‌کند، اتلاف دما باید با وزن بدن (W) تعدیل‌شده بر اساس این دو عامل، یعنی $W^{2/3}$ تغییر کند. از وزن بدن تعدیل‌شده با نام وزن بدن متابولیک یاد می‌شود. تحقیقات نشان می‌دهد که مقادیر توان بین ۰/۶۷ تا ۰/۷۵ منعکس‌کننده نیاز انرژی پرنده‌ها است و عدد ۰/۷۵ بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. به عنوان یک مثال کاربردی، یک سهره کوچک در مقایسه با یک قو

[1]. Metabolic body weight

سطح بدن بسیار وسیع‌تری نسبت به وزن خود دارد و بنابراین، انرژی مورد نیاز آن به ازای هر واحد وزن بدن بالاتر است. نیاز ME روزانه یک مرغ بالغ ۳۶۰ کیلوژول به ازای هر کیلوگرم وزن متابولیک تخمین زده می‌شود (مک‌دونالد و همکاران، ۱۹۸۴). یک جوجه ۱۰۰ گرمی تنها ۶۴ کیلوژول انرژی نگهداری نیاز دارد، در حالی که در یک جوجه ۱/۲ کیلوگرمی این مقدار به ۴۱۲ کیلوژول می‌رسد - یعنی حدود شش برابر افزایش می‌یابد.

معادله ۳-۹: ارتباط بین وزن بدن و نیاز انرژی برای نگهداری

$$\text{نیاز ME} = W^{0.75} \times ۳۶۰ \text{ کیلوژول/کیلوگرم}$$

در اینجا:
W = وزن بدن

لوپز[1] و لیسون (۲۰۰۵) دریافتند که تخمین نیاز انرژی نگهداری جوجه‌های گوشتی به صورت تابعی از $W^{0.60}$ دقیق‌تر از $W^{0.75}$ است. نیاز جوجه‌ها به ازای کیلوگرم $W^{0.75}$ حدود ۸ درصد کمتر از مقدار برآوردشده بر اساس $W^{0.60}$ است. به نظر می‌رسد که نیازهای انرژی برای نگهداری در مورد پرنده‌های جوان‌تر یا کوچک‌تر کمتر از میزان واقعی برآورد می‌شود. مشخص شده که نیاز نگهداری جوجه‌ها ۶۵۰ کیلوژول بر کیلوگرم $W^{0.60}$ است.

معادله ۳-۱۰: ارتباط بین وزن بدن و نیاز انرژی برای نگهداری در جوجه‌های گوشتی

$$\text{نیاز ME} = W^{0.60} \times ۶۵۰ \text{ کیلوژول/کیلوگرم}$$

در اینجا:
W = وزن بدن

دمای محیط

انرژی مورد نیاز برای حفظ دمای عمق بدن به طور مستقیم با دمای محیط ارتباط دارد. هرچه محیط سردتر باشد انرژی بیشتری نیاز خواهد بود. در شرایطی که دمای محیط بالا است، مهم‌ترین مشکل فیزیولوژیک پرنده این است که چگونه دمای اضافی را از دست بدهد. نیاز انرژی برای نگهداری به طور مستقیم تحت تاثیر میزان عایق فراهم-شده توسط پوشش پر قرار می‌گیرد و اختلافات شدیدی در کارایی این عایق بین گونه‌ها وجود دارد (استورکه[2]، ۱۹۷۶؛ جدول ۳-۴ را برای برخی مثال‌ها ببینید). مقدار گرمای دفع‌شده به ازای هر واحد سطح بدن در یک دمای ثابت ارائه گردیده و روشن است که محیط پرنده نقش مهمی در کارایی عایق پرها ایفا می‌کند. پرنده‌ای که در محیط سرد زندگی می‌کند خیلی خوب عایق می‌شود، در حالی که آنهایی که در مناطق گرمسیری زندگی می‌کنند واجد چنین پوششی نیستند. مزیت گروه دوم این است که آنها قادرند دمای مازاد را به راحتی از دست بدهند. به نظر می‌رسد که اندازه بدن می‌تواند نقش مهمی در کارایی عایق پر ایفا کند. این عامل در ترکیب با سطح بدن نسبی بالاتر پرندگان کوچک، بدین معنی است که آنها نیاز انرژی بالاتری به ازای هر واحد وزن بدن دارند.

> ■ **نکته**
> نیاز انرژی حیوانات برای ساخت ۱ گرم بافت چربی سه برابر نیاز آنها برای ساخت ۱ گرم بافت لخم (ماهیچه) است.

رشد

برای رشد طبیعی که دربرگیرنده پروتئین (ماهیچه)، مقداری چربی و رشد اسکلتی است، انرژی هم به عنوان بخشی از بافت و هم به عنوان سوخت لازم برای سنتز بافت

[1]. Lopez
[2]. Sturkie

جدول ۳-۴: گرمای تولید پرنده‌ها در شرایط محیطی حائز دامنه دمایی خنثی و کل هدایت گرمایی پرنده‌ها در حالت استراحت در حد بحرانی پایینی دما (استورکه، ۱۹۷۶)

گونه‌ها	وزن بدن (کیلوگرم)	گرمای تولیدی در حالت استراحت (کیلوژول/ساعت)	هدایت گرمایی (کیلوژول/مترمربع/ساعت/درجه سانتی‌گراد)
شترمرغ	۱۰۰	۴۰۷	۱۲/۱
پنگوئن پرویی	۳/۹	۳۴	۳/۴
غاز اهلی	۵/۰	۴۹	۶/۱
مرغ اهلی	۲/۴	۲۸	۵/۵
موش‌مرغ خالخالی	۰/۰۵۰	۱/۳	۵/۶

مورد نیاز است. بر اساس یک محاسبه سرانگشتی، ۱ گرم رشد به ۲۱ کیلوژول انرژی نیاز دارد. محققین مستقل با استفاده از مرغ‌ها و خوتکای بال آبی به عدد مشابهی رسیده‌اند. جالب است که به رغم انتخاب شدیدی که برای بهبود کارایی استفاده از انرژی در دام‌ها صورت گرفته، بهبود واقعی در این زمینه به دست نیامده است. هزینه انرژی رشد به صورت زیر محاسبه می‌شود:

معادله ۳-۱۱: انرژی مورد نیاز رشد

$$ME = ۱۵ \times \text{گوشت لخم} + ۴۶/۵ \times \text{چربی}$$

در اینجا:
ME = نیاز انرژی قابل‌متابولیسم (کیلوژول)
گوشت لخم = گرم رشد به شکل گوشت لخم
چربی = گرم رشد به شکل چربی

انرژی موجود در یک گرم پروتئین ۲۴ کیلوژول و انرژی موجود در یک گرم چربی ۳۹ کیلوژول است. کارایی انرژیتیک سنتز پروتئین به طور واقع‌بینانه حدود ۴۰ تا ۴۴ درصد است. اگر جیره حاوی مکمل چربی نباشد، این مقدار برای سنتز چربی‌ها حدود ۷۵ درصد و اگر جیره حاوی چربی باشد، این مقدار برای سنتز چربی‌ها حدود ۹۰ درصد است. این بدین معنی است که ۶۰ کیلوژول انرژی به ازای هر گرم پروتئین و تنها ۵۲ کیلوژول به ازای هر گرم چربی نیاز است (کلاسینگ[1]، ۱۹۹۸؛ جدول ۳-۵). پروتئین اساسا به شکل گوشت لخم ذخیره می‌شود که حاوی ۷۵ درصد آب است، در حالی که چربی در بافت لیپیدی ذخیره می‌شود و تنها حاوی ۱۰ درصد آب است.

تولیدمثل

در پرندگان اهلی، نیاز انرژی برای تولیدمثل اکیدا به انرژی مورد نیاز برای تولید تخم‌مرغ محدود می‌شود. در مورد مرغ‌ها، مشخص شده است که ۱۰ کیلوژول انرژی برای تولید هر گرم تخم‌مرغ نیاز است و احتمالا این مقدار در مورد سایر گونه‌ها نیز همین‌قدر است. در پرندگان وحشی انرژی مورد نیاز برای ساخت آشیانه و خوابیدن روی تخم‌ها، که در آن گرمای (انرژی) قابل‌توجهی از بدن پرنده به تخم‌ها انتقال می‌یابد، نیز باید در نظر گرفته شود.

فعالیت

قاعدتا، انرژی صرف‌شده برای یافتن خوراک باید از طریق انرژی تامین‌شده از راه آن خوراک جبران شود. اگرچه هرگز نمی‌توان این مورد را با سیستم‌های پرورش طیور

[1]. Klasing

جدول ۳–۵: تخمین انرژی برای افزایش وزن بافت چربی و لخم

مورد	پروتئین	چربی
محتوای انرژی (کیلوژول)	۲۴	۳۹
کارایی استفاده (درصد)	۴۰	۷۵
کل انرژی (کیلوژول)	۶۰	۵۲
درصد آب در بافت	۷۵	۱۰
انرژی (کیلوژول)/بافت	۱۵	۴۶/۵

مقایسه کرد، اما مشخص شده است که ۶۰ درصد انرژی مورد نیاز مرغ مگس‌خوار صرف کاوش برای یافتن خوراک می‌شود. در مورد طیور، می‌دانیم که مرغ‌های تخم-گذار پرورش‌یافته در سیستم چرای آزاد[1]، در مقایسه با مرغ‌های پرورش‌یافته در قفس، حدود ۲۰ درصد خوراک بیشتری مصرف می‌کنند. این افزایش مصرف خوراک تنها جهت برآورده کردن نیازی است که فعالیت بیشتر در مرغ‌های پرورش‌یافته در سیستم چرای آزاد ایجاد می‌کند.

ایمنی

مرغ‌های امروزی با دو نوع چالش ایمنی مواجه هستند. اولی بروز پاسخ ایمنی حاد علیه پاتوژن‌های شناخته‌شده مانند کوریزا[2] (باکتریایی) و بیماری نیوکاسل[3] (ویروسی) است که به راحتی برای همه ما قابل‌درک است. دومین چالش تا حدودی پنهان است و به آهستگی گسترش می‌یابد. در طول زمان، تعداد میکروارگانیسم‌ها در هر سیستم پرورش افزایش می‌یابد، یعنی بار میکروبی سیستم افزایش می‌یابد. میکروارگانیسم‌ها با ایجاد عفونت‌های مزمن سیستم ایمنی را با چالش روبرو می‌کنند – حتی اگر اثر پاتولوژیک ویژه-ای نداشته باشند – و پرنده را وادار به تولید آنتی‌بادی می‌کنند. متخصصین ایمنی‌شناسی می‌گویند، تولید آنتی-بادی‌ها به پروتئین نیاز دارد و انرژی صرف فرآیند ساخت پروتئین می‌شود:

- مواد مغذی از مسیر رشد خارج و برای تسهیل بروز پاسخ ایمنی استفاده می‌شوند.
- در این زمان مصرف خوراک کاهش پیدا می‌کند.
- احتیاجات نگهداری افزایش می‌یابد.
- بازسازی بافت‌های آسیب‌دیده ضروری است.

نتیجه خالص مواجهه با یک چالش ایمنی این است که انرژی و مواد مغذی از مسیر رشد به سمت حفظ سلامتی تغییر مسیر می‌دهند. برآورد می‌شود که تا ده درصد انرژی مصرفی پرنده برای نگهداری سیستم ایمنی استفاده می‌شود. چنانچه آسیب فیزیکی به دیواره دستگاه گوارش وارد شود (به عنوان مثال)، مواد مغذی و انرژی برای بازسازی هرگونه آسیب ایجادشده توسط پاتوژن‌ها مورد نیاز خواهند بود. پرورش‌دهندگان حیوانات می‌دانند که تحمیل بیماری به مجموعه پرورش مانع از بروز حداکثر پتانسیل ژنتیکی دام‌های آنها می‌شود. در این موارد هم رشد و هم ضریب تبدیل خوراک تحت تاثیر قرار می‌گیرد.

محاسبه نیاز انرژی

در بخش‌های قبلی متوجه شدیم که عوامل متعددی بر کل انرژی مورد نیاز یک پرنده تاثیر می‌گذارند. معمولا متخصصین تغذیه از شیوه‌ای تحت عنوان روش فاکتوریل

---
1. Free range
2. Choryza
3. Newcastle disease

نکته

اهمیت وجود یک نسبت بین انرژی و سایر مواد مغذی مصرفی حیوان را نمی‌توان بیش از حد مورد تاکید قرار داد.

برای تعیین نیاز کل انرژی حیوان استفاده می‌کنند که می‌تواند به شکل معادله زیر ارائه شود:

معادله ۳–۱۲: محاسبه نیاز کل انرژی

کل انرژی =

انرژی رشد + انرژی تولیدمثل + انرژی نگهداری

معمولا حیوانات بالغ که گنجایش نسبتا بالایی برای مصرف خوراک دارند، به مقدار کافی کربوهیدرات و چربی جهت تامین کل انرژی مورد نیاز خود مصرف خواهند کرد. در مورد حیوانات در حال رشد که ظرفیت مصرف خوراک آنها محدود است، باید جیره‌های حاوی تراکم انرژی بالاتری استفاده شود. تراکم انرژی جیره را می‌توان با استفاده از منابع پروتئینی دارای کیفیت بالا مانند سویای حرارت‌دیده یا پودر ماهی افزایش داد.

پس از آنکه انرژی هضم و جذب شد، برای تمامی اهداف شرح داده‌شده در بالا استفاده خواهد شد. به عنوان بخشی از این مسیر، مقداری از انرژی به صورت گلیکوژن در ماهیچه‌ها و کبد حیوان ذخیره می‌شود. گلیکوژن به عنوان یک منبع انرژی فوری در دسترس حیوان خواهد بود. مقادیر مازاد انرژی به صورت چربی ذخیره خواهد شد. طیور به طور طبیعی یک منبع چربی زیرپوستی دارند، اما چنانچه انرژی مازاد بر نیاز مصرف شود به شکل چربی در محوطه شکمی ذخیره خواهد شد. لازم است بدانیم که انرژی مازاد نمی‌تواند مانند پروتئین مازاد دفع شود و تنها می‌تواند به شکل چربی ذخیره گردد. با پر شدن ذخایر انرژی، حیوان انرژی دریافتی خود را با توقف مصرف خوراک کاهش می‌دهد.

عدم تعادل انرژی

کمبود انرژی

کمبود انرژی در طیور می‌تواند در نتیجه استفاده از جیره‌های حاوی انرژی پایین (حجم عامل محدودکننده خواهد شد) یا محدودیت دسترسی به خوراک اتفاق بیفتد. حد آستانه انرژی برای طیور در آب‌وهوای معتدل ۱۰/۸ مگاژول ME در کیلوگرم و در آب‌وهوای گرم ۱۰/۱ مگاژول ME در کیلوگرم است (لیسون و سامرز، ۲۰۰۱). وقتی که مصرف انرژی به پایین‌تر از حد بحرانی کاهش می‌یابد ذخیره چربی متوقف می‌شود، اما تا زمانی که مقدار انرژی جیره برای نگهداری کافی است هیچ علائم کمبودی دیده نمی‌شود. هنگامی که مصرف انرژی به پایین‌تر از حد نگهداری می‌رسد، پرنده شروع به استفاده از ذخایر چربی و پروتئین خود برای تولید انرژی می‌کند. طولانی شدن این روند منجر به مرگ پرنده خواهد شد. در شرایط گرسنگی، ابتدا ذخایر گلیکوژن و سپس ذخایر پروتئین قابل‌برداشت مصرف و کاتابولیسم چربی شروع می‌شود. با ادامه این روند ذخایر چربی کبد و بافت چربی کاهش می‌یابد.

بیشبود انرژی

معمولا بیشبود انرژی جیره وقتی اتفاق می‌افتد که نسبت انرژی به پروتئین نادرست باشد. بیشبود ملایم انرژی علائم مشخصی جز ذخیره بیش از حد چربی و کاهش اندک رشد ایجاد نمی‌کند. وقتی که مقدار انرژی به میزان قابل‌توجهی فراتر از حد نیاز باشد پرنده قادر به مصرف سطوح کافی مواد مغذی نخواهد بود. در این حالت ممکن است پرنده‌ها بیش از حد چاق باشند و علائم کلاسیک کمبود مواد مغذی را بروز بدهند.

نکات کلیدی

۰۱

معمولا انرژی به صورت سوخت زندگی و پول رایج تغذیه توصیف می‌شود.

۰۲

شاید انرژی مهم‌ترین جزء هر جیره باشد و ۶۰ تا ۷۰ درصد هزینه جیره را به خود اختصاص می‌دهد.

۰۳

استفاده از انرژی به بخش‌های مختلف تقسیم می‌شود تا درک فرآیندهای درگیر در این رویه آسان‌تر شود.

۰۴

در مورد اینکه کدام سیستم انرژی باید در عمل استفاده شود بحث و تردید وجود دارد. در حال حاضر، روش AME سیبالد بیشترین کاربرد را دارد، اگرچه تغییراتی در آن ایجاد شده است. سیستم NE به روشنی ایده‌آل‌ترین سیستم است اما نظرات در مورد عملی و مطلوب بودن آن متفاوت است.

۰۵

میزان استفاده از انرژی یک جیره تابعی است از حیوانی که آن را مصرف می‌کند تا آنکه تابعی از خود جیره باشد.

۰۶

میزان انرژی فراهم‌شده توسط یک جیره تحت تاثیر اندازه بدن پرنده و نرخ رشد نسبی آن، نسبت چربی به گوشت لخم در بافت‌های تولیدی، سن پرنده (میزان توسعه دستگاه گوارش)، سلامتی دستگاه گوارش، میزان خوراک مصرفی و حتی ژنوتیپ پرنده قرار می‌گیرد.

۰۷

نیازهای انرژی برای نگهداری توسط وزن بدن متابولیک پرنده و درجه عایق بودن (پوشش پر) آن تعیین می‌شود. نیازهای رشد و تولید تخم مطلق هستند و به نرخ تولید بستگی دارند که معمولا به صورت گرم در روز اندازه‌گیری می‌شود.

۰۸

صرف‌نظر از سیستم انرژی، جیره‌های حاوی انرژی بالا همیشه حاوی مقدار بالایی دانه غلات و احتمالا مکمل چربی هستند، در حالی که جیره‌های حاوی انرژی پایین حاوی مواد خوراکی دارای تراکم پایین‌تر مانند سبوس گندم هستند.

۰۹

یک ارتباط کلی بین مقدار انرژی جیره و مصرف خوراک وجود دارد، اگرچه کمبود جزئی یک ماده مغذی نیز موجب افزایش مصرف خوراک و کمبود شدید آن باعث کاهش مصرف خوراک می‌شود. در کوتاه‌مدت پرنده قادر به حفظ تعادل انرژی خواهد بود.

۱۰

انرژی در درجه اول توسط کربوهیدرات و در درجه دوم توسط چربی تامین می‌شود که ۲/۲۵ برابر انرژی فراهم می‌کند. پروتئین ممکن است به عنوان منبع انرژی استفاده شود اما قبل از آن باید گروه‌های آمین خود را از دست بدهد.

۱۱

نیاز انرژی پرنده با جمع کردن همه عوامل (فاکتورها) و سپس ترکیب آنها برآورد می‌شود و بدین جهت به آن روش فاکتوریل گفته می‌شود.

۱۲

اهمیت وجود یک نسبت بین انرژی و سایر مواد مغذی مصرفی حیوان را نمی‌توان بیش از حد مورد تاکید قرار داد.

فصل ۴: پروتئین

پروتئین‌ها از ترکیب اسیدهای آمینه ساخته شده‌اند. این ترکیبات بخشی از اغلب بافت‌های بدن را تشکیل می‌دهند.

پروتئین دومین جزء گران‌قیمت تشکیل‌دهنده جیره‌های تجاری است.

شرکت جوانه خراسان

JAVANEH KHORASAN CO.

تولید و توزیع کننده مکمل های غذایی دام و طیور،کنسانتره و خوراک حیوانات آزمایشگاهی

لیست محصولات شرکت جوانه خراسان

- انواع مکمل های دام ، طیور و آبزیان
- انواع کنسانتره مرغ گوشتی و تخمگذار
- انواع پرمیکس های درمانی دام و طیور
- خوراک حیوانات آزمایشگاهی
- نمایندگی انحصاری مولتی آنزیم ناتوگرین BASF آلمان
- نمایندگی انحصاری مواد معدنی آلی شرکت BASF آلمان (گلایسینت ها)
- نمایندگی انحصاری کولین کلراید nutrex بلژیک
- نمایندگی انحصاری اسیدی فایر و ضدعفونی کننده خوراک شرکت TEGASA اسپانیا
- نمایندگی انحصاری توکسین بایندر ،محرک رشد ،آنتی اکسیدان و محلول های درمانی innovad بلژیک

BASF We create chemistry | DSM | ADISSEO | innovad CREATE TRUST | nutrex | TEGASA

آزمایشگاه پرتو آزمون جوانه خراسان

- آزمایشگاه آکرودیته ISO/IEC ۱۷۰۲۵ و همکار اداره استاندارد،سازمان دامپزشکی،اداره نظارت بر غذا و دارو،سازمان حفاظت از محیط زیست
- برگزار کننده دوره های آموزشی ویژه مسئولین کنترل کیفیت و دانشجویان
- اجرای طرح های حمایتی از پایان نامه های دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری
- آزمون تمامی ویتامین ها، افزودنی ها و رنگ ها
- آزمونهای میکروبی و شیمیایی انواع آب و پساب
- آنالیز آزمونهای میکروبی و شیمیایی مواد غذایی
- آزمون شیمیایی و میکروبی جیره دام، طیور و آبزیان
- آنالیز مواد معدنی نظیر درصد خلوص، عناصر سنگین و .....

INFO@JAVANEHKHORASAN.COM

WWW.JAVANEHKHORASAN.COM

دفتر مشهد: بزرگراه آسیایی، بعد از آزادی ۹۱، نبش سعادت۲، پلاک۹ ۰۵۱-۳۶۵۸۴۰۷۰

دفتر تهران: خیابان ولیعصر، تقاطع فاطمی،کوچه بوعلی سینای شرقی، پلاک ۲۵،طبقه۴ ۰۲۱-۸۸۹۹۵۷۴۱

دفتر آمل: خیابان امام رضا،کوچه دادگستری(رضوان ۱۴/۱)، قدیر ۸، ساختمان آمارد،طبقه ۴ ۰۱۱-۴۳۲۷۰۴۱۸

انرژی و متابولیسم انرژی تا حدودی در فصل ۳ مورد بحث قرار گرفت. بعد از انرژی که بزرگ‌ترین بخش جیره را به خود اختصاص می‌دهد، پروتئین جزء دوم خوراک‌ها است. این بخش برای همه متخصصین تغذیه اهمیت بالایی دارد، زیرا نه تنها قیمت آن بالا است بلکه تولید گوشت و تخم‌مرغ نیز حول تغییر پروتئین خوراک به پروتئین حیوانی می‌چرخد. به علاوه، اغلب بافت‌های بدن تقریبا به طور کامل از پروتئین ساخته شده‌اند. همچنین پروتئین-های ساختاری در پوست، استخوان و ماهیچه یافت می‌شوند. علاوه بر این، پروتئین یک نقش تنظیم‌کننده دارد، زیرا اغلب آنزیم‌ها ساختار پروتئینی دارند. در طیور یک‌پنجم تا یک‌چهارم بدن بدون چربی از پروتئین تشکیل شده است که از این مقدار ۲۰ تا ۳۰ درصد آن در پرها یافت می‌شود.

اگرچه همه پروتئین‌ها از اسید آمینه ساخته شده‌اند، اما ترکیب و ترتیب اسیدهای آمینه پروتئین‌های متعددی که در طبیعت یافت می‌شود تا حد بسیار زیادی متفاوت است. این اختلافات اثرات ویژه‌ای بر خصوصیات هر پروتئین دارند. کار متخصصین تغذیه این است که اطمینان حاصل کنند که مقادیر کافی از ازت قابل‌دسترس و اسیدهای آمینه ضروری برای سنتز کافی پروتئین برای هر پرنده در هر مرحله از تولید فراهم شود. این امر مستلزم تعیین ترکیب دقیق پروتئین‌های مختلف به‌دست‌آمده از منابع خام در دسترس و سپس برآورده کردن نیاز پرنده‌ها از طریق این اجزا است.

از نظر کمی، نیاز اسیدهای آمینه حاصل جمع سه فرآیند است: ۱) سطحی از اسید آمینه که برای اهداف عملی مانند ساخت پروتئین یا به عنوان پیش‌ساز سایر متابولیت‌ها مورد نیاز است؛ ۲) میزان اتلاف پروتئین و اسید آمینه درون‌زادی که بیشتر از طریق دستگاه گوارش رخ می‌دهد؛ و ۳) سطحی از اسید آمینه که اکسید شده و یا وارد سایر مسیرهای متابولیک می‌شود. به کارگیری صحیح علم تغذیه پروتئین، مستلزم شناخت کامل از ساختمان، خواص و شیوه جذب پروتئین توسط حیوان است.

> ■ **نکته**
> پروتئین حاوی ۱۶/۵ درصد نیتروژن است. بر این اساس، پروتئین خام خوراک با ضرب کردن مقدار نیتروژن آن در عدد ۶/۲۵ محاسبه می‌شود.

متابولیسم اسیدهای آمینه

همان‌گونه که در فصل ۱ بحث شد، پروتئین اغلب به صورت پروتئین خام (CP) بیان می‌شود که با ضرب کردن درصد ازت خوراک در عامل ۶/۲۵ محاسبه می‌گردد؛ بنابراین، پروتئین خام نه تنها حاوی **پروتئین حقیقی**، بلکه شامل **ازت غیرپروتئینی** (NPN[1]) نیز هست. پروتئین‌های حقیقی که بیشتر مورد توجه ما هستند، از اسیدهای آمینه ساخته شده‌اند. همه اسیدهای آمینه حاوی کربن، اکسیژن و ازت و برخی از آنها حاوی گوگرد و یا فسفر نیز هستند. تنها ۲۲ اسید آمینه شناخته‌شده وجود دارد که طبیعت از آنها به عنوان الفبای ساخت کلمات و جملات استفاده می‌کند. تمامی پروتئین‌های موجود در پر، ماهیچه یا آنزیم از ترکیب پیچیده‌ای از این اسیدهای آمینه ساخته می‌شوند و بنابراین در تغذیه پرندگان، نه تنها میزان CP جیره بلکه ترکیب اسیدهای آمینه آن نیز حائز اهمیت است.

اسیدهای آمینه آزاد و پپتیدهای کوچک موجود در گردش خون و بافت‌ها مخزن اسید آمینه داخلی حیوان را تشکیل می‌دهند. غلظت آنها در این مخازن بر پایه تعادل بین ورود و خروج آنها تنظیم می‌شود. اسیدهای آمینه دو منبع دارند: جیره‌ای یا متابولیک و به طور عمده برای ساخت پروتئین-ها استفاده می‌شوند. همچنین در حفظ اسمولاریته و تعدیل pH مایعات بدن نقش دارند و به عنوان انتقال‌دهنده‌های

[1]. Non-protein nitrogen

عصبی، آنتی‌اکسیدان و شاتل در متابولیسم حد واسط به کار گرفته می‌شوند. به علاوه، اسیدهای آمینه می‌توانند به دامنه گسترده‌ای از مولکول‌های متابولیک مهم و ضروری تبدیل شوند. پروتئین‌های جیره یا پروتئین‌های درون-زادی (آنزیم‌ها، سلول‌های اپیتلیال تخریب‌شده و آنهایی که منشأ باکتریایی دارند) قبل از جذب هیدرولیز می‌شوند. درون بدن حیوان، پروتئین‌های بافتی به صورت مستمر تخریب و نوسازی می‌شوند که با آزادسازی اسیدهای آمینه درون‌زادی همراه است. علاوه بر این، یک سری واکنش‌های متابولیک وجود دارد که طی آنها متابولیت‌ها به اسیدهای آمینه غیرضروری تبدیل می‌شوند. به همین میزان، اسیدهای آمینه نیز در مسیرهای متابولیکی متعدد مصرف می‌شوند. هم‌زمان با سنتز پروتئین که امکان ساخت پروتئین‌های جدید را فراهم می‌کند، تجزیه پروتئین از یک سو موجب دفع ازت و از سوی دیگر منجر به تولید مولکول‌های اسکلت کربنی (برای سنتز قندها و چربی‌ها)، دی‌اکسید کربن و آزادسازی انرژی می‌شود (شکل ۴-۱).

> ■ **نکته**
> اسیدهای آمینه ضروری باید از طریق جیره تامین شوند زیرا پرنده قادر به ساخت آنها در بدن خود نیست.

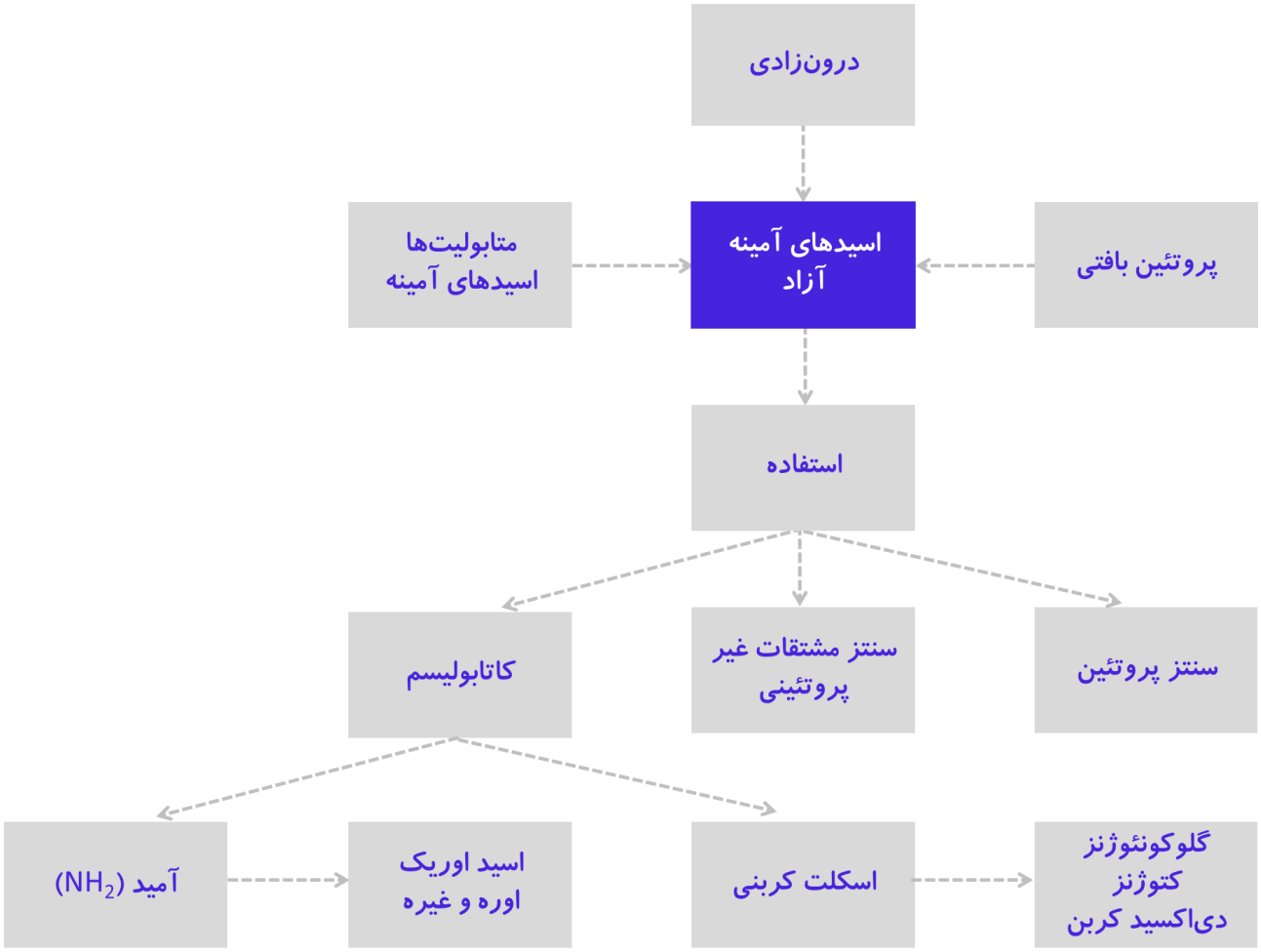
رده‌بندی اسیدهای آمینه

به طور مرسوم اسیدهای آمینه به دو دسته **ضروری** و **غیرضروری** تقسیم می‌شوند (جدول ۴-۱). اگرچه همه اسیدهای آمینه در بافت‌ها وجود دارند و از نظر زیست-شناسی برای بدن ضروری هستند و این رده‌بندی تنها به ضرورت تامین آنها از طریق جیره اشاره دارد. اسیدهای آمینه ضروری آنهایی هستند که بدن حیوان قادر به ساخت آنها نیست و ضرورت دارد از طریق جیره تامین شوند. آنهایی که در بدن حیوان ساخته می‌شوند (و ضرورتی به تامین آنها از طریق جیره نیست) اسیدهای آمینه غیرضروری نامیده می‌شوند. از بین اسیدهای آمینه غیرضروری، تعداد کمی نمی‌توانند به میزان کافی برای تامین نیاز حداکثر رشد ساخته شوند و آنها نیز باید به جیره اضافه شوند. اسیدهای آمینه ضروری بر اساس اینکه آیا حیوان می‌تواند آنها را به میزان محدودی سنتز کند یا خیر به سه گروه تقسیم می‌شوند:

- لیزین و ترئونین هیچ پیش‌ساز واسطی ندارند و باید ۱۰۰ درصد از طریق جیره تامین شوند.
- لوسین، ایزولوسین و والین می‌توانند از پیش‌سازهای حدواسط متابولیک ساخته شوند، اما تولید آنها بسیار محدود است و ممکن است بتواند ۲ تا ۵ درصد نیاز آنها را تامین کند.
- آرژنین و هیستیدین می‌توانند از حدواسط‌ها ساخته شوند و در شرایط طبیعی این مقدار به ۵ تا ۸ درصد نیاز می‌رسد.

جدول ۴-۲ اسیدهای آمینه اصلی در بافت‌های مختلف بدن طیور را نشان داده است (مارانگوس[1]، ۲۰۱۳). بیشترین اسید آمینه یافت‌شده در بافت‌های حیوانی و مواد خوراکی گلیسین است. این اسید آمینه می‌تواند از سرین و کولین ساخته شود و یک نقش اساسی در سنتز اسید اوریک ایفا می‌کند. هر بار که یک مولکول اسید اوریک دفع می‌شود (۴ تا ۵ گرم در روز در یک پرنده بالغ) یک مولکول گلیسین هم دفع خواهد شد. گزارش شده است که جوجه‌ها در برخی از شرایط غیرمعمول (نظیر سطوح پایین پروتئین جیره) به مکمل گلیسین پاسخ می‌دهند. از بین ۱۰ اسید آمینه‌ای که ضروری شناخته می‌شوند، ۸ تای آنها **بحرانی** محسوب می‌شوند، زیرا بقیه به مقادیر کافی در جیره‌ها وجود دارند. در مورد طیور، اسیدهای آمینه

[1]. Marangos



شکل ۴–۱: منبع و سرنوشت اسیدهای آمینه غیربافتی و موجود در گردش خون (برگرفته از لاربیر و لی‌کلرک، ۱۹۹۴)

بحرانی لیزین، متیونین، سیستین، ایزولوسین، آرژنین، ترئونین، تریپتوفان و والین هستند. شکل‌های سنتتیک لیزین، متیونین، ترئونین، تریپتوفان و والین در بازار وجود دارد و به مقدار قابل‌توجهی در جیره طیور استفاده می‌شود.

ساختمان و سنتز پروتئین

پروتئین‌ها از زنجیره‌ای طولانی از اسیدهای آمینه ساخته شده‌اند که به یک شیوه مشخص و روشن به یکدیگر پیوسته‌اند. پیوندهای داخل این زنجیره‌ها که از نوع کووالانسی هستند، **باندهای پپتیدی** نامیده می‌شوند. اغلب پروتئین‌ها به شکل مارپیچ یا مارپیچ‌های آلفا وجود دارند. پروتئین‌ها بر اساس حلالیت، ساختمان و عملکردشان تقسیم‌بندی می‌شوند. پروتئین‌های دارای ساختمان‌های متفاوت ترکیب اسید آمینه‌ای متفاوتی دارند. گیاهان سبز پروتئین‌های خود را با استفاده از اسکلت کربنی حاصل از فتوسنتز می‌سازند. تمامی اسیدهای آمینه سازنده پروتئین‌های گیاهی و حیوانی به آسانی توسط گیاهان ساخته می‌شوند. مقدار و کیفیت پروتئین‌های ساخته‌شده توسط گیاهان مختلف (مثلا ذرت و سویا) تا حدود زیادی با هم متفاوت است. در اوایل قرن حاضر متخصصین تغذیه پی بردند که اضافه کردن برخی از پروتئین‌های حیوانی به جیره موجب بهبود قابل‌توجه عملکرد حیوانات می‌شود. این باعث شد که مردم تصور کنند که پروتئین‌های حیوانی کیفیت بهتری از پروتئین‌های گیاهی دارند. اما این مساله بیشتر نتیجه مقدار بیشتر ویتامین‌ها و مواد معدنی و نیز سطوح بالاتر اسیدهای آمینه ضروری مانند لیزین در

جدول ۴–۱: رده‌بندی تغذیه‌ای اسیدهای آمینه (برگرفته از لیسون و سامرز، ۲۰۰۱)

ضروری (توسط حیوان ساخته نمی‌شود)	سنتزشده از سوبستراهای محدود	غیرضروری (در بدن حیوان به سرعت از سوبستراهای ساده ساخته می‌شود)
آرژنین	تیروزین*	آلانین
لیزین	سیستین*	اسید آسپارتیک
هیستیدین	هیدروکسی‌لیزین*	آسپاراژین
لوسین		اسید گلوتامیک
ایزولوسین		گلوتامین
متیونین		هیدروکسی‌پرولین
ترئونین		گلیسین†
تریپتوفان		سرین†
فنیل‌آلانین		پرولین‡
والین		

* تیروزین از فنیل‌آلانین، سیستین از متیونین و هیدروکسی‌لیزین از لیزین ساخته می‌شوند.

† گاهی گلیسین و سرین در مقادیر ناکافی برای رشد ساخته می‌شوند و ممکن است مکمل کردن یکی از آنها ضروری باشد.

‡ وقتی که جیره‌ها با استفاده از اسیدهای آمینه سنتتیک ساخته می‌شوند، ممکن است مکمل کردن پرولین برای دستیابی به حداکثر رشد ضروری باشد.

جدول ۴–۲: اسیدهای آمینه اصلی در بافت‌های مختلف طیور (برگرفته از مارانگوس، ۲۰۱۳)

بافت	اسیدهای آمینه مهم
ماهیچه	لیزین
تخم‌مرغ	لیزین و اسیدهای آمینه گوگرددار
احشا	گلیسین و پرولین
پرها	سیستین و ترئونین
اسکلت	گلیسین و پرولین
خون	لیزین و آرژنین
تنش	تریپتوفان و آرژنین (تنش گرمایی)
ترشحات مخاطی	ترئونین و سرین
سیتوکین‌ها	ترئونین

پروتئین‌های حیوانی است. دانش فعلی از مقدار اسیدهای آمینه قابل‌دسترس مواد خوراکی این اطمینان را ایجاد کرده است که می‌توان با استفاده از پروتئین‌های گیاهی نیز به نتایج مشابهی دست یافت.

ترکیب منحصربه‌فرد هر نوع پروتئین از نسلی به نسل بعد منتقل شده است. بر این اساس، سنتز پروتئین شامل مجموعه‌ای پیچیده از فرآیندها است که با اسید ریبونوکلئیک (RNA) آغاز می‌شود. بر خلاف لیپیدها و کربوهیدرات‌ها که می‌توانند به شکل مخازن چربی و گلیکوژن کبدی و ماهیچه‌ای ذخیره شوند، وقتی که

پروتئین مازاد بر احتیاج تامین می‌شود، اسیدهای آمینه نمی‌توانند در بدن ذخیره شوند. کل پروتئین مازاد بر نیاز نگهداری (نوسازی بافت‌ها) و تولید، کاتابولیزه می‌شود. گروه آمین (بخش ازتی) آن حذف و دفع می‌شود. اسکلت کربنی ممکن است در مسیرهای متابولیکی مربوط به انتقال انرژی استفاده شود. در این فرآیند اسکلت کربنی به کربوهیدرات‌ها (**گلیکوژنز**) یا لیپیدها (**لیپوژنز**) تبدیل و یا به دی‌اکسید کربن اکسیده و دفع می‌شود. در پرندگان، ازت حاصل از کاتابولیسم اسیدهای آمینه به شکل اسید اوریک دفع می‌شود. این امر مستلزم صرف مقدار قابل-توجهی انرژی و به معنای کارایی پایین‌تر پرندگان در مقایسه با پستانداران در دفع ازت مازاد است.

هورمون‌های مختلفی آنابولیسم و کاتابولیسم ازت طی انتقال از عرض غشاها را کنترل می‌کنند. انسولین غلظت اسیدهای آمینه آزاد را در گردش خون کاهش می‌دهد که با اثر محرک آن بر تسریع ورود اسیدهای آمینه به سلول‌ها توجیه می‌شود. این فرآیند به طور غیرمستقیم باعث فعال شدن سنتز پروتئین می‌شود. تحقیقات اخیر نشان داده است که تغذیه کروم قابل‌دسترس تولید انسولین را تحریک می‌کند و منجر به افزایش تولید بافت‌های لخم می‌شود. هورمون‌های تیروئیدی نیز سنتز و کاتابولیسم پروتئین را کنترل می‌کنند و منجر به لیپوژنز می‌شوند. هورمون رشد (GH) نیز مانند انسولین به طور مستقیم سنتز پروتئین را تحریک می‌کند و انتقال غشایی اسیدهای آمینه را افزایش می‌دهد. حیوانات صرف‌نظر از سن، پروتئین‌های بافتی را نوسازی می‌کنند. به علاوه، یک تعادل ثابت بین سنتز پروتئین یا **پروتئوژنز** و کاتابولیسم پروتئین یا **پروتئولیز** وجود دارد. ابقای خالص پروتئین را می‌توان با اندازه‌گیری افزایش وزن و مشخص کردن ترکیب آن برآورد نمود. پروتئولیز اغلب با محاسبه اختلاف بین پروتئوژنز و افزایش خالص پروتئین تخمین

> **نکته**
> اسیدهای آمینه مازاد نمی‌توانند در بدن ذخیره شوند، بلکه دآمینه می‌شوند و ضایعات آنها به شکل اسید اوریک دفع می‌شود.

زده می‌شود. به طور کلی، پروتئوژنز به میزان قابل‌توجهی بالاتر از افزایش خالص پروتئین است که امکان محاسبه نرخ نوسازی مخزن پروتئین (بدون پرها) را فراهم می‌کند. این مقدار چیزی حدود ۲۰ درصد در روز است. دستگاه گوارش که تنها ۴ تا ۶ درصد وزن بدن را دارد، ۲۵ تا ۵۰ درصد **بازچرخ**[1] پروتئین را به خود اختصاص می‌دهد. این مقدار در حیوان گرسنه کاهش و در زمان تولید افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد که کمبود حاشیه‌ای اسیدهای آمینه بیشتر موجب افزایش پروتئولیز می‌شود تا آنکه پروتئوژنز را کم کند. با بالا رفتن سن حیوان، مقدار نسبی پروتئوژنز و پروتئولیز رو به کاهش می‌گذارد. در جوجه‌های گوشتی، پروتئوژنز از ۴۰ درصد کل مخزن پروتئین در پرنده جوان (سن ۷ روزگی) به تنها ۱۶ درصد در سن ۶ هفتگی کاهش پیدا می‌کند. در حیوانات بالغ، با ثابت شدن وزن، آنابولیسم و کاتابولیسم برابر می‌شوند. از نظر تغذیه‌ای، این شرایط می‌تواند با فراهم کردن اسیدهای آمینه در سطح نیاز نگهداری ایجاد شود. این مقدار برابر با ۱/۱۱ گرم ازت به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در هر روز برآورد می‌شود. در عمل، یک خروس بالغ با تامین روزانه ۷ گرم پروتئین از راه جیره تعادل ازت خود را در بلندمدت حفظ می‌کند. این مقدار متناظر با فراهم کردن ۳ تا ۴ درصد پروتئین دارای کیفیت بالا در حالت تغذیه در حد اشتها است.

در حیوانات در حال رشد یا حیوانات بالغی که تولیدمثل می‌کنند، پروتئوژنز باید به میزان قابل‌توجهی بالاتر از پروتئولیز باشد. به منظور تعریف نیاز تئوری اسیدهای آمینه ژنوتیپ و نیز میزان تولید و هزینه‌های انرژی باید

[1]. Turnover

در نظر گرفته شوند. مورد اول در یکی از فصل‌های بعدی توضیح داده خواهد شد. در مورد هزینه انرژی فرض می‌شود که سنتز ۱ گرم پروتئین از نظر تئوری به ۴۵ کیلوژول انرژی با کارایی ۴۰ تا ۵۰ درصد نیاز دارد. در مرغ‌های تخم‌گذار، پروتئین‌های تخم‌مرغ - برخلاف پروتئین ماهیچه‌ای - به طور مستمر نوسازی نمی‌شوند و هزینه انرژی مورد نیاز برای سنتز آنها کمتر است، از این رو، کارایی سنتز پروتئین را می‌توان ۶۰ درصد فرض کرد. همان‌گونه که پیدا است، نیاز انرژی برای سنتز پروتئین تقریبا بالا و حدودا دو برابر انرژی موجود در پروتئین است. نوسازی سریع توده پروتئینی بدن موجب افزایش نیاز نگهداری می‌شود.

> ■ **نکته**
> به طور معمول سطح لیزین جیره به عنوان شاخص محتوای پروتئین آن در نظر گرفته می‌شود.

مفهوم پروتئین ایده‌آل

اغلب از پروتئینی که ترکیب اسید آمینه‌ای آن تمام و کمال است با عنوان **پروتئین ایده‌آل**[1] یاد می‌شود و تعیین ترکیب آن توجه زیادی را به خود جلب کرده است. پروتئین ایده‌آل را می‌توان به صورت پروتئینی با تعادل بهینه اسیدهای آمینه ضروری و حاوی ازت کافی برای سنتز اسیدهای آمینه غیرضروری توصیف کرد. از نظر تئوری، پروتئین ایده‌آل نیازهای حیوان را به طور دقیق تامین می‌کند. برای سادگی، مقدار همه اسیدهای آمینه به صورت نسبتی از مقدار لیزین بیان می‌شود. علت انتخاب این اسید آمینه این است که مطالعات زیادی روی آن انجام شده و در شرایط مختلفی **اولین اسید آمینه محدودکننده** است. مقدار اسیدهای آمینه ضروری نسبت به نیاز لیزین برای اهداف تولیدی مختلف در شکل ۴-۲ نشان داده شده است. الگوی ایده‌آل برای رشد و تولید تخم‌مرغ مشابه است، زیرا تعادل اسید آمینه‌ای بافت‌های لخم و تخم‌مرغ مشابه است، در حالی که نیاز نگهداری به طور قابل‌توجهی متفاوت از این دو است.

از نظر عملی، مفهوم پروتئین ایده‌آل کاربرد زیادی دارد. به منظور پر کردن خلأهای بزرگ دانش ما، نیاز لیزین برای یک شرایط خاص تعیین و از روی آن سطح سایر اسیدهای آمینه ضروری محاسبه می‌شود.

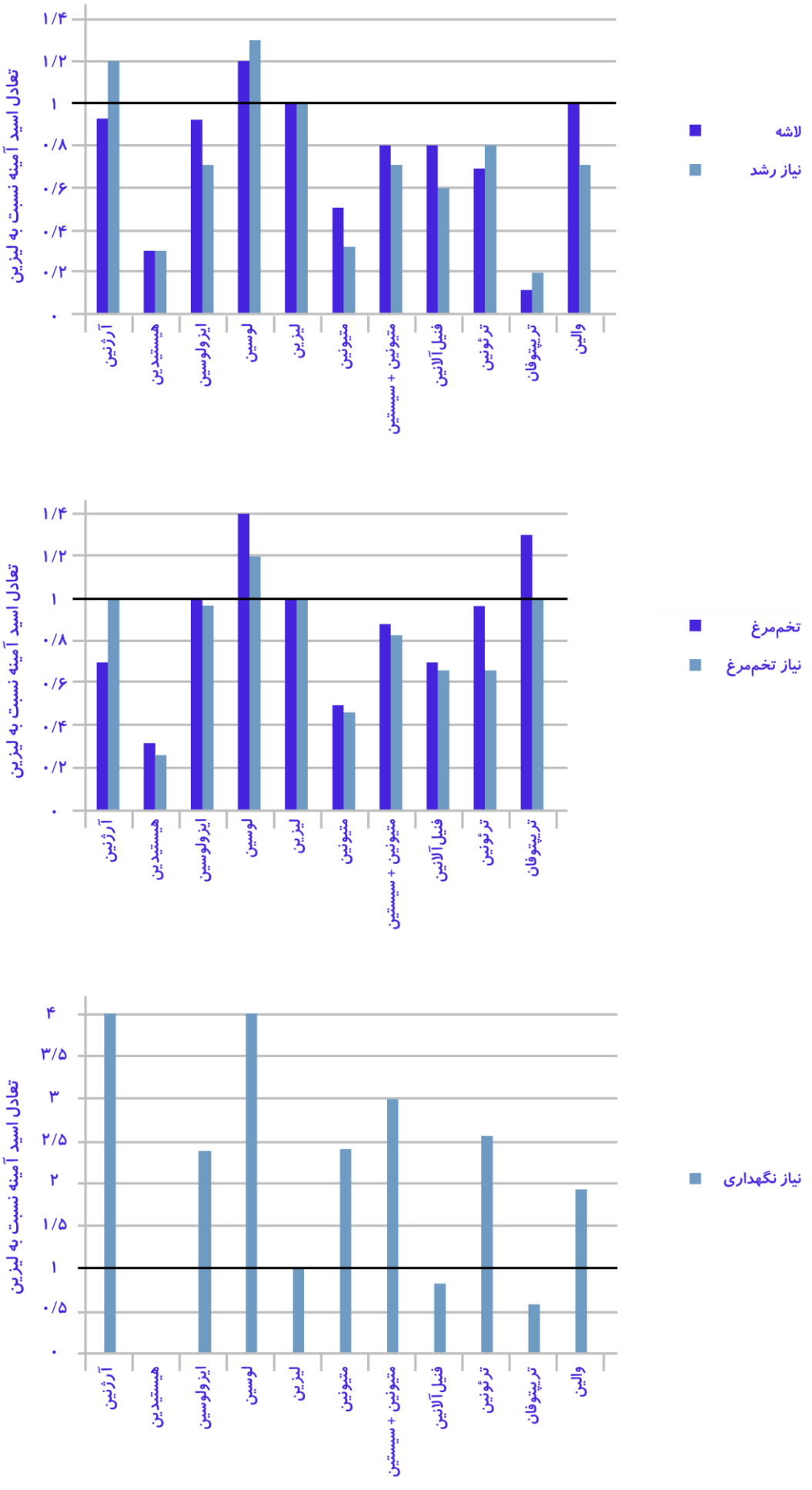
عوامل تعیین‌کننده نیاز اسیدهای آمینه

همانند انرژی، عوامل متعددی بر نیازهای اسید آمینه‌ای حیوان تاثیر می‌گذارد، اما برهمکنش این عوامل به پیچیدگی انرژی نیست.

اندازه بدن و نگهداری

در تغذیه اسیدهای آمینه، نگهداری به شرایطی اطلاق می‌شود که در آن پروتئین برای هیچ نوع هدفی (رشد، تولیدمثل و غیره) ذخیره نمی‌شود. فرض می‌شود که این نیاز تا حدود زیادی مستقل از فعالیت و شرایط محیطی است. این بدین معنی است که نیاز اسیدهای آمینه برای نگهداری با اندازه بدن رابطه خطی دارد. این نیازها در مقایسه با نیازهای رشد کم هستند، زیرا پروتئین بدن نسبتا ثابت است و به طور کلی، تنها مقادیر کمی از پروتئین از طریق ادرار و مدفوع از دست می‌رود. تعادل اسیدهای آمینه مورد نیاز برای نگهداری متناسب با تعادل اسیدهای آمینه در بافت‌های حیوان نیست، بلکه منعکس‌کننده میزان اتلاف اجباری هر اسید آمینه است. در حالت نگهداری، نیاز لیزین در مقایسه با سایر اسیدهای آمینه کم است، اما متیونین، آرژنین و ترئونین در سطوح نسبتا بالاتری مورد نیاز هستند. برآورد می‌شود که یک پرنده

[1]. Ideal protein



شکل ۴–۲: مقایسه‌ای بین نیازهای پروتئین ایده‌آل برای رشد، تولید تخم‌مرغ و نگهداری (برگرفته از کلاسینگ، ۱۹۹۸)

تنها ۷۳ میلی‌گرم لیزین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در روز نیاز دارد. از سوی دیگر، پرنده به ۱۱ میلی‌گرم تریپتوفان به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در روز نیاز دارد. نتیجه این مقادیر این است که پرنده بالغی که در حالت نگهداری نگه داشته می‌شود در واقع نیاز پروتئینی بسیار کمی دارد.

■ **نکته**

نیاز پروتئین ایده‌آل با افزایش سن پرنده تغییر می‌کند.

رشد

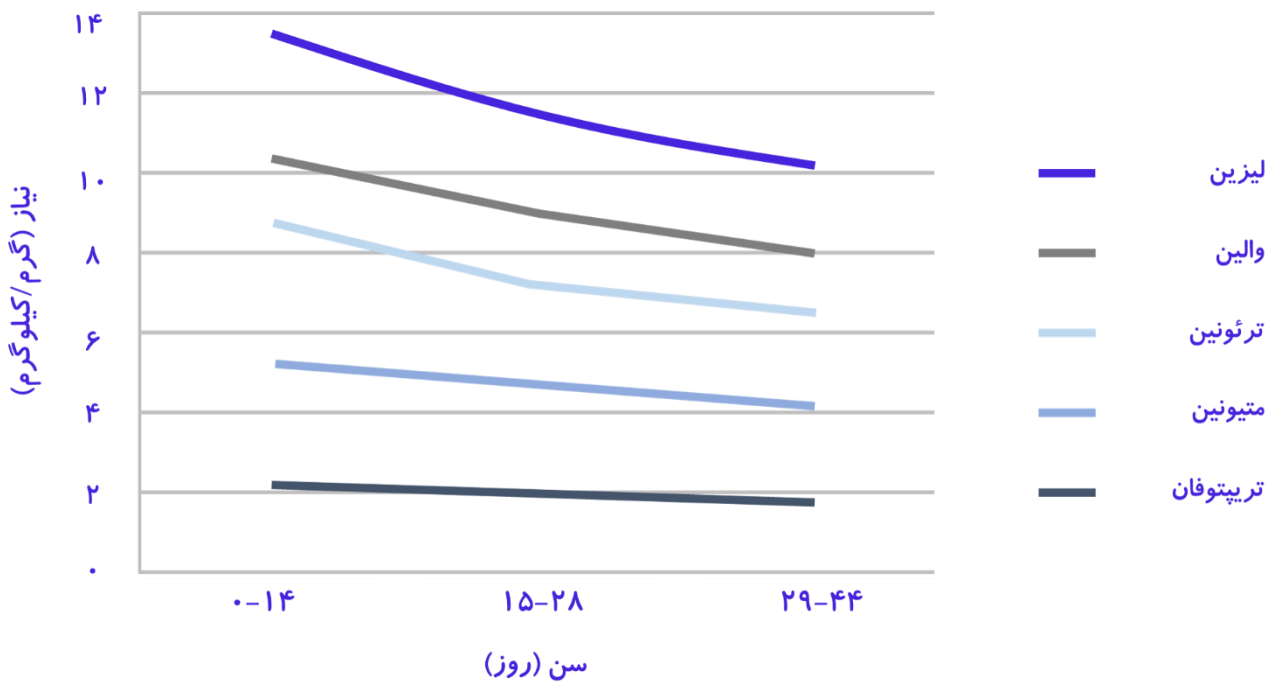
رشد گوشت لخم به مقادیر زیادی از اسیدهای آمینه نیاز دارد. لازم است نسبت دقیق هر اسید آمینه (پروتئین ایده‌آل) در جیره گنجانده شود. در بسیاری از گونه‌ها نیاز پروتئین ایده‌آل با آنالیز لاشه به دست آمده است. جالب آنکه مقادیر به‌دست‌آمده برای مرغ‌ها و مرغ عشق‌ها به طور قابل‌توجهی مشابه هستند. نیازهای پروتئینی برای رشد در حیوان جوان حداکثر است و با افزایش سن به طور مستمر کاهش می‌یابد. نیاز در هر سن به طور مستقیم بسته به نرخ رشد پرنده تغییر می‌کند. از این رو، نیاز اسید آمینه (در جیره) با افزایش سن کم می‌شود (شکل ۴-۳) و به طور هم‌زمان، تعادل ایده‌آل اسیدهای آمینه با توجه به افزایش نیازهای نگهداری تغییر می‌کند.

جدول ۴-۳ خلاصه‌ای از الگوهای ایده‌آل پروتئین برای جوجه‌های گوشتی را نشان داده است (بورمن و بورجس[1]، ۱۹۸۶). مقادیر مورد استفاده برای مرغ‌های تخم‌گذار در فصل ۹ آورده شده است. محاسبات سرانگشتی زیر را می‌توان برای برآورد نیاز پروتئین ایده‌آل یک پرنده در حال رشد استفاده کرد. لاشه جوجه‌های گوشتی حاوی تقریبا ۱۷/۵ درصد پروتئین است. نیاز روزانه پروتئین را می‌توان با ضرب کردن مقدار افزایش روزانه وزن بدن در ۱۷/۵ درصد و تقسیم آن بر ۵۵ تا ۶۰ درصد (کارایی استفاده از پروتئین خوراک) محاسبه کرد؛ یعنی اینکه یک جوجه گوشتی در حال رشد که روزانه ۵۰ گرم وزن اضافه می‌کند به ۹ گرم پروتئین در هر روز نیاز خواهد داشت. برای تامین این مقدار باید ۱۳ گرم پروتئین از راه خوراک فراهم شود. گوس و موریس[2] (۱۹۸۵) نشان دادند که ۶۵ میلی‌گرم لیزین به ازای هر گرم افزایش پروتئین نیاز است. پس در این مثال، نیاز روزانه لیزین ۶۸۵ میلی‌گرم در روز خواهد بود. نیاز همه اسیدهای آمینه با همین روش ساده قابل‌محاسبه است. در حال حاضر، موسسات علمی و شرکت‌های تجاری زیادی در سطح جهان با تحقیقات خود روی قابلیت هضم اسیدهای آمینه مواد خوراکی مختلف و قابلیت دسترسی آنها در سطح سلول، دانسته‌های ما در مورد نیاز این ترکیبات را گسترش داده‌اند. تحقیقات در این زمینه با هدف مشخص نمودن دقیق‌تر نیاز پروتئین، بهبود نرخ رشد و افزایش سطح ابقای ازت (کاهش دفع ازت به محیط) ادامه خواهد یافت.

تعادل بین اسیدهای آمینه در گونه‌های مختلف و با توجه به وزن و سن متفاوت است. اگرچه الگوی اسید آمینه گوشت لخم حیوان می‌تواند به عنوان یک مرجع استفاده شود، اما نمی‌تواند نیاز حیوان را مشخص کند. این مساله را می‌توان تا حدودی با اختلاف نیاز اسیدهای آمینه برای نگهداری و تولید توضیح داد؛ یعنی اینکه نیاز لیزین برای نگهداری کمتر از رشد است، در حالی که نیاز سیستین، ترئونین و تریپتوفان برای نگهداری بیشتر از رشد است. در نتیجه این امر، حیوانات بزرگ‌تر به سطوح بالاتری از اسیدهای آمینه ضروری نسبت به لیزین نیاز دارند و الگوی ایده‌آل تغییر می‌کند (جدول ۴-۴).

---

1. Boorman and Burgess
2. Morris



شکل ۴-۳: روند تغییر نیازهای اسیدهای آمینه با افزایش سن در جوجه‌های گوشتی (با استفاده از داده‌های روستگنو و همکاران، ۲۰۱۱)

بیوشیمی پایه همه طیور یکسان است، یعنی اینکه همه آنها اسیدهای آمینه را با کارایی یکسانی برای رشد استفاده می‌کنند. صرف‌نظر از ژنوتیپ (نرخ رشد)، پژوهش موریس و جورو[1] (۱۹۹۰) به روشنی این حقیقت را نشان می‌دهد که نرخ نسبی افزایش پروتئین در مقابل مصرف پروتئین در جوجه‌های گوشتی و جوجه خروس‌های یک

جدول ۴-۳: تخمین نیاز برخی از اسیدهای آمینه ضروری در جوجه‌های جوان (برگرفته از بورمن و بورجس، ۱۹۸۶)

	نگهداری (میلی‌گرم/کیلوگرم وزن زنده/روز)	رشد (گرم/۱۰۰ گرم وزن زنده)
لیزین	۸۲	۱/۴۹
اسیدهای آمینه گوگرددار	۶۰	۱/۱۶
تریپتوفان	۱۰	۰/۲۷
ترئونین	۸۶	۰/۷۵
لوسین	۹۳	۱/۲۱
ایزولوسین	۵۸	۰/۷۷
والین	۷۰	۰/۹۵
هیستیدین	۶۳	۰/۳۷
آرژنین	۵۰	۱/۴۰
فنیل‌آلانین + تیروزین	۳۷۰	۱/۲۰

[1]. Njuru

جدول ۴-۴: الگوی اسید آمینه ایده‌آل در منابع مختلف (لیزین همواره به عنوان اسید آمینه مرجع استفاده شده است)

	بیکر[1] و همکاران (۱۹۹۶)		لمه[2] و همکاران (۲۰۰۳)				جداول برزیلی (۲۰۱۱)	
سن (روز)	۰-۲۱	۳۵	۱-۵	۶-۱۴	۱۵-۳۵	۳۵-۴۵	۱-۲۱	۲۲-۵۶
لیزین	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
متیونین	۳۶	۴۳	۴۵	۴۵	۴۴	۴۳	۳۹	۳۹
کل اسید آمینه گوگرددار	۷۲	۷۹	۷۲	۷۳	۷۵	۷۷	۷۲	۷۳
ایزولوسین	۶۷	-	۶۸	۶۸	۷۰	۷۲	۶۷	۶۸
ترئونین	۶۷	۶۷	۶۳	۶۴	۶۵	۶۶	۶۵	۶۸
تریپتوفان	۱۶	۱۹/۵	۱۶	۱۶	۱۶	۱۷	۱۷	۱۸
والین	۷۷	-	۷۹	۷۹	۸۰	۸۱	۷۷	۷۸
آرژنین	۱۰۵	-	۱۰۲	۱۰۳	۱۰۵	۱۰۷	۱۰۸	۱۰۸

سویه تخم‌گذار یکسان است (شکل ۱۰-۱۹). در یک تحقیق جدیدتر، ریلاندو و لی‌بلیگو[3] (۲۰۰۴)، با کار روی داده‌های ۲۰ آزمایش پاسخ در جوجه‌های گوشتی، ارتباط بین سطح **لیزین قابل‌هضم ایلئومی استانداردشده** (SID[4]) و افزایش وزن را مشخص کرده‌اند (شکل ۴-۴).

تولیدمثل

گونه‌های پرندگان با گذاشتن تخم تولیدمثل می‌کنند و با توجه به اینکه تخم غنی از پروتئین است، نیاز اسیدهای آمینه برای تولید آن بالا است. برای مثال، ۱۰ میلی‌گرم لیزین برای تولید هر گرم تخم نیاز است. این مبحث با جزئیات بیشتر در یکی از فصل‌های بعدی آمده است.

پرها

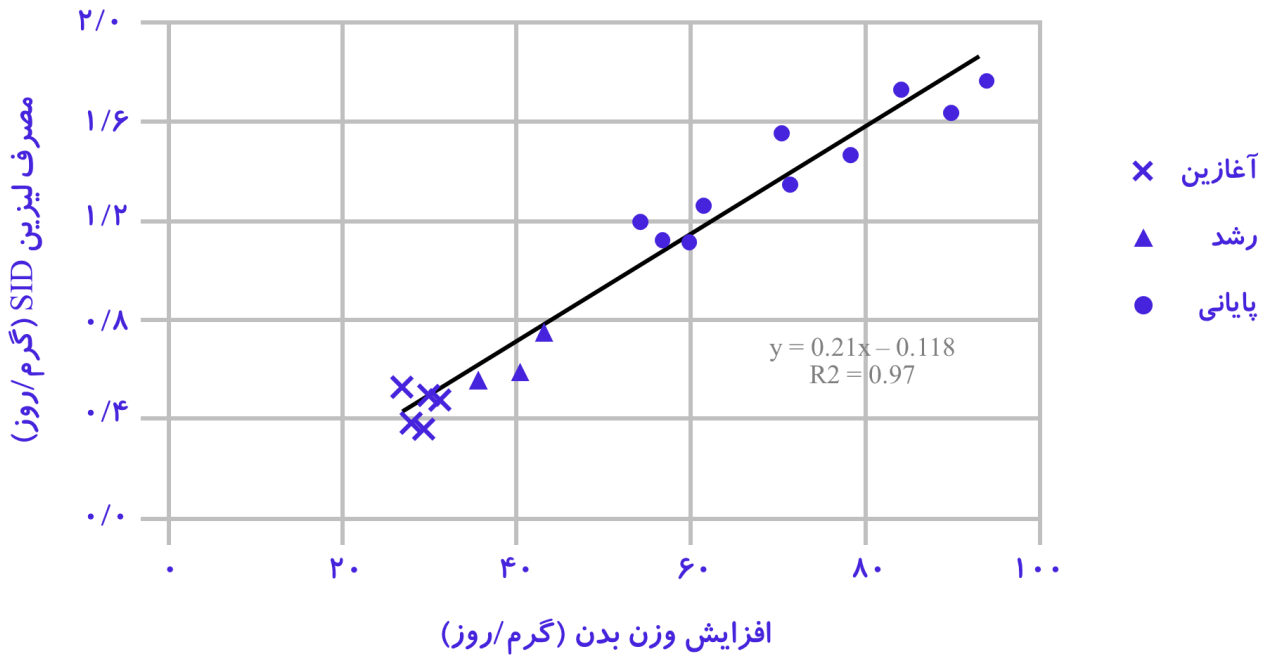
پروتئین پر حاوی مقادیر قابل‌توجهی از اسیدهای آمینه گوگرددار (متیونین و سیستین) است. متخصصین تغذیه باید از تامین مقادیر کافی از این اسیدهای آمینه اطمینان حاصل کنند. در غیر این صورت با پردرآوری ضعیف مواجه خواهند بود.

> ■ **نکته**
> پروتئین صرف‌نظر از ژنوتیپ یا اندازه پرنده با کارایی یکسانی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

تامین نیاز اسیدهای آمینه

با توضیحات قبلی مبنی بر اینکه پروتئین از اسیدهای آمینه ساخته شده است و اینکه اسیدهای آمینه الفبای سازنده همه پروتئین‌ها هستند، کاملا روشن شده است که کیفیت پروتئین یک خوراک با الگوی اسیدهای آمینه آن و نه مقدار کل پروتئین آن تعیین می‌شود. این امر تابعی از دو عامل قابلیت هضم و تعادل اسیدهای آمینه موجود در آن منبع پروتئینی است. اگر یک پروتئین مقدار بالایی از همه اسیدهای آمینه ضروری را داشته باشد، گفته می‌شود که **ارزش زیستی**[5] آن بالا است؛ اما چنانچه یکی از اسیدهای

1. Baker
2. Lemme
3. Relandeau and Le Bellego
4. Standardized ileal digestible lysine
5. Biological value



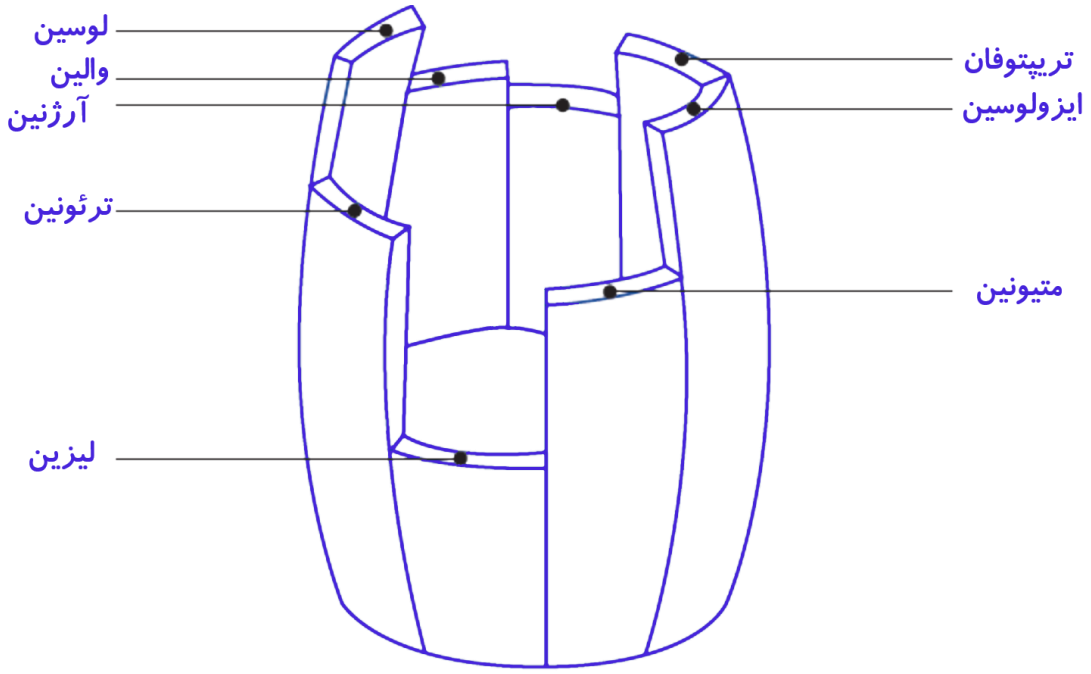
شکل ۴–۴: مصرف لیزین قابل‌هضم ایلئومی استانداردشده برای افزایش بهینه وزن بدن (بر اساس بررسی منابع: ۲۰ آزمایش شامل دوره‌های مختلف از سن ۰–۴۹ روزگی؛ ریلاندو و لی‌بلیگو، ۲۰۰۴)

آمینه ضروری در آن موجود نباشد، ارزش آن پروتئین **صفر** خواهد شد. این مساله اغلب به وسیله **قاعده بشکه**[1] بیان می‌شود که در شکل ۴–۵ نشان داده شده است.

> ■ **نکته**
> کیفیت پروتئین یک جیره با سطح اولین اسید آمینه محدودکننده آن مشخص می‌شود.

اسید آمینه‌ای که در یک جیره بیشترین کمبود را نسبت به نیاز حیوان دارد، به عنوان اولین اسید آمینه محدودکننده شناخته می‌شود. اسید آمینه بعدی که بیشترین کمبود را دارد به عنوان دومین اسید آمینه محدودکننده شناخته می‌شود و این روند به همین شکل ادامه دارد. هر اسید آمینه‌ای که نسبت به اولین اسید آمینه محدودکننده در مقادیر بیشتری تامین شده باشد، هیچ ارزشی مگر به عنوان منبع انرژی ندارد و حتی گاهی ممکن است اثر منفی داشته باشد. بشکه (شکل ۴–۵) تنها به مقداری آب در خود جای می‌دهد که اولین اسید آمینه محدودکننده اجازه بدهد و متاسفانه مکمل کردن جیره با یک اسید آمینه واحد تنها تلف کردن پول و زمان خواهد بود. این موضوع بسیار مهم است که متخصص تغذیه تصویری روشن از نیاز اسیدهای آمینه ترسیم کند و سپس اطمینان حاصل کند که این نیاز با گنجاندن مقدار مناسب از مواد خوراکی مناسب در جیره برآورده می‌شود. این کار به طور معمول با تنظیم جیره توسط یک نرم‌افزار جیره‌نویسی حاصل می‌شود. پروتئینی که برای تولید تخم‌مرغ ایده‌آل است برای رشد ایده‌آل نیست. با متعادل کردن جیره برای لیزین (اولین اسید آمینه محدودکننده) و اطمینان از اینکه سایر اسیدهای آمینه در سطح مناسبی برای تامین الگوی ایده‌آل هستند، یک جیره تقریبا کامل به دست می‌آید. چنین جیره‌ای ارزش زیستی بالایی خواهد داشت و نتیجه آن تبدیل اسیدهای آمینه خوراک به گوشت لخم با کارایی بالا خواهد بود. همچنین کار بر مبنای پروتئین ایده‌آل این امکان را فراهم می‌کند که حداکثر تولید گوشت لخم با حداقل

[1]. Barrel analogy



شکل ۴–۵: قاعده بشکه برای تعادل اسیدهای آمینه

مصرف اسید آمینه حاصل شود. جالب آنکه کارایی استفاده از پروتئین‌ها در شرایط تجاری تنها حدود ۵۵ درصد است. این مساله ناشی از قابلیت هضم و ارزش زیستی پایین پروتئین مصرف‌شده و مصرف بیش از حد اسیدهای آمینه غیرضروری است.

اسیدهای آمینه و پروتئین خام

از لحاظ نظری، مادامی که همه اسیدهای آمینه در سطح نیاز فراهم شوند و آنتاگونیست آشکاری بین آنها وجود نداشته باشد، پروتئین جیره نباید عملکرد پرنده را تغییر بدهد. جیره‌های دارای تعادل ضعیف باعث عملکرد پایین‌تر از حد انتظار می‌شوند. این مساله پیشنهاد می‌کند که کاهش کارایی استفاده از اولین اسید آمینه محدودکننده، نتیجه کاهش استفاده از آن و نه اختلال در جذب آن است. بورمن و الیس[1] (۱۹۹۶) پیشنهاد کردند که توضیح مناسب‌تر برای کاهش عملکرد ناشی از جیره‌های مواجه با عدم تعادل اسید آمینه این است که انرژی خالص جیره به دلیل افزایش گلیکونئوژنز کاهش پیدا می‌کند. موریس و همکاران (۱۹۹۹) نشان دادند که نتایج ضعیف می‌تواند نتیجه این باشد که با افزایش سطح پروتئین خام نیاز به اسید آمینه محدودکننده افزایش می‌یابد. چنین اثری را تنها می‌توان با شکلی از عدم تعادل عمومی اسید آمینه توضیح داد: این نویسندگان توانستند چنین تقابلاتی را پیش‌بینی کنند (جدول ۴–۵). نتایج نشان می‌دهد که هرگونه کمبودی که بر اثر استفاده از یک منبع پروتئینی دارای کیفیت پایین در جیره ایجاد می‌شود را نمی‌توان به سادگی با فراهم کردن مقدار بیشتری از آن ماده خوراکی برطرف کرد. اگرچه کمی گیج‌کننده است، اما پاسخ مشابهی در مرغ‌های تخم‌گذار مشاهده نشد و از این رو به نظر می‌رسد که تنها سطح اسید آمینه محدودکننده دارای اهمیت است.

جدول ۴–۵: نسبت بهینه اسید آمینه به پروتئین

درصد لیزین = ۰/۰۵۷ درصد پروتئین خام
درصد تریپتوفان = ۰/۰۱۲ درصد پروتئین خام
درصد متیونین = ۰/۰۲۵ درصد پروتئین خام

[1]. Ellis

قابلیت هضم اسیدهای آمینه

در حال حاضر نیز تحقیقات قابل‌توجهی روی قابلیت هضم (قابلیت دسترسی) اسیدهای آمینه انجام می‌شود. لازم به ذکر است، آنچه به طور معمول با نام **اسید آمینه قابل‌دسترس**[1] شناخته می‌شود را می‌توان تحت عنوان اسید آمینه قابل‌هضم ایلئومی استانداردشده نیز معرفی کرد. آزمایشات قابلیت هضم دو نوع هستند: تغذیه دقیق خروس‌های سکوم‌برداری‌شده و سپس اندازه‌گیری میزان ناپدید شدن اسیدهای آمینه و آزمایش با جوجه‌ها که در آن محتوای یک‌سوم انتهایی ایلئوم جوجه‌هایی که به طور کامل تغذیه شده‌اند با سطح اسید آمینه مصرف‌شده مقایسه می‌شود تا مقدار ناپدید شدن اسید آمینه برآورد گردد. عموما فرض می‌شود که قابلیت هضم اسیدهای آمینه در بین گونه‌های مختلف پرندگان تغییر نمی‌کند و بنابراین مقادیر به‌دست‌آمده با خروس‌ها به طور گسترده برای جیره‌نویسی استفاده می‌شود.

طاهر و پستی[2] (۲۰۱۲) مقایسه‌ای را روی دو پایگاه داده تجاری در دسترس شامل آجینوموتو هرتلند[3] که داده‌های آنها با استفاده از خروس‌ها به دست آمده بود و اوونیک دگوسا[4] که مقادیر آنها با استفاده از جوجه‌های کامل تغذیه‌شده به دست آمده بود، انجام دادند. آنها دریافتند که مقادیر آجینوموتو هرتلند برای قابلیت هضم اسیدهای آمینه به طور میانگین ۶ درصد بالاتر از مقادیر پایگاه داده اوونیک دگوسا بود. اختلافات برای ذرت (۳/۰۶ درصد)، کنجاله سویا (۱/۵۶ درصد)، کنجاله آفتابگردان (۰/۷۷ درصد) و سبوس گندم (۰ درصد) اندک بود، در حالی که برای گلوتن (۹/۵۸ درصد)، پودر پر (۱۶/۱۲ درصد) و پودر ماهی (۸/۸۱ درصد) بالا بود. مشخص شد که هر دو مجموعه در مورد مواد برخوردار از قابلیت هضم بالا (بیش

> **نکته**
> نیاز اسید آمینه قابل‌دسترس تحت تاثیر سطح پروتئین جیره قرار می‌گیرد.

از ۸۰ درصد) خیلی شبیه بودند، اما در مورد مواد خوراکی دارای قابلیت هضم پایین، آزمایش با خروس‌ها در مقایسه با آزمایش با جوجه‌ها مقادیری بالاتری را نشان می‌داد. این اختلافات را می‌توان بر پایه این حقیقت توضیح داد که مواد خوراکی حائز قابلیت هضم پایین موجب افزایش ترشح درون‌زادی اسیدهای آمینه می‌شوند یا اینکه جوجه‌های جوان فعالیت آنزیمی درون‌زادی پایینی دارند، لیکن این موضوع در مورد مواد خوراکی دارای قابلیت هضم بالا چندان قابل‌توجه نیست. جالب آنکه ضرایب قابلیت هضم غلات در آزمایش با جوجه‌ها کمی بالاتر بود. وقتی که سه ماده خوراکی دارای بالاترین اختلاف کنار گذاشته شد، اختلاف میانگین دو پایگاه داده تنها ۰/۳۶ درصد بود. نتیجه‌گیری شد که اختلاف بین دو پایگاه داده کمی است و نه کیفی و اینکه داده‌های پایگاه‌های مختلف قابل‌تبادل نیستند.

ارتباط روشنی بین غلظت اسید آمینه و قابلیت هضم آن وجود دارد. با افزایش غلظت، نرخ جذب افزایش می‌یابد. از این رو، اسید آمینه‌ای که کمترین غلظت را در یک جیره ذرت–سویا دارد، یعنی تریپتوفان، کمترین قابلیت هضم را دارد، در حالی که ایزولوسین بالاترین غلظت و نیز بالاترین قابلیت هضم را دارا است (طاهر و پستی، ۲۰۱۲). این فرآیند به کل اسید آمینه موجود در جیره بسط پیدا می‌کند، بدین معنی که برای پیش‌بینی دقیق قابلیت هضم هر اسید آمینه در هر ماده خوراکی باید غلظت آن در کل جیره مشخص باشد. مثال‌هایی از نتایج اوونیک دگوسا در جدول

---
1. Available amino acid
2. Tahir and Pesti
3. Ajinomoto Heartland
4. Evonik Degussa

۴-۶ ارائه شده است. پایین بودن قابلیت هضم برخی از پروتئین‌های حیوانی و برابر بودن قابلیت هضم کنجاله سویا و پودر ماهی جالب‌توجه است. پایین بودن قابلیت هضم کنجاله پنبه‌دانه از دیگر موارد جالب است. اختلافات بین اسیدهای آمینه در یک ماده داستان را پیچیده‌تر می‌کند. در حالت ایده‌آل، جیره‌نویسی باید بر اساس مقادیر قابل‌هضم اسیدهای آمینه صورت بگیرد. عدم وجود اطلاعات، به ویژه در مورد فرآورده‌های جانبی حیوانی، بدین معنی است که اعمال ارزیابی دقیق روی مواد خوراکی قبل از استفاده از آنها حائز اهمیت بالایی است. خلاصه اینکه تعداد کمی از متخصصین تغذیه داده‌های دقیقی برای مقادیر کل (و صدالبته مقادیر قابل‌هضم) اسیدهای آمینه مواد خوراکی مورد استفاده خود دارند. مقادیر ارائه‌شده در جدول ۴-۶ معیاری برای تصمیم‌گیری در مورد اینکه کدام مواد خوراکی باید از جیره کنار گذاشته شوند، فراهم می‌کند.

نکته

حیوانات در یک مسیر مشخص به افزایش سطوح مصرف اسیدهای آمینه پاسخ می‌دهند.

پاسخ به اسیدهای آمینه

مرغ‌ها در یک مسیر مشخص به اسیدهای آمینه جیره پاسخ می‌دهند. در شکل ۴-۶ می‌توان دید که با افزایش مصرف اسید آمینه قابل‌هضم توسط پرنده، نرخ ابقای آن نیز افزایش خواهد یافت که به شکل افزایش رشد یا تولید تخم بیان می‌شود؛ بنابراین، بهبود تا جایی که پتانسیل ژنتیکی پرنده اجازه بدهد ادامه خواهد یافت. پتانسیل ژنتیکی نقطه‌ای است که در آن نیاز پرنده برآورده می‌شود. بعد از آن مهم نیست که چه مقدار اسید آمینه اضافی مصرف شود، ابقای آن افزایش نخواهد یافت و در حقیقت خروجی به یک حالت ثابت خواهد رسید. در سطح کمی بالاتر، اسید آمینه حتی می‌تواند سمی باشد.

تعادل پروتئین

شاید تعادل پروتئین کمتر از تعادل انرژی شناخته‌شده باشد. ممکن است یک سری سازوکارهای فیدبکی وجود داشته باشد، زیرا حیوانات برای برطرف کردن کمبود جیره‌ای، خوراک بیشتری مصرف می‌کنند. در حالی که مصرف خوراک با تغییر انرژی جیره تغییر می‌کند، چنین تغییری در پاسخ به تغییر سطح پروتئین جیره همیشه دیده نمی‌شود. وقتی که سطوح اسیدهای آمینه در جیره تنها اندکی پایین‌تر از حد بهینه آنها است مصرف خوراک کاهش پیدا نمی‌کند. اما سطوح پایین برخی از اسیدهای آمینه مانند لیزین موجب کاهش مصرف خوراک می‌شود.

نکته

کمبود اسیدهای آمینه منجر به کاهش رشد، کیفیت ضعیف پر و کاهش مصرف خوراک می‌شود.

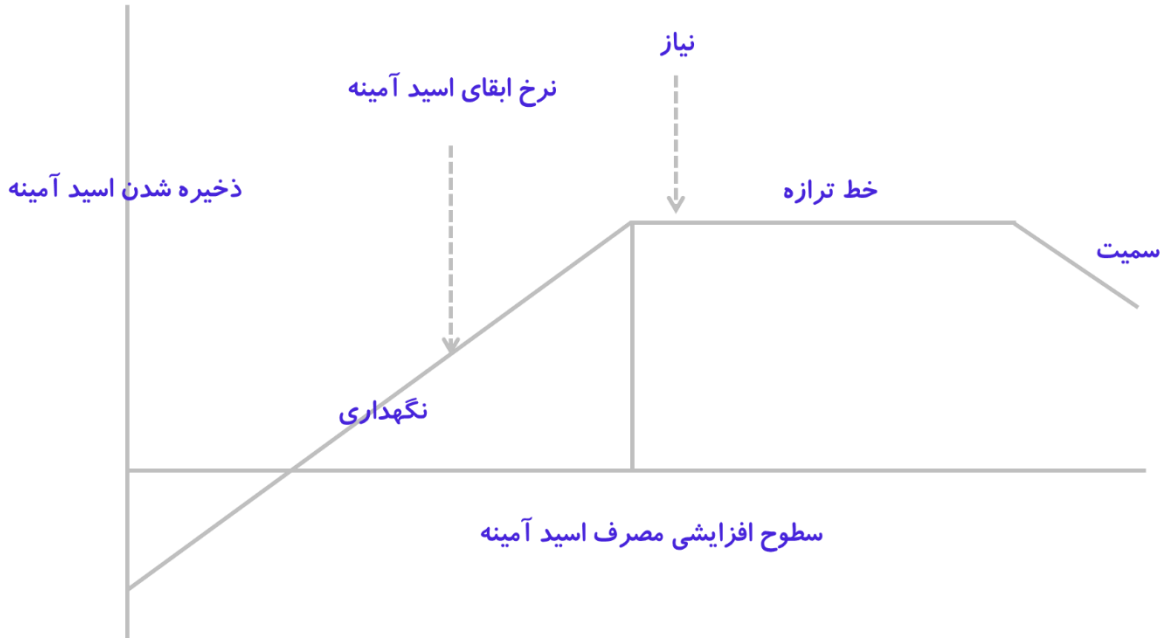
کمبود اسیدهای آمینه

کمبود شدید یک اسید آمینه خود را به شکل کاهش مصرف خوراک و رشد آشکار می‌کند. کاهش مصرف خوراک چند ساعت بعد از ارائه خوراک مواجه با کمبود، به دلیل برهم خوردن سطوح اسیدهای آمینه در پلاسما و بافت‌ها (مخزن اسید آمینه)، بروز می‌کند. این کاهش اشتها به منظور جلوگیری از مصرف خوراک مواجه با کمبود شدید اسید آمینه به کار گرفته می‌شود. کمبود متوسط یک اسید آمینه موجب کاهش مصرف خوراک می‌شود و نیز ممکن است موجب برهم خوردن تناسب ذخیره بافت‌های لخم و چربی گردد. کمبودهای حاشیه‌ای ممکن است باعث کاهش وزن نشود، اما می‌تواند اثر خود را به شکل افزایش چربی لاشه بروز بدهد. اغلب کمبود چندروزه یک اسید آمینه با ارائه جیره حاوی سطوح کافی آن در روزهای

جدول ۴–۶: ضرایب قابلیت هضم ایلئومی استانداردشده برای طیور (برگرفته از اوونیک دگوسا، ۲۰۱۰)

	لیزین	متیونین	ترئونین
گندم	۸۶	۹۱	۹۷
ذرت	۹۲	۹۴	۸۵
سبوس گندم	۷۳	۸۰	۸۴
سویای پرچرب اکسترووده	۸۷	۸۸	۸۲
کنجاله پنبه‌دانه	۶۵	۷۲	۶۸
کنجاله آفتابگردان	۸۷	۹۲	۸۲
کنجاله سویا (روغن‌گیری با حلال)	۹۰	۹۱	۸۵
کنجاله سویا (روغن‌گیری مکانیکی)	۹۰	۹۱	۸۵
پودر ماهی	۸۶	۸۶	۸۰
پودر گوشت و استخوان	۶۹	۷۲	۶۲

بعدی جبران می‌شود و اثر دائمی بر وزن نهایی بدن نخواهد داشت. طولانی‌تر شدن زمان کمبود موجب تاخیر در رسیدن به وزن بلوغ و اغلب باعث توقف دائمی رشد می‌شود. در پرنده بالغ، کمبود اسید آمینه موجب افزایش کاتابولیسم خالص پروتئین‌های بدن به ویژه در ماهیچه اسکلتی و ایجاد تعادل منفی ازت می‌شود. در موارد شدید، افت وزن بدن به ۶ تا ۷ درصد در روز می‌رسد. در واقعیت، پرنده قبل از رسیدن به این وضعیت می‌میرد، زیرا احتمالا فراهمی انرژی نیز محدود می‌شود. کمبود متوسط و شدید ممکن است آغاز تخم‌گذاری را به تاخیر بیندازد یا به طور کامل مانع از تخم‌گذاری شود. در مرغ‌های تخم‌گذار بالغ، تولید توده‌ای تخم‌مرغ (حاصل‌ضرب درصد تولید و وزن تخم‌مرغ) کاهش خواهد یافت. در پرنده‌های مادر، این شرایط باعث کاهش باروری و جوجه‌درآوری می‌شود. مشخص شده است که کمبود حاشیه‌ای متیونین موجب کاهش اندازه تخم بدون تاثیر بر تعداد تخم می‌شود.



شکل ۴–۶: پاسخ طیور به سطوح افزایشی مصرف اسید آمینه

کمبود عمومی اسیدهای آمینه می‌تواند باعث آسیب‌هایی مثل ساییدگی و خمیدگی پرها شود. کمبود اسیدهای آمینه علائم پاتولوژیک ویژه دیگری ایجاد نمی‌کند و تشخیص آن دشوار است.

عدم تعادل و آنتاگونیسم اسیدهای آمینه

بیشبود برخی از اسیدهای آمینه در جیره می‌تواند استفاده از اولین اسید آمینه محدودکننده را کاهش بدهد. هنگامی که پاسخ عمومی است و تا حد زیادی به صورت کاهش اشتها جلوه می‌کند، گفته می‌شود که **عدم تعادل** وجود دارد. اغلب جیره‌ای که سطح اولین اسید آمینه محدودکننده آن بسیار پایین باشد با عدم تعادل مواجه خواهد بود. معمولا این حالت در سطوح پایین پروتئین برجسته‌تر است. گاهی افزایش سطح یک اسید آمینه مشخص نیاز به اسید آمینه دیگری را که از نظر متابولیکی به یکدیگر شباهت دارند بالا می‌برد، در این حالت گفته می‌شود که **آنتاگونیسم**[1]

وجود دارد. برای مثال، سطوح بالای لوسین یا والین استفاده از ایزولوسین را کاهش می‌دهند. پرنده‌ها به آنتاگونیسم لیزین-آرژنین نیز حساس هستند که در آن بیشبود لیزین فعالیت آرژیناز کلیوی را بالا می‌برد و اکسیداسیون آرژنین را افزایش می‌دهد.

سمیت اسیدهای آمینه

اگرچه معمولا سطوح نسبتا بالای پروتئینی که تعادل مناسبی داشته باشد به خوبی تحمل می‌شود، اما سطوح (مصرف) خیلی بالای پروتئین می‌تواند منجر به کاهش رشد، کاهش چربی بدن، افزایش سطح اسید اوریک در خون و نقرس احشایی[2] شود. سطوح بالای یک اسید آمینه واحد در مقایسه با کل پروتئین اثر شدیدتری دارند. متیونین سمی‌ترین اسید آمینه است و در سطوح ۳ تا ۴ برابر حد نیاز باعث کاهش رشد و مصرف خوراک می‌شود.

1. Antagonism
2. Visceral gout

نکات کلیدی

۰۱
اسیدهای آمینه اجزای اصلی بافت‌های حیوانی هستند. از نظر ساختاری، آنها به عنوان واحدهای سازنده پروتئین شناخته می‌شوند.

۰۲
پروتئین دومین جزء گران‌قیمت جیره طیور است.

۰۳
پروتئین خام شکلی از اندازه‌گیری ازت خوراک است و به طور گسترده به عنوان شاخص مقدار پروتئین به کار می‌رود.

۰۴
متخصصین تغذیه حیوانات غالبا به مقدار اسید آمینه جیره و نه ضرورتا مقدار پروتئین آن توجه دارند؛ اما باید اطمینان حاصل کرد که مقدار کافی از اسیدهای آمینه غیرضروری نیز در جیره وجود داشته باشد. این مفهوم با نام پروتئین ایده‌آل شناخته می‌شود.

۰۵
معمولا متخصصین تغذیه از مقدار لیزین یا به طور دقیق‌تر لیزین قابل‌دسترس جیره به عنوان شاخص اندازه‌گیری کیفیت یا مقدار پروتئین جیره استفاده می‌کنند.

۰۶
تعادل اسیدهای آمینه نسبت به لیزین بسته به نوع بافتی که تشکیل می‌شود (یعنی بافت لخم و تخم‌مرغ) متفاوت است.

۰۷
ترکیب پروتئین ایده‌آل می‌تواند به صورت روزانه تغییر کند.

۰۸
نیاز نگهداری اسیدهای آمینه پایین و متفاوت از چیزی است که برای تولید بافت نیاز است. نیازها بر خلاف انرژی خطی هستند.

۰۹
نیاز اسیدهای آمینه برای رشد و تولید تخم بالا است و توسط نرخ مطلق تولید مشخص می‌شود.

۱۰
هیچ اسید آمینه‌ای برای حیوان مهم‌تر از سایر اسیدهای آمینه نیست. برخی از آنها بحرانی‌ترند از این نظر که ممکن است مقدار آنها در مواد خوراکی محدود باشد. برخی دیگر از آنها ضروری هستند به این دلیل که پرنده نمی‌تواند آنها را در بدن خود بسازد.

۱۱
پروتئین را می‌توان از منابع گیاهی، حیوانی و سنتتیک تامین کرد. قابلیت دسترسی اسید آمینه در مواد خوراکی مختلف متفاوت است و گاهی مقادیر اسیدهای آمینه حتی در محموله‌های مختلف یک ماده خوراکی نیز تفاوت دارد. اختلاف در مقدار اسیدهای آمینه با مقدار پروتئین رابطه خطی ندارد.

فصل ۵: ویتامین‌ها

ویتامین‌ها را می‌توان به این صورت تعریف کرد: عواملی که در مقادیر اندک مورد نیاز هستند و نبود آنها منجر به بروز بیماری‌های ناشی از کمبود می‌شود. اغلب این ترکیبات توسط سلول‌های حیوانی ساخته نمی‌شوند، اما برای نگهداری، رشد و تولیدمثل مورد نیاز هستند.

Biomin®

Naturally ahead

www.biomin.net

پولتری استار

سین بیوتیک اختصاصی طیور

مایکوفیکس سلکت

توکسین بایندر ۴ جزئی

مایکوفیکس پلاس

توکسین بایندر ۵ جزئی

بایومین ایمبو

سین بیوتیک

دایجستروم پی ای پی

محرک رشد و اشتها

بایوترونیک تاپ ۳

اسیدیفایر دان و دستگاه گوارش

بوتیرکس C۴

اسید بوتریک محافظت شده

ETOUK

شرکت افزودنی های ایتوک فردا (سهامی خاص)

نماینده انحصاری بایومین در ایران

آدرس : تهران، خیابان توحید، کوچه نادر، پلاک ۴، واحد ۳

تلفن : ۶۶۹۴۶۸۶۴ - ۶۶۹۴۹۳۷۵ - ۶۶۹۳۲۴۴۳

تلفکس : ۶۶۹۳۲۴۲۸ - ۶۶۹۳۸۹۱۱ - ۶۶۵۷۵۵۶۳

www.etoukfarda.com

info@etoukfarda.com

از فصل ۱ به یاد داریم که ویتامین‌ها گروهی از ترکیبات آلی هستند. به طور کلی، ویتامین‌ها را می‌توان به عنوان عوامل جیره‌ای تعریف کرد که حیوان به مقادیر اندکی از آنها نیاز دارد و فقدان آنها منجر به بروز بیماری‌های ناشی از کمبود می‌شود. اغلب این ترکیبات توسط سلول‌های بدن ساخته نمی‌شوند اما برای نگهداری، رشد و تولیدمثل مورد نیاز هستند. اگرچه جیره‌های آزمایشی مواجه با کمبود تمامی ویتامین‌های شناخته‌شده در تغذیه مرغ‌ها استفاده و علائم کمبود آنها مطالعه شده است، بیشتر آنها را می‌توان به چشم کنجکاوی‌های علمی نگاه کرد و ارائه جیره‌های تهیه‌شده از مواد خوراکی معمول به ندرت باعث بروز کمبود این ویتامین‌ها می‌شود. در این قسمت تنها ویتامین-هایی که نیاز آنها بالا و منابع آنها محدود است و امکان بروز کمبود آنها در شرایط عملی وجود دارد را مورد بحث قرار خواهیم داد. سیزده ویتامین وجود دارد که بیشتر اوقات برای حیوان ضروری در نظر گرفته می‌شوند. اینها در مقادیر و نسبت‌های متفاوتی در مواد خوراکی وجود دارند. برخی از ویتامین‌ها توسط میکروارگانیسم‌های دستگاه گوارش و یکی از آنها با تابش نور به پوست حیوانات تولید می‌شود، در حالی که بقیه به صورت صنعتی ساخته می‌شوند. با توجه به اینکه ویتامین‌ها ساختار شیمیایی مشخصی دارند، ویتامین‌های تولیدشده به صورت تجاری به همان ارزشمندی ترکیبات طبیعی یافت‌شده در منابع خوراکی هستند. دو گروه ویتامین شامل ویتامین‌های **محلول در آب** و **محلول در چربی** وجود دارد.

■ **نکته**

ویتامین‌های محلول در چربی می‌توانند در مخازن چربی بدن ذخیره شوند.

همه ویتامین‌های محلول در چربی به مقداری چربی برای متابولیسم نیاز دارند. آنها اغلب در گیاهان به صورت پیش‌ویتامین وجود دارند که در بدن حیوان به سرعت به ویتامین حقیقی تبدیل می‌شود. این ترکیبات به آسانی در سلول‌ها ذخیره می‌شوند و مقادیر مازاد آنها از راه مدفوع دفع می‌گردد. ویتامین‌های محلول در چربی عبارتند از:

- ویتامین A
- ویتامین D
- ویتامین E
- ویتامین K

■ **نکته**

حیوانات قادر به ذخیره ویتامین‌های محلول در آب نیستند و باید آنها را به صورت روزانه از طریق جیره خود دریافت کنند.

ویتامین‌های محلول در آب به طور عمده برای متابولیسم انرژی مورد نیاز هستند، اگرچه به طور فزاینده‌ای معلوم می‌شود که این ویتامین‌ها در متابولیسم پروتئین نیز نقش دارند. حیوانات به تامین همه ویتامین‌های محلول در آب (به جز ویتامین C) از طریق جیره نیازمند هستند. وقتی که ویتامین‌های محلول در آب در مقادیر بالاتر از نیاز در جیره وجود دارند، از طریق ادرار دفع می‌شوند. به جز ویتامین B_{12}، پرندگان قادر به ذخیره هیچ یک از ویتامین‌های محلول در آب نیستند؛ بنابراین، بسیار مهم است که پرنده سطح مناسب این ویتامین‌ها را به صورت روزانه دریافت نماید. استفاده از مقدار زیاد آنها به صورت یک‌بار در هفته تنها موجب اتلاف و دفع آنها به بستر می‌شود. دقیقا به این دلیل است که توصیه می‌شود هر فرد (انسان) روزانه یک قرص ویتامینی مصرف کند. ویتامین‌های مهم محلول در آب عبارتند از:

- تیامین (B_1)
- ریبوفلاوین (B_2)

- اسید پانتوتنیک
- نیاسین (اسید نیکوتینیک)
- ویتامین B_6 (پیریدوکسین)
- بیوتین
- اسید فولیک
- ویتامین B_{12}
- ویتامین C
- کولین

اهمیت اختلاف بین رده‌های ویتامین‌ها در پژوهش منتشر-شده توسط لیسون و سامرز (۲۰۰۵) به روشنی نشان داده شده است (جدول ۵-۱). هر یک از ویتامین‌ها به صورت واحد از جیره مرغ‌های مادر حذف شد و سپس ۱۵ هفته بعد مجددا به جیره اضافه شد. دو نکته جالب‌توجه بود. اول اینکه حذف هر ویتامین به تنهایی، به ویژه ویتامین‌های محلول در آب توانست اثرات قابل‌توجهی به جا بگذارد و دوم اینکه ۴ هفته بعد از اضافه شدن دوباره ویتامین‌ها، باروری به حالت عادی بازگشت، یعنی اینکه حذف ویتامین‌ها اثرات دائمی بر جا نگذاشت.

ویتامین‌های محلول در چربی

ویتامین A

ویتامین A حقیقی تنها در سلسله جانوران وجود دارد. پیش‌ساز آن کاروتن در مقادیر زیاد در سلسله گیاهان، به ویژه گیاهان سبز برگ‌دار، پودر یونجه و ذرت زرد یافت می‌شود. کاروتن به ویتامین A تبدیل می‌شود که می‌تواند در بدن و به ویژه در کبد ذخیره شود. پرنده‌های جوان کارایی کمتری برای این کار دارند و بنابراین، نیاز جیره‌ای آنها بالاتر است. فعالیت ویتامین A به صورت واحد بین‌المللی بیان می‌شود و سطح پیشنهادی آن در جیره‌ها از ۶۰۰۰ واحد بین‌المللی برای پرندگان بالغ تا ۱۵۰۰۰ واحد بین‌المللی برای جوجه‌های جوان متغیر است. ویتامین A برای توسعه طبیعی یا ترمیم بافت اپیتلیال مورد نیاز است و در نتیجه یکی از نخستین لایه‌های دفاعی در برابر بیماری‌ها است. چنانچه جیره حاوی سطوح ناکافی از ویتامین A باشد، علائم کمبود آن در سن ۲۰ روزگی شروع به نمود خواهند کرد. نرخ رشد کاهش می‌یابد، پرنده‌ها ضعیف و لاغر می‌شوند و پرهای ژولیده و راه رفتن نامنظم خواهند داشت. با ادامه این شرایط، چشم‌ها ملتهب می‌شوند (**گزروفتالمیا**[1]) و بینی ترشحات آبکی پیدا می‌کند. عارضه اخیر در پرندگان بالغ با عنوان **خناق** یا **خروسک تغذیه‌ای**[2] شناخته می‌شود که به شکل خروج ترشحات از چشم‌ها و سوراخ‌های بینی قابل‌مشاهده است. در کمبود-های حاشیه‌ای، ۶ هفته طول می‌کشد تا علائم کمبود بروز کنند و معمولا با عوارض عصبی همراه خواهند بود. در پرندگان بالغ، تولید تخم و جوجه‌درآوری کاهش پیدا می‌کند. در آزمایشات پس از مرگ، وجود تاول‌های چرکین در دهان، حلق و مری مشخص است و بلورهای اورات در کلیه‌ها و مجاری ادراری وجود دارد. مورد اخیر در پرندگان جوان متداول‌تر است. بلورهای اورات اغلب روی پرده‌های سروزی قلب، کبد، طحال و چین‌خوردگی-های بورس فابریسیوس یافت می‌شوند.

علائم عصبی مشاهده‌شده نتیجه تغییرات نابهنجار در سیستم‌های عصبی مرکزی و محیطی است، در حالی که سایر تغییرات نتیجه کراتینه شدن سلول‌های اپیتلیال است. کراتینه شدن سلول‌های اپیتلیال مجاری تنفسی، ادراری و گوارشی را متاثر می‌کند. ارزیابی میکروسکوپی اپیتلیوم به تشخیص کمبود کمک می‌کند. سمیت ویتامین A نیز پرنده‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد و موجب کاهش تولید تخم‌مرغ، ایجاد لکه‌های خونی و بی‌رنگ شدن زرده تخم می‌شود.

ویتامین A و پیش‌سازهای آن به سادگی توسط اکسیداسیون

---

1. Xerophthalmia
2. Nutritional croup

تخریب می‌شوند و نور و گرما این شرایط را تسریع می‌کند. در تابستان، خوراک مقادیر زیادی از ویتامین A خود را از دست می‌دهد و بسیار مهم است که در جای خنک و تاریک نگهداری شود. ویتامین A دارای خواص آنتی‌اکسیدانی است و اغلب برای جلوگیری از اکسیداسیون (فساد) به جیره‌های حاوی چربی بالا اضافه می‌شود.

سطوح بالای ویتامین A می‌تواند سمی باشد. مطالعه‌ای روی بلدرچین‌های بابوایت[1] مادر نشان داد که آنها به سطوح ویتامین A پاسخ می‌دهند و پاسخ آنها با افزایش سطوح ویتامین تا ۸۰۰۰ واحد بین‌المللی به طور یکنواخت بهبود می‌یابد و پس از آن بهبود کمتری مشاهده می‌شود. اما جالب است بدانیم که وقتی سطح ویتامین A به بالاتر از ۱۲۰۰۰ واحد بین‌المللی رسید، باروری و جوجه‌درآوری کاهش یافت.

ویتامین D

شکل‌های مختلفی از ویتامین D وجود دارد که مهم‌ترین آنها برای طیور ویتامین D_3 است. این ویتامین به جذب کلسیم و فسفر از دستگاه گوارش کمک می‌کند و از این رو مقادیر این مواد معدنی را برای توسعه استخوان و پوسته تخم‌مرغ افزایش می‌دهد. در شرایط طبیعی، اشعه فرابنفش بر پیش‌ساز این ویتامین که توسط پرنده تولید می‌شود، اثر می‌گذارد و آن را به ویتامین D تبدیل می‌کند. برآورد می‌شود که برای سنتز مقادیر کافی از ویتامین D نیاز است که پرنده‌ها تنها به مدت ۱۵ دقیقه در روز در معرض نور خورشید قرار بگیرند. وقتی که حیوانات در محیط بسته نگهداری می‌شوند، این امر میسر نخواهد بود و پرنده باید ویتامین D را از طریق جیره دریافت کند. ویتامین D بر خلاف ویتامین A تا حدودی پایدار است. ویتامین D نیز بر حسب واحد بین‌المللی اندازه‌گیری

> **نکته**
> ویتامین‌های محلول در چربی آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی قدرتمندی هستند.

می‌شود و سطح توصیه معمول آن ۱۵۰۰ تا ۳۵۰۰ واحد بین‌المللی است، اگرچه شرکت‌های بزرگ اصلاح‌نژاد سطوح بالای ۵۰۰۰ واحد بین‌المللی به ازای هر کیلوگرم جیره را توصیه می‌کنند. قوانین اروپایی نیز حداکثر استفاده از همین مقدار را مجاز شمرده است.

علامت معمول کمبود ویتامین D بروز **ریکتز**[2] است که بر اثر کلسیمی شدن ناکافی اتفاق می‌افتد. منقار و استخوان‌ها نرم و لاستیک‌مانند و برجستگی‌های مهره‌مانند در محل اتصال دنده‌ها به ستون فقرات نمایان می‌شود، پنجه‌ها بیرون‌زدگی پیدا می‌کنند، رشد عقب می‌افتد و ممکن است پاها حالت کمانی پیدا نمایند. در حیوانات بالغ، پوسته تخم‌مرغ نازک می‌شود، جوجه‌درآوری کاهش پیدا می‌کند و ممکن است تولید تخم‌مرغ به طور کامل متوقف شود. یکی از علائمی که در ارزیابی پس از مرگ دیده می‌شود، بزرگ شدن غده پاراتیروئید است، چیزی که هنگام کمبود کلسیم یا فسفر دیده نمی‌شود. ویتامین D می‌تواند سمی باشد، اما تنها در سطوح بالا، جایی که موجب برهم خوردن انتقال کلسیم و ضعف فعالیت قلب می‌شود. حالت اخیر با تجویز کورتیکوسترون قابل‌برگشت است.

سیستم‌های مدرن پرورش فشار زیادی بر اسکلت طیور تحمیل می‌کنند و افزایش مصرف ویتامین D یکی از راه‌هایی است که می‌تواند به رفع این مشکل کمک کند، گرچه ممکن است این روش همیشه یک راهکار منطقی نباشد. شرکت DSM یک محصول تجاری به نام *های-D*[3] (۲۵-هیدروکسی ویتامین D_3) تولید کرده که از ترکیبات حدواسط در متابولیسم ویتامین D است و نشان داده شده

---
1. Bobwhite quails
2. Rickets
3. Hy-D

که اضافه کردن آن به میزان ۵۰ میکروگرم در کیلوگرم به جیره ضخامت پوسته تخم‌مرغ را بهبود می‌دهد.

ویتامین E

ویتامین E برای فعالیت مناسب سلول‌ها و تولید خون ضروری و بخشی از سیستم آنزیمی بدن حیوانات است. به علاوه، این ویتامین یک آنتی‌اکسیدان قوی است. در دستگاه گوارش ویتامین A را محافظت می‌کند و درون بدن در داخل و خارج سلول‌ها فعالیت می‌کند. این ویتامین اغلب به منظور جلوگیری از اکسیداسیون به جیره‌های حاوی چربی بالا افزوده می‌شود. برخی از اعمال ویتامین E می‌تواند توسط سلنیم و دیگر آنتی‌اکسیدان‌ها و اسیدهای آمینه متیونین و سیستین انجام شود. نیاز آن با توجه به اثرات متقابل آن با مواد مغذی مذکور متفاوت است، اما معمولا در سطوح بین ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ واحد بین‌المللی در کیلوگرم به جیره‌ها اضافه می‌شود.

این ویتامین در شرایط عادی پایدار است اما در حضور چربی‌های غیراشباع به سرعت تخریب می‌شود. چنانچه جیره‌ای با کمبود سلنیم مواجه و یا حاوی مقادیر بالای چربی‌های اکسیدشده (مانند ماهی فاسد) باشد، نیاز به ویتامین E افزایش می‌یابد. DSM پیشنهاد می‌کند، وقتی که سطح چربی جیره از ۳ درصد بالاتر می‌رود، ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم ویتامین E مازاد به ازای هر ۱ درصد چربی نیاز خواهد بود تا زمانی که سطح چربی به حداکثر ۱۰ درصد برسد. جیره‌هایی که غلات استفاده‌شده در آنها به شکل مرطوب ذخیره‌شده (با یا بدون اضافه کردن اسید پروپیونیک) و یا هنگام ذخیره حرارت دیده‌اند ممکن است با کمبود ویتامین E مواجه باشند. سه اختلال بارز زیر را می‌توان به کمبود ویتامین E نسبت داد:

- انسفالومالاشیا[1]
- تراوش آب زیرپوستی[2]
- تحلیل عضلانی[3]

لازم به ذکر است که یک سری تغییرات جیره‌ای، مستقل از ویتامین E می‌تواند از هر یک از این اختلالات یا بیماری‌ها جلوگیری کند، بدون آنکه بر دیگری تاثیر داشته باشد. برای مثال، آنتی‌اکسیدان‌های سنتتیک از انسفالو-مالاشیا، سلنیم از تراوش آب زیرپوستی و سیستین از تحلیل عضلانی جلوگیری می‌کند. همچنین ویتامین E برای عملکرد تولیدمثلی طبیعی در مرغ‌ها و باروری خروس‌ها مورد نیاز است. انسفالومالاشیا به صورت افتادن به پشت در حالی که پاها باز، پنجه اندکی جمع و سر به سمت داخل بدن کشیده شده مشخص می‌گردد. عدم تعادل در راه رفتن در مراحل اولیه قابل‌مشاهده است. جراحاتی در سطح مخچه ملاحظه می‌گردد. تراوش آب زیرپوستی در فصل ۶ بحث خواهد شد. خیز (تجمع مایعات) مشاهده‌شده در این عارضه ناشی از افزایش نفوذپذیری مویرگ‌ها است. تحلیل عضلانی به صورت از بین رفتن فیبرهای ماهیچه‌ای به ویژه در ناحیه سینه بروز می‌کند. برخی از سلول‌های خونی (ائوزینوفیل‌ها و لنفوسیت‌ها) ماهیچه را مورد حمله قرار می‌دهند. پرنده‌های بالغ هیچ یک از این علائم را بروز نمی‌دهند. در پرنده‌های بالغ بیضه‌ها تحلیل می‌روند و جوجه‌درآوری کاهش می‌یابد. کاهش جوجه‌درآوری اساسا به دلیل تاخیر در رشد و تمایز و عدم کارکرد صحیح سیستم گردش خون در مراحل اولیه جنینی اتفاق می‌افتد.

ویتامین K

ویتامین K (منافتون[4])، ویتامین ضد خونریزی، برای سنتز پروترومبین مورد نیاز است. پروترومبین از ترکیبات

1. Encephalomalacia
2. Exudative diathesis
3. Muscular dystrophy
4. Menaphthone

ضروری برای انعقاد خون است. باکتری‌های دستگاه گوارش می‌توانند مقادیر کافی از ویتامین K برای تامین نیاز بدن تولید کنند، اما هنگام تغذیه محصولات عصاره‌گیری‌شده با حلال مانند کنجاله سویا یا دانه‌های کپک‌زده این اتفاق نخواهد افتاد. عوامل ضدمیکروبی مهارکننده باکتری‌های روده می‌توانند منجر به کمبود ویتامین K شوند. از این رو، اغلب این ویتامین در سطوح ۲ تا ۴ میلی‌گرم در کیلوگرم به جیره‌های طیور اضافه می‌شود. تغذیه جیره مواجه با کمبود این ویتامین باعث بروز **عارضه هموراژیک**[1] در جوجه‌ها می‌شود. خونریزی-های زیادی تقریبا در همه نقاط بدن به ویژه بال‌ها و پاها بروز می‌کند. این علائم در پرندگان بالغ نه اما در جوجه‌های تولیدشده توسط آنها بروز می‌کند.

ویتامین‌های محلول در آب

ویتامین B_1 (تیامین)

تیامین برای تحریک اشتها و تشکیل برخی از آنزیم‌های گوارشی ضروری است. این ویتامین تقریبا به فراوانی در دانه‌های غلات و پودر یونجه یافت می‌شود. محصولات حاوی تیامیناز (آنزیم تجزیه‌کننده تیامین) می‌توانند منجر به کمبود ویتامین B_1 شوند. علائم کمبود این ویتامین در **پلی‌نوریت**[2] که به شکل خواب‌آلودگی و لرزش سر بروز می‌کند به اوج خود می‌رسد. این علائم با کشیده شدن سر به سمت عقب، از دست رفتن اشتها و تشنج پرنده ادامه می‌یابد. در صورت اضافه شدن به جیره، تنها مقادیر اندکی (بین ۰/۵ تا ۳ میلی‌گرم در کیلوگرم) از این ویتامین استفاده می‌شود.

ویتامین B_2 (ریبوفلاوین)

ریبوفلاوین نه تنها به دلیل نقش آن در فرایندهای بدن، بلکه به خاطر مقادیر ناکافی آن در مواد خوراکی متداول باید به شکل سنتتیک به جیره‌ها اضافه گردد. ریبوفلاوین بخشی از یکی از مهم‌ترین کمپلکس‌های آنزیمی است که احتمالا همه سلول‌های زنده به آن نیاز دارند. این ویتامین در سطح ۳ میلی‌گرم در کیلوگرم به جیره مرغ‌های بالغ و در سطح ۶ میلی‌گرم در کیلوگرم به جیره جوجه‌های در حال رشد اضافه می‌شود. جیره مواجه با کمبود ریبوفلاوین منجر به **پیچ‌خوردگی و فلجی کلاسیک پنجه پا** می‌شود. شدت این اختلال می‌تواند از استراحت روی مفصل خرگوشی همراه با پیچ‌خوردگی ملایم پنجه‌ها تا راه رفتن روی مفصل خرگوشی به دلیل پیچ‌خوردگی پنجه به سمت داخل یا زیر پا متفاوت باشد. در موارد شدید کل پا فلج می‌شود. ممکن است علائم دیگری چون توقف رشد، اسهال و مرگ‌ومیر نیز مشاهده شود، اما احتمالا اینها عوارض ثانویه ناشی از عدم توانایی پرنده برای خوردن هستند که منجر به اسهال، کم شدن نرخ رشد و کاهش تولید پر می‌شود.

> ■ **نکته**
> پرندگان حساسیت شدیدی به کمبود ریبوفلاوین دارند و علائم کمبود آن به طور معمول در شرایط تجاری بروز می‌کند.

متناسب با شدت کمبود، تولید تخم به صورت منفی تحت تاثیر قرار می‌گیرد و جوجه‌درآوری کاهش پیدا می‌کند. علت کاهش جوجه‌درآوری مرگ‌ومیر جنینی است که به طور ثابت در روزهای ۴، ۱۴ و ۲۰ دوره جوجه‌کشی اتفاق می‌افتد. جنین‌ها دچار کوتولگی هستند و این حالت با **میکروملیا**[3] (استخوان‌های کوچک و غیرعادی بال‌ها و پاها) و تجمع نابهنجار مایعات در بدن آنها همراه می‌شود. کرک‌ها آشکار نمی‌شوند و به حالت پیچ‌خورده یا چماقی-

---
1. Hemorrhagic syndrome
2. Polyneuritis
3. Micromelia

شکل باقی می‌مانند. در موارد کمبود حاشیه‌ای، تصحیح جیره باعث برطرف شدن فوری علائم می‌شود. اما در موارد شدید، سیاهرگ‌های بازویی و سیاتیک به دلیل تحلیل غشای میلین به شکل برگشت‌ناپذیر بزرگ می‌شوند.

اسید پانتوتنیک

اسید پانتوتنیک در تشکیل پروتئین‌ها، متابولیسم انرژی و پروتئین و تولیدمثل دخالت دارد. این ویتامین تا حدودی ناپایدار است و در دانه‌های غلات، فرآورده‌های لبنی و پودر یونجه وجود دارد. علائم کمبود آن معمول نیست. نیاز آن در پرنده‌های جوان بالا (۱۲ میلی‌گرم در کیلوگرم) است. پرنده‌های بالغ نیاز کمتری دارند که در حدود ۴ میلی‌گرم در کیلوگرم است. کمبود این ویتامین باعث توقف رشد و افزایش ضریب تبدیل خوراک در جوجه‌های گوشتی و کاهش تولید و جوجه‌درآوری در مرغ‌های تخم-گذار و مرغ‌های مادر می‌شود. مرغ‌های مادر در مقایسه با مرغ‌های تخم‌گذار به اسید پانتوتنیک بالاتری نیاز دارند. رشد ضعیف و پرهای ژولیده و شکننده و نیز **پروزیس**[1] و مرگ‌ومیر در جوجه‌ها مشاهده می‌شود. احتمالا جراحاتی در گوشه دهان و نوک ایجاد می‌شود و پلک‌ها به خاطر ترشحات چشم‌ها به یکدیگر می‌چسبند. ترک‌ها و خراش-هایی روی پاها ایجاد و در مراحل بعدی ناهماهنگی عضلات باعث خمیدگی جانبی پاها می‌شود. تلفات جنینی در هفته اول دوره جوجه‌کشی متداول است و در جنین‌های زنده، پرها به شکل غیرطبیعی توسعه پیدا می‌کنند و نوک پایینی کوتاه می‌شود. **هیدروسفالی**[2] (تجمع مایعات در مغز) و بی‌رنگ شدن پرها از دیگر مشکلات احتمالی هستند.

نیاسین (اسید نیکوتینیک)

نیاسین در متابولیسم انرژی و پروتئین اهمیت دارد. حیوان قادر است نیاسین را از اسید آمینه تریپتوفان بسازد، اما کارایی آن بالا نیست. تحقیقات انجام‌شده روی طیور پیشنهاد می‌کند که ممکن است این ویتامین در فعالیت تولیدمثلی نقش داشته باشد (پستی و همکاران، ۲۰۰۵). مقدار نیاسین مواد خوراکی متداول پایین است و پرنده‌های جوان یا آنهایی که تحت تنش هستند نیاز نیاسین بالاتری دارند. پرندگان جوان ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و پرندگان بالغ ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم از این ویتامین نیاز دارند. جیره‌های مواجه با کمبود نیاسین تنها باعث کاهش نرخ رشد و یک عارضه مشخص به نام **زبان سیاه**[3] می‌شوند. در این عارضه کل حفره دهانی ملتهب می‌شود و به رنگ قرمز تیره در می‌آید. ممکن است علائم خیلی زود و در سن ۲ هفتگی بروز کند. در نتیجه این التهاب رشد متوقف می‌شود و مصرف خوراک به شدت تحت تاثیر قرار می‌گیرد. در موارد شدید ممکن است یک التهاب پوستی نیز بروز کند که در آن پوست یک حالت فلس‌مانند پیدا می‌کند. گاهی مفصل خرگوشی بدون دررفتگی تاندون بزرگ می‌شود. ارزیابی پس از مرگ تنها نشان‌دهنده التهاب حفره دهانی، زبان، حلق و مری خواهد بود. معمولا سطوح بالای نیاسین سمی نیست و حتی با افزایش زمان نگهداری خوراک در دستگاه گوارش جذب مواد مغذی را بهبود می‌دهد.

ویتامین B_6 (پیریدوکسین)

ویتامین B_6 در متابولیسم پروتئین، کربوهیدرات و چربی نقش ایفا می‌کند و بخشی از آنزیم‌های مختلف و شل‌کننده عضلات است. اغلب مواد خوراکی معمول حاوی مقادیر قابل-توجهی پیریدوکسین هستند و بنابراین علائم کمبود جیره-ای آن معمول نیست. قاعدتا جیره‌های مرسوم برخوردار از تعادل مناسب نباید موجب بروز کمبود پیریدوکسین شوند. این ویتامین در سطح ۲ تا ۴ میلی‌گرم در کیلوگرم

---
1. Prosis
2. Hydrocephalus
3. Black tongue

به جیره‌ها اضافه می‌شود. کمبود آن منجر به وقوع دامنه گسترده‌ای از علائم شامل رشد ضعیف، از دست دادن وزن، پرهای ژولیده و کاهش اشتها می‌شود. با ادامه کمبود، علائم پیشرفته‌ای شامل ضعف شدید، آویزان کردن پرها و گذاشتن سر روی زمین آشکار می‌شود. در نهایت لرزش و ارتعاش دم همراه با حرکات متناوب شدید دیده می‌شود. این علائم با چرت زدن و تشنج منجر به مرگ ادامه پیدا می‌کند. در مرغ‌های بالغ، کمبود پیریدوکسین باعث از دست رفتن اشتها، افت مصرف خوراک و وزن بدن، پایین آمدن تولید و کاهش جوجه‌درآوری می‌شود. معمولا مرگ تنها در کمبودهای طولانی‌مدت روی می‌دهد. مرگ‌ومیر جنینی در هفته دوم دوره جوجه‌کشی اتفاق می‌افتد.

بیوتین

بیوتین به مقادیر قابل‌توجهی در همه مواد خوراکی وجود دارد، ولی متاسفانه تنها نیمی از آن برای پرنده قابل‌دسترس است. این ویتامین در سویا و پودر یونجه یافت می‌شود، اما معمولا در سطوح بین ۰/۱ تا ۰/۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم به خوراک اضافه می‌شود. علائم بالینی کمبود بیوتین عبارت از کاهش اشتها، رشد ضعیف، پرهای شکننده، پوست فلسی و مرگ‌ومیر بالا است. التهاب پوست در گوشه‌های دهان، روی پا و ساق پا رخ می‌دهد. جوجه‌درآوری به شدت تاثیر قرار می‌گیرد، در حدی که ممکن است به صفر برسد. این حالت با مرگ‌ومیر بالای جنینی در هفته اول یا سه روز پایانی دوره جوجه‌کشی همراه است. جراحات مشاهده‌شده در جنین شامل کوتاه و خمیده شدن استخوان‌ها و منقار طوطی‌شکل است. بیوتین در **عارضه کبد و کلیه چرب**[1] نیز دخالت دارد که گاهی باعث تا ۳۰ درصد تلفات در جوجه‌های مواجه با کمبود بیوتین می‌شود. علائم بالینی کلاسیک کمبود بیوتین در حالت عادی ظاهر نمی‌شود، اما میزان چربی کبد و کلیه به طور قابل‌توجهی بالا می‌رود. حضور پروتئین باندکننده بیوتین باعث بروز کمبود این ویتامین می‌شود. ممکن است مایکوتوکسین‌ها[2] (سموم تولیدی کپک‌ها یا قارچ‌ها) با متابولیسم روده‌ای بیوتین تداخل کنند.

اسید فولیک

جیره‌های معمول به ندرت کمبود اسید فولیک دارند و در حالت عادی تنها ۰/۵ تا ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم از آن به جیره اضافه می‌شود. این ویتامین در رشد، تشکیل ماهیچه و تشکیل پرها نقش دارد. علائم کمبود آن عبارت از نرخ رشد پایین، رشد ضعیف پر و کم‌خونی است. مورد آخر به صورت کاهش در شمار گلبول‌های قرمز همراه با افزایش اندازه سلول و کاهش سطح هموگلوبین بروز می‌کند. لازم به یادآوری است که ممکن است برخی از ترکیبات ضد‌باکتریایی با میکروارگانیسم‌های روده تداخل و سنتز اسید فولیک را مختل نمایند. همچنین با توجه به نقشی که اسید فولیک در تشکیل پر ایفا می‌کند، کمبود آن در طیور باعث کاهش رنگیزه‌های پر می‌شود. در مرغ‌های مادر مواجه با کمبود اسید فولیک تولید و جوجه‌درآوری کاهش می‌یابد و اختلالاتی در تشکیل جنین به ویژه در نواحی نوک و ران روی می‌دهد.

ویتامین B_{12}

سیانوکوبالامین (ویتامین B_{12}) در سنتز پروتئین‌های بدن دخالت دارد. این ویتامین تقریبا به طور کامل در خوراک‌های دارای منشأ حیوانی و ماهی وجود دارد و از این نظر که تنها توسط میکروارگانیسم‌ها ساخته می‌شود منحصر‌به‌فرد است. غالبا نیاز این ویتامین از سنتز باکتریایی دستگاه گوارش یا منابعی چون خاک و فضولات تامین

---

1. Fatty liver and kidney syndrome
2. Mycotoxins

می‌شود. سنتز B_{12} توسط میکروارگانیسم‌ها به وجود یک منبع کبالت در جیره وابسته است. با وجود ساخت این ترکیب در دستگاه گوارش پرندگان، مقادیر آن خیلی پایین است و بنابراین جیره‌ها با سطوح ۰/۰۱ تا ۰/۰۳ میلی‌گرم در کیلوگرم از آن مکمل می‌شوند. فضولات پرنده منبع مناسبی از B_{12} هستند؛ بنابراین، پرنده‌های نگهداری‌شده در قفس بیشتر با احتمال کمبود آن مواجه هستند. کمبود ویتامین B_{12} موجب کاهش مصرف خوراک، افزایش ضریب تبدیل خوراک و افت افزایش وزن بدن در جوجه‌های در حال رشد می‌شود. بهره‌وری از پروتئین کاهش می‌یابد و با ادامه کمبود ممکن است علائم عصبی، مشکلات پردرآوری، ضعف ساق پا، پروزیس و **فرسایش سنگدان**[1] پدیدار شود. کمبود این ویتامین در گله‌های تخم-گذار موجب کاهش تولید و وزن تخم‌مرغ و در گله‌های مادر منجر به کاهش جوجه‌درآوری به علت مرگ‌ومیر جنینی در حدود روز ۱۷ دوره جوجه‌کشی می‌شود.

ویتامین C (اسید آسکوربیک)

ویتامین C در کلیه پرندگان بیوسنتز می‌شود و ساخت آن تحت اثر منفی عوامل تنش‌زا قرار می‌گیرد. علاوه بر این، عوامل تنش‌زا مصرف آن از راه خوراک را کاهش می‌دهند. در حالی که هیچ علامت خاصی ناشی از کمبود ویتامین C روی نمی‌دهد، مشخص شده است که سطوح بالای آن مرگ‌ومیر ناشی از کمبود ویتامین E و سلنیم را کاهش می‌دهد. این ویتامین علائم تنش، مخصوصا تنش گرمایی را با تولید گلوکوکورتیکوئیدها کاهش می‌دهد. سطوح بالای ویتامین C می‌تواند نرخ رشد را بهبود دهد و نیز به بهبود ضخامت و استحکام پوسته تخم‌مرغ کمک کند. کاهش سطوح هموگلوبین در پرنده‌های آلوده به کوکسیدیوز[2] باافزایش سطح استفاده از ویتامین C قابل‌پیشگیری است.

> **نکته**
> پرنده قادر به سنتز کولین است اما سویه‌های امروزی به مکمل کردن سطوح اضافی آن هم نیاز دارند.

کولین

کولین که قبلا با نام ویتامین B_4 شناخته می‌شد، یک افزودنی خوراکی ضروری است که در سال ۱۸۴۹ در صفرای گاو شناسایی شد و استفاده از آن به عنوان یک مکمل تغذیه‌ای از سال ۱۹۳۰ رواج یافته است. مشخص شده است که کولین به شکل کلرید یا سایر نمک‌ها مانند سیترات، آسیبی به حیوان وارد نمی‌کند. بسیاری اعتقاد دارند که کولین ویتامین نیست، زیرا برخی از حیوانات (مانند خوک-ها) می‌توانند به مقدار کافی کولین مورد نیاز خود را بسازند. کولین یک نقش متابولیک غیرضروری، به عنوان منبع ناپایدار گروه‌های متیل، در بدن ایفا می‌کند و در این نقش است که بتائین و متیونین می‌توانند به عنوان جایگزین کولین استفاده شوند: ۱ گرم بتائین می‌تواند جایگزین ۱/۵۷ گرم کولین کلرید شود (۷۵ درصد کولین)، در حالی که ۱ گرم متیونین می‌تواند یک‌سوم گروه‌های متیل را فراهم کند. هر دو نیاز ضروری (بخشی که فقط توسط کولین قابل انجام است) و غیرضروری (بخشی که توسط بتائین و متیونین نیز قابل انجام است) را می‌توان با مکمل کردن کولین کلرید به تنهایی تامین کرد. متیونین می‌تواند به عنوان پیش‌ساز کولین به کار گرفته شود. کولین از اجزای گران‌قیمت پیش‌مخلوط ویتامینی است که بین ۱۰ تا ۲۵ درصد هزینه را به خود اختصاص می‌دهد. این ترکیب نقش‌های کولین را در بدن به شرح ذیل تکمیل می‌کند:

- به عنوان جزئی از فسفولیپیدها.
- جلوگیری از پروزیس در جوجه‌های گوشتی.

---
1. Gizzard erosion
2. Coccidiosis

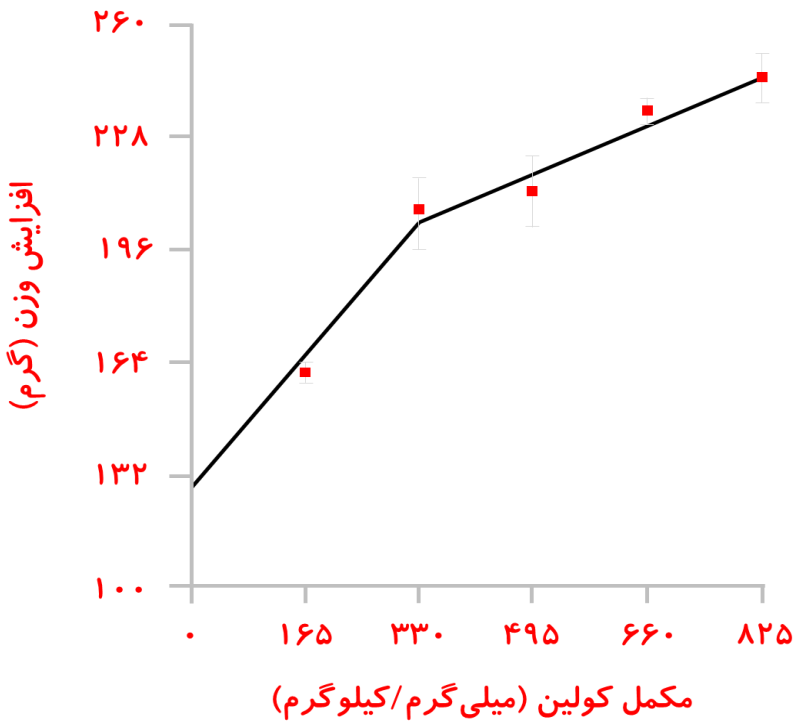
- در متابولیسم چربی در کبد - جلوگیری از تجمع غیر-طبیعی چربی.
- به عنوان پیش‌ساز استیل کولین، عامل انتقال ضربان‌ها در سیستم عصبی سمپاتیک.

اکثر مطالعات انجام‌شده در رابطه با نیاز کولین قدیمی هستند و جدیدترین آنها پژوهش انجام‌شده توسط امرت[1] و بیکر (۱۹۹۷) است. این محققین با استفاده از یک جیره مواجه با کمبود کولین در تغذیه جوجه‌ها از سن ۱۰ تا ۲۲ روزگی نشان دادند که سطوح افزایشی کولین کلرید تا ۱۱۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم یک پاسخ تقریبا خطی در مصرف خوراک ایجاد می‌کند (شکل ۵-۱). افزایش کولین کلرید تا ۲۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم موجب بهبود بیشتر افزایش وزن گردید، اما اثر آن کمتر بود. در مطالعه دوم، INRA (۱۹۹۷) پاسخ به مکمل جیره‌ای کولین کلرید (۰، ۴۰۰، ۸۰۰ و ۱۶۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) در جوجه‌های گوشتی رشدیافته تا وزن بازار را با استفاده از جیره‌های معمول ذرت-سویا ارزیابی کرد. ضریب تبدیل خوراک در سطح ۸۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم کولین به بهترین حد خود رسید. در این سطح جیره‌های آغازین و رشد به ترتیب حاوی ۲۱۰۰ و ۱۹۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم معادل کولین کلرید بودند. این سطوح متناسب با سطوح استفاده‌شده توسط امرت و بیکر (۱۹۹۷) است.

امکان استفاده از بتائین به عنوان جایگزین کولین در جیره جوجه‌های گوشتی وجود دارد، اما دیلگر[2] و همکاران (۲۰۰۷) دریافتند که بتائین تنها می‌تواند در جیره‌هایی جایگزین کولین شود که حاوی یک حداقل کولین باشند. قبل از آنکه انتظار داشته باشیم پرنده‌ها به بتائین پاسخ بدهند باید نیاز ضروری کولین تامین شود. در مرغ‌های تخم‌گذار، کولین برای تشکیل فسفولیپید لیستین از اجزای تشکیل‌دهنده زرده استفاده می‌شود. عواملی مانند سن (نیازها با افزایش سن کاهش می‌یابند)، مصرف خوراک، سطح پروتئین و یا سطح متیونین جیره نیاز کولین مرغ‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد. وقتی که جیره سطح پروتئین پایینی دارد و یا سطح کل اسیدهای آمینه گوگرددار آن حاشیه‌ای است، پاسخ به هر دو مکمل متیونین و کولین روی می‌دهد. در حالی که هر دو ماده مغذی می‌توانند تولید تخم‌مرغ را افزایش بدهند، به نظر می‌رسد که در این شرایط تنها متیونین است که اثر مثبتی بر وزن تخم‌مرغ به جا می‌گذارد (کشاورز و آستیک[3]، ۱۹۸۵). توصیه حال حاضر NRC[4] (۱۹۹۴) برای سطح مجاز کولین در مرغ‌های تخم‌گذار پوسته سفید ۱۰۵ میلی‌گرم در روز و برای مرغ‌های تخم‌گذار پوسته قهوه‌ای ۱۱۵ میلی‌گرم در روز است. در مصرف خوراک ۱۰۰ و ۱۱۰ گرم در روز، این مقادیر معادل غلظت جیره‌ای حدود ۱۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم کولین می‌باشد. هارمز[5] و همکاران (۱۹۹۰) نتیجه‌گیری کردند که فراهم نمودن گروه‌های متیل متابولیک از طریق کولین گزینه ارزان‌تری در مقایسه با متیونین جیره است. جیره مرغ‌های تخم‌گذار باید حاوی مقادیر کافی از کولین برای فراهم کردن ۱۱۸ میلی‌گرم به ازای هر مرغ در روز یا ۱۱۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم از این ماده مغذی باشد. احتمالا این مقادیر تنها اندکی بالاتر از مقادیری هستند که توسط مواد خوراکی مرسوم مورد استفاده در جیره‌های تجاری تامین می‌شود و بنابراین، بحث زیادی پیرامون این مساله وجود دارد که آیا اصلا نیازی به مکمل کردن جیره با کولین کلرید وجود دارد؟ سطح تجاری توصیه‌شده کولین بین ۱۲۰۰ تا ۱۴۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره است (برای مثال، لیسون و سامرز، ۲۰۰۵). با فرض اینکه جیره پایه حاوی ۱۰۰۰

---

1. Emmert
2. Dilger
3. Keshavarz and Austic
4. National Research Council (US)
5. Harms



شکل ۵–۱: افزایش وزن به عنوان تابعی از سطح مکمل کولین برای جوجه‌های گوشتی با وزن اولیه ۱۳۰ گرم و تغذیه‌شده برای یک دوره ۱۲ روزه (امرت و بیکر، ۱۹۹۷)

میلی‌گرم در کیلوگرم کولین باشد، سطح مکمل کولین باید بین ۲۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم باشد.

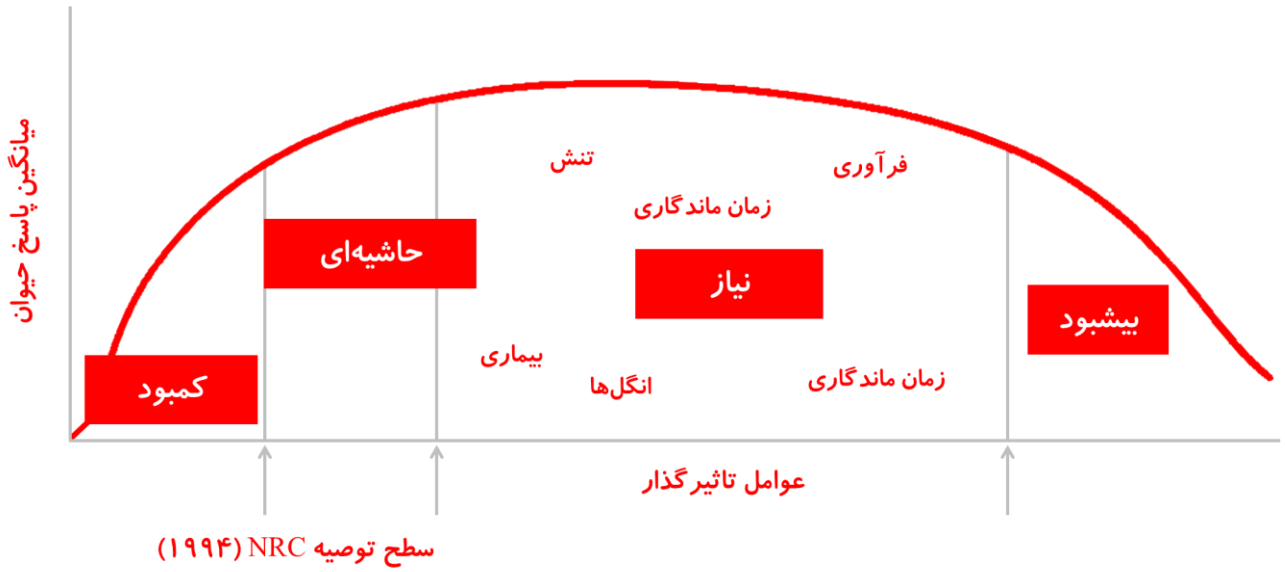
> **نکته**
> مواد خوراکی حاوی مقدار کمی ویتامین قابل-دسترس هستند و کل نیاز آنها به صورت مکمل به جیره افزوده می‌شود.

تغذیه عملی ویتامین‌ها

تعیین سطح مکمل ویتامین‌ها در جیره‌های حیوانات از موضوعات مورد بحث متخصصین تغذیه است. مشخص شده است که مواردی مانند مرحله زندگی (سطح تولید)، تنش، آلودگی‌های انگلی و بیماری‌های عفونی نیاز پرنده‌ها را تا حد زیادی افزایش می‌دهند. به علاوه، فرآیندهای عمل‌آوری مانند پلت کردن و مدت زمان باقی ماندن یک محصول در انبار نیز مهم هستند. در مورد تامین ویتامین‌ها برای حیوانات دو عقیده وجود دارد:

- نیاز – که عبارت است از سطحی که حیوان را در وضعیت سلامتی خوبی قرار می‌دهد و باید نیازهای نگهداری و تولید را تامین کند.
- سطح مجاز روزانه – که در آن نیاز آنقدر افزایش می‌یابد تا یک حاشیه اطمینان برای اختلافات در قابلیت دسترسی، اتلاف ایجادشده در زمان انبارداری، مخلوط شدن نامناسب، وضعیت سلامتی زیر حد طبیعی، اتلاف در حین فرآوری و شرایط تنش‌زا در نظر گرفته شود.

روند اخیر به این شکل بوده است که سطوح بالاتری از ویتامین‌ها استفاده شود، زیرا نتایج به‌دست‌آمده در مطالعات متعددی نشان‌دهنده اثرات مطلوب این سطوح بر عملکرد تولیدی بوده است. عواملی که نیاز حیوانات به ویتامین‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهند، نقش مهمی در تغذیه آنها به جای می‌گذارند. شکل ۵–۲ این عوامل و نیازهای NRC (۱۹۹۴) را نشان می‌دهد.



شکل ۵–۲: تغذیه بهینه ویتامین برای حیوانات در شرایط تجاری (برگرفته از DSM، بدون تاریخ)

> ■ **نکته**
> تنش ناشی از سیستم‌های جدید تولید باعث می‌شود که سطوح استفاده از ویتامین‌ها در تهیه پیش‌مخلوط‌ها بسیار بالاتر از حداقل سطوح نیاز آنها باشد.

در سال ۱۹۹۳، بررسی گسترده‌ای برای مشخص کردن سطح واقعی استفاده از ویتامین‌ها توسط متخصصین تغذیه در صنعت پرورش جوجه‌های گوشتی ایالات متحده انجام شد. نتایج این بررسی آشکار ساخت که در شرایط تجاری، جیره‌های جوجه‌های گوشتی با ۲ تا ۱۰ برابر نیاز NRC (۱۹۸۴) مکمل می‌شوند. وارد[1] (۱۹۹۳) آزمایشی را به منظور ارزیابی این سطوح مکمل بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در سطوح مختلف تنش ترتیب داد. پنج سطح مختلف مکمل استفاده و سطوح توصیه‌شده NRC (۱۹۸۴) به عنوان مقدار پایه منظور گردید. سه سطح تنش پایین، متوسط و بالا در نظر گرفته شد. این کار با تغییر کیفیت بستر، تراکم گله و چالش بیماری انجام گرفت. تعجب‌آور نبود که تنش عملکرد جوجه‌ها را کاهش داد. افزایش سطح مکمل ویتامینه عملکرد جوجه‌ها را در تمام سطوح تنش بهبود داد و بالاترین سودآوری در بالاترین سطح استفاده از مکمل به دست آمد. این نتایج به روشنی نشان داد که نیازهای ویتامینی NRC (۱۹۸۴) در شرایط پرورشی مدرن ناکافی هستند. پیوست A توصیه‌های ارائه‌شده برای سطوح ویتامین‌ها و مواد معدنی در همه رده‌های طیور را ارائه کرده است. تنش به وضوح اثری منفی بر نیاز ویتامینی پرندگان دارد؛ باعث می‌شود که پرندگان مصرف خوراک خود را کاهش بدهند و مصرف آب خود را بالا ببرند – این مورد در هنگام تنش گرمایی اتفاق می‌افتد. اثرات کوتاه‌مدت کاهش مصرف ویتامین به دلیل کاهش مصرف خوراک را می‌توان با اضافه کردن بسته‌های ضدتنش، که حاوی ترکیبی از ویتامین‌ها و الکترولیت‌ها هستند، به آب آشامیدنی برطرف کرد.

هنگام کمبود چند ویتامین، نظیر حالتی که در اثر اضافه نکردن پیش‌مخلوط ویتامینه به جیره اتفاق می‌افتد، کمبود ریبوفلاوین زودتر از سایر کمبودها جلوه‌گر خواهد شد. این مساله بیشترین تاثیر را روی مرغ‌های مادر به جا می‌گذارد، به طوری که جوجه‌درآوری ظرف ۳ تا ۴ هفته به سطحی بسیار پایین افت می‌کند. در آزمایشی که توسط

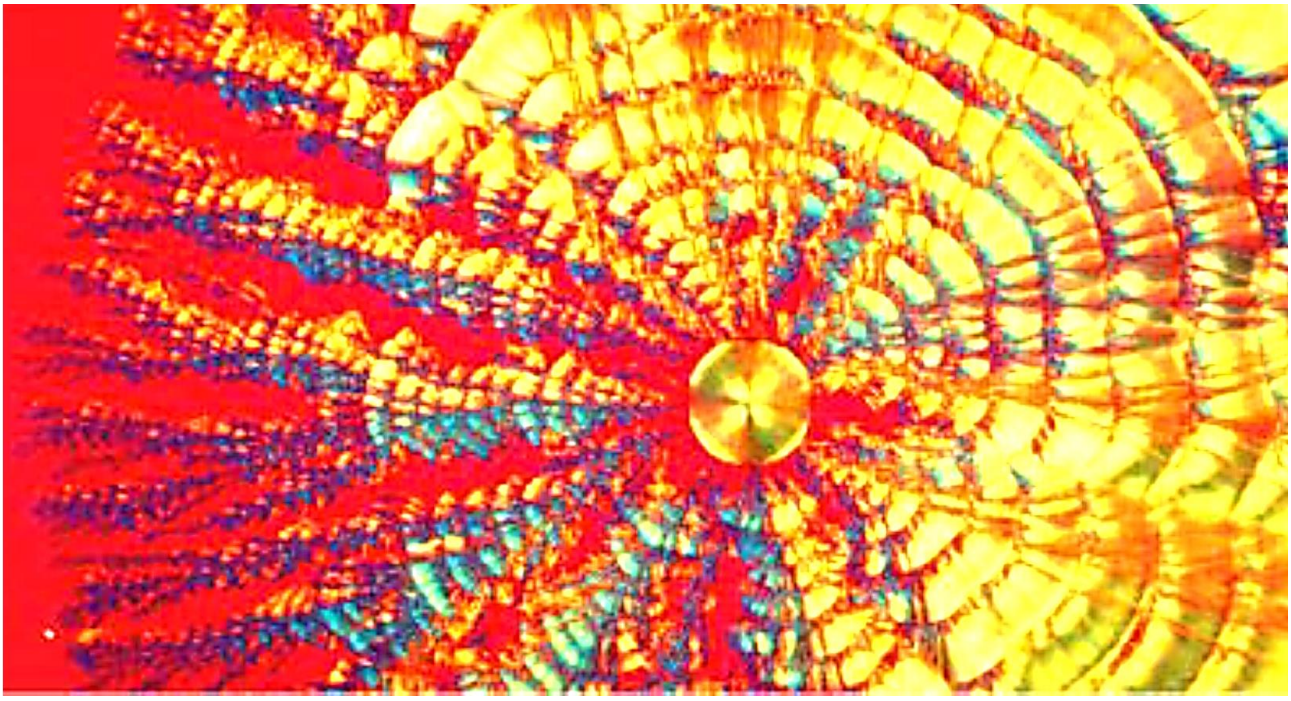
[1]. Ward

جدول ۵–۱: قابلیت جوجه‌درآوری (درصد تخم‌های بارور) تخم‌های تولیدی توسط مرغ‌های مادر نگهداری‌شده در قفس و محروم از مکمل ویتامینی (برگرفته از لیسون و سامرز، ۲۰۰۵)

مدت تغذیه (هفته)	شاهد (همه ویتامین‌ها)	بیوتین	ویتامین B_{12}	ویتامین E	اسید فولیک	نیاسین	پانتوتنات	ریبوفلاوین
۱	۹۵	۸۶	۹۷	۹۷	۹۷	۹۶	۹۴	۹۵
۳	۹۷	۸۳	۹۵	۸۴	۸۹	۸۷	۸۱	۵۵
۵	۹۸	*۶۳	۸۴	۶۷	*۳۰	۶۱	*۷۴	*۱۹
۷	۹۲	*۵۴	*۶۱	*۶۲	*۱۹	۶۹	*۲۶	*۱
۱۳	۸۸	۵۲	*۲۷	۹۵	*۳۸	۵۰	۵۴	*۰
†۱۵	۹۰	۹۶	*۲۱	۷۵	۷۰	*۳۸	۵۶	*۰
۱۷	۹۵	۹۰	*۵۰	*۵۸	۸۵	۶۱	*۴۰	*۵۷
۱۹	۹۷	۹۹	۹۹	۹۲	۹۹	۹۸	۹۷	۹۶

* اختلاف معنی‌دار با شاهد؛ † ویتامین‌ها مجددا ارائه شدند.

لیسون و سامرز (۲۰۰۵) گزارش شد (جدول ۵-۱)، ویتامین‌ها به مدت ۱۵ هفته از جیره حذف شدند و سپس مجددا جیره‌های عادی ارائه گردید. نتایج حاکی از آن بود که در مورد همه تیمارها جوجه‌درآوری ظرف ۴ هفته به حالت طبیعی برگشت. لازم به یادآوری است که بسیاری از مشکلات جوجه‌کشی (مانند گرم کردن کم یا زیاد ستر و هچر) موجب بروز علائمی مشابه با کمبود ویتامین‌ها می‌شوند. ثبت این رکوردها برای بررسی احتمالی در هنگام بروز مشکلات حائز اهمیت خواهد بود.



نکات کلیدی

۰۱

ویتامین‌ها عوامل تغذیه‌ای ضروری هستند که پرنده به مقادیر اندکی از آنها نیاز دارد.

۰۲

ویتامین‌ها یا محلول در چربی هستند که می‌توانند تا حدودی در بافت‌های چربی پرنده ذخیره شوند و یا محلول در آب هستند که پرنده قادر به ذخیره آنها نیست و باید به صورت روزانه تامین شوند.

۰۳

ویتامین‌های محلول در چربی از راه مدفوع در حالی که ویتامین‌های محلول در آب از طریق ادرار دفع می‌شوند.

۰۴

در عمل، کمبود اغلب ویتامین‌ها به ندرت اتفاق می‌افتد و موارد احتمالی بیشتر ناشی از مخلوط کردن نامناسب جیره و استفاده از خوراک‌هایی (یا به احتمال بیشتر پیش مخلوطی) هستند که تاریخ مصرف آنها گذشته باشد.

۰۵

اغلب تحقیقات در مورد نیازهای ویتامینی نیازمند به‌روزرسانی هستند. تنش ناشی از سیستم‌های مدرن پرورش باعث شده است که در عمل سطوح بسیار بالاتری از حداقل نیازهای پیشنهادشده در منابع استفاده گردد.

۰۶

به طور معمول فرض می‌شود که مواد خوراکی حاوی هیچ ویتامینی نیستند و همه نیاز این ترکیبات باید به طور کامل از طریق مکمل ویتامینی تامین گردد.

۰۷

هنگام خرید فرآورده‌های ویتامینه، هرگز یک محصول را بر مبنای ترکیبات موجود در آن ارزیابی نکنید؛ بلکه تناسب محصول باید بر اساس بخش‌های از قلم افتاده آن قضاوت گردد.

۰۸

در حالی که می‌دانیم کمبود ویتامین‌ها می‌تواند اختلالاتی را در جوجه‌های تفریخ‌شده ایجاد کند، باید یادآوری کرد که شرایط نامناسب جوجه‌درآوری نیز می‌تواند اثرات مشابهی داشته باشد.

۰۹

ویتامین‌ها بسیار مهم هستند، اما باید به خاطر داشت که درمان همه مشکلات نیستند، بلکه تنها حلقه‌ای از یک زنجیر هستند.

۱۰

سطوح مازاد برخی از ویتامین‌ها می‌تواند برای پرنده اثرات سمی داشته باشد.

پیش مخلوط‌های ویتامینه و مواد معدنی در انتهای فصل ۱۳ را نیز ببینید.

فصل ۶: مواد معدنی

مواد معدنی بخش غیرآلی جیره را تشکیل می‌دهند و هنگام سوزاندن خوراک در قسمت خاکستر قرار می‌گیرند. مواد معدنی به دو دسته تقسیم می‌شوند شامل مواد معدنی پرمصرف که نیازشان به صورت گرم به ازای هر پرنده در روز و مواد معدنی کم‌مصرف که نیازشان به صورت میلی‌گرم به ازای هر پرنده در روز یا کمتر از آن بیان می‌شود.

ADISSEO
A Bluestar Company

Microvit®
Vitamins for high performance

Rhodimet®
Powder or liquid Methionine to increase the feed potential

Rovabio®
The versatile enzyme

Selisseo®
The pure source of organic Selenium

Smartamine®
MetaSmart®
Methionine dedicated to ruminants

آرونا شرکت سهامی خاص

تهران، خیابان خرمشهر، خیابان عربعلی
خیابان ششم، شماره ۵۲، طبقه ۲
تلفن: ۸۸۷۶۷۷۷ فکس: ۸۸۵۱۲۹۵۶
info@arna-chemie.com

نکته

مقدار خاکستر جیره اطلاعات زیادی در مورد ترکیب مواد معدنی آن در اختیار ما نمی‌گذارد.

مواد معدنی اجزای غیرآلی جیره‌اند و بخش خاکستر خوراک را تشکیل می‌دهند. از بین ۱۰۹ عنصر شناخته-شده، ۲۶ تای آنها برای حیوانات ضروری هستند (ویرا[1]، ۲۰۰۸). مواد معدنی تنها بخش کوچکی از جیره حیوانات را در برمی‌گیرند، اما حیاتی هستند و باید مورد توجه قرار بگیرند. مواد معدنی جزئی جدایی‌ناپذیر و ضروری از همه بافت‌های بدن هستند، اما توزیع آنها در سرتاسر بدن یکنواخت نیست. اسکلت حاوی بخش عمده کلسیم و فسفر است، در حالی که پتاسیم به طور عمده در ماهیچه‌ها، آهن عمدتا در خون و سیلیکون بیشتر در پرها یافت می‌شود. به طور کلی، می‌توان گفت که اولین نقش آنها نقش کاتالیزوری در سیستم‌های آنزیمی سلولی است. آنها در این نقش دامنه گسترده‌ای از فعالیت‌ها را به انجام می‌رسانند. در این سیستم‌ها مواد معدنی به یک پروتئین متصل هستند و ساختاری واحد به نام متالوآنزیم ایجاد می‌کنند. برهمکنش ماده معدنی و پروتئین فعالیت کاتالیزوری را بهبود و نیز نرخ نوسازی پروتئین را کاهش می‌دهد.

منابع مواد معدنی

مواد معدنی یا از طریق مکمل‌ها و یا در قالب مواد خوراکی استفاده‌شده در جیره فراهم می‌شوند. بنابراین، مواد معدنی یا به شکل **نمک‌های غیرآلی** و یا به شکل **ترکیبات آلی** در اختیار حیوان قرار می‌گیرند. برخی از این ترکیبات آلی به شکل کیلات‌های محلول هستند. غلظت برخی از مواد معدنی پراهمیت موجود در مواد خوراکی متداول در جدول ۶-۱ آورده شده است. قابلیت دسترسی مواد معدنی موجود در مواد خوراکی تا حد قابل‌توجهی متغیر، اما به طور کلی کمتر از ۳۰ درصد است. این امر در درجه نخست به وجود یا شکل‌گیری کمپلکس‌های حائز حلالیت پایین در مواد گیاهی یا دستگاه گوارش طیور برمی‌گردد. سلنیم اغلب به شکل نمک‌های محلول یا ترکیبات آلی استفاده می‌شود و بنابراین قابلیت هضم آن بالاتر است. اغلب مواد معدنی کم‌مصرف از طریق مکمل به جیره اضافه می‌شوند. زیست‌فراهمی این مواد معدنی در انواع مختلف نمک‌ها تا حد قابل‌توجهی متغیر و مهم است که تنها از نمک‌های دارای قابلیت دسترسی بالا در پیش‌مخلوط‌ها استفاده شود. به عنوان یک قانون کلی، کربنات‌ها بالاترین قابلیت دسترسی را دارند و بعد از آن سولفات‌ها قرار دارند. اکسیدهای مواد معدنی پایین‌ترین قابلیت دسترسی را دارند، اما متاسفانه ارزان‌ترین شکل نیز هستند.

نکته

اثرات متقابل پیچیده‌ای بین مواد معدنی مختلف وجود دارد چه در مرحله جذب و چه در مرحله متابولیسم آنها.

جذب مواد معدنی

جذب مواد معدنی به طور عمده در قسمت بالایی روده کوچک اتفاق می‌افتد، اگرچه جذب از معده نیز در برخی از موارد گزارش شده است. سازوکار جذب انواع مواد معدنی متفاوت است. جذب مخاطی مس و روی توسط متالوتیونین[2] و پروتئین روده‌ای غنی از سیستین[3] میانجی‌گری می‌شود. کروم و سلنیم به صورت اشباع در می‌آیند، امری که بیانگر دخالت انتقال تسهیل‌شده در جذب آنها است. هر مطالعه‌ای در رابطه با تغذیه و

---

1. Vieira
2. Metallothionein
3. Cystine-rich intestinal protein

جدول ۶-۱: غلظت مواد معدنی در برخی از مواد خوراکی (برگرفته از بتال و همکاران، ۲۰۱۱)

منبع	کلسیم	فسفر	سدیم	مس	آهن	منگنز	سلنیم	روی
	(گرم/کیلوگرم)			(میلی‌گرم/کیلوگرم)				
ذرت	۰/۱	۲/۳	۰/۲	۲/۹	۲۵	۴/۵	۰/۰۸	۲۰
گندم	۰/۵	۴/۱	۰/۶	۱۰/۶	۵۰	۴۰	۰/۲۰	۳۴
کنجاله سویا	۳/۱	۶/۷	۰/۴	۱۵/۳	۱۷۱	۴۱	۰/۱۰	۴۸/۵
کنجاله آفتابگردان	۳	۱۲/۵	۲/۰	۱۵/۰	۵۰	۳۴	۰/۱۵	۵۰-۸۰
سبوس گندم	۱/۴	۱۱/۷	۰/۶	۱۰/۳	۱۷۰	۱۰۰	۰/۸۰	۹۵
پودر ماهی	۴۰	۲۸/۵	۸/۸	۹/۰	۲۲۶	۹	۲/۷۰	۱۰۰

متابولیسم مواد معدنی تحت تاثیر تداخل عناصر مختلف با یکدیگر و نیز برهمکنش آنها با دیگر اجزای خوراک با پیچیدگی مواجه می‌شود. چگونگی این پیچیدگی‌ها در شکل ۶-۱ به تصویر کشیده شده است. در مورد روی و مس و تا حد کمتری آهن، قابلیت دسترسی تحت تاثیر غلظت بالای مواد معدنی پرمصرف مانند کلسیم و فسفر کاهش می‌یابد. همچنین حضور سایر مواد مانند فسفات‌ها و تانن‌ها که موجب شکل‌گیری کمپلکس‌های نامحلول می‌شوند، قابلیت دسترسی این عناصر را کاهش می‌دهد. پروتئین‌ها، اسیدهای آمینه و اتیلن‌دی‌آمین‌تترااستیک اسید (EDTA[1]) اغلب کمپلکس‌های محلول‌تری تشکیل می‌دهند و از این رو، جذب مواد معدنی را تسهیل می‌کنند. ممکن است شکل‌های دیگری از برهمکنش نیز در سطح مخاط روی بدهد. کادمیم و مس، به خاطر رقابت برای اتصال به یک متالوتیونین واحد، جذب یکدیگر را کاهش می‌دهند. نشان داده شده است که ویتامین C اثر منفی بر جذب مس دارد، در حالی که جذب آهن و روی را افزایش می‌دهد. افزایش سطوح مصرف عناصر معدنی موجب افزایش خطی نرخ جذب مطلق آنها نمی‌شود. نرخ جذب با افزایش سطح عناصر معدنی در جیره کاهش می‌یابد که ناشی از کاهش حلالیت آنها در دستگاه گوارش و اشباع شدن مسیر جذب آنها است. به طور خلاصه، نرخ جذب عناصر معدنی تحت تاثیر ترکیبی از عوامل زیر قرار می‌گیرد:

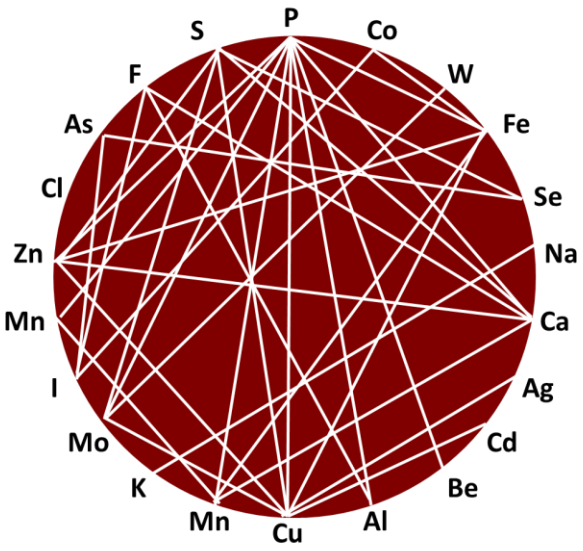
- قابلیت دسترسی عناصر معدنی جیره.
- سطح جیره‌ای عناصر معدنی.
- حضور اجزایی که قابلیت انحلال در مجرای روده را کاهش می‌دهند.
- رقابت برای اتصال به پروتئین‌های انتقال‌دهنده در مخلوط عناصر معدنی.

نیاز مواد معدنی

مواد معدنی باید در سطوح کافی برای انجام فعالیت آنزیمی مناسب، فعالیت ایمنی و توسعه اسکلت در جیره وجود داشته باشند. دسته‌بندی مواد معدنی ضروری به **پرمصرف** و **کم‌مصرف** به غلظت آنها در جیره حیوان بستگی دارد. به طور معمول، عناصر کم‌مصرف در سطح بالاتر از ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم در جیره وجود ندارند. نیاز حیوانات به هر ماده معدنی تحت تاثیر عوامل مختلفی از جمله اندازه، وضعیت فیزیولوژیک و شرایط محیطی قرار می‌گیرد. با افزایش پتانسیل ژنتیکی، طیور با مصرف خوراک کمتری به وزن بیشتری دست پیدا می‌کنند و این به معنای افزایش سطح عناصر معدنی در جیره است. نکته دیگری که باید در ذهن داشته باشیم، این است که حداکثر

[1]. Ethylenediaminetetraacetic acid

Cu	مس	P	فسفر
Mn	منگنز	Co	کبالت
K	پتاسیم	W	تنگستن
Mo	مولیبدن	Fe	آهن
I	ید	Se	سلنیم
Mg	منیزیم	Na	سدیم
Zn	روی	Ca	کلسیم
Cl	کلر	Ag	نقره
As	آرسنیک	Cd	کادمیم
F	فلوئور	Be	بریلیم
S	گوگرد	Al	آلومینیوم



شکل ۶–۱: برخی از اثرات متقابل شناخته‌شده بین مواد معدنی: اجزای آلی جیره نیز به شدت تغذیه مواد معدنی را تحت تاثیر قرار می‌دهند

سرعت رشد نسبی حیوانات با افزایش وزن بدن کاهش می‌یابد؛ بنابراین، نیاز به مواد معدنی با افزایش سن کاهش می‌یابد. این مساله در توصیه‌های انتشاریافته برای احتیاجات مواد معدنی لحاظ نشده است. شیوه استفاده از مواد معدنی در بدن در اثر برخی از عفونت‌ها و تنش‌ها تغییر می‌کند. تنش گرمایی می‌تواند موجب هدررفت مواد معدنی از طریق افزایش دفع آنها و بالا رفتن نیاز این ترکیبات شود. ادامه این فصل به شرح مواد معدنی مهم از منظر تغذیه‌ای اختصاص داده شده است. پیشنهاد شده است که بروز کوکسیدیوز در طیور سطح مورد نیاز مواد معدنی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. در مراحل حاد، جذب مس، روی و آهن در نتیجه آسیب به یکپارچگی سلول‌های مخاطی دئودنوم کاهش می‌یابد. عدم وجود یک ماده معدنی در جیره باعث بروز علائم کمبود آن می‌شود. بیشبود برخی از مواد معدنی می‌تواند موجب اختلالات متابولیک شود.

- **نکته**

کلسیم و فسفر پروتئین انتقال‌دهنده مشترکی دارند.

مواد معدنی پرمصرف

کلسیم و فسفر

کلسیم و فسفر مهم‌ترین عناصر معدنی پرمصرف و شایسته توجه ویژه‌ای هستند. اسکلت حاوی بیش از ۹۹ درصد کلسیم و حدود ۸۰ درصد فسفر بدن است. به علاوه، کلسیم و فسفر قبل و بعد از جذب از دستگاه گوارش با یکدیگر برهمکنش دارند. بیشبود مقادیر هر یک از این دو ماده معدنی با استفاده از دیگری تداخل می‌کند و به این دلیل است که این دو عنصر با یکدیگر مورد بحث قرار می‌گیرند. پیچیدگی بیشتر این است که نیاز هر دو عنصر تحت تاثیر ویتامین D قرار می‌گیرد. به طور کلی، نیاز کلسیم و فسفر با کاهش سطح ویتامین D افزایش می‌یابد و بالعکس.

تغذیه کافی کلسیم و فسفر در همه رده‌های حیوانی تحت تاثیر سه عامل مهم قرار می‌گیرد:

- وجود میزان کافی از هر یک از عناصر از یک منبع قابل‌دسترس در جیره.
- نسبت مناسب کلسیم به فسفر در جیره.
- وجود ویتامین D_3.

جیره‌های حیوانات به طور معمول حاوی مقدار بالایی از دانه‌های غلات هستند که مقادیر اندکی کلسیم و سطوح نسبتا بالایی فسفر دارند. چنانچه سطح کلسیم این جیره‌ها به شکلی افزایش داده نشود علائم کمبود آن بروز خواهد کرد. ناهمخوانی مصرف کلسیم و فسفر در حیوانات دریافت‌کننده دانه‌های غلات با توجه به غلظت این مواد معدنی در دانه‌های گندم و ذرت کاملا مشخص است (جدول ۶-۱). قبل از آنکه کلسیم بتواند توسط دستگاه گوارش حیوان جذب شود باید توسط اسید هیدرو-کلریدریک در پیش‌معده حل شود. جذب کلسیم جیره از دستگاه گوارش توسط انتشار ساده (هنگام نیاز پایین و یا سطح بالای کلسیم در جیره) یا فرآیندهای انتقال فعال وابسته به ویتامین D (هنگام نیاز بالا و مقدار پایین آن در جیره) صورت می‌گیرد. مواد مغذی متعددی با کلسیم برهمکنش می‌کنند که سطوح متناظر آنها باید هنگام تنظیم جیره مدنظر قرار بگیرد. سطوح بالای کلسیم می‌تواند با متابولسیم سایر مواد مغذی تداخل کند. به علاوه، کلسیم مازاد به صورت کمپلکس‌های کلسیم-فسفر دفع می‌شود که در حالت حاد می‌تواند باعث کمبود فسفر شود. از آنجایی که کریستال معدنی استخوان (**هیدروکسی آپاتیت**[1]) حاوی هر دو کلسیم و فسفر است، دفع سطوح بالای کمپلکس کلسیم-فسفر می‌تواند تشکیل **استخوان‌های مدولاری**[2] (منبع کلسیم) و **غشایی**[3] (ساختاری) را مختل کند. به طور مشابه، کمبود فسفر می‌تواند به متابولیسم کلسیم آسیب بزند.

> **نکته**
> منابع مختلف فسفر چه از نوع آلی و چه غیرآلی قابلیت‌های دسترسی متنوعی بروز می‌دهند.

مقادیر بالای نمک در جیره نیز می‌تواند با متابولیسم کلسیم تداخل کند. این مساله به خصوص در رابطه با سدیم منتج از نمک آب آشامیدنی صحت دارد که تاثیر آن بیشتر از سدیم حاصل از نمک جیره است. یون‌های سدیم برای دسترسی به یون‌های بی‌کربنات در غده پوسته‌ساز با کلسیم تداخل می‌کنند. دسترسی به یون‌های بی‌کربنات برای تولید پوسته تخم‌مرغ که عمدتا از بی‌کربنات کلسیم تشکیل شده، ضروری است. همه دانه‌های غلات و برخی از کنجاله‌های دانه‌های روغنی حاوی مقادیر قابل‌توجهی فسفر در شکل **فیتات**[4] هستند که حیوانات تک‌معده‌ای قادر به استفاده از آن نیستند. آنزیم فیتاز برای هیدرولیز فسفر فیتاته مورد نیاز است که حیوانات تک‌معده‌ای آن را ترشح نمی‌کنند [همان‌گونه که در فصل ۱۴ خواهیم داد، طیور قادر به ترشح فیتاز هستند و قابلیت‌انحلال پایین فیتات در محتویات روده است که مانع از فعالیت موثر این آنزیم می‌شود؛ مترجمین]. این مساله باید موقع تنظیم جیره آنها در نظر گرفته شود. تنها حدود یک‌سوم فسفر دانه‌ها برای حیوانات تک‌معده‌ای قابل‌دسترس است.

بهتر است قبل از وارد شدن به هرگونه بحثی در رابطه با تغذیه فسفر، اصطلاحات مورد استفاده در این حوزه را تعریف کنیم. رودهاسکورد[5] (۲۰۰۹) اعتقاد دارد که تا زمانی که ما نتوانیم در مورد روش توصیف نیاز فسفر طیور

---

1. Hydroxyapatite
2. Medullary bone
3. Cortical bone
4. Phytate
5. Rodehutscord

توافق کنیم، تنها پیشرفت اندکی در این حوزه خواهیم داشت. سیستم‌های مورد استفاده عبارتند از **فسفر غیرفیتاتی**[1] (که حاصل اندازه‌گیری شیمیایی است)، **فسفر قابل‌دسترس**[2] (که برآوردی از زیست‌فراهمی فسفر است) و **فسفر ابقاشده**[3] (که توسط CVB پیشنهاد شده است). فسفر ابقاشده با کسر بخشی از فسفر که از طریق مدفوع دفع می‌شود از مقدار کل این ماده مغذی محاسبه می‌گردد (فن‌درکلیس و بلوک[4]، ۱۹۹۷). اگرچه در گونه‌های مختلف با توجه به طول دستگاه گوارش، نرخ عبور و pH اختلافاتی در ابقای فسفر وجود دارد، سیستم فسفر ابقاشده به صورت گسترده در بسیاری از کشورها استفاده می‌شود. پلامستد[5] و همکاران (۲۰۰۷b) اختلاف بین سیستم‌های مختلف در یک جیره معمولی پرورش را مشخص کردند. کل مقدار فسفر برابر با ۰/۶۳ درصد بود. مقدار فسفر قابل‌دسترس برابر با ۰/۴ درصد، مقدار فسفر غیرفیتاتی برابر با ۰/۳۸ درصد و مقدار فسفر ابقاشده برابر با ۰/۳۶ درصد محاسبه شد (جدول ۶-۲). مقادیر فسفر ابقاشده برخی از مواد خوراکی در جدول ۶-۳ آورده شده است. مکمل‌های معدنی تجاری متنوعی به عنوان منبع فسفر برای مکمل کردن جیره حیوانات وجود دارد و قابلیت دسترسی

جدول ۶-۲: تعریف اصلاحات مورد استفاده در تغذیه فسفر و برخی از مقادیر نسبی آنها (پلامستد و همکاران، ۲۰۰۷b)

اصطلاح	تعریف	مقدار (گرم/کیلوگرم) و مقدار نسبی (درصد) در یک جیره پرورش متداول
فسفر کل	کل فسفر اندازه‌گیری‌شده در خوراک	۶/۳ (۱۰۰)
فسفر غیرفیتاتی	کل فسفر اندازه‌گیری‌شده منهای فسفر فیتاتی	۳/۸ (۶۰/۰)
فسفر قابل‌دسترس	قابلیت دسترسی فسفر با استفاده از آزمایشات نسبت شیب تعیین و نسبت به مونوکلسیم فسفات بیان می‌شود	۴/۰ (۶۳/۵)
فسفر ابقاشده	سیستم فسفر ابقاشده	۳/۶ (۵۷/۰)

جدول ۶-۳: ضرایب فسفر ابقاشده برای برخی از مواد خوراکی (فن‌درکلیس و بلوک، ۱۹۹۷)

	فسفر کل (گرم/کیلوگرم)	اینوزیتول فسفات (درصد)	قابلیت جذب فسفر (درصد از کل فسفر)
ذرت	۲/۸	۷۰	۳۰
کنجاله سویا	۶/۶	۷۰	۴۲
کنجاله آفتابگردان	۱۰/۹	۹۰	۲۷
سبوس گندم	۹/۳	۸۵	۲۷
پودر لاشه	۳۶/۴	-	۶۲
پودر ماهی	۲۳/۷	-	۷۴
مونوکلسیم فسفات	۲۱۰	-	۸۰

1. Non-phytate phosphorus (NPN)
2. Available phosphorus
3. Retained phosphorus
4. Blok
5. Plumstead

فسفر در هر یک از این مکمل‌ها را می‌توان به دو روش اندازه‌گیری کرد. زیست‌فراهمی را می‌توان به صورت قابلیت هضم ظاهری بیان کرد. زیست‌فراهمی نسبی را می‌توان با در نظر گرفتن یک ترکیب مانند مونوکلسیم فسفات یا دی‌کلسیم فسفات خالص به عنوان مرجع محاسبه کرد. این کار با استفاده از تکنیک نسبت شیب[1] انجام می‌شود (جدول ۶-۳).

با توجه به شکل شیمیایی، کیفیت منابع و تکنولوژی تولید فسفات‌های غیرآلی، اختلافاتی در قابلیت دسترسی فسفر آنها وجود دارد. مونوکلسیم فسفات و دی‌کلسیم فسفات دوآبه (معروف به دی‌کلسیم فسفات آبدار) که هر دو طی واکنش اسید فسفریک با سنگ آهک و اسید سولفوریک تولید می‌شوند، بالاترین قابلیت دسترسی را دارند. مخلوطی از این دو به عنوان مونوکلسیم فسفات در نظر گرفته می‌شود. دی‌کلسیم فسفات یک‌آبه که با استفاده از اسید هیدروکلریدریک تولید می‌شود، قابلیت دسترسی فسفر پایین‌تری دارد. ضعیف‌ترین محصول سنگ فسفات فلوئورزدایی‌شده است که استفاده از آن در سطح جهانی به عنوان منبع فسفر متداول‌تر (۸۰ درصد) است. در مقایسه با آن، مونوکلسیم فسفات تنها ۲۰ درصد استفاده دارد. با این حال، آگاهی از اثرات سودمند مونوکلسیم فسفات، بر مبنای زیست‌فراهمی بالاتر فسفر موجود در آن، باعث شده است که متخصصین تغذیه روزبه‌روز تمایل بیشتری به استفاده از این ترکیب پیدا کنند. بر مبنای سیستم هلندی فسفر ابقاشده، زیست‌فراهمی فسفر موجود در مونوکلسیم فسفات بین ۸۰ تا ۸۵ درصد و زیست‌فراهمی فسفر موجود در دی‌کلسیم فسفات خالص ۷۵ درصد خواهد بود. مقادیر زیست‌فراهمی نسبی در معادله ۶-۱ ارائه شده است:

به طور کلی، فسفر کامل‌تر از کلسیم جذب می‌شود، اگرچه سازوکار جذب آن هنوز به طور دقیق مشخص نشده است. مقدار فسفر جذب‌شده به سطح فسفر جیره، منبع فسفر، مقدار کلسیم جیره، نسبت کلسیم به فسفر، pH روده و اثر آنتاگونیستی سایر مواد معدنی مانند روی و مس بستگی دارد. به علاوه، استفاده از آنزیم فیتاز نیز اثر قابل‌توجهی بر نیاز کلسیم و فسفر پرنده‌ها دارد (به فصل ۱۴ مراجعه کنید). به منظور ساده کردن مطالعه نیازهای کلسیم و فسفر برای حیوانات در حال رشد، متخصصین تغذیه با یک نسبت ثابت بین این دو ماده معدنی کار می‌کنند.

نیازهای کلسیم و فسفر

ممکن است تصور کنید که شناخت ما از نیازهای کلسیم و فسفر کامل است، اما هرگز این‌طور نیست. آنجل (۲۰۱۱a) تحقیقات روی توصیه‌های کلسیم و فسفر را بررسی و گزارش کرد که صرف‌نظر از این واقعیت که جوجه‌های گوشتی در مقایسه با جوجه‌های یک دهه قبل یا پیش از آن سریع‌تر رشد می‌کنند، توافق نظر کمی در رابطه با نیاز کلسیم و فسفر در جوجه‌های امروزی وجود دارد. جدول ۶-۴ گستردگی اختلافات را نشان می‌دهد. روند به این شکل بوده که تنها اثر غلظت‌های استفاده‌شده این مواد مغذی در نظر گرفته شده است و عوامل مهمی چون مصرف واقعی ماده مغذی و سایر مواد مغذی مرتبط، منابع

معادله ۶-۱: قابلیت‌های دسترسی نسبی فسفات‌های خوراکی (رودهاسکورد، ۲۰۰۹)

→ دی‌کلسیم فسفات آبدار (۹۰ درصد) → مونوکلسیم فسفات (۱۰۰ درصد)

سنگ فسفات (۷۰ تا ۷۵ درصد) → دی‌کلسیم فسفات یک‌آبه (۸۵ درصد)

[1]. Slope ratio

مواد معدنی پرمصرف استفاده‌شده در جیره، عملکرد پرنده‌ها، غلظت‌های سایر مواد مغذی مانند ویتامین D و عناصر معدنی کم‌مصرف و وجود افزودنی‌های خوراکی مانند آنزیم‌ها تا حد زیادی نادیده گرفته شده است. آنجل (۲۰۱۱a) بیان می‌دارد که اغلب کارهای اخیر انجام‌شده روی کلسیم و فسفر بر استفاده از فیتاز در جیره تمرکز کرده‌اند و ما به ندرت می‌توانیم استنباطی از نیازهای واقعی کلسیم و فسفر و اثر فیتاز بر نیازهای کلسیم و فسفر در جوجه‌های گوشتی داشته باشیم. با توجه اثرات سودمند کاملا روشن استفاده از فیتاز بر هزینه جیره جوجه‌های گوشتی، مطالعات آتی روی نیاز کلسیم و فسفر جوجه‌های گوشتی باید فیتاز را به عنوان یک معیار در نظر بگیرند.

■ **نکته**

سطوح تامین کلسیم و فسفر در شرایط تجاری در تناقض با یافته‌های علمی است.

جوجه‌های جوان ظرفیت کمی برای تجزیه فیتات دارند که به نوبه خود با کلسیم کیلات می‌شود و یک کمپلکس نامحلول تشکیل می‌دهد (فصل ۱۴ را ببینید). اضافه کردن آنزیم فیتاز ابقای ظاهری هر دو کلسیم و فسفر را افزایش می‌دهد (شکل ۶-۲)؛ حتی مشخص شده که اثر آن بر کلسیم بیشتر است (الوکسی[1] و همکاران، ۲۰۰۷). مشاهدات علمی بسنده وجود دارد که نشان می‌دهد، سطوح کلسیم بالاتر از ۷ گرم در کیلوگرم یا بیشتر غیرضروری است (ساتل[2]، ۲۰۱۰). تحقیقات در تناقض آشکار با توصیه‌های منتشرشده توسط شرکت‌های بزرگ اصلاح‌نژاد هستند که ظاهرا حداقل در این مورد با یکدیگر توافق دارند (جداول ۶-۵ و ۶-۶). روش ترجیحی برای تخمین نیاز فسفر حیوانات روش فاکتوریل است (یونگبلوت[3] و همکاران، ۱۹۹۳). این روش امکان یک برآورد دقیق‌تر را فراهم می‌کند و می‌تواند برای سیستم‌های مختلف تولید به کار گرفته شود. این روش بر مقدار فسفر دفع‌شده از طریق مدفوع و ادرار (نیاز نگهداری) و دانش ما در رابطه با نیاز فسفر برای تولید فرآورده‌های حیوانی (گوشت و تخم‌مرغ) تکیه دارد. نیاز نگهداری بر حسب میلی‌گرم فسفر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در روز بیان می‌شود. نیاز فسفر برای تولید به صورت میلی‌گرم فسفر به ازای کیلوگرم محصول تولیدی بیان می‌گردد (جدول ۶-۷).

■ **نکته**

کمبودهای کلسیم و فسفر نخستین بار در حیوانات جوان بروز می‌کند.

کمبود کلسیم و فسفر

علائم کمبود کلسیم و فسفر ابتدا در حیوانات جوان در حال رشد بروز می‌کنند، جایی که اسکلت به شکل غیرطبیعی توسعه می‌یابد. تجربه نشان داده که اغلب کمبود کلسیم است که ایجاد مشکل می‌کند تا کمبود فسفر (فصل ۱۴ را برای جزئیات بیشتر ببینید). افزایش سطح مصرف ویتامین D این شرایط غیرطبیعی را اصلاح نخواهد کرد. ارزیابی بالینی حکایت از تغییر شکل استخوان جناغ سینه و دنده‌ها در پرنده‌های مواجه با کمبود خواهد داشت. استخوان‌های بلند یعنی استخوان ران و درشت‌نی به راحتی می‌شکنند و یک حالت کشسانی پیدا می‌کنند. این شرایط تحت عنوان ریکتز شناخته می‌شود. کمبود ویتامین D نیز ممکن است دخالت داشته باشد، زیرا یک جزء جدایی‌ناپذیر برای جذب کلسیم و فسفر است. کمبود کلسیم و فسفر در حیوانات بالغ باعث **استئوپروزیس**[4] می‌شود. این شرایط

1. Olukosi
2. Suttle
3. Jongbloed
4. Osteoporosis

جدول ۶–۴: خلاصه‌ای از یافته‌های آنجل (۲۰۱۱a) مبنی بر دامنه نیازهای کلسیم و فسفر در منابع مختلف (میانگین در داخل پرانتز آورده شده است)

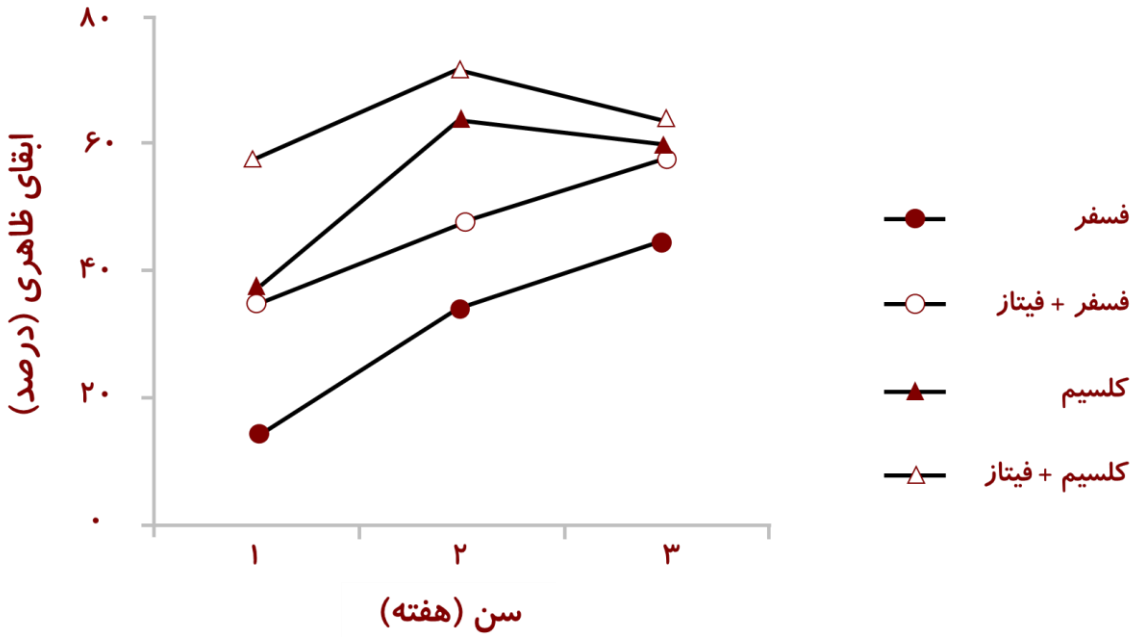
	کلسیم (گرم/کیلوگرم)	فسفر قابل‌دسترس (گرم/کیلوگرم)
آغازین (۱–۲۱ روزگی)	۱/۶–۱۳/۱ (۱۰/۰)	۱/۷–۴/۵ (۳/۵)
رشد (۲۲–۴۲ روزگی)	۶/۹–۹/۱ (۸/۸۵)	۱/۵–۴/۵ (۳/۰)

هنگامی روی می‌دهد که عدم تامین کلسیم از طریق جیره باعث می‌شود که کلسیم به طور فعال جهت برآورده کردن نیازها از استخوان برداشته شود. نتیجه آن استخوان‌های شکننده و متخلخل است. علائم دیگر عبارت از لنگش، راه رفتن غیرطبیعی، عقب افتادن رشد و پرهای ژولیده است. در کمبودهای شدید فلجی نیز ممکن است اتفاق بیفتد. در مرغ‌های در حال تولید، در درجه اول تخم‌های با پوسته نازک تولید می‌شود و جوجه‌درآوری کاهش می‌یابد و سپس تولید رو به کاهش می‌گذارد، زیرا پرنده نمی‌تواند کلسیم بیشتری از منابع استخوانی بردارد. فلجی و مرگ در ادامه مشاهده خواهد شد.

کارهایی که برای تشخیص این حالت انجام می‌شود عبار-تند از:

- مشاهدات بالینی.
- ارزیابی پرندگان تلف‌شده.
- آنالیز کلسیم و فسفر خوراک.
- آنالیز ویتامین D خوراک.

تشخیص قطعی بدون انجام همه موارد بالا ممکن نخواهد بود. جالب است و به یاد داشته باشید که کمبود فسفر باعث کاهش اشتها در جوجه‌های گوشتی می‌شود.



شکل ۶–۲: ابقای (ایلئومی) ظاهری کلسیم و فسفر با و بودن فیتاز طی هفته اول زندگی جوجه‌های گوشتی (الوکسی و همکاران، ۲۰۰۷)

جدول ۶–۵: مقایسه توصیه‌های سه شرکت بزرگ اصلاح‌نژاد برای کلسیم و فسفر

	کاب ۵۰۰ (۲۰۱۲)	راس[1] ۳۰۸ (۲۰۰۹)	هوبارد (بدون تاریخ)
آغازین			
کلسیم (گرم/کیلوگرم)	۹	۱۰/۵	۱۰
فسفر قابل‌دسترس (گرم/کیلوگرم)	۴/۵	۵	۵
نسبت کلسیم به فسفر قابل‌دسترس	۲	۲/۱	۲
رشد			
کلسیم (گرم/کیلوگرم)	۸/۴	۹	۹/۵
فسفر قابل‌دسترس (گرم/کیلوگرم)	۴/۲	۴/۵	۴/۵
نسبت کلسیم به فسفر قابل‌دسترس	۲	۲	۲/۱۲
پایانی			
کلسیم (گرم/کیلوگرم)	۷/۶	۸/۵	۸/۵
فسفر قابل‌دسترس (گرم/کیلوگرم)	۳/۲	۴/۲	۴
نسبت کلسیم به فسفر قابل‌دسترس	۲	۲/۰۲	۲/۱۲

جدول ۶–۶: مقایسه نیازهای جیره‌ای کلسیم برای رشد و معدنی شدن بهینه استخوان در مرغ‌ها در منابع علمی اخیر و برخی مراجع دیگر (ساتل، ۲۰۱۰)

	مرحله پرورش		
	ابتدا (۰–۳ هفتگی)	میانه (۳–۶ هفتگی)	انتها (۶–۸ هفتگی)
پیشنهاد	۷/۰	۵/۰	۴/۰
جوجه گوشتی (NRC، ۱۹۹۴)	۱۰/۰*	۹/۰	۸/۰
جوجه‌های تخم‌گذار	۶/۰*	۴/۰	۲۰/۰

* اینها به ترتیب عبارتند از: آغازین، رشد و پایانی برای جوجه‌های گوشتی و آغازین، رشد و پیش‌تخم‌گذاری برای جوجه‌های تخم‌گذار

جدول ۶–۷: خلاصه‌ای از نیازهای فسفر ابقاشده و کلسیم برای سطوح عملکرد معمول (فن‌درکلیس و بلوک، ۱۹۹۷)

	آغازین جوجه گوشتی	رشد جوجه گوشتی	پایانی جوجه گوشتی	مرغ مادر گوشتی	مرغ تخم‌گذار
نیاز فسفر ابقاشده (میلی‌گرم/روز)	۱۰۴	۲۶۹	۳۸۶	۴۰۰	۳۶۶
مصرف خوراک (گرم/روز)	۲۷	۹۵	۱۴۷	۱۵۵	۱۱۵
نیاز فسفر ابقاشده (گرم/کیلوگرم)	۳/۹	۲/۹	۲/۷	۲/۴	۳/۲
نیاز کلسیم جیره (گرم/کیلوگرم)	۹/۰	۶/۷	۶/۲	۲۷	۳۴
نسبت کلسیم به فسفر	۲/۳	۲/۳	۲/۳	۱۱/۳	۱۰/۶

[1]. Ross

منیزیم

منیزیم همراه با کلسیم و فسفر در تشکیل استخوان مشارکت می‌کند و همچنین در نگهداری تعادل یونی خون و برخی از سیستم‌های آنزیمی دخالت دارد. مقادیر بالای کلسیم و فسفر کمبود منیزیم را تشدید می‌کند. در عمل، مقادیر بالای منیزیم نیز به همین اندازه برای طیور مضر است و موجب آبکی شدن مدفوع و احتمالا مرگ می‌شود. سایر علائم عبارت از رشد و پردرآوری ضعیف، ناراحتی-های ماهیچه‌ای-عصبی همراه با کاهش انقباض ماهیچه‌ای و عدم هماهنگی عضلات، عدم تعادل، تشنج و مرگ است. تولید تخم‌مرغ به سرعت کاهش می‌یابد و جوجه‌درآوری افت می‌کند. احتمال مواجهه جیره‌های مرسوم با کمبود منیزیم بسیار کم است، زیرا مقادیر بسنده‌ای از این عنصر در سنگ آهک وجود دارد. منیزیم به طور معمول به جیره‌های طیور اضافه نمی‌شود.

> **نکته**
> کانیبالیسم یکی از علائم اولیه کمبود سدیم است. بیشبود سدیم منجر به رطوبت بستر می‌گردد و حتی می‌تواند منجر به مرگ شود.

سدیم، کلر و پتاسیم

این سه عنصر در تعادل اسید-باز بدن دخالت دارند. سدیم و کلر هر دو از نمک طعام تامین می‌شوند، در حالی که کمبود پتاسیم به ندرت اتفاق می‌افتد و به زحمت می‌توان جیره‌ای نوشت که سطح پتاسیم آن کمتر از ۰/۴ تا ۰/۵ درصد باشد. اما علائم کمبود آن عبارت از عقب افتادن رشد، کاهش تولید تخم‌مرغ و کاهش ضخامت پوسته تخم‌مرغ است. سطوح سمی پتاسیم باعث التهاب دستگاه گوارش و مدفوع آبکی می‌شود، اما اگر آب کافی تامین و فراهم باشد، تولید تخم‌مرغ افت نخواهد کرد. در سطوح بالاتر از ۱/۲ درصد و حتی تا سطح ۲/۵ درصد اثر منفی بر تولید دیده نمی‌شود.

مقادیر کمی نمک برای زنده‌مانی حیوانات نیاز است. این ترکیب در مقادیر بالا اثر منفی دارد. سطوح معمول نمک در خوراک حیوانات ۰/۳ تا ۰/۵ درصد (۳ تا ۵ کیلو در تن) است. وقتی پرنده‌ها از نمک محروم می‌شوند علائم کمبود آن به صورت کاهش تولید تخم‌مرغ، کاهش رشد و وقوع کانیبالیسم آشکار می‌شود. اگر کلر به تنهایی با کمبود مواجه باشد، رشد ضعیف و مرگ‌ومیر دیده می‌شود، همراه با اینکه حیوانات علائم عصبی، تشنج عضلانی و حساسیت بیش از حد به عوامل محرک خارجی بروز می‌دهند. اگر سطح هر یک از دو عنصر سدیم یا پتاسیم افزایش یابد نیاز به دیگری نیز به طور خودکار بالا می‌رود. در صورت دسترسی به آب کافی، حیوانات مقادیر بالای نمک خوراک را به راحتی تحمل خواهند کرد. لازم به یادآوری است که مقادیر نمک در آب نباید بیش از حد باشد، زیرا حیوانات به آب حاوی سطح پایین نمک برای کاهش اثرات سمی آن در خوراک نیاز دارند. تنها در سطح بالاتر از ۳ درصد جیره، کاهش حاشیه‌ای رشد همراه با کاهش راندمان خوراک بروز می‌کند. هنگام تغذیه سطح بالای نمک پرندگان ضعف ماهیچه‌ای بروز می‌دهند و در ارزیابی پس از مرگ گرفتگی چینه‌دان و کبد تیره‌رنگ قابل‌رویت خواهد بود.

مواد معدنی کم‌مصرف

منگنز

منگنز در تشکیل استخوان و جوجه‌درآوری دخالت دارد. کمبود آن در پرندگان جوان در حال رشد موجب پروزیس می‌شود. این عارضه ناشی از شکل‌گیری غیرطبیعی مفصل خرگوشی است که به شکل متورم و پهن شدن آن جلوه می‌کند و در برخی از موارد موجب دررفتگی تاندون آشیل

نیز می‌شود. چرخش جانبی استخوان قلم پا (متاتارسوس[1]) نیز قابل‌مشاهده است. در موارد شدیدتر، کوتاه و ضخیم شدن استخوان‌های بلند بروز می‌کند. سطوح بالای کلسیم و فسفر علائم کمبود منگنز را تشدید می‌کند. در مرغ‌های بالغ، تغییرات مفصلی دیده نمی‌شود، اما تولید تخم‌مرغ کاهش و تولید تخم‌مرغ‌های دارای پوسته نازک افزایش می‌یابد. این حالت با کاهش جوجه‌درآوری همراه است که در اثر افزایش مرگ‌ومیر جنینی در یک‌چهارم انتهایی دوره جوجه‌کشی رخ می‌دهد. جنین‌ها علائم کلاسیک ضخیم شدن پاها، کوتاه شدن بال‌ها و پاها (میکرومیلیا)، منقار طوطی‌شکل و تاخیر در توسعه کرک‌ها را نشان می‌دهند. پروزیس تنها بر اثر کمبود منگنز بروز نمی‌کند، بلکه کمبود کولین، متیونین و نیاسین نیز شرایط مشابهی را ایجاد می‌نماید.

آهن و مس

آهن و مس برای تولید گلبول‌های قرمز خون و سلامتی عمومی بدن نیاز هستند. مقادیر مورد نیاز آنها مشخص است و سطوح بالای آنها سمی است. نیاز آهن حدود ۵ تا ۱۰ برابر مس است. معمولا مقادیر اندکی از آنها به جیره اضافه می‌شود. با توجه به آنکه آهن برای انتقال اکسیژن در فرآیند تنفس سلولی و تولید هموگلوبین مورد نیاز است، کمبود آن منجر به **کم‌خونی میکروسیتیک و هیپوکرومیک**[2] (گلبول‌های قرمز کوچک و بدون رنگ‌دانه) می‌شود. آهن مازاد جیره یا مصرف بالای آهن جذب فسفر را کم می‌کند و به بروز علائم کمبود فسفر منجر می‌شود.

روی

روی برای کارکرد مناسب آنزیم‌های بدن و متابولیسم کربوهیدرات‌ها و پروتئین طی رشد و تولیدمثل نیاز است. بهبود وضعیت روی پاسخ ایمنی و توانایی کلی سیستم ایمنی برای پاسخ به چالش‌ها را بهبود می‌دهد. بر این اساس، مقداری روی برای بهبود تولید تخم‌مرغ، جوجه-درآوری، قوام پوست و رشد مورد نیاز است. از آنجایی که اکثر خوراک‌ها روی پایینی دارند، این عنصر به اغلب جیره‌ها اضافه می‌شود. همچنین روی در زنده‌مانی اسپرم نقش ایفا می‌کند و ممکن است اضافه کردن آن به جیره خروس‌های مادر اهمیت داشته باشد. کمبود روی در پرندگان جوان به صورت بزرگ شدن مفصل خرگوشی و کوتاه و ضخیم شدن استخوان‌های بلند جلوه می‌کند.

ید

ید با تیروئید و هورمون آن تیروکسین در ارتباط است که کنترل اعمال بدن را به عهده دارد. کمبود ملایم ید موجب گواتر یعنی بزرگ شدن غده تیروئید خواهد شد. این فرآیند پاسخ فیزیولوژیکی است که در هنگام مصرف مقادیر ناکافی ید جهت افزایش تولید هورمون‌های تیروئیدی بروز می‌کند. با کاهش بیشتر سطح ید، افت سطوح هورمون‌های تیروئیدی به یک حد بحرانی می‌رسد. این حالت موجب کاهش پارامترهای تولیدی می‌شود. اغلب نمک‌های طعام حاوی مقادیر کافی از ید هستند. با این وجود، تولیدکنندگان خوراک دام، جهت اطمینان از جلوگیری از کمبود ید، مقادیری از این عنصر را به خوراک اضافه می‌کنند. ید ممکن است بر جوجه‌درآوری نیز اثر داشته باشد. با کاهش سطح تیروکسین بدن، نرخ رشد و تولید و اندازه تخم‌مرغ کاهش می‌یابد. در مرغ‌های مادر، کمبود ید جوجه‌درآوری را کاهش می‌دهد و موجب بزرگ شدن تیروئید جنین می‌شود. برخی از خوراک‌های مورد استفاده در تغذیه حیوانات مانند کنجاله کلزا و به میزان کمتری کنجاله سویا گواترزا هستند و با استفاده از ید

---

1. Metatarsus
2. Macrocytic hypochromic anemia

تداخل می‌کنند. در این شرایط، میزان ید باید ۲۰۰ تا ۳۰۰ درصد افزایش پیدا کند. اما باید بدانیم که اثرات منفی برخی از ترکیبات گواترزا مانند کنجاله کلزای حاوی گلوکوزینولات[1] بالا با اضافه کردن سطوح بیشتر ید برطرف نمی‌شود.

سلنیم

وجود مقادیر بسیار اندکی از سلنیوم در جیره ضروری است. این عنصر ارتباط تنگاتنگی با ویتامین E دارد و برخی از علائم کمبود ویتامین E را برطرف می‌کند، اما هر دو باید در جیره وجود داشته باشند. سلنیم از اجزای ضروری برخی از سیستم‌های آنزیمی بدن است، اما در عین حال بسیار سمی است. از این رو، اگرچه اضافه کردن آن به جیره ضروری است ولی سطح آن نباید هرگز از ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم تجاوز کند. شکل‌های غیرآلی سلنیم (مانند سدیم سلنات) قابلیت دسترسی بسیار پایینی دارند. به علاوه، این اشکال بسیار سمی هستند. به نظر می‌رسد که شکل‌های آلی سلنیم قابلیت هضم بالاتری دارند و استفاده از آنها در جیره حیوانات به طور فزاینده‌ای در حال افزایش است. کمبود سلنیم موجب شرایطی موسوم به تراوش آب زیرپوستی در جوجه‌ها می‌شود. این عارضه به طور طبیعی بین سنین ۶ تا ۱۲ هفتگی مشاهده می‌شود و علائم آن شامل خیز ناشی از تراوش مایعات در زیر پوست ناحیه ران‌ها و بال‌ها است. پرنده‌ها خیلی راحت دچار کوفتگی و کبودی می‌شوند. لازم به ذکر است که جوجه‌های گوشتی مصرف‌کننده جیره‌های حاوی سلنیم پایین در هنگام کشتار آب بیشتری از دست می‌دهند. **فیبروزه شدن پانکراس**[2] از دیگر پیامدهای کمبود سلنیم است که منجر به کاهش تولید لیپاز، تریپسینوژن و کیموتریپسینوژن می‌شود. این اختلال در پانکراس موجب کاهش تولید تخم‌مرغ و افزایش ضریب تبدیل خوراک در پرندگان بالغ نیز می‌شود. سطوح بالای سلنیم نیز جوجه‌درآوری را در پرندگان بالغ کم می‌کند.

کبالت

گاهی کبالت به پیش‌مخلوط‌ها اضافه می‌شود. اما به نظر می‌رسد که استنشاق آن (در انسان) سرطان‌زا باشد. کبالت پیش‌ساز ویتامین B_{12} است و در صورت فراهم شدن مقادیر کافی از این ویتامین در جیره نیازی به مکمل کردن کبالت نیست.

سمیت مواد معدنی

میزان ذخیره عناصر معدنی مختلف در بدن به میزان قابل‌توجهی متفاوت است. تا زمانی که جایگاه‌های ذخیره این عناصر اشباع نشود، سطوح پلاسمایی آنها متناسب با مقدار جذب‌شده افزایش نخواهد یافت. به محض اشباع شدن این مخازن، غلظت این عناصر در خون به سرعت افزایش می‌یابد و علائم مسمومیت بروز می‌کند. مسمومیت عبارت است از مرحله‌ای که در آن تولید کاهش می‌یابد. بروز مسمومیت و شدت علائم آن تابعی از میزان و مدت مصرف مقادیر مازاد است. مقدار مواد معدنی در مواد خوراکی می‌تواند با توجه به ویژگی‌های خاک و مقدار و قابلیت دسترسی مواد معدنی خاک متغیر باشد. برای مثال، ممکن است سطوح منیزیم و سلنیم در گیاهان به حدی بالا باشد که منجر به مسمومیت حیوانات شود. ممکن است منابع طبیعی آب حاوی مقادیر بیش از حد گوگرد، سدیم، منیزیم و آهن باشد و حتی احتمال وجود آلودگی‌های صنعتی در آب نیز وجود دارد. این مساله با آلودگی حادث‌شده در واحدهای تولید پیش‌مخلوط یا کارخانجات خوراک ترکیب و منجر به بالا رفتن بیش از حد انتظار مواد

---

1. Glucosinolate
2. Pancreatic fibrosis

معدنی در خوراک می‌شود. آلودگی خوراک با عناصر سنگین موجب اجتناب حیوان از مصرف خوراک می‌شود.

> ■ **نکته**
> سطوح مواد معدنی در جیره نباید با نیاز آنها یا حداکثر سطوح مجاز آنها اشتباه گرفته شود.

دامپزشکان به خوبی از این مشکل آگاهی دارند و خوراک را برای سطوح مواد معدنی آنالیز می‌کنند. اغلب تفسیر این نتایج با مشکل مواجه می‌شود. بسیاری از افراد تصور می‌کنند که **سطوح حداقل منتشرشده در جداول احتیاجات**، همان سطوحی از مواد معدنی است که باید در جیره موجود باشد؛ اما این طور نیست، بلکه این سطوح باید جهت جلوگیری از بروز علائم کمبود افزایش داده شود. حیوانات قادرند مواد مغذی را به صورت انتخابی جذب کنند و در شرایط طبیعی بالاتر بودن مقادیر مواد معدنی در جیره برابر با بالاتر بودن مواد معدنی در مدفوع است. کتاب منتشرشده توسط NRC در سال ۱۹۸۰ با عنوان «*قدرت تحمل مواد معدنی در حیوانات اهلی*» اصطلاح **حداکثر سطح قابل‌تحمل یک ماده معدنی** را به صورت سطحی از آن ماده معدنی در جیره تعریف می‌کند که مصرف آن برای یک مدت محدود باعث اختلال در عملکرد حیوان و ایجاد باقیمانده‌های مضر در قسمت‌های مورد استفاده انسان نمی‌شود. حیوانات جوان، آبستن، شیرده مواجه با سوء-تغذیه و بیمار حساسیت شدیدتری به سطوح بالای مواد معدنی دارند. باید تلاش کرد که با اعمال شرایط تغذیه‌ای مناسب، مصرف مواد معدنی را در سطوح مورد نیاز حفظ کرد. عموما سطوح مورد نیاز خیلی پایین‌تر از حداکثر سطوح قابل‌تحمل است. (جدول ۶-۸).

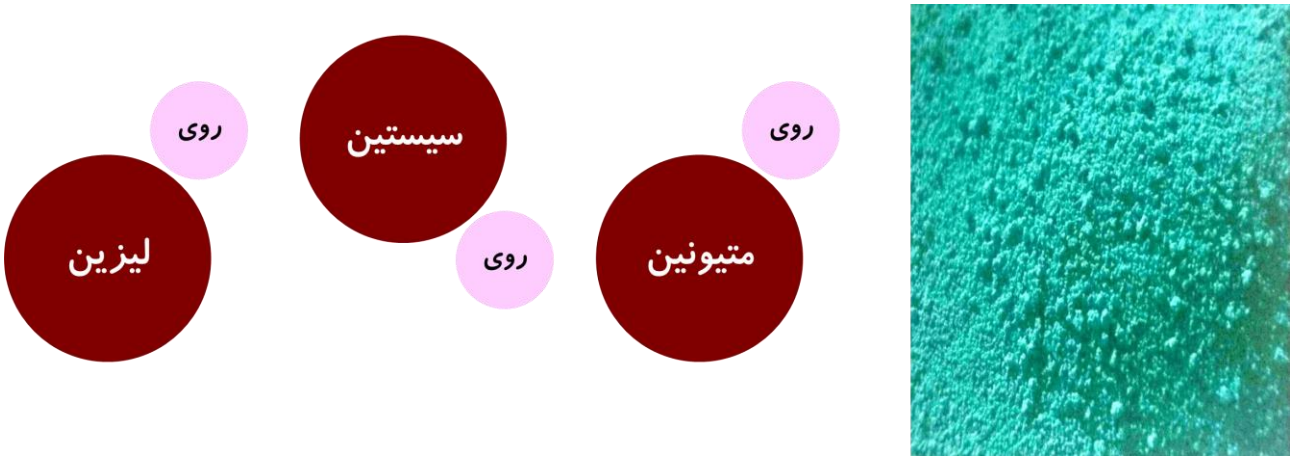
> ■ **نکته**
> مواد معدنی آلی جذب بالاتری دارند و با گنجاندن آنها در جیره می‌توان سطح استفاده از مواد معدنی را کاهش داد.

مواد معدنی آلی

مواد معدنی آلی عبارتند از مواد معدنی که با ترکیبات آلی مانند پروتئین یا کربوهیدرات باند شده‌اند. واژه آلی در اینجا یک نام بی‌مسما است، چون که همه مواد معدنی غیرآلی هستند. فلزات و لیگاندهای آلی که توسط پیوندهای هم‌پایه به یکدیگر باند شده‌اند، طی فرآیندهای متابولیک حیوان جدا می‌شوند. در حالی که پیوندهای

جدول ۶-۸: حداقل نیاز و حداکثر سطوح قابل‌تحمل مواد معدنی در جیره‌های طیور (میلی‌گرم در کیلوگرم) (NRC، ۱۹۸۰)

ماده معدنی	حداقل نیاز	حداکثر سطح قابل‌تحمل
کبالت	-	۱۰
مس	۸	۳۰۰
ید	۳/۵	۳۰۰
آهن	۰/۸۰	۱۰۰۰
منیزیم	-	۳۰۰۰
منگنز	۶۰	۲۰۰۰
سلنیم	۰/۱۵	۲
روی		۱۰۰۰



شکل ۶–۳: کمپلکس‌های فلز و اسید آمینه

کووالانسی نمک‌های غیرآلی جدا نمی‌شود. وقتی که لیگاندها مولکول‌های کوچک مانند اسیدهای آمینه هستند، قابلیت هضم بالاتر از زمانی است که پپتیدها یا پروتئین‌ها به عنوان لیگاند استفاده می‌شوند و مواد معدنی نیز بهتر مورد استفاده حیوان قرار می‌گیرند. ممکن است مواد معدنی آلی پس از جذب اثرات فیزیولوژیکی داشته باشند که پاسخ‌های متابولیک ویژه‌ای مانند پاسخ ایمنی را بهبود می‌دهند. مطالعات زیادی مزایای کیلات‌های اسید آمینه‌ای را بر متابولیسم حیوان نشان داده‌اند، اما تشخیص اثرات مثبت بر عملکرد زنده یکنواختی کمتری داشته است (ویرا، ۲۰۰۸).

گروه‌های متعددی از مواد معدنی آلی وجود دارد و احتمالا کمپلکس‌های فلز اسید آمینه متداول‌ترین آنها هستند (شکل ۶–۳). ترکیبات اخیر با ترکیب کردن نمک‌های فلزی قابل‌انحلال خاصی مانند روی، مس و منگنز با اسیدهای آمینه به دست می‌آیند. ممکن است یک اسید آمینه خاص نیز استفاده شود. فلزات پروتئینه با کیلات کردن یک نمک قابل‌حل با اسیدهای آمینه و یا پروتئین‌ـ های هیدرولیزشده (هیدرولیز جزئی) به دست می‌آیند. ممکن است محصول نهایی حاوی اسیدهای آمینه، دی-پپتیدها، تری‌پپتیدها و دیگر مشتقات پروتئینی باشد. برخی از تحقیقات نشان داده است که برهمکنش با سایر اجزای جیره می‌تواند مانع از جذب ترکیبات پروتئینه و درنتیجه، کاهش قابلیت دسترسی آنها برای حیوان شود. غالبا پیوندهای موجود در مخلوط حاصل ضعیف‌تر از آن هستند که در مقابل فرآیند هضمی دستگاه گوارش دوام بیاورند. کمپلکس‌های فلز کربوهیدرات از ترکیب نمک-های محلول با محلول‌های پلی‌ساکاریدی به دست می‌آیند. اینها کمپلکس‌های فلزی ویژه‌ای به نظر می‌رسند. در اینها پیوند شیمیایی بین ماده معدنی و پلی‌ساکارید وجود ندارد و کربوهیدرات به صورت یک ماتریکس ماده معدنی را در برگرفته است. فلز پروپیونات‌ها نتیجه ترکیب فلزات محلول با اسیدهای آلی محلول هستند. این محصولات قابلیت انحلال بسیار بالایی دارند و معمولا در محلول تفکیک می‌شوند.

نکات کلیدی

۰۱

مواد معدنی که به صورت پرمصرف و کم‌مصرف طبقه‌بندی می‌شوند، بخش خاکستر جیره را تشکیل می‌دهند؛ لیکن آنالیز خاکستر اطلاعات کمی را در خصوص محتوای مواد معدنی در اختیار ما می‌گذارد.

۰۲

مواد معدنی بخشی جدایی‌ناپذیر از همه بافت‌های بدن هستند، اما اسکلت مهم‌ترین جزء دربرگیرنده مواد معدنی بدن است.

۰۳

به طور کلی، قابلیت دسترسی مواد معدنی برای حیوانات پایین است.

۰۴

استفاده حیوان از مواد معدنی متغیر است. بدین معنی که اگر سطح مواد معدنی در جیره کم باشد با کارایی بیشتری استفاده خواهند شد.

۰۵

برهمکنش کلسیم و فسفر پیچیده و شناخت ما از این بخش از تغذیه بسیار ناکامل است. استفاده از آنزیم فیتاز در جیره این مساله را پیچیده‌تر کرده است.

۰۶

جیره‌های تجاری باید حاوی مقادیر کافی از مواد مغذی پرمصرف و کم‌مصرف باشند و در شرایط متعارف پرورش مواد معدنی به ندرت مشکل‌ساز می‌شوند.

۰۷

بین حداقل نیازهای مواد معدنی و سطوح واقعی آنها در جیره حیوانات تفاوت وجود دارد.

۰۸

تجاوز سطوح مواد معدنی از حداکثر سطح قابل‌تحمل آنها می‌تواند منجر به مسمومیت شود.

فصل ۷: تعادل

تعادل یکی از اساسی‌ترین مفاهیم تغذیه مدرن است. به طور ایده‌آل، ما نیاز داریم تعادل دقیقی از مواد مغذی همراه با انرژی کافی برای طیور فراهم کنیم تا اینکه آنها بتوانند پتانسیل ژنتیکی خود را برای رشد و تولیدمثل بروز بدهند.

PHODÉ LABORATOIRES

Force 6
Cellular Integrity

Phodésweet
Sweetening Power

Optifeed
Feed Intake Enhancer

Oleobiotec
Bio-regulation

Glytran
Energy Booster

Véo
The Brain Revealed

نمایندگی انحصاری در ایران:

شرکت کیمیا دارو مهر

تهران، پل گیشا، خیابان بلوچستان، خیابان البرز، پلاک ۲، طبقه همکف، کد پستی: ۱۴۴۶۸۱۳۶۱۱

تلفن: ۷-۸۸۲۴۵۴۳۶ فاکس: ۸۸۲۸۷۷۵۳

info@kdm.ir www.kdm.ir

در فصل‌های قبل، مواد مغذی تشکیل‌دهنده جیره و اهمیت آنها برای حیوان را مورد بحث قرار دادیم. اگرچه مشخص شد که مقدار معینی پروتئین یا انرژی برای رشد یا تولید طبیعی مورد نیاز است، اما توجه کمی به نسبت مورد نیاز هر ماده مغذی در خوراک مبذول گردید. در این فصل مفهوم تعادل بحث خواهد شد.

■ **نکته**

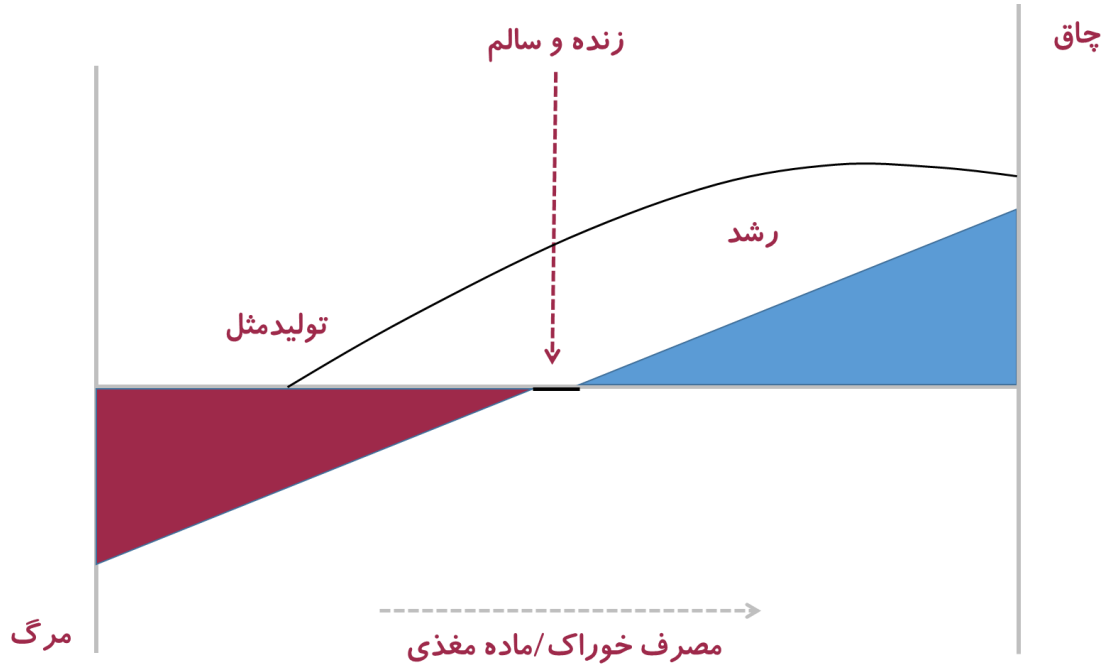
حیوانات در مسیر مشخصی به افزایش مصرف جیره متعادل پاسخ می‌دهند.

مفهوم تعادل

جیره متعادل جیره‌ای است که به صورت روزانه همه مواد مغذی و انرژی مورد نیاز حیوان را فراهم می‌کند. واضح است که در چنین جیره‌ای هیچ کمبودی وجود ندارد، اما در عین حال باید اطمینان حاصل کرد که هیچ ماده مغذی در سطوح بیش از حد نیاز استفاده نشده باشد. هدف از تغذیه جیره متعادل، فراهم کردن این امکان برای حیوان است که به حداکثر بهره‌وری دست یابد. تولید عواملی مانند رشد، زنده‌مانی و تولیدمثل را در برمی‌گیرد. در یک شمای کلی (شکل ۷-۱) می‌توان مشاهده کرد که حیوان به دامنه‌ای از سطوح مواد مغذی مختلف واکنش نشان می‌دهد. جیره‌های تغذیه‌شده به حیوانات بر اساس گونه، سن و فصل تغییر می‌کنند، اما همیشه موارد معینی وجود دارد که باید برآورده شود تا یک جیره متعادل ساخته شود.

نسبت مواد آلی قابل‌هضم به غیرقابل‌هضم

سیستم‌های گوارشی طیور برای استفاده از مواد خوراکی حاوی مقادیر بالای ترکیبات فیبری سازگار نشده‌اند. به عنوان یک قانون کلی، جیره طیور باید حاوی نسبت بالایی از مواد کم‌فیبر با قابلیت هضم بالا باشد. پرندگان به وجود مقادیر بالایی از مواد غیرقابل‌هضم در جیره خود مقاوم هستند. اردک‌ها و به ویژه غازها توانایی مناسبی برای هضم فیبر دارند و می‌توان انتظار داشت که غازها از سن ۵ هفتگی همه نیاز مواد مغذی خود را از یک چراگاه باکیفیت



شکل ۷-۱: شیب بهره‌وری از خوراک یا مواد مغذی در حیوانات

به دست بیاورند. شترمرغ‌ها از نظر قابلیت استفاده از فیبر مشابه پستانداران سم‌دار هستند. همه گونه‌ها به یک مقدار مشخص از مواد آلی غیرقابل‌هضم برای حفظ انقباضات دستگاه گوارش نیاز دارند. این مقدار برای حیوانات جوان حدود ۱۳ درصد و برای حیوانات بالغ بیش از ۱۵ درصد است. در سطوح پایین‌تر از این، مدفوع بسیار آبکی می‌شود و ممکن است باعث اسهال شود. مشخص شده است که سطوح بالای فیبر (بالاتر از ۱۵ درصد) موجب کاهش نرخ رشد در پرندگان جوان می‌شود.

نسبت انرژی به پروتئین

پروتئین (و اسیدهای آمینه) فقط زمانی با کارایی مناسب مورد استفاده قرار می‌گیرند که نسبت انرژی به پروتئین مناسب باشد. این نسبت با توجه به گونه، سن و وضعیت تولیدی حیوان متغیر است. نسبت پروتئین به انرژی اغلب بر اساس نسبت اسید آمینه (لیزین) به انرژی قابل-متابولیسم ارزیابی می‌شود. احتمالا تعیین نسبت مناسب پروتئین به انرژی حیاتی‌ترین عمل در تغذیه هر حیوان است. بر اساس آنچه در فصل ۳ بیان شد، عوامل تاثیرگذار بر نیازهای حیوان به انرژی را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

- اندازه.
- دما و میزان عایق‌سازی پرها.
- نرخ رشد.
- وضعیت تولیدمثلی.
- خوراک‌دهی.

عوامل مشابهی نیاز پروتئین را تحت تاثیر قرار می‌دهد، اما از آنجایی که پروتئین برای حفظ دمای بدن یا انجام کار نیاز نیست، کل پروتئین مورد نیاز کمتر تغییر می‌کند. بر خلاف ویتامین‌ها، کمبود پروتئین یا انرژی موجب علائم بالینی نمی‌شود. توصیف کامل اثرات محرومیت از انرژی و پروتئین پیش از این بیان شد؛ اما لازم است که پروتئین و انرژی با یکدیگر و نه به تنهایی ارزیابی شوند.

در شرایطی که مصرف انرژی برای برآورده کردن نیاز حیوان ناکافی باشد، یک سری گام‌های فیزیولوژیک برای غلبه بر این مشکل برداشته می‌شود. اولین گام مصرف خوراک بیشتر به منظور مصرف انرژی بیشتر است. در غیر این صورت، حیوان مقدار پروتئین بیشتری را کاتابولیزه (شکستن به انرژی و اسید اوریک) و به عنوان منبع انرژی استفاده خواهد کرد. این فرآیند کارآمد نیست، چرا که این منبع انرژی چه از لحاظ زیست‌محیطی و چه از منظر مالی گران‌قیمت است. با افزایش مصرف خوراک به منظور برطرف کردن کمبود انرژی، حیوان پروتئین را نیز بیش از حد نیاز مصرف خواهد کرد. ممکن است بخشی از این پروتئین به عنوان منبع انرژی استفاده شود. انرژی تولیدی از پروتئین دآمینه‌شده حدود نصف انرژی قابل‌هضم فرضی پروتئین است؛ بنابراین، مقدار انرژی موثر یک جیره حاوی پروتئین اضافی به دلیل افزایش دآمیناسیون کاهش می‌یابد. حیواناتی که برای یک دوره طولانی پروتئین مازاد مصرف می‌کنند، علائم نقرس احشایی را بروز می‌دهند و ممکن است سرانجام بر اثر این اختلال تلف شوند. اگر انرژی مصرفی همچنان ناکافی باشد، حیوان جهت برآورده کردن نیاز نگهداری روزانه خود شروع به مصرف ذخایر بدنی خواهد کرد. در این هنگام رشد و تولیدمثل طبیعی متوقف خواهد شد.

غلبه بر کاهش پروتئین مورد نیاز برای حیوان دشوارتر است. حیوانات قادرند با مصرف خوراک بیشتر بر هرگونه کاهش پروتئین جیره غلبه کنند، ولیکن آنها به طور هم‌زمان انرژی بیشتری نیز مصرف خواهند کرد. با توجه به عدم نیاز حیوان، این انرژی مازاد به صورت چربی ذخیره می‌شود؛ بنابراین، حیوانات چاق (دارای چربی بالا) اغلب نشانه خوبی از این هستند که مقدار پروتئین جیره به

حد کافی بالا نیست. حیوان قادر به ساخت پروتئین از انرژی نیست؛ بنابراین، هنگام کمبود پروتئین جیره رشد و تولیدمثل متوقف می‌شوند و حیوان شروع به تجزیه بافت‌های بدن (ماهیچه) به عنوان منبعی از پروتئین برای نگهداری خواهد کرد.

> **نکته**
> هر ماده مغذی باید در مقدار معینی به صورت روزانه تامین شود.

مقادیر نسبی اسیدهای آمینه

نیاز به پروتئین در حقیقت نیاز به اسیدهای آمینه ضروری با نسبت مشخصی از ازت مصرفی است. همان‌گونه که قبلا ذکر شد، کمبود هر یک از اسیدهای آمینه ضروری رشد و یا تولیدمثل را مختل خواهد کرد. فراهم نکردن ازت کافی برای ساخت اسیدهای آمینه غیرضروری نیز اثرات مشابهی دارد. از نظر عملی، باید نسبت یکنواختی از اسیدهای آمینه به پروتئین کل برای هر یک از رده‌های حیوانی برقرار باشد. مقدار کل پروتئین جیره باید در تناسب مستقیم با مقدار انرژی جیره باشد.

مقادیر نسبی ویتامین‌ها

حفظ نسبت مقدار ویتامین‌ها به پروتئین در جیره در حد حفظ نسبت صحیح پروتئین به انرژی جیره حیاتی نیست. تا وقتی که هر یک از ویتامین‌ها به مقدار کافی فراهم شود، بیشبودهای اندک آنها تنها به عنوان عامل اطمینان‌بخش در مقابل کمبودهای احتمالی عمل خواهد کرد.

مقادیر نسبی مواد معدنی

نکات یادشده در رابطه با استفاده از ویتامین‌ها در جیره برای مواد معدنی نیز کاربرد دارد. اما باید به خاطر داشت که ممکن است برخی از مواد معدنی در سطوح بالا سمی باشند و پیشنهاد می‌شود که از به کارگیری سطوح بالای آنها اجتناب شود.

> **نکته**
> سیستم‌های تجاری پرورش طیور امکان انتخاب و متعادل نمودن جیره توسط خود آنها را از بین می‌برند و در شرایط بسته باید جیره متعادلی در اختیار این حیوانات قرار بگیرد.

نیازهای تغذیه‌ای و مختصات خوراک

مجموعه‌ای از عوامل موجب ایجاد اختلاف در نیازهای تغذیه‌ای می‌شود. قبل از آنکه وارد بحث در مورد **نیاز** و **سطوح مجاز** هر ماده مغذی برای هر حیوانی شد، باید مشخص کرد که هر یک از این دو اصطلاح به چه معنا است. مفهوم نیاز می‌تواند متفاوت باشد. از منظر بالینی، این واژه برای توصیف حداقل مقدار مورد نیاز یک ماده مغذی برای جلوگیری از یک بیماری مرتبط با تغذیه به کار می‌رود. بسیاری از متخصصین تغذیه مقادیر ارائه‌شده در جداول معروف را به عنوان **نیاز ایده‌آل** در نظر می‌گیرند و فرض می‌نمایند که این نیازها دربرگیرنده برخی حقایق زیستی پیرامون نیازهای ذاتی حیوان است. در حقیقت، مقادیر ارائه‌شده در این جداول اصلا تخمینی از نیازها نیستند، بلکه **مختصات خوراک**[1] توصیه‌شده هستند.

لازم است که بین نیازهای مشخص حیوان برای حفظ نرخ معینی از یک فعالیت متابولیک و مقدار پیشنهادشده که حیوان باید در عمل دریافت کند، تمایز صورت بگیرد. ممکن است مقادیر مجاز توصیه‌شده در جیره از برآورد نیازهای مشخصی مشتق شده باشد. همچنین ممکن است این مقادیر بر اساس آزمایشات تجربی، شیوه‌های سنتی و یا تجربیات اندوخته‌شده به دست آمده باشند (فولر و

[1]. Feed specification

وانگ[1]، ۱۹۸۷). توصیه‌های مجاز روزانه باید به اصطلاحات عملی برگردانده شود و به همین منظور اصطلاح مختصات خوراک تعریف شده که عبارت است از: مقداری از یک ماده مغذی مشخص که باید در یک جیره گنجانده شود تا حیوان سطوح توصیه‌شده مجاز روزانه آن ماده مغذی را دریافت نماید.

تعیین مختصات خوراک مناسب برای حیوانات مزرعه هدفی بوده که طی سالیان متمادی به صورت مشتاقانه توسط دانشمندان دنبال شده است. این مقادیر به منظور فراهم کردن امکان دستیابی حیوان به کارایی زیستی بهینه خود تعیین می‌شود. معمولا این مقادیر برای برآورده کردن رضایت موسسان شرکت‌ها کافی نیست. هدف این افراد یا شرکت‌ها یافتن سطحی از هزینه است که اختلاف بین فروش و هزینه را به حداکثر برساند. عمل برگرداندن نیاز به توصیه مجاز روزانه زمانی پیچیده‌تر می‌شود که بدانیم حیوانات ظرفیت نامحدودی برای مصرف خوراک ندارند. این ظرفیت تحت تاثیر عوامل زیادی شامل طبیعت خود خوراک، اندازه حیوان، سطح تولید و وضعیت فیزیولوژیکی در هر زمان قرار می‌گیرد. شاید تعیین مصرف خوراک سخت‌ترین بخش تغذیه حیوان باشد. معمولا حیوانات در حال رشد تا جایی که از نظر فیزیکی امکان دارد می‌خورند. از سوی دیگر، پرندگان تخم‌گذار تقریبا مصرف خوراک خود را طوری تنظیم می‌کنند که نیاز اولین ماده مغذی محدودکننده آنها برآورده شود.

جداول نیازهای مواد مغذی پیش‌بینی‌شده، توصیه‌های مجاز و نهایتا مختصات خوراک از منابع محلی و بین‌المللی زیادی قابل‌دسترس است. شاید بتوان انتشار جداول نیازهای مواد مغذی را یک رویه تاسف‌بار دانست. اگرچه این جداول با استفاده از روش‌های فاکتوریل به دست آمده‌اند، اما قادر به ارائه مراحل استخراج و روند مستدل داده‌های کمی‌شده نبوده و در نتیجه قادر به ایجاد روش‌های عملی برای تعیین نیازهای حیوانات مزرعه در شرایط مختلف نیستند (ویتمور[2]، ۱۹۸۶). خیلی ساده، سوالی که باید پاسخ داده شود این نیست که نیازها چه هستند؟ بلکه سوال این است که برای دستیابی به حداکثر درآمد چه عملکردی لازم است؟ و این عملکرد با چه سطحی از مواد مغذی برآورده می‌شود؟ جهت تعیین سطحی از عملکرد که سود را به حداکثر می‌رساند، صاحبان شرکت‌های تجاری نیاز به یک سری داده‌های عددی دارند تا امکان پیش‌بینی پاسخ حیوان به سطوح افزایشی یک ماده مغذی مشخص را فراهم کنند. سپس می‌توان این عملکرد-ها را تحت آنالیز اقتصادی قرار داد تا سطح مطلوب هر ماده مغذی در جیره مشخص شود. در آینده، متخصصین تغذیه مجبور خواهند بود از داده‌های پاسخ به سطوح مختلف یک ماده مغذی جهت تعیین سطح بهینه هر ماده مغذی در جیره استفاده کنند تا بتوانند اساس محکم‌تری را برای پایه‌ریزی مدیریت راهبرد تغذیه حیوانات فراهم نمایند.

---

1. Fuller and Wang
2. Whittemore

نکات کلیدی

۰۱

پرنده‌ها توانایی فوق‌العاده‌ای برای متعادل کردن جیره خود دارند. این امر تنها زمانی امکان‌پذیر است که آنها به دامنه نامحدودی از مواد خوراکی دسترسی داشته باشند. اگر به هر دلیلی مقدار هر یک از مواد خوراکی محدود شود، آنها دیگر قادر به حفظ تعادل مصرف مواد مغذی خود نخواهند بود.

۰۲

حیوانات رفتار تغذیه‌ای خود را به منظور برآورده کردن نیازهای مواد مغذی‌شان تعدیل می‌کنند. آنها این عمل را با تغییر مصرف خوراک خود انجام می‌دهند. اگر یک خوراک پروتئین، انرژی یا ویتامین پایینی داشته باشد، حیوان خوراک بیشتری مصرف می‌کند.

۰۳

در فضای محصور پرورش مدرن، لازم است که جیره ارائه‌شده به حیوانات متعادل باشد.

۰۴

اغلب اولین علامت عدم تعادل جیره تغییر در مصرف خوراک است.

۰۵

اگر حیوان قادر نباشد با افزایش مصرف خوراک بر عدم تعادل غلبه کند، علائم کمبود بروز خواهند کرد.

فصل ۸: آناتومی، هضم و جذب

فرآیند تجزیه اجزای مختلف جیره در دستگاه گوارش «هضم» و عبور این اجزا از عرض مخاط روده «جذب» نامیده می‌شود.

چگونگی این هر دو فرآیند تا حد زیادی توسط آناتومی دستگاه گوارش تعیین می‌گردد.

حامیان طلایی

ایده پردازان خوراک آریان

شرکت پگاه جهان نما

شرکت مهر بیستون

شرکت جوانه خراسان

شرکت آرونا

شرکت افزودنیهای ایتوک فردا

حامیان نقرهای

کیوان مرغ پر طلای مهاباد

شرکت کیمیا دارو مهر

حامیان برنزی

تهران مکمل پارس

گروه دانش بنیان مگافراور

در فصل‌های قبلی مشخص شد که خوراک‌ها از گروه متنوعی از اجزای آلی ساخته شده‌اند که بسیاری از آنها مولکول‌های بزرگ غیرقابل‌حل هستند. قبل از آنکه این ترکیبات بتوانند از مخاط روده عبور کنند، وارد گردش خون شوند و به اندام‌های هدف برسند، باید به ترکیبات مولکولی کوچک‌تر تجزیه شوند. فرآیند تجزیه مواد خوراکی **هضم** و عبور آنها از مخاط روده **جذب** نامیده می‌شود. چنانچه یک جیره برخوردار از الگوی ایده‌آل مواد مغذی نتواند بعد از خورده شدن هضم و جذب شود سودمندی تغذیه‌ای کمی خواهد داشت. هضم شامل مجموعه‌ای از فعالیت‌های مکانیکی، شیمیایی و میکروبی است که در تجزیه اجزای خوراک مشارکت می‌کنند. جویدن و انقباضات ماهیچه‌ای دستگاه گوارش اندازه ذرات خوراکی مصرف‌شده را به صورت مکانیکی کوچک می‌کنند. شیره‌های گوارشی غنی از آنزیم از معده و روده کوچک به درون مواد هضمی ترشح می‌شوند و تجزیه شیمیایی را به انجام می‌رسانند. باکتری‌های ساکن در قسمت انتهایی دستگاه گوارش نیز آنزیم‌هایی تولید می‌کنند که قادر به هضم شیمیایی هستند. این فصل نگاهی سازمان‌یافته به هضم خواهد داشت و مسیری را که خوراک خورده‌شده از راه دهان به سوی مری، معده، روده کوچک و بزرگ طی می‌کند و نهایتا دفع اجزای هضم‌نشده را ردیابی خواهد کرد. ابتدا نگاهی کوتاه به آناتومی دستگاه گوارش خواهیم داشت.

آناتومی دستگاه گوارش

دهان

اصطلاح مجرای معده‌ای – روده‌ای برای توصیف مجرای هضمی به کار می‌رود که بیشتر با نام دستگاه گوارش شناخته می‌شود (شکل ۸-۱). حفره دهانی یا دهان در پرنده از نوک، کام و شکاف کوآن[1] در ناحیه پشتی کام تشکیل شده است. پرنده لب و دندان ندارد. ریج‌ها[2] (ستیغ‌ها) و پاپیل‌ها[3] (پرزها) در ناحیه پشتی کام قرار دارند. غدد آرواره‌ای و کامی در بن پاپیل‌ها به ناحیه پشتی کام باز می‌شوند. در گوشه دهان، جایی که کام پشتی و شکمی به یکدیگر می‌رسند، غدد بزاقی به ناحیه‌ای تحت عنوان گونه جانبی باز می‌شوند. زبان در کف حفره دهانی قرار دارد و غدد زیرآرواره‌ای در بن زبان قرار می‌گیرند. این غدد به محل اتصال زبان و بخش خلفی حفره دهانی باز می‌شوند. ناحیه بعد از حفره دهانی با نام حلق شناخته می‌شود.

> ■ **نکته**
> مرغ‌ها دندان ندارند و خوراک خورد را نمی‌جوند – بلکه آن را با مخاط می‌پوشانند و قورت می‌دهند.

> ■ **نکته**
> پرندگان به واسطه برخورداری از حرکات ضد-دودی در دستگاه گوارش خود منحصربه‌فرد هستند.

حلق

بخش بالایی حلق دارای غدد بزاقی بیشتری است. بافت استخوانی واقعی زبان روی بن حلق ثابت شده است. در این ناحیه ساختارهایی وجود دارد که بسیار شبیه جوانه‌های چشایی هستند. یکی از ویژگی‌های دهان و حلق این است که تقریبا همه سطح آنها دارای غدد بزاقی است که در بالاترین حد توسعه یافته‌اند. غدد بزاقی به طور عمده مخاط و مقدار کمی آمیلاز نیز ترشح می‌کنند. مخاط از موکوپروتئین‌ها و موکوپلی‌ساکاریدها ساخته شده است.

---
[1]. Choanal slit
[2]. Ridges
[3]. Papillae

این ترکیبات ممکن است سولفاته یا غیرسولفاته باشند. سازوکار بلع در پرنده به این شکل است که نوک اندازه خوراک را مشخص می‌کند، زبان با قدرت خوراک را به سمت کف حفره دهانی منتقل، آن را با مخاط مخلوط و یک توده لزج ایجاد می‌کند. زبان توسط پاپیل‌ها یا برجستگی-های روی کام یاری می‌شود و توده را به سمت خلفی حلق حرکت می‌دهد. توده در اینجا تجمع می‌یابد تا زمانی که **حرکات دودی** آن را به سمت مری پایین بکشد.

مری

بخش بعدی دستگاه گوارش که با نام مری شناخته می‌شود، شامل یک ناحیه سری یا گردنی است که با یک ناحیه کیسه‌مانند یا برآمدگی موسوم به چینه‌دان ادامه می‌یابد و سپس در بخش خلفی یا سینه‌ای به پیش‌معده ختم می‌شود. دیواره مری حاوی تعداد زیادی غدد مخاطی کنترل است. از دیگر نکات قابل‌ذکر، وجود بافت‌های لوزه‌مانند یا لنفی در محل اتصال مری و پیش‌معده است.

پیش‌معده

این قسمت تحت عنوان معده غده‌ای شناخته می‌شود و از طریق باریکه‌ای به نام ایستموس[1] به معده ماهیچه‌ای متصل می‌شود. دیواره پیش‌معده حاوی پاپیل‌ها و غدد چندلوبی است که اسید هیدروکلریدریک و یک آنزیم هضم‌کننده پروتئین به نام پپسین را ترشح می‌کنند.

سنگدان

سطح داخلی سنگدان یا معده ماهیچه‌ای که بعد از ایستموس قرار دارد با یک غشای زمخت پوشانیده شده که ساختمان آن مانند غدد ترشحی از یک شبکه کربوهیدرات -پروتئین ساخته شده است. این غشا به صورت طولی پیچ خورده است. نزدیک ناحیه خلفی سنگدان (ناحیه‌ای که دئودنوم به آن متصل شده) پرزها و غدد مخاطی قرار دارند. این دریچه شبیه دریچه پیلوری[2] پستانداران است. لایه خارجی این معده ماهیچه‌ای از ماهیچه صاف ساخته شده است.

> ■ **نکته**
> قسمت بالایی دستگاه گوارش اسیدی است اما با ورود خوراک به روده کوچک شرایط قلیایی‌تر می‌شود.

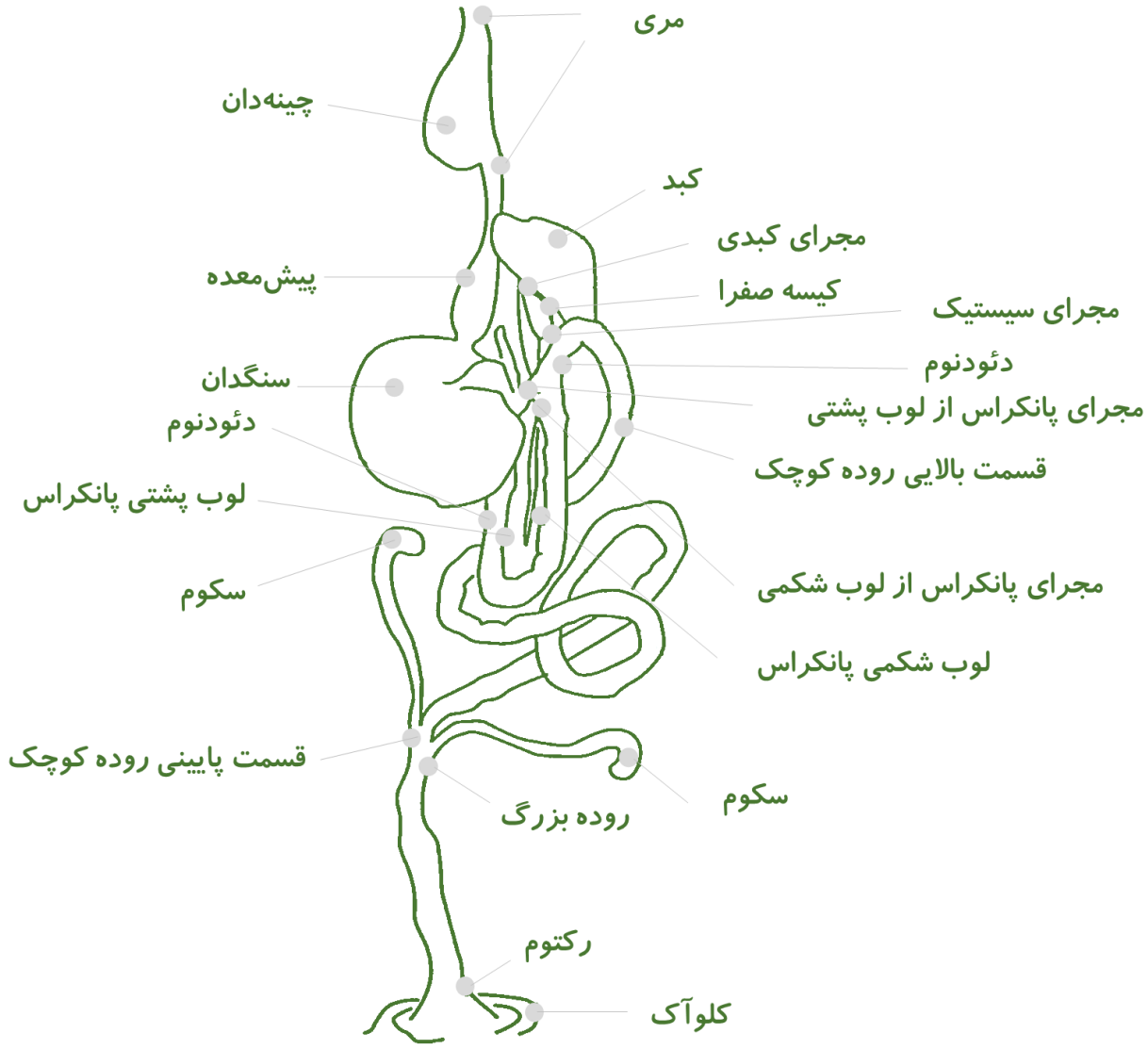
روده کوچک

روده کوچک شامل یک خمیدگی در ابتدا به نام دئودنوم است که در ادامه آن ژژنوم و ایلئوم قرار دارند. خود دئودنوم از یک حلقه پایین‌رونده و یک حلقه بالارونده تشکیل شده است که پانکراس را احاطه کرده‌اند. مجاری پانکراس و صفرا به حلقه بالارونده دئودنوم باز می‌شوند. دئودنوم دارای پرزهای بلندی است که روی دیواره آن قرار گرفته‌اند. ژژنوم (و ایلئوم) بخش مارپیچ روده کوچک هستند. زائده مکل[3] که باقیمانده کیسه زرده است، تقریبا در وسط این ناحیه (بین ژژنوم و ایلئوم) قرار گرفته است. غشای مخاطی این ناحیه بسیار شبیه دئودنوم است، اما پرزهای آن کوتاه‌تر هستند. به علاوه، دیواره این ناحیه از روده حاوی تعداد زیادی بافت‌های لنفی است. از دیگر ویژگی‌های قابل‌ذکر وجود دریچه‌ای در محل اتصال ایلئوم به رکتوم است.

روده بزرگ

روده بزرگ از یک جفت سکوم متصل به راست‌روده (رکتوم) تشکیل شده است و به شکل رکتوم یا کولون تا

---
1. Isthmus
2. Pyloric sphincter
3. Meckel's diverticulum



شکل ۸–۱: دستگاه گوارش مرغ

کلوآک ادامه می‌یابد. سکوم‌ها در گونه‌های دانه‌خوار بزرگ و برآمده، در حالی که در سایر گونه‌ها کوچک هستند یا وجود ندارند. همانند پستانداران، هیچ مرزبندی مشخصی بین رکتوم و کولون وجود ندارد. کلوآک منفذی است که روده بزرگ و مجاری ادراری و تولیدمثلی داخل آن خالی می‌شوند. روده بزرگ پرز ندارد و سطح آن صاف است. غدد لوله‌ای مستقیم (کریپت‌های لیبرکان[1]) در سرتاسر سطح روده بزرگ توسعه می‌یابند و عمدتا حاوی سلول‌های مخاطی هستند که مخاط قلیایی (بی‌کربنات) ترشح می‌کنند. نقش آنها محافظت مخاط روده بزرگ از آسیب‌های فیزیکی و شیمیایی و تسهیل عبور مدفوع است، گو اینکه بی‌کربنات اسید ناشی از تخمیر باکتری‌ها را خنثی می‌کند. تعداد زیادی بافت‌های لنفی، به ویژه در محل اتصال سکوم‌ها و رکتوم وجود دارد که تحت عنوان لوزه‌های سکومی[2] شناخته می‌شوند.

کبد

کبد از بخش‌های جدایی‌ناپذیر دستگاه گوارش و شامل

[1]. Lieberkuhn crypts
[2]. Cecal tonsils

کیسه صفرا است. مجرای صفرا به بخش بالارونده دئودنوم باز می‌شود.

پانکراس

پانکراس بین حلقه‌های دئودنوم قرار گرفته و از بخش‌های درون‌ریز و برون‌ریز تشکیل شده است. هر یک از این بخش‌ها ترکیبات متعددی از جمله آنزیم‌های درون‌زادی و برون‌زادی[1] را ترشح می‌کند.

کنترل هضم

فعالیت‌های دستگاه گوارش تحت هر دو کنترل ارادی و غیرارادی هستند. همراه با اینکه پرنده سر خود را بالا می‌برد و گردن خود را می‌کشد، توده خوراک و آب تحت تاثیر جاذبه و فشار منفی مری مجبور به حرکت به سمت پایین می‌شود. خوردن و بلعیدن وقایعی آگاهانه هستند که توسط پرنده کنترل می‌شوند. بعد از آن تمامی فعالیت‌های هضمی که در نوک دهان با شروع بلعیدن آغاز می‌شود، وقایعی غیرارادی هستند. تنها واقعه ارادی دیگر کنترل روی دریچه مقعد است. همچنان که خوراک از طریق مری از حلق به پیش‌معده انتقال می‌یابد، باز و بسته شدن دریچه‌ها تحت کنترل سیستم عصبی غیرارادی است که به صورت ناخودآگاه از مغز سرچشمه می‌گیرد. با ورود خوراک به معده، ماهیچه‌های معده به منظور خنثی کردن افزایش غیرضروری فشار معده، به صورت غیرارادی شل می‌شوند. همه ترشحات هضمی در پیش‌معده، سنگدان و روده‌ها و نیز حرکات دستگاه گوارش که مواد هضمی را تحت تاثیر امواج دودی به سمت ناحیه انتهایی دستگاه گوارش به پیش می‌رانند، توسط تقابلات عصبی و هورمونی کنترل می‌شوند.

حرکت مطلوب دستگاه گوارش برای هضم مناسب خوراک، جذب طبیعی مواد مغذی و حفظ سلامتی محیط دستگاه گوارش ضروری است. در پرندگان وجود حرکات برگشتی (**ضددودی**) قدرتمند، به عنوان یک سازگاری برای جبران طول کوتاه روده، طبیعی است. این حرکات برگشتی برای قرار دادن دوباره ماده هضمی در معرض ترشحات گوارشی، مخلوط کردن مواد هضمی با آنزیم‌ها، افزایش جذب مواد مغذی و جلوگیری از تکثیر میکرو-ارگانیسم‌ها به کار گرفته می‌شوند (فرکت و گرنات[2]، ۲۰۰۲):

- حرکت برگشتی معده مواد هضمی را از سنگدان به پیش‌معده برمی‌گرداند و این امکان را فراهم می‌کند که خوراک مصرف‌شده بارها آسیاب و در معرض آنزیم‌ها و اسید پیش‌معده قرار بگیرد. وقتی ذرات خوراک به حد کافی ریز شدند (کمتر از ۱ میلی‌متر) سنگدان را ترک می‌کنند. بنابراین، سنگدان بخش **تنظیم‌کننده** حرکات طبیعی دستگاه گوارش است.
- دومین حرکت برگشتی، کیموس را حدودا سه بار در هر ساعت از دئودنوم و ژژنوم به معده برمی‌گرداند. تعداد دفعات برگشت خوراک با افزایش چربی جیره افزایش و با افزایش فیبر جیره کاهش می‌یابد. رنگ زرد سنگدان به خاطر بازگشت صفرای موجود در کیموس است.
- یک حرکتی برگشتی تقریبا مداوم هم بین کلوآک و لوزه‌های سکومی رخ می‌دهد. آب در سکوم بازجذب و بخشی از مواد دفعی کیموس توسط میکرو-ارگانیسم‌های سکوم به زیست‌توده میکروبی یا اسید-های چرب فرار تبدیل می‌شوند.

هضم در دستگاه گوارش

همان‌طور که مشاهده کردیم، اندام‌های دستگاه گوارش

---

[1]. Exogenous
[2]. Ferket and Gernat

طیور شامل نوک، دهان، غدد بزاقی، زبان (اما نه دندان)، حلق، مری، چینه‌دان، پیش‌معده، سنگدان، روده‌ها، سکوم-ها، رکتوم و کلوآک است. طول قسمت‌های مختلف با توجه به اندازه پرنده، نوع خوراک مصرفی و عوامل دیگر متفاوت است. پرندگان مصرف‌کننده خوراک‌های خشبی و فیبری دستگاه گوارش طولانی‌تری دارند.

هضم در دهان، مری و چینه‌دان

در دهان پرندگان گونه و دندان وجود ندارد و اینها با یک نوک سخت جایگزین شده‌اند. قسمت پایینی (فک پایینی) نوک به صورت نه چندان محکم به جمجمه متصل شده است. این امر امکان باز شدن زیاد دهان را فراهم می‌کند. مرزبندی مشخصی بین دهان و حلق وجود ندارد و به نظر می‌رسد که ناحیه حلقی از قسمت عقبی دهان تا انتهای جلویی مری توسعه می‌یابد. مری لوله‌ای است قابل‌اتساع که قطر آن در گونه‌هایی که زیاد می‌خورند و یا مواد پرحجم (ماهی) مصرف می‌کنند بیشتر و در گونه‌هایی که حشره‌خوار و دانه‌خوارند کمتر است. این ناحیه پوشیده از غدد ترشح‌کننده مخاط است. اندازه و شکل چینه‌دان با توجه به عادت غذایی و گونه متفاوت است. در برخی از گونه‌های دانه‌خوار این ناحیه بسیار بزرگ است، در حالی که در بقیه مانند حشره‌خوارها بسیار کوچک است و یا وجود ندارد. چینه‌دان فاخته‌ها و کبوترها به طور ویژه‌ای برای تولید شیر چینه‌دان از سلول‌های اپیتلیال سازگار شده است. این شیر بالا آورده می‌شود و در تغذیه جوجه‌ها استفاده می‌گردد. آمیلاز (پتیالین) در بزاق و خراشیدگی-های دهان و مری وجود دارد. با این حال، به نظر می‌رسد که تبدیل نشاسته به قند در چینه‌دان طیور بسیار کم است یا اصلا وجود ندارد. بنابراین، بزاق نقش اندکی در هضم ایفا می‌کند. ممکن است آنزیم‌های تجزیه‌کننده پروتئین و کربوهیدرات در محتویات چینه‌دان یافت شوند. گزارش

> **نکته**
> چینه‌دان اساسا یک اندام ذخیره‌ای است، اگرچه در جوجه‌های گوشتی امروزی به عنوان یک گذرگاه عمل می‌کند.

شده است که کربوهیدرات‌ها در چینه‌دان تجزیه می‌شوند، اما این تجزیه به آنزیم‌های موجود در جیره یا آنزیم‌های حاصل از بالا آمدن محتویات پیش‌معده، سنگدان و دئودنوم نسبت داده می‌شود. برداشتن چینه‌دان با عمل جراحی مصرف خوراک یا رشد جوجه‌ها را تحت تاثیر قرار نمی‌دهد. جذب گلوکز از چینه‌دان گزارش شده است.

اگرچه عبور یک وعده غذایی از دستگاه گوارش حدود ۱۲ ساعت طول می‌کشد، اما می‌دانیم که خوراک حدود ۲۰ ساعت در چینه‌دان باقی می‌ماند که طی این زمان فعالیت باکتریایی می‌تواند کاملا گسترده باشد. حدود ۲۵ درصد از نشاسته می‌تواند طی ۲ ساعت در چینه‌دان به قند تبدیل شود. بیشتر این قند به طور مستقیم از چینه‌دان جذب می‌شود، اما مقداری از آن توسط باکتری‌ها به اتیل الکل، اسید لاکتیک یا اسید استیک تبدیل می‌شود و به این جهت است که محتویات چینه‌دان بوی ترشیدگی دارند. اسید تولیدی که می‌تواند تا ۳ درصد محتویات چینه‌دان را در بربگیرد، باعث کاهش pH چینه‌دان می‌شود. این اسیدهای آلی توسط پرنده جذب و به عنوان یک منبع انرژی استفاده می‌شوند.

وقتی که یک پرنده تا خالی شدن چینه‌دان و سنگدان از خوراک محروم می‌شود، اولین لقمه‌های خوراک به طور مستقیم به پیش‌معده و سپس سنگدان وارد می‌شود. پس از آن خوراکی که نیاز نیست وارد سنگدان گردد، در چینه‌دان ذخیره می‌شود. بعد از آنکه وعده غذایی کامل شد، خوراک موجود در چینه‌دان به تدریج از طریق پیش‌معده به سنگدان انتقال می‌یابد.

هضم در پیش‌معده و سنگدان

پیش‌معده گاهی با نام معده غده‌ای یا معده حقیقی شناخته می‌شود. این اندام در بسیاری از گونه‌ها نسبتا کوچک است، اما ممکن است در برخی دیگر از گونه‌ها مانند لک‌لک‌ها، درناها و مرغ‌های نوروزی کاملا بزرگ و قابل‌اتساع باشد. بلافاصله پس از خوردن خوراک، تحریک غیرارادی عصب واگ توسط مخاط دستگاه گوارش دریافت و ترشح شیره معده در داخل پیش‌معده آغاز می‌شود. شیره معده حاوی محتویات زیر است:

- *پروتئینازها* – مهم‌ترین اینها پپسینوژن است و در شرایط اسیدی به پپسین تبدیل می‌شود. پپسین زنجیره‌های پروتئینی را با هیدرولیز پیوندهای پپتیدی می‌شکند و در محیط اسیدی بهترین کارایی را دارد.
- *اسید هیدروکاریدریک* – این اسید تبدیل خودبه‌خودی پپسینوژن به پپسین را موجب می‌شود. ممکن است pH ترشحات ۱/۵ باشد، اما تحت شرایط بافری خوراک pH تا حدود ۳ تا ۴ بالا می‌آید. همچنین اسید موجب دناتوره شدن مواد خوراکی می‌شود.
- *مخاط* – به طور عمده از گلیکوپروتئین‌ها و موکوپلی‌ساکاریدها تشکیل شده است. مخاط یک ژل است و یک پوشش حفاظتی پیوسته برای سلول‌های اپیتلیال پیش‌معده فراهم می‌کند. نقش اولیه آن پایدار کردن ریزمحیط پوشش مخاطی است. به علاوه، ترشحات مخاطی غشای مخاطی معده را در مقابل اسید و پپسین محافظت می‌کنند.

سنگدان یا معده ماهیچه‌ای دانه‌خوارها به صورت یک توده توسعه‌یافته ماهیچه‌ای توصیف می‌شود و دیواره آن با یک لایه چین‌خورده ضخیم از یک ماده زمخت (کراتین‌مانند) پوشانده شده است. در گونه‌هایی که خوراک‌های نرم مصرف می‌کنند، این اندام کمتر ماهیچه‌ای است و ممکن است دراز، کیسه‌ای و قابل‌اتساع باشد. نقش اصلی سنگدان آسیاب کردن خوراک به یک خمیر نرم به وسیله انقباضات موزون و انتقال آن به دئودنوم است.

> **نکته**
> اجزای درشت خشبی، دانه‌های کامل یا فیبر منجر به بهبود توسعه سنگدان و باعث بهبود بهره‌وری از خوراک می‌شوند.

میزان توسعه و فعالیت سنگدان حائز اهمیت است، زیرا این امر بسیاری از جنبه‌های فیزیولوژیک دستگاه گوارش را هدایت می‌کند (ماتئوس[1] و همکاران، ۲۰۱۲). این شامل موارد زیر خواهد بود:

- تنظیم حرکت دستگاه گوارش.
- کنترل جریان مواد هضمی و حرکات برگشتی از دئودنوم به سنگدان.
- افزایش ترشحات هضمی شامل اسید هیدروکلریدریک، اسیدهای صفراوی و آنزیم‌های درون‌زادی.
- همزمان‌سازی فرآیندهای هضم و جذب.

کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌های خام معمولا در برابر عمل آنزیم‌های هیدرولیزکننده مقاومت می‌کنند و باید دناتوره شوند. بر خلاف پروتئین‌های خوراک انسان که اغلب آنها پخته‌اند و بنابراین به صورت دناتوره در آمده‌اند، طیور بیشتر پروتئین خود را به شکل خام دریافت می‌کنند و دناتوره شدن باید در پیش‌معده و سنگدان اتفاق بیفتد. در مورد پروتئین‌ها، باید ساختار سه‌بعدی مارپیچ به رشته‌های خطی شکسته شود تا هر پیوند پپتیدی بتواند در معرض حمله آنزیم قرار بگیرد. شرایط اسیدی پیش‌معده و سنگدان، همراه با آسیاب کردن مواد خوراکی به یک خمیر نرم، برای شکستن پروتئین به کار می‌رود به طوری که اغلب باندهای پپتیدی حساس به پپسین در معرض حمله آنزیمی قرار می‌گیرند.

[1]. Mateos

با آغاز تجزیه پروتئین توسط پپسین، افزایشی سریع در قابلیت دسترسی آنزیم‌های روده‌ای تجزیه‌کننده پروتئین به پیوندهای پپتیدی رخ می‌دهد. خوراک دریافتی توسط دئودنوم به وسیله انقباضات دودی به سمت محل اتصال روده‌های کوچک و بزرگ به جلو رانده می‌شود. در روده بزرگ آب از خوراک حذف و باقیمانده آن به کلوآک انتقال می‌یابد. انقباضات ضعیف مدفوع را به سمت کلوآک انتقال می‌دهد. مایعات ادرار توسط مدفوع جذب می‌شود و به این دلیل، باقیمانده‌های ادرار به صورت یک توده نرم سفیدرنگ دیده می‌شوند. در مرغابی مدفوع در شرایط طبیعی حالت نیمه‌سیال دارد و بافت آن تنها اندکی سفت‌تر از محتویات سکوم است.

وجود شن و سنگریزه برای هضم مناسب لازم است، چرا که حرکات و آسیاب کردن سنگدان و قابلیت هضم خوراک خشبی را افزایش می‌دهد. لیکن وجود شن (در جیره‌های تجاری) ضروری نیست، زیرا عدم وجود آن تاثیر منفی روی رشد ندارد. پروتئازهای پانکراس برای کامل کردن تجزیه پروتئین مهم هستند و حتی می‌توانند در عدم حضور پپسین به میزان کافی از عهده این کار برآیند. از آنجایی که پپسین بیشترین فعالیت را در هضم کلاژن دارد، فعالیت آن برای آغاز هضم پروتئین‌های حیوانی مهم‌تر است.

هضم در روده کوچک

روده کوچک دربرگیرنده دئودنوم U-شکل است که پانکراس را احاطه می‌کند. نسبت به طول بدن، روده پرندگان کوتاه‌تر از روده پستانداران است؛ اما اختلاف قابل‌توجهی بین گونه‌ها وجود دارد و طول روده تا حدود زیادی توسط عادت غذایی تعیین می‌شود. روده علفخوارها و دانه‌خوارها بلندتر از روده گوشتخوارها است. در پرندگان گوشتخوار تعداد زیادی پرز انگشت‌مانند توسعه‌یافته در دیواره روده وجود دارد، اما در علفخوارها پرزها صاف و برگ‌مانند هستند. دیواره اپیتلیال حاوی غدد زیادی است. با ورود خوراک از سنگدان به دئودنوم pH آن تا ۶/۴ بالا می‌رود. این مقدار تقریبا در ادامه دستگاه گوارش ثابت باقی می‌ماند. از آنجایی که ترشحات پانکراس و کبد تا قبل از رسیدن خوراک به محل اتصال دئودنوم و روده کوچک به خوراک اضافه نمی‌شوند، فرض می‌شود که مخاط دئودنوم اثر بافری دارند.

در محل اتصال دئودنوم و ژژنوم ترشحات پانکراس و کبد به خوراک اضافه می‌شوند. صفرای ترشح‌شده توسط کبد به مواد هضمی اضافه می‌شود. صفرا مایعی سبزرنگ، لزج و حاوی رنگ‌دانه‌های صفراوی، نمک‌های صفراوی و شتاب‌دهنده‌های آمیلاز و لیپاز است که فعالیت آنزیم‌های پانکراس را تشدید می‌کنند. ترشحات پانکراس حاوی مقدار اندکی تریپسین فعال هستند و بخش عمده عمل پروتئین‌شکنی زمانی بروز می‌کند که تریپسین توسط انتروکیناز روده کوچک فعال گردد. تریپسین پروتئین‌ها را به پپتیدها می‌شکند که به نوبه خود توسط آنزیم پپتیدشکن روده کوچک به اسیدهای آمینه تجزیه می‌شوند. همچنین ترشحات پانکراس حاوی لیپاز یا آنزیم شکننده چربی هستند. روده آنزیم ساکاراز و مالتاز را نیز ترشح می‌کند که به ترتیب سوکروز را به گلوکز و فروکتوز و مالتوز را به گلوکز تبدیل می‌کنند. محصول نهایی هضم کربوهیدرات‌ها مونوساکاریدها (گلوکز، گالاکتوز و فروکتوز) هستند. چربی توسط لیپاز به اسیدهای چرب و گلیسرول تبدیل می‌شود.

تجزیه و جذب خوراک و ترشحات اضافه‌شده به آن به سرعت رخ می‌دهد و تقریبا با رسیدن مواد خورده‌شده به نیمه روده کامل می‌شود. این فرآیند در کل حدود سه ساعت و نیم طول می‌کشد. ابتلای پرنده به اسهال، این زمان و کارایی جذب را به شدت کاهش می‌دهد.

جذب در روده کوچک

پروتئین

ثمره فعالیت این آنزیم‌ها در داخل مجرای گوارش به طور عمده پپتیدهای کوچک و مقداری اسیدهای آمینه آزاد است. اسیدهای آمینه آزاد به طور مستقیم به داخل انتروسیت‌ها جذب می‌شوند. پپتیدهای بزرگ‌تر توسط آمینوپپتیدازهای غشای دندانه‌برسی[1] روده تحت هضم بیشتر قرار می‌گیرند. پپتیدهای کوچک (دی‌پپتیدها و تری‌پپتیدها) به راحتی توسط انتروسیت‌ها جذب می‌شوند. جذب اسید آمینه یک فرآیند فعال است که ارتباط تنگاتنگی با جذب سدیم دارد و اصول آن به همان شکلی است که در بالا توضیح داده شد [احتمالا منظور نویسنده نحوه جذب گلوکز است که در ادامه همین بخش توضیح داده می‌شود؛ مترجمین]. حداقل ۹ سیستم انتقال متمایز برای انتقال اسیدهای آمینه از غشای دندانه‌برسی روده شناخته شده است که هر یک از آنها با یک پروتئین انتقال‌دهنده ویژه مشخص می‌شود. انتقال اسیدهای آمینه از غشای داخلی سلول‌های مخاطی به خون باب کبدی توسط سازوکارهای مستقل از سدیم روی می‌دهد که به طور ویژه برای اسیدهای آمینه خنثی عمل می‌کنند.

به طور کلی، پروتئین‌های حیوانی قابلیت هضم بالاتری از پروتئین‌های گیاهی دارند؛ اما حرارت دیدن بیش از حد یک پروتئین حیوانی تا حدود زیادی اجزای پروتئینی را غیرقابل‌هضم می‌کند. در بین منابع پروتئین گیاهی سویای پخته بالاترین قابلیت هضم را دارد. دانه آفتابگردان قابلیت هضم بسیار کمتری دارد، در حالی که قابلیت هضم پنبه‌دانه آنقدر پایین است که به ندرت در جیره طیور استفاده می‌شود. اگرچه هنوز سوالات بی‌پاسخ بسیاری در ارتباط با سازوکارهای دقیق هضم و جذب در پرندگان وجود دارد، اما در حال حاضر، متخصصین تغذیه اطلاعات کافی برای تنظیم جیره‌ها بر مبنای مقادیر نیاز کل و قابل‌هضم در اختیار دارند.

کربوهیدرات

ورود مونوساکاریدها به انتروسیت‌ها به دشواری صورت می‌گیرد و بنابراین سازوکارهای انتقال فعال مورد نیاز است. این فرآیند با توجه به سازوکار پمپاژ قندها از عرض غشا وابسته به انرژی است. این فرآیند برای سوبسترا اختصاصی است و تنها برای مونوساکاریدهای ناشی از هضم طبیعی عمل می‌کند. سایر مونوساکاریدها مانند مانوز یا فروکتوز جذب نمی‌شوند و در مجرای روده باقی می‌مانند. عبور این قندهای جذب‌نشده از یک حد معین می‌تواند باعث بروز اسهال اسموتیک شود. گلوکز و گالاکتوز با یک پروتئین انتقال‌دهنده ویژه روی سطح غشا باند می‌شوند و از طریق یک کانال پر از آب به انتروسیت‌ها انتقال می‌یابند. این فرآیند توسط شیب سدیم انجام می‌گیرد. شیب سدیم با صرف انرژی متابولیک حفظ می‌شود. سدیم و قند به یک گیرنده واحد متصل و هر دو به طور هم‌زمان وارد سلول می‌شوند. هم‌زمان با کاهش شیب سدیم، مونوساکارید به طور موثری به آن سوی غشای دندانه‌برسی کشیده می‌شود.

> ■ **نکته**
> عبور چربی‌ها از دیواره روده یک فرایند غیرفعال است.

چربی

لیپاز پانکراس در بخش قدامی دئودنوم اقدام به لیپولیز توده چربی جیره می‌کند. اسیدهای چرب از تری‌گلیسریدها مجزا شده و مونوگلیسریدها، دی‌گلیسریدها و اسیدهای چرب آزاد تولید می‌شوند. عبور اسیدهای چرب آزاد و مونوگلیسریدها از عرض غشای دندانه‌برسی فرآیندی غیرفعال است، چرا که چربی‌ها از میسل‌ها (توده‌های مخلوط) به لایه غنی از چربی غشای سلول‌های اپیتلیال

[1]. Brush border

انتشار پیدا می‌کنند. در داخل سلول، لیپیدها به یک پروتئین باندکننده متصل می‌شوند. انتقال اسیدهای چرب از محل جذب به مکان‌های دیگر به حفظ شیب غلظتی و ادامه جذب غیرفعال کمک می‌کند.

> ■ **نکته**
> همه مواد معدنی غیرآلی باید قبل از جذب یونیزه شوند.

ویتامین‌ها و مواد معدنی

مواد معدنی اغلب به شکل یونیزه جذب می‌شوند. شیوه‌های جذب روده‌ای تا حدودی بر اساس محل جذب متفاوت است. برای مثال، جذب سدیم در ژژنوم در پیوند با جذب فعال گلوکز است، در حالی که جذب آن در ایلئوم و روده بزرگ یک فرآیند تماما فعال می‌باشد. جذب مواد معدنی به نیاز بدن برای آن ماده معدنی و همچنین به شکل آن در جیره بستگی دارد. جذب کلسیم به طور مستقیم به درجه حلالیت و یونیزه شدن آن در روده کوچک بستگی دارد. بسیاری از نمک‌های کلسیم مانند فسفات و کربنات در pH خنثی نامحلول هستند و هضم خوراک در pH پیش‌معده مقدار کلسیم محلول را افزایش می‌دهد. اسید-های آمینه مانند آرژنین، لیزین و تریپتوفان و نیز آنتی-بیوتیک‌ها جذب کلسیم را افزایش می‌دهند. جذب کلسیم توسط کورتیکواستروئیدها، تیروئید هورمون، استروژن، مقدار بالای اسید چرب جذب‌نشده، جیره‌های حاوی سطوح بالای اگزالات‌ها، فیتات‌ها و فسفر و نیز تجویز آنتاسیدها کاهش می‌یابد. در دئودنوم، کلسیم به وسیله یک سازوکار وابسته به انرژی و با واسطه ناقل جذب می‌شود. این انتقال توسط هورمون‌ها و ویتامین D تنظیم می‌شود. کلسیم به طور مستقیم وارد جریان خون می‌شود و عمدتا از طریق سرم به بافت‌ها انتقال می‌یابد. فسفر به طور کلی کامل‌تر از کلسیم جذب می‌شود، اگرچه سازوکار جذب آن هنوز به طور دقیق مشخص نشده است. مقدار واقعی جذب فسفر به سطح فسفر جیره، منبع فسفر، مقدار کلسیم، نسبت کلسیم به فسفر، pH روده و اثرات آنتاگونیستی سایر مواد معدنی مانند روی و مس بستگی دارد.

آهن دیگر ماده معدنی جالب در شیوه جذب است. این عنصر به طور عمده در دئودنوم و قسمت بالایی ژژنوم جذب می‌شود. در کل تنها ۵۰ درصد آهن جیره در طول هضم از خوراک آزاد می‌شود. این درصد برای غلات و علوفه کمتر و برای خوراک‌های دارای منشأ حیوانی بالاتر است. بعد از هضم، جذب آهن تا زمانی بهینه خواهد بود که به شکل محلول باقی بماند و آهن دوظرفیتی (Fe^{2+}) بهتر از آهن سه‌ظرفیتی (Fe^{3+}) جذب می‌شود. در عمل، کمبود آهن به ندرت روی می‌دهد و در شرایط عادی آهن جیره به راحتی قابل‌دسترس است. این عنصر در پیش-معده با مولکول‌های موکوپلی‌ساکاریدی کمپلکس‌های کیلاته تشکیل می‌دهد. این فرآیند آهن را در حالت محلول حفظ می‌کند.

ویتامین‌های محلول در چربی (A، D، E و K) همراه با چربی جیره جذب می‌شوند و مشکلی در جذب آنها دیده نمی‌شود، مگر آنکه اختلالی در جذب چربی رخ بدهد. ویتامین‌های محلول در آب با فرآیند انتشار ساده جذب می‌شوند. البته استثناهایی نیز وجود دارد. برای مثال، ویتامین B_{12} تنها بعد از باند شدن به پروتئینی موسوم به فاکتور داخلی[1] جذب می‌شود. این پروتئین توسط مخاط معده تولید می‌شود. اسید فولیک نیز طی یک فرآیند فعال در قسمت بالایی روده کوچک جذب می‌شود.

جذب در روده بزرگ و سکوم

ناحیه پوششی روده بزرگ بسیار محدود است. اگرچه

[1]. Intrinsic factor

روده بزرگ قادر به جذب آب و برخی از الکترولیت‌ها است، اما هیچ یک از سازوکارهای انتقال مورد نیاز برای جذب مواد آلی را ندارد. در ساده‌ترین شکل آن، روده بزرگ به طور محض برای انتقال اجزای هضم‌نشده خوراک و بازجذب ترشحات درون‌زادی، آب و الکترولیت‌ها به کار گرفته می‌شود. شواهد قابل‌توجهی وجود دارد که از نقش سکوم‌ها به عنوان محلی برای هضم فیبر حمایت می‌کند. تجزیه میکروبی سلولز در سکوم به طور عمده تخمیری است. برداشتن سکوم با عمل جراحی اثر سوئی ندارد و تنها ممکن است مقدار آب جذب‌شده را کاهش بدهد.

نکات کلیدی

۰۱
مولکول‌های نامحلول بزرگ سازنده خوراک باید به مولکول‌های ساده بشکنند تا بتوانند از عرض مخاط روده عبور کنند و وارد جریان خون شوند.

۰۲
حیوان مولکول‌های ساده و نه مواد خوراکی را مصرف می‌کند.

۰۳
هضم دربرگیرنده ترکیبی از فعالیت‌های مکانیکی، شیمیایی و میکروبی است که در شکستن مواد خوراکی مشارکت می‌کنند.

۰۴
توسعه مناسب سنگدان بسیار مهم است، زیرا به عنوان تنظیم‌کننده دستگاه گوارش عمل می‌کند.

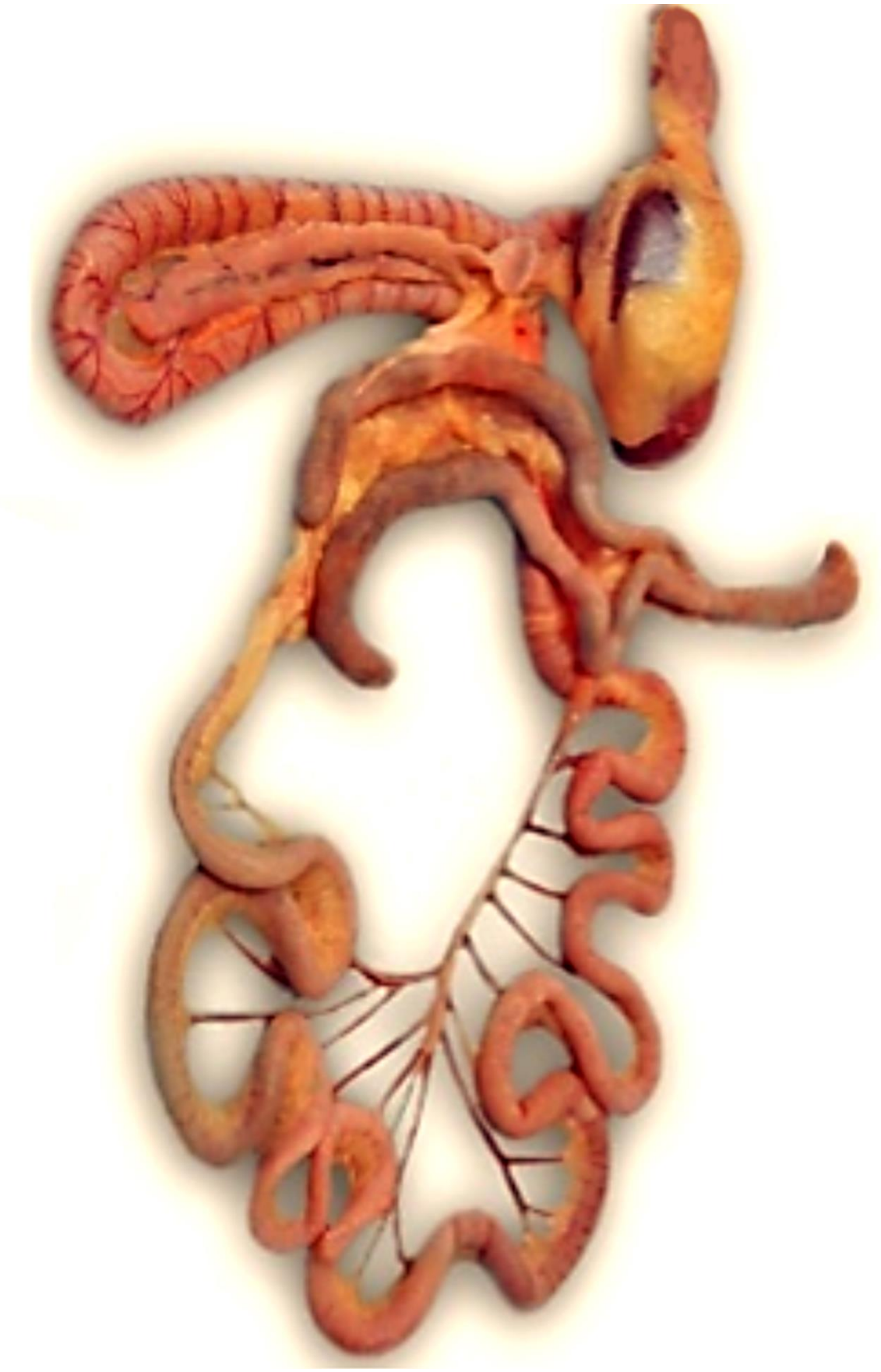
۰۵
جذب عبارت از انتقال مولکول‌های خوراک از عرض مخاط روده به سیستم گردش خون است.

۰۶
بخش عمده جذب در روده کوچک روی می‌دهد و روده بزرگ (سکوم‌ها) تنها نقش کوچکی ایفا می‌کند.

۰۷
حیوانات تنها قادر به جذب مولکول‌ها از طریق مخاط روده هستند و جذبی از راه پوست صورت نمی‌گیرد - اگر شرکت‌های تولیدکننده لوازم‌آرایشی با ما موافق باشند!

۰۸
هضم تحت کنترل هر دو فرآیندهای ارادی و غیرارادی است.

۰۹
بر خلاف پستانداران، حرکات برگشتی بخش مهمی از تغذیه پرندگان را تشکیل می‌دهند و امکان هضم و جذب موثر را فراهم می‌کنند.



فصل ۹: تغذیه مرغ‌های تخم‌گذار

ژنوتیپ‌های تخم‌گذار امروزی ظرفیت بسیار بالایی برای تولید تخم دارند. ظرفیت بالای این پرندگان با مصرف دامنه گسترده‌ای از جیره‌ها حفظ خواهد شد و آنها قادر خواهند بود به تولید خوب خود ادامه بدهند. از این رو، نیاز است با تمرکز روی تنظیم جیره‌ها، نه افزایش میزان تولید، میزان سودآوری را افزایش داد.

حامیان طلایی

ایده پردازان خوراک آریان

شرکت پگاه جهان نما

شرکت مهر بیستون

شرکت جوانه خراسان

شرکت آرونا

شرکت افزودنیهای ایتوک فردا

حامیان نقره‌ای

کیوان مرغ پر طلای مهاباد

شرکت کیمیا دارو مهر

حامیان برنزی

تهران مکمل پارس

گروه دانش بنیان مگافراور

مرغ‌های مورد استفاده برای تولید تجاری تخم‌مرغ از دو ژنوتیپ اصلی شامل لگهورن[1] (با تخم‌مرغ‌های پوسته سفید) و رود آیلند رد[2] (با تخم‌مرغ‌های پوسته قهوه‌ای) هستند. ترکیبی از این دو ژنوتیپ پرنده‌های رنگی[3] را به ما می‌دهد. سلیقه مصرف‌کنندگان رنگ پوسته تخم‌مرغ را تعیین می‌کند. تخم‌مرغ‌های سفید در ایالات متحده و تخم‌مرغ‌های قهوه‌ای در اروپا و آفریقا غالب هستند. مرغ‌های لگهورن در مقایسه با مرغ‌های پوسته قهوه‌ای کمی سبک‌ترند و تخم‌های آنها نیز اندکی کوچک‌تر است. مقایسه‌ای بین دو سویه در جدول ۹-۱ نشان داده شده است. نیازی به گفتن نیست که مرغ‌های قهوه‌ای در کشورهایی ترجیح داده می‌شوند که بازار مرغ‌های حذفی[4] (مرغ‌هایی که دوره تولید آنها به سر رسیده) پررونق است. علاوه بر اختلافات ژنتیکی، اختلافات قابل‌توجهی نیز در سیستم‌های پرورش و مدیریت مرغ‌های تخم‌گذار وجود دارد که بر شیوه تغذیه پرنده‌ها تاثیر می‌گذارد. از این رو، هرگونه توصیه‌ای پیرامون **مختصات ایده‌آل خوراک** گمراه‌کننده خواهد بود و اطلاعات این فصل تنها به عنوان یک راهنما قابل‌استفاده است.

> **نکته**
> در تغذیه مرغ‌های تخم‌گذار باید به یک سری اهداف فیزیولوژیکی دست پیدا کرد.

اختلاف در ترجیح مرغ‌های سفید و قهوه‌ای روش تغذیه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. NRC (۱۹۹۴) اطلاعات کمی در مورد نیازهای مرغ‌های قهوه‌ای فراهم کرده است. بنابراین، متخصصین تغذیه مجبور به استفاده از راهنمایی‌های اروپایی در این ارتباط هستند. اگرچه مراحل تغذیه گله‌های تخم‌گذار را می‌توان به دو بخش کلی شامل گله در حال رشد (مرحله پرورش) و مرحله بلوغ (تولید تخم‌مرغ) تقسیم کرد، ولیکن ضروری است که خوراک دادن و پرورش مرغ‌های تخم‌گذار به عنوان یک امر پیوسته در نظر گرفته شود.

در تغذیه مرغ‌های تخم‌گذار مجموعه‌ای از اهداف مهم مدنظر است:

- توسعه اندام‌ها باید در سن ۵ تا ۶ هفتگی کامل شود. استخوان‌بندی (چهارچوب) مناسب باید در سن ۱۲ تا ۱۴ هفتگی به دست آید. بخش عمده چهارچوب (۹۰

جدول ۹-۱: صفات ژنتیکی مرغ‌های تخم‌گذار قهوه‌ای (های‌لاین قهوه‌ای) و سفید (های‌لاین W98) (های‌لاین، ۲۰۰۱)

مورد	مرغ‌های سفید	مرغ‌های قهوه‌ای
وزن زنده در ۱۷ هفتگی (گرم)	۱۲۳۰*	۱۴۰۰
وزن زنده در ۷۰ هفتگی (گرم)	۱۶۷۰	۱۹۷۰
تعداد تخم‌مرغ‌ها*	۲۵۰	۲۵۵
وزن تخم‌مرغ در ۷۰ هفتگی (گرم)	۶۵/۵	۶۴/۱
مصرف خوراک ۰ تا ۱۷ هفتگی (کیلوگرم)	†۵/۰۵	۵/۶۲
مصرف خوراک ۱۸ تا ۸۰ هفتگی (کیلوگرم)	۹۸	۱۰۷
تلفات (درصد)	۳	۳

* تعداد تخم‌مرغ‌ها به ازای مرغ‌های ورودی به سالن تخم‌گذاری تا سن ۶۰ هفتگی؛ † اعداد های‌لاین W98 مربوط به ۱۶ هفتگی هستند.

1. Leghorn
2. Rhode Island Red
3. Tinted birds
4. Spent (or cull) hens

درصد) در این مرحله شکل می‌گیرد و بنابراین اندازه پولت در این مرحله تثبیت می‌شود. تقریبا غیرممکن است که بتوان وزن بدن را بدون تغییر چهارچوب تغییر داد.

- پرنده باید در وزن بدن و ترکیب بدن مناسب به بلوغ جنسی برسد. کاملا مشخص شده است که وزن بدن برای تولید اولیه طبیعی حائز اهمیت است، اما هنوز اطلاعات کافی در مورد وزن و ترکیب بدن بهینه وجود ندارد. پرندگانی که مقداری ذخیره انرژی (چربی) دارند در هنگام رسیدن به پیک تولید در مقابل مشکلات احتمالی حساسیت کمتری دارند.
- یکنواختی گله مهم است و این امر با مدیریت پرنده در محیط مناسب و ثابت حاصل می‌شود.
- مرغ‌های تخم‌گذار باید در اوج تولید، در تعادل مثبت انرژی باشند. تثبیت ذخیره انرژی در مرحله پرورش اتفاق می‌افتد و اثر قابل‌توجهی بر ترکیب بدن پرنده در زمان تخم‌گذاری دارد.
- ما باید برای حفظ یک **حالت پایدار** در طول دوره تولید تخم تلاش کنیم.
- در برخی از کشورها دستیابی به وزن بیشتر در ۶۰ هفتگی نیز مهم است، زیرا بر ارزش مرغ‌های حذفی در پایان دوره تاثیر خواهد داشت.

اندازه‌گیری سیر تغییرات گله به منظور اطمینان از دستیابی به این اهداف حائز اهمیت است. گاهی این کار امکان‌پذیر نیست، زیرا اندازه‌گیری بسیاری از صفات مورد نیاز مستلزم کشتار پرنده‌ها است، اما می‌توانیم وزن بدن (و یکنواختی) و نیز کیفیت تخم‌مرغ و سطح تولید را اندازه‌گیری کنیم.

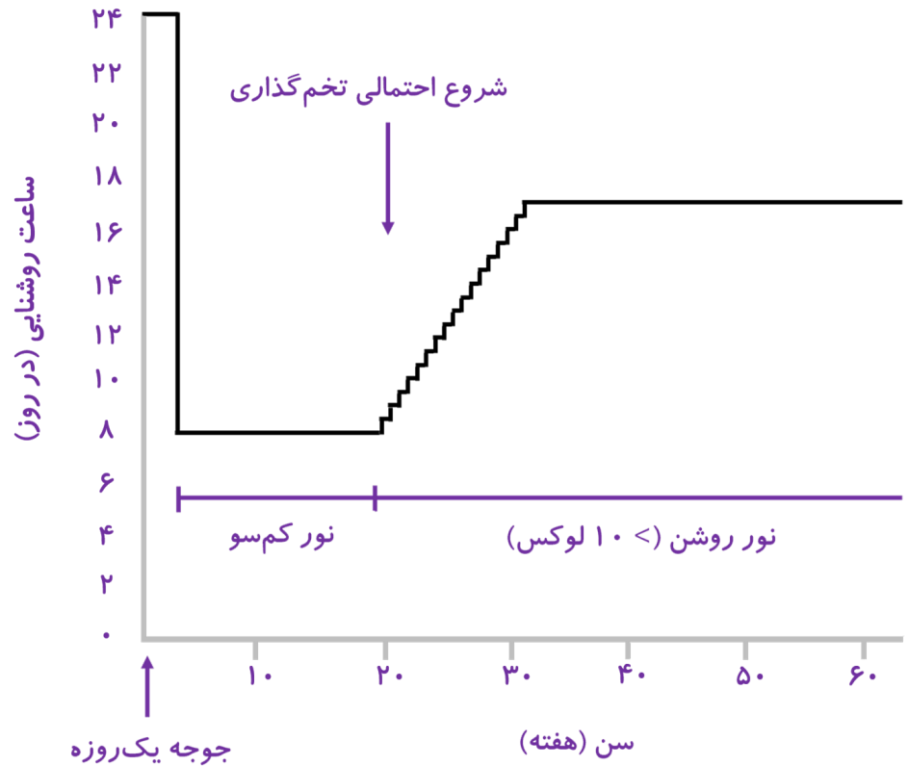
برنامه‌های نوردهی

برنامه نوردهی هرگز بخشی از تغذیه نیست، اما شاید بعد از خوراک و آب مهم‌ترین عاملی باشد که تغذیه طیور را تحت تاثیر قرار می‌دهد. لازم به گفتن است که بسیاری از پرورش‌دهندگان طیور از برنامه‌های نوردهی صحیح در مراحل پرورش و تخم‌گذاری آگاه نیستند.

> **نکته**
> مدیریت شدت و مدت نور یکی از وجوه مهم تمامی شیوه‌های پرورش طیور است.

در طبیعت، پرندگان با طول روز فصلی سروکار دارند. برخی از این طول روزها برای جفت‌گیری (تولیدمثل) مطلوب است. تغییرات طول روز مهم‌ترین عامل برای همزمان‌سازی تولیدمثل است و بنابراین می‌دانیم که پرنده‌ها به نور پاسخ می‌دهند. پرنده تغییرات طول روز را با دریافت تصاویر خارج شبکیه‌ای (نه چشم‌ها) تشخیص می‌دهد. انرژی نور، با تاثیر روی مغز، پرنده را تحریک می‌کند، جایی که هیپوتالاموس یک سیگنال تحریک‌کننده تصویری را دریافت و به صورت یک سوئیچ کنترل‌کننده اصلی عمل می‌کند. این سوئیچ سطح هورمون لوتئیزکننده (LH[1]) را در جریان خون کنترل می‌کند و با رسیدن سطح این هورمون به کمتر از حد بحرانی برای یک گونه (یک پرنده) تولید تخم متوقف خواهد شد. سطح LH در گردش خون با طول روز تعیین می‌شود. در طیور، حداقل طول روز بحرانی مورد نیاز ۱۰ ساعت در شبانه‌روز است. افزایش طول روز موجب افزایش آزادسازی LH می‌شود، اما نقطه اشباع در ۱۴ ساعت به ازای شبانه‌روز حاصل می‌شود. بنابراین، اعمال دوره نوردهی، با یک طول روز (روشنایی) حداقل ۱۰ ساعت، برای مرغ‌های تخم‌گذار ضروری است. پرنده‌ها به یک شدت نور حداقل ۳۰ تا ۴۰ لوکسی نیاز دارند تا زمان روشنایی بتواند توسط هیپوتالاموس به عنوان طول روز ثبت شود. باید یادآوری کرد که لامپ‌های حبابی کم‌مصرف با گذشت زمان کارایی خود را از دست می‌دهند

[1]. Luteinizing hormone



شکل ۹–۱: نمونه‌ای از یک برنامه نوردهی برای گله تخم‌گذار (برگرفته از رز، ۱۹۹۷)

(رز، ۱۹۹۷). گاهی اوقات شدت نور بر حسب فوت کندل (۱ لوکس = ۱۰/۷۶ فوت کندل) اندازه‌گیری می‌شود.

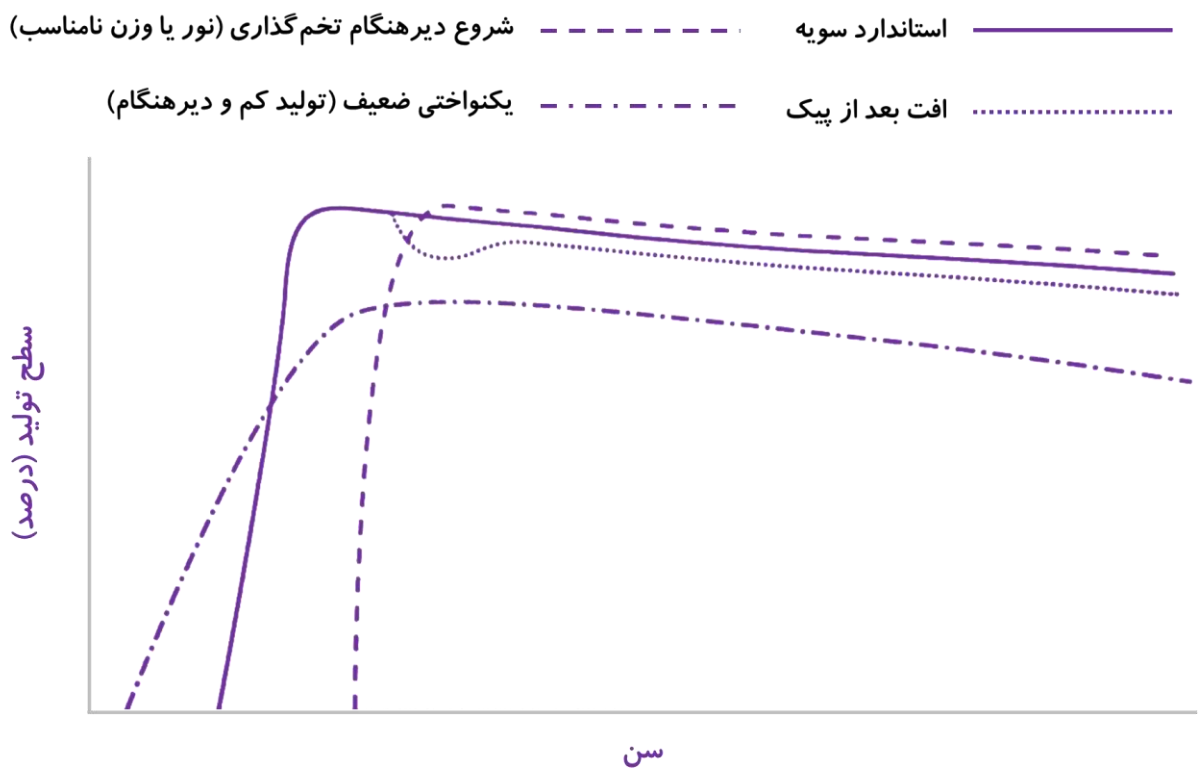
وقتی ساختمان‌های باز استفاده و امکان بهره‌مندی از روشنایی طبیعی فراهم می‌گردد، برنامه‌های نوردهی در تلفیق با تغییرات طبیعی طول روز طراحی می‌شوند. مناطق کمی زمان طلوع و غروب ثابت دارند و برنامه‌های نوردهی باید برحسب نیاز تغییر داده شوند (های‌لاین[1]، ۲۰۱۱).

شدت نور فراهم‌شده برای پرنده‌های پرورش‌یافته روی بستر باید در حدی باشد که به آنها اجازه بدهد در محیط خود راه بروند اما هم‌زمان آرام هم باقی بمانند. استفاده از شدت نور ۲۰ تا ۳۰ لوکسی در طول هفته اول امکان حرکت را فراهم و مصرف خوراک را تحریک می‌کند. سپس شدت نور باید تا سن ۴ هفتگی به ۱۵ لوکس کاهش پیدا کند و تا زمان آغاز تحریک نوری در همین مقدار ثابت بماند. در حدود سن ۱۵ هفتگی، یعنی زمانی که پولت‌ها به سالن تخم‌گذاری منتقل می‌شوند، شدت نور باید به تدریج افزایش یابد و به ۲۰ تا ۳۰ لوکس برسد. پرنده‌هایی که به سالن‌های دارای دیوارهای جانبی باز انتقال می‌یابند باید شدت نور بیشتری (در حدود ۳۰ تا ۴۰ لوکس) داشته باشند.

معمولا در دوره پرورش، پرنده‌ها در طول روز ثابت ۸ ساعت قرار می‌گیرند که پایین‌تر از مقدار حداقل بحرانی برای تولید تخم است. در زمان معینی که با گونه (سویه) پرنده و سایر عوامل مدیریتی مشخص می‌شود، مدت زمان روشنایی برای پرنده‌ها افزایش داده می‌شود. این امر شامل افزایش هفتگی طول روز به میزان ۰/۵ تا ۱ ساعت در روز است (شکل ۹–۱). گله زمانی از نظر جنسی بالغ فرض می‌شود که تولید آن به ۵۰ درصد می‌رسد.

پرنده‌ها برای تحریک بلوغ جنسی به افزایش طول روز نیاز دارند و نیز باید در یک مرحله رشد مثبت قرار داشته باشند که به شرایط تغذیه آنها بستگی دارد. اگر تنها یکی از این عوامل تامین شود، گله به صورت طبیعی وارد مرحله

[1]. Hy-line



شکل ۹–۲: نمونه‌ای از منحنی تولید استاندارد سویه و مشکلات احتمالی ناشی از خطاهای پرورشی (الهام‌گرفته از لیسون و سامرز، ۲۰۰۵)

تخم‌گذاری نمی‌شود. برای مثال، ممکن است پرنده‌های نگهداری‌شده در شرایط طبیعی (سالن دارای دیواره جانبی باز) در موقعیتی پرورش داده شوند که طول روز کاهشی (پاییز) است. در چنین شرایطی شروع تخم‌گذاری به تعویق می‌افتد (شکل ۹–۲). در صورت پایین‌تر بودن شدت نور از حداقل مورد نیاز، پرنده این حالت را به صورت آغاز زمستان تشخیص می‌دهد و تخم‌گذاری را متوقف می‌کند.

دوره پرورش مرغ‌های تخم‌گذار

به طور مرسوم، دوره پرورش گله تخم‌گذار تجاری با عنوان پرورش پولت شناخته می‌شود. اگرچه برخی از شرکت‌ها گله خود را پرورش می‌دهند، اما اغلب پرورش‌دهندگان پولت را تا مرحله تخم‌گذاری پرورش می‌دهند و به فروش می‌رسانند. پرورش پولت به مدیریت بالایی نیاز دارد و روش نسبتا موفقی است. متاسفانه، آوردن پرنده‌های زنده از یک محل دیگر به مزرعه، با خطرات **امنیت‌زیستی**[1] همراه است و تنش تحمیل‌شده طی حمل‌ونقل نیز اثرات زیان‌باری بر پرنده دارد. به طور کلی، واحدهایی که سیستم پرورش یکپارچه دارند پرنده‌های بهتری پرورش می‌دهند.

سیستم‌های پرورش

در روش سنتی، پولت‌ها روی زمین و در سیستم‌های باز پرورش داده می‌شوند و در بسیاری از کشورهای آفریقایی این امر همچنان رواج دارد. با تغییر ژنوتیپ پرنده‌ها، پرورش‌دهندگان دریافته‌اند که دستیابی به پارامترهای تولیدی مناسب (وزن مناسب در سن معین و یکنواختی)

[1]. Biosecurity

دشوار شده است، به ویژه وقتی که پرنده‌ها روی زمین پرورش داده می‌شوند. همچنین مرگ‌ومیر در مواردی که پرنده‌ها روی زمین پرورش می‌یابند بالاتر است. در سالن‌های باز نیازهای تغذیه‌ای به دلیل فعالیت بالاتر بیشتر و نیز مدیریت برنامه نوردهی دشوارتر است. به این دلایل، تمایل به پرورش پولت‌های امروزی در سالن‌های کنترل-شده بسته و قفس بیشتر است. این امر علاوه بر آنکه به کاهش نواقص پرورش روی زمین کمک می‌کند، روش تغذیه پرنده‌ها را نیز متاثر می‌سازد. تا حدودی عجیب است که پولت‌های پرورش‌یافته در قفس به خوبی با سیستم‌های تولید چرای آزاد سازگار نمی‌شوند. زمان زیادی طول می‌کشد تا به شرایط عادت نمایند و آب و خوراک مصرف کنند و با وارد شدن به مرحله تولید، تمایل آنها به تخم گذاشتن روی بستر زمین است و تا مدتی وقعی به لانه‌های تخم‌گذاری فراهم‌شده نمی‌گذارند.

> ■ **نکته**
> سویه‌های جدید همچنان از نظر زمان آغاز تخم-گذاری، تداوم تخم‌گذاری و ضریب تبدیل خوراک در حال پیشرفت هستند.

ژنوتیپ

وزن بلوغ پولت‌های تخم‌گذار سالانه حدود یک روز کاهش می‌یابد و به طور معمول اولین تخم در سن ۱۶ تا ۱۸ هفتگی گذاشته می‌شود. میزان پیشرفت ژنتیکی به معنی این است که متخصصین تغذیه و پرورش‌دهندگان باید راهبردهای خود برای خوراک دادن این پرندگان را بازبینی کنند. کلید مدیریت تغذیه موفقیت‌آمیز اطمینان از وزن مناسب پولت است. پرنده‌هایی که در وزن هدف و یا اندکی بالاتر از وزن هدف هستند، بدون تردید در زمان تخم‌گذاری تولیدکنندگان بهتری خواهند بود. وزن هدف تقریبا برای همه سویه‌ها یکسان است و سویه‌هایی که دیرتر بالغ می‌شوند اولین تخم خود را در سن ۲۱ تا ۲۲ هفتگی خواهند گذاشت. این پیشرفت ژنتیکی با داده‌هایی که های‌لاین برای پرنده‌های خود منتشر کرده به خوبی نشان داده شده است (جدول ۹-۲).

بسیار مهم است بدانیم که همه ژنوتیپ‌ها یکسان نیستند. در اروپا تقاضا برای تخم‌مرغ‌های بزرگ اهمیت زیادی دارد. این مساله با این حقیقت روشن می‌شود که تخم-مرغ‌هایی که در بریتانیا بزرگ نامیده می‌شوند، در جنوب آفریقا غول‌آسا[1] به حساب می‌آیند. در بسیاری از کشورها بازار تخم‌مرغ و اندازه آن اهمیت کمتری دارد. بنابراین ژنوتیپ‌های مورد استفاده در نقاط مختلف جهان می‌توانند متفاوت باشند. اندازه تخم‌مرغ می‌تواند تا ۳ گرم بالاتر یا پایین‌تر از استاندارد باشد. سویه‌های امروزی در مقایسه با اجداد خود به ضعف‌های تغذیه‌ای و مدیریتی حساس‌ترند و این حساسیت با تنش ناشی از شرایط سالن‌های پرورش پولت و تخم‌گذاری امروزی تشدید می‌شود. به رغم مطلوب بودن وزن بالای پولت، باید دقت کرد که پرنده‌ها چاق نشوند. این امر می‌تواند در بلندمدت اثر منفی بر تولید داشته باشد. خوشبختانه، پرنده‌های چاق مانند گذشته مشکل‌ساز نیستند. وزن بدن در زمان شروع تخم‌گذاری اثر معنی‌داری بر اندازه تخم‌مرغ در ابتدای مرحله تولید دارد.

همانند سایر بخش‌های تغذیه، تعیین نیازهای تغذیه‌ای پولت‌ها و برگرداندن این نیازها به مختصات خوراک یک مساله بنیادی است. به رغم تغییر در نیازهای تغذیه‌ای ژنوتیپ‌ها، مقادیر پایه پروتئین یا انرژی مورد نیاز به ازای هر گرم وزن بدن بدون تغییر مانده است. لیکن استفاده از جداولی مانند جداول NRC (۱۹۹۴) که نیاز مواد مغذی را بیان می‌کنند، استفاده از این مقادیر را در سیستم‌های مختلف تولید با دشواری مواجه می‌کند. در حال حاضر،

[1]. Jumbo

جدول ۹–۲: تغییرات های‌لاین در دهه‌های اخیر (های‌لاین، ۲۰۱۱)

مورد	۱۹۹۳	۱۹۹۵	۲۰۰۲/۴	۲۰۰۵/۷	۲۰۰۹	۲۰۱۱
مصرف خوراک در طول دوره	۶/۷-۵/۷	۶/۷-۵/۷	۶/۰	۵/۹۷	۵/۶۲	۵/۶۲
وزن بدن (۱۸ هفتگی)	۱/۵۵	۱/۵۵	*۱/۴۳	*۱/۴۷	*۱/۴۰	*۱/۴۰
سن در تولید ۵۰ درصد	۱۵۳	۱۵۱	۱۴۵	۱۴۵	۱۴۲	۱۴۰
تعداد تخم‌مرغ‌ها**	۲۳۸	۲۴۰	۲۵۲	۲۵۳/۲	۲۵۳	۲۵۹
کیلوگرم خوراک/کیلوگرم تخم‌مرغ	۲/۵-۲/۲	۲/۵-۲/۲	۲/۰۶	۱/۹۶	۲/۰۲	۱/۹۹

* جداول بعدی تنها وزن ۱۷ هفتگی را نشان داده است؛ ** تعداد تخم‌مرغ‌ها به ازای مرغ‌های ورودی به سالن تخم‌گذاری تا سن ۶۰ هفتگی

انتظار ما این است که پرنده را طوری تغذیه کنیم که وزن بدن هدف، همراه با شرایط بدنی مناسب هر چه سریع‌تر و در سن کمتر برآورده شود. بنابراین، احتمالا استفاده از اکثر داده‌هایی که قبلا منتشر شده با محدودیت مواجه است. باید دانست که پرنده‌ها به صورت ذاتی در حال کوچک شدن هستند و احتمالا خوراک کمتری مصرف می‌کنند. تغییرات در نرخ افزایش وزن، همراه با تغییرات احتمالی در الگوی مصرف خوراک، بدین معنی است که شیوه برگرداندن نیازهای تغذیه‌ای به مختصات خوراک تغییر کرده است.

- **نکته**

  در نقطه آغاز تخم‌گذاری مرغ‌ها باید از وزن متناسب با سن خود و نیز ترکیب بدن مناسبی برخوردار باشند.

ترکیب بدن

به روشنی مشخص شده است که وزن بدن برای تولید اولیه مناسب بسیار مهم است، لیکن اطلاعات کافی در خصوص ساختار و ترکیب بدنی مناسب وجود ندارد. به خوبی می‌دانیم که اندازه و چهارچوب زودتر توسعه پیدا می‌کند و در سن ۱۲ تا ۱۴ هفتگی اندازه بدن پولت تثبیت می‌شود.

همانند سایر رده‌های حیوانی، دستیابی به یک حداقل ذخیره چربی برای بلوغ ضروری است و به نظر می‌رسد که ترکیب بدن نیز به اندازه وزن بدن در شروع تخم‌گذاری موثر است. در حالی که هنوز تصویر دقیقی از رابطه ترکیب بدن و بلوغ در دست نداریم، به نظر می‌رسد که پرنده‌هایی که مقداری ذخایر انرژی (چربی) دارند در هنگام رسیدن به پیک تولید در مقابل مشکلات احتمالی حساسیت کمتری دارند.

چنانچه منحنی تولیدی (شکل ۹–۲) با فرورفتگی بعد از پیک مشاهده شود و بیماری یا مشکل مدیریتی در مزرعه وجود نداشته باشد، تقریبا می‌توان با اطمینان گفت که این حالت نتیجه مواجهه پرنده با کمبود انرژی در پیک تولید بوده است. مشکل باید قبل از انتقال پرنده به سالن تخم-گذاری شناسایی و پیش‌گیری شود - در غیر این صورت قابل‌اصلاح نخواهد بود.

انرژی

برای آنکه پولت در شرایط بهینه انرژی به بلوغ برسد باید در وزن و شرایط بدنی مطلوب باشد. تراکم گله، شرایط سالن پرورش، دما و پوشش پر این شرایط را تحت تاثیر قرار می‌دهد. متاسفانه، برخی اوقات دستیابی به وزن مطلوب در سن معین، به ویژه در شرایط نامطلوب رشد،

جدول ۹-۳: اثر سطح انرژی جیره (۰-۲۰ هفتگی) روی رشد پولت‌ها و مصرف مواد مغذی هنگام تغذیه جیره‌های حاوی ۱۸ درصد پروتئین (برگرفته از لیسون و سامرز، ۲۰۰۵)

انرژی جیره (مگاژول ME/کیلوگرم)	وزن بدن در ۲۰ هفتگی (گرم)	مصرف انرژی ۰-۲۰ هفتگی (مگاژول)	مصرف پروتئین ۰-۲۰ هفتگی (کیلوگرم)
۱۱/۰۹	۱۳۲۰^{c}	۸۶/۲^{c}	۱/۴۰^{a}
۱۱/۵۰	۱۳۷۸^{bc}	۸۷/۹^{bc}	۱/۳۷^{a}
۱۱/۹۰	۱۴۲۲^{ab}	۹۱/۲^{ab}	۱/۳۷^{a}
۱۲/۳۰	۱۴۸۹^{a}	۹۲/۵^{ab}	۱/۳۵^{ab}
۱۲/۸۰	۱۴۶۸^{a}	۸۹/۵^{abc}	۱/۲۶^{c}
۱۳/۲۰	۱۴۶۸^{a}	۹۴/۰^{a}	۱/۲۹^{bc}

ME = انرژی قابل‌متابولیسم

آسان نیست. لیسون و سامرز (۲۰۰۵) پیشنهاد کردند که در پولت‌ها مصرف انرژی عامل محدودکننده نرخ رشد است، بنابراین، به نظر می‌رسد که صرف‌نظر از مختصات خوراک، پولت‌ها مقادیر مشابهی از انرژی مصرف می‌کنند (جدول ۹-۳).

در عمل، دستیابی به وزن مطلوب برای سن مشخص در گله‌های پولت دشوار است، اما بهترین راهکار افزایش مصرف انرژی پرنده‌ها است. شرکت اصلاح‌نژاد ISA بیان می‌دارد که در مورد پرنده‌های جوان (و همچنین جوجه‌های گوشتی)، تغییر در سطح انرژی جیره به تغییر مصرف خوراک منجر نمی‌شود. بنابراین، افزایش سطح انرژی جیره‌های آغازین به خوبی منجر به مقداری افزایش در مصرف انرژی و بنابراین وزن بدن پرنده‌ها می‌شود. در پرنده‌های مسن‌تر، توانایی تنظیم مصرف خوراک در پاسخ به سطح انرژی جیره به طور کامل توسعه می‌یابد و بنابراین افزایش انرژی جیره اثر اندکی دارد. در شرایطی که عوامل مدیریتی (طراحی قفس، شکل جیره و دما) موجب محدودیت مصرف خوراک و از این رو کاهش مصرف انرژی و رشد می‌شود، افزایش سطح انرژی جیره راهبردی است که می‌تواند به سادگی پرنده‌ها را قادر به مصرف انرژی بیشتر سازد. در شرایط مدیریتی مطلوب، احتمال جواب دادن این راهبرد اندک است، زیرا پرنده‌ها با افزایش انرژی جیره خوراک کمتری می‌خورند. شواهد نشان می‌دهد که جیره‌های حاوی انرژی بالا ضرورتا راه‌حل هوای گرم نیستند (جدول ۹-۴)، زیرا باعث کاهش مصرف خوراک و در نتیجه کاهش مصرف پروتئین و سایر مواد مغذی و بنابراین کاهش رشد می‌شوند.

شاید عملی‌ترین راه برای افزایش مصرف مواد مغذی توسط پولت‌ها استفاده از جیره کرامبل یا پلت باشد (نیوکام[1] و سامرز، ۱۹۸۵؛ جدول ۹-۵). داده‌های نقل‌شده توسط ISA نشان می‌دهد که ارائه خوراک جوجه‌ها به صورت کرامبل در مقایسه با جیره آردی[2] باعث کاهش زمان مصرف خوراک، افزایش مصرف خوراک و بهبود رشد می‌شود. بسیاری از مشکلات عملکردی مشاهده‌شده با تغذیه جیره آردی را می‌توان به مصرف پایین خوراک نسبت داد. این مساله به ویژه در هوای گرم مشهود است، زمانی که مصرف خوراک به دلیل بالا رفتن دمای محیط به سرعت کاهش می‌یابد. دلیلی برای مصرف جیره‌های رشد وجود ندارد، چرا که انرژی آنها بالاتر از انرژی جیره بعدی مرغ‌های تخم‌گذار است. اغلب وزن به‌دست‌آمده در سن

1. Newcombe
2. Mash

جدول ۹–۴: اثر انرژی جیره بر رشد و مصرف مواد مغذی پولت‌های لگهورن نگهداری‌شده در دمای ۱۸ یا ۳۰ درجه سانتی‌گراد تا سن ۱۸ هفتگی (لیسون و سامرز، ۲۰۰۵)

مورد	وزن در ۱۲۶ روزگی (گرم)	کل مصرف خوراک (کیلوگرم)	مصرف ME (مگاژول)	مصرف پروتئین (گرم)
دمای ۱۸ درجه سانتی‌گراد				
۱۰/۵ مگاژول انرژی/کیلوگرم	۱۳۹۸	۷/۹۹	۸۳/۸۵	۱۳۳۰
۱۲/۶ مگاژول انرژی/کیلوگرم	۱۴۳۴	۶/۹۸	۸۸/۱۷	۱۱۶۰
دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد				
۱۰/۵ مگاژول انرژی/کیلوگرم	۱۲۶۶	۶/۰۵	۶۳/۵۰	۱۰۱۰
۱۲/۶ مگاژول انرژی/کیلوگرم	۱۲۱۸	۵/۱۹	۶۵/۶۵	۸۷۰

ME = انرژی قابل‌متابولیسم

جدول ۹–۵: اثر سطح انرژی قابل‌متابولیسم (ME) و شکل ارائه جیره بر وزن بدن پولت‌ها در سن ۵ هفتگی (نیوکام و سامرز، ۱۹۸۵)

انرژی جیره (مگاژول ME/کیلوگرم)	وزن بدن ۵ هفتگی با دریافت جیره آردی (گرم)	وزن بدن ۵ هفتگی با دریافت جیره کرامبل (گرم)
۱۳/۰۰	۳۷۵	۴۱۲
۱۱/۷۰	۳۴۵	۴۰۵

۳ تا ۵ هفتگی، تعیین‌کننده وزنی است که در طول دوره پرورش به دست می‌آید. این یعنی اگر یک واحد در دستیابی به وزن هدف با دشواری مواجه شد، دلیلی برای ارائه همه جیره آغازین به صورت کرامبل وجود ندارد.

استفاده از سطوح متوسط انرژی جیره علاوه بر ایجاد تناسب در ترکیب بدن، امکان گذار بدون مشکل انرژی از جیره رشد به جیره تخم‌گذاری را نیز فراهم می‌کند. سطوح فیبر بالا ظرفیت دستگاه گوارش را بالا می‌برد و پرنده را قادر به مصرف مقدار کافی خوراک در ابتدای تخم‌گذاری می‌سازد.

پروتئین

در صورت فراهم شدن مقدار کافی پروتئین، تغذیه پروتئین اضافی بی‌اثر بوده و یا اثر تحریک‌کننده کمی بر

> ■ **نکته**
> پولت‌ها روی دامنه گسترده‌ای از سطوح پروتئین و انرژی رشد مطلوبی دارند.

رشد خواهد داشت و حتی می‌تواند اثر منفی داشته باشد. سطوح انرژی توصیه‌شده برای جیره‌ها با توجه به قیمت، فراهمی مواد خوراکی و سایر شرایط موجود در دامنه ۱۱/۵ تا ۱۲ مگاژول در کیلوگرم است. اختلاف در سطوح پروتئین جیره‌های دوره پرورش از لحاظ تئوری زیاد و در دامنه ۱۰ تا ۲۰ درصد است (جدول ۹–۶)، زیرا نیاز پروتئین پولت‌ها به طور نسبی کم است. اگر سطح تغذیه‌شده خیلی کم باشد، وزن بدن کاهش می‌یابد و بنابراین مرحله بلوغ جنسی به تعویق می‌افتد. از این رو، جیره‌های دارای پروتئین کمتر از ۱۴ درصد به ندرت استفاده می‌شود.

جدول ۹–۶: اثر سطوح پروتئین (۰–۲۰ هفتگی) روی رشد و مصرف مواد مغذی هنگام ارائه جیره‌های حاوی ۱۱/۹ مگاژول در کیلوگرم انرژی قابل‌متابولیسم (برگرفته از لیسون و سامرز، ۲۰۰۵)

پروتئین جیره (درصد)	وزن ۲۰ هفتگی (گرم)	مصرف انرژی ۰–۲۰ هفتگی (مگاژول)	مصرف پروتئین ۰–۲۰ هفتگی (کیلوگرم)
۱۵	۱۴۴۵	۱۰۱/۶۷	۱/۲۸^{d}
۱۶	۱۴۵۹	۹۵/۸۱	۱/۲۸^{d}
۱۷	۱۴۲۳	۹۵/۸۱	۱/۳۷^{cd}
۱۸	۱۴۲۷	۹۲/۰۰	۱/۳۹^{c}
۱۹	۱۴۴۴	۹۵/۸۱	۱/۵۳^{b}
۲۰	۱۴۸۰	۹۶/۲۳	۱/۶۲^{a}

این داده‌ها با یک محاسبه ساده تایید می‌شود. یک جوجه گوشتی ۷ روزه ۱۸۵ گرم است، ۳۰ گرم در روز وزن می‌گیرد و ۳۸ گرم خوراک مصرف می‌کند؛ یعنی پرنده ۱۶/۵ میلی‌گرم لیزین به ازای هر گرم افزایش وزن دریافت می‌کند (کاب، ۲۰۰۰). از سوی دیگر، یک پولت ۷ روزه ۷۰ گرم است، ۶/۵ گرم در روز افزایش وزن دارد و ۳۰ گرم می‌خورد؛ که به معنی دریافت ۳۱/۴۲ میلی‌گرم لیزین به ازای هر گرم افزایش وزن است (های‌لاین، ۲۰۰۲). بنابراین، پولت‌ها در مقایسه با جوجه‌های گوشتی تقریبا نزدیک دو برابر لیزین به ازای هر گرم افزایش وزن دریافت می‌کنند. این مساله از نظر تغذیه‌ای بی‌معنا است. بیوشیمی پایه در همه طیور یکسان است و بنابراین جوجه‌های گوشتی و پولت‌ها، صرف‌نظر از ژنوتیپ (نرخ رشد)، اسیدهای آمینه را با کارایی یکسانی برای رشد استفاده می‌کنند. پژوهش موریس و جورو (۱۹۹۰) به روشنی نشان می‌دهد که نرخ نسبی افزایش پروتئین بدن به ازای مصرف پروتئین برای جوجه‌های گوشتی و جوجه خروس‌های یک سویه تخم‌گذار یکسان است (شکل ۱۰–۱۹). در یک مطالعه جدیدتر، ریلاندو و لی‌بلیگو (۲۰۰۴) با کار روی داده‌های ۲۰ آزمایش مختلف جوجه‌های گوشتی، ارتباط بین مصرف لیزین قابل‌هضم ایلئومی استانداردشده و افزایش وزن بدن را نشان داده‌اند (شکل ۴–۴).

پذیرفته شده است که نیاز اسیدهای آمینه به صورت درصد جیره به طور منظم به صورت تابعی از سن پولت‌ها کاهش می‌یابد. رژیم غذایی باید به گونه‌ای به کار گرفته شود که این اختلافات فیزیولوژیکی را مدنظر قرار بدهد. خصوصا، باید از تغییرات ناگهانی روزانه اجتناب شود. رژیم روزانه باید سطوح اسیدهای آمینه را متناسب با نیاز فراهم کند. به منظور اتخاذ این اصول پایه، یک سری جیره‌ها ارزیابی و با یک جیره حاوی ۱۸ درصد پروتئین خام مقایسه شد. بهترین عملکرد تخم‌گذاری زمانی حاصل شد که پولت‌ها جیره حاوی ۱۷ درصد پروتئین خام را بین ۸ تا ۱۰ هفتگی دریافت کردند و پس از آن پروتئین هر ۱۵ روز ۱ درصد کاهش داده شد (جدول ۹–۷). جیره ارائه‌شده در هفته ۲۰ تنها حاوی ۱۰ درصد پروتئین خام بود. این روش خوراک دادن تا حدود زیادی از نظر فیزیولوژیک قابل‌پذیرش است و ممکن است از نظر اقتصادی نیز مقرون‌به‌صرفه باشد، اما تغییرات زیاد در جیره‌نویسی و توزیع خوراک این امر را در عمل با دشواری روبرو می‌کند.

جدول ۹–۷: برنامه تغذیه‌ای پیشنهادی برای پولت‌ها

آغازین: ۱۸ تا ۱۹ درصد CP؛ ۱۱/۵ تا ۱۲/۰ مگاژول/کیلوگرم ME؛ از روز اول تا رسیدن به وزن هدف
رشد: ۱۵–۱۶ درصد CP؛ ۱۱/۵ تا ۱۲/۰ مگاژول/کیلوگرم ME؛ از وزن هدف تا ۱۲ هفتگی یا آغاز تخم‌گذاری
پرورش: ۱۴–۱۴/۵ درصد CP؛ ۱۱/۳ تا ۱۱/۵ مگاژول/کیلوگرم ME؛ از ۱۲ هفتگی تا آغاز تخم‌گذاری (اختیاری اما توصیه می‌شود)
پیش‌تخم‌گذاری: مانند رشد یا پرورش؛ کلسیم ۲ درصد؛ ۲ هفته قبل از شروع تخم‌گذاری (اختیاری اما توصیه نمی‌شود)

CP = پروتئین خام؛ ME = انرژی قابل‌متابولیسم

فیبر

مقدار فیبر جیره در دوره پولتی یا فاز توسعه (تقریبا ۹ تا ۱۶ هفتگی) اهمیت دارد. به دنبال توسعه موفقیت‌آمیز جوجه‌ها در طول دوره آغازین (تا ۸ هفتگی)، می‌توان و باید از جیره‌های حاوی مواد مغذی کمتر در دوره پولتی استفاده کرد. ارائه چنین جیره‌هایی امکان رشد آهسته‌تر و بلوغ فیزیکی و جنسی پولت‌ها به مرغ‌های تخم‌گذار را فراهم می‌کند. کاهش مواد مغذی در جیره پرورش به کاهش پروتئین و اسیدهای آمینه و نه محتوای انرژی اشاره دارد. در صورت فراهم بودن، می‌توان از مواد خوراکی دارای محتوای پایین‌تر مواد مغذی و محتوای بالاتر فیبر در جیره استفاده نمود. در بیشتر کشورها استفاده از این مواد خوراکی اغلب از نظر اقتصادی نیز مقرون‌به‌صرفه‌تر است. همچنین مقدار بالای فیبر در خوراک پولت‌ها (مثلا بالای ۵/۵ درصد) آنها را به مصرف مقادیر بالاتر خوراک عادت می‌دهد. استفاده از اجزای حاوی فیبر بالا (برای مثال، محصولات جانبی غلات و کنجاله آفتابگردان) وزن مخصوص خوراک را کاهش می‌دهد و پولت‌ها را وادار به صرف زمان بیشتری برای مصرف خوراک می‌کند. واداشتن پولت‌ها به مصرف خوراک بیشتر در این دوره کلید مصرف خوراک کافی در آغاز دوره تخم‌گذاری است. تغذیه کمتر از حد مرغ‌ها در طول این مرحله نیز ممکن است منجر به عملکرد ضعیف و مشکلات سلامتی بعدی مانند عارضه کبد چرب شود.

کلسیم و فسفر

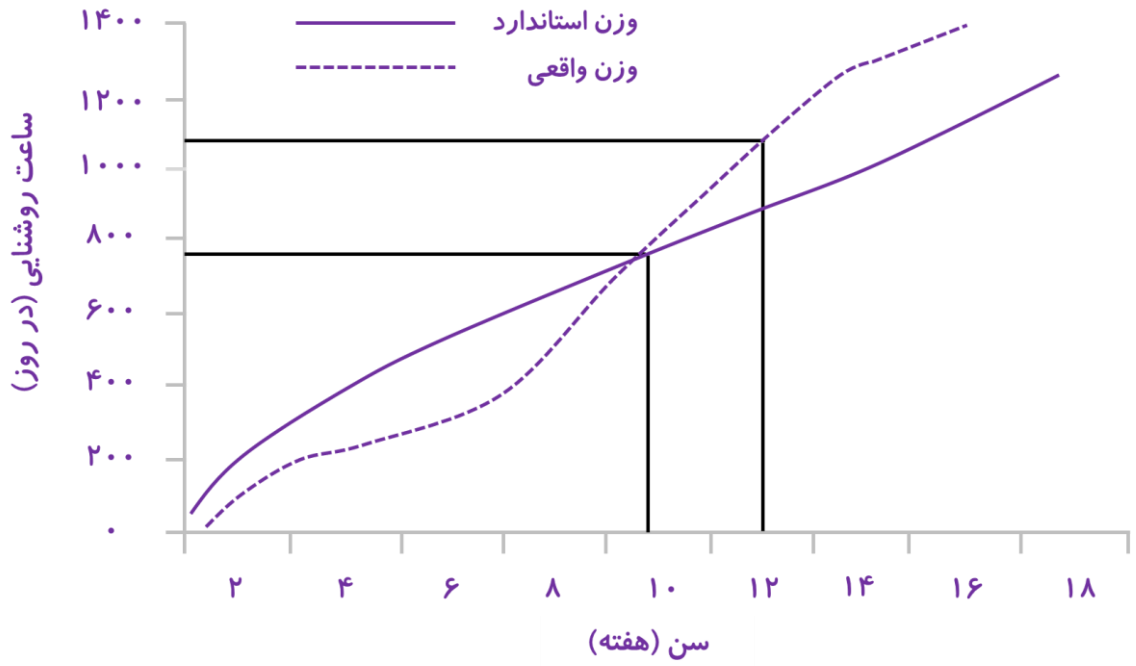
تحقیقات کمی در ارتباط با نیاز کلسیم و فسفر قابل-دسترس پرنده‌ها در دوره پرورش وجود دارد. الیوت[1] (۲۰۱۲) سطوح ۱۱ گرم در کیلوگرم کلسیم و ۴ تا ۴/۵ گرم در کیلوگرم فسفر قابل‌دسترس را پیشنهاد می‌کند که مشابه توصیه شرکت‌های بزرگ اصلاح‌نژاد است. با دانستن سطوح مورد استفاده این دو ماده مغذی در جیره جوجه-های گوشتی دارای رشد سریع و استفاده از فیتاز در بسیاری از جیره‌های پرورش، پذیرش این مقادیر بسیار دشوار است. سطوح ۸ گرم در کیلوگرم کلسیم و ۳/۵ گرم در کیلوگرم فسفر قابل‌دسترس کافی به نظر می‌رسد.

> ■ **نکته**
> لازم است برنامه‌های تغذیه‌ای بر اساس چگونگی عملکرد گله و نه فقط توصیه‌های شرکت‌های اصلاح‌نژاد طراحی شوند.

توصیه‌های عملی

مهم‌ترین مفهوم در تغذیه پولت‌ها این است که جیره باید بر اساس وزن بدن و شرایط گله و نه سن گله ارائه شود. برنامه‌های تغذیه‌ای انعطاف‌ناپذیر اختلافات فردی بین پرنده‌ها را در نظر نمی‌گیرند. در سویه‌های تخم‌گذاری که زودتر به بلوغ می‌رسند، دست یافتن به وزن منطبق با سن در ۴ تا ۶ هفتگی دشوارتر است. ارائه خودسرانه جیره

[1]. Elliot



شکل ۹–۳: رشد پولت بر اساس برنامه خوراک دادن (بر پایه لیسون و سامرز، ۲۰۰۵)

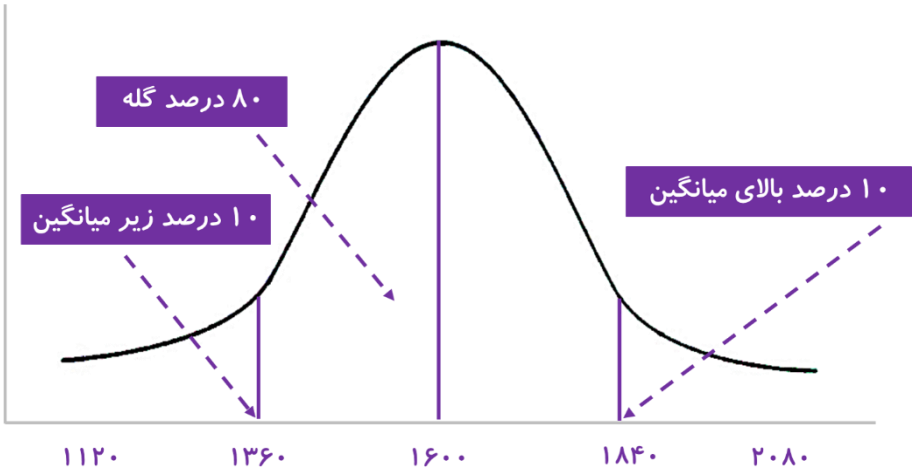
رشد در این مرحله خطرناک است، زیرا احتمالا گله را تا زمان تخم‌گذاری در وزن پایین‌تر از سن باقی نگه خواهد داشت. بهتر است که گله را با طولانی‌تر کردن ارائه جیره آغازین اصلاح کرد (شکل ۹–۳). از سوی دیگر، چنانچه پرنده‌ها در مراحل پایانی دوره پرورش بالاتر از وزن مورد نظر باشند، می‌توان یک جیره پرورش با مختصات پایین‌تر به برنامه تغذیه اضافه کرد. این مورد اغلب در ارتباط با پرنده‌های پرورش‌یافته روی بستر مشکل‌ساز است. اغلب پرورش‌دهندگان مقاطعه‌کار[1]، به دلیل افزایش هزینه، از اعمال دوره آغازین طولانی امتناع می‌ورزند، اما جلوگیری از افت ناگهانی پس از پیک این سرمایه‌گذاری را جبران خواهد کرد. لازم به تاکید است که هر گله باید به صورت جداگانه مدنظر قرار بگیرد و انعطاف‌پذیری بسیار مهم است. اغلب شرکت‌های بزرگ اصلاح‌نژاد توصیه‌های منحصربه‌فرد خود را دارند. این مساله گیج‌کننده خواهد بود. برای مثال، سطح انرژی توصیه‌شده توسط های‌لاین برای رشد در دو ویرایش راهنمای پرورش آنها از ۱۲/۵ به ۱۱/۵ مگاژول در کیلوگرم کاهش یافته است.

> ■ **نکته**
> مقداری تنوع در گله طبیعی است اما باید مراقب تنوع غیرطبیعی بود و آن را کنترل نمود.

یکنواختی

یکنواختی گله‌های پولت تقریبا به اندازه وزن بدن آنها اهمیت دارد. مقداری تنوع طبیعی است، اما باید مراقب انحرافات غیرطبیعی بود. چنین انحرافاتی می‌تواند ناشی از تاسیسات و تجهیزات غیراستاندارد، تغذیه نادرست و عدم اعمال مدیریت یکنواخت روی گله باشد. با توجه به محدود بودن پرنده‌ها در یک فضای کوچک، یکنواختی شرایط محیط آنها مهم است. اگر کمیت یا کیفیت جیره در همه بخش‌های سالن یکنواخت نباشد، مصرف روزانه مواد مغذی متغیر خواهد بود و یکنواختی کاهش خواهد یافت. ممکن است تغذیه انتخابی و عملیات فردی انجام‌شده روی پرنده‌ها نظیر واکسیناسیون، نوک‌چینی، جابجایی و اختلاف سن گله مادر در اینجا نقش داشته باشد. های‌لاین (۲۰۱۱) پیشنهاد می‌کند که وزن ۸۰ درصد پرنده‌ها باید در محدوده ۱۰

[1]. Contract producers



شکل ۹–۴: یکنواختی گله پولت (برگرفته از های‌لاین، ۲۰۱۱)

درصد میانگین باشد (شکل ۹-۴). چنان که مشاهده می‌کنید، نمودار ترسیم‌شده بر اساس وزن‌های انفرادی پرنده‌ها شکل زنگوله‌مانند یا توزیع نرمال خواهد داشت.برای بررسی یکنواختی باید حداقل ۱۰۰ پرنده وزن و میانگین و ضریب تغییرات (CV) تعیین گردد. ضریب تغییرات بیش از ۱۰ درصد بیانگر عدم یکنواختی گله است. ممکن است خطای نمونه‌برداری منجر به تخمین غیرقابل‌اطمینان اختلافات شود و باید مراقب بود که وزن پرنده‌ها از تمام قسمت‌های سالن و همه ردیف‌ها یا طبقات سالن گرفته شود. گله‌های غیریکنواخت سن‌های بلوغ و بنابراین مصارف خوراک متفاوتی خواهند داشت که منجر به تعویق پیک تولید، کاهش کل تولید و یک منحنی تولید ویژه خواهد شد (شکل ۹-۲). جدول ۹-۸ عملکرد پنج زیرگروه یک گله تقسیم‌شده در سن ۱۸ هفتگی را نشان داده شده است (بل[1]، ۱۹۹۳). ضعیف‌ترین گروه تخم‌های کمتری گذاشتند و متحمل مرگ‌ومیر بیشتری شدند، در حالی که قوی‌ترین گروه تخم‌های بیشتری گذاشتند و مصرف خوراک آنها بالاتر از دیگر گروه‌ها بود. قدیمی بودن این داده‌ها کاربردی بودن آنها را تحت تاثیر قرار نمی‌دهد.

جدول ۹–۸: عملکرد پرنده‌های متفاوت در وزن بدن: خیلی سبک (XL)، سبک (L)، متوسط (M)، سنگین (H) و خیلی سنگین (XH) در سن ۱۸ هفتگی (برگرفته از بل، ۱۹۹۳)

مورد	XL	L	M	H	XH
مرغ روز (درصد)	۵۵/۱	۶۴/۶	۶۴/۶	۶۴	۶۲/۵
تولید تخم*	۱۷۸	۲۲۴	۲۲۶	۲۲۷	۲۱۵
تلفات (درصد)	۱۸/۵	۹/۶	۷/۳	۵/۷	۹/۹
مصرف روزانه خوراک (گرم)	۱۰۵	۱۲۱	۱۲۱	۱۲۸	۱۳۸
وزن تخم‌مرغ (گرم)	۵۸/۶	۶۰/۲	۶۰/۵	۶۳/۱	۶۳/۸
خوراک/دوجین تخم‌مرغ (کیلوگرم)	۲/۰۶	۲/۱۲	۲/۱۶	۲/۳	۲/۶۳

* تعداد تخم‌مرغ‌ها به ازای مرغ‌های ورودی به سالن تخم‌گذاری تا سن ۷۲ هفتگی

[1]. Bell

جدول ۹-۹: اثر درصد کلسیم تغذیه‌شده به پرنده‌ها بلافاصله قبل از شروع تخم‌گذاری بر ابقای کلسیم (برگرفته از لیسون و سامرز، ۲۰۰۵)

کلسیم جیره (درصد)	ابقای روزانه کلسیم (گرم)	کلسیم فضولات (درصد ماده خشک)
۰/۹	۰/۳۵	۱/۴
۱/۵	۰/۴۱	۳/۰
۲/۰	۰/۳۲	۵/۷
۲/۵	۰/۴۳	۵/۹
۳/۰	۰/۴۱	۷/۵
۳/۵	۰/۵۱	۷/۷

■ **نکته**

نظرات در مورد استفاده از جیره پیش‌تخم‌گذاری همچنان متناقض است.

جیره‌های پیش‌تخم‌گذاری

بسیاری از افراد استفاده از یک جیره پیش‌تخم‌گذاری حاوی ۲۰ گرم در کیلوگرم کلسیم را پیشنهاد می‌کنند. در سن ۱۵ هفتگی، حیاتی‌ترین بخش توسعه اسکلت آغاز می‌شود. در این زمان پرنده شروع به توسعه استخوان مدولاری می‌کند. این استخوان یک منبع ناپایدار کلسیم برای تولید تخم فراهم می‌کند. الیوت (۲۰۱۲) باور دارد که پیاده‌سازی صحیح یک جیره پیش‌تخم‌گذاری مهم است. اما بر مبنای متابولیسم کلسیم، موثرترین برنامه ارائه زودهنگام جیره تخم‌گذاری است، زیرا ابقای کلسیم توسط پرنده را اندکی افزایش می‌دهد (جدول ۹-۹).

ارائه جیره تخم‌گذاری حاوی ۳۵ گرم در کیلوگرم کلسیم در مقایسه با تغذیه جیره رشد، موجب افزایش ابقای کلسیم تا حدود ۰/۱۶ گرم در روز می‌شود. طی یک دوره ۱۰ روزه، این افزایش ذخیره برابر با خروج یک تخم خواهد بود. به نظر می‌رسد که از لحاظ زیست‌شناسی، تغذیه یک جیره پیش‌تخم‌گذاری اهمیت اندکی دارد و یا اهمیتی ندارد و مطمئنا استفاده از آن در عمل دشوار است.

کلسیم اضافی باید توسط کلیه‌ها دفع شود و تغذیه سطوح بالای آن یک فشار غیرضروری روی کلیه‌ها می‌گذارد. رابینسن[1] (۲۰۰۲) اثر تغذیه جیره‌های پیش‌تخم‌گذاری حاوی ۲۰ گرم در کیلوگرم کلسیم از ۱۵ تا ۱۸ هفتگی را برای تعیین اثر این روند بر مصرف خوراک بعدی آنها بررسی کرد. برهمکنشی بین جیره پیش‌تخم‌گذاری ارائه‌شده و غلظت پروتئین جیره‌های تخم‌گذاری روی تولید تخم نشان داده شد (جدول ۹-۱۰). مرغ‌های دریافت‌کننده جیره پیش‌تخم‌گذاری در مقایسه با گروه دریافت‌کننده جیره رشد، تیتر آنتی‌بادی کمتری داشتند، اگرچه این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود. تغذیه جیره پیش‌تخم‌گذاری به روشنی اثرات سودمند کمی داشت و در واقع، حتی ممکن است هنگام تغذیه جیره تخم‌گذاری حاوی ۱۶ درصد پروتئین اثرات مضر به جا گذاشته باشد.

■ **نکته**

چنانچه پولت‌ها به درستی پرورش داده نشوند تصحیح مشکلات احتمالی ناشی از آن در دوره تخم‌گذاری بسیار دشوار خواهد بود.

مرغ‌های تخم‌گذار

تغذیه مرغ‌های تخم‌گذار در واقع ادامه فرآیند پرورش

[1]. Robinson

جدول ۹–۱۰: اثر تغذیه جیره پیش‌تخم‌گذاری بر تولید مرغ‌ها (رابینسن، ۲۰۰۲)

جیره ارائه‌شده قبل از تخم‌گذاری	مقدار پروتئین جیره تخم‌گذاری (گرم/کیلوگرم)	
	۱۶۰	۱۸۰
	درصد مرغ‌های حاضر در سالن	
رشد	۹۰/۵[a]	۸۸/۲[ab]
پیش‌تخم‌گذاری	۸۸/۰[b]	۸۹/۸[ab]
	درصد مرغ‌های ورودی به سالن	
رشد	۸۹/۵[a]	۸۶/۵[ab]
پیش‌تخم‌گذاری	۸۵/۳[b]	۸۹/۴[b]

است. اغلب به دلایل تجاری از تراکم‌های بالای پرنده در گله استفاده می‌شود که موجب مصرف خوراک پایین و ورود مرغ‌های سبک به سالن‌های تخم‌گذاری می‌گردد. متاسفانه، در حالت طبیعی امکان جبران آسیب ناشی از پرورش ضعیف با تغییر برنامه تغذیه در سالن تخم‌گذاری وجود ندارد. جیره توزیع‌شده بین مرغ‌های تخم‌گذار باید حاوی همه مواد مغذی در مقادیر کافی برای برآورده کردن نیازهای نگهداری، رشد و تولید تخم باشد. پولت در آغاز تخم‌گذاری هنوز رشد خود را کامل نکرده است و تا هفته‌ها بدون اتکا به ذخایر چربی به رشد خود ادامه می‌دهد. نقطه تخم‌گذاری – یا بلوغ جنسی – متناظر با یک شرایط فیزیولوژیکی جدید است که باید با تغییرات در جیره غذایی همراه شود. این تغییرات شامل افزایش مقادیر کلسیم برای تشکیل پوسته تخم‌مرغ و حفظ سطوح سایر مواد مغذی مورد نیاز برای رشد است.

> **نکته**
> تخم‌ها طی یک دوره ۲۱ ساعته در رحم صاحب پوسته می‌شوند – اغلب این زمان در دوره تاریکی قرار می‌گیرد.

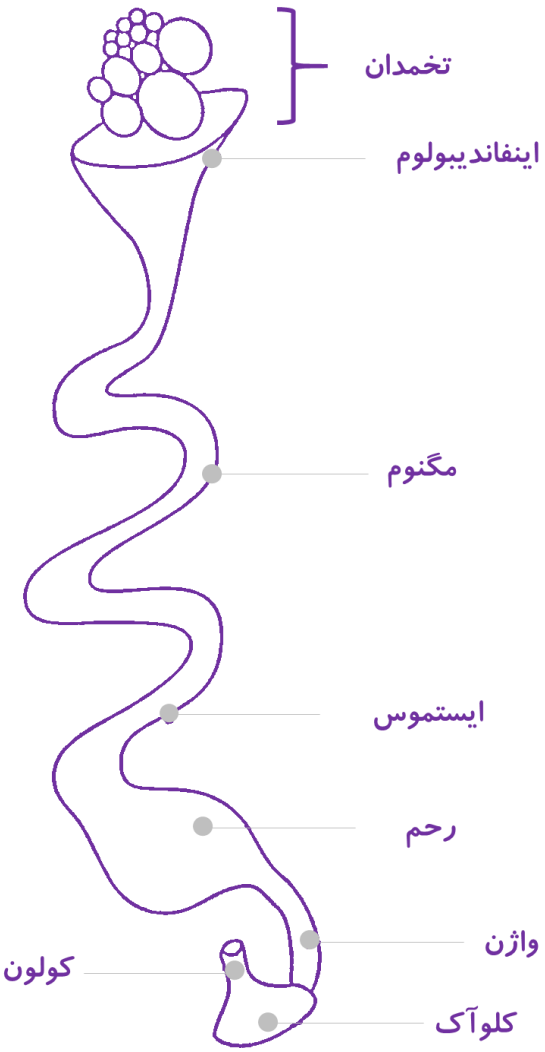
تشکیل و ترکیب تخم‌مرغ

تشکیل و ترکیب تخم‌مرغ یک عنوان تغذیه‌ای نیست، اما داشتن شناختی از این روند درک ما را از اهداف مدنظر در تغذیه مرغ‌های تخم‌گذار بهبود می‌دهد. بنابراین، اشاره مختصری به این دو خواهیم داشت. تخم‌مرغ از سه بخش عبارت از ویتلوس[1] یا زرده، آلبومین یا سفیده و پوسته تشکیل شده است که ترکیب شیمیایی آنها با یکدیگر تفاوت دارد. زرده در تخمدان، سفیده در مگنوم[2] و پوسته در رحم (غده پوسته‌ساز[3]) ساخته می‌شود (شکل ۹–۵). تشکیل زرده در زمان خروج از تخم (تفریخ) آغاز می‌شود و تا زمان تخمک‌گذاری ادامه می‌یابد. زرده حاوی بخش بزرگی از لیپیدهای موجود در تخم‌مرغ است. آلبومین در مدت زمان کوتاهی تشکیل می‌شود و حاوی بیشتر پروتئین تخم‌مرغ است، در حالی که پوسته حاوی بخش اعظم مواد معدنی است. زرده در یک غشای قابل‌ارتجاع نازک احاطه شده و بلاستودرم[4]، که یک صفحه کوچک حاوی کد ژنتیکی جوجه است، به صورت یک برجستگی روی سطح این غشا قرار می‌گیرد. دو شالاز[5] (الیاف پیچیده بلند) زرده را نزدیک مرکز هندسی تخم‌مرغ نگه می‌دارند. زرده

1. Vitellus
2. Magnum
3. Shell gland
4. Blastoderm
5. Chalaza

توسط سفیده احاطه می‌شود. سفیده چهار لایه متمایز دارد:

- لایه شالازی
- آلبومین نازک داخلی
- آلبومین ضخیم
- آلبومین نازک خارجی



شکل ۹–۵: دستگاه تولیدمثل مرغ تخم‌گذار

شالاز هم‌زمان با چرخش تخم‌مرغ در بخش‌های پایینی اویدوکت شکل می‌گیرد و از آلبومین نازک داخلی نشات می‌گیرد. غشاهای پوسته طی یک دوره ۷۵ دقیقه‌ای در ایستموس شکل می‌گیرند. دو غشا تشکیل می‌شود که حاوی الیاف مشبک و در مقابل آب و هوا نیمه‌تراوا هستند. ضخامت غشای خارجی سه برابر غشای داخلی است و هر دوی آنها به صورت جداگانه در انتهای بزرگ تخم‌مرغ به پوسته متصل می‌شوند. آنها در ابتدا اتصال نسبتا ضعیفی دارند، اما این شرایط با توسعه پوسته تغییر می‌کند. پوسته در غده پوسته‌ساز تشکیل می‌شود. پوسته باید مستحکم و سخت باشد تا بتواند جنین را حفظ کند و در عین حال روزنه‌های کافی برای تبادل گازها داشته باشد. پوسته از سمت داخل به غشاهای پوسته متصل شده است. در داخل غشاهای پوسته کلاهک‌های پایه (برجستگی‌های پستانک-مانند[1]) در درون لایه نرده‌ای (لایه مخروطی[2]) جاسازی شده‌اند. لایه نرده‌ای از ستون‌های نرده‌مانندی تشکیل شده است که توسط ستون‌های همجوش مجاور کلسیفه می-شوند. هرچه فرآیند همجوشی زودتر رخ بدهد پوسته ضخیم‌تر خواهد شد، یعنی اینکه دو پوسته با ضخامت یکسان می‌توانند استحکام متفاوتی داشته باشند (سالمن[3]، ۲۰۱۰)؛ این یکی از دلایل اصلی است که چرا اندازه‌گیری کیفیت پوسته با روش‌هایی مثل وزن مخصوص استفاده محدودی دارد. آخرین لایه تخم‌مرغ کوتیکول است که قبل از شکل‌گیری آن پوسته با یک لایه کریستالی عمودی اندود می‌شود. بخش پروتئینی نیز به صورت عمودی در این لایه کریستالی همساز شده است. کوتیکول که یک ساختار دولایه‌ای با ظاهر ترک‌خورده است به این لایه کریستالی می‌چسبد. پس از گذاشتن تخم کوتیکول خشک می‌شود، ترک می‌خورد و سدی در برابر نفوذ ذرات خارجی به تخم‌مرغ فراهم می‌کند (سالمن، ۲۰۱۰). در مراحل پایانی، پوسته مجموعه رنگ‌دانه‌های خود را دریافت می-کند. بیشتر پروتوپورفیرین‌های[4] انتقال‌یافته از سلول‌های

1. Mammillary knobs
2. Palisade or cone layer
3. Solomon
4. Protoporphyrins

پوششی اپیتلیال کیسه غده پوسته‌ساز وارد کوتیکول می‌شوند، اما پوسته کلسیمی‌شده نیز حاوی مقادیر متغیری رنگ‌دانه است. ترکیب طبیعی تخم‌مرغ در جدول ۹-۱۱ نشان داده شده است.

هر تخم‌مرغ حاوی تقریبا ۲/۲ گرم کلسیم است. تخم‌مرغ ابتدا از انتهای کوچک ساخته می‌شود. در صورت سالم بودن مرغ، بیشتر تخم‌ها با انتهای بزرگ گذاشته می‌شوند. چرخش تخم‌مرغ قبل از گذاشتن آن اتفاق می‌افتد و ۱ تا ۲ دقیقه طول می‌کشد. تولید یک تخم‌مرغ حداقل ۲۴ ساعت طول می‌کشد، اما این زمان می‌تواند تا ۳۰ ساعت نیز افزایش پیدا کند (جدول ۹-۱۲). تخم‌ها اغلب صبح‌هنگام و در کلاچ‌های پیاپی گذاشته می‌شوند. گاهی اوقات مرغ‌ها یک روز توقف خواهند داشت و تخمی گذاشته نمی‌شود و سپس الگو تکرار می‌شود. مرغ‌های مختلف یک گله در زمان‌های مختلفی توقف دارند و این امر باعث ایجاد یک منحنی تولید استاندارد می‌شود (شکل ۹-۲).

با پایان یک دوره تخم‌گذاری طبیعی، مرغ‌ها وارد پرریزی می‌شوند. این حالت یک دوره استراحت برای پرنده فراهم می‌کند که طی آن اویدوکت تحلیل می‌رود و مجددا توسعه پیدا می‌کند. پرریزی را می‌توان با استفاده از کاهش زمان روشنایی و یا قطع آب و خوراک القا کرد (ادامه مطالب را ببینید). این فرآیند به صورت تجاری در بسیاری از نقاط جهان اجرا می‌شود. مهم است بدانیم که بیماری‌ها (مانند بیماری نیوکاسل) بخش بزرگی از گله را وارد دوره پرریزی می‌کنند. اغلب اما نه همه این پرندگان با گذشت زمان تولید را از سر می‌گیرند که موجب ایجاد یک انحراف در منحنی تولید می‌شود.

جدول ۹-۱۱: ترکیب تخم‌مرغ

مورد	تخم‌مرغ کامل	زرده	سفیده	پوسته
ترکیب (درصد)	۱۰۰	۲۹/۰	۶۱/۵	۹/۵
وزن (گرم)	۶۰	۱۷/۵	۳۷	۵/۵
ماده خشک (گرم)	۱۹/۸	۱۰/۵	۴	۵/۳
پروتئین کل (گرم)	۶/۴	۲/۹	۳/۴۵	–
لیپید (گرم)	۶/۰۵	۶/۰۵	–	–
کربوهیدرات (گرم)	۰/۱۸	۰/۰۵	۰/۱۳	–
ویتامین (گرم)	۱/۵۴	۱/۳۰	۰/۲۴	–
خاکستر (گرم)	۵/۶	۰/۲۲	۰/۱۸	۵/۲

جدول ۹-۱۲: تشکیل تخم در مرغ‌های تخم‌گذار: زمان‌بندی مراحل مختلف

فرآیند	مدت	محل
تشکیل ائوسیت‌ها و رسوبات زرده	از زمان تفریخ تا تخمک‌گذاری (۲۰ هفته)	تخمدان
تخمک‌گذاری		اینفاندیبولوم
رسوب آلبومین	۲ ساعت و ۳۰ دقیقه	مگنوم
غشاها	۱ ساعت و ۲۰ دقیقه	ایستموس
کلسیفه شدن پوسته	۲۱ ساعت	رحم
تخم‌گذاری		کلوآک

مراحل تولید

به طور کلی تغذیه مرغ‌های تخم‌گذار به دو مرحله تقسیم می‌شود. اول، مرحله منتهی به پیک تولید که خود پیک تولید را نیز در برمی‌گیرد. در این مرحله نیاز پرنده‌ها به مواد مغذی به دلیل توسعه اویدوکت و در برخی از موارد نیاز به رشد جبرانی در حداکثر خود است. به علاوه، در این مرحله تعداد زیادی تخم تولید می‌شود. این نیاز بالا برای مواد مغذی به دلیل عدم توانایی فیزیکی پرنده برای مصرف خوراک تشدید می‌شود. به این دلیل، اغلب پولت-های زیر وزن (آنهایی که نیاز به رشد بیشتر و ذخایر چربی کمی دارند) علائم افت تولید پس از پیک را نشان می‌دهند. با فرا رسیدن پیک تولید (گرم تخم‌مرغ به ازای هر پرنده در روز)، پرنده‌ها در یک شرایط نسبتا پایدار هستند و اغلب می‌توانند خوراک کافی برای تامین نیازهای مواد مغذی خود مصرف کنند. با زیر نظر گرفتن مصرف خوراک در مرغ‌های تخم‌گذار آمبرلینک[1] مشخص شد که مصرف خوراک آنها از کمتر از ۸۰ گرم به ازای هر پرنده در روز تا بیش از ۱۶۰ گرم به ازای هر پرنده در روز متفاوت است (کلین[2]، ۱۹۸۵).

> ■ **نکته**
> سطح انرژی مورد استفاده در یک جیره تخم‌گذار را می‌توان با توجه به عوامل اقتصادی و تجاری تغییر داد.

انرژی

تعیین نیاز انرژی مرغ‌های تخم‌گذار (برای نگهداری و تولید تخم‌مرغ) و انرژی جیره موضوعی است که توجه بسیاری را به خود جلب کرده است. معادله امانس (۱۹۷۴)، اگرچه تنها معادله منتشرشده نیست، برای پیش‌بینی نیاز انرژی مرغ‌های تخم‌گذار دقیق است. این معادله به صورت زیر است:

معادله ۹–۱: نیاز انرژی مرغ‌های تخم‌گذار (برگرفته از امانس، ۱۹۷۴)

$$EI = (\text{وزن بدن} \times (A + (B \times T))) + (E \times ۸/۴) + \text{تغییر وزن بدن} \times ۲۰/۹$$

در اینجا:

EI = مصرف انرژی پیش‌بینی‌شده (کیلوژول انرژی قابل‌متابولیسم به ازای هر پرنده)

A و B = ثابت‌ها برای ژنوتیپ‌های مختلف

T = دمای محیط (درجه سانتی‌گراد)

E = تولید تخم‌مرغ (گرم به ازای هر پرنده)

برای مرغ‌های سفید عدد ۷۱۰ برای A و عدد ۹/۲- برای B استفاده می‌شود.

برای مرغ‌های رنگی عدد ۶۵۰ برای A و عدد ۸/۸- برای B استفاده می‌شود.

برای مرغ‌های قهوه‌ای عدد ۵۱۰ برای A و عدد ۸/۴- برای B استفاده می‌شود.

در حالت متعارف، فرض می‌شود که پرنده‌ها روزانه ۱ گرم افزایش وزن دارند. در مرحله تخم‌گذاری (۲۰ تا ۳۸ هفتگی)، این افزایش شامل ۱۰ درصد پروتئین و ۴۵ درصد لیپید است. با بالا رفتن سن پرنده سهم لیپید افزایش می‌یابد تا جایی که تقریبا همه افزایش وزن را در برمی‌گیرد. معادله امانس (۱۹۷۴) یک انرژی ثابت برای تخم‌مرغ (۸/۴ کیلوژول در گرم) در نظر می‌گیرد، چیزی که هرگز درست نیست. با بالا رفتن سن پرنده، اندازه تخم افزایش می‌یابد اما زرده به نسبت کوچک‌تر می‌شود. زرده مقدار بالایی لیپید دارد و بنابراین نیاز انرژی آن بالا است. در نتیجه، تخم‌مرغ‌های بزرگ در مقایسه با تخم‌مرغ‌های

[1]. Amberlink
[2]. Kleyn

کوچک نیاز انرژی کمتری به ازای هر واحد وزن خود دارند.

سطح انرژی استفاده‌شده در جیره می‌تواند متفاوت باشد. ARC[1] (۱۹۷۵) بیان می‌دارد که برای حفظ تولید طبیعی، سطح انرژی یک جیره تخم‌گذار نباید از ۹/۶ مگاژول در کیلوگرم کمتر باشد. ADAS[2] (۱۹۸۳) خیلی ساده پیشنهاد می‌کند که جیره‌های پرندگان تخم‌گذار باید طوری تنظیم شوند که حاوی اقتصادی‌ترین سطح انرژی در محدوده ۱۱/۰ تا ۱۱/۷ مگاژول در کیلوگرم باشند. مرغ‌های تخم‌گذار جیره‌های حاوی بیش از ۱۳ مگاژول در کیلوگرم انرژی را بدون هیچ اثر نامطلوب ظاهری مصرف خواهند کرد (کلین، ۱۹۸۵). در واقع، مرغ‌های تخم‌گذار قادرند، صرف‌نظر از سطح انرژی جیره، مصرف خوراک خود را برای دریافت سطح ثابت انرژی تنظیم کنند به شرط آنکه ظرفیت فیزیکی مصرف خوراک کافی را داشته باشند. می‌توان تصحیح کوچکی در مصرف انرژی ایجاد کرد:

معادله ۹–۲: تصحیح برای مصرف انرژی مرغ‌های تخم‌گذار (موریس، ۱۹۶۸)

$$EI = Es + (۰/۱۳۰۹ \times Es - ۱۴۶/۷) \times (EL - ۱۱/۳)$$

در اینجا:

EI = مصرف انرژی پیش‌بینی‌شده (کیلوژول انرژی قابل‌متابولیسم به ازای هر پرنده)

Es = مصرف انرژی از جیره استاندارد حاوی ۱۱/۳ مگاژول در کیلوگرم انرژی قابل‌متابولیسم

EL = سطح انرژی خوراک مصرف‌شده

تغییر سطح انرژی جیره موجب تولید تخم‌مرغ‌های نسبتا بزرگ‌تری خواهد شد. مک‌دونالد (۱۹۸۴) دریافت که این مقدار برابر با ۰/۲۴۸۷ گرم به ازای هر مگاژول افزایش در انرژی بود که آن‌قدر پایین است که در عمل اثری بر تراکم بهینه جیره‌ها ندارد. انرژی مورد نیاز برای نگهداری تحت تاثیر دمای محیط قرار می‌گیرد و به صورت یک نسبت خطی در مدل امانس (۱۹۷۴) مشخص می‌شود.

تغییر سطوح انرژی

مرغ‌های تخم‌گذار توانایی خوبی برای کنترل نیاز انرژی خود و تنظیم مصرف خوراکشان بر اساس آن دارند. این تنظیم در دمای ۱۸ درجه سانتی‌گراد تقریبا عالی، اما در دمای محیطی بالاتر تا حدودی ضعیف‌تر است. پارسونز و همکاران (۱۹۹۴) چگونگی تنظیم مصرف خوراک هنگام مواجهه مرغ‌های تخم‌گذار با تغییرات ناگهانی انرژی جیره را نشان داده‌اند (جدول ۹–۱۳).

تغییر از یک جیره حاوی انرژی پایین به یک جیره حاوی انرژی بالا موجب یک افزایش موقت ۳ تا ۴ درصدی در مصرف خوراک می‌شود، در حالی که گذار از یک جیره حاوی انرژی بالا به یک جیره حائز انرژی پایین موجب ۱۰ درصد کاهش در مصرف انرژی می‌شود. معمولا این کاهش طی یک هفته تا ۱۰ روز جبران و در طول این مدت مصرف انرژی طبیعی بازیابی می‌شود. لازم به یادآوری است که کاهش مصرف انرژی نشان‌داده‌شده خیلی بزرگ‌تر از آن است که در شرایط متعارف تجاری رخ بدهد.

جیره‌های عملی

جیره‌نویسی یک فرآیند کاملا ریاضی است، اما متخصص تغذیه مسئول وارد کردن اطلاعات به کامپیوتر است. این اطلاعات شامل مقادیر مواد مغذی مواد خام و مختصات خوراک است. متاسفانه، ملاحظات اصلی ارتباط کمی با تغذیه دارند. در صورت تنظیم جیره‌ها برای یک شرکت

1. Agricultural Research Council (UK)
2. Agricultural Development and Advisory Service

جدول ۹–۱۳: اثر تغییر در انرژی قابل‌متابولیسم (ME) جیره بر مصرف روزانه خوراک در مرغ‌های تخم‌گذار (پارسونز و همکاران، ۱۹۹۴)

روز	ME جیره (مگاژول/کیلوگرم) ۱۱/۹۳ تا ۱۲/۸۷	ME جیره (مگاژول/کیلوگرم) ۱۱/۹۳ تا ۱۲/۸۷
۰	۱۳۶۸	۱۳۹۳
۱	۱۳۸۵[a]	۱۱۷۶[b]
۲	۱۴۰۶[a]	۱۲۱۷[b]
۳	۱۴۱۰[a]	۱۲۴۲[b]
۴	۱۳۹۸[a]	۱۲۳۸[b]
۵	۱۴۶۵[a]	۱۳۷۶[b]
۶	۱۴۰۲[a]	۱۳۴۷[a]

تولیدکننده خوراک دام، هزینه‌ها تا حد زیادی توسط بازار حاکم و رقابت شرکت‌ها کنترل و تثبیت می‌شوند. اساسا این بدین معنی است که مختصات خوراک تا حدود زیادی از پیش تعیین می‌شود و اینکه کارخانه خوراک تنها به جیره‌نویسی بر اساس حداقل قیمت علاقه دارد. از سوی دیگر، صاحبان مجموعه‌های یکپارچه به حداکثر بازگشت سرمایه و سود علاقه‌مند هستند. همان‌طور که می‌بینیم ایده‌آل‌های این دو گروه با یکدیگر همپوشانی ندارند.

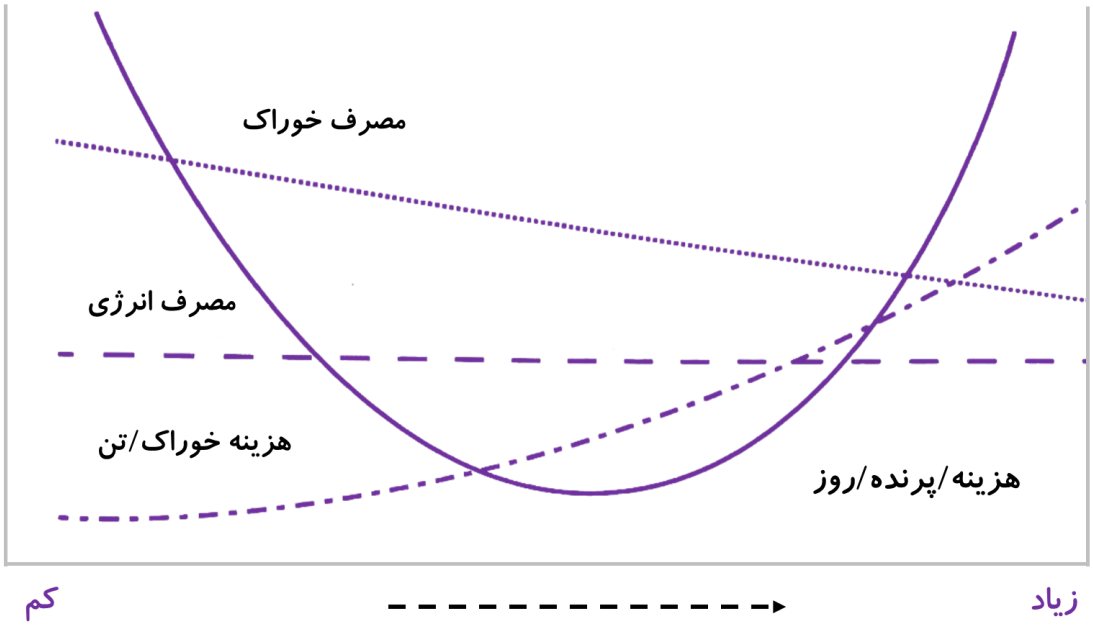
با دانستن مصرف خوراک مورد انتظار در سطوح مختلف انرژی و هزینه خوراک، تعیین حداقل هزینه به ازای هر پرنده در روز به جای حداقل قیمت به ازای واحد خوراک ممکن خواهد بود (شکل ۹–۶). اگر فرض شود که تولید تخم‌مرغ در دامنه متعارف تجاری تغییر نمی‌کند (که احتمالا این طور نیست)، کاهش هزینه خوراک در روز مترادف با حداکثر کردن بازگشت سرمایه است. به طور کلی، وقتی که قیمت مواد خوراکی دارای تراکم پایین مواد مغذی (سبوس گندم و یا پوسته ذرت) در مقایسه با ذرت ارزان‌تر می‌باشد، بهتر است از جیره حائز تراکم (انرژی) پایین‌تر استفاده شود. اگر پودر ماهی یا روغن ارزان و به راحتی در دسترس باشد و یا اگر سبوس گندم در دسترس نباشد، اغلب بهتر است از یک جیره متراکم‌تر استفاده شود. هزینه‌های حمل‌ونقل و ساخت خوراک نیز باید در نظر گرفته شوند. در صورت بالا بودن هزینه‌های تولید و ارسال خوراک باید جیره متراکم‌تر در نظر گرفته شود.

> ■ **نکته**
> انتخاب ژنوتیپ‌ها بر اساس مصرف خوراک مازاد می‌تواند منجر به تغییر در رفتار تغذیه‌ای آنها شود.

مصرف خوراک مازاد

مدت‌ها است که بیشتر عوامل تعیین‌کننده مصرف خوراک در مرغ‌های تخم‌گذار مشخص شده‌اند. وزن بدن، تولید تخم‌مرغ و میزان رشد نیاز به مواد مغذی را مشخص می‌کند. مرغ‌ها قادرند مصرف خوراک خود را برای تامین این مواد مغذی تنظیم کنند. مصرف خوراک را می‌توان با استفاده از این اطلاعات و رگرسیون خطی پیش‌بینی کرد؛ اما پیش‌بینی‌ها همیشه درست نیستند، چون که اغلب **مصرف خوراک مازاد**[1] وجود دارد. مصرف خوراک مازاد را می‌توان به صورت اختلاف بین مصرف خوراک مشاهده-شده و پیش‌بینی‌شده تعریف کرد. گابارو[2] و همکاران

[1]. Residual feed intake
[2]. Gabarrou



شکل ۹–۶: هزینه بهینه (حداقل) به ازای هر پرنده در هر روز برای یک گله تخم‌گذار همگام با افزایش سطح انرژی جیره

(۱۹۹۸) گزارش کردند که محققین قبلی نشان داده‌اند که وراثت‌پذیری مصرف خوراک مازاد، بالا و بین ۰/۲۱ تا ۰/۲۸ قرار دارد و اینکه انتخاب بر اساس مصرف خوراک مازاد نتایج ارزشمندی دارد. در آزمایش آنها، دو سویه مرغ تخم‌گذار استفاده شد که هر یک به مدت ۱۷ نسل برای مصرف خوراک مازاد بالا (R^+) یا پایین (R^-) انتخاب شده بودند. آنها نشان دادند که پرنده‌های R^+ در مقایسه با پرنده‌های R^- حدود ۴۸ درصد خوراک بیشتری مصرف کردند. اگرچه هر دو گروه پرنده‌ها زمان برابری را برای مصرف خوراک صرف کردند، ولیکن پرنده‌های R^+ به دفعات بیشتر اما مقادیر کمتری خوراک را در هر بار مصرف کردند. گرمای افزایشی خوراک به طور معنی‌داری در مرغ‌های R^+ افزایش یافت (۲۳/۹ در مقابل ۱۳/۷ کیلوژول به ازای هر ۱۰۰ کیلوژول انرژی قابل‌متابولیسم مصرف‌شده در مرغ‌های R^-). وقتی که مرغ‌ها با مقادیر برابر خوراک تغذیه اجباری شدند، هر دو لاین گرمای افزایشی یکسانی داشتند. اما وقتی که مقادیر بیشتری از خوراک به مرغ‌ها خورانده شد، مرغ‌های R^+ قادر بودند انرژی مازاد خورده شده را با کارایی بهتری در مقایسه با مرغ‌های R^- دفع کنند.

شرکت‌های بزرگ اصلاح‌نژاد در برنامه‌های اصلاحی خود تمرکز قابل‌توجهی روی مصرف خوراک مازاد دارند. همچنین رفته‌رفته مشخص می‌شود که پرورش هیبریدهای تخم‌گذار برای تامین وزن هدف مورد نیاز در زمان تخم‌گذاری دشوارتر می‌شود. از نظر رفتار تغذیه‌ای، پرنده‌های R^- فعالیت کمتری دارند، با این حال، از نگاه تئوری نیاز مواد مغذی آنها تغییر نکرده است. اگر بخواهیم از یک اصطلاح بهتر استفاده کنیم، بهتر است بگوییم که مرغ‌های تخم‌گذار امروزی به **مصرف‌کننده‌های خجالتی**[1] تبدیل شده‌اند.

> ■ **نکته**
> دستیابی به سطوح مصرف مناسب اسیدهای آمینه بسیار مهم است.

پروتئین و اسیدهای آمینه

به منظور دستیابی به عملکرد تخم‌گذاری مناسب باید مقدار کافی پروتئین فراهم گردد. با قاطعیت نشان داده

[1]. Shy feeders

شده است که در صورت کفایت سطوح اسیدهای آمینه ضروری جیره تخم‌گذار، می‌توان مقدار پروتئین را تا سرحد نیاز ضروری آن کاهش داد. به این دلیل، تمرکز در تغذیه مرغ‌های تخم‌گذار به سمت اسیدهای آمینه ضروری به ویژه اسیدهای آمینه گوگرددار و لیزین تمایل دارد. تعیین نیاز اسیدهای آمینه برای مرغ‌های تخم‌گذار موضوعی بوده که در طول سال‌ها توجه زیادی را به خود جلب کرده است. نظرات در مورد صحت مقادیر به‌دست‌آمده متفاوت است. یک استدلال این است که در حالی که نیاز اسیدهای آمینه برای یک پرنده ثابت است، تغذیه جمعیتی از پرندگان نیازمند تخصیص مقدار بهینه اسیدهای آمینه به صورت روزانه است. با توجه به اینکه تولید تخم‌مرغ ماهیت تجاری دارد، پیش از اتخاذ هرگونه تصمیمی پیرامون تخصیص مواد مغذی باید هزینه و درآمد مدنظر قرار بگیرند. با توجه به تغییر مستمر سطح هزینه‌ها و تولید، ارائه توصیه‌های ثابت غیرمنطقی است و یک توصیه نمی‌تواند در همه شرایط استفاده شود. راهکار جایگزین این است که برای هر شرایط یک سری توصیه‌ها ایجاد شود. هر دوی اینها را مورد بحث قرار خواهیم داد. هنگام در نظر گرفتن نیاز اسیدهای آمینه مرغ‌ها به صورت انفرادی، مقادیر نیاز را می‌توان به صورت میلی‌گرم به ازای هر پرنده در روز بیان کرد. اینها به وزن زنده و سطح عملکرد پرنده بستگی دارند. ممکن است سطح عملکرد به صورت توده تخم‌مرغ تولیدی در روز محاسبه شود. معادله خطی زیر پیشنهاد شده است:

معادله ۹–۳: محاسبه نیازهای فردی اسیدهای آمینه

$$y = aM + bW$$

در اینجا:

y = نیاز (میلی‌گرم در روز)

a = ضریب نیازهای تولید

M = توده تخم‌مرغ تولیدی (گرم در روز)

b = ضریب نیازهای نگهداری

W = وزن زنده (کیلوگرم)

مقادیر a و b با توجه به اسید آمینه مدنظر متفاوت خواهد بود (جدول ۹–۱۴).

نباید نیاز انفرادی پرنده‌ها را، بلکه باید جمعیتی از پرنده‌ها را مدنظر داشت که پتانسیل تولید تخم و اندازه تخم آنها متفاوت است. با توجه به اختلافاتی که در عملکرد وجود دارد، پاسخ به فراهم کردن یک ماده مغذی برای یک پرنده را می‌توان خطی در نظر گرفت، اما پاسخ برای گله سیگموئیدی خواهد بود (شکل‌های ۹–۷ و ۹–۸).

■ **نکته**

می‌توان سطوح بهینه روزانه اسیدهای آمینه ضروری را با استفاده از افزارهایی مانند مدل ریدینگ تعیین کرد.

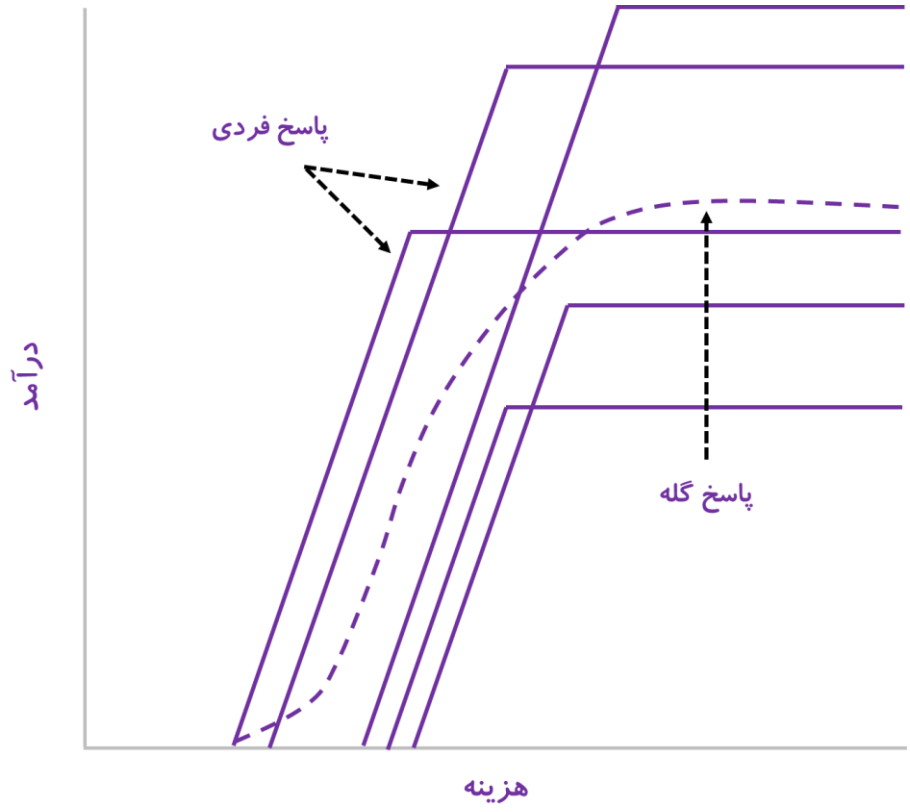
نیازهای یک اسید آمینه ضروری باید یکنواختی گله برای عملکرد و اندازه را مدنظر بگیرد. جهت اطلاع افرادی که جیره‌ها را تنظیم می‌کنند، مختصات جیره باید میزان سود اقتصادی را نیز مدنظر قرار بدهد. به این دلیل است که مدل ریدینگ[1] پیشنهاد می‌شود (فیشر[2] و همکاران، ۱۹۷۳).

[1]. Reading model
[2]. Fisher

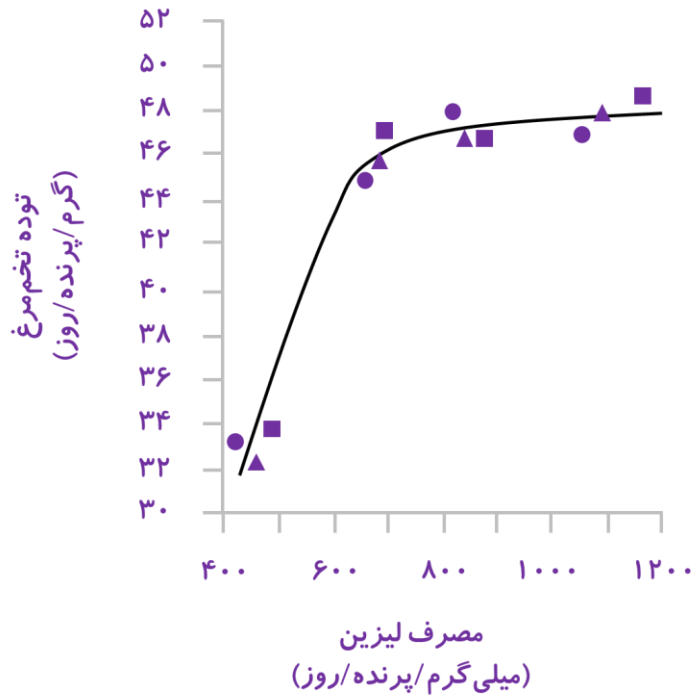
نیاز روزانه بهینه یک اسید آمینه با در نظر گرفتن اختلافات وزن زنده و تولید و نیز بعد از مشخص کردن ارتباط بین هزینه اسیدهای آمینه و درآمد حاصل از تولید تخم‌مرغ محاسبه می‌شود.

جدول ۹–۱۴: نیاز اسیدهای آمینه بر حسب میلی‌گرم در روز برای هر مرغ (برگرفته از گوس، ۱۹۹۸)

اسید آمینه	نیاز قابل‌دسترس (میلی‌گرم/گرم تخم‌مرغ)	نیاز کل (میلی‌گرم/گرم تخم‌مرغ)	نیاز قابل‌دسترس (میلی‌گرم/کیلوگرم وزن)	نیاز کل (میلی‌گرم/کیلوگرم وزن)	ضرایب قابلیت هضم (گرم/کیلوگرم وزن)
لیزین	۹/۴۵	۱۱/۲۵	۸۵	۱۰۱	۰/۸۴
متیونین	۴/۶۵	۴/۹۵	۲۵	۲۷	۰/۹۴
متیونین + سیستین	۸/۴۵	۹/۴۲	۶۰	۶۷	۰/۸۹
تریپتوفان	۲/۶۲	۳/۰۸	۱۰	۱۲	۱۱
ترئونین	۶/۴۷	۶/۵۳	۴۰	۴۰	۰/۸۵
ایزولوسین	۷/۵۴	۸/۱۱	۵۰	۵۴	۰/۹۳
آرژنین	۸/۴۲	۹/۵۷	۵۰	۵۷	۰/۸۸
والین	۹/۰۰	۱۰/۸۴	۶۰	۷۲۶	۰/۸۳



شکل ۹–۷: رابطه بین هزینه و درآمد برای جمعیتی از حیوانات (پاسخ‌های فردی با مدل عصای شکسته همخوانی دارد.)



شکل ۹–۸: پاسخ مرغ‌های تخم‌گذار به سطوح مختلف مصرف لیزین (گوس و همکاران، ۱۹۸۷)

ممکن است تعیین سطح بهینه اسیدهای آمینه در آزمایشاتی که در آنها پرندگان با سطوح افزایشی یک اسید آمینه تغذیه می‌شوند حتی سخت‌تر از خود انجام آزمایش باشد. موریس و بلکبرن[1] (۱۹۸۲) تشریح می‌کنند که چگونه مدل ریدینگ تخمین‌های واقع‌بینانه‌ای از سطح بهینه ارائه می‌دهد، حتی وقتی که داده‌ها محدود باشد. نتایج آزمایشات عملی همانند نتایج پیش‌بینی‌شده خواهند بود (شکل ۹–۷). در این مثال، حد مجاز روزانه بهینه لیزین تقریبا ۸۱۰ میلی‌گرم به ازای هر پرنده در روز است – کافی برای تولید ۶۶ گرم تخم‌مرغ در روز. از آنجایی که کیفیت پروتئین یک خوراک با مقدار اولین اسید آمینه محدودکننده تعیین می‌شود، معنی ندارد که لیزین کافی برای تولید ۶۵ گرم تخم‌مرغ اما تریپتوفان تنها برای تولید ۶۰ گرم تخم‌مرغ تامین شود. برای ادامه سطحی از تولید که توسط اولین اسید آمینه محدودکننده تعیین می‌شود، تعادل اسیدهای آمینه باید صحیح باشد. سطوح بهینه اسیدهای آمینه باید در مختصات خوراک منعکس شود. اگر مصرف خوراک پرنده‌ها ۱۰۰ گرم باشد، میزان لیزین خوراک باید ۸/۱ گرم در کیلوگرم باشد. چنانچه مصرف خوراک در حدود ۱۱۰ گرم باشد، سطح لیزین باید به ۷/۳۶ گرم در کیلوگرم کاهش یابد. پرنده همچنان ۸۱۰ میلی‌گرم لیزین در روز دریافت خواهد کرد.

جداول برزیلی (روستگنو و همکاران، ۲۰۱۱) معادلاتی را برای نیاز لیزین قابل‌هضم حقیقی مرغ‌های تخم‌گذار ارائه کرده‌اند که نمونه‌ای از آن در زیر آمده است:

معادله ۹–۴: نیاز لیزین قابل‌هضم یک مرغ تخم‌گذار

$$\text{لیزین قابل‌هضم (گرم/پرنده/روز)} = \text{تخم‌مرغ } ۰/۰۷\ W^{۰/۷۵} + ۰/۰۲۰G + ۰/۰۱۲۴$$

در اینجا:

W = وزن زنده (کیلوگرم)

G = افزایش وزن (گرم به ازای هر پرنده در روز)

تخم‌مرغ = تولید روزانه تخم‌مرغ (گرم)

[1]. Blackburn

■ **نکته**

سطوح بالای پروتئین در جیره مرغ‌های تخم‌گذار باعث افزایش مقدار نیتروژن موجود در فضولات آنها می‌شود.

پروتئین کل

برای نتیجه‌گیری از این بخش، ارائه برخی از مطالعات برزیلی‌ها جالب‌توجه است (پاوان[1] و همکاران، ۲۰۰۵). اثر ارائه سطوح مختلف پروتئین خام و کل اسیدهای آمینه گوگرددار بر تولید و کیفیت تخم‌مرغ و دفع ازت در مرغ‌های ISA قهوه‌ای ارزیابی شد. مشخص گردید که مرغ‌ها به سطوح افزایشی اسید آمینه در جیره پاسخ می‌دهند، اما افزایش ساده پروتئین اثری جز افزایش دفع ازت در مدفوع ندارد. جدول ۹-۱۵ خلاصه داده‌های پاسخ به سطوح مختلف اسیدهای آمینه گوگرددار در جیره را نشان می‌دهد. همان‌طور که می‌بینید، یک پاسخ وابسته به سطح به افزایش سطوح اسیدهای آمینه مشاهده می‌شود. ارزیابی اثر پروتئین در جیره (جدول ۹-۱۶) نشان می‌دهد که افزایش سطح پروتئین می‌تواند اثرات منفی (علاوه بر افزایش محتوای ازت در فضولات) داشته باشد. از آنجایی که این داده‌ها تحت آنالیز آماری قرار نگرفته‌اند، شاید بتوان با اطمینان گفت که افزایش سطح پروتئین جیره تخم‌گذار اثری ندارد.

بورلی[2] (۲۰۰۹) جیره‌های متعادل حاوی سطوح انرژی و اسیدهای آمینه یکسان را که به ترتیب ۰/۷۵ و ۱/۵ درصد پروتئین خام کمتری داشتند، در اختیار یک گله تجاری قرار داد. او اختلاف معنی‌داری در صفات تولید تخم‌مرغ مشاهده نکرد. درآمد منهای هزینه خوراک برابر ۰/۷۲ سنت (ایالات متحده) به ازای هر پرنده و در گروه دریافت‌کننده پایین‌ترین سطح پروتئین کمتر بود.

پروتئین ایده‌آل

امکان استفاده از مفهوم پروتئین ایده‌آل در مرغ‌های تخم‌گذار نیز وجود دارد. مقادیر ارائه‌شده در منابع مختلف در جدول ۹-۱۷ آورده شده است و توافق قابل‌قبولی بین آنها وجود دارد. لازم به یادآوری است که سطوح تمامی اسیدهای آمینه نسبت به سطح لیزین بیان می‌شود.

جدول ۹-۱۵: اثرات اصلی سطوح اسیدهای آمینه گوگرددار در جیره مرغ‌های تخم‌گذار ISA بر شاخص‌های عملکردی مختلف (برگرفته از پاوان و همکاران، ۲۰۰۵)

مورد	اسید آمینه گوگرددار جیره (گرم/کیلوگرم)		
	۵/۷	۶/۴	۷/۱
مصرف خوراک (گرم/روز)	۱۱۴/۶	۱۱۵/۹۷	۱۱۶/۷۶
مصرف لیزین (میلی‌گرم/روز)	۹۲۹/۴۱	۹۴۰/۵۲	۹۴۶/۹۲
تولید (درصد)	۷۵/۱۲	۷۶/۴۵	۷۷/۱۷
وزن تخم‌مرغ (گرم)	۶۵/۵۳	۶۷/۱۹	۶۸/۰۶
تولید توده‌ای تخم‌مرغ (گرم)	۴۹/۲۳	۵۱/۳۶	۵۲/۵۲
زرده (درصد)	۲۴/۵۳	۲۴/۵۳	۲۴/۶۹
پروتئین مدفوع (درصد)	۳۶/۶۱	۴۱/۲۰	۳۸/۸۱

1. Pavan
2. Burley

جدول ۹–۱۶: اثرات اصلی سطوح مختلف پروتئین خام در جیره مرغ‌های تخم‌گذار ISA بر شاخص‌های عملکردی مختلف (برگرفته از پاوان و همکاران، ۲۰۰۵)

مورد	پروتئین خام جیره (گرم/کیلوگرم)		
	۱۴۰	۱۵۵	۱۷۰
مصرف خوراک (گرم/روز)	۱۱۶/۰۱	۱۱۵/۴۲	۱۱۳/۹۵
مصرف لیزین (میلی‌گرم/روز)	۹۴۰/۸۷	۹۳۶/۰۳	۹۲۴/۱۱
تولید (درصد)	۷۷/۲۲	۷۶/۰۲	۷۵/۲۴
وزن تخم‌مرغ (گرم)	۶۶/۶۳	۶۶/۸۲	۶۶/۶۷
تولید توده‌ای تخم‌مرغ (گرم)	۵۱/۴۵	۵۰/۸۲	۵۰/۱۸
زرده (درصد)	۲۴/۹۴	۲۴/۳۹	۲۴/۱۹
پروتئین مدفوع (درصد)	۳۳/۸۸	۳۸/۵۴	۴۶/۴۹

■ **نکته**

اتفاق‌نظر کمی بین منابع علمی و تجاری بر سر سطح مناسب استفاده از اسیدهای آمینه در جیره مرغ‌های تخم‌گذار وجود دارد.

اصلاح‌نژادکنندگان بزرگ چه می‌گویند؟

بسیاری از مرغداران، متخصصان تغذیه و دامپزشکان از توصیه‌های منتشرشده توسط شرکت‌های بزرگ اصلاح‌نژاد در ارتباط با اسیدهای آمینه به عنوان راهنما استفاده می‌کنند. این شرکت‌ها می‌خواهند مطمئن شوند که محصول آنها (مرغ تخم‌گذار) حداکثر عملکرد را بروز می‌دهد، صرف‌نظر از اینکه در کجای دنیا باشد. برخلاف این دورنما، لوهمن[1] (۲۰۰۷) نیاز لیزین را برابر با ۷۱۰ میلی‌گرم لیزین قابل‌دسترس به ازای هر پرنده در روز پیشنهاد کرد، در حالی که های‌لاین (۲۰۱۰) مقدار ۸۳۰ میلی‌گرم لیزین قابل‌دسترس به ازای هر پرنده در روز را پیشنهاد نمود. پذیرفتن این اختلاف دشوار است، اما احتمالا مقادیر های‌لاین بر اساس کار لمه (۲۰۰۹) ارائه شده باشد. او یک متا–آنالیز (ترکیب داده‌های همه آزمایشات و آنالیز آنها به صورت واحد) روی ۱۹ آزمایش قبلی بررسی‌کننده پاسخ مرغ‌های تخم‌گذار به متیونین انجام داد. تولید توده‌ای تخم‌مرغ (گرم تخم‌مرغ در روز) در مقابل مصرف متیونین قابل‌هضم رگرسیون‌گیری شد. بیشتر این مطالعات بین سن ۲۴ تا ۳۹ هفتگی انجام و در آنها از سویه‌های گوناگون مرغ‌های تخم‌گذار استفاده شده بود. بهترین برازش (r^2 = ۰/۷۷۵) با رگرسیون‌گیری تولید توده‌ای تخم‌مرغ در روز در مقابل مصرف روزانه متیونین به ازای هر مگاژول انرژی قابل‌متابولیسم به دست آمد. نتیجه‌گیری این بود که مصرف ۳۶/۱۵ میلی‌گرم متیونین به ازای هر مگاژول انرژی قابل‌متابولیسم به ازای هر پرنده در روز بهینه (۹۵ درصد پاسخ مجانب) است. به طور مشابه، مقدار مصرف کل اسیدهای آمینه گوگرددار برابر با ۶۵/۷۶ میلی‌گرم به ازای هر مگاژول انرژی قابل-متابولیسم به ازای هر پرنده در روز تعیین شد. با انجام آنالیز اقتصادی، سطوح بهینه اسیدهای آمینه برابر با ۸۱۰ میلی‌گرم لیزین در روز، ۴۰۵ میلی‌گرم متیونین در روز، ۷۳۷ میلی‌گرم کل اسیدهای آمینه گوگرددار در روز و ۵۶۷ میلی‌گرم ترئونین در روز خواهد بود. بر اساس برآورد من، اغلب جیره‌های تجاری تنها ۷۱۵ میلی‌گرم در روز لیزین، ۳۷۰ میلی‌گرم در روز متیونین و ۶۲۰

[1]. Lohmann

جدول ۹–۱۷: الگوی اسید آمینه ایده‌آل پیشنهادی پژوهشگران مختلف

منبع	اسپسفید	کون و ژانگ[1] (۱۹۹۹)	لیسون و سامرز (۲۰۰۵)	CVB (۱۹۹۶)	بیریگیندایل و همکاران (۲۰۰۸)	لمه (۲۰۰۹)	روستگنو و همکاران (۲۰۱۱)	های‌لاین (۲۰۱۱)
نیاز لیزین قابل‌دسترس*	۷۱۵	۶۷۶	۶۸۰	۷۰۰	۶۹۳	۸۱۰	۷۱۰-۸۴۰	۸۳۰
لیزین	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
متیونین	۴۷	۴۹	۵۱	۵۰	۴۷	۵۰	۴۹	۴۸
کل اسید آمینه گوگرددار	۸۳	۸۱	۸۸	۹۳	۹۴	۹۱	۹۰	۸۶
ترئونین	۶۴	۷۳	۸۰	۶۶	۷۷	۷۰	۷۹	۷۵
تریپتوفان	۲۱	۲۰	۲۱	۱۹	۲۲	۲۱	۲۳	۲۳
آرژنین	۱۰۳	۱۳۰	۱۰۳	–	–	۱۰۴	۱۰۰	۱۰۵
ایزولوسین	۷۵	۸۶	۷۹	۷۹	۷۹	۸۰	۷۶	۷۸
والین	۱۰۰	۱۰۲	۸۹	۱۰۱	۹۳	۸۸	۹۵	۹۰

* بر حسب (میلی‌گرم در روز)

1. Coon and Zhang

میلی‌گرم در روز اسید آمینه گوگرددار فراهم می‌کنند. بیریگیندایل[1] و همکاران (۲۰۰۸) نیاز لیزین را با استفاده از مدل عصای شکسته[2] (که احتمالا بهترین مدل برای تعیین سطوح مقرون‌به‌صرفه از نظر اقتصادی نیست) برای حداکثر تولید توده‌ای تخم‌مرغ و کارایی استفاده از خوراک به ترتیب برابر با ۵۳۸ و ۶۹۳ میلی‌گرم در روز تعیین کردند. این مقادیر به خوبی با مقادیر گزارش‌شده در منابع همخوانی دارد. روش لمه (۲۰۰۹) به شدت زیر سوال رفته است. وقتی که تولید تخم‌مرغ به ازای هر پرنده در روز در مقابل سطح متیونین جیره قرار داده شد، برازش بسیار پایینی به دست آمد (r^2 = ۰/۲۴). این مساله به اختلافات در مصرف خوراک، سویه، مدیریت و سایر عوامل نسبت داده شد. آنچه کمتر مدنظر قرار گرفته این است که پرنده‌های تخم‌گذار می‌توانند مصرف خوراک خود را برای تامین نیاز مواد مغذی‌شان تنظیم کنند. در مطالعات بسیاری که با مرغ‌های نگهداری‌شده در قفس‌های انفرادی انجام شده، ارتباطی بین سطح اسید آمینه جیره و تولید تخم‌مرغ وجود نداشته است. این نتایج بیانگر آن است که مرغ‌هایی که پتانسیل تولید تخم بالاتری دارند به سادگی مقادیر اسید آمینه مورد نیاز خود را مصرف می‌کنند (کلین، ۱۹۸۵).

مشاور تغذیه استرالیایی دیوید کرسول[3] (۲۰۰۶) یک سری مقادیر را منتشر کرده که خود او آنها را در شرایط عملی با گرفتن داده از گله‌هایی که عملکردشان نزدیک پتانسیل ژنتیکی آنها بوده تعیین کرده است. او برآورد کرده است که باید مصرف لیزین ۷۷۰ میلی‌گرم در روز، متیونین ۳۸۵ میلی‌گرم در روز و کل اسیدهای آمینه گوگرددار ۶۳۳ میلی‌گرم در روز باشد. این مقادیر نزدیک به اعدادی است که توسط لمه (۲۰۰۹) گزارش شد. اما یک ایراد در منطق استفاده‌شده برای این برآوردها وجود دارد: کرسول (۲۰۰۶) راهی برای اینکه بداند آیا سطح بالاتر از نیاز اسیدهای آمینه به گله‌های دارای عملکرد عالی ارائه شده یا خیر؟ نداشته است. مقادیر ارائه‌شده توسط کرسول (۲۰۰۶) به توصیه‌های پیشنهادی جداول برزیلی نزدیک است (روستگنو و همکاران ۲۰۱۱). در این جداول، مقادیر نیاز لیزین از ۷۰۸ میلی‌گرم در روز برای مرغ‌های بزرگ (که دیگر رشد نمی‌کنند) تا ۸۶۴ میلی‌گرم در روز برای مرغ‌های کوچک (که ۷ گرم در روز افزایش وزن دارند) پیشنهاد می‌شود. توصیه‌های جدید های‌لاین حدود ۱۰ درصد گران‌تر از جیره‌های تجاری متداول هستند. مشکل اینجا است که مرغ‌ها باید با گذاشتن ۱۵ تخم بیشتر (۵ تا ۶ درصد افزایش) در یک چرخه تولید چنینی افزایشی در قیمت خوراک را جبران کند.

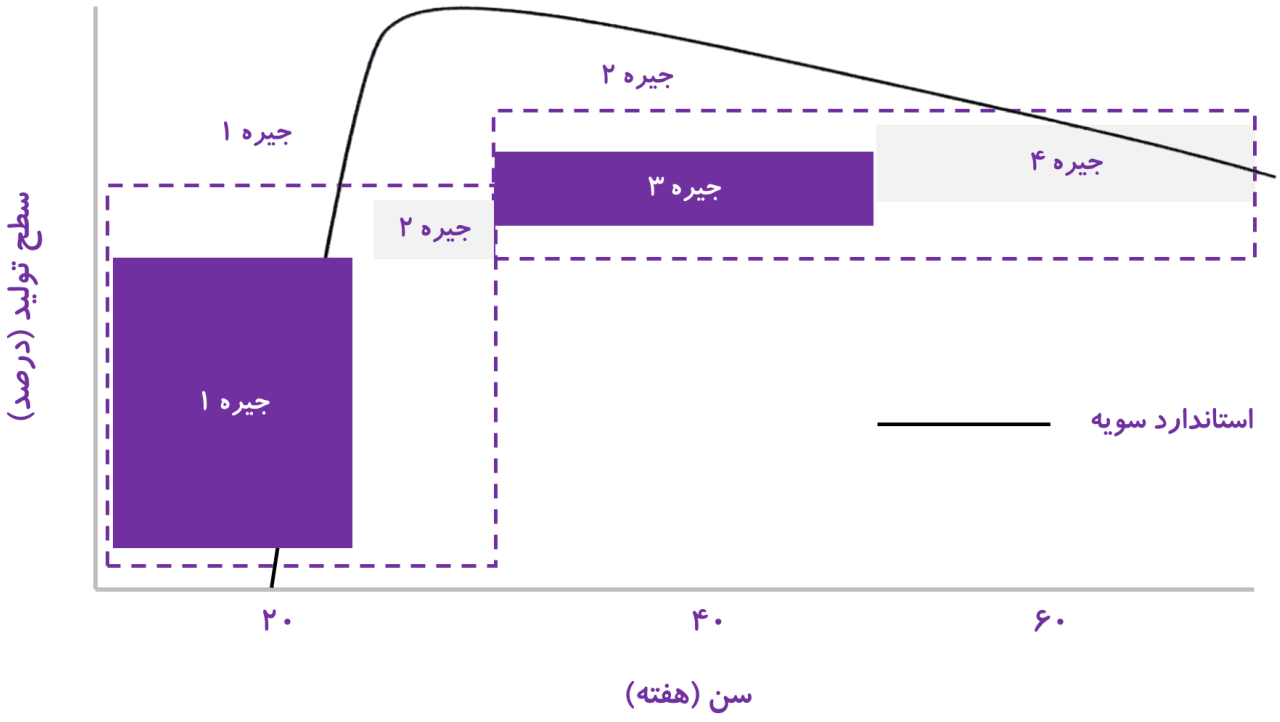
> ■ **نکته**
> تغذیه مرحله‌ای جیره‌های حاوی سطوح مختلف مواد مغذی باعث ارزان‌تر شدن تولید تخم‌مرغ می‌شود و کیفیت پوسته تخم‌مرغ را بهبود می‌دهد.

توصیه‌های عملی

روش تغذیه پرنده‌ها در مزرعه نیاز به بحث دارد. نیاز تخمینی روزانه اسیدهای آمینه باید به مختصات خوراک برگردانده شود. به طور کلی، مصرف خوراک با شرایط محیطی (فصل و نوع سالن)، اندازه پرنده و سطح انرژی جیره تعیین می‌شود. بسیاری از شرکت‌ها جیره‌های طراحی‌شده بر اساس مصرف خوراک را به فروش می‌رسانند. برای مثال، جیره تخم‌گذار ۱۰۰ طوری طراحی می‌شود که در صورت ارائه به گله‌ای از پرنده‌ها که روزانه ۱۰۰ گرم خوراک مصرف می‌کنند، مقادیر کافی از اسیدهای آمینه برای آنها فراهم کند. این بدین معنی

---
1. Bregendahl
2. Broken stick model
3. David Creswell

نیست که پرنده‌ها ۱۰۰ گرم در روز خوراک مصرف خواهند کرد. به علاوه، این حقیقت را نادیده می‌گیرد که بسیاری از مرغ‌های دارای تولید بالا بیش از ۱۰۰ گرم در روز مصرف می‌کنند. جیره تخم‌گذار ۱۰۵ جیره‌ای است که بیشتر پرورش‌دهندگان باید به عنوان خوراک استاندارد در نظر بگیرند و معمولا طوری تنظیم می‌شود که در صورت مصرف حداقل ۱۰۵ گرم خوراک در روز، مصرف بهینه اسیدهای آمینه را تامین نماید. در مقایسه با جیره ۱۰۰، پروتئین این جیره ۵ درصد کمتر است، در حالی که جیره تخم‌گذار ۹۵ باید در مقایسه با جیره ۱۰۰ حاوی ۵ درصد پروتئین بالاتر باشد. این بدین معنی است که مدیر واحد می‌تواند با انتخاب ساده جیره مورد استفاده، مشخص نماید که گله او چه مقدار اسید آمینه مصرف خواهد کرد. در صورتی که پرورش‌دهنده در طول دوره از جیره تخم‌گذار ۹۵ استفاده کند، پرنده‌ها ۷۹۰ میلی‌گرم در روز لیزین مصرف خواهند کرد (با فرض میانگین مصرف خوراک ۱۰۵ گرم در روز) که مشابه توصیه‌های کرسول (۲۰۰۶) و لمه (۲۰۰۹) است. ممکن است سطح تولید قابل‌قبول، اما هزینه خوراک به ازای هر پرنده در روز خیلی بالا باشد. شکل ۹-۹ شیوه استفاده از مراحل مختلف در تغذیه گله و چگونگی مدیریت یک برنامه تغذیه‌ای را در مزرعه نشان می‌دهد. جیره‌ها باید بر اساس مصرف خوراک انتخاب شوند. در این مثال، دو برنامه تغذیه‌ای نشان داده شده است که یکی از آنها از چهار جیره و دیگری تنها از دو جیره استفاده می‌کند. احتمالا در شرایط گرم تابستان، بهتر خواهد بود که یک جیره تخم‌گذار ۹۰ یا ۹۵ به عنوان جیره ۱، یک جیره ۹۵ یا ۱۰۰ به عنوان جیره ۲ و یک جیره ۱۰۰ یا ۱۰۵ به عنوان جیره ۳ استفاده شود. در شرایط معتدل، می‌توان به ترتیب از جیره‌های ۱۰۰، ۱۰۵ و ۱۱۰ استفاده کرد. الیوت (۲۰۱۲) پیشنهاد می‌کند که یک برنامه تغذیه‌ای مدرن می‌تواند شامل تا ۱۰۰ جیره برای مراحل مختلف تولید و سطح مصرف خوراک باشد. تصور چگونگی مدیریت این برنامه در عمل دشوار است.



شکل ۹–۹: مراحل خوراک دادن پیشنهادی برای یک گله تخم‌گذار (مستطیل‌ها نشان‌دهنده سیستم ۴ مرحله‌ای و خط‌چین نشان‌دهنده سیستم ۲ مرحله‌ای) (برگرفته از های‌لاین، ۲۰۱۰)

جیره‌های چندگانه

تحقیقات نشان داده است که ارائه یک جیره غنی از پروتئین در ساعات تولید سفیده و یک جیره غنی از کلسیم در ساعات تشکیل پوسته، بهره‌وری از مواد مغذی را بهبود می‌دهد، بدون آنکه بر کیفیت پوسته تاثیر داشته باشد. این ناشی از دریافت متعادل‌تر مواد مغذی متناسب با نیاز تولید است (دی‌لوس‌موسوز[1] و همکاران، ۲۰۱۲).

> ■ **نکته**
> فیبر جیره باعث بهبود توسعه سنگدان، سلامتی دستگاه گوارش و عملکرد می‌شود.

فیبر جیره

فیبر جیره اثر سودمند مستقیمی در تغذیه طیور ندارد و به طور گسترده به عنوان **زبرینه بی‌استفاده** در نظر گرفته می‌شود. تجربه کشورهایی که از مواد خوراکی دارای فیبر بالا استفاده می‌کنند، نشان‌دهنده این است که فیبر برای طیور مضر نیست. حتی شواهد گسترده‌ای وجود دارد که اثرات مثبت آن را تایید می‌کند (پاتگوتر[2]، ۲۰۰۸). شواهدی از هر دو تحقیقات و تجربیات عملی حکایت از اثرات مثبت فیبر بر قوام مدفوع (سلامتی دستگاه گوارش)، کیفیت بستر، بهبود رفاه و حتی بهبود عملکرد حیوان دارد. جیره‌های حاوی فیبر بالاتر – مثلا ۳/۵ تا ۴ درصد (تا حد ۷ درصد) – باعث پایداری دستگاه گوارش و ایجاد یک بستر خشک به ویژه در سیستم‌های غیرقفسی می‌شوند. حتی در سیستم‌های مبتنی بر قفس، دستگاه گوارش پایدارتر تعداد تخم‌مرغ‌های کثیف را کاهش می‌دهد. مورد اخیر در ارتباط با فیبر آفتابگردان درست نیست. استفاده از این فیبر باعث ایجاد لکه‌های سیاه روی تخم‌مرغ می‌شود.

جیره‌های حاوی فیبر بالاتر می‌توانند غلظت آمونیاک را در هوای سالن کاهش بدهند. این مساله به ویژه در سیستم‌های مبتنی بر بستر اثر مثبتی بر سلامتی پرنده‌ها دارد و شرایط کار در سالن‌های مرغداری را بهبود می‌دهد. مطالعات نشان داده است که افزایش فیبر جیره اثر مطلوبی بر ویژگی‌های رفتاری مرغ‌های تخم‌گذار دارد و موجب کاهش نوک زدن‌های خشن و کانیبالیسم می‌شود. ارتباط مستقیمی بین فیبر جیره و نگهداری پرهای سالم وجود دارد. یکی از مسائلی که هنوز به طور کامل روشن نشده اثر فیبر بر جمعیت میکروبی دستگاه گوارش است. از مطالعات انجام‌شده در جوجه‌های گوشتی می‌دانیم که پایداری جمعیت میکروبی دستگاه گوارش می‌تواند تحت تاثیر اثرات تغذیه و جیره قرار بگیرد، اما مطالعات خیلی کمی در مرغ‌های تخم‌گذار انجام شده است. وجود یک جمعیت میکروبی سالم در دستگاه گوارش برای هضم پایدار و جذب موثر مواد مغذی ضروری است و اساس توانایی بدن برای مبارزه با عفونت‌ها را شکل می‌دهد.

> ■ **نکته**
> مرغ‌ها کلسیم را بر اساس سطح آن با کارایی متفاوتی استفاده می‌کنند، به شکلی که بهره‌وری از این عنصر با کاهش سطح آن افزایش پیدا می‌کند.

کلسیم، فسفر و ویتامین D_3

اغلب تغذیه کلسیم، فسفر و ویتامین D_3 در مرغ‌های تخم‌گذار با هم بحث می‌شود، زیرا نقش مشترکی در تشکیل و کیفیت پوسته تخم‌مرغ دارند. تقریبا ۱۰ درصد یک تخم‌مرغ از پوسته تشکیل شده و کلسیم حدود دوسوم (۲ تا ۲/۲ گرم) پوسته را تشکیل می‌دهد. تحقیقات نشان داده است که پرندگان می‌توانند ذخایر کلسیم را ۱۴ روز قبل از گذاشتن اولین تخم ایجاد کنند. کلسیم به شکل

---
1. de los Mozos
2. Pottgüter

سوزن‌هایی[1] در حفرات مغز استخوان‌های بلند (استخوان-های مدولاری) ذخیره می‌شود و برای تولید شش تخم‌مرغ طبیعی کافی است.

نیاز کلسیم

بسیاری از مرغداران تخم‌مرغ تصور می‌کنند که تنها مقدار کلسیم جیره است که بر کیفیت پوسته اثر دارد. هنگام بروز مشکلات پوسته، آنها مقدار کلسیم و در نتیجه مقدار سنگ آهک جیره را بالا می‌برند. گاهی بهبودی مشاهده می‌شود، اما اغلب این طور نیست. هنگام تشکیل پوسته، مرغ‌ها کلسیم به‌دست‌آمده از جیره را استفاده و در صورت ناکافی بودن این منابع از ذخایر استخوانی استفاده می‌کنند. حالت اخیر به سرعت کیفیت پوسته را کاهش می‌دهد.

مانند همه مشکلات تغذیه‌ای، مهم است که نیاز دقیق پرنده‌ها قبل از انتخاب مواد خوراکی و جیره‌نویسی مشخص شود. کلونیس[2] و همکاران (۱۹۹۲) نیاز و استفاده از کلسیم را ارزیابی کردند. آنها اثرات سه جیره حاوی ۲۵، ۳۵ و ۴۵ گرم در کیلوگرم کلسیم را بر مقادیر مصرف کلسیم و خوراک در روزهای تشکیل و عدم تشکیل پوسته ارزیابی کردند. جدول ۹-۱۸ مقادیر مصرف و ابقای کلسیم را نشان داده است. نویسندگان ابراز داشتند که برخلاف آنچه توسط دیگر محققان گزارش شده بود، تغذیه پرنده‌ها با پایین‌ترین سطح کلسیم موجب مصرف بیش از حد انرژی نشد. اثر تیمارهای مختلف بر تولید تخم‌مرغ در جدول ۹-۱۹ آورده شده است. تنها اثر معنی‌دار مشاهده‌شده این بود که کیفیت پوسته تخم‌مرغ در پرنده‌های دریافت‌کننده ۲۵ گرم در کیلوگرم کلسیم کاهش یافت. تولید تخم‌مرغ در سطح ۴۵ گرم در کیلوگرم کلسیم تمایل به کاهش داشت. اگرچه مرغ‌ها ظرفیت جبران سطوح پایین کلسیم جیره را داشتند، اما قادر نبودند این کار را به طور کامل انجام بدهند و بر انتقال کلسیم از استخوان تکیه کردند. هارتل[3] (۱۹۹۰) دامنه‌ای از جیره‌ها با سطوح مختلف کلسیم را در طول دوره تخم‌گذاری استفاده کرد (جدول ۹-۲۰). نتایج تا حدودی متفاوت از آزمایش قبلی، اما یک سری از نکات جالب‌توجه بود. اول، تولید تخم‌مرغ در دامنه ۲۰ تا ۴۰ گرم کلسیم به ازای هر کیلوگرم خوراک طبیعی بود. حداقل ۳۰ گرم در کیلوگرم کلسیم برای حفظ استحکام پوسته در برابر شکستن و حفظ کژدیسی‌های پوسته در حد طبیعی نیاز بود. در سطوح بالای کلسیم (احتمالا ۴۰ گرم در کیلوگرم و بالاتر از آن) تولید کاهش و اختلالات پوسته افزایش یافت.

با افزایش سن پرنده‌ها، اندازه تخم‌مرغ‌ها و وزن پوسته افزایش یافت. به این دلیل، نیاز به کلسیم افزایش یافت. در ۴ هفته پایانی دوره تولید، استحکام در برابر شکستن و ضخامت پوسته در سطح ۳۵ گرم در کیلوگرم کلسیم حداکثر بود. نارواییز-سولارته[4] و همکاران (۲۰۰۶) نتایج هارتل (۱۹۹۰) را تایید کردند. آنها نشان دادند که سطوح بالای کلسیم جیره باعث افزایش وزن تخم‌مرغ و وزن پوسته، اما در عین حال، موجب کاهش تعداد تخم‌مرغ‌های تولیدی می‌شود. مشخص نیست که آیا این مساله ناشی از عدم توانایی پرنده برای مواجهه با سطوح بالای کلسیم است یا سطوح بالای سنگ آهک در جیره (یک باندکننده اسید قدرتمند) بر ظرفیت هضمی اثر منفی دارد.

کلونیس و همکاران (۱۹۹۲) دریافتند که رفتار تغذیه‌ای مرغ‌ها و متابولیسم کلسیم در روزهای تشکیل و عدم تشکیل پوسته متفاوت است. جالب‌توجه است که هنگام فراهم شدن شرایط انتخاب آزاد کلسیم همراه با جیره‌های حاوی انرژی و پروتئین (انرژی، پروتئین و کلسیم)، یک

---

1. Spicules
2. Clunies
3. Härtel
4. Narváez-Solarte

الگوی مشخص ایجاد شد. مرغ‌ها تا زمان بعد از ظهر که زمانی از روز است که به طور معمول تخم‌ها باید در غده پوسته‌ساز باشند، مقدار بسیار کمی کلسیم مصرف کردند و یا اصلا کلسیمی مصرف نکردند. همچنین جالب‌توجه بود که مرغ‌هایی که امکان انتخاب جیره برای آنها فراهم بود، در مقایسه با آنهایی که به جیره شاهد مرسوم دسترسی داشتند، به طور معنی‌داری کلسیم و خوراک کمتری مصرف کردند.

جدول ۹–۱۸: سطح کلسیم، مصرف خوراک و ابقای کلسیم در روزهای تشکیل و عدم تشکیل پوسته (کلونیس و همکاران، ۱۹۹۲)

روز	سطح کلسیم (گرم/کیلوگرم)	مصرف خوراک (گرم/روز)	مصرف کلسیم (گرم/پرنده)	مصرف کلسیم (گرم/روز)	ابقای کلسیم (درصد)
عدم تشکیل پوسته	۲۵	۸۸/۱	۲/۲۰	۱/۲۵	۵۸/۶
	۳۵	۱۰۸/۱	۳/۷۸	۱/۴۹	۳۸/۴
	۴۵	۹۴/۶	۴/۲۷	۱/۵۳	۳۶/۲
تشکیل پوسته	۲۵	۹۴/۷	۲/۳۰	۱/۴۵	۶۲/۵
	۳۵	۱۱۰/۰	۳/۸۴	۱/۹۴	۵۱/۴
	۴۵	۱۰۴/۲	۴/۶۹	۲/۳۵	۵۰/۵

جدول ۹–۱۹: تولید تخم‌مرغ، وزن تخم‌مرغ و ویژگی‌های پوسته در مرغ‌های تخم‌گذار دریافت‌کننده جیره‌های حاوی سطوح مختلف کلسیم (کلونیس و همکاران، ۱۹۹۲)

کلسیم جیره (گرم/کیلوگرم)	تولید تخم‌مرغ (درصد)	وزن تخم‌مرغ (گرم)	وزن پوسته (گرم)	بدشکلی پوسته (میلی‌متر)	کلسیم پوسته (گرم)
۲۵	۹۱/۷	۵۷/۶	۴/۹۹	۳۱/۴	۱/۸۳
۳۵	۹۱/۴	۵۶/۶	۵/۴۸	۲۳/۶	۲/۱۱
۴۵	۸۹/۱	۶۰/۰	۵/۷۹	۲۴/۵	۲/۱۷

جدول ۹–۲۰: صفات تولید و کیفیت پوسته در سطوح مختلف کلسیم در کل دوره تخم‌گذاری (هارتل، ۱۹۹۰)

کلسیم جیره (گرم/کیلوگرم)	تولید تخم‌مرغ (درصد)	وزن تخم‌مرغ (گرم)	مصرف خوراک (گرم/روز)	مصرف کلسیم (گرم/روز)	استحکام در برابر شکستن (کیلوگرم)	پوسته‌های معیوب (درصد)
۲۰	۸۰/۲	۶۳/۸	۱۱۷/۷	۲/۳۵	۳/۳۰	۰/۵۰
۲۵	۸۳/۹	۶۳/۳	۱۱۹/۸	۲/۹۹	۳/۵۹	۰/۴۱
۳۰	۸۴/۷	۶۲/۶	۱۲۱/۲	۳/۶۳	۳/۷۷	۰/۳۲
۳۵	۸۳/۲	۶۳/۲	۱۲۰/۱	۴/۲۰	۳/۷۰	۰/۳۸
۴۰	۸۲/۰	۶۲/۳	۱۱۶/۸	۴/۶۷	۳/۷۷	۰/۲۱
۴۵	۷۹/۲	۶۲/۶	۱۱۸/۶	۵/۳۳	۳/۷۲	۰/۴۹

نکته

حلالیت منابع کلسیم روی کیفیت پوسته تخم‌مرغ تاثیر می‌گذارد.

تامین کلسیم پرنده‌ها

اگرچه پوسته صدف خردشده در برخی از قسمت‌های دنیا در دسترس است، اما بخش عمده کلسیم فراهم‌شده برای مرغ‌های تخم‌گذار به شکل سنگ آهک است. سنگ آهک از نظر قیمت، شکل فیزیکی و سطح کلسیم متفاوت است و در نتیجه، متخصصین تغذیه به طور دائم در حال بررسی این هستند که مشخص کنند چقدر از یک نوع سنگ آهک مشخص باید به خوراک اضافه شود. صرف‌نظر از منبع، جذب کلسیم مستلزم قابل‌حل بودن (قابل یونیزه بودن) آن است و این مهم با کاهش pH دستگاه گوارش حاصل می‌شود. در صورتی که جیره‌ای حاوی سنگ آهک حائز حلالیت‌پذیری پایین در اسید هیدروکلریدریک باشد (به دلیل خواص شیمیایی یا فیزیکی)، مرغ‌ها وارد یک دوره سازگاری خواهند شد. در طول این دوره یک کاهش عمومی در کیفیت پوسته تخم‌مرغ به وجود می‌آید. این کاهش کیفیت به شکل افزایش قابل‌توجه تعداد تخم-مرغ‌های دارای پوسته نازک و انتهاهای خیلی باریک نمود پیدا می‌کند و پوسته تخم‌مرغ‌ها اسفنجی یا متخلخل به نظر می‌رسد. در برخی از گله‌ها کاهشی در استحکام استخوان نیز دیده می‌شود. بعد از یک **دوره واگرایی**[1] ۱۰ تا ۱۴ روزه، کیفیت پوسته تخم‌مرغ با مصرف جیره حاوی همین سنگ آهک دارای قابل‌دسترسی پایین‌تر به حالت طبیعی برمی‌گردد.

حلالیت‌پذیری سنگ آهک توسط دو عامل اصلی تعیین می‌گردد. اول اینکه ذرات درشت‌تر حلالیت کمتری دارند و مدت زمان طولانی‌تری در قسمت‌های بالایی دستگاه گوارش باقی می‌مانند؛ کلسیم آهسته‌تر آزاد می‌شود و این مساله می‌تواند برای تداوم تشکیل پوسته حائز اهمیت باشد، به ویژه شب‌هنگام وقتی که پرنده‌ها نسبت به خوراک بی‌میل هستند. از دیگر مزایای استفاده از ذرات درشت این است که احتمال جدا شدن آنها از مخلوط خوراک (خوراک نهایی) کمتر است و یکنواختی خوراک را بهبود می‌دهند. دوم اینکه شکل کریستالی سنگ آهک در مقایسه با سایر شکل‌های سنگ آهک سخت‌تر و حلالیت آن کمتر است. سنگ مرمر یک نوع سنگ آهک کریستاله است. سنگ آهک آمورف[2] (دارای شکل نامنظم) یا گرانوله اغلب شکننده است و در مقایسه با سنگ آهک کریستاله خیلی سریع حل می‌شود. شکل خردشده سنگ آهک، به ویژه هنگام تهیه جیره‌های پلت، به تجهیزات کارخانه خوراک صدمه وارد می‌کند. ژانگ و کون (۱۹۹۷) داده‌هایی را در رابطه با اندازه ذرات و حلالیت سنگ آهک در شرایط درون‌تنی[3] و برون‌تنی[4] منتشر کردند (جدول ۹-۲۱). حلالیت سنگ آهک در شرایط برون‌تنی با افزایش اندازه ذرات کاهش یافت. اما حلالیت درون‌تنی و نیز مقدار سنگ آهک باقیمانده در سنگدان هنگام استفاده از ذرات درشت‌تر بالاتر بود. در حقیقت ماده‌ای که حلالیت آن در شرایط برون‌تنی کمتر بود، درون دستگاه گوارش پرنده حلالیت بالاتری بروز داد. رائو و رولاند[5] (۱۹۸۹) نشان دادند که هنگام استفاده از سنگ آهک به شکل ذرات ریز (کمتر از ۰/۸ میلی‌متر) ۴۴ درصد آن وارد مدفوع گردید، در حالی که وقتی که اندازه ذرات بزرگ‌تر از ۲ میلی‌متر بود، این مقدار به ۱۶ درصد کاهش پیدا کرد. ابقای کلسیم از ۵۲ درصد به ۹۴ درصد رسید (جدول ۹-۲۲).

---

1. Lag period
2. Amorphic
3. In vitro
4. In vivo
5. Rao and Roland

جدول ۹–۲۱: حلالیت دو منبع سنگ آهک (دارای حلالیت بالا و پایین) در شرایط برون‌تنی و درون‌تنی همراه با ابقای سنگ آهک در سنگدان (ژانگ و کون، ۱۹۹۷)

اندازه ذرات (میلی‌متر)	حلالیت (درصد)					
	برون‌تنی		درون‌تنی		ابقا در سنگدان (گرم)	
	حلالیت پایین	حلالیت بالا	حلالیت پایین	حلالیت بالا	حلالیت پایین	حلالیت بالا
۴/۷–۳/۳	۲۹/۸	۳۶/۳	۸۴/۸	۸۲/۵	۱۵/۴	۳/۴
۲/۸–۲/۰	۴۵/۸	۵۴/۸	۷۹/۰	۸۴/۰	۱۱/۸	۴/۳
۲/۰–۱/۰	۴۹/۳	۵۷/۷	۷۷/۸	۷۴/۴	۵/۵	۴/۷
۰/۸–۰/۵	۶۳/۱	۶۷/۶	۷۶/۵	۶۹/۴	۰/۷	۱/۶

جدول ۹–۲۲: ارتباط بین اندازه ذرات و ابقای کلسیم هنگام ارائه ۳/۷۵ گرم کلسیم (رولاند، ۱۹۸۶)

اندازه ذرات (میلی‌متر)	ردشده در مدفوع (درصد)	ذخیره‌شده در سنگدان بعد از ۲۴ ساعت (درصد)	کلسیم ابقاشده	
			گرم	درصد
۰/۸–۰/۵	۴۴	۰	۱/۹۴	۵۲
۵–۲	۱۶	۱۰	۲/۴۰	۶۴

توصیه‌های عملی

الان می‌توان فهمید که ارائه یک توصیه در ارتباط با سطح کلسیم در جیره مرغ‌های تخم‌گذار چقدر دشوار است. سطح کلسیم بالا می‌تواند باعث کاهش مصرف خوراک، کلسیمی شدن احشا و القای کمبود سایر مواد مغذی مهم شود. کلسیم پایین موجب کاهش کیفیت پوسته، قفس رنجوری[1] و نهایتا مرگ خواهد شد. با این وجود، به نظر می‌رسد که تولید مرغ‌های تخم‌گذار روی جیره‌های حاوی ۳۰ تا ۴۰ گرم در کیلوگرم کلسیم که کلسیم آنها با استفاده از انواع سنگ آهک‌های دارای کیفیت‌های متفاوت فراهم شده باشد، طبیعی خواهد بود. کیفیت پوسته تخم‌مرغ با افزایش مقدار کلسیم در جیره بهبود پیدا می‌کند. این سازگاری گسترده ناشی از این است که پرنده قادر به تنظیم متابولیسم خود مطابق با سطوح یا قابلیت‌های دسترسی مختلف کلسیم است. باید از ارائه جیره‌های حاوی کلسیم پایین اجتناب شود و احتمالا ارائه جیره‌هایی که حاوی سطوح مازاد کلسیم هستند نیز ضرورتی نداشته باشد. باور بر این است که با توجه به بالا بودن مقدار کلسیم سنگ آهک و قیمت نسبتا ارزان این ماده، سنگ آهک را می‌توان در مقادیر قابل‌توجهی در جیره به کار برد، اما این‌گونه نیست. سنگ آهک تنها ۳۲ تا ۳۸ درصد کلسیم دارد، باقیمانده آن عناصر معدنی کم‌مصرف و کربنات است که به عنوان پرکننده و بافر در جیره عمل می‌کند. استفاده از پرکننده خنثی به این معنی است که باید منابع انرژی و پروتئین گران‌تری استفاده شود. پیشنهاد می‌شود که مرغ‌های تخم‌گذار در سن پایین‌تر از ۴۰ تا ۴۵ هفتگی جیره‌ای را دریافت نمایند که جهت فراهم کردن ۳/۵ تا ۳/۷ گرم کلسیم در روز برای آنها طراحی شده باشد، در حالی که فراهم کردن ۴ تا ۴/۲ گرم کلسیم در روز برای مرغ‌های مسن‌تر ضروری است. در یک پژوهش جالب اویلا–گونزالز[2] و همکاران (۲۰۱۱) عملکرد مرغ‌ها را با استفاده از توصیه‌های ۲۰۰۹ های‌لاین (۴۰/۱ گرم در

[1]. Cage fatigue
[2]. Avila-Gonzalez

کیلوگرم کلسیم و ۴/۹ گرم در کیلوگرم فسفر قابل-دسترس) و توصیه‌های ۲۰۰۳ های‌لاین (۳۸/۴ گرم در کیلوگرم کلسیم و ۳/۹ گرم در کیلوگرم فسفر قابل-دسترس) مقایسه کردند و دریافتند که مرغ‌ها با سطوح پایین‌تر کلسیم و فسفر قابل‌دسترس، تولید تخم بهتری داشتند و ضریب تبدیل خوراک کمتری بروز دادند.

رسوب پوسته در ۵ ساعت ابتدایی ورود تخم به غده پوسته‌ساز پایین است، اما طی ۱۰ ساعت آخر یک افزایش خطی در رسوب پوسته وجود دارد. به این دلیل، هر راهکار تغذیه‌ای که قادر باشد مقدار کلسیم فراهم را در پایان دوره خاموشی افزایش بدهد، موجب بهبود کیفیت پوسته خواهد شد. هنگام روشنایی پرنده‌هایی که کلسیمی شدن پوسته را کامل نکرده باشند باید به پودر کلسیم دسترسی پیدا کنند. پودر کلسیم به سرعت حل و جذب می‌شود. بیش از نیم ساعت بین خوردن کلسیم و زمان رسوب آن در پوسته تخم‌مرغ فاصله نیست. کورلسکی و شفیلتکویچ[1] (۲۰۰۴) گزارش کردند که بهترین نتایج زمانی به دست آمد که ۶۰ درصد جیره از ذرات درشت و ۴۰ درصد آن به شکل پودر بود.

> **نکته**
> در صورت از قلم افتادن کلسیم جیره علائم کمبود آن ظرف ۲۴ ساعت بروز پیدا می‌کند.

نارسایی کلسیم

هنگام بروز مشکلات پوسته، اقدامات مبتنی بر مکمل کردن کلسیم محدود است. اگر افت کیفیت پوسته ناشی از هوای گرم باشد و یا پولت‌ها در سن نامناسب وارد تخم‌گذاری شده باشند، مقتضی است که سطح کلسیم جیره به میزان ۴ تا ۵ گرم در کیلوگرم افزایش یابد. تحقیقات و تجربیات عملی نشان داده است که تغذیه دانه‌های سنگ آهک یا پوسته صدف می‌تواند در مقایسه با آرد سنگ آهک منجر به بهبود قابل‌ملاحظه‌ای در کیفیت پوسته شود. اگر فقط آرد سنگ آهک در جیره استفاده شود، استفاده از دانه‌های سنگ آهک به صورت سرک هنگام بعد از ظهر می‌تواند راهکار موثری برای بهبود کیفیت پوسته باشد. اما تغذیه مداوم دانه سنگ آهک روی جیره‌های حاوی سطوح مناسب کلسیم توصیه نمی‌شود، زیرا پرنده‌ها سطوح بیش از حد کلسیم مصرف خواهند کرد و ممکن است مشکلات پوسته مانند رسوبات گچی و انتهای بزرگ ایجاد شود. چنانچه کلسیم مازاد به جیره اضافه شود و دانه یا پوسته صدف در سالن استفاده شود و هنوز بهبودی در کیفیت پوسته ایجاد نشده باشد، بعید است که مشکل مربوط به کلسیم باشد.

مرغ‌های تخم‌گذار تا حد قابل‌توجهی نسبت به سطوح کلسیم جیره حساس هستند. کیفیت پوسته ظرف ۲۴ ساعت پس از تغذیه جیره حاوی کلسیم پایین (۱۵ گرم در کیلوگرم) کاهش پیدا می‌کند، اما ظرف ۲۴ ساعت پس از ارائه جیره حاوی سطح کلسیم طبیعی به حالت عادی باز خواهد گشت. تجربه نشان می‌دهد که استفاده از سطوح متغیر کلسیم در جیره، چه به صورت تغییر منبع سنگ آهک و چه به دلیل مشکلات ناشی از مخلوط کردن، باعث ایجاد مشکلات مزمن در گله‌های تخم‌گذار می‌شود. گله عملکرد پایین‌تر از حد خواهد داشت و به نظر می‌رسد که به انواع بیماری‌ها مستعد می‌شود. معمولا کلسیم تنها ماده مغذی است که هنگام بروز مشکلات کیفیت پوسته در مظان توجه قرار می‌گیرد، اما باید متوجه بود که کمبود ویتامین D_3 و فسفر نیز می‌تواند منجر به ایجاد پوسته‌های ضعیف شود. ویتامین D_3 برای جذب طبیعی کلسیم لازم است و احتمالا مصرف ناکافی آن باعث القای علائم کمبود کلسیم می‌شود. بروز این علائم ۱۰ تا ۱۴ روز طول می‌کشد، زیرا پرنده مقداری ویتامین D_3 در ذخایر چربی

[1]. Koreleski and Świątkiewicz

جدول ۹-۲۳: محتوای کلسیم، فسفر و پروتئین در نمونه‌های جمع‌آوری‌شده از نقاط مختلف سیستم دانخوری زنجیری

محل	کلسیم (درصد)	فسفر (درصد)	پروتئین (درصد)
ابتدای خط دانخوری	۴/۵	۰/۶۲	۱۸/۶
۰/۲۵	۷/۶	۰/۷۰	۲۱/۵
۰/۵۰	۸/۲	۰/۷۳	۱۸/۶
۰/۷۵	۸/۵	۰/۷۸	۱۹/۹
انتهای خط دانخوری	۹/۱	۰/۸۲	۱۷/۸

خود اندوخته دارد (لیسون و سامرز، ۲۰۰۵). مشکل زمانی به روشنی دیده می‌شود که جیره خالی از ویتامین D_3 باشد، اما سطوح پایین‌تر از حد بهینه این ویتامین نیز می‌تواند باعث نازک شدن نامحسوس پوسته شود که می‌تواند از نظر اقتصادی حائز اهمیت و مشکل‌ساز باشد.

> ■ **نکته**
> حل مشکل کلسیم مستلزم نمونه‌برداری از قسمت‌های مختلف سیستم دانخوری است.

سیستم‌های دانخوری و کلسیم

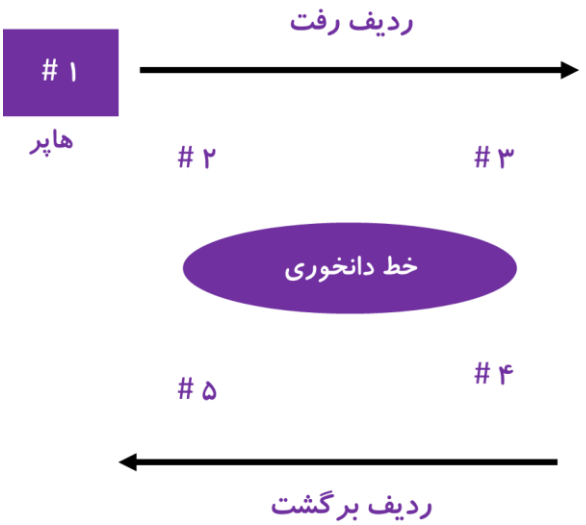
با گسترش صنعت پرورش مرغ‌های تخم‌گذار، سیستم‌های دانخوری پیشرفته اتوماتیک جایگزین دانخوری‌های دستی شده‌اند. برخی از سالن‌های ساخته‌شده طویل هستند و روش کار سیستم دانخوری در آنها یک عنصر کلیدی است. به عنوان مثال، توزیع خوراک از یک نقطه واحد قطعا مشکل‌ساز است. حتی هنگام تنظیم دقیق کلسیم در جیره مرغ‌های تخم‌گذار، تضمینی وجود ندارد که مقدار صحیح آن به همه مرغ‌ها برسد. عوامل متعددی می‌تواند در این مورد نقش داشته باشد. اول، این خطر وجود دارد که کلسیم در طول سیستم دانخوری از خوراک جدا و به صورت غیریکنواخت در بین مرغ‌ها توزیع شود. دوم، پرندگان به طور انتخابی ذرات بزرگ‌تر (درشت‌تر) را می‌خورند. معمولا جدا شدن کلسیم از خوراک در قسمت‌های مختلف سیستم انتقال خوراک در واحدهای تجاری اتفاق می‌افتد و می‌تواند عامل مهمی برای مشکلات مربوط به عملکرد و کیفیت پوسته تخم‌مرغ باشد. الگوی تفکیک با توجه به سیستم دانخوری استفاده‌شده متفاوت است و بنابراین هر مرغدار باید شرایط را به طور مستقل بررسی و اقدامات لازم جهت حل مشکل را اعمال کند. هنگام استفاده از دانخوری‌های زنجیری، کلسیم با عبور خوراک در طول خط ته‌نشین می‌شود و پرنده‌ها به صورت انتخابی در طول آن تغذیه می‌شوند. جدول ۹-۲۳ اثر این دو عامل را نشان می‌دهد. برآورد شده است که به ازای هر ۱۰ متر طول زنجیر مقدار کلسیم حدود ۰/۰۳۴ درصد افزایش می‌یابد. پرنده‌هایی که در انتهای خط قرار می‌گیرند خوراکی متفاوت دریافت خواهند کرد و به منظور جبران کمبود انرژی جیره خود بیشتر می‌خورند. تجربه نشان داده است که تولید روی قسمت رفت یک دانخوری زنجیری می‌تواند ۲ درصد بالاتر از قسمت برگشت آن باشد. استفاده از یک آخورک (هاپر) دوم روی سیستم زنجیری می‌تواند اثر جداسازی را تا حد معینی از بین ببرد. استفاده از زنجیرهای پرسرعت مشکل انتخاب خوراک توسط پرنده را برطرف می‌کند، اما جداسازی همچنان ادامه خواهد یافت. درجه تفکیک با به کارگیری هاپر متحرک کاهش می‌یابد. بافت خوراک می‌تواند در کاهش انتخاب و تفکیک خوراک نقش ایفا کند. احتمالا تغذیه کرامبل یا پلت‌های کوچک در مقایسه با جیره آردی موثرترین راه

جدول ۹–۲۴: نقاط نمونه‌برداری در طول خط دانخوری

نمونه	محل
۱	خوراک موجود در هاپر
۲	خوراک جلوی نزدیک‌ترین ۴ قفس به هاپر
۳	خوراک جلوی ۴ قفس انتهایی ردیف رفت
۴	خوراک جلوی ۴ قفس ابتدایی ردیف برگشت
۵	خوراک جلوی ۴ قفس انتهایی ردیف برگشت

برای غلبه بر نواقص سیستم دانخوری زنجیری است، اگرچه استفاده از اندازه ذرات درشت نیز موثر خواهد بود. مرغداران باید به صورت دوره‌ای سیستم دانخوری خود را برای تفکیک کلسیم بررسی کنند. این کار با جمع‌آوری نمونه‌های خوراک از قسمت‌های مختلف سیستم دانخوری، آزمایش نمونه‌ها برای کلسیم و آنالیز داده‌ها قابل انجام است. در صورت وقوع تفکیک، اقدامات اصلاحی نیاز خواهد بود. نمونه‌های خوراک باید هر چه سریع‌تر و بلافاصله بعد از کامل شدن یک چرخه دانخوری از دو سالن تخم‌گذار و از قسمت‌های مختلف سیستم جمع‌آوری شوند (جدول ۹-۲۴ و شکل ۹-۱۰). اندازه نمونه باید حداقل ۵۰۰ گرم باشد. نمونه‌ها باید از جلوی تعداد متعددی از قفس‌ها در نقاط مختلف سالن جمع‌آوری شوند تا یک نمونه به حد کافی بزرگ به دست آید. نمونه‌ها نباید از جاهایی که خوراک مصرف شده است برداشته شوند، زیرا ممکن است پرنده‌ها اجزای خوراکی مشخصی را خورده باشند. وقتی همه نمونه‌ها آنالیز شدند، داده‌ها باید به صورت زیر از نظر آماری مورد تحلیل قرار بگیرند:

۱. اندازه‌گیری ضریب تغییرات. ضریب تغییرات ۱۰ درصد یا کمتر نشان می‌دهد که توزیع کلسیم در جیره مرغ‌های تخم‌گذار یکنواخت است. ضریب تغییرات بالاتر از ۱۰ درصد می‌تواند نشان‌دهنده آن باشد که پرنده‌ها سطوح بالاتر از حد نیاز و یا ناکافی کلسیم را دریافت می‌کنند و باید تلاش کرد تا سطح دسترسی



شکل ۹–۱۰: محل نمونه‌برداری از دانخوری

به خوراک مرغ‌های آن سالن را به حد یکنواخت رساند. این عمل را می‌توان با تغییر در اندازه ذرات کلسیم، اندازه ذرات خوراک، تنظیم مجدد سیستم دانخوری، تغییر ترکیب جیره و غیره انجام داد.

۲. آزمایش کلسیم هر نمونه باید در محدوده ۲۵± درصد سطح مورد انتظار باشد. بر اساس این استاندارد، احتمالات زیر وجود دارد:

۳. اگر نمونه هاپر یا ۳ تا از ۴ نمونه جمع‌آوری‌شده از جلوی ردیف قفس‌ها بالا یا پایین باشند (بیش از ۱۲۵ درصد یا کمتر از ۷۵ درصد حد مورد انتظار) ممکن است در ساخت جیره اشتباه صورت گرفته باشد، جیره غیریکنواخت باشد (به دلیل مخلوط کردن نامناسب) و یا اینکه کلسیم جیره تفکیک شده باشد.

با بررسی موجودی انبار و صفحات آسیاب مطمئن شوید که ماده دیگری به جای سنگ آهک در جیره استفاده نشده باشد و اطمینان حاصل کنید که خطایی در جیره‌نویسی وجود ندارد.

۴. اگر نمونه هاپر در محدوده ۷۵ تا ۱۲۵ درصد مقدار پیش‌بینی‌شده قرار داشت، اما مقدار کلسیم به تدریج در یک ردیف قفس کاهش یافته است، احتمالا در حین انتقال خوراک در خط دانخوری جدا شده است. این حالت می‌تواند نشان‌دهنده این باشد که ذرات کلسیم خیلی کوچک بوده‌اند (کمتر از ۹۰۰ میکرومتر یعنی آرد سنگ آهک) و احتمالا اندازه ذرات بزرگ‌تری (خردشده یا دانه) مورد نیاز است. افزایش تدریجی مقدار کلسیم نشان می‌دهد که مکمل کلسیم به شکل یکنواخت در طول خط خالی نشده است. این حالت ممکن است به دلیل بزرگ بودن بیش از حد اندازه ذرات (بیش از ۲۰۰۰ میکرومتر) باشد و استفاده از ذرات دارای میانگین کمتر می‌تواند کمک‌کننده باشد.

۵. اگر همه نمونه‌ها در محدوده ۲۵± درصد سطح مورد انتظار تنظیم‌شده باشند، کلسیم به شکل یکنواخت در خط دانخوری توزیع و مقدار کافی از آن فراهم شده است. مخلوط کردن درست مکمل کلسیم به شکل آرد و دانه سنگ آهک به حفظ یکنواختی سطح کلسیم در طول خط دانخوری کمک می‌کند. اگر هیچ یک از اینها موثر نبود احتمالا مشکل به دلیل عدم کارکرد صحیح سیستم دانخوری است.

در اینجا یک سری راهنمایی‌ها برای کاهش تفکیک خوراک در طول مراحل مختلف ساخت و انتقال خوراک ارائه می‌شود:

- سیستم‌های مارپیچ (اوگر) انتقال خوراک در مقایسه با سیستم‌های دمنده موجب تفکیک کمتری می‌شوند.
- مخازن خوراک باید یک سیستم توزیع‌کننده در بالا داشته باشند و نیز ابزاری جهت مخلوط کردن مجدد موادی که امکان تفکیک آنها وجود دارد در ته آنها نصب شود.
- راه‌اندازی سیستم دانخوری در حداکثر سرعت، امکان انتخاب ترجیحی مواد خوراکی را کاهش می‌دهد.
- سیستم‌های مارپیچ در شرایط کاری خوب لرزش کمتری دارند و موجب تفکیک کمتری می‌شوند.
- روزی یک‌بار اجازه بدهید که پرنده‌ها خوراک موجود در دانخوری را به طور کامل بخورند. این امر از تجمع ذرات ریز خوراک در دانخوری که ممکن است باعث مصرف کلسیم اضافی شوند جلوگیری می‌کند.

نیازهای فسفر

همبستگی بالای بین کلسیم و فسفر را نمی‌توان نادیده گرفت. کشاورز (۲۰۰۳) نتیجه‌گیری کرد که جیره‌های حاوی ۱/۵ تا ۲/۵ گرم در کیلوگرم فسفر غیرفیتاتی برای حفظ رضایت‌بخش عملکرد در طول دوره تخم‌گذاری کافی هستند. اسنو[1] و همکاران (۲۰۰۵) اختلافی بین عملکرد پرنده‌های دریافت‌کننده ۱/۴ یا ۴/۵ گرم در کیلوگرم فسفر غیرفیتاتی مشاهده نکردند. شرکت‌های بزرگ اصلاح‌نژاد اعتقاد دارند که مصرف روزانه ۰/۳۵ تا ۰/۴۵ گرم فسفر قابل‌دسترس کافی است. این شرکت‌ها توصیه می‌کنند که در مراحل نهایی دوره تولید، به ویژه اگر مشکلات کیفیت پوسته وجود نداشته باشد، سطح فسفر قابل‌دسترس جیره را می‌توان تا ۰/۳ گرم به ازای هر پرنده در روز کاهش داد. نشان داده شده است که این کاهش اثر معنی‌داری بر کیفیت پوسته دارد. درست است که احتمالا ما فسفر مازاد در اختیار مرغ‌های تخم‌گذار می‌گذاریم، اما باید بدانیم که هنگام گرم شدن هوا این نیاز به شدت افزایش می‌یابد. تجربیات شخصی نگارنده نشان می‌دهد که کاهش تولید بسیار چشمگیر خواهد بود.

[1]. Snow

نکته

انواع آنزیم فیتاز به طور گسترده‌ای در جیره مرغ-های تخم‌گذار استفاده می‌شود و باعث صرفه‌جویی در استفاده از فسفر، کلسیم و دیگر مواد معدنی می‌شود.

استفاده از آنزیم فیتاز

استفاده از آنزیم فیتاز در جیره مرغ‌های تخم‌گذار فراگیر شده است. دوسوم از فسفر موجود در مواد خوراکی دارای منشأ گیاهی به شکل فیتات است که نمی‌تواند توسط حیوانات تک‌معده‌ای استفاده شود. کشاورز (۱۹۹۹) نشان داده است که ۷۰ تا ۸۰ درصد فسفر یک جیره ذرت-سویای معمولی دفع می‌شود. کاهش سطح این جزء گران‌قیمت جیره صرفه اقتصادی و اثرات سودمند زیست‌محیطی خواهد داشت. اطلاعات بیشتر در مورد استفاده از فیتاز در فصل ۱۴ آورده شده است.

حل مشکل

در صورت بروز مشکل کیفیت پوسته، باید مشخص شود که آیا همه گله با مشکل مواجه است یا تنها مرغ‌های مسن-ترند که تخم‌های دارای کیفیت پایین می‌گذارند. اگر مشکل ناشی از تنش گرمایی باشد، بسیار بعید است که تغییر جیره بتواند اثر معنی‌داری بر کیفیت پوسته داشته باشد. در صورتی که منبع سنگ آهک مورد استفاده در جیره تغییر کرده است، انتظار می‌رود که بعد از ۱۰ تا ۱۴ روز وضعیت بهبود پیدا کند. جهت حصول بهبود در کیفیت پوسته، تولیدکنند-گان باید قبل از تمرکز روی تغییر جیره، نحوه جابجایی و حمل‌ونقل (جاده بد) و سایر عوامل محیطی را بررسی کنند.

عناوین عمومی

تغذیه مرحله‌ای

بسیاری از متخصصین تغذیه طیور اعتقاد دارند که سطح اسیدهای آمینه خوراک را می‌توان با افزایش سن پرنده‌ها کاهش پیدا داد. اساسا این کار به منظور کاهش هزینه خوراک صورت می‌گیرد، اما بسیاری بر این باورند که این کار اندازه تخم‌مرغ را نیز کاهش می‌دهد. انتقاد اصلی مطرح‌شده در خصوص تغذیه مرحله‌ای این است که این سیستم فرض می‌کند که وقتی که میانگین تولید یک گله ۷۵ درصد است همه پرنده‌های آن گله ۷۵ درصد تولید دارند. در واقعیت بسیاری از پرنده‌ها همچنان ۱۰۰ درصد تولید دارند که به این معنی است که نیازهای تئوری آنها تغییر نکرده است. نظری که در مقابل این قرار می‌گیرد این است که اسیدهای آمینه در سطوح بالاتر از حد نیاز استفاده می‌شوند و بنابراین تغذیه مرحله‌ای تنها عامل اطمینان را حذف می‌کند. تجربیات شخصی بنده نشان می‌دهد که اگر پرنده‌ها درست مدیریت شوند، تغذیه مرحله‌ای مشکلی ایجاد نمی‌کند. به یاد داشته باشید که افراد یک گله برای برآورده کردن نیازهای خود کمتر یا بیشتر خواهند خورد.

تغذیه محدود

مشهور است که محدودیت خوراک برای مرغ‌های تخم‌گذار سودمند است. اعمال محدودیت، در مقایسه با تغذیه در حد اشتها، مرگ‌ومیر را ۵ تا ۱۰ درصد کاهش می‌دهد، بدون آنکه اثر معنی‌داری بر نرخ تخم‌گذاری داشته باشد. ضریب تبدیل خوراک بهبود می‌یابد ولی وزن تخم‌مرغ از ۰/۵ تا ۱/۵ درصد کاهش می‌یابد. در مورد مرغ‌های قهوه‌ای افزایش وزن در یک روند تقریبا خطی تابعی از مصرف خوراک است. ضریب تبدیل خوراک وقتی به حد بهینه می‌رسد که مصرف انرژی کمی پایین‌تر (۹۰ درصد) از مصرف آن در شرایط دسترسی آزاد باشد. اثر محدودیت انرژی به منشأ ژنتیکی پرنده‌ها برمی‌گردد. در برخی از آمیخته‌ها محدودیت خوراک هم نرخ تخم‌گذار

جدول ۹–۲۵: اثر تغییر ناگهانی اندازه ذرات بر مصرف خوراک (۵–۷ روز بعد از این تغییر) (کرسول، ۲۰۰۶)

	کرامبل معمولی	کوچک < ۲/۴ میلی‌متر	بزرگ > ۲/۴ میلی‌متر
خوراک (گرم/پرنده/روز)	۱۱۲[b]	۱۲۴[a]	۸۱[c]

و هم وزن تخم را کاهش می‌دهد، اما در برخی دیگر فقط تعداد تخم‌ها کاهش می‌یابد. اثر منفی محدودیت خوراک این است که وزن پایان دوره مرغ‌ها را کاهش می‌دهد.

تغییرات جیره‌نویسی

راز تغذیه موفقیت‌آمیز مرغ‌های تخم‌گذار به کار بردن جیره‌هایی است که نه تنها از نظر مقدار مواد مغذی بلکه از نظر مواد خوراکی مورد استفاده نیز یکنواخت باشند. در آزمایشی تغییرات شدید ماهانه در یکنواختی خوراک موجب دو برابر شدن نرخ تلفات طبیعی شد. پرنده‌ها هنگام تصمیم‌گیری برای انتخاب اجزای خوراک از نشانه‌های بصری استفاده می‌کنند. ایجاد تغییرات در رنگ یا بافت جیره باعث می‌شود که آنها برای مدتی مصرف خوراک را قطع کنند. شاید شناخته‌شده‌ترین مثال در این مورد تغییر ظاهر خوراک هنگام وارد کردن ناگهانی کنجاله آفتابگردان به جیره باشد که همواره با کاهش مصرف خوراک و تولید همراه می‌شود. کرسول (۲۰۰۶) چگونگی تغییر مصرف خوراک پرنده‌ها در پاسخ به تغییر اندازه کرامبل را تشریح کرده است (جدول ۹–۲۵).

لکه‌های خونی داخل تخم‌مرغ

گاهی وقوع لکه‌های خونی در تخم‌مرغ به سرعت در یک واحد خاص شیوع پیدا می‌کند و پس از مدتی به همان سرعت برطرف می‌شود. از ایجاد شرایطی که پرنده‌ها را به وحشت می‌اندازد به ویژه هنگام راه رفتن در سالن تخم‌گذار اجتناب کنید. ممکن است استفاده از مرگ‌موش‌ها در ایجاد لکه‌های خونی دخالت داشته باشد. مرغ‌هایی که روی بستر نگهداری می‌شوند، گاهی به موش‌هایی که بر اثر مرگ‌موش مرده‌اند دسترسی پیدا می‌کنند که می‌تواند به ایجاد لکه‌های خونی منجر شود. سطوح بالای آنتی‌بیوتیک‌های سولفوره به عنوان یکی از عوامل ایجاد لکه‌های خونی در مظان اتهام است. خوراک باید برای وجود ۳- نیتروهیستواستات[1] یا اسید آرسانیلیک[2] بررسی شود. اخیرا نقش مایکوتوکسین‌ها در مواردی که افزایش لکه‌های خونی مشاهده شده، مورد توجه قرار گرفته است. به طور کلی، تخم‌مرغ‌های حاوی لکه‌های خونی مشکلی برای مصرف ندارند.

> ■ **نکته**
> عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار با استفاده از جیره‌هایی که بافت درشت‌تری دارند بهتر خواهد بود.

اندازه ذرات خوراک

اندازه ذرات خوراک مرغ‌های تخم‌گذار حائز اهمیت است، اگرچه مطالعات کمی روی آن انجام شده است. بسیاری از مشکلات روزمره مانند دشواری‌های مخلوط کردن خوراک، اندازه ذرات نادرست و تفکیک مواد خوراکی را می‌توان با آسیاب کردن نسبتا ریز مواد خوراکی برطرف کرد. اما خوراک ریزآسیاب‌شده می‌تواند باعث کاهش شدید مصرف خوراک شود، زیرا مصرف خوراک به گرانولومتری (اندازه ذرات) بستگی دارد. مرغ‌های تخم‌گذار دانه‌ها را بیشتر ترجیح می‌دهند. پرنده‌ها می‌توانند دانه‌ها را

1. 3-Nitro, Histostat
2. Arsanilic acid

جدول ۹–۲۶: اثر اندازه ذرات خوراک بر عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار از سن ۲۳ تا ۵۱ هفتگی (ISA، ۱۹۹۹)

اندازه ذرات	استاندارد	ریز
< ۰/۵ میلی‌متر (درصد)	۹	۳۱
< ۱/۶ میلی‌متر	۶۵	۲۱
تخم‌گذاری (درصد)	۹۳/۹	۹۰/۷
وزن تخم‌مرغ (گرم)	۶۳/۳	۶۲/۷
مصرف خوراک (گرم/روز)	۱۱۸/۱	۱۱۴/۲
توده تخم‌مرغ در ۳۳ هفتگی (کیلوگرم)	۱/۹۳۰	۱/۸۸۳

جدول ۹–۲۷: اثر بافت خوراک بر مرغ‌های تخم‌گذار در آب‌وهوای گرم (ریس و همکاران، ۱۹۸۶)

مورد	ذرت شکسته و جو کامل	آردی
مصرف خوراک (گرم/پرنده/روز)	۱۱۴/۵[a]	۱۰۲/۰[b]
نرخ تخم‌گذاری (درصد)	۸۶/۹	۸۵/۱
وزن تخم‌مرغ (گرم)	۵۹/۶[a]	۵۶/۸[b]

سادگی به نوک بگیرند بدون آنکه منقار آنها مسدود شود و بنابراین تمایل دارند که ذرات ریز را کنار بگذارند. ISA (۱۹۹۹) آزمایشی انجام داد که در آن یک خوراک تجاری دوباره با استفاده از یک غربال ریزتر آسیاب شد. سپس این خوراک‌ها از سن ۱۹ تا ۵۱ هفتگی به مرغ‌ها ارائه شدند. از جدول ۹–۲۶ می‌توان مشاهده کرد که ارائه خوراک ریزآسیاب‌شده مصرف خوراک را حدود ۴ گرم کاهش داد و منجر به کاهش تولید توده‌ای تخم‌مرغ شد. اندازه مناسب ذرات خوراک می‌تواند به جلوگیری از کاهش مصرف خوراک مشاهده‌شده در ماه‌های تابستان کمک کند (جدول ۹–۲۷) و از این رو توصیه می‌شود که حداقل ۸۰ درصد ذرات باید بین ۰/۵ تا ۳/۲ میلی‌متر باشند (ریس[1] و همکاران، ۱۹۸۶). مزیت دیگر این اقدام این است که توان عملیاتی آسیاب افزایش می‌یابد.

اندازه تخم‌مرغ

اندازه تخم‌مرغ یک وجه بسیار مهم تولید از نظر اقتصادی است. در برخی از کشورها تخم‌مرغ‌های کوچک قیمت پایین‌تری دارند، در حالی که در سایر کشورها تولید تخم‌مرغ‌های بزرگ‌تر مزیت خاصی ندارد. اندازه تخم‌مرغ می‌تواند تحت تاثیر یک سری عوامل محیطی و فیزیولوژیکی قرار بگیرد. نخستین عامل ژنوتیپ می‌باشد. پرنده‌هایی که در نقاط مختلف دنیا به فروش می‌رسند اختلافاتی با یکدیگر دارند. شرکت‌های اصلاح‌نژاد مسئول این امر هستند، زیرا آنها می‌توانند لاین‌هایی را انتخاب کنند که یک میانگین اندازه تخم‌مرغ مشخص را جهت برآورده کردن اهداف تجاری آنها تولید کنند. این هدف می‌تواند تخم‌مرغ‌های بزرگ و یا به طور متفاوت تعداد تخم‌مرغ‌ها باشد.

> ■ **نکته**
> اندازه تخم‌مرغ تابعی از ژنوتیپ و اندازه چهارچوب بدن است، بنابراین سطوح اسیدهای آمینه و اسید لینولئیک می‌تواند روی آن تاثیر داشته باشد.

[1]. Reece

جدول ۹-۲۸: وزن تخم‌مرغ مرغ‌های گروه‌بندی‌شده بر اساس وزن بدن (هارمز و همکاران، ۲۰۰۰)

سن (هفته)	وزن بدن گروه (گرم)		
	سبک	متوسط	سنگین
۲۷	۱۳۳۲[c]	۱۴۴۴[b]	۱۵۸۴[a]
۲۸	۵۲/۹[b]	۵۴/۲[b]	۵۷/۱[a]
۳۲	۵۶/۴[b]	۶۰/۴[a]	۵۹/۶[a]
۳۷	۵۷/۳[b]	۶۰/۶[a]	۶۲/۲[a]

دومین عامل مهم موثر بر اندازه تخم‌مرغ، اندازه پولت در آغاز تخم‌گذاری است. هارمز و همکاران (۲۰۰۰) یک گله تخم‌گذار را در سن ۲۷ هفتگی به سه گروه سبک، متوسط و سنگین تقسیم کردند. جدول ۹-۲۸ نتایج این مطالعه را نشان می‌دهد. در حالی که وزن تخم‌مرغ گروه سبک در سن ۳۷ هفتگی کمتر از دو گروه دیگر بود، اختلافی بین گروه‌های متوسط و سنگین از نظر وزن تخم‌مرغ وجود نداشت. با انجام آنالیز رگرسیون روی این داده‌ها خواهیم دید که ارتباط بسیار معنی‌داری بین وزن مرغ‌ها در سن ۲۷ هفتگی و اندازه تخم‌مرغ در سن ۳۷ هفتگی وجود دارد (شکل ۱۵-۳). در شرایط مدیریتی مناسب تجاری اندازه تخم‌مرغ با افزایش سن مرغ‌ها افزایش می‌یابد. محیط، به طور ویژه دما و تا حد کمتری رطوبت، می‌تواند یک اثر مستقیم بر وزن تخم‌مرغ داشته باشد (جداول ۹-۲۹ و ۹-۳۰).

از نگاه تغذیه‌ای، وزن تخم‌مرغ به فراهمی مقادیر کافی از مواد مغذی ضروری به ویژه اسیدهای آمینه و تا حد کمتری فسفر قابل‌دسترس و اسیدهای چرب ضروری بستگی دارد. افزایش مصرف پروتئین متعادل موجب افزایش اندازه تخم‌مرغ خواهد شد، گرچه هزینه آن بسیار بالا خواهد بود. کاهش پروتئین جیره در مراحل نهایی دوره تولید می‌تواند باعث کاهش اندازه تخم شود. همچنین مشخص شده است که افزایش مقادیر اسیدهای آمینه ضروری گوگرددار (به ویژه متیونین) به ویژه در شرایط گرم می‌تواند یک اثر مثبت روی اندازه تخم‌مرغ داشته باشد. اگر متیونین اولین اسید آمینه محدودکننده خوراک نباشد این اثر دیده نخواهد شد. موریس و گوس (۱۹۸۸) نشان دادند که هنگامی که سطوح اسید آمینه نسبت به سطح بهینه کاهش داده شد، پاسخ‌های نسبی برابری در نرخ تخم‌گذاری و اندازه تخم‌مرغ مشاهده شد (شکل ۹-۱۱). منظور از پاسخ نسبی این است که نرخ تولید تخم‌مرغ در هر آزمایش به صورت نسبتی از بالاترین رقم تولید در آن آزمایش بیان گردید. بنابراین، تلاش برای دستکاری اندازه تخم‌مرغ از طریق تغییر سطوح اسید آمینه جیره حاصل کمی داشته است. معمولا از متخصصین تغذیه تجاری درخواست می‌شود که اندازه تخم‌مرغ را با تغییر جیره بالا ببرند. اگر تولید در حد متوسط یا بالاتر از متوسط باشد، بعید است که بتوان در کوتاه‌مدت اندازه تخم‌مرغ را از راه بالا بردن مقدار اسید آمینه جیره افزایش داد.

می‌دانیم که افزایش مقدار اسید لینولئیک در جیره منجر به افزایش اندازه تخم‌مرغ می‌شود. اسید لینولئیک در روغن‌های گیاهی مانند روغن ذرت و روغن سویا یافت می‌شود. ذرت حاوی مقادیر کافی از اسید لینولئیک است. بنابراین، افزایش سطح این اسید چرب در جیره‌های ذرت-سویا ممکن است اثر بسیار محدودی بر اندازه تخم‌مرغ داشته باشد. اضافه کردن ۲ درصد روغن ذرت به جیره‌های ذرت-سویا امکان دستیابی به اندازه مطلوب تخم‌مرغ در ابتدای تولید را فراهم می‌کند (پارسونز و همکاران، ۱۹۹۳). استفاده از آنزیم‌های تجزیه‌کننده پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای

جدول ۹–۲۹: اثر دما بر مصرف خوراک و وزن تخم‌مرغ

دما	مصرف خوراک روزانه (گرم)	درصد تخم‌مرغ‌های متوسط
۳۱/۰	۱۱۳/۴	۳۲
۳۲/۸	۱۰۲/۰	۴۸
۳۴/۶	۱۰۱/۶	۵۶
۳۵/۷	۹۴/۳	۶۷

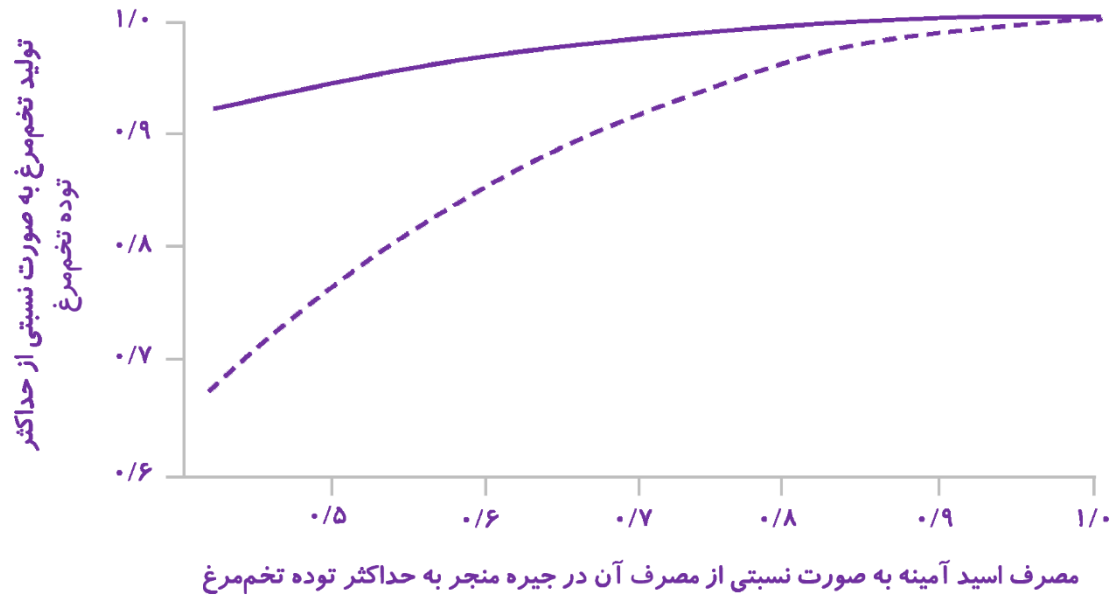
جدول ۹–۳۰: اثر رطوبت بر عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار در دمای ۳۲/۲ درجه سانتی‌گراد

رطوبت (درصد)	مصرف خوراک (گرم/مرغ/روز)	وزن تخم‌مرغ (گرم)	تولید تخم‌مرغ (درصد)
۶۵	۱۱۲/۰	۶۱/۰۲	۷۹/۳۴
۷۵	۱۱۱/۲	۶۰/۸۹	۷۷/۱۲
۸۵	۹۸/۴	۵۷/۳۵	۷۱/۰۰

(NSP) با وجود فراهم کردن امکان تولید طبیعی و مصرف خوراک کافی در سطوح پایین انرژی انرژی، موجب کاهش اندازه تخم‌مرغ می‌شود. استفاده از یک حداقل اسید لینولئیک که مطابق با سطح جیره بدون آنزیم NSP باشد (منظور جیره شاهدی است که دارای سطح انرژی معمولی بوده) از این کاهش جلوگیری خواهد کرد (الیوت، ۲۰۱۲).

تغذیه در شرایط آب‌وهوایی گرم

گرمای شدید یک اثر مخرب روی تولید تخم‌مرغ دارد. ابتدا تعادل انرژی برهم می‌خورد (شکل ۹–۱۲). حداقل تولید گرما توسط بدن در دمای ۲۳ درجه سانتی‌گراد یعنی محدوده آسایش اتفاق می‌افتد. در پایین‌تر از این دما (دمای بحرانی پایین)، پرنده‌ها مجبور هستند که حرارت



شکل ۹–۱۱: ارتباط بین مصرف یک اسید آمینه محدودکننده و نرخ تولید و وزن تخم‌مرغ (موریس و گوس، ۱۹۸۸)

نکته

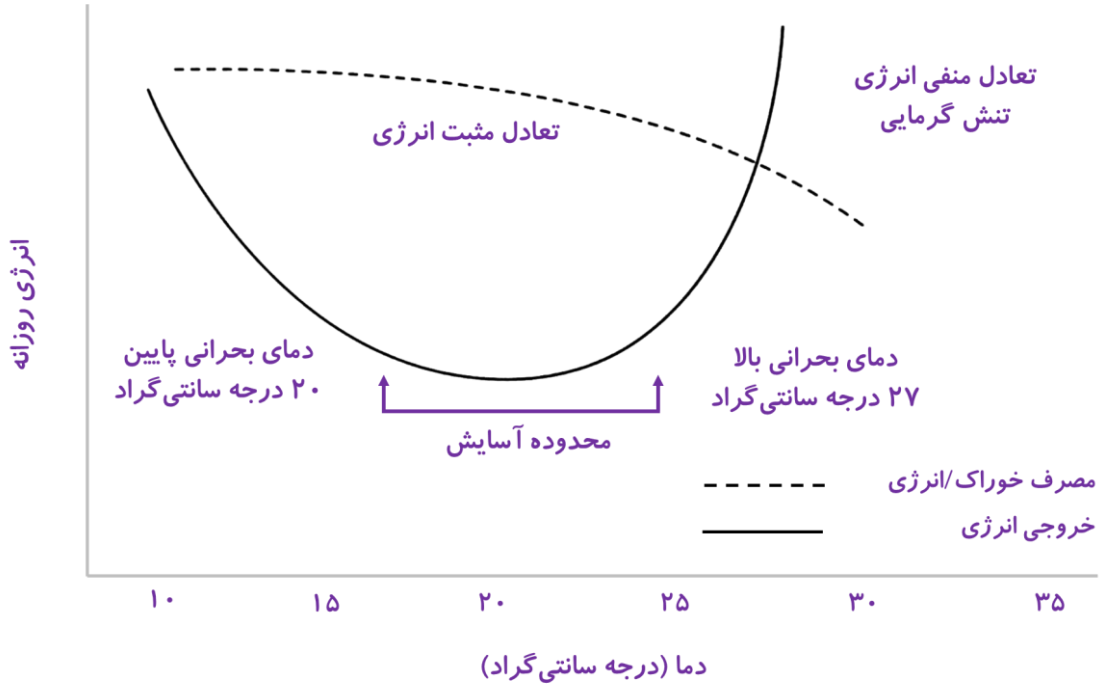
در آب‌وهوای گرم مرغ‌ها انرژی بیشتری را برای خنک شدن استفاده می‌کنند، در حالی که مصرف خوراک کاهش پیدا می‌کند.

بیشتری برای گرم نگه داشتن خود تولید کنند. در دمای بالاتر از ۲۷ درجه سانتی‌گراد، پرنده‌ها (مانند یک یخچال) شروع به استفاده بیشتر از انرژی برای خنک نگه داشتن خود می‌کنند. مصرف انرژی به نقطه‌ای می‌رسد که نمی‌تواند نیازها را برآورده کند. ذخایر بدن مورد استفاده قرار می‌گیرند و با خالی شدن این ذخایر پرنده وارد تعادل منفی انرژی و گرفتار تنش گرمایی می‌شود. در این مرحله، مرگ‌ومیر شروع و مشکل شدید تولید تجربه می‌شود. با سازگاری پرنده‌ها به شرایط گرم، آنها تولید دمای خود را کاهش می‌دهند و نیز بهتر می‌توانند مصرف خوراک خود را به حد نیاز برسانند و از این رو حساسیت آنها به تنش گرمایی کاهش می‌یابد. این بدین معنی است که ما تولید را در شرایط گرم مدیریت می‌کنیم نه شرایط تنش گرمایی که دو چیز متفاوت از یکدیگر هستند. به روشنی هر عملی که بتواند موجب افزایش مصرف انرژی بشود به غلبه بر تنش گرمایی کمک خواهد کرد. با افزایش انرژی جیره به سطوح بالا (۱۲/۵ مگاژول در کیلوگرم) و افزایش مقدار روغن جیره امکان گول زدن پرنده برای مصرف انرژی بیشتر وجود دارد، اما این گزینه مقرون‌به‌صرفه نیست.

نکته

نیاز اسیدهای آمینه با بالا رفتن دما تغییر نمی‌کند.

دومین عاملی که باید در ذهن داشت این است که با توجه به آنکه نرخ تخم‌گذاری پرنده هنوز بالا و نزدیک به حد طبیعی باقی می‌ماند، نیاز پروتئین تحت تاثیر قرار نمی‌گیرد. اما در گذشته افزایش سطح پروتئین در دوره‌های تنش گرمایی عملی بسیار رایج بود. پروتئین ناکارآمدترین ماده مغذی مورد استفاده از لحاظ تولید گرمای افزایشی است و دفع انرژی حاصل از کاتابولیسم



شکل ۹–۱۲: اثر دمای محیط، تولید گرما توسط بدن و مصرف انرژی بر تعادل انرژی در طیور (برگرفته از لیسون و سامرز، ۲۰۰۵)

پروتئین مازاد کار بیشتری را به سازوکارهای دفعی گرمای بدن تحمیل می‌کند. به منظور حفظ مصرف طبیعی اسید آمینه بدون تغذیه پروتئین اضافی، باید سطوح اسیدهای آمینه ضروری را با استفاده از محصولات سنتتیک (و نه محتوای پروتئین خام) افزایش داد.

یک سری راهکارهای محیطی و تغذیه‌ای را می‌توان برای کاهش تنش گرمایی به کار برد. می‌توان دمای سالن را با استفاده از مه‌پاش، خیس کردن دیوارها، به کار بردن فن و یا عایق‌سازی دیوارها و سقف کاهش داد. یکی از مهم‌ترین نکات اطمینان از خنک بودن کافی آبی است که در دسترس مرغ‌ها قرار می‌گیرد. آب گرم تنها شرایط را بدتر خواهد کرد (جدول ۹-۳۱). می‌توان مصرف آب را با اضافه کردن نمک یا پتاسیم تحریک کرد. گفته می‌شود که استفاده از ویتامین C در ماه‌های گرم سطح تنش گرمایی را کاهش می‌دهد، اگرچه نتایج به‌دست‌آمده در آزمایشات خیلی متقاعدکننده نیست.

> ■ **نکته**
> در سالن‌های دارای دیواره جانبی باز امکان وقوع تغییرات فصلی در وزن بدن و تولید تخم‌مرغ وجود دارد.

نوسانات فصلی

نوسانات فصلی تولید تخم‌مرغ رابطه تنگاتنگی با چگونگی مواجهه پرنده با شرایط گرم دارد. در بسیاری از کشورها، تولید تخم‌مرغ در سیستم‌های باز (در مقابل سالن‌های کنترل‌شده) صورت می‌گیرد که به معنای تاثیر فصل بر شرایطی است که پرنده با آن مواجه می‌شود. به طور کلی، اغلب شرایط آب و هوایی گرم است که پرنده‌ها را با چالش مواجه می‌کند. در شرایط گرم، پرنده‌ها زیر حد طبیعی انرژی مصرف می‌کنند. این حالت با انتقال چربی‌های بدن به منظور برآورده کردن انرژی مورد نیاز پاسخ داده می‌شود. از این رو، پرنده وزن از دست می‌دهد. اما به طور جالب‌توجهی تولید تخم‌مرغ در حد طبیعی حفظ می‌شود. به دنبال کاهش مصرف خوراک: مصرف پروتئین و اندازه تخم‌مرغ نیز کاهش می‌یابد که در بسیاری از موارد با کاهش تعداد تخم‌مرغ همراه نیست. له‌له زدن باعث می‌شود که پرنده یون‌های بی‌کربنات بیشتری از دست بدهد. این مساله موجب کاهش ظرفیت خون برای انتقال کلسیم و اغلب موجب نرم شدن پوسته تخم می‌شود. این شرایط را نمی‌توان با اضافه کردن کلسیم بیشتر به جیره درمان کرد.

مرغداران وزن بدن مرغ‌های خود را زیر نظر می‌گیرند و این کاهش باعث نگرانی آنها می‌شود. با افزایش سطح پروتئین جیره میزان کل پروتئین مصرفی نیز افزایش می‌یابد. بالا رفتن مصرف پروتئین کاهش در اندازه تخم‌مرغ را به تاخیر می‌اندازد، اما بسیار بعید است که باعث افزایش وزن بدن شود. تصور معقول این است که مرغ‌های تخم‌گذار حیوانات بالغی هستند و از نظر ژنتیکی استعداد افزایش توده ماهیچه‌ای خود را ندارند. درست است که برخی از بافت‌های لخم (بیشتر در قالب توسعه اویدوکت) در ابتدای دوره تخم‌گذاری رشد می‌کنند، اما بیشتر افزایش وزن به‌دست‌آمده در دوره تخم‌گذاری به شکل چربی است که نمایانگر ذخایر انرژی درونی پرنده است. پرنده به منظور ساخت مجدد ذخایر چربی خود نیاز به افزایش مصرف انرژی دارد. این کار باید با افزایش کمی در سطوح انرژی جیره امکان‌پذیر باشد، اما افزایش سطح انرژی باعث می‌شود که پرنده کمتر بخورد که به نوبه خود مشکل اندازه تخم‌مرغ را تشدید می‌کند.

جالب است که توجه خیلی کمی به اثرات تغذیه سطوح بیش از حد پروتئین به مرغ‌ها صورت گرفته است. در صورت مصرف بیش از حد اسیدهای آمینه، مرغ‌ها مجبور

جدول ۹–۳۱: اثر دمای آب بر تولید تخم‌مرغ (درصد)

سن (هفته)	دمای محیط ۳۲ درجه سانتی‌گراد	
	دمای آب ۳۲ درجه سانتی‌گراد	دمای آب ۲۷ درجه سانتی‌گراد
۲۵	۶۴	۷۴
۲۶	۷۴	۷۹
۲۷	۷۷	۸۶
۲۸	۷۶	۸۴
۲۹	۸۸	۹۳
میانگین	۷۶	۸۳
مصرف خوراک (گرم/پرنده/روز)	۸۳	۹۰

خواهند بود که آنها را به اجزای سازنده خود یعنی ازت و مولکول‌های کربوهیدرات (قند) بشکنند. درست است که قند می‌تواند برای تولید انرژی استفاده شود، اما هم‌زمان ازت اضافی نیز باید از طریق ادرار دفع شود (اسید اوریک – توده‌های سفیدرنگ موجود در فضولات). این فرآیند به انرژی نیاز دارد و انرژی اضافی موجود در بدن از ذخیره شدن به شکل چربی به این فعالیت تغییر مسیر می‌دهد. این فرآیند تولید گرمای پرنده را نیز افزایش می‌دهد. متخصصین تغذیه این فرآیند را درک می‌کنند، به طوری که از آن در صنعت پرورش جوجه‌های گوشتی برای تولید لاشه‌های لخم استفاده می‌شود. با خنک شدن پرنده شرایط برعکس می‌شود. پرنده‌ها انرژی بیشتری برای گرم ماندن نیاز دارند و ممکن است خوراک بیشتری را برای بازیابی ذخایر چربی خود مصرف کنند.

تغذیه در نیمه‌شب

تخم‌مرغ‌های شکسته و ترک‌خورده ضرر اقتصادی بسیار مهمی در هر واحد تجاری به بار می‌آورند. نزدیک ۶/۵ درصد از کل تخم‌مرغ تولیدی به خاطر مشکلات کیفیت پوسته غیرقابل‌استفاده است. بیشتر تخم‌ها در صبح گذاشته می‌شوند و با توجه به اینکه ساخت پوسته بیش از ۲۰ ساعت طول می‌کشد، پرنده شب‌هنگام، وقتی که پوسته تخم‌مرغ ساخته می‌شود، نیاز بالایی به کلسیم دارد. تحقیقات قبلی نشان داده است که سیستم گوارشی مرغ هنگام صبح اول وقت در مقایسه با آخرین ساعات بعد از ظهر حاوی کلسیم کمتری است. هنگام نیمه‌شب، وقتی که بخش اعظم پوسته ساخته می‌شود، کلسیم کمتری در دسترس مرغ است. هارمز و همکاران (۱۹۹۶) دریافتند که بعد از آنکه مرغ‌ها به مدت ۴ روز در نیمه‌شب تغذیه شدند کیفیت پوسته بهبود یافت. این تجربه می‌تواند راهبرد خوبی در شرایط تنش گرمایی باشد، چرا که هر عملی در جهت بهبود مصرف خوراک سودمند خواهد بود.

پرریزی اجباری

همان‌گونه که قبلا ذکر شد، زمان‌هایی پیش می‌آید که پرریزی اجباری گله تخم‌گذار گزینه‌ای مطلوب خواهد بود. این فرآیند وقت‌هایی که ارزش کاست مرغ‌ها بالا است به طور گسترده به کار گرفته می‌شود. ارزش کاست مرغ عبارت است از اختلاف بین هزینه جایگزینی پولت و آنچه از فروش مرغ‌هایی که دوره آنها پایان‌یافته حاصل می‌شود. پرریزی همچنین ممکن است به دلایل اجرایی دیگری انجام شود، مثلا وقتی که گله‌ای برای جایگزین

کردن وجود ندارد. طی پرریزی اجباری، اویدوکت مرغ‌ها به طور کامل تحلیل می‌رود و سپس مجددا همانند یک پولت جوان توسعه پیدا می‌کند. در برخی از کشورها، پرنده‌ها بیش از یک بار تحت پرریزی اجباری قرار می‌گیرند. نگرانی‌های رفاهی پیرامون عملیات پرریزی اجباری وجود دارد. نمونه‌ای از برنامه پرریزی اجباری در زیر تشریح شده است:

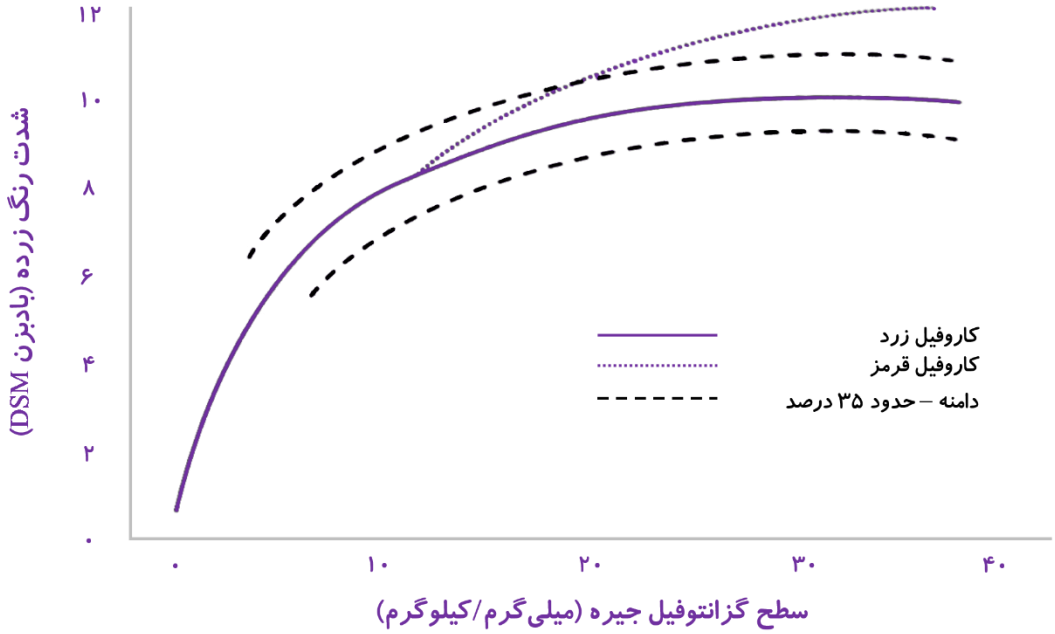
- یک هفته قبل از آغاز پرریزی، روشنایی به ۹ ساعت (یا هرچقدر که امکان‌پذیر باشد) کاهش پیدا می‌کند.
- مرغ‌ها همراه با آخرین خوراک تخم‌گذاری خود قبل از شروع پرریزی اجباری، مقدار بیشتری پودر صدف یا ذرات درشت سنگ آهک دریافت می‌کنند. اضافه کردن ۱۵ تا ۲۵ درصد برای اطمینان از اینکه آخرین تخم‌های تولیدی پوسته کافی دارند، کفایت می‌کند. در این دوره هرگونه سدیم اضافی از جیره حذف می‌شود.
- در آغاز پرریزی اجباری (روز) مرغ‌ها به مدت ۲ تا ۴ روز گرسنه نگه داشته می‌شوند. این کار به مرغ‌ها اجازه می‌دهد که با اختلاف بین جیره تخم‌گذاری و جیره پرریزی کم‌تراکم خود که بعدا ارائه می‌شود سازگار شوند.
- برخی منابع پیشنهاد می‌کنند که در این زمان آب نیز به مدت ۱ روز قطع شود.
- به دنبال گرسنگی، یک جیره کم‌تراکم پرریزی (۷ تا ۸ مگاژول در کیلوگرم انرژی قابل‌متابولیسم، ۹۰ تا ۱۰۰ گرم در کیلوگرم پروتئین و ۱۲ گرم در کیلوگرم کلسیم) ارائه می‌گردد. با مصرف روزانه ۳۵ تا ۵۰ گرم از چنین جیره‌ای مرغ‌ها تولید تخم را متوقف می‌کنند و اویدوکت آنها تحلیل می‌رود، اما سایر فعالیت‌های بدن آنها به شکل طبیعی ادامه می‌یابد. پس از ۱۲ تا ۱۴ روز مصرف جیره پرریزی، پرنده‌ها به وزنی می‌رسند که برابر وزن آنها در ۱۸ هفتگی است.
- در این زمان خوراک به یک جیره معمولی رشد پولت‌ها تغییر می‌کند. ارائه یک جیره ۵۰:۵۰ از هر دو خوراک بهترین راه برای گذار از این دوره است.
- تقریبا یک هفته قبل از آنکه مرغ‌ها در معرض تحریک نوری قرار بگیرند، یک جیره پیش‌تخم‌گذاری به آنها ارائه می‌شود.
- در طول یک دوره ۵ تا ۶ هفته‌ای، ساعات دسترسی پرنده‌ها به روشنایی به سطح آن قبل از شروع پرریزی اجباری برگردانده می‌شود.
- وقتی مرغ‌ها شروع به تخم‌گذاری کردند، به مدت ۳ تا ۴ هفته از یک جیره معمولی ابتدای تخم‌گذاری (تخم‌گذار ۹۵) استفاده و سپس یک جیره اواسط دوره تخم‌گذاری (جیره ۱۰۵) ارائه می‌شود. این برنامه مواد مغذی کافی برای تولید تخم و توسعه اویدوکت فراهم می‌کند.

> **نکته**
> اندازه‌گیری استحکام پوسته در برابر شکستن و ضخامت پوسته بهترین معیارها برای سنجش کیفیت پوسته هستند.

کیفیت تخم‌مرغ

کیفیت پوسته تخم‌مرغ

بیش از ۶ درصد تخم‌مرغ‌های تولیدشده به یک شکلی مشکل پوسته دارند. همان‌گونه که قبلا ذکر کردیم، بخش عمده این مشکلات به تغذیه کلسیم و فسفر برمی‌گردد. از نگاه عملی، متخصصین تغذیه باید پوسته را ارزیابی و سپس اقدامات مناسب را اعمال نمایند. روش‌های متعددی برای اندازه‌گیری کیفیت پوسته وجود دارد. اینها شامل



شکل ۹–۱۳: ارتباط بین سطح کاروفیل زرد در جیره مرغ‌ها و اثر مکمل کردن کاروفیل قرمز بیشتر بر شدت رنگ زرده تخم آنها

اندازه‌گیری وزن مخصوص در یک محلول نمکی، استحکام پوسته در برابر شکستن و ضخامت پوسته است. وزن مخصوص عبارت از وزن یک شی به وزن حجم برابری از آب است؛ به عبارت دیگر، تخم‌مرغ توزین و سپس وزن آن به حجمش تقسیم می‌شود. وزن مخصوص نشان‌دهنده مقدار نسبی پوسته به دیگر اجزای تخم‌مرغ است. با بالا رفتن سن مرغ، وزن مخصوص کاهش می‌یابد که تا حدودی به این دلیل است که اندازه تخم‌مرغ سریع‌تر از وزن پوسته افزایش می‌یابد. به علاوه، وزن مخصوص با توجه به ساعت انجام نمونه‌گیری، دمای محلول نمکی و سن (مدت نگهداری) تخم‌مرغ‌های تحت آزمایش تغییر می‌کند. اندازه‌گیری وزن مخصوص یک آزمایش ساده و غیرتخریبی اما زمان‌بر است و تنها در صورتی ارزشمند خواهد بود که تاریخچه یک گله ثبت شود. سنجش ضخامت پوسته تخم‌مرغ و وزن کل تخم‌مرغ مستلزم آن است که نمونه‌ها قبل از اندازه‌گیری با قرار دادن در آون خشک شوند. پیتزولانته[1] و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که بهترین پیش‌بینی (بالاترین همبستگی) برای کیفیت پوسته تخم‌مرغ در سطوح مختلف کلسیم جیره با اندازه‌گیری ساده ضخامت پوسته به دست آمد. ضعیف‌ترین اندازه‌گیری وزن مخصوص بود.

■ **نکته**

رنگ زرده توسط سطوح کاروفیل طبیعی و مصنوعی مورد استفاده در جیره تعیین می‌شود.

رنگ زرده

رنگ پوست، بافت چربی و زرده تخم‌مرغ به طور مستقیم بازتاب‌دهنده نوع و سطح کاروتنوئیدها یا به طور تخصصی‌تر گزانتوفیل‌های[2] موجود در خوراک است. شدت رنگیزگی

[1]. Pizzolante
[2]. Xanthophyll

شکل ۹–۱۴: بادبزن DSM (راش)

جدول ۹–۳۲: محتوای کاروتنوئید برخی از منابع رنگ‌دانه

منبع رنگ‌دانه	کاروتنوئید	مقدار (میلی‌گرم/کیلوگرم)
میگو	آستازانتین	۱۰۰
ماهی آزاد	آستازانتین	۵
یونجه	کل کاروتنوئید	۲۴۸–۱۲۷
پودر یونجه	کل گزانتوفیل	۳۳۰–۲۲۰
جلبک	کل گزانتوفیل	۳۵۰
فلفل قرمز	کل گزانتوفیل	۲۷۵
فلفل تند (خشک)	کل گزانتوفیل	۱۸۵
ذرت	کل گزانتوفیل	۲۵–۲۰
سورگوم قرمز	کل کاروتنوئید	۲
گندم	کل کاروتنوئید	۲
گلبرگ گل همیشه‌بهار	کل گزانتوفیل	۸۰۰۰

زرده و پوست مرغ‌ها با افزایش غلظت رنگ‌دانه‌ها افزایش می‌یابد و سپس به یک حالت ایستا می‌رسد (شکل ۹–۱۳). رنگ زرده با استفاده از ابزاری به نام بادبزن راش[1] (در حال حاضر DSM) اندازه‌گیری می‌شود (شکل ۹–۱۴). این ابزار رنگ زرده را از زرد خیلی کمرنگ تا تقریبا قرمز (۰ تا ۱۵) اندازه‌گیری می‌کند. در عمل، رنگ مناسب می‌تواند با اطمینان از سطح کافی گزانتوفیل در جیره حفظ شود. هنگام استفاده از ذرت به ندرت مشکلی پیش می‌آید. دامنه وسیعی از منابع طبیعی کاروتنوئیدها وجود دارد (جدول ۹–۳۲). همان‌طور که می‌بینید، یونجه منبعی عالی از گزانتوفیل‌ها است و استفاده از کمتر از ۱ درصد از آن در جیره اختلاف برجسته‌ای در رنگ زرده ایجاد می‌کند.

[1]. Roche fan

استفاده از گزانتوفیل‌های مصنوعی رایج‌ترین روش افزایش رنگ زرده است. میزان رنگ‌پذیری به طبیعت و مقدار گزانتوفیل استفاده‌شده بستگی دارد. رنگیزه قرمز ارزان‌تر و بسیار موثرتر است، اما یک مقدار پایه از گزانتوفیل‌های زرد نیز باید تامین شود (شکل ۹-۱۳) وگرنه پاسخ کمتری دیده خواهد شد. وقتی که از ذرت زرد استفاده می‌شود، در حالت عادی فقط کاروفیل[1] قرمز برای افزایش نمره رنگ کافی است، اما در صورت استفاده از ذرت سفید هر دو رنگ-دانه باید استفاده شود. وقتی ذرت سفید یا گندم جایگزین ذرت زرد می‌شود، استفاده از ۲۰ گرم کاروفیل زرد و ۵ گرم کاروفیل قرمز در هر تن ذرت توصیه می‌گردد.

امکان تغییر منفی رنگ زرده نیز وجود دارد. برخی از داروها باعث کمرنگ شدن زرده می‌شوند، در حالی که گوسیپول[2] پنبه‌دانه رنگ زرده را به سبز خاکستری تغییر می‌دهد. تعداد زیادی از رنگ‌دانه‌های مصنوعی به ویژه اگر محلول در چربی باشند، می‌توانند به آسانی وارد زرده شوند و ایجاد رنگ‌های ناخواسته کنند.

گاهی اوقات برخی از گله‌های تخم‌گذار رنگ‌پریده به نظر می‌رسند. رنگ پوست، بافت چربی و رنگ زرده تخم‌مرغ به طور مستقیم منعکس‌کننده نوع و سطح گزانتوفیل‌های موجود در جیره است. شدت رنگیزگی زرده و پوست مرغ‌ها با افزایش غلظت گزانتوفیل‌ها در جیره افزایش می‌یابد و سپس به یک حالت ایستا می‌رسد. اگر مرغ‌ها روی یک جیره بدون گزانتوفیل انتقال یابند، رنگیزگی زرده تخم‌مرغ طی چند روز کاهش می‌یابد و ظرف یک هفته تخم‌مرغ‌های دارای زرده سفیدرنگ تولید می‌شود. ذخایر بافتی گزانتوفیل‌ها در مقایسه با نیاز بالای آنها برای رنگیزگی زرده تخم‌مرغ اندک است. با بازگشت مصرف گزانتوفیل‌ها به حالت عادی رنگیزگی زرده ظرف یک هفته کامل خواهد شد. حتی در سطوح بالای کاروتنوئیدها، طیور بخش اعظم آنها را برای تولید زرده مصرف می‌کنند و سایر بافت‌ها رنگ خود را از دست می‌دهند، زیرا آنها مقدار کافی (سطح نگهداری) رنگ‌دانه دریافت نمی‌کنند. نرخ از دست دادن رنگ یک بافت خاص به نرخ نوسازی سلولی در آن ناحیه بستگی دارد. ابتدا پوست اطراف مخرج و سپس پوست صورت شروع به از دست دادن رنگ‌دانه‌های خود می‌کنند. از دست رفتن رنگ‌دانه‌های نوک از ناحیه انتهایی آن، یعنی جایی که از آنجا رشد می‌کند، شروع و ظرف ۵ هفته به طور کامل بی‌رنگ می‌شود. پوست روی ساق پاها بعد از ۴ تا ۵ ماه از محرومیت بی‌رنگ می‌شود. رنگ به همان ترتیبی که رفته برمی‌گردد.

> ■ **نکته**
> سطوح اسیدهای چرب و ویتامین‌های محلول در چربی در زرده تخم‌مرغ قابل دستکاری هستند.

ترکیب تخم‌مرغ

با افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان، آنها به طور فزاینده‌ای به دنبال خوراک‌های سالم‌تر هستند. این خوراک‌های **فراسودمند**[3] شامل فرآورده‌هایی مانند پودر ذرت غنی از ویتامین و نان غنی از پروتئین است. در عین حال، بررسی‌ها نشان می‌دهد که مصرف‌کنندگان دوست ندارند فرآورده‌هایی را استفاده کنند که عطروطعم آنها تغییر کرده است. تخم‌مرغ محصولی بسیار عالی برای غنی‌سازی است. به طور گسترده مشخص شده است که ترکیب تخم‌مرغ را می‌توان با دستکاری جیره تغییر داد. یکی از حوزه‌های نگرانی متخصصین تغذیه انسانی، میانگین بسیار پایین مصرف اسیدهای چرب امگا-۳ است. ماهی به عنوان یک منبع غنی از اسیدهای چرب امگا-۳ شناخته می‌شود و مشخص شده که در کشورهایی که مصرف ماهی بالا است

---
1. Carophyll
2. Gossypol
3. Functional foods

شیوع بیماری‌های قلبی بسیار پایین است. یکی از مهم‌ترین و شاید محدودکننده‌ترین اسیدهای چرب امگا-۳ در خوراک انسان اسید دوکوزاهگزانوئیک[1] است. این اسید چرب نقشی منحصربه‌فرد در چشم و مغز ایفا می‌کند. حدود ۶۰ درصد از چربی‌های چشم انسان اسید دوکوزا-هگزانوئیک است، جایی که به دقت بینایی کمک می‌کند؛ در حالی که ۴۰ درصد چربی غیراشباع مغز نیز اسید دوکوزاهگزانوئیک است، جایی که تصور می‌شود به توانایی یادگیری و تعادل عاطفی کمک می‌کند. مشخص شده است که بسیاری از فرآورده‌های گیاهی شامل سویا و روغن آن و شاید از همه مهم‌تر کتان (بذرک) و روغن آن غنی از اسیدهای چرب امگا-۳ هستند. تغذیه مرغ‌های تخم‌گذار با جیره غنی از روغن کتان می‌تواند مقدار اسیدهای چرب امگا-۳ را در تخم‌مرغ افزایش بدهد. کتان غنی از اسید لینولئیک است که مشخص شده آثار سلامت‌بخش روی پوست و تا حدودی قلب دارد. به علاوه، اسید لینولئیک پیش‌ساز اسید دوکوزاهگزانوئیک در انسان و مرغ است. اما نرخ تبدیل اسید لینولئیک به اسید دوکوزاهگزانوئیک محدود است و استفاده از کتان به تنهایی در جیره، افزایش بسیار کمی در مقدار اسید دوکوزاهگزانوئیک ایجاد می‌کند.

نخستین کار برای توسعه تجاری **تخم‌مرغ مهندسی‌شده**[2] توسط فارل (۱۹۹۴) انجام شد. او تخم‌مرغ را با تغذیه ترکیبی از روغن‌های گیاهی خوراکی و روغن ماهی غنی کرد. همچنین او فرآورده‌ای با نام OLBP را ثبت کرد که از ایجاد بوی ماهی در تخم‌مرغ جلوگیری می‌کند. فارل (۱۹۹۴) توانست علاوه بر افزایش مقدار اسیدهای چرب امگا-۳ (۷۰۰ درصد)، کاهشی در مقدار کلسترول تخم-مرغ‌ها نیز ایجاد کند.

شرایطی مانند آنچه در بالا تشریح گردید، مانع از آن نمی‌شود که تولیدکننده دیگری از روش دیگری برای غنی‌سازی تخم‌مرغ‌ها و ارائه آنها به بازار تحت عنوان تجاری خود استفاده کند. اما ادعای مطرح‌شده اثر محصول روی سلامتی است و چنین محصول تخم‌مرغی که ادعا دارد از نظر تغذیه‌ای غنی است باید توسط مراجع معتبر تایید گردد.

کیفیت و رنگ پوسته

رنگ‌دانه‌های پوسته تخم‌مرغ از سلول‌های اپیتلیال پوششی دیواره غده پوسته‌ساز نشات می‌گیرد. با رسیدن زرده، سفیده و غشاهای همراه آنها به غده پوسته‌ساز، تخم‌مرغ تقریبا ۲۰ ساعت را در آنجا سپری می‌کند. در این مدت پوسته، عمدتا به صورت کربنات کلسیم، روی غشاهای احاطه‌کننده زرده و سفیده رسوب می‌کند. هم‌زمان با تشکیل پوسته، سلول‌های اپیتلیال شروع به ساخت و ذخیره رنگ‌دانه‌ها می‌کنند. رنگ قهوه‌ای تخم‌مرغ‌های پوسته قهوه‌ای ناشی از رنگ‌دانه‌هایی است که در کبد از فرآورده‌های حاصل از شکستن گلبول‌های قرمز ایجاد می‌شوند. سه رنگ‌دانه اصلی بیلیوردین-IX[3]، کیلات آن با روی و پروتوپورفیرین-IX[4] هستند. فراوان‌ترین رنگ‌دانه در پوسته تخم‌های قهوه‌ای امروزی پروتوپورفیرین-IX است. در ۳ تا ۴ ساعت پایانی تشکیل پوسته، توده رنگ-دانه تجمع‌یافته به ترشحات سیال و چسبنده غنی از پروتئین موسوم به کوتیکول انتقال می‌یابد. شدت قهوه‌ای بودن پوسته بستگی به مقدار رنگ‌دانه‌ای دارد که به طور مستقیم وارد کوتیکول می‌شود. کوتیکول غنی از رنگ‌دانه، تقریبا در زمانی که رسوب پوسته به یک حالت ایستا می‌رسد، یعنی تقریبا ۹۰ دقیقه قبل از گذاشتن تخم، در پوسته

---

1. Docosahexaenoic acid
2. Designer egg
3. Biliverdin-IX
4. Protoporphyrin-IX

تخم‌مرغ رسوب می‌کند. بنابراین، توزیع رنگ‌دانه در سراسر ضخامت پوسته تخم‌مرغ یکسان نیست. پوسته تخم‌مرغ نیز حاوی مقادیر اندکی رنگ‌دانه است، اما مشارکت آن در شدت رنگ قهوه‌ای در مقایسه با کوتیکول ناچیز است.

در هر گله از مرغ‌هایی که تخم قهوه‌ای می‌گذارند، به طور متداول می‌توان درجات مختلفی از رنگیزگی را مشاهده کرد. اختلافات در شدت رنگیزگی پوسته تخم‌های قهوه‌ای در مورد مرغ‌های مادر گوشتی در مقایسه با مرغ‌های تخم‌گذار تجاری گسترده‌تر است. در یک گله مرغ مادر گوشتی سالم، مشاهده دامنه‌ای از رنگ‌ها از قهوه‌ای گرفته تا تقریبا سفید کمرنگ غیرمعمول نیست. این اختلاف در رنگ به این دلیل روی می‌دهد که انتخاب ژنتیکی برای رنگ قهوه‌ای یکنواخت در مرغ‌های مادر گوشتی در مقایسه با مرغ‌های تخم‌گذار تجاری از اهمیت کمتری برخوردار است.

اولین گزارش مستند در مورد از دست رفتن رنگ‌دانه تخم‌مرغ‌های پوسته قهوه‌ای مربوط به سال ۱۹۴۴ است، هنگامی که محققان استخردا و هولاندر[1] در حال پاک کردن کثیفی‌های پوسته تخم‌مرغ‌های تولیدی یک گله کوچک از مرغ‌های رود آیلند رد متوجه شدند که مقداری از رنگ‌دانه قهوه‌ای نیز پاک می‌شود. این اثر با افزایش شدت پاک کردن تخم‌ها تشدید شد. اغلب تخم‌مرغ‌ها رنگ‌دانه خود را خیلی آسان از دست دادند، مگر آنهایی که یک پوشش شیشه‌ای داشتند. عوامل متعددی در کاهش شدت یا از دست رفتن کامل رنگ پوسته‌های قهوه‌ای نقش دارد:

تنش: از آنجایی که بخش عمده رنگ‌دانه‌ها در کوتیکول قرار دارد، هر عاملی که با توانایی سلول‌های اپیتلیال در غده پوسته‌ساز برای سنتز کوتیکول تداخل کند، شدت رنگیزگی پوسته را تحت تاثیر قرار می‌دهد. این مورد به ویژه طی ۳ تا ۴ ساعت پایانی رسوب پوسته اهمیت دارد، زیرا در این زمان کوتیکول با سرعت بیشتری سنتز و ذخیره می‌شود. عوامل تنش‌زا در گله طیور (مانند تراکم بالای قفس، جابجا کردن پرنده‌ها، صدای بلند و غیره) موجب آزادسازی هورمون‌های تنش به ویژه اپی‌نفرین (آدرنالین) می‌شوند. آزاد شدن این هورمون در خون باعث تاخیر در گذاشتن تخم و توقف تشکیل کوتیکول در غده پوسته‌ساز می‌شود. این عوامل تنش‌زا که موجب عصبی شدن و ترس مرغ می‌شوند، می‌توانند باعث رنگ‌پریدگی پوسته تخم‌مرغ شوند. رنگ‌پریدگی نتیجه رسوب نامنظم کربنات کلسیم روی یک کوتیکول کاملا شکل‌گرفته یا کوتیکول ناقص است که از توقف پیش از موعد تشکیل کوتیکول ناشی می‌شود. رابطه بین تنش و تولید تخم‌های رنگ‌پریده آنقدر شدید است که محققان پیشنهاد کرده‌اند از دست رفتن رنگ‌دانه‌های پوسته می‌تواند به عنوان یک روش غیرتخریبی برای ارزیابی تنش در مرغ‌های تخم-گذار استفاده شود.

سن پرنده: با افزایش سن مرغ‌هایی که تخم قهوه‌ای می‌گذارند، یک کاهش متناظر در شدت رنگیزگی پوسته تخم‌مرغ ایجاد می‌شود. علت اصلی این مساله مشخص نیست. احتمال دارد که کاهش رنگیزگی به این علت باشد که مقدار ثابتی از رنگ‌دانه روی سطح بزرگ‌تری از پوسته پخش می‌شود، زیرا اندازه تخم‌مرغ با بالا رفتن سن افزایش می‌یابد. همچنین ممکن است مدت توقف تخم‌مرغ در غده پوسته‌ساز تغییر کند. به علاوه، این کاهش رنگیزگی می‌تواند نتیجه تولید کمتر رنگ‌دانه باشد.

داروها و مواد شیمیایی: کاهش سریع رنگیزگی پوسته به دنبال مصرف برخی از داروها مانند سولفونامیدها توسط مرغ‌های تخم‌گذار متداول است. ضدکوکسیدیوز نیکار-بازین[2] که در سطح ۵ میلی‌گرم در روز برای مرغ‌ها تجویز

[1]. Steggerda and Hollander
[2]. Nicarbazin

می‌شود، می‌تواند ظرف ۲۴ ساعت منجر به تولید تخم‌های رنگ‌پریده شود. سطوح بالاتر آن می‌تواند منجر به بی‌رنگ شدن کامل کوتیکول پوسته تخم‌مرغ شود.

بیماری: بیماری‌های ویروسی مانند بیماری نیوکاسل و برونشیت عفونی[1] تولید تخم را در طیور تحت تاثیر قرار می‌دهند. این ویروس‌ها تمایل ویژه‌ای برای غشاهای مخاطی دستگاه‌های تنفسی و تولیدمثلی دارند. با توجه به اینکه ویروس به طور مستقیم دستگاه تولیدمثل را آلوده و معیوب می‌کند، علائم بیماری به طور مستقیم در محصول دستگاه یعنی تخم‌مرغ آشکار می‌شود. از این رو، تعداد کل تخم‌مرغ‌ها کاهش می‌یابد، پوسته تخم‌مرغ نازک‌تر و رنگ‌پریده می‌شود و شکل نامنظم پیدا می‌کند. کیفیت داخلی (سفیده آبکی) نیز به طور منفی تحت تاثیر قرار می‌گیرد. این مشکلات مربوط به تولید و کیفیت می‌تواند برای یک مدت طولانی ادامه داشته باشد.

> **نکته**
> بیماری‌های ویروسی مانند بیماری نیوکاسل و برونشیت عفونی تولید تخم‌مرغ را تحت تاثیر قرار می‌دهند.

ناهنجاری‌های سفیده

بسیاری از تخم‌مرغ‌ها آلبومین نازک خارجی اضافی دارند. این تخم‌مرغ‌ها به طور ویژه هنگام سرخ شدن برای مصرف‌کنندگان قابل‌ملاحظه هستند. در این حالت، سفیده زودتر پخش می‌شود و می‌پزد، قبل از آنکه بقیه تخم‌مرغ حتی گرم شود. لیسون و کستن[2] (۱۹۹۷) دریافتند که تخم‌مرغ‌های آبکی ۱۱۱/۸ سانتی‌مترمربع را می‌پوشانند در حالی که تخم‌مرغ‌های طبیعی تنها ۶۹/۳ سانتی‌مترمربع فضا اشغال می‌کنند. اختلافات قابل‌توجهی بین مرغ‌ها وجود داشت، اما حدود ۵ درصد از آنها به طور مداوم تخم‌هایی گذاشتند که سفیده آنها هنگام شکستن پخش می‌شد. مشخص گردید که پخش شدن آلبومین نازک است و نه ارتفاع یا مقدار آلبومین ضخیم که تخم‌مرغ‌های آبکی را از تخم‌مرغ‌های طبیعی متمایز می‌کند. نقطه تمایز وجود مقدار بیشتر آلبومین نازک در تخم‌مرغ‌های آبکی بود. مشخص شد که سطوح پروتئین خام جیره از ۱۲ تا ۲۰ درصد اثری بر شیوع سفیده‌های پخش‌شونده نداشت. اختلاف در تعادل اسید-باز جیره نیز اختلافی در شیوع سفیده‌های پخش‌شونده ایجاد نکرد. شیوع سفیده‌های آبکی توسط هیچ عامل تغذیه‌ای مشخصی ایجاد نمی‌شود، حداقل آنهایی که تا به امروز مطالعه شده است. به نظر می‌رسد که شیوع این ناهنجاری در شرایط عملی مستقل از منبع خوراک باشد. مشخص شده است که نتاج والدینی که تخم‌های آبکی می‌گذارند تخم‌های آبکی‌تری می‌گذارند. با وجودی که برخی دیگر از صفات تحت بررسی نیز به طور هم‌زمان تغییر می‌کند، محل آلبومین نازک تنها جایی است که به طور پیوسته تحت تاثیر انتخاب والدین ماده قرار می‌گیرد. همچنین آلبومین نازک حاوی گروه‌های دی‌سولفید کمتری است. این گروه‌ها برای پیوند عرضی پروتئین‌ها به یکدیگر اهمیت دارند. بیشتر گروه‌های دی‌سولفید در تخم‌مرغ‌های آبکی به صورت زیرواحدهای سولفیدریل اکسیدشده وجود داشتند. این مساله بر آن دلالت دارد که ممکن است سطح آنزیم‌های مورد نیاز برای ایجاد پیوند-های دی‌سولفید در آلبومین نازک طی بیوسنتز سفیده تخم‌مرغ در مرغ‌های تولیدکننده تخم‌های آبکی پایین‌تر از حد مورد نیاز باشد. این اختلاف در تشکیل پیوندهای دی‌سولفید کافی می‌تواند پایه‌ای برای وراثت ژنتیکی صفت تخم‌مرغ آبکی باشد. در نتیجه، به نظر می‌رسد که تخم-مرغ‌های آبکی توسط وراثت (و نه تغذیه) ایجاد می‌شوند.

---
1. Infectious bronchitis
2. Caston

این صفت نشانه‌ای از تازگی تخم‌مرغ نیست. بسیار مهم است که بدانیم که تخم‌مرغ‌های آبکی اغلب در گله‌هایی دیده می‌شوند که با بیماری‌هایی مانند برونشیت عفونی و نیوکاسل درگیر هستند.

بو، طعم و آلودگی‌ها

تخم‌مرغ‌ها می‌توانند با تثبیت ترکیبات فرار موجود در محیط در اجزای لیپیدی خود بوهای نامطبوعی کسب کنند. این مساله از نظر اهمیت و احتمال وقوع در درجه دوم قرار می‌گیرد.

از سوی دیگر، بوی ماهی گاهی مشکل‌ساز می‌شود و ممکن است از دو منبع متمایز حاصل شده باشد:

- مصرف پودر ماهی، به ویژه اگر روغن‌گیری نشده باشد. این مورد در کشورهایی که این ماده خام به طور معمول استفاده می‌شود یک مشکل واقعی است.
- تری‌متیل‌آمین در تخم‌مرغ باعث ایجاد بو و مزه ماهی می‌شود. این ترکیب از متابولیت‌های کولین است که بر اثر فعالیت باکتری‌ها در دستگاه گوارش ایجاد می‌شود. این ماده می‌تواند از تجزیه سیناپین[1] کلزا نیز به وجود آید. به طور معمول تری‌متیل‌آمین مصرف‌شده توسط تری‌متیل‌آمین اکسیداز کبدی اکسید می‌شود. اغلب مرغ‌هایی که تخم قهوه‌ای می‌گذارند این آنزیم را ندارند و توصیه می‌شود که استفاده از کلزا در جیره آنها بیش از ۵ درصد نباشد.

همه تولیدکنندگان تخم‌مرغ باید بدانند که تخم‌ها اغلب حاوی لکه‌های گوشت و یا خون هستند. اینها از خونریزی قبل از تخمک‌گذاری نشات می‌گیرند. بنا به دلایلی این مشکل به طور ناگهانی بروز و شدت پیدا می‌کند و سپس بدون دلیل ناپدید می‌شود. ادعا شده که ممکن است مایکوتوکسین‌ها در وقوع آن دخالت داشته باشند (لیسون و همکاران، ۱۹۹۵).

آلودگی باکتریایی

باکتری‌ها می‌توانند تخم‌مرغ را آلوده کنند و مهم‌ترین آنها گونه‌های سالمونلا[2] هستند. در حالی که برخی از باکتری‌ها می‌توانند از راه خوراک وارد سیستم تولید شوند، بخش عمده آلودگی در واحد و یا پس از آن در هنگام حمل‌ونقل تخم‌مرغ‌ها رخ می‌دهد. گفته می‌شود پلت کردن ساده جیره ۹۹ درصد سالمونلاها را از بین می‌برد. اعتقاد بر این است که اکسپند کردن[3]، تقریبا همه باکتری‌ها را از بین می‌برد. جداول ۹-۳۳ و ۹-۳۴ خلاصه‌ای از عوامل موثر بر ایجاد مشکلات کیفیت تخم‌مرغ را نشان می‌دهد.

> **نکته**
> کانیبالیسم و خوردن تخم می‌توانند در اثر کمبود مواد مغذی و اشتباهات مدیریتی به وجود بیایند.

کانیبالیسم

کانیبالیسم[4] یکی از رفتارهای طیور است که تولیدکنندگان نمی‌توانند اثرات منفی آن را نادیده بگیرند. این عارضه می‌تواند در هر سنی همه نژادها، سویه‌ها و جنس‌ها را درگیر کند. کانیبالیسم معمولا زمانی رخ می‌دهد که پرنده‌ها به دلیل مدیریت ضعیف تحت تنش قرار بگیرند. وقتی پرنده‌ها دچار تنش می‌شوند شروع به نوک زدن به پرها، تاج، پنجه‌ها یا مخرج سایر پرنده‌ها می‌کنند. به محض باز شدن یک زخم یا آشکار شدن خون، این رفتار می‌تواند به سرعت در کل گله فراگیر شود. اگر مشکل بلافاصله بعد از شروع تشخیص داده شود کانیبالیسم را

---
1. Sinapine
2. *Salmonella*
3. Expanding
4. Cannibalism

جدول ۹–۳۳: اثرات کمبود، بیشبود و سمیت بر تولید و کیفیت تخم‌مرغ

مورد	کاهش تولید تخم‌مرغ	کاهش اندازه تخم‌مرغ	پوسته	رنگ پوسته	سفیده	زرده
کمبودهای تغذیه‌ای						
پروتئین	+	+			کاهش	
انرژی	+	+				
اسیدهای چرب ضروری	+	+				
ویتامین D	+		پوسته نازک، پوسته نرم			
ویتامین E	+					
ویتامین K					افزایش لکه‌های خونی	
ریبوفلاوین	+					
کلسیم یا فسفر	+		پوسته نازک			
سدیم یا کلر	بسیار شدید و ناگهانی	+				
پتاسیم	+		پوسته نازک			
مس	+	+				
آب	+	+	بدون پوسته، چروکیده، بدشکل، پوسته نازک			
بیشبودهای تغذیه‌ای						
ویتامین D			رسوبات بی‌رنگ موضعی			
منیزیم		+	پوسته نازک			
روی	+					
سمیت						
سولفانامیدها	+		پوسته نازک	بی‌رنگ شدن تخم‌های قهوه‌ای		
یونوفر	+					
حشره‌کش‌های ارگانوکلره			رسوبات گچی، پوسته نازک	بی‌رنگ شدن تخم‌های قهوه‌ای		
وارفارین، برودیفاکوم، دیفاسینون					افزایش لکه‌های خونی	
آمونیاک (گاز)	+					

جدول ۹-۳۴: عوامل عفونی و مایکوتوکسین‌های تاثیرگذار بر تولید و کیفیت تخم‌مرغ

مورد	کاهش تولید تخم‌مرغ	کاهش اندازه تخم‌مرغ	پوسته	رنگ پوسته	آلبومین	زرده
عوامل عفونی						
برونشیت عفونی	۱۰-۳۰ درصد	±	بدشکل، چروکیده، پوسته نازک، رسوبات بی‌رنگ	بی‌رنگ شدن تخم‌های قهوه‌ای	آبکی، مشخص نبودن مرز آلبومین ضخیم و نازک	
عارضه کاهش تولید تخم‌مرغ	۱۰-۴۰ درصد	±	بدون پوسته، پوسته نازک، پوسته زبر	بی‌رنگ شدن تخم‌های قهوه‌ای	احتمال آبکی شدن	
نیوکاسل	۵-۳۰ درصد	±	احتمالا پوسته نازک، بدشکل	بی‌رنگ شدن تخم‌های قهوه‌ای		
پلورم/تیفوئید	+					
پاراتیفوئید	+					
مایکوپلاسما گالیسپتیکوم	+					
لارنگوتراکئیت عفونی	+					
پنومو‌ویروس مرغی	+					
انسفالومیلیت مرغی	۵-۲۰ درصد					
آنفلوانزای مرغی	+					
کوریزای عفونی	۱۰-۴۰ درصد					
وبای مرغی	+					
اورنیتوباکتریوم رینوتراکئال						
مایکوتوکسین‌ها						
آفلاتوکسین	+	+				
T-2	+					
اوکراتوکسین	+				ضخیم شدن آلبومین	کاهش اندازه زرده
ائوسپورین	+					

می‌توان کنترل کرد، اما در صورت پیشرفت مشکل توقف آن دشوار است. کانیبالیسم به دلیل پاره شدن و آسیب دیدن بدن و لاشه، ارزش پرنده‌ها را کاهش می‌دهد، موجب پردرآوری ضعیف می‌شود و می‌تواند منجر به مرگ‌ومیر بالایی شود. کنترل کانیبالیسم باید بخشی از برنامه مدیریتی باشد، زیرا عوامل متعددی می‌تواند باعث درگیری گله با کانیبالیسم شود. برخی از دلایل آن در زیر تشریح شده است:

تراکم بالای گله: اغلب وجود تعداد زیادی پرنده در یک فضای محدود منجر به کانیبالیسم می‌شود.

گرمای شدید: وقتی که پرنده‌ها به دلیل گرما آسایش خود را از دست می‌دهند، احتمال درگیری آنها با کانیبالیسم افزایش می‌یابد. اطمینان حاصل کنید که دمای پرورش با بالا رفتن سن پرنده‌ها تنظیم شود.

نور شدید: نور خیلی شدید یا دوره‌های طولانی روشنایی موجب می‌شود که پرنده‌ها نسبت به هم حالت تهاجمی بگیرند. شدت نور را کاهش دهید یا از لامپ‌های حبابی قرمز استفاده کنید.

نبود خوراک یا آب یا کمبود فضای دانخوری و آبخوری: اگر پرنده‌ها مجبور باشند برای آب یا خوراک رقابت و مبارزه کنند یا اینکه همیشه گرسنه باشند، نوک زدن‌های خود را افزایش خواهند داد.

جیره‌های نامتعادل: جیره‌های پرانرژی کم‌فیبر باعث می‌شوند که پرنده‌ها فعالیت بیش از حد داشته باشند و حالت تهاجمی به خود بگیرند. خوراک مواجه با کمبود پروتئین یا سایر مواد مغذی به ویژه نمک و یا متیونین نیز موجب نوک زدن پرنده به پرها می‌شود.

تغییرات ناگهانی در شرایط محیطی یا مدیریتی: انتقال پرنده‌ها به یک محیط جدید با دانخوری‌ها و آبخوری‌های متفاوت ممکن است آنها را درگیر کانیبالیسم کند.

روشنایی زیاد لانه یا کم بودن فضای لانه‌های تخم‌گذاری: از قرار دادن لامپ‌های پرنور نزدیک فضای لانه تخم‌گذاری اجتناب کنید. همچنین یک لانه تخم‌گذاری برای هر پنج مرغ اختصاص بدهید. نوک زدن به مخرج توسط مرغ‌های تخم‌گذار مشکل متداولی است.

پرنده‌هایی که پردرآوری کند دارند به کانیبالیسم مستعدتر هستند: پرنده‌هایی که دیرتر پر درمی‌آورند نیازمند احتیاط بیشتری هستند، زیرا پرهای نابالغ ظریف آنها را مدت زمان طولانی‌تری لخت در معرض آسیب قرار می‌دهد.

نوک‌چینی: این فرآیند در اکثر گله‌های تخم‌گذار انجام می‌شود. نیمی از نوک بالایی و یک‌سوم از نوک پایینی چیده می‌شود به طوری که یک حالت مربعی ایجاد شود. نوک‌چ-نی صحیح به تجربه نیاز دارد.

> ■ **نکته**
> آگاه باشید که اضافه کردن دانه اضافی به جیره می‌تواند باعث برهم خوردن تعادل آن شود.

خوردن تخم‌مرغ

خوردن تخم‌مرغ توسط گله تخم‌گذار می‌تواند هزینه زیادی به مرغدار تحمیل کند. مانند بسیاری از عادات بد، بسیار آسان‌تر است که از خوردن تخم‌ها جلوگیری کرد تا اینکه پس از بروز آن را درمان کرد. این رفتار به طور معمول در گله‌هایی بروز می‌کند که روی بستر نگهداری می‌شوند. این حالت اغلب با شکستن تصادفی یک تخم‌مرغ شروع می‌شود، اما بعدا مرغ‌ها یاد می‌گیرند که خودشان تخم‌مرغ را بشکنند. به این دلیل تخم‌ها باید به طور منظم جمع‌آوری شوند. یک سری از عوامل می‌تواند روی خوردن تخم‌مرغ تاثیر بگذارد که شامل تراکم بالای گله، شدت نور بالا، تعداد کم یا طراحی ضعیف لانه‌های تخم‌گذاری و وجود بستر ناکافی در لانه‌ها است. مطمئن شوید که شدت نور در لانه‌های تخم‌گذاری پایین است. نیاوردن پولت‌ها به

سالن تخم‌گذاری قبل از شروع تولید تخم‌مرغ و یا تعلیم ندادن پولت‌ها برای تخم‌گذاری در لانه‌ها نیز ممکن است باعث توسعه خوردن تخم‌مرغ شود. فراهم کردن لانه در دوره رشد باعث یادگیری آسان‌تر پولت‌ها برای استفاده از لانه‌های تخم‌گذاری می‌شود. صرف زمان اندکی در هر روز برای گذاشتن مرغ‌هایی که روی بستر نشسته‌اند در داخل لانه تخم‌گذاری به کاهش شکستگی و کاهش احتمال شیوع خوردن تخم‌مرغ کمک خواهد کرد. تمایل به خوردن تخم‌مرغ با کمبود کلسیم و یا ویتامین D در جیره تشدید می‌شود. به علاوه، چنین کمبودهایی به طور غیرمستقیم با ایجاد کیفیت پایین پوسته و سهولت شکستن تخم‌مرغ‌ها در خوردن تخم نقش دارد. در صورت دریافت یک جیره تجاری تخم‌گذار این کمبودها به ندرت اتفاق می‌افتد. وقتی که صاحب یک گله کوچک، خوراک تجاری را با دانه شکسته یا خراشیده غلات مخلوط می‌کند باعث رقیق شدن یک جیره کامل می‌شود. در این شرایط احتمال وقوع کمبودها افزایش می‌یابد.

نکات کلیدی

۰۱

مرغ‌های تخم‌گذار در دو گروه ژنوتیپی قرار می‌گیرند. یا بر پایه لگهورن هستند و تخم‌های دارای پوسته سفید می‌گذارند و یا بر پایه رود آیلند رد هستند و تخم‌های دارای پوسته قهوه‌ای می‌گذارند. پیشرفت ژنتیکی در هر دو سویه فراتر از انتظار بوده است به طوری که پرنده‌ها هر سال زودتر شروع به تخم‌گذاری می‌کنند و تخم‌های بیشتری می‌گذارند.

۰۲
تغذیه و مدیریت می‌تواند به سه مرحله شامل پرورش، اوایل تخم‌گذاری (پیش از پیک) و اواخر تخم‌گذاری (بعد از پیک) تقسیم شود. هر مرحله اهداف تغذیه‌ای و مدیریتی خود را دارد.

۰۳
هدف اصلی مرحله پرورش، تولید گله‌های یکنواختی است که وزن خوب و ترکیب بدن مناسبی دارند. برنامه‌های نوردهی را نمی‌توان نادیده گرفت.

۰۴
مرغ‌های امروزی «مصرف‌کننده‌های خجالتی» هستند و تحریک آنها برای مصرف کافی خوراک در دوره پرورش یک عامل اساسی است. آنها نسبت به تغییر در مقدار پروتئین جیره حساس نیستند و مصرف خوراک خود را بر اساس سطح انرژی جیره تنظیم می‌کنند. شکل خوراک (کرامبل) و تراکم گله نقش مهم‌تری ایفا می‌کنند.

۰۵
مدیران باید در روش تغذیه خود طی دوره پرورش انعطاف‌پذیر باشند و برنامه خود را بر اساس عملکرد گله تنظیم کنند.

۰۶
احتمالا استفاده از جیره پیش‌تخم‌گذاری ضرورتی ندارد.

۰۷
بلوغ جنسی برای مرغ‌ها شرایط فیزیولوژیکی جدیدی است و باید در این دوره مقادیر کافی از مواد مغذی و انرژی جهت رشد، توسعه اویدوکت و بالاخره خود تولید فراهم شود.

۰۸
مرغ‌های تخم‌گذار مصرف خوراک خود را هماهنگ با میزان انرژی جیره تنظیم می‌کنند. انتخاب سطح انرژی ارائه‌شده به پرنده‌ها به اهداف اقتصادی یا تجاری بستگی دارد.

۰۹
مصرف اسیدهای آمینه ضروری در مرغ‌های تخم‌گذار دارای اهمیت بالایی است و مقدار پروتئین خام جیره نقش کمتری دارد. تصمیم‌گیری برای سطح استفاده از اسیدهای آمینه در جیره به شرایط اقتصادی بستگی دارد. توصیه‌های صورت‌گرفته توسط شرکت‌های بزرگ اصلاح‌نژاد دست بالا را گرفته‌اند.

۱۰
پرنده قادر است کلسیم را به شکل‌های مختلفی استفاده کند. از این رو، ارائه یک توصیه مشخص در مورد سطح ایده‌آل آن در جیره دشوار است. شکل مکمل کلسیم نقش مهمی در روش استفاده از آن در خوراک بازی می‌کند.

۱۱
با بالا رفتن سن، پرنده‌ها افزایش وزن پیدا می‌کنند، تعداد کمتری تخم‌مرغ بزرگ‌تر می‌گذارند و ذخایر مواد معدنی خود را خالی می‌کنند. برای همساز شدن با این شرایط شکل‌هایی از تغذیه مرحله‌ای نیاز است.

۱۲
کیفیت تخم‌مرغ از نظر استحکام پوسته، رنگ و اندازه مهم است، زیرا محصولی است که به دست مصرف‌کننده می‌رسد. رنگ زرده تخم‌مرغ صفتی است که می‌توان آن را برای برآورده کردن تقاضای بازار دستکاری کرد.

فصل ۱۰: تغذیه جوجه‌های گوشتی

حجم جوجه‌های تولیدشده و شدت رقابت در صنعت پرورش جوجه‌های گوشتی رو به افزایش است. بنابراین، هر اقدامی در تغذیه جوجه‌های گوشتی باید در راستای افزایش سودآوری عملیات خوراک دادن باشد.

حامیان طلایی

ایده پردازان خوراک آریان

شرکت پگاه جهان نما

شرکت مهر بیستون

شرکت جوانه خراسان

شرکت آرونا

شرکت افزودنیهای ایتوک فردا

حامیان نقره‌ای

کیوان مرغ پر طلای مهاباد

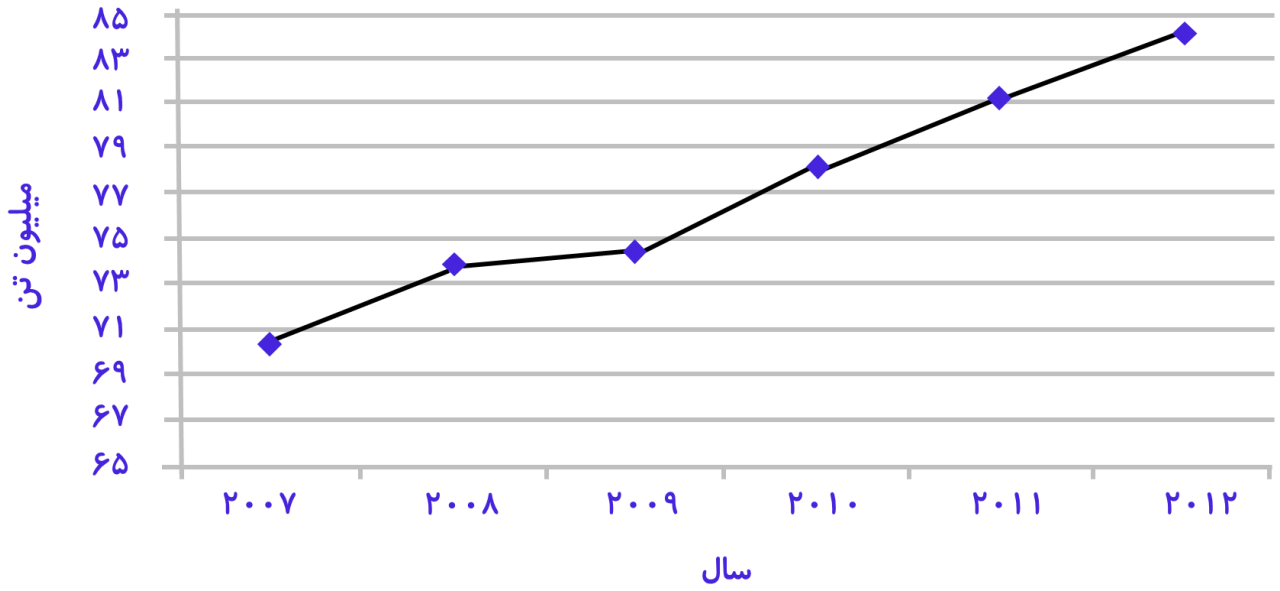
شرکت کیمیا دارو مهر

حامیان برنزی

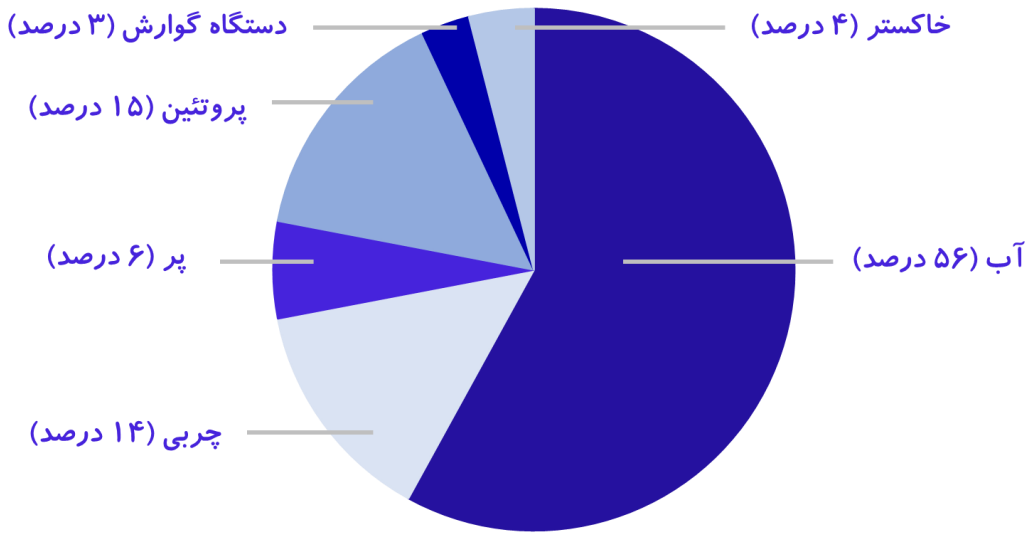
تهران مکمل پارس

گروه دانش بنیان مگافراور

صنعت پرورش جوجه‌های گوشتی تاکنون رشدی پیوسته داشته و انتظار است که این روند ادامه پیدا کند. شکل ۱۰-۱ روند افزایش تولید جوجه‌های گوشتی را به تصویر کشیده است. اغلب شرکت‌های بزرگ یکپارچه شده‌اند و البته تفاوت‌هایی در ساختار شرکت‌ها وجود دارد. رمز تغذیه موفقیت‌آمیز جوجه‌های گوشتی اتخاذ راهبرد خوراک دادن صحیح در هر روز از دوره تولید به منظور بهینه‌سازی استفاده از مواد خوراکی در دسترس و به حداکثر رساندن سودآوری است. به منظور امکان رقابت، قیمت مواد خوراکی و سایر هزینه‌ها باید در مقایسه با دو تولیدکننده بزرگ یعنی برزیل و ایالات متحده منصفانه باشد. در این فصل اصول پایه تغذیه جوجه‌های گوشتی و راهکارهای محتمل در به حداکثر رساندن سودآوری این بخش از پرورش طیور مورد بحث قرار می‌گیرد. ابتدا نگاهی به ترکیب بدن جوجه‌های گوشتی (شکل ۱۰-۲) و تبدیل مواد مغذی (جدول ۱۰-۱) خواهیم داشت.



شکل ۱۰-۱: تولید جوجه‌های گوشتی در سطح جهانی (USDA، ۲۰۱۱)



شکل ۱۰-۲: ترکیب معمول بدن یک جوجه گوشتی

عوامل موثر بر تغذیه جوجه‌های گوشتی

تغذیه جوجه‌های گوشتی تحت تاثیر مجموعه‌ای از عوامل وابسته به هم قرار می‌گیرد که باید قبل از وارد شدن به هرگونه بحثی در مورد تغذیه آنها را در نظر گرفت.

> **نکته**
> جوجه‌های گوشتی می‌توانند روزانه حدود ۱۰ درصد وزن بدن خود ماده خشک مصرف کنند.

رفتار تغذیه‌ای

همان‌گونه که در فصل ۱ بحث شد، احتمالا خوشخوراکی غذا اثر کمی بر مرغ‌ها دارد و بخش عمده رفتار تغذیه‌ای آنها توسط انتخاب ذرات القا می‌شود. در مورد جوجه‌های گوشتی، معمولا فرض می‌شود که همه جوجه‌های یک گله مقادیر مشابهی خوراک مصرف می‌کنند و مصرف خوراک آنها توسط اشتها کنترل می‌شود (لیسون، ۲۰۱۰): چیزی که هرگز درست نیست. جوجه‌های گوشتی در هر روز حدود ۱۰ درصد وزن بدن خود ماده خشک مصرف می‌کنند. در انسان، این به معنی مصرف روزی یک کیسه ۱۰ کیلوگرمی برنج است. به طور کلی، اگر پرنده‌ها دسترسی کافی به خوراک داشته باشند قادر به حفظ مصرف انرژی خود در دامنه‌ی وسیعی از سطوح انرژی خواهند بود (جدول ۱۰-۶). هنگام تغذیه جیره‌های دارای تراکم پایین مواد مغذی، پرنده‌های جوان در حفظ مصرف مواد مغذی و انرژی با مشکل مواجه می‌شوند. جوجه‌های گوشتی به صورت وعده‌ای غذا می‌خورند. در صورت عدم وجود محدودیت، آنها در هر ساعت حدود ۸ دقیقه غذا می‌خورند، ترجیحا به عنوان یک وعده، اگرچه این امر اغلب با توقف‌های اختیاری همراه خواهد بود. بعد از حدود سن ۲۸ روزگی، یا وقتی که تراکم گله به ۳۰ کیلوگرم مرغ به ازای هر مترمربع می‌رسد، پرنده‌ها به ندرت لذت پایان دادن به یک وعده غذایی را تجربه می‌کنند، زیرا رقابت برای فضای دانخوری شدت پیدا می‌کند (شکل ۱۰-۴۳).

> **نکته**
> جوجه‌های گوشتی نر و ماده از نظر اندازه، ترکیب لاشه و نرخ رشد متفاوت هستند.

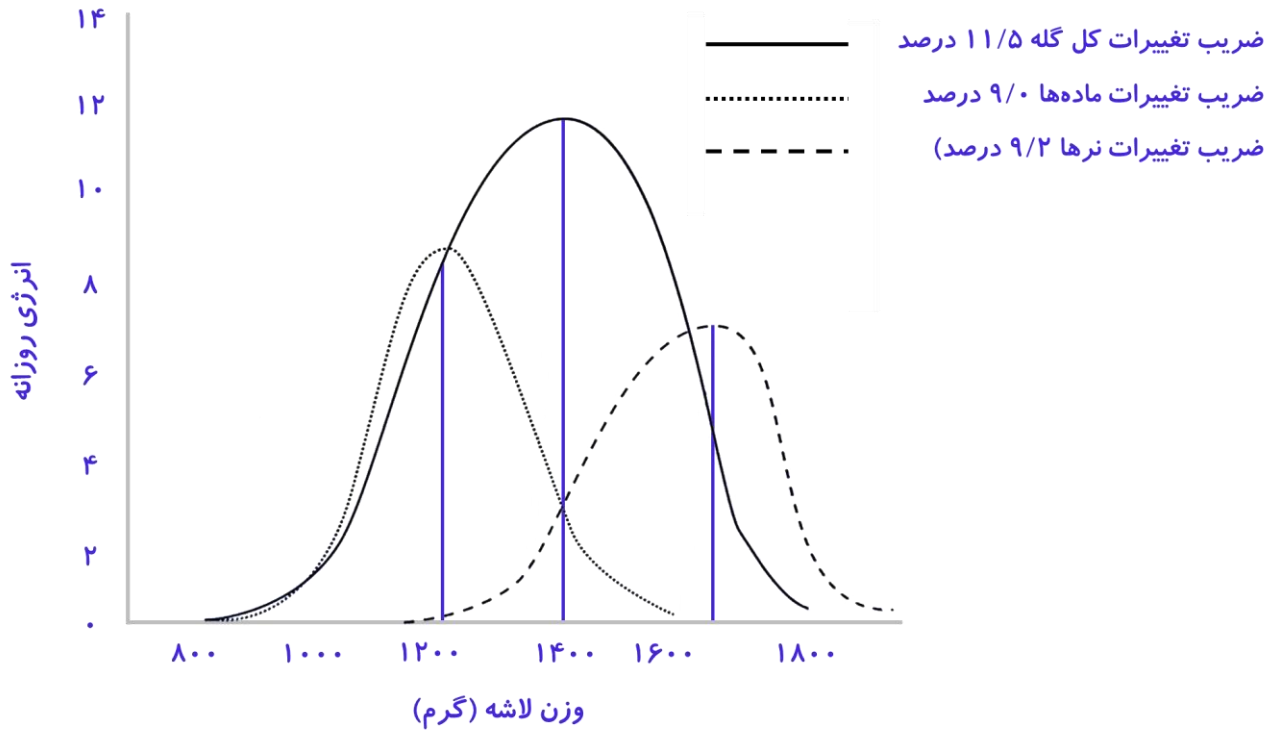
اختلافات بین جنس‌ها

در اغلب موارد جوجه‌های گوشتی به صورت مخلوط دو جنس پرورش پیدا می‌کنند. از نظر پتانسیل رشد و بنابراین از نظر مواد مغذی، جوجه‌های گوشتی نر و ماده بسیار متفاوت هستند. آنها از نظر افزایش وزن، مصرف خوراک، ترکیب لاشه و نیاز مواد مغذی تفاوت دارند. شکل ۱۰-۳ اختلاف در وزن بدن نرها و ماده‌های یک گله را به نمایش می‌گذارد. دیلیتزیه[1] و همکاران (۲۰۱۰) داده‌هایی را منتشر کردند که نشان‌دهنده اختلاف بین جنس‌ها و سویه‌های جوجه گوشتی است (جدول ۱۰-۲). با فرض قیمت ۱/۰۰ یورو برای یک کیلوگرم جوجه گوشتی و میانگین قیمت ۳۰۰/۰۰ یورو برای یک تن خوراک، اختلاف بین هزینه خوراک و درآمد حاصل از فروش جوجه‌ها محاسبه شده است.

اختلافات اصلی بین دو جنس را می‌توان به شرح زیر خلاصه کرد:

- نرها در مقایسه با ماده‌ها نرخ رشد بالاتری دارند. معمولا این اختلاف در سن ۴۲ روزگی ۱۵ درصد است.
- لاشه نرها در مقایسه با لاشه ماده‌ها چربی کمتری دارد. اختلاف در مقدار چربی لاشه حدود ۱۵ تا ۲۵ درصد است و بنابراین راندمان خوراک نرها بالاتر است.
- به طور معمول، به خاطر میزان رشد لخم بالاتر در

[1]. Delezie



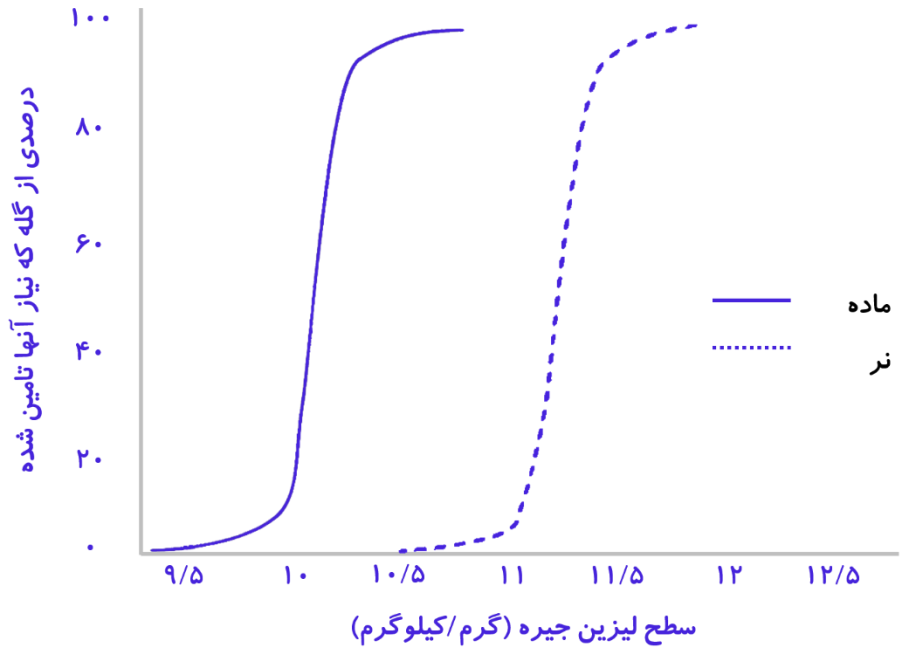
شکل ۱۰–۳: توزیع وزن در یک گله جوجه گوشتی

نرها، نیاز روزانه لیزین (شاخص نیاز پروتئین ایده‌آل) آنها ۱۵ درصد بالاتر است.

- نرها حدود ۱۵ درصد سریع‌تر از ماده‌ها رشد می‌کنند، اما مصرف خوراک آنها تنها ۸ درصد بالاتر است؛ بنابراین، مقدار لیزین جیره نرها حدود ۱۰ درصد بالاتر از ماده‌ها است.
- به طور معمول درآمد منهای هزینه خوراک حدود ۰/۱۵ تا ۰/۲۰ یورو به ازای هر پرنده برای نرها بالاتر است، گرچه این مقدار می‌تواند به دلیل مرگ‌ومیر بالاتر نرها کاهش پیدا کند.
- نرها باید سطوح اسید آمینه بالاتری مصرف کنند و امکان کاهش قیمت خوراک ماده‌ها از طریق کاهش سطح اسیدهای آمینه وجود دارد. می‌توان جیره‌های نرها و ماده‌ها را به طور جداگانه تنظیم کرد. راه‌حل دیگر این است که تولیدکنندگان مراحل مختلف تغذیه را برای ماده‌ها و نرها به شکل متفاوتی اجرا کنند.
- حداکثر سودآوری با تخصیص تجهیزات بهتر به نرها حاصل می‌شود: اعمال هرگونه محدودیت محیطی، پتانسیل نرها را بیشتر از ماده‌ها کاهش می‌دهد.
- می‌توان هر دو جنس را به صورت مجزا و در یک سالن و با کارایی بالا پرورش داد. داشتن دو سیستم دانخوری در سالن، مرغداران را قادر به کسب حداکثر درآمد خواهد کرد.
- تا جایی که امکان‌پذیر است، برای قطعه‌بندی و فرآوری بیشتر از نرها استفاده کنید. نرها درصد لاشه بالاتری دارند و چربی دور سنگدان و محوطه شکمی آنها در مقایسه با ماده‌ها کمتر است. ماده‌ها باید به صورت لاشه کامل به فروش برسند.

اختلافات فردی

درون جمعیت‌های نر و ماده اختلافات فردی گسترده‌ای در نرخ رشد (شکل ۱۰–۳)، مصرف خوراک و بنابراین نیاز مواد مغذی وجود دارد. اگر خوراک دادن با هدف تامین



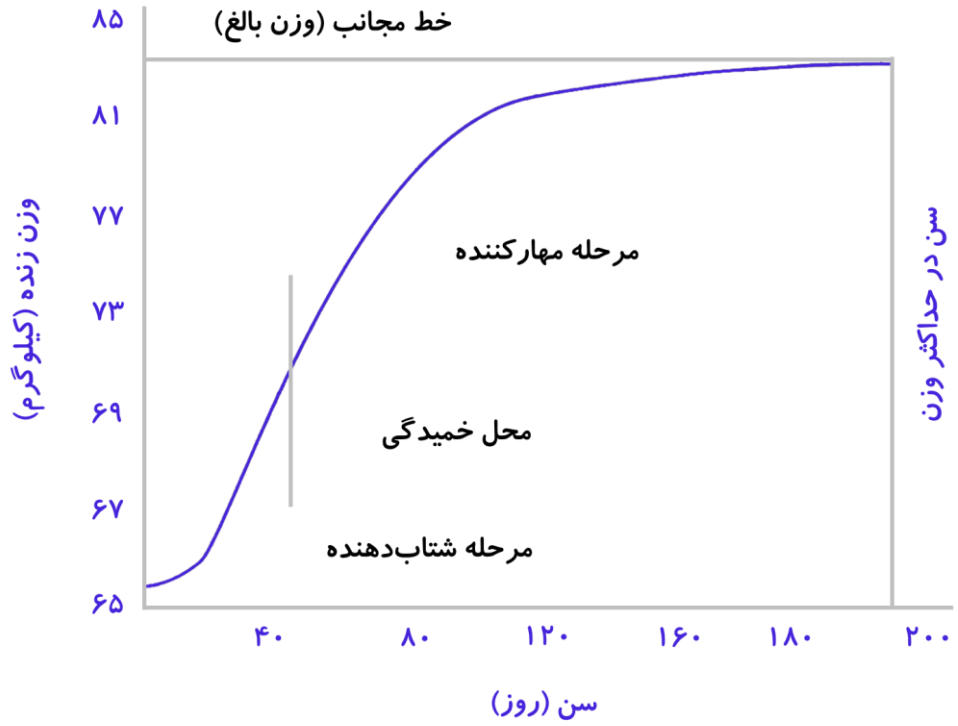
شکل ۱۰–۴: پراکندگی نیازها در جمعیتی از جوجه‌های گوشتی

نیاز پرنده‌های متوسط (۱۱ گرم لیزین در کیلوگرم) انجام شود، تنها ۵۰ درصد گله مواد مغذی کافی دریافت خواهد کرد (شکل ۱۰–۴). این نسبت دربرگیرنده تقریبا همه ماده‌ها و تعداد بسیار کمی از نرها خواهد بود. سطح لیزین جیره باید حدود ۱۰ درصد افزایش یابد (۱۲ گرم در کیلوگرم) تا نیاز ۹۰ درصد جمعیت گله برآورده شود. به دلیل ارزان بودن پروتئین در مقایسه با گوشت تولیدشده، تغذیه سطوح مازاد آن می‌تواند یک مزیت نسبی داشته باشد. اما این بدان معنی است که میانگین نرها و ماده‌ها به ترتیب ۱۰ و ۱۷ درصد بیش از حد نیاز لیزین دریافت خواهد کرد که نقش عمده‌ای در عدم کارایی تغذیه اسید آمینه ایفا می‌کند (جدول ۱۰–۱).

جدول ۱۰–۱: کارایی استفاده از مواد مغذی در جوجه‌های گوشتی

مورد	بدن (گرم/پرنده)	مصرف‌شده (گرم/پرنده)	بهره‌وری (گرم/گرم)
پروتئین	۴۰۰	۷۴۰	۰/۵۴
چربی	۲۶۰	۲۲۲	۱/۱۷
آب خوراک/بدن	۱۰۷۵	۴۴۴	
خاکستر	۶۶	۲۵۰	۰/۲۶
فیبر خام	–	۱۳۰	۰
کربوهیدرات (NFE)	–	۱۹۱۴	۰
کل	۱۸۰۰	۳۷۰۰	۰/۴۹
لیزین	۲۴	۳۹	۰/۶۲
عوامل گرمایی (مگاژول AME/پرنده)			
انرژی ابقاشده	۱۷/۵۸	۴۹/۸	۰/۳۵
گرمای تولیدی	۳۲/۲۲		

NFE = عصاره عاری از ازت؛ AME = انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری



شکل ۱۰–۵: نمونه‌ای از منحنی رشد جوجه‌های گوشتی که حالت سیگموئیدی آن به خوبی مشخص است

■ **نکته**

رشد جوجه‌های گوشتی بیشترین تناسب را با یک منحنی سیگموئیدی دارد.

مفاهیم رشد

جوجه‌های گوشتی حیواناتی با رشد سریع هستند. یعنی آنها هرگز در یک شرایط فیزیولوژیکی پایدار نیستند و نیازهای مواد مغذی آنها به صورت روزانه یا به طور پیوسته تغییر می‌کند. هدف از رشد دستیابی به بلوغ است. همگام با حرکت حیوان به سمت بلوغ دو اتفاق می‌افتد: اندازه آن افزایش می‌یابد و شکل و عملکرد آن تغییر می‌کند. این دو فرآیند به ترتیب رشد و نمو نامیده می‌شوند. رشد در ارتباط با افزایش وزن است که از تکثیر سلولی (تقسیم پیش از تولد) و بزرگ شدن سلول‌ها (رشد ماهیچه‌ای پس از تولد) حاصل می‌شود. به عنوان بخشی از فرآیند رشد ماهیچه‌ای، جایگیری ساده و مستقیم مواد در سلول‌ها (مانند قرار گرفتن لیپیدها در سلول‌های چربی) نیز وجود دارد. از سوی دیگر، نمو یا توسعه بیانگر تغییرات در شکل، ریخت و عملکرد حیوان همگام با ادامه رشد است.

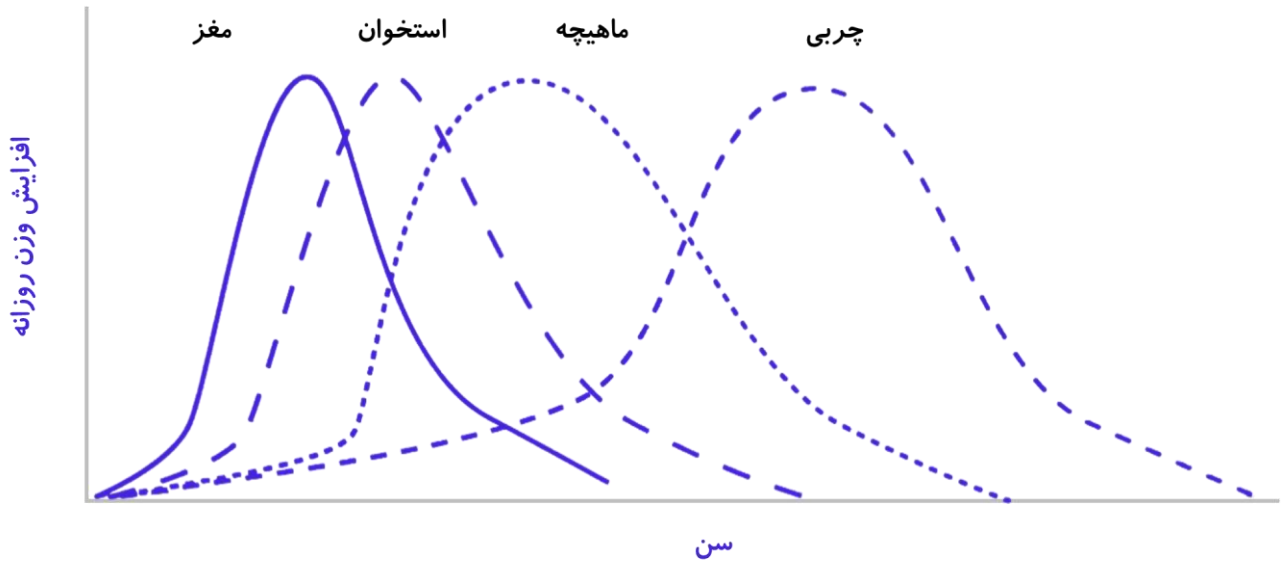
معمولا در صورت اندازه‌گیری ابعاد یک حیوان از زمان آبستنی تا پیری، داده‌ها یک نمودار سیگموئیدی ایجاد خواهند کرد (شکل ۱۰–۵). تخمک بارور با تقسیم‌های میتوز تکثیر می‌شود، بدون آنکه تغییر قابل‌توجهی در وزن آن ایجاد گردد. به محض توسعه ابزارهای جذب انرژی در تخمک، رشد جنین تسریع می‌شود. بخش‌های ابتدایی **منحنی رشد** شیب تندی دارد، بازتاب‌دهنده آنکه نرخ رشد در این مرحله (مرحله خودشتاب‌دهنده[1]) به شکل قابل-توجهی بالا است. حداکثر نرخ رشد در تقریبا یک‌سوم وزن بلوغ اتفاق می‌افتد (محل خمیدگی)، سپس رشد توسط مجموعه‌ای از اثرات فیزیکی و شیمیایی از داخل و خارج ارگانیسم کند می‌شود. کاهش سرعت رشد در ابتدا تدریجی است: با مرحله خودمهارکننده[2] از محل خمیدگی

[1]. Self-accelerating phase
[2]. Self-retarding phase

شروع می‌شود و با رسیدن به خط ترازه یعنی وسیع‌ترین بخش منحنی رشد در حیوانات برجسته‌تر می‌شود. محدودیت شدید تحمیل‌شده در مرحله خودمهارکننده به شکل قابل‌توجهی در تضاد با مرحله خودشتاب‌دهنده است. دلیل محدودیت در اغلب حیوانات فعل‌وانفعالات بین تنظیمات درونی رشد بافت‌ها و نیاز به جابجایی است.

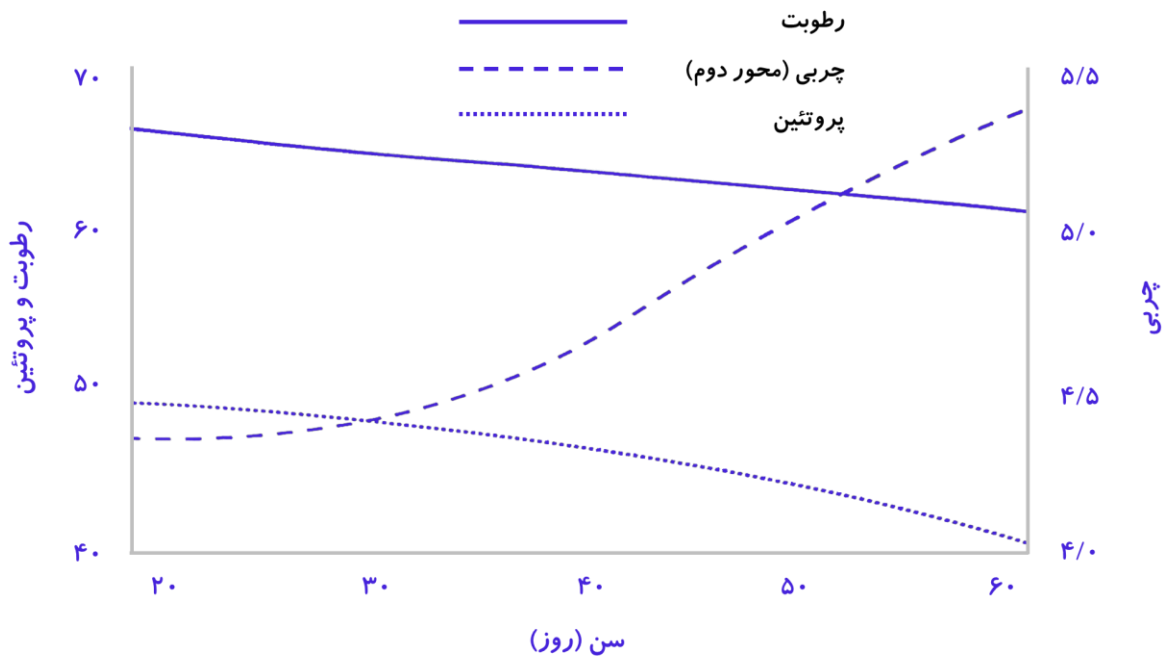
> **نکته**
> جوجه‌های گوشتی رشد سریعی دارند و بنابراین در شرایط پایداری نیستند.

منحنی رشد نشان‌داده‌شده در شکل ۱۰-۵ تنها افزایش کلی در وزن بدن را در نظر گرفته است. در واقعیت نمودار برای وزن، قد، نسبت حجم به سطح یا بافت و نیز کل حیوان سیگموئیدی باقی می‌ماند. به منظور تعیین نیازهای تغذیه‌ای و دستیابی به ترکیب مطلوب لاشه باید رشد اجزای اصلی بدن و اندام‌های حیاتی پرنده را در نظر گرفت. تحقیق پیشاهنگ سر جان هامند[1] (۱۹۸۴) اطلاعات پایه فراوانی در مورد الگوی رشد اندام‌ها، بخش‌ها و بافت‌های حیوانات مزرعه در گذر زمان فراهم کرده است که الگویی مشابه با وزن زنده را دنبال می‌کنند. تغییراتی در نسبت اینها ایجاد می‌شود، زیرا اجزاء هنگام تمایز در جنین اندازه یکسانی ندارند و وزن‌های تقریبی و منحنی رشد آنها متفاوت است. توصیف هامند (۱۹۸۴) از اجزاء به صورت **زود** یا **دیر** بالغ‌شونده مربوط به ترتیبی است که حداکثر نرخ رشد مطلق آنها حاصل شده است (شکل ۱۰-۶). الگوی توسعه ماهیچه برای حیوان یک مزیت است، زیرا در شرایط وحشی توانایی پاهای حیوان برای حرکت زود-هنگام به این الگو وابسته خواهد بود. به نظر نمی‌رسد که اختلافات در تغذیه توزیع وزن ماهیچه را در طیور تحت تاثیر قرار بدهد (شکل ۱۰-۷). اختلافاتی در نسبت اجزاء بدن بین نژادها و سویه‌های طیور وجود دارد (مثلا، پرنده‌های دارای تولید لاشه بالا). به طور کلی، در جوجه‌های گوشتی نرخ رشد ماهیچه سینه بالا است و هنگام رسیدن به وزن کشتار نیز سینه همچنان با نرخ رشد بالاتری در مقایسه با وزن بدن یا پاها رشد می‌کند (ویرا و آنجل، ۲۰۱۲).



شکل ۱۰-۶: قیاس سر جان هامند (۱۹۸۴) برای توصیف تسلسل رشد

[1]. Sir John Hammond



شکل ۱۰–۷: تاثیر سن روی محتوای رطوبت، پروتئین و چربی لاشه بدون اندرونه جوجه‌های گوشتی نر (با استفاده از داده‌های لیسون و سامرز، ۲۰۰۵)

جدول ۱۰–۲: خلاصه‌ای از نتایج به‌دست‌آمده با استفاده از جنس‌ها و سویه‌های مختلف در سن ۴۲ روزگی (دیلیتزیه و همکاران، ۲۰۱۰)

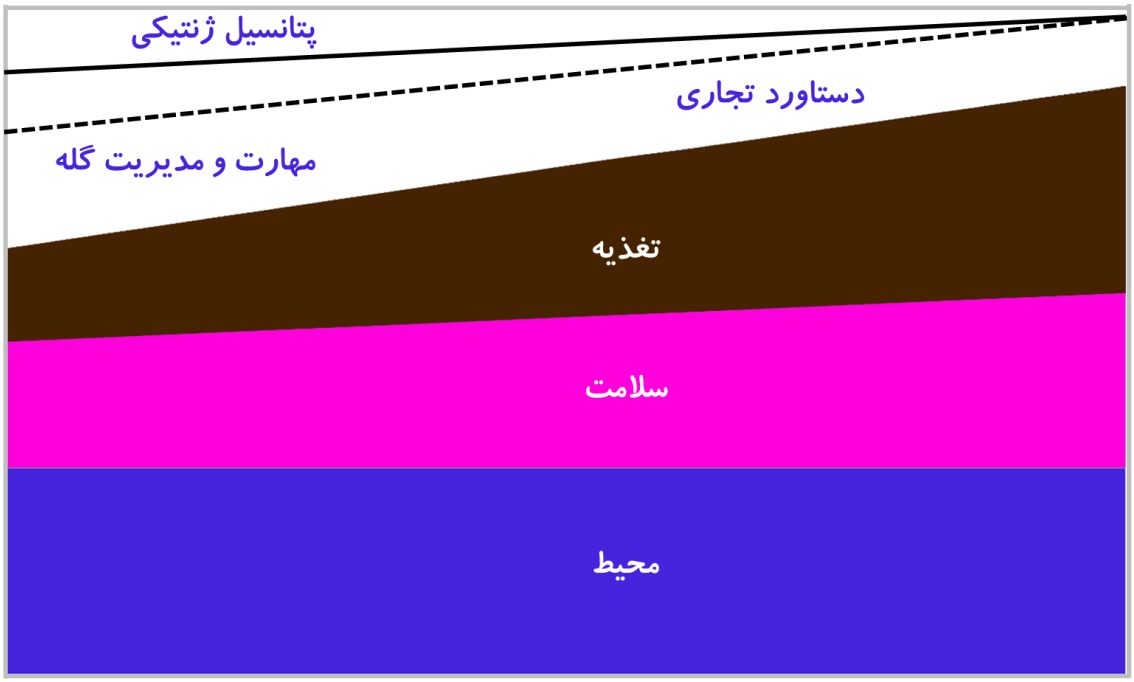
مورد	جنس		سویه	
	نر	ماده	کاب	راس
وزن بدن (گرم)	۲۷۵۵^{a}	۲۳۴۲^{b}	۲۶۱۹^{a}	۲۴۷۹^{b}
مصرف خوراک (گرم/روز)	۱۱۱/۴^{a}	۹۷/۵^{b}	۱۰۶/۱^{a}	۱۰۲/۷^{b}
ضریب تبدیل خوراک (گرم/گرم)	۱/۷۳۱^{b}	۱/۷۸۶^{a}	۱/۷۳۸^{a}	۱/۷۷۹^{b}
تلفات (درصد)	۴/۲^{a}	۲/۲^{b}	۴/۶^{a}	۱/۸^{b}
درآمد (یورو/پرنده)	۲/۶۴	۲/۲۹	۲/۵۰	۲/۴۳
هزینه خوراک (یورو/پرنده)	۱/۲۶	۱/۱۰	۱/۲۰	۱/۱۶
سایر هزینه‌ها (یورو/پرنده)	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸
سود ناخالص (یورو/پرنده)	۰/۶۱	۰/۴۱	۰/۵۲	۰/۵۰

■ **نکته**

پیشرفت ژنتیکی سریع است و توصیه‌های مواد مغذی باید بر این اساس تغییر کند.

پیشرفت ژنتیکی

این واقعیت که جوجه‌های گوشتی سالانه ۰/۵ تا ۰/۷۵ روز زودتر به وزن کشتار خود می‌رسند بیانگر مقدار بهبود ژنتیکی است که اتفاق می‌افتد. این ارقام به معنی بهبود بیش از ۵ درصدی در ۱۰ سال اخیر است. در حقیقت، هر سال حیوان متفاوتی را تغذیه می‌کنیم و اغلب تحقیقات انجام‌شده حتی در ۵ سال پیش ممکن است به‌روز نباشند: این را همیشه به خاطر داشته باشید. بخشی از این بهبود



شکل ۱۰–۸: عوامل تاثیرگذار بر بهبود رشد جوجه‌های گوشتی (برگرفته از آویاژن، بدون تاریخ)

مربوط به تغذیه است؛ اما شکل ۱۰–۸ نشان می‌دهد که وضعیت سلامتی پرنده و شرایط محیطی نیز به همان اندازه مهم هستند. ظرفیت ژنتیکی میزان رشدی است که یک ژنوتیپ پتانسیل دستیابی به آن را در شرایط تغذیه و پرورش مطلوب دارا است. ترکیب لاشه نشان می‌دهد که ژنوتیپ توسط عوامل خارجی تغییر نمی‌کند. از نظر تجاری، بروز این پتانسیل به بهبود محدودیت‌های محیطی، سلامتی و تغذیه بستگی دارد.

■ **نکته**

محیط، سلامتی و تغذیه باید همراه با هم مدنظر قرار بگیرند.

هیونستاین[1] و همکاران (۲۰۰۳) پارامترهای تولیدی مختلف را بین سویه ACRBC[2] (۱۹۵۷) و سویه راس ۳۰۸ (۲۰۰۱) مورد سنجش قرار دادند. جمعیت ACRBC در سال ۱۹۵۷ توسط دانشمندان در سازمان کشاورزی کانادا[3] معرفی شد و بیشتر آن در آزمایشگاه اصلاح‌نژاد طیور ناحیه جنوب در دانشگاه جورجیا[4] نگهداری می‌شود. سویه‌های قدیمی طیور ابزار سودمندی برای اندازه‌گیری تغییرات ژنتیکی در طول زمان هستند. آنالیز داده‌های سویه ACRBC نشان می‌دهد که از زمان معرفی آن بهبود ژنتیکی قابل‌اندازه‌گیری در این سویه ایجاد نشده است. هدف از این آزمایشات تلاش برای ارزیابی سهم نسبی ژنتیک و تغذیه روی تفاوت‌های ایجادشده در پارامترهای تولیدی مختلف بین سال‌های ۱۹۵۷ تا ۲۰۰۱ بود. کار مشابهی در سال ۱۹۹۴ منتشر شد که در آن سویه ACRBC (۱۹۵۷) با سویه آربر آکرز[5] (۱۹۹۱) مقایسه شده بود. با فرض اینکه سویه‌های آربر آکرز (۱۹۹۱) و راس ۳۰۸ (۲۰۰۱) معرف جوجه‌های گوشتی

1. Havenstein
2. Athens-Canadian Random Bred Control
3. Agriculture Canada
4. University of Georgia
5. Arbor Acres

تجاری پرورش‌یافته در زمان خود باشند، اختلافات بین رشد این دو سویه و سویه ACRBC منتج به این نتیجه‌گیری شد که طی ۱۰ سال گذشته نرخ رشد با حداقل شدت برابر و یا حتی شاید سریع‌تر از قبل ادامه پیدا کرده است.

نکته

درصد وزن گوشت سینه جوجه‌های گوشتی در حال بیشتر شدن است که سهم بافت لخم بدن آنها و کارایی تولید آنها را بیشتر می‌کند.

رژیم‌های غذایی طوری انتخاب شد که معرف جیره‌های مورد استفاده در سال‌های ۱۹۵۷ (به صورت آردی) و ۲۰۰۱ (به صورت کرامبل و پلت) باشند (جدول ۱۰-۳). گذشته از اختلافات واضح بین سطوح پروتئین و انرژی، اختلاف در مواد خوراکی استفاده‌شده نیز قابل‌توجه بود. آزمایش در یک دوره ۸۵ روزه و اندازه‌گیری‌ها در سنین ۲۱، ۴۲، ۵۶، ۷۰ و ۸۴ روزگی انجام شد. خلاصه‌ای از نتایج به‌دست‌آمده در روزهای ۲۱، ۴۲ و ۸۴ در جدول ۱۰-۴ آورده شده است. مرگ‌ومیر در سویه امروزی دو برابر سویه ACRBC، اما در سن طبیعی بازار همچنان در سطح متوسط بود. از این داده‌ها نتیجه‌گیری شد که تغییرات ژنتیکی، تغذیه‌ای و مدیریتی در طول ۴۴ سال گذشته باعث ایجاد جوجه‌های گوشتی شده است که در مقایسه با جوجه‌های گوشتی قبلی در یک‌سوم زمان (۳۲ در مقابل ۱۰۱ روز) و با یک‌سوم خوراک مصرفی آنها (ضرایب تبدیل خوراک محاسبه‌شده ۱/۴۷ در مقابل ۴/۴۲) به وزن ۱۸۱۵ گرم می‌رسند. در عمل، باید داده‌های روز ۴۳ راس ۳۰۸ با داده‌های ۸۵ روزگی (سن بازار) پرنده‌های ACRBC مقایسه شود. گذشته از اختلافات در وزن لاشه، جالب‌توجه است که درصد لاشه

نکته

۸۵ درصد از بهبود عملکرد جوجه‌های گوشتی به دلیل بهبود ژنتیک آنها بوده است.

حدود ۶ درصد در پرنده امروزی بالاتر بود. این مشاهدات با افزایش دو برابری گوشت سینه در پرنده‌های امروزی و کاهش ۴ تا ۵ درصدی چربی لاشه در زمان کشتار همراهی می‌کرد (جدول ۱۰-۵).

مشخص شده است که اختلافات ژنتیکی بیماری‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد. یکی از اثرات منفی نرخ رشد بالا، افزایش حساسیت به بیماری‌ها مانند بیماری مارک[1] است. در شرایط تجاری، بروز بیماری‌های عفونی یا متابولیکی جوجه‌های گوشتی دارای رشد سریع را در مقایسه با آنهایی که رشد کندتری دارند با مرگ‌ومیر بالاتری مواجه می‌کند. اثر ویژه جیره روی پاسخ ایمنی شناخته شده است. به عنوان مثال، کمبود اسیدهای آمینه و انرژی موجب کاهش سلول‌های T تیموسی و نیز کاهش پاسخ ایمنی هومورال به گلبول قرمز گوسفندی می‌شود. پاسخ ایمنی سویه‌های مختلف روی رژیم‌های غذایی گوناگون مقایسه شد. روش استفاده‌شده شامل پاسخ آنتی‌بادی علیه گلبول قرمز گوسفندی و تکثیر لنف در شرایط درون‌تنی بود. نتیجه‌گیری شد که انتخاب ژنتیکی برای بهبود عملکرد جوجه‌های گوشتی اثری منفی روی پاسخ ایمنی اکتسابی (تولید آنتی‌بادی) داشته است. همین‌طور به نظر می‌رسد که ایمنی با واسطه سلولی و پاسخ التهابی سیستم ایمنی در سویه‌های انتخاب‌شده برای نرخ رشد سریع بهبود یافته است.

داده‌های این مطالعه نشان می‌دهد که انتخاب ژنتیکی حدود ۸۵ تا ۹۰ درصد و تغذیه حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد تغییرات ایجادشده در نرخ رشد جوجه‌های گوشتی طی ۴۵ سال گذشته را باعث شده‌اند. اثر منفی بر پاسخ ایمنی می‌تواند برنامه‌های انتخابی آینده را تحت تاثیر قرار دهد.

[1]. Marek's disease

جدول ۱۰–۳: جیره‌های مورد استفاده برای رژیم‌های ۱۹۵۷ و ۲۰۰۱ (هیونستاین و همکاران، ۲۰۰۳)

	۱۹۵۷		۲۰۰۱			
دوره	آغازین	رشد	آغازین	رشد	رشد	پایانی
سن (روز)	۱ تا ۲۱	۳۵–۲۵	۱ تا ۲۱	۳۵–۲۵	۴۲–۳۶	۸۴–۴۳
مواد خوراکی (درصد)						
ذرت	۶۱/۰۰	۶۶/۵۰	۵۷/۶۰	۶۷/۹۵	۷۳/۲۵	۷۴/۳۰
کنجاله سویا (۴۸ درصد CP)	۲۳/۸۰	۱۳/۳۰	۳۰/۰۰	۲۳/۰۵	۱۷/۹۰	۱۶/۸۰
پودر گوشت و استخوان (۵۰ درصد CP)	۲/۵۰	۳/۰۰	–	–	–	–
پودر ماهی	۲/۵۰	۲/۵۰	–	–	–	–
پودر یونجه (۱۷ درصد CP)	۲/۵۰	۳/۰۰	–	–	–	–
ضایعات بوجاری گندم	۰	۱۰/۰۰	–	–	–	–
پودر آب‌پنیر	۲/۵۰	۰	–	–	–	–
دانه‌های تقطیری	۲/۵۰	۰	–	–	–	–
پودر لاشه طیور	–	–	۵/۰۰	۵/۰۰	۵/۰۰	۵/۰۰
چربی طیور	–	–	۴/۰۰	۱/۸۰	۱/۸۴	۲/۲۰
دی‌کلسیم فسفات	۱/۶۵	۰/۵۵	۱/۲۵	۰/۲۵	۰	۰
سنگ آهک	۰/۷۰	۰/۷۰	۱/۰۰	۰/۶۵	۰/۶۸	۰/۴۲
نمک	۰/۳۰	۰/۳۵	۰/۴۰	۰/۴۳	۰/۴۲	۰/۴۴
پیش‌مخلوط معدنی	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰
کولین کلرید	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۰۵
دی‌ال-متیونین	–	–	۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۱۷	۰/۱۸
ال-لیزین-HCl	–	–	۰	۰/۰۷	۰/۱۴	۰/۰۶
ویتامین‌های ۲۰۰۱	–	–	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
ویتامین‌های ۱۹۵۷	۰/۰۵	۰/۰۵	–	–	–	–
پیش‌مخلوط سلنیم	–	–	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰
های-*D*	–	–	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
ناتافوس	–	–	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
کوبان ۶۰	–	–	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
باسیفرم	–	–	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
کل	۱۰۰/۰۱	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۱	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰
ترکیب						
انرژی قابل‌متابولیسم (مگاژول/کیلوگرم)	۱۲/۱۱	۱۲/۲۶	۱۳/۰۰	۱۳/۲۰	۱۳/۴۰	۱۳/۶۰
پروتئین (درصد)	۲۱/۳۰	۱۷/۶۰	۲۳/۰۰	۲۰/۵۰	۱۸/۵۰	۱۸/۰۰
لیزین (درصد)	۱/۱۸	۰/۹۰	۱/۲۵	۱/۱۰	۱/۰۰	۰/۹۰
متیونین + سیستین (درصد)	۰/۷۵	۰/۶۵	۰/۹۱	۰/۸۷	۰/۸۴	۰/۸۰
کلسیم (درصد)	۱/۳۵	۱/۲۰	۰/۹۰	۰/۵۵	۰/۵۰	۰/۴۰
فسفر غیرفیتاتی (درصد)	۰/۶۱	۰/۴۴	۰/۴۲	۰/۲۳	۰/۱۸	۰/۱۷
سدیم (درصد)	۰/۱۸	۰/۲۰	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲

CP = پروتئین خام

جدول ۱۰–۴: وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک در جوجه‌های گوشتی نر در سن‌های ۲۱ و ۴۲ و ۸۴ روزگی (برگرفته از هیونستاین و همکاران، ۲۰۰۳)

سویه	جیره	وزن بدن (گرم)			ضریب تبدیل خوراک (گرم/گرم)		
		۲۱ روزگی	۴۲ روزگی	۸۴ روزگی	۲۱ روزگی	۴۲ روزگی	۸۴ روزگی
۲۰۰۱	۲۰۰۱	۷۹۱	۲۹۰۳	۵۹۵۸	۱/۳۱	۱/۵۸	۲/۶۸
۲۰۰۱	۱۹۵۷	۶۴۷	۲۲۷۱	۴۶۶۱	۱/۴۸	۱/۸۸	۳/۲۶
۱۹۵۷	۲۰۰۱	۲۱۰	۶۴۱	۱۹۰۷	۱/۷۸	۲/۰۵	۲/۹۵
۱۹۵۷	۱۹۵۷	۱۸۴	۵۹۱	۱۷۱۵	۱/۷۲	۲/۲۸	۳/۵۷

جدول ۱۰–۵: صفات لاشه جوجه‌های گوشتی نر (برگرفته از هیونستاین و همکاران، ۲۰۰۳)

سویه	جیره	لاشه گرم (کیلوگرم)		چربی لاشه (درصد)		گوشت سینه (درصد)		لاشه گرم (درصد)	
		۴۳ روزگی	۸۵ روزگی	۴۳ روزگی	۸۵ روزگی	۴۳ روزگی	۸۵ روزگی	۴۳ روزگی	۸۵ روزگی
۲۰۰۱	۲۰۰۱	۲۰۷۸	۴۵۹۱	۱۹/۵	۱۴/۷	۱۹/۵	۲۱/۲	۷۲/۳	۷۴/۳
۲۰۰۱	۱۹۵۷	۱۵۳۶	۳۴۹۴	۱۲/۱	۱۰/۸	۱۷/۰	۱۹/۷	۶۸/۷	۷۳/۸
۱۹۵۷	۲۰۰۱	۳۹۱	۱۲۱۶	۱۰/۸	۱۶/۸	۱۱/۲	۱۱/۸	۶۱/۵	۶۶/۱
۱۹۵۷	۱۹۵۷	۳۴۰	۱۱۰۱	۷/۸	۱۳/۲	۱۱/۵	۱۲/۰	۶۰/۴	۶۵/۲

تغییر دادن شکل منحنی رشد

افزایش نرخ رشد یکی از اهداف پایه پرورش حیوانات است (شکل ۱۰–۹). این افزایش نه تنها میزان عملکرد و در نتیجه چرخه اقتصادی، بلکه کارایی زیستی را نیز بهبود می‌دهد. بهبود کارایی زیستی به معنی تولید گوشت بیشتر در ازای خوراک کمتر است. از آنجایی که افزایش وزن پروتئین هم کارایی و هم کیفیت تولید را کنترل می‌کند، انتخاب برای رشد، نرخ تولید گوشت لخم را در حیوانات افزایش می‌دهد (شکل ۱۰–۱۰).

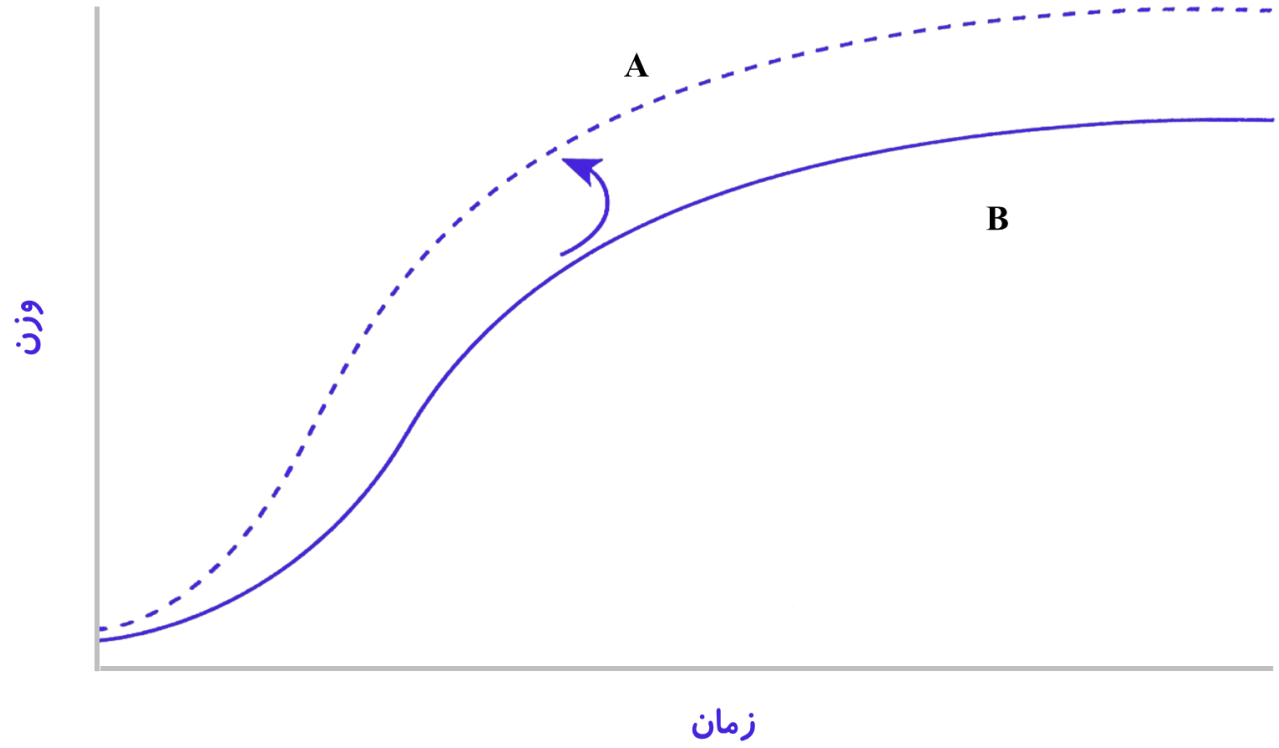
نتایج انتخاب حیوانات برای پتانسیل بالاتر عبارتند از:

- توصیف شکل متفاوتی از بلوغ به صورت وزنی که حیوانات در آن به بلوغ می‌رسند.
- حیوانات زودتر بالغ می‌شوند و در یک سن مشخص لاشه پرگوشت‌تری دارند. یکی از نتایج این مساله بالا رفتن وزن مناسب کشتار است.
- وزن این حیوانات در زمان بلوغ بالاتر است و نیاز نگهداری آنها افزایش می‌یابد.
- پروار کردن این حیوانات دشوارتر است.
- انتخاب برای رشد و گوشت بیشتر می‌تواند از نظر اقتصادی سودمند باشد، اما اثری منفی بر سایر صفات مانند باروری و سلامتی اسکلت دارد.

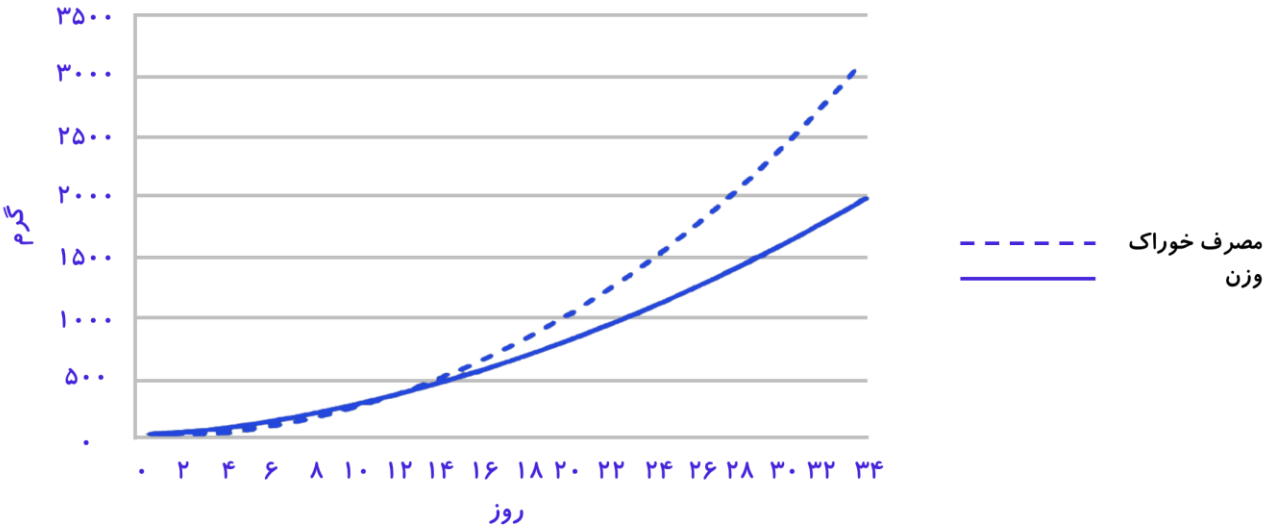
> ■ **نکته**
> به طور کلی هر چه خوراک کمتری مصرف شود جوجه گوشتی کارآمدتر خواهد شد.

کارایی رشد

به طور معمول، کارایی رشد با اندازه‌گیری ضریب تبدیل خوراک ارزیابی می‌شود. خیلی ساده، ضریب تبدیل خوراک عبارت از تعداد واحدهای خوراک مورد نیاز برای



شکل ۱۰–۹: نتیجه انتخاب ژنتیکی برای بالا بردن افزایش وزن زنده: شیب «وزن در طول زمان» تندتر می‌شود و وزن بالغ نهایی افزایش می‌یابد (از A تا B)



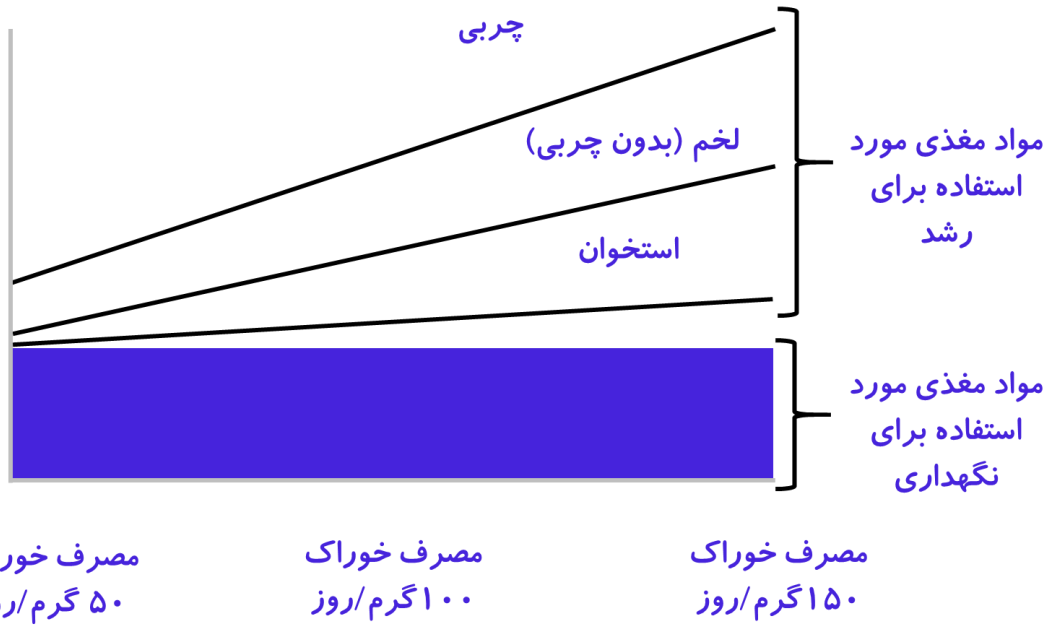
شکل ۱۰–۱۰: کارایی تبدیل خوراک به رشد در جوجه‌های گوشتی

تولید یک واحد جوجه است. به طور کلی، هرچه خوراک کمتری برای تولید ۱ کیلوگرم جوجه استفاده شود کارایی بالاتر خواهد بود. ضریب تبدیل خوراک بین ۱/۴ تا ۲/۵ است. برخی از منابع برعکس این را استفاده می‌کنند که با نام کارایی تبدیل خوراک شناخته می‌شود و معادل تعداد واحدهایی از جوجه است که به ازای هر کیلوگرم خوراک مصرفی تولید می‌شود. مزیت استفاده از کارایی تبدیل خوراک این است که مقدار بالاتر آن نشان‌دهنده بهبود است. عیب این روش آن است که ضریب تبدیل خوراک به صورت تجاری استفاده می‌شود و تعداد کمی از افراد

مفهوم کارایی تبدیل خوراک را در نگاه اول درک می‌کنند. **نرخ مطلق رشد** اولین عامل تعیین‌کننده کارایی تبدیل خوراک به گوشت است. هرچه نرخ مطلق رشد بالاتر باشد، صرفه‌جویی بیشتری در خوراک مورد استفاده برای نگهداری صورت می‌گیرد. هزینه‌های نگهداری به صورت روزمره تحمیل می‌شوند و خوراک استفاده می‌شود بدون آنکه محصولی تولید گردد. هزینه نگهداری حیوان دارای رشد آهسته برابر با حیوانی است که رشد سریع دارد، اما محصول کمتری برای جبران هزینه ثابت نگهداری تولید می‌کند. به خاطر مقدار بالای آب در بافت‌های لخم، هزینه مواد مغذی برای رشد بافت‌های چربی تقریبا سه برابر رشد بافت‌های لخم است. به این دلیل، مهم‌ترین جزء افزایش وزن روزانه پروتئین است که هم کارایی تولید و هم کیفیت تولید را کنترل می‌کند. نسبت بافت لخم به چربی بعد از نرخ رشد دومین کنترل‌کننده کارایی استفاده از خوراک است. مختصات جیره و برنامه‌های تغذیه‌ای در راستای بهینه کردن این پارامترها ایجاد می‌شوند. شکل ۱۰-۱۱ نشان می‌دهد که چگونه یک پرنده به نسبت کل خوراک دریافتیش رشد (افزایش وزن بدن) می‌کند. با افزایش فاصله بین دو خط، کارایی به‌دست‌آمده به شکل ضریب تبدیل خوراک کاهش می‌یابد. با افزایش وزن راندمان خوراک به خاطر نیاز نگهداری بالاتر کاهش می‌یابد.

دیگر شاخص‌های عملکردی مانند درصد لاشه، ترکیب لاشه و درصد گوشت سینه نیز به خاطر فرآوری‌های بعدی اهمیت یافته‌اند. در گذشته، کسانی که در امر فرآوری فعالیت می‌کردند هر نوع جوجه در دسترسی را استفاده می‌نمودند، اما امروزه تمایل به سمت انواع و ترکیب خاصی از لاشه‌ها است. این لاشه‌ها باید انتظارات خاصی برای قطعه‌بندی، بدون استخوان کردن و ساخت فرآورده‌های جدید بعد از این مراحل را برآورده کنند.

مصرف خوراک واقعی به‌دست‌آمده در یک واحد عامل تعیین‌کننده کلیدی راندمان خوراک است. مصرف خوراک بالاتر به معنی بالاتر بودن نسبت مواد مغذی خورده‌شده برای تامین نیاز رشد است. از شکل ۱۰-۱۱ می‌توان استنباط کرد که بازده از صفر درصد جایی که تنها هزینه نگهداری را برآورده می‌کند تا بیش از ۱۰۰ درصد در سطوح بالای مصرف خوراک افزایش می‌یابد. هوانگ و همکاران (۲۰۰۹) اثرات محدودیت خوراک را بر عملکرد جوجه‌های گوشتی نر دو سویه آمیخته امروزی بررسی کردند. جوجه‌ها در قفس‌های انفرادی نگهداری شدند و یکی از چهار رژیم غذایی در حد اشتها، ۹۰، ۸۰ و ۷۰ درصد اشتها را از ۲۴ تا ۳۱ روزگی دریافت کردند. همه جوجه‌ها یک جیره رشد بر پایه ذرت دارای تراکم پایین مواد مغذی (۱۲/۶۶ مگاژول در کیلوگرم انرژی قابل-متابولیسم و ۹/۲ گرم در کیلوگرم لیزین) را دریافت نمودند. پرنده‌های تغذیه‌شده در حد اشتها، در مقایسه با آنهایی که با محدودیت خوراک مواجه بودند، به طور معنی‌داری وزن بیشتری گرفتند و به طور معنی‌داری ضریب تبدیل خوراک بهتری داشتند. افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک برای هر دو سویه یکسان بود. انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری و ابقای ازت اندازه‌گیری و مشخص گردید که به طور معنی‌داری تحت تاثیر رژیم غذایی یا سویه پرنده قرار نگرفت. وقتی مصرف انرژی به هر میزانی محدود می‌شود، بخش بزرگ‌تری از آن برای نگهداری (تا آنکه برای تولید) استفاده می‌گردد و به طور هم‌زمان تولید گرما (گرمای افزایشی) کاهش می‌یابد. از این رو، انرژی خالص یک جیره نه تنها به وسیله ساختار شیمیایی آن بلکه به وسیله مقدار مصرف آن توسط هر حیوان تعیین می‌شود.



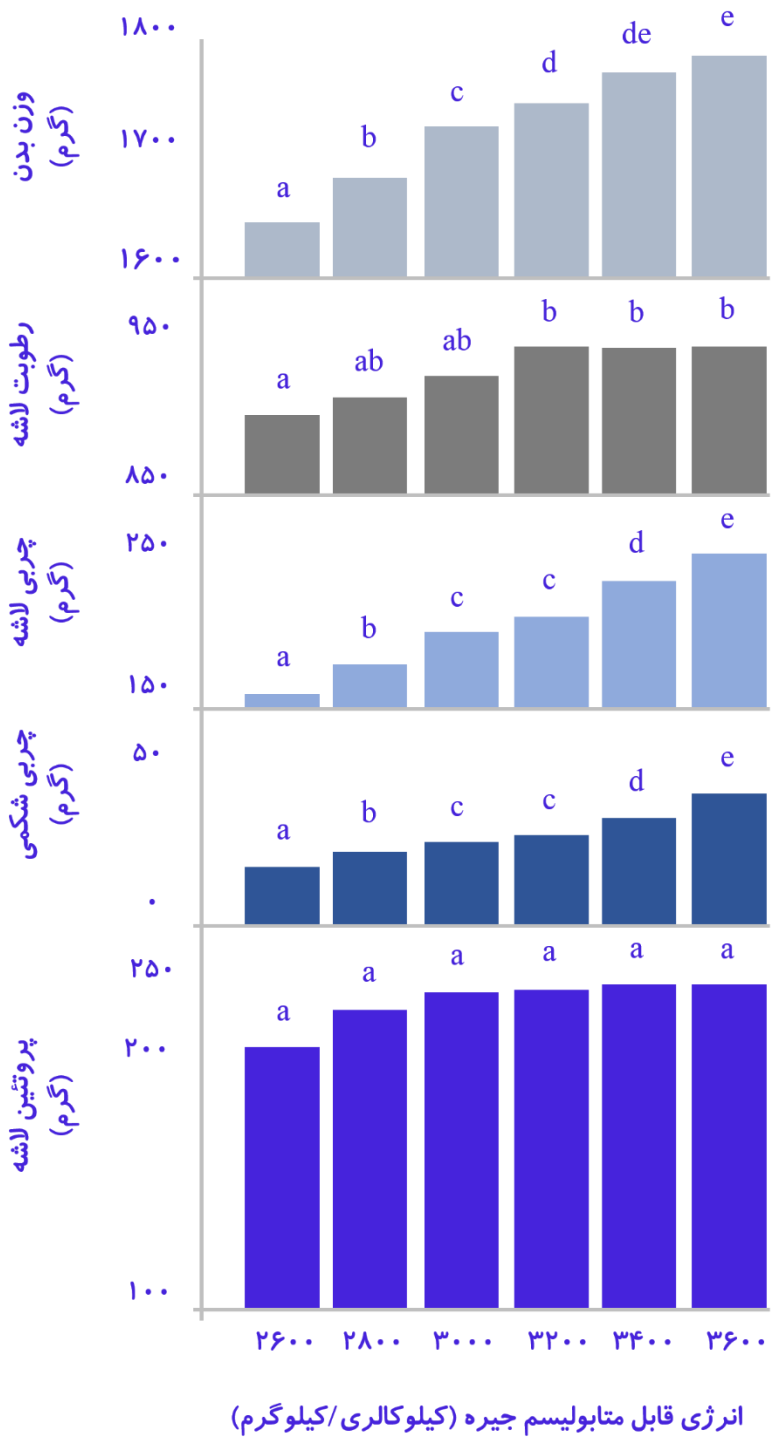
شکل ۱۰–۱۱: نمایشی از چگونگی تاثیر مصرف خوراک بالاتر بر کارایی تبدیل خوراک (این داده‌ها فرضی هستند)

اثر تغذیه روی رشد

مواد مغذی را می‌توان دستکاری کرد تا اثر سودمندی بر ترکیب لاشه جوجه‌های گوشتی داشته باشند. به طور کلی، جیره‌های پرانرژی لاشه‌های چرب تولید می‌کنند و بالعکس. از طرف دیگر، جیره‌های حاوی پروتئین بالا منجر به لخم شدن لاشه می‌شوند. مصرف انرژی مازاد به نسبت پروتئین باعث چاق شدن حیوان می‌شود، در حالی که مصرف مقادیر مازاد پروتئین به نسبت انرژی می‌تواند باعث لاغری حیوان گردد. متاسفانه، تغییرات ساده‌ای مانند اینها مقرون‌به‌صرفه نیست، زیرا اغلب حد مطلوب پرگوشت شدن لاشه تنها با سطوح بالای غیراقتصادی پروتئین حاصل می‌شود. همان‌گونه که در شکل ۱۰-۱۲ دیده می‌شود، اثر کاهش سطح انرژی بیشتر به دلیل کاهش مقدار چربی لاشه است تا آنکه ناشی از افزایش قابل‌توجهی در مقدار پروتئین لاشه باشد. غالبا دستکاری-هایی از این دست پذیرفته‌شده نیست، چرا که راندمان خوراک با این سطوح پایین انرژی کاهش پیدا می‌کند. یک راه جالب‌تر بهبود کیفیت لاشه افزایش سطح پروتئین (اسید آمینه) جیره هم‌زمان با حفظ سطوح استاندارد انرژی است. واضح است که رشد پروتئین به صورت خطی به مصرف خوراک پاسخ می‌دهد تا به یک نقطه حداکثر برسد و پس از آن به یک حالت ایستا می‌رسد. سطوح پروتئین جیره اهمیت بسیار زیادی در جیره‌نویسی تجاری دارد. هم‌زمان با افزایش سطح پروتئین جیره حیوان لخم‌تر می‌شود. اگرچه دوباره این حالت اساسا به دلیل کاهش ذخیره چربی است. جیره‌های حاوی پروتئین خیلی پایین می‌توانند موجب افت افزایش پروتئین شوند؛ اگرچه در دامنه ۲۰ تا ۳۶ درصد تغییر اندکی در محتوای پروتئین لاشه رخ می‌دهد. بنابراین، اقتصاد چنین برنامه‌ای به توانایی یافتن قیمت فروش بالاتر برای لاشه لخم تکیه خواهد داشت. یک حالت دیگر این است که تولید لاشه لخم‌تر نیاز به پاک کردن چربی در حین فرآوری را کاهش دهد.

انرژی و تغذیه جوجه‌های گوشتی

خوراک ۷۰ درصد هزینه پرورش جوجه‌های گوشتی را در برمی‌گیرد و انرژی مورد نیاز جوجه‌های گوشتی ۶۰ درصد از کل هزینه خوراک را به خود اختصاص می‌دهد؛ بنابراین، انرژی جیره جوجه‌های گوشتی بیش از ۴۰ درصد هزینه



شکل ۱۰–۱۲: وزن بدن و ترکیب لاشه جوجه‌های گوشتی دریافت‌کننده جیره‌های حاوی سطوح مختلف انرژی (بر اساس لیسون و سامرز، ۲۰۰۱)

> ■ **نکته**
>
> تراکم انرژی جیره شاخصی کلیدی از سودآوری کل است.

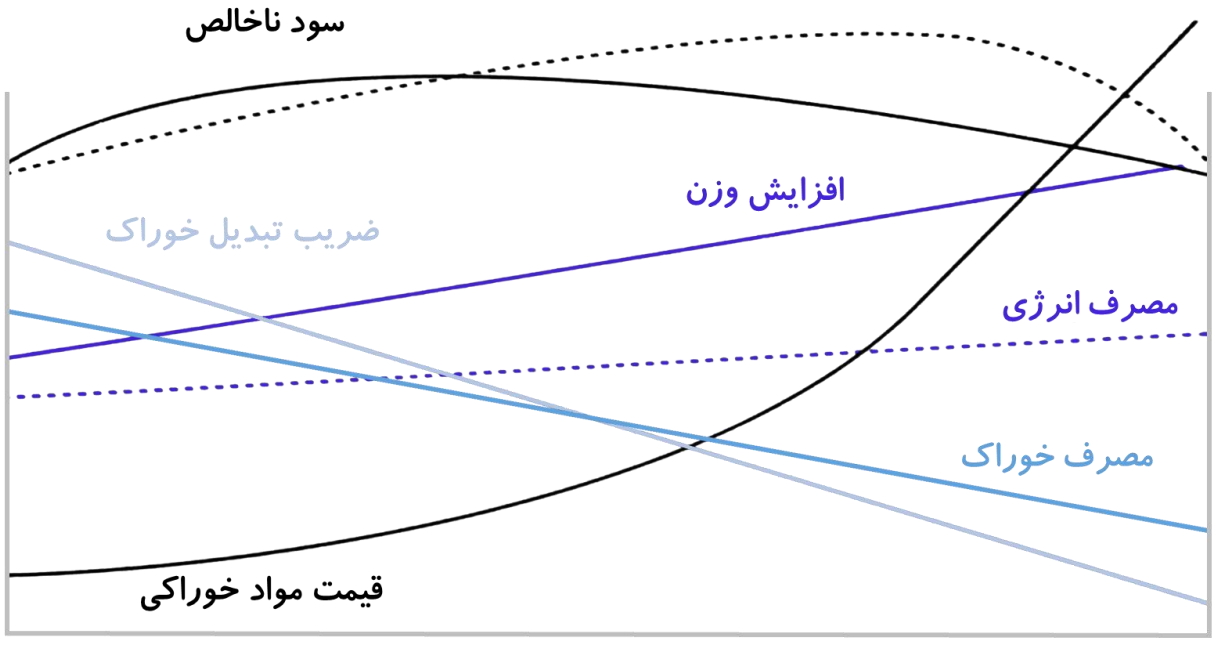
تولید جوجه‌های گوشتی را شامل می‌شود. قبلا انرژی را به‌طور کلی مورد بحث قرار دادیم (فصل ۳) و در اینجا بیشتر به جنبه‌های کاربردی تغذیه انرژی در جوجه‌های گوشتی خواهیم پرداخت. باید یادآوری کرد که بخش زیادی از کل انرژی مورد نیاز جوجه گوشتی به سادگی برای نگهداری زندگی نیاز است.

انرژی برای رشد

از آنجایی که انرژی مورد نیاز برای رشد بافت‌های لخم حدود سه برابر انرژی مورد نیاز برای ساخت بافت‌های چربی است، ضرورت دارد که نرخ رشد هر دو بافت‌های لخم و چربی را برای محاسبه انرژی بدانیم. بسته به نسبت بافت چربی به بافت لخم در بدن، انرژی مورد نیاز برای رشد تقریبا بین ۱۵ تا ۴۶ کیلوژول (متوسط ۲۰/۹ کیلوژول) به ازای هر گرم افزایش وزن متغیر است. استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی تنها روش موثر محاسبه نیاز انرژی در مقادیر مختلف افزایش وزن چربی است.

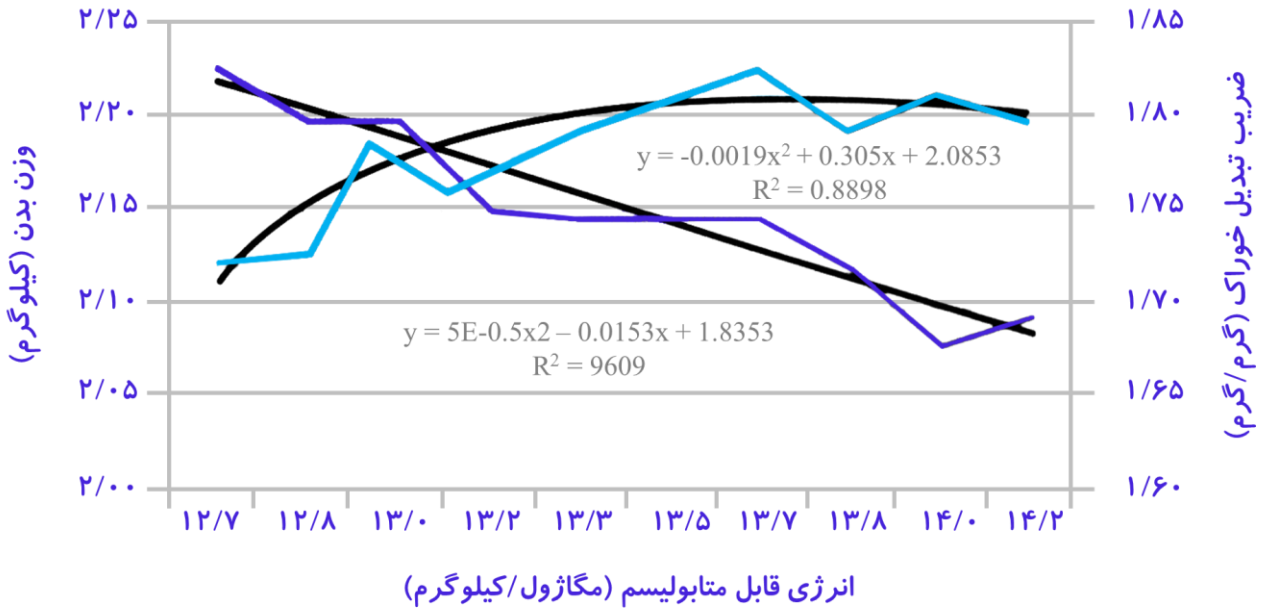
شیوه پاسخ جوجه‌های گوشتی به سطح انرژی را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

- با افزایش تراکم انرژی، مقدار فیبر جیره کاهش و مقدار چربی جیره افزایش و از این رو قابلیت هضم جیره پرانرژی افزایش می‌یابد که به بهبود راندمان خوراک منجر می‌شود. آزمایشات انجام‌شده در شرایط محلی نشان داده است که کارایی تبدیل خوراک به ازای هر ۲۰ کیلوکالری (۰/۰۸ مگاژول) افزایش در انرژی جیره ۱ نقطه افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر، ۰/۴ مگاژول در کیلوگرم اختلاف در انرژی جیره به ۱۰ نقطه کارایی تبدیل خوراک منجر می‌شود.
- در نسبت ثابت انرژی به پروتئین و در محدوده متعارف انرژی جیره، افزایش سطح انرژی اثر مثبتی روی مصرف انرژی دارد.
- اثر سودمند جیره‌های پرانرژی بر عملکرد تا حد بسیار زیادی به افزایش مقدار چربی در این جیره‌های پرتراکم نسبت داده می‌شود.
- با افزایش انرژی جیره پرنده‌ها تمایل به چاق‌تر شدن دارند.
- شکل ۱۰-۱۳ ارائه ظریفی از ارتباطات بین سطح انرژی جیره و تغییر در وزن، مصرف خوراک، کارایی تبدیل خوراک و تفاوت بین هزینه و قیمت محصول تولیدشده فراهم می‌کند.
- شکل ۱۰-۱۴ حاوی خلاصه‌ای از آزمایش صالح[1] و



شکل ۱۰-۱۳: پاسخ جوجه‌های گوشتی به سطوح افزایشی انرژی

[1]. Saleh



شکل ۱۰–۱۴: پاسخ جوجه‌های گوشتی به تراکم مواد مغذی (با استفاده از داده‌های صالح و همکاران، ۲۰۰۴)

همکاران (۲۰۰۴) است. با وجود پیشرفت ژنتیکی مشاهده‌شده در جوجه‌های گوشتی، این پرنده‌ها هنوز در یک روند قابل پیش‌بینی به انرژی پاسخ می‌دهند.

> ■ **نکته**
> باید سطحی از انرژی را انتخاب کرد که سودآوری را به حداکثر می‌رساند.

مشکل عملی برای ساخت خوراک، انتخاب سطحی از انرژی جیره است که هزینه خوراک را به حداقل اما درآمد حاصل از عملیات تغذیه جوجه‌های گوشتی را به حداکثر برساند. واضح است که جیره‌های کم‌انرژی ارزان‌تر هستند و پرنده‌ها در مقایسه با جیره‌های پرانرژی مقدار بیشتری از آنها خواهند خورد. از سوی دیگر، سیستم‌های پرورش یکپارچه (زنجیره‌های تولید) می‌توانند از عهده تهیه جیره‌های حاوی انرژی بالاتر برآیند، زیرا آنها تنها در پی به حداکثر رساندن سود هستند که شامل عملیات فرآوری نیز می‌شود. بنابراین، در عمل، واقعیت‌های تجاری سطح انرژی جیره را تعیین می‌کند. در برخی بازارها، پرورش‌دهندگان حاضر به خرید خوراک حاوی انرژی بالا نیستند.

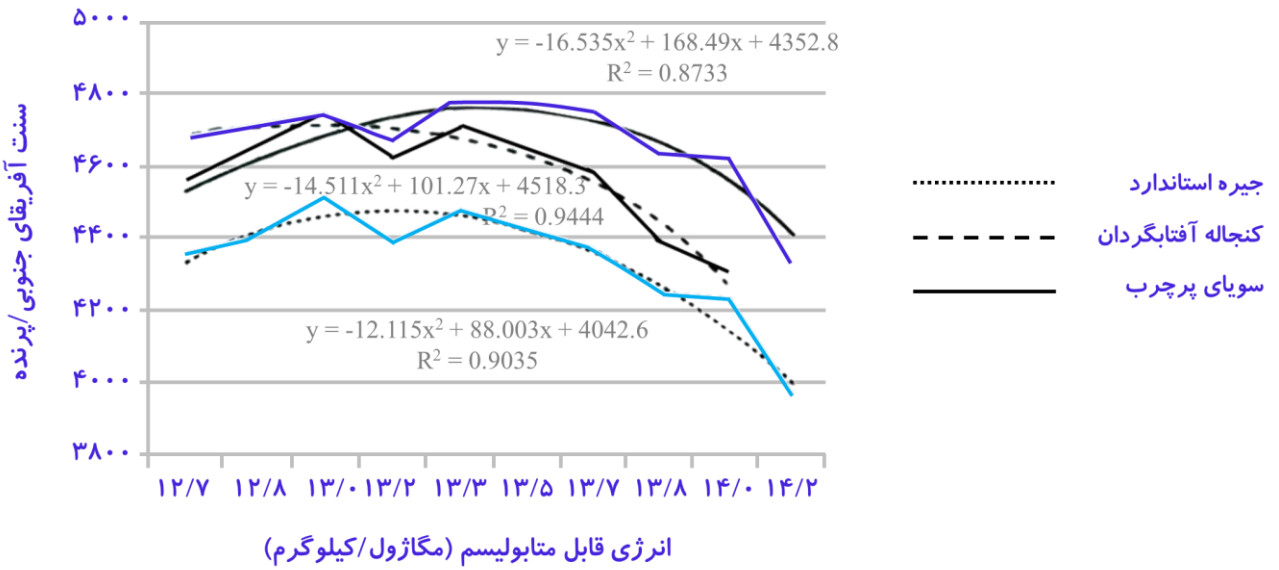
توصیه‌های عملی

از لحاظ اقتصادی ما باید همیشه برای افزایش درآمد تلاش کنیم، اما اغلب اوقات واقعیت‌های تجاری (آنچه افراد حاضر به خرید آن هستند) تصمیم نهایی را مشخص می‌کند. به طور کلی، سطح انرژی جیره باید موارد زیر را در نظر بگیرد:

- دسترسی به مواد خوراکی و قیمت آنها.
- عملکرد نهایی پرنده در حال رشد.
- محیطی که پرنده در آن پرورش می‌یابد.
- واقعیات تجاری – آنچه سایر بازیگران حاضر در بازار یا رقبا انجام می‌دهند.

با استفاده از یک برنامه جیره‌نویسی استاندارد (سینگل-میکس®[1])، الگوی ایده‌آل اسید آمینه (لمه و همکاران، ۲۰۰۴)، هزینه استاندارد مواد خوراکی و قیمت جوجه‌های گوشتی زنده امکان محاسبه درآمد در تراکم‌های مختلف انرژی جیره وجود دارد (شکل ۱۰–۱۵). گرچه این داده‌ها

[1]. Single-mix®



شکل ۱۰–۱۵: درآمد به ازای هر جوجه گوشتی در پاسخ به افزایش تراکم مواد مغذی (با استفاده از داده‌های صالح و همکاران، ۲۰۰۴)

مفید است اما آنها با استفاده از تراکم بسیار پایین (۱۰ پرنده در مترمربع) تعیین شده‌اند. کار بری[1] و همکاران (۲۰۰۸) به روشنی نشان داد که در تراکم‌های بالاتر گله، پرنده‌ها به شکل متفاوتی به مواد مغذی (در این مورد لیزین) پاسخ می‌دهند (شکل ۱۰-۲۲): بدین معنی که ممکن است داده‌های آزمایشی در شرایط تجاری کاربرد نداشته باشد. در تراکم بالای گله، ممکن است رشد قابل‌انتظار در تراکم پایین‌تر بیش از حد تخمین زده شود. صالح و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که استفاده از جیره‌های متراکم باعث افزایش تلفات و مشکلات پا شد. وقتی نسبت پروتئین به انرژی ثابت نگه داشته شد، افزایش تراکم مواد مغذی اثر منفی بر چربی محوطه شکمی نداشت. مقدار و درصد گوشت سینه به رغم تغییر تراکم مواد مغذی ثابت ماند.

تصمیم‌گیری در مورد سطح انرژی مورد استفاده بیشتر به فراهمی مواد خوراکی بستگی دارد. در کشورهای پیشرفته طیف کاملی از مواد خوراکی فراهم است، اما احتمالا در مورد مناطق کمتر توسعه‌یافته چنین نیست. بنابراین، باید

> **نکته**
> فراهم بودن مواد خوراکی روی تراکم بهینه انرژی تاثیر می‌گذارد.

ارزیابی کاملی صورت بگیرد. روش توصیف‌شده در بالا برای ارزیابی راهبرد استفاده از کنجاله آفتابگردان و سویای پرچرب[2] (در صورتی که با قیمت ارزان در دسترس باشند) به کار گرفته شد. این ارزیابی (شکل ۱۰-۱۵) نشان داد که در صورت در دسترس بودن کنجاله آفتابگردان کاهش تراکم مواد مغذی جیره معقول به نظر می‌رسد. از سوی دیگر، در صورت فراهم بودن سویای پرچرب با قیمت مناسب استفاده از جیره حائز تراکم بالاتر منطقی خواهد بود.

پروتئین و تغذیه جوجه‌های گوشتی

قبل از شروع به بحث در مورد نیاز پروتئین جوجه‌های گوشتی، لازم است یادآوری کنیم که این کل پرنده‌های حاضر در سالن هستند که تغذیه می‌شوند (نه میانگین

1. Berri
2. Full fat soybean

نکته

سطح پروتئین مورد استفاده در جیره به محصول مورد نیاز بستگی دارد.

آنها). پرنده‌ها به دریافت یک ماده مغذی، چه به صورت پروتئین متعادل باشد یا یک اسید آمینه واحد، به شیوه مشخصی پاسخ می‌دهند. هر پرنده تا برآورده شدن پتانسیل ژنتیکی خود پاسخ خواهد داد و بیشتر از پتانسیل ژنتیکی پرنده تولیدی حاصل نخواهد شد. از سوی دیگر، پاسخ بروزیافته توسط یک گله با افزایش مقدار دریافت ماده مغذی (پروتئین یا اسید آمینه)، معمولا به صورت ملایمی کاهش می‌یابد.

از لحاظ تئوری تا وقتی که همه اسیدهای آمینه در حد نیاز تامین شده باشند و آنتاگونیسم آشکاری وجود نداشته باشد، کیفیت پروتئین یا تعادل اسید آمینه نباید عملکرد پرنده را متاثر کند. اما در عمل، تعادل ضعیف جیره‌ها موجب عملکرد پایین می‌شود. موریس و همکاران (۱۹۹۹) نشان دادند که عملکرد پایین‌تر از حد انتظار ممکن است نتیجه افزایش نیاز اسید آمینه محدودکننده با افزایش پروتئین خام باشد. این اثر را تنها می‌توان تا حدودی با تعمیم آن به عدم تعادل اسید آمینه توصیف‌شده توسط موریس و همکاران (۱۹۹۹) توضیح داد (جدول ۴-۵). این یافته‌ها توسط نتایج استرلینگ[1] و همکاران (۲۰۰۵) مورد تایید قرار می‌گیرد. آنها به وضوح نشان دادند که ارتباطی بین لیزین و پروتئین خام در جوجه‌های گوشتی جوان وجود دارد (شکل ۱۰-۱۶). اغلب هنگام بحث در مورد نیاز پروتئین جوجه‌های گوشتی، لیزین (نه پروتئین خام) به عنوان شاخص کیفیت پروتئین استفاده می‌شود. فرض می‌شود که بقیه اسیدهای آمینه در تعادل صحیح (پروتئین ایده‌آل) موجود هستند. در جوجه‌های گوشتی، این تعادل با بلوغ پرنده‌ها تغییر می‌کند (جدول ۴-۴ و شکل ۴-۳).

نیاز پروتئین برای نگهداری

نیاز پروتئین برای نگهداری تابعی از دفع درون‌زادی ازت در جوجه‌ها است. مشخص شده که این دفع تقریبا ۲۵۰ میلی‌گرم ازت به ازای هر کیلوگرم وزن بدن است. در عمل، یک خروس با دریافت جیره‌ای که تقریبا ۷ گرم پروتئین در روز فراهم می‌کند تعادل ازت خود را در بلندمدت حفظ خواهد کرد. این مقدار متناظر با جیره حاوی ۳ تا ۵ درصد پروتئین هنگام تغذیه در حد اشتها است. نیازهای نگهداری اسیدهای آمینه در جدول ۴-۳ آورده شده است.

نکته

رشد پرها به مقادیر زیادی اسید آمینه نیاز دارد.

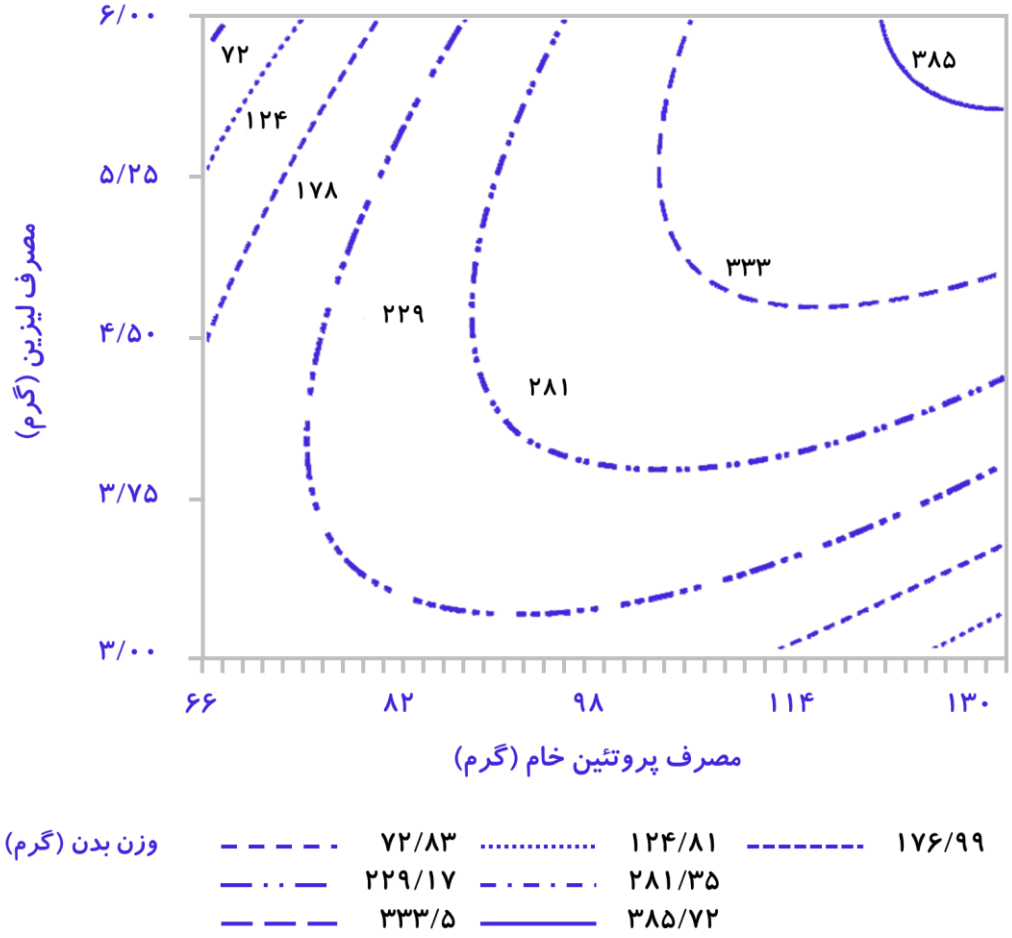
نیاز پروتئین برای رشد پرها

در حدود سن ۳ هفتگی، پرها حدود ۴ درصد وزن بدن را تشکیل می‌دهند. در سن ۶ هفتگی، این مقدار تا حدود ۶/۵ درصد افزایش می‌یابد. پروتئین پرها حدود ۸۲ درصد است. از این رو، نیاز روزانه پروتئین برای رشد پر در سن ۶ هفتگی حدود ۵ تا ۶ گرم در روز است. با توجه به سطوح بالای اسیدهای آمینه گوگرددار در پرها، گنجاندن مقادیر کافی از آنها در جیره حائز اهمیت است.

نیاز پروتئین برای رشد

لاشه جوجه‌های گوشتی حاوی تقریبا ۱۷/۵ درصد پروتئین است. نیاز روزانه پروتئین برای رشد بافت‌ها را می‌توان با ضرب کردن افزایش وزن روزانه بدن در ۱۷/۵ درصد و تقسیم آن بر ۶۰ درصد (کارایی استفاده از پروتئین خوراک) محاسبه کرد. این به معنی افزایش وزن ۹ گرمی پروتئین (به صورت روزانه) در جوجه‌ای است که

[1]. Sterling



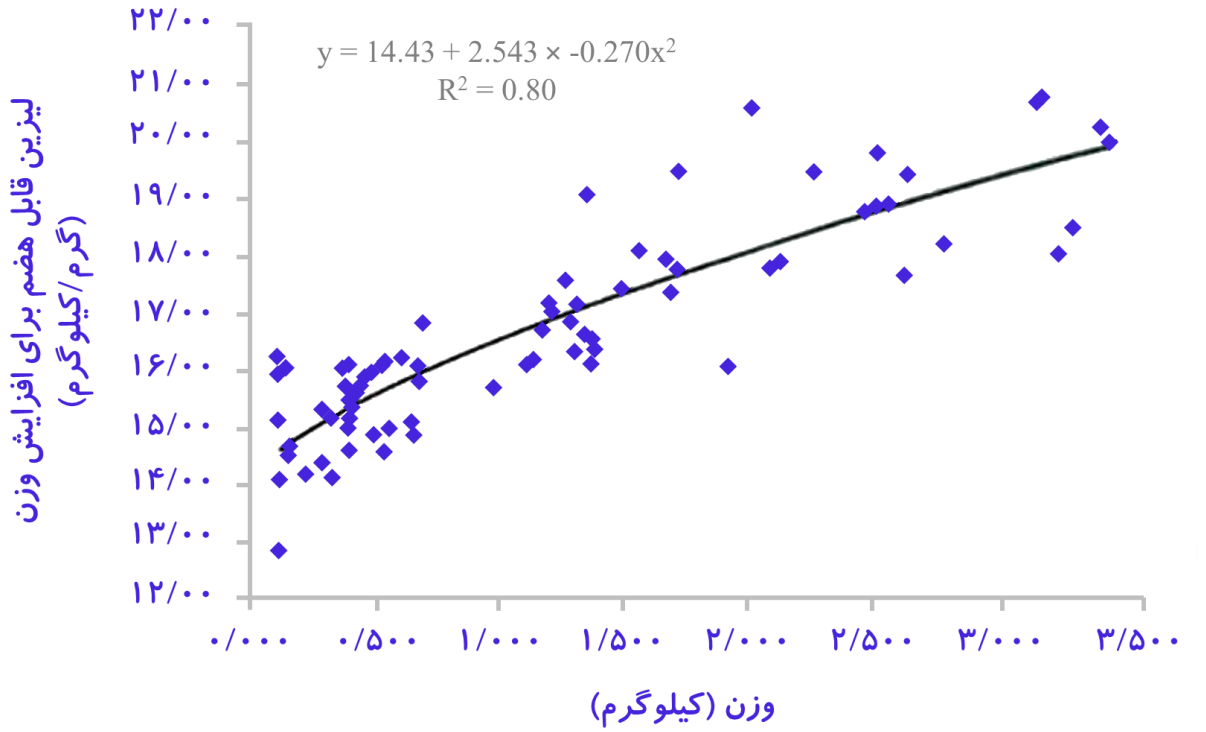
شکل ۱۰–۱۶: پلات سطحی افزایش وزن بدن جوجه‌های گوشتی به عنوان تابعی از مصرف پروتئین خام و لیزین از سن ۱۰ تا ۱۷ روزگی (استرلینگ و همکاران، ۲۰۰۵)

روزانه ۵۰ گرم افزایش وزن دارد. برای این افزایش وزن، تامین حدود ۱۵ گرم پروتئین از طریق جیره نیاز خواهد بود. حدود ۶۵ میلی‌گرم لیزین به ازای هر گرم افزایش پروتئین نیاز است، یعنی اینکه نیاز لیزین باید ۶۸۵ میلی‌گرم باشد. تخمین نیاز اسید آمینه برای رشد در جدول ۴-۳ نشان داده شده است. روستگنو و همکاران (۲۰۱۱) معادله‌ای را برای تخمین نیاز لیزین قابل‌هضم در جوجه-های گوشتی نر و ماده منتشر کرده‌اند (شکل ۱۰-۱۷).

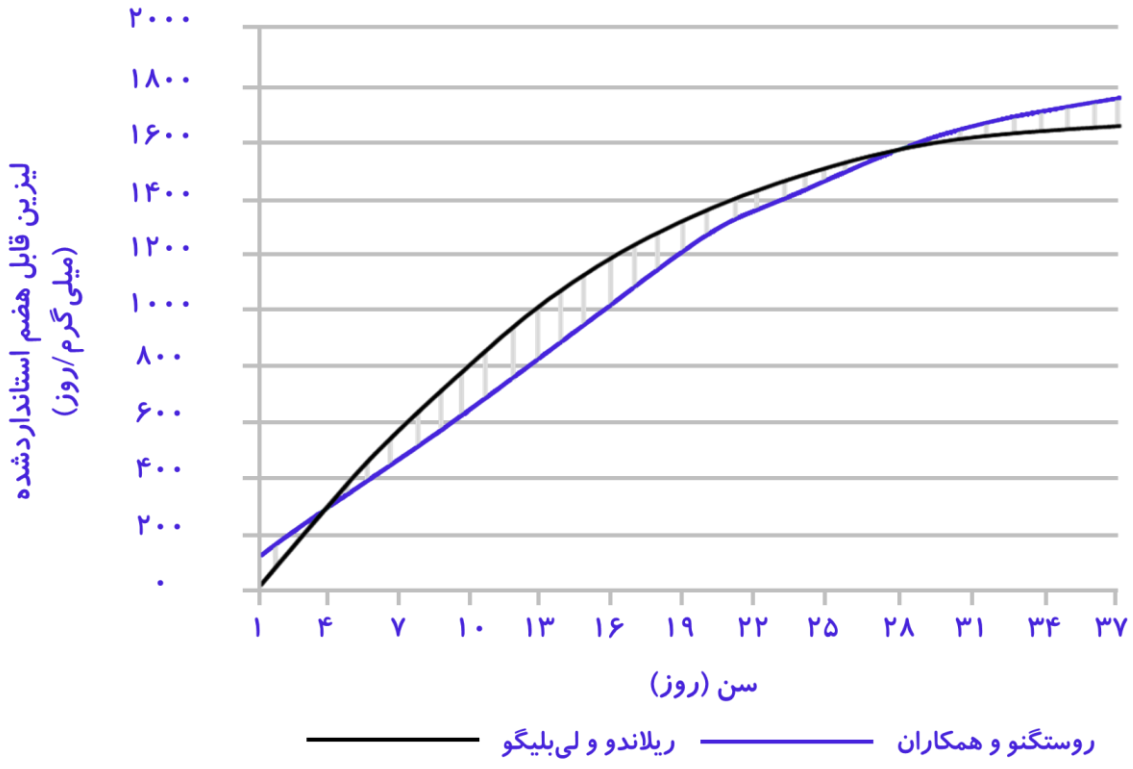
پاسخ به صورت یک منحنی است، در حالی که پاسخ تعیین‌شده توسط ریلاندو و لی‌بلیگو (۲۰۰۴) بیانگر آن بود که بهره‌وری از گرم لیزین مصرفی در روز تحت تاثیر سرعت رشد پرنده در روز قرار نگرفت (شکل ۴-۴). در تلاش برای روشن کردن این مساله، از معادلات ارائه‌شده توسط محققین مذکور برای پیش‌بینی نیاز لیزین قابل‌هضم یک جوجه گوشتی در حال رشد (با استفاده از استاندارد رشد کاب) استفاده شد (شکل ۱۰-۱۸). همان‌طور که مشاهده می‌کنید، اختلافات خیلی کمی بین دو مدل وجود دارد و تنها می‌توان فرض کرد که نتیجه منحنی به‌دست‌آمده با استفاده از معادله ریلاندو و لی‌بلیگو (۲۰۰۴) نتیجه تغییر سرعت رشد جوجه‌های گوشتی همگام با بلوغ است.

پاسخ به پروتئین و پیشرفت ژنتیکی

پاسخ هر پرنده به سطوح افزایشی لیزین جیره با توانایی آن پرنده برای رشد تعیین می‌شود. این توانایی بیشتر تحت تاثیر مصرف اسید آمینه است (تا سطح اسید آمینه در



شکل ۱۰–۱۷: معادله تخمین نیاز لیزین قابل‌هضم حقیقی به صورت تابعی از وزن بدن (۰۴/۰ تا ۳۰۵/۳ کیلوگرم) (روستگنو و همکاران، ۲۰۱۱)



شکل ۱۰–۱۸: مقایسه‌ای بین مدل‌های تعیین نیاز لیزین قابل‌هضم (ریلاندو و لی‌بلیگو، ۲۰۰۴ و روستگنو و همکاران، ۲۰۱۱) برای یک گله در حال رشد کاب

نکته

پروتئین صرف‌نظر از ژنوتیپ و سن با کارایی برابری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

جیره). بنابراین، هر عاملی که اثری بر مصرف خوراک داشته باشد، پاسخ پرنده به اسیدهای آمینه را تغییر خواهد داد. همگام با افزایش پتانسیل نرخ رشد در جوجه‌های گوشتی، نیاز روزانه آنها به اسیدهای آمینه نیز افزایش یافته است. نیاز اسیدهای آمینه به طور نسبی سریع‌تر از نیاز انرژی افزایش می‌یابد، بنابراین جوجه‌های گوشتی برخوردار از رشد سریع‌تر نیازمند نسبت اسید آمینه به انرژی بالاتری هستند. این مساله به روشنی توسط نتایج آزمایش موریس و جورو (۱۹۹۰) نشان داده شده است. این پژوهشگران جیره‌هایی با سطوح مختلف پروتئین به جوجه‌های گوشتی و تخم‌گذار ارائه کردند. آنها دریافتند که حداکثر افزایش وزن و افزایش مقدار پروتئین در خروس‌ها با جیره‌ای به دست آمد که سطح پروتئین آن بسیار کمتر از آنچه بود که برای بروز حداکثر وزن در جوجه‌های گوشتی مورد نیاز است (شکل ۱۰-۱۹). با این وجود، کارایی استفاده از پروتئین برای هر دو ژنوتیپ یکسان و حدود ۰/۴۷ گرم افزایش پروتئین به ازای هر گرم پروتئین جیره بود. سطح پروتئین جیره اثر مشهودی بر مقدار چربی لاشه داشت. با کاهش پروتئین جیره از ۲۵۱ به ۱۶۷ گرم در کیلوگرم، چربی در کل بدن از ۲۸ به ۸۷ گرم در کیلوگرم در جوجه‌های تخم‌گذار و از ۸۱ به ۱۲۳ گرم در کیلوگرم در جوجه‌های گوشتی افزایش یافت.

یک گله جوجه گوشتی به طور مشخصی به مقدار پروتئین ایده‌آل پاسخ می‌دهد و بنابراین همیشه سطح پروتئین بهینه‌ای وجود دارد که باید برای به حداکثر رساندن درآمد در جیره استفاده شود. سه عامل اساسی وجود دارد که تعیین می‌کند کدام سطح پروتئین در یک شرایط خاص مناسب‌ترین است تا بتوان بر مبنای آن یک تصمیم اقتصادی اتخاذ نمود.

اختلاف سویه

نرخ پاسخ و سطح بهینه پروتئین می‌تواند بین ژنوتیپ‌ها متفاوت باشد. پتانسیل ژنتیکی گله حداکثر رشد، ترکیب بدن و (از طریق تعیین نیاز انرژی) میزان مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک را مشخص می‌کند. روزبه‌روز بیشتر متوجه می‌شویم که می‌توان جیره‌های متفاوتی را به سویه‌های مختلف پرنده‌ها تغذیه نمود (شکل ۱۰-۲۰).

نکته

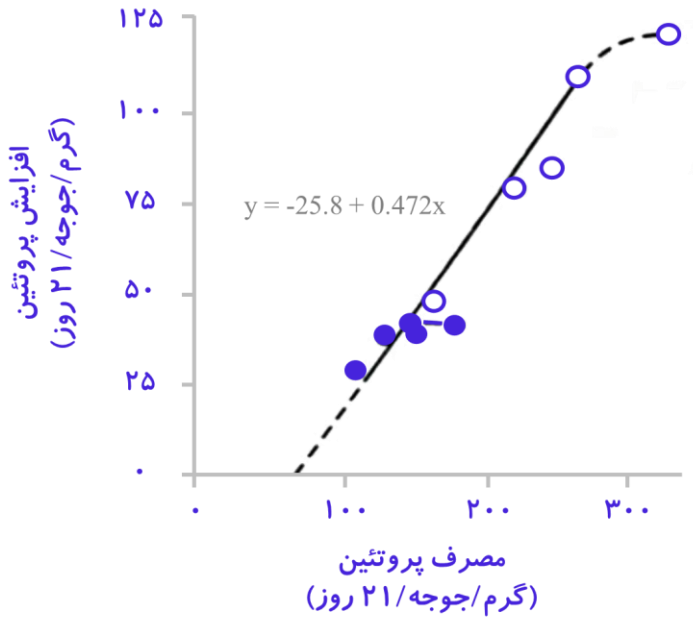
مختصات پروتئین جیره تحت تاثیر مصرف خوراک قرار می‌گیرد.

مصرف خوراک

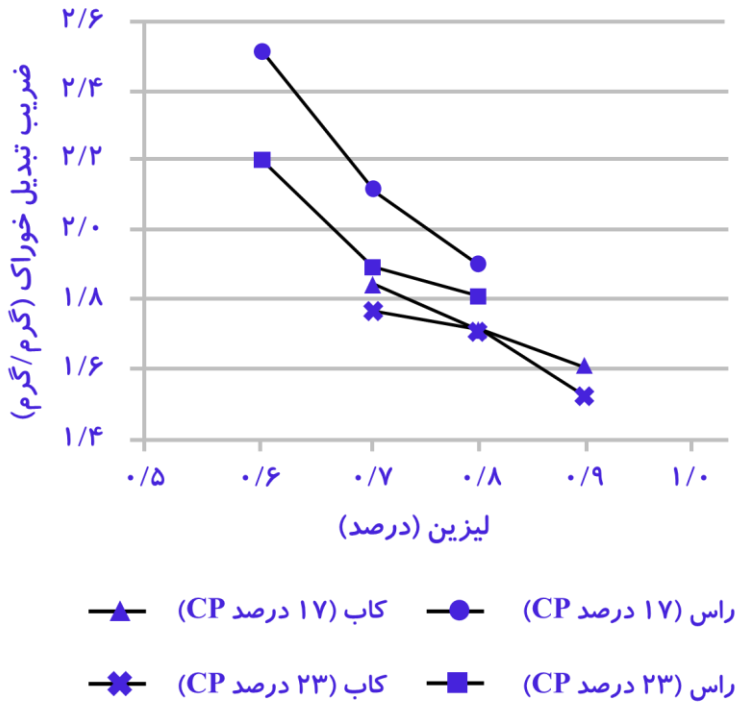
کیفیت پلت اثر مستقیمی روی مصرف خوراک دارد و به این دلیل پاسخ اسیدهای آمینه هنگام تغذیه پلت خوب، ضعیف و جیره آردی متفاوت است. شکل ۱۰-۲۱ پاسخ جوجه‌های گوشتی به سطوح افزایشی لیزین را با استفاده از توصیه‌های CVB به عنوان استاندارد نشان می‌دهد. وقتی بدانیم که در بیشتر کارهای قبلی پاسخ به اسیدهای آمینه با استفاده از جیره‌های آردی اندازه‌گیری شده است، این بخش کوچک از اطلاعات، اهمیت بسیار بالاتری پیدا می‌کند. بدین معنی که ممکن است مقادیر مصرف خوراک به‌دست‌آمده و به این ترتیب سطوح بهینه به‌دست‌آمده در کارهای قبلی نادرست باشد

محیط

رشد و ضریب تبدیل گله‌های تجاری پایین‌تر از پتانسیل ژنتیکی بروزیافته در شرایط ایده‌آل است. لازم است که



شکل ۱۰–۱۹: وابستگی تجمیع پروتئین در کل بدن به مصرف پروتئین در جوجه‌های گوشتی نر (○–○–) و جوجه‌های نر یک سویه تخم‌گذار (●–●–) (موریس و جورو، ۱۹۹۰)

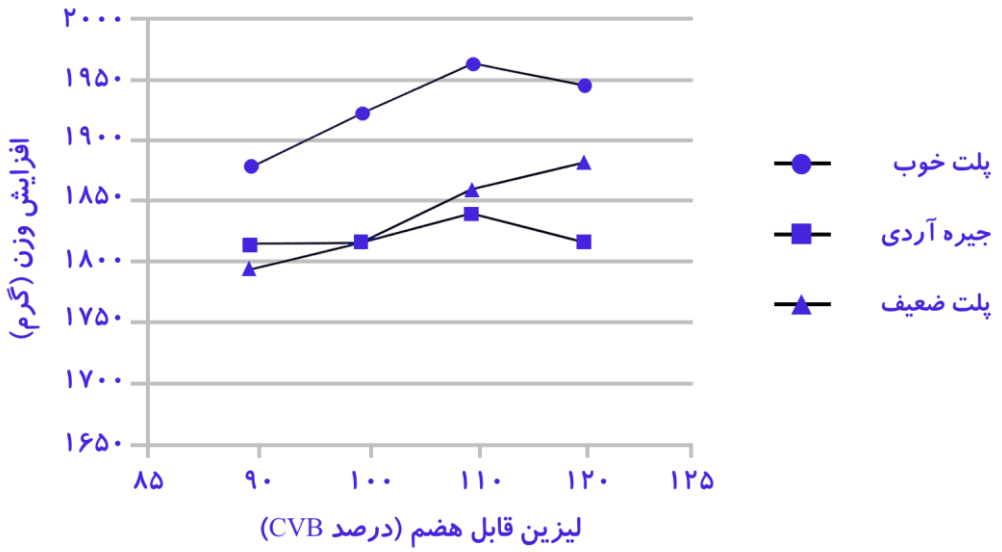


شکل ۱۰–۲۰: اثر متقابل سه‌جانبه سطوح پروتئین (CP)، لیزین و ژنوتیپ روی ضریب تبدیل خوراک در جوجه‌های گوشتی (استرلینگ و همکاران، ۲۰۰۶)

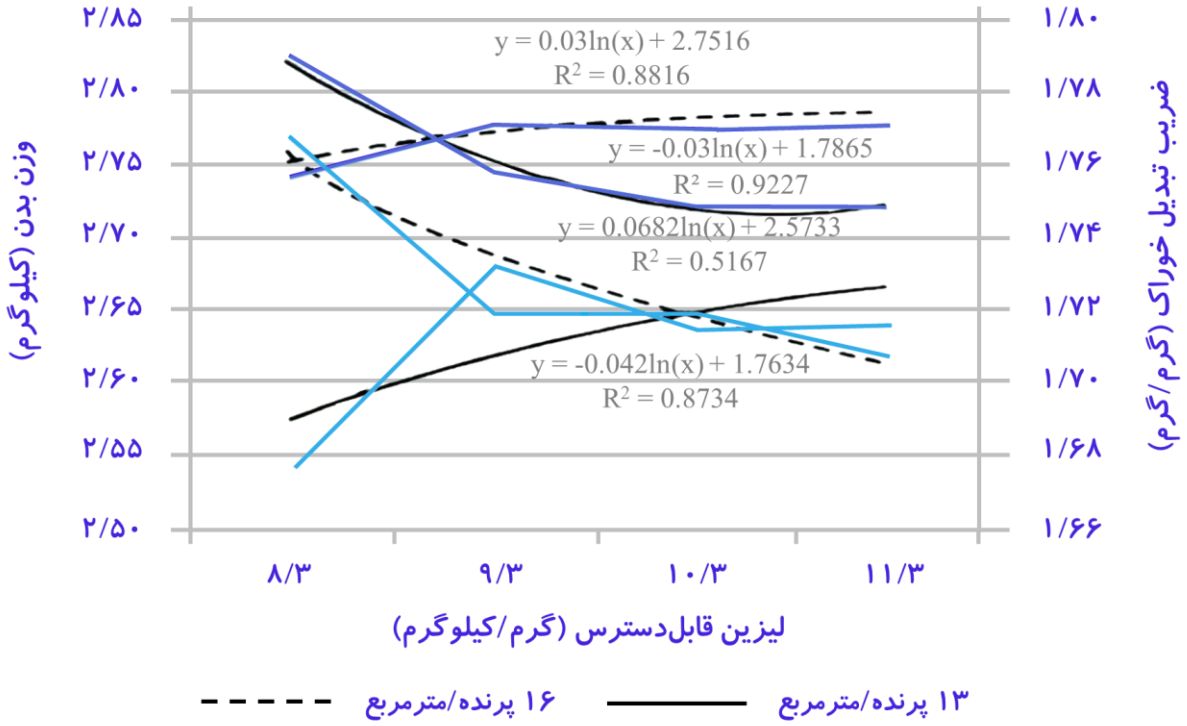
عوامل محدودکننده عملکرد گله‌های تجاری مشخص شود تا بتوان بر این اساس پتانسیل پاسخ به تغییرات جیره را به طور مناسب مورد بررسی قرار داد. مهم‌ترین عوامل محیطی آب‌وهوا، نوع و شرایط سالن، تراکم گله و درگیری با بیماری‌ها است. شکل ۱۰–۲۲ نشان می‌دهد که چگونه تراکم گله می‌تواند روی پاسخ به مواد مغذی تاثیر بگذارد. در شرایط تجاری، فضای ناکافی دانخوری به معنی آن است که پرنده قادر به مصرف آزاد خوراک نیست.

تحقیقات نشان داده است که با کاهش ۵ درصدی اسید-های آمینه جیره تجاری جوجه‌های گوشتی اثرات زیر مورد انتظار خواهد بود:

- چاقی ۱ درصد افزایش می‌یابد.
- ضریب تبدیل خوراک ۲ نقطه افزایش می‌یابد.
- وزن نهایی ۲۵ گرم به ازای هر پرنده کاهش می‌یابد.



شکل ۱۰–۲۱: افزایش وزن جوجه‌های گوشتی نر (۱۴ تا ۳۵ روزگی) در پاسخ به پروتئین متعادل با در نظر گرفتن لیزین قابل‌هضم به عنوان اسید آمینه مرجع (برگرفته از لمه و همکاران، ۲۰۰۶)



شکل ۱۰–۲۲: وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک در پاسخ به پروتئین متعادل (با در نظر گرفتن لیزین قابل‌هضم به عنوان اسید آمینه مرجع) در تراکم‌های ۱۳ و ۱۶ پرنده در مترمربع (با استفاده از داده‌های بری و همکاران، ۲۰۰۸)

نسبت انرژی به پروتئین

لیسون و سامرز (۲۰۰۵) ابراز داشتند که یکی از مهم‌ترین جنبه‌های مشهود جوجه‌های گوشتی امروزی، توانایی آنها برای پاسخ مناسب به دامنه‌ای از شرایط جیره‌ای است. برای مثال، به نظر می‌رسد که در حال حاضر نسبت پروتئین پروتئین به انرژی در مقایسه با ۱۵ تا ۲۰ سال پیش اهمیت کمتری دارد. سازش‌پذیری جوجه‌های گوشتی امروزی به اختلافات در مقدار مواد مغذی جیره تا حدی به توانایی آنها

نکته

جوجه‌های گوشتی قادرند در دامنه وسیعی از سطوح پروتئین به نسبت‌های انرژی پاسخ بدهند.

در مصرف مقادیر بیشتر خوراک در هنگام نیاز برمی‌گردد (جدول ۱۰-۶).

عوامل اقتصادی

تعیین سطح بهینه پروتئین نیازمند درک موارد زیر است:

- شیوه پرداخت (درآمد حاصل از پرنده‌های زنده، لاشه کامل، قطعات لاشه و غیره).
- قیمت و فراهمی نهاده‌ها (مواد خام جیره).
- عملکرد رشد، ضریب تبدیل خوراک، زنده‌مانی، درصد لاشه و غیره.
- واقعیات تجاری.

سطح بهینه بر اساس اهداف تولید (به عنوان مثال پرورش-دهنده جوجه‌های گوشتی، زنجیره کامل برای تولید مرغ زنده، زنجیره کامل برای تولید اجزای قطعه‌بندی‌شده) و در گذر زمان با تغییر قیمت‌ها و میزان درآمد تغییر خواهد کرد. باید میزان سودآوری کل فرآیند بهینه شود، نه اینکه تنها مراحل مشخصی از تولید مورد ارزیابی قرار بگیرد. چنانچه پرنده در محدوده انتهایی پاسخ خود نباشد، تغذیه پروتئین یا اسید آمینه بیشتر (نسبت به سطح انرژی)، میزان پروتئین بدن را افزایش و مقدار چربی بدن را کاهش می‌دهد و منجر به کاهش مصرف خوراک می‌شود. از نظر تولیدی، انتظار تولید یک پرنده سنگین‌تر و لخم‌تر با یک ضریب تبدیل بهتر را خواهیم داشت. میزان تولید گوشت که همبستگی بالایی با رشد پروتئین بدن دارد، به صورت نسبتی از وزن بدن، افزایش خواهد یافت. کاهش سطح پروتئین جیره خوراک را ارزان‌تر می‌کند اما باعث کاهش تولید نیز می‌شود. برعکس، افزایش پروتئین جیره عملکرد را بهبود می‌دهد اما جیره را نیز گران‌تر می‌کند. سودآوری به قیمت خوراک و درآمد حاصل از فروش محصول بستگی دارد. تولید بهینه برای هر مجموعه تولیدی با توجه به ژنوتیپ، محیط و عوامل اقتصادی توصیف‌شده در بالا متفاوت است.

آویاژن[1] اثرات تغییر سطح پروتئین جیره بر تغییرات سودآوری (سود ناخالص) را در چهار شرایط تولیدی شامل پرورش‌دهندگان جوجه گوشتی، زنجیره یکپارچه جوجه گوشتی بدون قطعه‌بندی، ۵۰ درصد قطعه‌بندی و ۱۰۰ درصد قطعه‌بندی محاسبه کرده است. شکل ۱۰-۲۳ اثر تغییر سطح پروتئین در هر شرایط تولیدی را نشان می‌دهد. سودآوری در هر شرایط تولیدی نسبت به سطح پروتئین توصیه‌شده در کتابچه راهنما (که به صورت ۱۰۰ بیان می‌شود) نشان داده شده است. به نظر می‌رسد که پرورش جوجه گوشتی در مقایسه با زنجیره‌های یکپارچه نسبت به تغییرات سطح پروتئین حساس‌تر است. این تفاوت حاصل مجموع اثرات وزن، ضریب تبدیل خوراک و قیمت خوراک است که سودمندی در یک مجموعه پرورش‌دهنده جوجه گوشتی را تعیین می‌کنند. زنجیره-های یکپارچه تحت تاثیر عملیات فرآوری و درآمدهای حاصل از آن قرار می‌گیرند که به نظر می‌رسد حساسیت کمتری به تغییر سطح پروتئین دارد. این داده‌ها بیانگر آن است که سود ناخالص زنجیره‌های یکپارچه در دامنه آنالیزشده، به حداکثر نمی‌رسد؛ اگرچه هنگام تغذیه سطوح بالاتر از مقادیر پیشنهادشده برای پروتئین درآمد نسبی کاهش یافت. افزایش پیوسته سودآوری در سطوح بالای پروتئین حاصل افزایش تولید در سطوح بالای پروتئین در این آزمایشات است. سودآوری زنجیره‌های یکپارچه که بخش عمده لاشه تولیدی را به صورت قطعه‌بندی عرضه می‌کردند، نسبت به تغییرات سطوح پروتئین حساس‌تر بود که به دلیل حساسیت بیشتر قطعات

[1]. Aviagen

جدول ۱۰–۶: عملکرد و صفات لاشه جوجه‌های گوشتی نر دریافت‌کننده جیره‌های حاوی سطوح مختلف انرژی از سن ۱ تا ۴۹ روزگی (لیسون و همکاران، ۱۹۹۶)

مورد	انرژی (مگاژول/کیلوگرم)			
	۱۳/۸	۱۳/۰	۱۲/۱	۱۱/۳
وزن بدن (گرم)	۲۷۷۲	۲۷۳۸	۲۶۹۹	۲۷۱۱
مصرف خوراک (کیلوگرم)	۴/۴۷	۵/۱۰	۵/۲۰	۵/۶۰
ضریب تبدیل خوراک (گرم/گرم)	۱/۶۱	۱/۸۶	۱/۹۳	۲/۰۶
مصرف پروتئین (گرم/پرنده)	۳۳۹	۳۹۱	۴۰۵	۴۳۳
مصرف انرژی (مگاژول/پرنده)	۲۲/۲۹	۲۴/۱۷	۲۳/۴۱	۲۳/۲۸
چربی محوطه شکمی (گرم)	۶۲/۸	۶۱/۲	۴۷/۳	۳۸/۰
چربی محوطه شکمی (درصد)	۳/۱۰	۳/۰۵	۲/۳۹	۱/۹۳
گوشت (گرم)	۳۶۶	۳۶۷	۳۶۴	۳۶۱
گوشت (درصد)	۱۸/۰	۱۸/۳	۱۸/۴	۱۸/۲

■ **نکته**

سطح پروتئین در جیره‌های آغازین روی عملکرد جوجه‌ها در کل دوره تاثیر می‌گذارد.

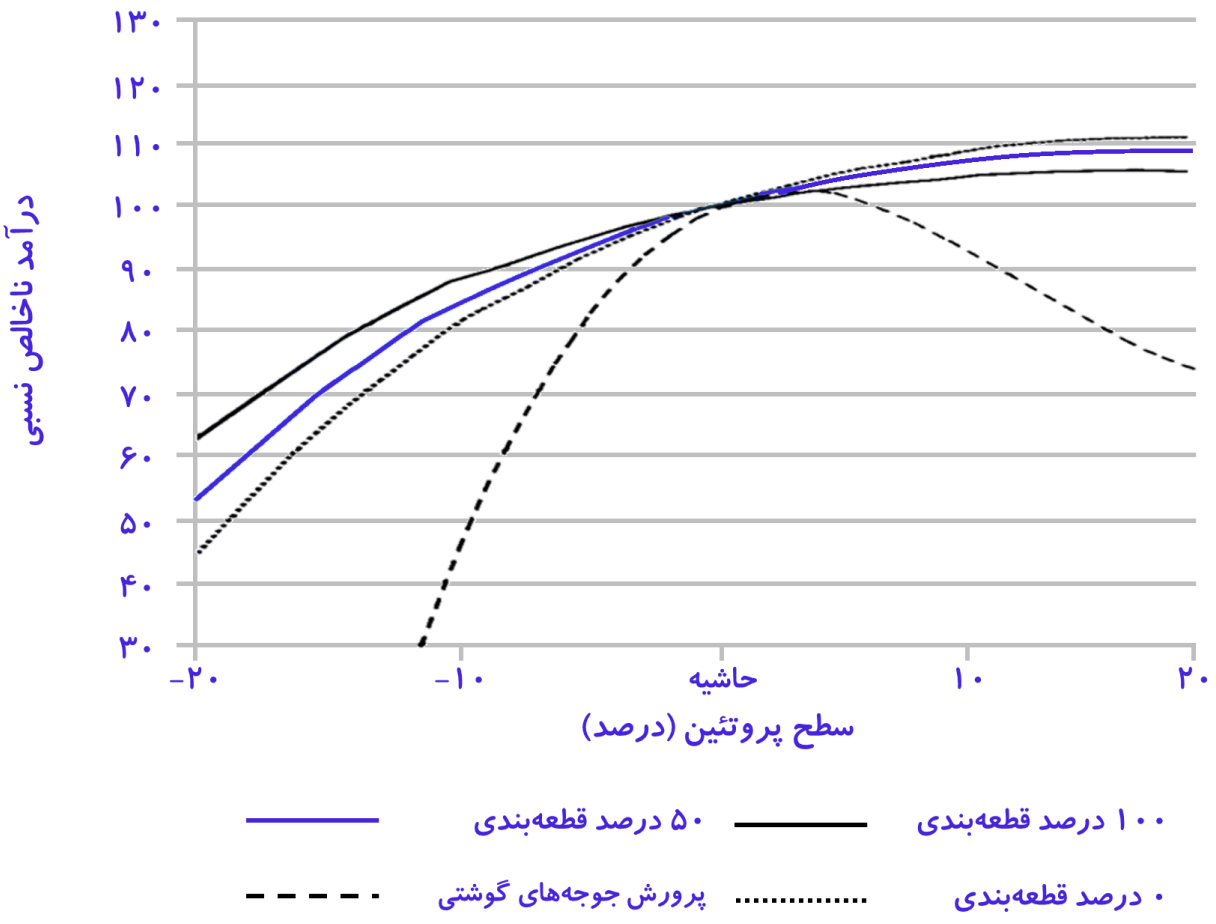
ارزشمند لاشه (نظیر سینه) در مقایسه با لاشه بدون اندرونه به پروتئین جیره است.

نکته‌ای مهم در انتخاب سطوح بهینه پروتئین جیره وجود دارد که باید به ذهن بسپارید. ایتز[1] و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که پاسخ جوجه‌های گوشتی به پروتئین جیره به تغذیه قبلی پروتئین پرنده بستگی دارد. این مشاهدات پیشنهاد می‌کنند که غلظت پروتئین در جیره‌های رشد و پایانی نباید به صورت مستقل بلکه به طور هم‌زمان با جیره آغازین بهینه‌سازی شود. اگرچه این نکات مخصوصا هنگام بررسی اثر تغذیه پروتئین روی رشد جبرانی به دست آمده است، اما آنها را می‌توان در مورد تحقیق کخ[2] و همکاران (۲۰۰۲) نیز درست دانست. این پژوهشگران سطوح مختلف پروتئین ایده‌آل را در مراحل مختلف زندگی به جوجه‌ها ارائه و به روشنی نشان دادند که تغذیه اولیه کافی بر عملکرد و ترکیب لاشه (در دوره‌های) بعدی تاثیر دارد. ویتن[3] و همکاران (۲۰۱۰) گمان دارند که تغذیه بهینه اسید آمینه در جیره آغازین توسعه روده و ظرفیت آن را برای هضم و جذب مواد مغذی از جیره بهبود می‌دهد. آنها نشان دادند که افزایش غلظت اسیدهای آمینه جیره آغازین وزن دئودنوم پرنده‌ها را بین ۶ تا ۹ روزگی تا ۳۰ درصد افزایش داد، اما وقتی پرنده‌ها ۱۴ روزه یا بزرگ‌تر بودند اثر کمی روی وزن روده کوچک داشت. افزایش وزن دئودنوم منجر به بهبود افزایش وزن بدن می‌شود.

ملاحظات عملی

برای هر مجموعه از شرایط راه‌حل **منحصربه‌فردی** وجود دارد. اغلب دستیابی به داده‌های عملکردی واقعی دشوار است. بنابراین، متخصصین تغذیه باید یک سری تصمیمات ارزشمند بگیرند. در اینجا یک سری راهنمایی‌ها ارائه می‌شود که می‌توان از آنها برای تصمیم‌گیری استفاده کرد:

1. Eits
2. Koch
3. Wijtten



شکل ۱۰–۲۳: اثر تخمینی سودآوری انحرافات از سطوح پیشنهادی پروتئین (راس، بدون تاریخ)

- توصیه‌های شرکت‌های اصلاح‌نژاد تنها به عنوان یک نقطه شروع مفید به کار گرفته شود.
- در جوجه‌های گوشتی هرگز پروتئین را کمتر از حد مورد نیاز تغذیه نکنید.
- فراهمی ماده خوراکی نقش مهمی در تصمیم‌گیری ایفا می‌کند.
- اگر هدف به حداکثر رساندن تولید پروتئین (تولید گوشت سینه) است، سطح اسید آمینه تامین‌شده باید خیلی بالا باشد.
- در شرایطی که گوشت ران به ارزشمندی گوشت سینه است (چیزی که در بسیاری از بازارهای کشورهای کمتر توسعه‌یافته معمول است)، سطوح اسید آمینه جیره را می‌توان کمی کاهش داد.
- چنانچه هدف اصلی دست یافتن به بهترین ضریب تبدیل خوراک باشد، نیاز اسید آمینه‌ای پایین‌تر خواهد بود.
- اگر هدف اصلی رسیدن به حداکثر وزن در یک سن معین باشد، نیاز اسیدهای آمینه حتی کمتر خواهد بود.
- ممکن است در نهایت واقعیت‌های تجاری تعیین کند که شما می‌توانید چه سطحی از اسید آمینه را انتخاب کنید.

فیبر جیره

به طور مرسوم، تصور می‌شود که فیبر جیره رقیق‌کننده خوراک جوجه‌های گوشتی است و موجب کاهش مصرف خوراک، هضم مواد مغذی و عملکرد پایین می‌شود. متخصصین تغذیه (با صرف مقداری هزینه در برخی از موارد) مقدار فیبر به‌کاررفته در جیره جوجه‌های گوشتی را

محدود کرده‌اند. هرچند اگر جیره حاوی مقادیر ناکافی از اجزای خشبی باشد، پرندگان با نوک زدن به بستر از آن مصرف می‌کنند. اثر فیبر جیره با ترکیب شیمیایی، حلالیت، درجه لیگنینی شدن و ساختار فیزیکی آن تعیین می‌شود. مشخص شده است که گنجاندن مقادیر متوسط از نوع مناسب فیبر در جیره توسعه اندام‌های هضمی را بهبود می‌دهد، به طوری که اندازه سنگدان بزرگ‌تر، پیش‌معده اندکی کوچک‌تر و روده کوچک کوتاه‌تر می‌شود. افزایش ترشح اسید هیدروکلریدریک، اسیدهای صفراوی و آنزیم‌ها در جوجه‌های گوشتی گزارش شده است (اسویهوس، ۲۰۱۱a؛ ماتئوس و همکاران، ۲۰۱۲). گنجاندن نوع مناسب فیبر در جیره انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری جیره را بهبود می‌دهد. ذرات فیبری پوسته یولاف که دوک‌مانند (در مقابل مدور) هستند، در مقایسه با سایر منابع فیبر اثر برجسته‌تری بر پرنده دارند. ذرات فیبری آفتابگردان نیز دوک‌مانند هستند، بنابراین فرض می‌شود که آنها نیز اثر مشابهی داشته باشند. اسویهوس (۲۰۱۱a) پیشنهاد می‌کند که برای تحریک موثر سنگدان، ذرات خوراک باید بیش از ۱ میلی‌متر باشند. گنجاندن ۲ تا ۳ درصد پوسته یولاف در جیره جوجه‌های گوشتی جوان دریافت‌کننده جیره‌های ذرت-سویای حاوی پروتئین بالا سودمند است و در تنظیم جیره‌های جوجه گوشتی باید هم حداقل و هم حداکثر سطح فیبر را در نظر گرفت (ماتئوس و همکاران، ۲۰۱۲).

> **نکته**
> مصرف خوراک تابعی از عوامل مدیریتی و تغذیه‌ای است.

مصرف خوراک

اطمینان از اینکه حیوان مقادیر کافی از مواد مغذی مصرف می‌کند تابعی مستقیم از توانایی حیوان برای مصرف خوراک و بنابراین یکی از بنیادی‌ترین مباحث تغذیه است. مرغ‌های تخم‌گذار قادرند با توجه به نیاز مواد مغذی خود مصرف خوراکشان را به گونه‌ای تنظیم کنند که در دامنه‌ای از سطوح مواد مغذی جیره عملکرد طبیعی داشته باشند. جوجه‌های گوشتی نیز تا حدودی توانایی سازگار کردن مصرف خوراک خود برای به دست آوردن نیازهای مواد مغذی‌شان را دارند، اما آنها در اکثر شرایط تجاری قادر به این کار نیستند و در نتیجه عملکردشان پایین‌تر از حد طبیعی خواهد بود. معمولا فرض می‌شود که مصرف خوراک در جوجه‌های گوشتی امروزی تحت تاثیر اشتهای به ظاهر سیری‌ناپذیر آنها و نه مقدار مواد مغذی جیره به‌خودی‌خود قرار می‌گیرد، اما در این مورد تردید وجود دارد. لیسون، سامرز و کستن (۱۹۹۶) با استفاده از جیره‌های حاوی دامنه‌ای از سطوح انرژی مجموعه‌ای جالب از آزمایشات را در جوجه‌های گوشتی ۱ تا ۴۹ روزه انجام دادند. آنها سطوح پایین‌تر انرژی را با رقیق کردن جیره‌ها با مخلوطی از پوسته یولاف و ماسه درست کردند (جدول ۱۰-۶). وزن بدن پرنده‌های دریافت‌کننده چهار سطح انرژی یکسان بود، در حالی که ضریب تبدیل خوراک به طور معنی‌داری با سطوح بالای انرژی جیره بهبود یافت. با توجه به اینکه اختلاف معنی‌داری در مصرف انرژی (به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) وجود نداشت؛ در حالی که اختلاف قابل‌توجهی در مصرف خوراک مشاهده شد، روشن است که عامل اصلی تاثیرگذار روی مصرف خوراک تلاش پرنده برای برآورده کردن نیاز انرژی بوده است. با وجود این واقعیت که پرنده‌های مصرف‌کننده سطوح بالای انرژی چربی بیشتری ذخیره کردند، همه جیره‌ها مقادیر مشابهی گوشت سینه تولید کردند: یعنی اینکه همه پرنده‌ها وزن لخم یکسانی داشته‌اند.

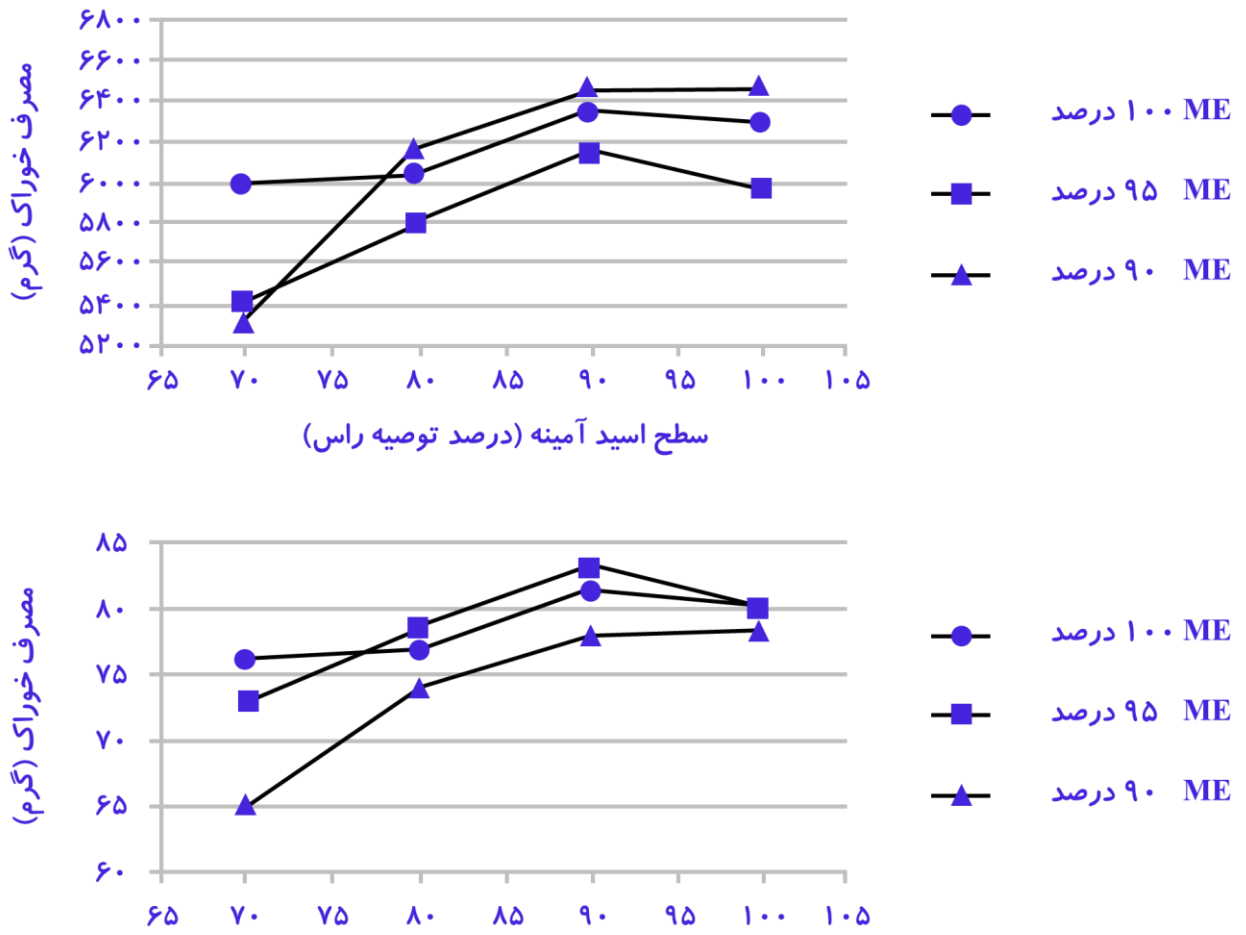
در آزمایش دوم از همان جیره‌ها استفاده شد با این تفاوت که همه گروه‌های آزمایشی مقدار یکسانی از خوراک را به

صورت روزانه دریافت کردند. از آنجایی که پرنده‌ها امکان مصرف بیشتر خوراک از جیره‌های حاوی انرژی پایین را نداشتند، انتظار است که بتوان ارزش تغذیه‌ای و اثر بعدی آنها بر عملکرد پرنده را با دقت بیشتری ارزیابی کرد. مقایسه پاسخ جیره‌های حاوی ۱۳/۸ و ۱۱/۳ مگاژول در کیلوگرم نشان داد که با کاهش سطح انرژی جیره مصرف انرژی تقریبا ۱۸ درصد کاهش یافت که موجب حدود ۱۰ درصد کاهش در وزن بدن و لاشه، با ۶۵ درصد کاهش در چربی محوطه شکمی و فقط ۷ درصد کاهش در وزن سینه شد. جالب آنکه درصد وزن سینه (نسبت به وزن بدن) کمتر تحت تاثیر قرار گرفت. مصرف پروتئین برای همه تیمارها یکسان (۹۷۲ گرم به ازای هر پرنده) بود که می‌تواند یکسان بودن وزن سینه را توجیه کند. ممکن است این آزمایشات نشان دهد که انرژی عامل اصلی تاثیرگذار بر مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی است، اما آنچه باید در نظر گرفته شود ترکیب لاشه پرنده‌ها است، قبل از آنکه سطح پروتئین جیره به عنوان یک عامل احتمالی کنار گذاشته شود. صرف‌نظر از تیمار، اختلاف معنی‌داری در تولید گوشت سینه وجود نداشت که نشان می‌دهد پرنده‌ها روی همه تیمارها، حتی در پایین‌ترین سطح مصرف پروتئین، نیاز پروتئین خود را به دست آوردند. هر مقدار پروتئینی که مازاد بر نیاز مصرف شده باشد به صورت افزایش دفع اسید اوریک حذف خواهد شد؛ این فرآیند مقدار قابل‌توجهی انرژی مصرف می‌کند و کاهش چربی محوطه شکمی در پرنده‌هایی که پروتئین بیشتری مصرف کرده‌اند بر این اساس قابل توجیه است.

نگاه ساده به انرژی جیره به عنوان محرک مصرف خوراک ساده‌انگاری است. در تحقیق انجام‌شده توسط پتری[1] و لمه (۲۰۰۷) که پاسخ به پروتئین متعادل (با استفاده از متیونین به عنوان اسید آمینه مرجع) با به کارگیری سطوح انرژی توصیه‌شده توسط راس یا جیره‌هایی که حاوی ۵ یا ۱۰ درصد انرژی کمتری بودند مورد سنجش قرار گرفت، نشان داده شد که مصرف خوراک به صورت غیرخطی با بالا رفتن سطح اسیدهای آمینه و پایین رفتن سطح انرژی جیره افزایش یافت (شکل ۱۰-۲۴). به نظر می‌رسد که پرنده‌ها قادر بوده‌اند بر کاهش ۵ درصدی سطح انرژی جیره غلبه کنند، اما در غلبه بر کاهش ۱۰ درصدی انرژی توفیقی نداشته‌اند؛ زیرا ظاهرا سطح ۱۰ درصد بالاتر از آستانه فیزیولوژیکی مشخص پرنده است. سطح انرژی جیره، مصرف خوراک را تحت تاثیر قرار داد، اما بسیار مهم است که مقدار پروتئین مصرف‌شده امکان رشد طبیعی را در پرنده فراهم نکرد و مصرف خوراک و انرژی کاهش یافت. به نظر می‌رسد که تقاضای انرژی برای رشد کاهش پیدا کرد. وقتی که مصرف پروتئین متعادل (اندازه‌گیری شده به صورت متیونین) در مقابل افزایش وزن روی نمودار رفت، برازش تقریبا عالی بود (r^2 = ۰/۹۶). از این رو، به نظر می‌رسد که پاسخ افزایش وزن تابعی از مصرف پروتئین و نه سطح انرژی جیره بود. اما کاهش سطح انرژی، مصرف اسید آمینه را از طریق بالا بردن مصرف خوراک افزایش داد. این آزمایش تایید کرد که احتمالا انگاره نسبت ثابت اسید آمینه به انرژی ناصحیح است، اما در عین حال، نشان داد که کاهش درصد پروتئین در جیره‌های حاوی انرژی پایین منطقی خواهد بود.

پر[2] و سامرز (۱۹۹۱) گزارش کردند که جوجه‌های گوشتی جوان با دریافت جیره‌های دارای تعادل مشابه اسیدهای آمینه ضروری، جهت برآورده شدن نیاز پروتئین (و نه نیاز انرژی) خود خوراک مصرف می‌کنند (جدول ۱۰-۷). سه جیره آزمایشی ارائه شد که سطوح و تعادل پروتئین و اسیدهای آمینه ضروری یکسان اما سطح انرژی متفاوتی داشتند. گلوکز و سلولز برای ایجاد اختلاف در

[1]. Petri
[2]. Parr



شکل ۱۰–۲۴: مصرف خوراک و انرژی در جوجه‌های گوشتی ۱ تا ۴۶ روزه دریافت‌کننده سطوح پروتئین متعادل در سطوح مختلف انرژی قابل‌متابولیسم (ME) (پتری و لمه، ۲۰۰۷)

سطوح انرژی جیره استفاده شد و سطح مکمل چربی برای هر سه جیره یکسان بود. افزایش وزن در بالاترین سطح انرژی بالا رفت و کاهش معنی‌داری در ضریب تبدیل خوراک مشاهده شد، اما مصرف خوراک برای هر سه جیره یکسان بود. مقدار پروتئین لاشه برای سطح متوسط انرژی جیره پایین‌تر بود – برای پرنده‌های دریافت‌کننده سطوح بالا و پایین انرژی تقریبا یکسان بود. مقدار کل چربی لاشه با افزایش سطح انرژی جیره افزایش یافت. اگر پرنده‌ها جهت تامین نیاز انرژی خود می‌خوردند باید اختلافاتی در مصرف خوراک دیده می‌شد. از آنجایی که سطوح پروتئین و اسیدهای آمینه ضروری مشابه بود، ظاهرا مصرف یکسانی از این مواد مغذی وجود داشت. چنانچه پرنده‌های دریافت‌کننده جیره حاوی انرژی بالا می‌خواستند مقدار مشابهی پروتئین بخورند، باید کالری بیشتری مصرف می‌کردند و در نتیجه چربی لاشه بالاتری می‌داشتند، وزن بیشتری می‌گرفتند و ضریب تبدیل خوراک بهتری بروز می‌دادند. از این داده‌ها می‌توان نتیجه‌گیری کرد که پرنده‌ها برای تامین نیاز پروتئین (اسیدهای آمینه ضروری) خود به منظور حداکثر کردن تولید وزن بدن لخم خورده‌اند. این نتیجه‌گیری منطقی‌تر از این به نظر می‌رسد که پیشنهاد کرد حیوانات جوان در حال رشد برای به دست آوردن کالری بیشتر می‌خورند که موجب ایجاد بافت‌های غیرفعال بدن یعنی ذخیره چربی می‌شود. یک نگاه متفاوت این است که پرنده‌ها خیلی ساده به ظرفیت خود برای مصرف خوراک دست یافتند.

از آنجایی که انرژی حیاتی‌ترین «ماده مغذی» است، نیاز

جدول ۱۰–۷: عملکرد جوجه‌های گوشتی نر دریافت‌کننده جیره‌های تنظیم‌شده با سه سطح انرژی مختلف و سطح اسیدهای آمینه ضروری یکسان از سن ۷ تا ۲۱ روزگی (پر و سامرز، ۱۹۹۱)

مورد	انرژی (مگاژول/کیلوگرم)		
	۱۱/۱۰	۱۱/۹۰	۱۲/۷۵
افزایش وزن (گرم)	۵۰۵	۵۱۶	۵۵۱
مصرف خوراک (گرم)	۸۲۹	۸۳۲	۸۲۶
ضریب تبدیل خوراک (گرم/گرم)	۱/۶۴	۱/۶۱	۱/۵۰
پروتئین لاشه (گرم)	۵۵/۱	۵۱/۲	۵۰/۰
پروتئین لاشه (درصد)	۹۷/۶	۹۱/۹	۹۸/۸
چربی لاشه (گرم)	۳۴/۱	۳۹/۹	۴۱/۱
چربی لاشه (درصد)	۶۰/۵	۷۱/۶	۸۱/۱

> ■ **نکته**
> جوجه‌های گوشتی می‌توانند روی جیره‌های دارای تراکم پایین عملکرد خوبی داشته باشند به شرط آنکه بتوانند مقادیر کافی خوراک مصرف کنند.

آن باید به منظور حفظ فعالیت متابولیک طبیعی بدن تامین گردد و بی‌تردید حیوان برای تامین نیاز انرژی خود خوراک مصرف می‌کند، اما ظاهرا مصرف بیش از حد انرژی در جوجه‌های جوان در حال رشد مربوط به کمبود سایر مواد (یک ماده) مغذی است که در اغلب موارد پروتئین یا اسیدهای آمینه ضروری خواهد بود.

ظاهرا مقدار بهینه‌ای از مصرف پروتئین (اسیدهای آمینه ضروری) برای حداکثر کردن وزن لخم بدن وجود دارد. اگر تولید گوشت سینه به عنوان شاخص وزن لخم بدن پذیرفته شود، روشن است که نیاز پروتئین در جدول ۱۰–۶ برآورده شده است. اما از آنجایی که پرنده باید به طور ترجیحی نیاز انرژی خود را تامین کند، اغلب پروتئین بیش از حد مصرف می‌کند که باعث ایجاد یک لاشه لخم‌تر می‌شود. برعکس، اگر کمبود پروتئین وجود داشته باشد، پرنده در تلاش برای به دست آوردن نیاز پروتئین خود انرژی بیش از حد مصرف خواهد کرد و **چاق‌تر** خواهد شد. نتایج ارائه‌شده در بالا خیلی روشن نشان می‌دهد که چگونه پرنده‌ها قادر به غلبه بر کمبودهای نیاز انرژی و پروتئین خود در یک فضای عالی (سالن آزمایشی) هستند. به علاوه، این مشاهدات درک حاضر ما از تغذیه جوجه‌های گوشتی را تایید می‌کند. از دیدگاه عملی، این نتایج نشان می‌دهد که ساده‌ترین راه برای افزایش وزن جوجه گوشتی حداکثر کردن مصرف انرژی است، حتی در صورتی که کیفیت لاشه کاهش یابد. نهایتا اینکه، جوجه‌های گوشتی بسیار سخاوتمند هستند و اگر بتوانیم شرایطی فراهم کنیم که مصرف خوراک کافی داشته باشند، عملکرد طبیعی خواهند داشت. این مشاهدات ما را به بحث دوم این بخش می‌رساند. خیلی ساده، چگونه مصرف انرژی را در شرایط تجاری به حداکثر برسانیم؟ اغلب جیره‌های تجاری در دامنه ۱۲/۸ تا ۱۳/۶ مگاژول در کیلوگرم انرژی قرار دارند که حدود ۶/۵ درصد اختلاف را نشان می‌دهد. در جدول ۱۰–۶ می‌بینیم که اختلافات در مصرف خوراک به بیش از ۲۰ درصد می‌رسد. این اختلافات یعنی عمده بهبود مصرف انرژی باید در مزرعه و نه ضرورتا در کارخانه خوراک به دست آید.

کلسیم و فسفر در جیره جوجه‌های گوشتی

جالب است بدانید که جوجه‌های گوشتی امروزی اشتهای ویژه‌ای برای کلسیم دارند و وقتی به آنها فرصت انتخاب داده می‌شود، قادر به مصرف کلسیم کافی برای تامین نیازشان هستند (ویلکینسن[1] و همکاران، ۲۰۱۲). نیاز کلسیم و فسفر جوجه‌های گوشتی در فصل ۶ مورد بحث قرار گرفت. هنگام تلاش برای تعیین نیاز کلسیم و فسفر باید نکاتی را در نظر گرفت. اول، پرنده‌ها کلسیم و فسفر را با توجه به سطح آنها در جیره به شکل متفاوتی استفاده می‌کنند. دوم، نشان داده شده است که مصرف سطوح مازاد کلسیم رشد و راندمان خوراک را کاهش و خاکستر و استحکام استخوان را افزایش می‌دهد. جدا کردن عدم تعادل کلسیم و فسفر و بیشبود کلسیم جیره دشوار و منجر به ایجاد نتایج متناقضی شده است. از منابع نمی‌توان با قطعیت به این نتیجه رسید که کدام مشاهدات نتیجه بالا بودن کلسیم یا پایین بودن فسفر یا هر دو است. فیزیولوژی تغذیه‌ای کلسیم و فسفر به شکل جدایی-ناپذیری به یکدیگر گره خورده و اثر فیتاز تابعی پیچیده از غلظت‌های کلسیم، فسفر کل و فسفر فیتاتی جیره است. استفاده از آنزیم فیتاز بر هضم و جذب کلسیم و فسفر اثر قابل‌توجهی دارد و هر مطالعه‌ای در آینده باید فیتاز را در طراحی آزمایش لحاظ کند. درک برخی از روابط بین کلسیم و فسفر و نوع فیتاز برای اتخاذ تصمیمات تغذیه‌ای پیرامون کلسیم و فسفر ضروری است. این موضوع به طور عمیق در فصل ۱۴ مورد بحث قرار گرفته است. تغذیه دقیق کلسیم و فسفر هدف بسیار دشواری است، اما دستیابی به آن می‌تواند اثرات سودمندی فراتر از تغذیه مواد معدنی ایجاد کند (واک[2] و همکاران، ۲۰۱۲).

> **نکته**
> آنزیم فیتاز ارتباط بین کلسیم و فسفر جیره را تغییر می‌دهد.

توصیه‌های عملی

کاویسن و بدفورد[3] (۲۰۰۹) اعتقاد دارند که آنزیم فیتاز در نسبت کلسیم به فسفر قابل‌دسترس ۲/۲ به ۱ اثر بهتری خواهد داشت. نوسیرات[4] و همکاران (۲۰۱۱) مشخص کردند که بهترین نسبت کلسیم به فسفر غیرفیتاتی در جیره حاوی فیتاز ۲/۱۷ به ۱ اما در جیره بدون فیتاز ۲/۴ به ۱ است. اگرچه سطح کلسیم تعیین‌شده با استفاده از این نسبت‌ها پایین است و برخی از متخصصین تغذیه را شگفت‌زده می‌کند، تجربیات عملی نشان می‌دهد که این فرض کاملا منطقی است. در حقیقت، نارسی[5] و همکاران (۲۰۰۹) نشان داده‌اند که سطوح کلسیم ۶ گرم در کیلوگرم در ترکیب با ۳/۹ گرم در کیلوگرم فسفر قابل‌دسترس موجب بهترین افزایش وزن روزانه در جیره‌های آغازین می‌شود. ساتل (۲۰۱۰) بیان می‌دارد که شواهد عملی کافی حاکی از آن است که سطح کلسیم ۷ گرم در کیلوگرم یا بیشتر غیرضروری است. دوناتو[6] و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که هنگام کافی بودن سطح فیتاز در جیره جوجه‌ها امکان کاهش ۳۰ درصدی کلسیم وجود دارد. آدیولا[7] و کاویسن (۲۰۱۱) گزارش کردند که هنگام استفاده از فیتازهای نسل جدید (۳-فیتازها) می‌توان ارزش معادل کلسیم (عدد ماتریکس) را ۲ گرم در کیلوگرم یا بیشتر در نظر گرفت. واقعیت این است که سطوح توصیه‌شده توسط شرکت‌های بزرگ اصلاح‌نژاد به ویژه در مورد کلسیم بالا است. به طور قابل‌ملاحظه‌ای، واک

---

1. Wilkinson
2. Walk
3. Cowieson and Bedford
4. Nusairat
5. Narcy
6. Donato
7. Adeola

و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که حلالیت کلسیم در سنگدان و قابلیت هضم ایلئومی فسفر در جوجه‌های گوشتی دریافت‌کننده ۶/۴ گرم در کیلوگرم کلسیم در مقایسه با جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با ۱۰ گرم در کیلوگرم کلسیم افزایش یافت. استفاده از سطوح بالای کلسیم قابلیت هضم پروتئین را نیز کاهش داد.

هیچ تصمیمی پیرامون فیتاز، کلسیم و فسفر قابل‌دسترس نباید به صورت جداگانه اتخاذ شود. باید نوع آنزیم، مواد خوراکی استفاده‌شده، سطوح عملکرد پرنده و مختصات مورد استفاده مدنظر قرار بگیرد. به عنوان مثال، اگر از توصیه‌های شرکت تولیدکننده سویه استفاده شود (جدول ۶-۵)، بر خلاف اکثر مقادیر متوسط به‌دست‌آمده از تحقیقات علمی، هنگام در نظر رفتن سهم فیتاز یک روش کمتر محافظه‌کارانه مطلوب خواهد بود. در مواردی که شرایط محیطی عملکرد جوجه‌های گوشتی را محدود می‌کند، باید سهم پایین‌تری از کلسیم و فسفر قابل‌دسترس (برای فیتاز) در نظر گرفته شود. مفاهیم جاری کلسیم و فسفر بر اساس مقدار فسفری است که از جیره گرفته شده است. سیستم هلندی CVB در فصل ۶ توضیح داده شد و اثر آنزیم فیتاز در فصل ۱۴ مورد بحث قرار خواهد گرفت. سیستم CVB به طور گسترده‌ای توسط متخصصین تغذیه تجاری به عنوان نقطه آغاز تغذیه کلسیم و فسفر استفاده می‌شود.

نکته

جوجه‌های گوشتی امروزی در مقایسه با اجدادشان گرمای بیشتری تولید می‌کنند.

دما و تنش گرمایی

در مورد فیزیولوژی تنش گرمایی در فصل ۹ بحث کردیم. به طور خلاصه، مرغ‌ها نمی‌توانند دما را ذخیره کنند و به منظور حفظ تعادل دمایی، میزان دفع گرما باید برابر با میزان تولید گرما باشد. جوجه‌های گوشتی جیره خود را متابولیزه و (در نتیجه رشد و نگهداری) گرما تولید می‌کنند. هم‌زمان با بهبود نرخ رشد حیوانات، تولید گرما افزایش و دمای محیطی منطقه آسایش آنها کاهش می‌یابد (بلنکو[1] و گوس، ۲۰۰۵؛ جدول ۱۰-۸). معمولا می‌توان حداقل دما را با اعمال تنظیماتی حفظ کرد، اما ممکن است کنترل مشابهی برای دمای بالا وجود نداشته باشد. اثر دما بر رشد طیور در درجه اول به دماهای بالاتر از توان کنترلی سیستم‌های تهویه مربوط است.

آغاز و شدت تنش گرمایی توسط یک سری عوامل تعیین می‌شود:

- حداکثر دمای محیط.
- درجه سازگاری پرنده‌ها.
- مدت زمان دمای بالا.
- میزان تغییر دما.
- ژنوتیپ پرنده - پرنده‌های امروزی با رشد سریع خیلی حساس‌ترند.
- تراکم بالای گله که تنش گرمایی را تشدید می‌کند.
- رطوبت نسبی و **شاخص رطوبت–دما**[2] که با استفاده از دمای دماسنج‌های تر و خشک تعیین می‌شود: شاخص رطوبت–دمای بالاتر از ۲۸/۸ می‌تواند برای جوجه‌های گوشتی به شدت تنش‌زا باشد (شاخص رطوبت دما = ۶۰ درصد دمای دماسنج خشک + ۴۰ درصد دمای دماسنج تر).

پرورش جوجه‌های گوشتی در آب‌وهوای گرم یک سری پیامدهای عملی و تولیدی دارد. اولین اثر دمای بالا کاهش مصرف خوراک است: ۳/۶ درصد کاهش به ازای هر ۱ درجه سانتی‌گراد افزایش بالاتر از ۲۷ درجه سانتی‌گراد.

---

[1]. Blanco
[2]. Temperature-humidity index

جدول ۱۰–۸: مقایسه‌ای بین گرمای خروجی و دمای آسایش محاسبه‌شده برای سویه‌های (جوجه‌های گوشتی نر) قبلی، امروزی و آینده (برگرفته از بلنکو و گوس، ۲۰۰۵)

سن (روز)	گرمای تولیدی (کیلوژول/پرنده/روز)			دمای آسایش (درجه سانتی‌گراد)		
	دهه ۱۹۷۰	دهه ۲۰۰۰	آینده	دهه ۱۹۷۰	دهه ۲۰۰۰	آینده
۷	۱۸۰	۲۰۴	۲۹۰	۳۲	۲۹	۲۸
۱۴	۴۱۰	۴۶۸	۶۱۰	۳۰	۲۵	۲۵
۲۱	۷۶۰	۸۴۵	۱۰۰۰	۲۸	۲۰	۱۹
۲۸	۱۰۳۰	۱۲۶۰	۱۴۴۰	۲۶	۱۵/۵	۱۵
۳۵	۱۴۴۴	۱۵۴۵	۱۹۰۰	۲۴	۱۲	۱۱/۵
۴۲	۱۶۵۰	۱۷۸۵	۲۲۹۰	۲۱	۱۱/۵	۱۱

نکته

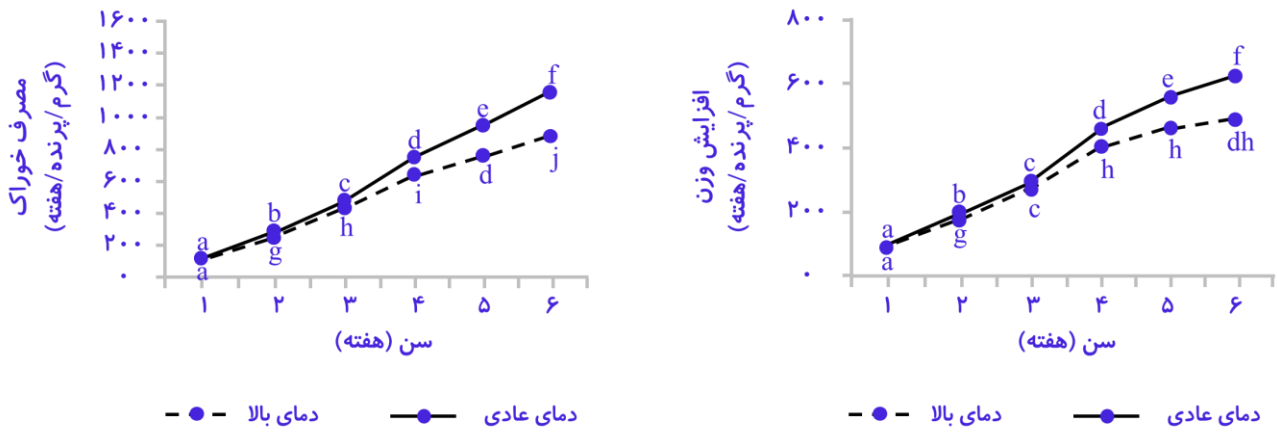
مصرف خوراک در دمای بالا کاهش پیدا می‌کند.

در دمای بین ۲۱ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد، نیاز انرژی حدود ۱/۲۵ درصد به ازای هر درجه سانتی‌گراد کاهش می‌یابد؛ در دمای بین ۲۸ تا ۳۲ درجه سانتی‌گراد، کاهش نیاز انرژی به حدود ۱/۵ درصد به ازای هر درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد و در دمای بالاتر از ۳۳ درجه سانتی‌گراد این کاهش می‌تواند به ۲/۵ درصد به ازای هر درجه سانتی‌گراد برسد: اما کاهش مصرف خوراک بیش از این خواهد بود. پرنده‌ها توانایی خود برای رشد را از دست نمی‌دهند، بلکه ذخایر چربی خود را جایگزین انرژی خوراک می‌کنند که موجب کاهش وزن می‌شود.

دما اثر اقتصادی مهمی دارد. شیافوان[1] و همکاران (۲۰۱۲) یک جیره شاهد یا انتخاب آزاد بین این جیره شاهد، یک جیره حاوی پروتئین بالا و یک جیره حاوی انرژی بالا را به جوجه‌های گوشتی ارائه دادند. پرنده‌ها در دمای عادی یا دمای بالا قرار گرفتند. پرنده‌های نگهداری شده در شرایط عادی در دمای شب ۱۸ درجه سانتی‌گراد و دمای روز ۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۴۰ تا ۵۰ درصد قرار گرفتند، در حالی که پرنده‌های نگهداری‌شده در دمای بالا به ترتیب در دمای ۲۵ و ۳۲ درجه سانتی‌گراد شب و روز و رطوبت نسبی ۷۰ تا ۸۰ درصد قرار داشتند. مصرف خوراک پرنده‌های نگهداری‌شده در دمای بالا در هفته اول ۲ درصد کمتر بود، اما در طول ۶ هفته دوره آزمایش مصرف خوراک بیش از ۲۳ درصد کاهش یافت. در پرنده‌های نگهداری‌شده در شرایط عادی، وزن بدن هفتگی در طول دوره آزمایش افزایش یافت. در حالی که در پرنده‌های نگهداری‌شده در دمای بالا، بعد از سن ۴ هفتگی افزایشی در وزن بدن دیده نشد (شکل ۱۰–۲۵). در طول دوره ۶ هفته‌ای آزمایش، پرنده‌های نگهداری‌شده در دمای بالا ۱۴/۴ درصد پروتئین کمتر و ۱۸/۳ درصد انرژی کمتر از پرنده‌های نگهداری‌شده در دمای عادی مصرف کردند. جالب اینکه وقتی پرنده‌ها انتخاب آزاد داشتند، در مقایسه با پرنده‌های دریافت‌کننده جیره شاهد، ۱۴/۶ درصد پروتئین کمتر و ۹/۹ درصد انرژی کمتری مصرف کردند. این نتایج بیان‌گر آن است که پرنده‌ها قادر به کاهش مصرف مواد مغذی هستند که هضم آنها می‌تواند مقدار قابل‌توجهی گرما (گرمای افزایشی) تولید کند.

به علاوه، آب‌وهوای گرم می‌تواند اثراتی بر سلامتی داشته باشد. له‌له زدن باعث بسته شدن راه‌های هوایی بینی و وارد

[1]. Syafwan



شکل ۱۰–۲۵: مصرف خوراک و افزایش وزن هفتگی در جوجه‌های گوشتی نگهداری‌شده در دمای عادی و بالا (برگرفته از شیافوان و همکاران، ۲۰۱۲)

شدن گردوغبار و باکتری‌ها به سیستم تنفسی می‌شود. با بالا رفتن دمای محیط پرنده‌ها مجبور می‌شوند که انرژی به محیط دفع کنند، رفتار آنها تغییر می‌کند و:

- دنبال مکان‌های خنک سالن می‌گردند.
- سوراخ‌هایی در قسمت‌های خیس بستر ایجاد می‌کنند.
- فعالیت فیزیکی خود را کاهش می‌دهند.
- بال‌های خود را آویزان می‌کنند.
- شروع به له‌له زدن می‌کنند.

پرنده گرما را از یک سری مسیرها دفع می‌کند:

- تابش (تشعشع) – خون از اندام‌های مرکزی به رگ-های اتساع‌یافته زیر پوست تغییر مسیر می‌دهد.
- هدایت (انتقال) – ارتباط فیزیکی با سطوح خنک مانند کف سرد.
- همرفت – از طریق هوای در حال حرکتی که سیستم تهویه در اطراف پرنده ایجاد می‌کند.
- له‌له زدن (ژرف دمیدن) – در دماهای بالاتر از ۲۸ درجه سانتی‌گراد له‌له زدن مسیر اصلی دفع گرمای پرنده می‌شود. پرنده‌ها بین ۲۵ تا ۲۵۰ بار در دقیقه نفس می‌زنند. این امر باعث افزایش فعالیت ماهیچه-ای و افزایش نیاز به انرژی می‌شود. وقتی له‌له زدن جواب ندهد، پرنده سست و بی‌حال می‌شود، به اغما می‌رود و سرانجام می‌میرد.
- با گرم‌تر شدن محیط و بالاتر رفتن دما این فعالیت‌ها کمتر موثر واقع می‌شود.

> **نکته**
> آب آشامیدنی خنک مصرف خوراک را تحریک می‌کند.

راهکارهای مدیریتی در آب‌وهوای گرم

در مزرعه موثرترین راه مقابله با آب‌وهوای گرم مدیریت صحیح است که با انتخاب محل مناسب و نحوه ساخت سالن آغاز می‌شود. همه سالن‌ها باید طوری ساخته شوند که تا حد امکان از باد غالب استفاده کنند. برای به حداقل رساندن تابش مستقیم آفتاب، سالن‌ها باید در محور جنوب شرقی مستقر بشوند. سقف‌های بلند و عایق در مقایسه با سقف‌های کوتاه، محیط خنک‌تری فراهم می‌کنند و یک ایده مناسب این است که سقف با یک رنگ منعکس‌کننده نور رنگ‌آمیزی شود. جریان هوا را از طریق فن‌های مکانیکی افزایش دهید و اگر سالنی پد خیس یا مه‌پاش دارد از کارکرد درست آن اطمینان حاصل کنید. با قرار دادن نرده‌هایی در قسمت‌های مختلف سالن از ازدحام در

جدول ۱۰–۹: اثر دمای آب روی جوجه‌های گوشتی (تیتر و همکاران، ۱۹۸۷)

دمای آب (درجه سانتی‌گراد)	مصرف آب (میلی‌لیتر)	افزایش وزن روزانه (گرم)	دمای بدن (درجه سانتی‌گراد)
۱۳۰	۳۶۴	۵۵/۴	۴۲/۸
۳۰	۳۵۹	۵۰/۳	۴۳/۱
۴۰	۳۶۴	۴۷/۰	۴۳/۳

جلوی دریچه فن‌ها جلوگیری کنید. توجه داشته باشید که با فراتر رفتن سرعت حرکت هوا از ۱ متر در ثانیه پرنده‌ها احساس ناراحتی می‌کنند و روی هم می‌ریزند.

در آب‌وهوای گرم، آب مساله‌ای کلیدی است. بنابراین، باید تعداد آبخوری‌ها افزایش یابد و اطمینان حاصل کرد که جریان، فشار و ارتفاع آنها مناسب است. اطلاع از داده‌های مصرف آب حیاتی است، زیرا به طور مستقیم مصرف خوراک را تحت تاثیر قرار می‌دهد. آب آشامیدنی خنک توصیه می‌شود (تیتر[1] و همکاران، ۱۹۸۷؛ جدول ۱۰–۹). تانک‌های سقفی باید عایق شوند. استفاده از یخ می‌تواند تغییر مشهودی را در دمای آب و در نتیجه رشد جوجه‌های گوشتی ایجاد کند. انجام واکسیناسیون در هوای گرم نیاز به دقت دارد و اضافه کردن یک بسته ضدتنش به آب از ایجاد تنش مضاعف توسط واکسیناسیون جلوگیری می‌کند. کاهش در تراکم گله این امکان را فراهم می‌کند که پرنده‌ها بهتر به آب و خوراک دسترسی پیدا کنند و بار گرمایی سالن را کاهش می‌دهد. تا جایی که امکان دارد، برنامه‌های کاری روزانه را طوری تنظیم کنید که پرنده‌ها در ساعات گرم‌تر روز آسیب نبینند.

راهکارهای تغذیه‌ای در آب‌وهوای گرم

حفظ مصرف خوراک و مصرف مواد مغذی در سطوح مناسب برای حفظ عملکرد طبیعی اهمیت دارد:

- *استفاده از خوراک‌های دارای تراکم بالا*: نشان داده شده است که اضافه کردن چربی و لیزین عملکرد را در هوای گرم بهبود می‌دهد. این پاسخ به دلیل افزایش در تراکم مواد مغذی است. هنگام استفاده از سطوح بالای چربی اطمینان حاصل کنید که چربی به مقدار کافی با استفاده از یک آنتی‌اکسیدان مناسب پایدار شده و سطوح توصیه‌شده ویتامین E تامین گردیده است.
- *بهبود قابلیت هضم خوراک*: بهبود قابلیت هضم، انرژی مورد نیاز برای متابولیسم را کاهش می‌دهد. انرژی در دسترس رشد قرار می‌گیرد و گرمای افزایشی هضم کاهش می‌یابد.
- *تغییر نسبت انرژی به پروتئین*: افزایش نسبت پروتئین به انرژی به پرنده‌های در حال رشد تحت تنش گرمایی کمک نمی‌کند. سطح پروتئین خام باید برای رشد مورد انتظار کافی باشد، اما نباید متناسب با کاهش در مصرف خوراک افزایش داده شود. به جای آن باید نیازهای پرنده به اسیدهای آمینه ضروری متیونین، لیزین و ترئونین با افزایش سطح استفاده از اسیدهای آمینه سنتتیک در جیره‌نویسی برآورده شود.
- *بهبود الگوی اسید آمینه*: در شرایط تنش گرمایی کاهش پروتئین مازاد جیره عملکرد بهتری ایجاد می‌کند.
- *تغییر تعادل آنیون–کاتیون*: آنیون‌های قابل‌متابولیسم (بی‌کربنات، کربنات و استات) همگی قادر به خنثی کردن اسید و افزایش pH خون هستند. اثر این

[1]. Teeter

مکمل‌ها هنگامی که تنش گرمایی هموستازی اسید-باز را تحت تاثیر قرار می‌دهد، مشهودتر خواهد بود. له‌له زدن در هنگام تنش گرمایی می‌تواند موجب افزایش دفع دی‌اکسید کربن و خالی شدن بی‌کربنات خون شود. افزایش عملکرد در شرایط تنش گرمایی با اضافه کردن (حدود ۰/۵ درصد) بی‌کربنات سدیم (جوش شیرین) به جیره نشان داده شده است.

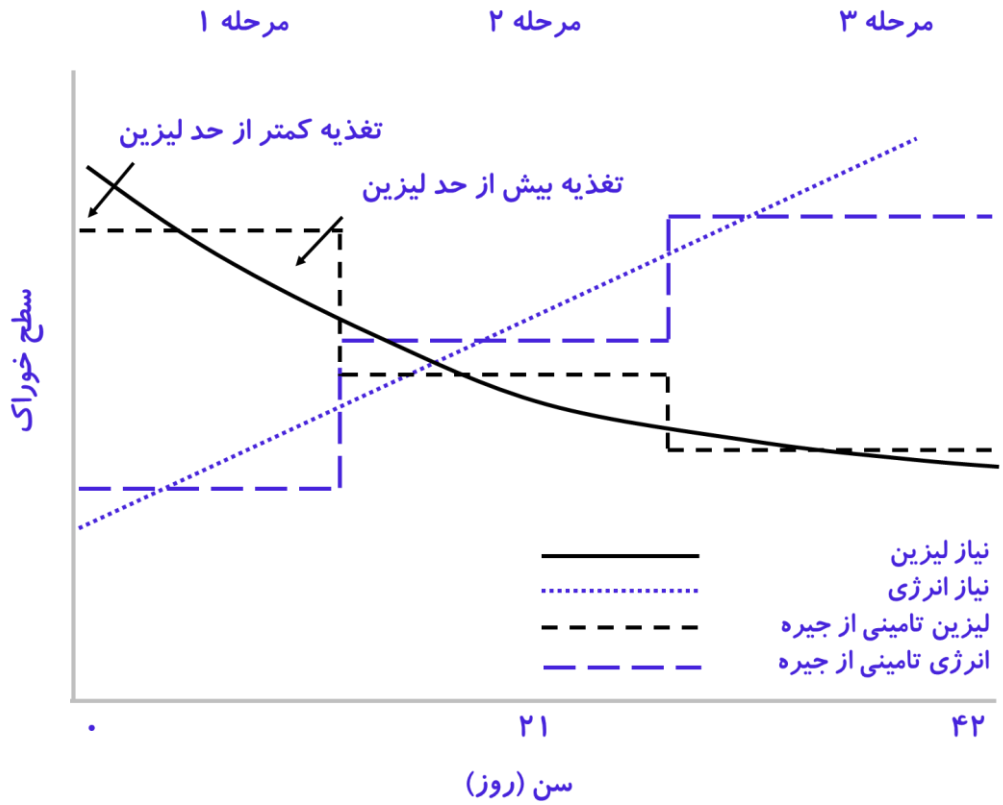
- *شکل جیره:* خوردن پلت زمان کمتری نیاز دارد و پرنده‌ها می‌توانند خوراک خود را با صرف انرژی کمتری مصرف کنند. در صورت برابر بودن انرژی دو جیره پلت و آردی، انرژی در دسترس برای هدف تولیدی هنگام ارائه جیره پلت بالاتر خواهد بود.
- *استفاده از محدودیت خوراک:* تولید گرما را می‌توان با قطع خوراک قبل و یا طی دوره زمانی بالا بودن دما کاهش داد. خوراک به مدت ۶ ساعت در روده باقی می‌ماند. بنابراین، قطع خوراک باید حدود ۶ ساعت قبل از عارض شدن دمای بالا انجام شود.
- *تغییر نسبت انرژی فراهم‌شده به شکل چربی و کربوهیدرات:* گرمای افزایشی خوراک‌ها را می‌توان با تامین مواد مغذی دارای قابلیت هضم بالاتر، حداقل کردن پروتئین مازاد و جایگزین کردن انرژی فراهم‌شده توسط کربوهیدرات با چربی کاهش داد.
- *افزایش سطوح ویتامین‌ها و مواد معدنی:* لازم است سطوح مکمل‌های ویتامینه و معدنی در خوراک متناسب با کاهش خوراک مصرفی در دمای بالا تعدیل شود. سطح ویتامین‌ها و مواد معدنی باید ۱/۲۵ درصد به ازای هر درجه افزایش دما از دمای ۲۱ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد افزایش یابد. با بالاتر رفتن دما از ۲۸ درجه سانتی‌گراد، این مقدار باید به ۲/۵ درصد به ازای هر درجه سانتی‌گراد برسد و باید توجه ویژه به سطوح ویتامین C (آسکوربیک اسید)، ویتامین E (توکوفرول) و ریبوفلاوین (B_2) مبذول گردد. همچنین له‌له زدن تعادل اسید-باز خون را تغییر می‌دهد که منجر به از دست رفتن فسفر می‌شود. بنابراین استفاده از جیره‌های حاوی سطح پایین فسفر در تابستان نیازمند دقت است.
- *استفاده از افزودنی‌های خوراکی مناسب:* بعضی از افزودنی‌های خوراکی می‌توانند روی تنش گرمایی اثر داشته باشند. مشخص شده است که نیکاربازین تنش گرمایی را تشدید می‌کند، در حالی که ویرجینیامایسین[1] آن را کاهش می‌دهد. گفته می‌شود که ضدکوکسید-یوز آواتک (مونسین سدیم)[2] نباید در تابستان استفاده شود زیرا موجب رطوبت بستر می‌شود. این مساله بعید است: به دلیل ۱) سطوح سدیم و سطح استفاده از دارو بسیار پایین است و ۲) ما می‌خواهیم مصرف آب را تحریک و نه مهار کنیم.

برنامه‌های تغذیه‌ای

جوجه‌های گوشتی پتانسیل بالایی برای رشد لخم (تولید گوشت بدون چربی) دارند و بنابراین نیاز اسید آمینه‌ای آنها بالا است. همگام با رشد پرنده‌ها، افزایش مصرف خوراک موجب تامین مواد مغذی لازم برای پتانسیل رشد لخم در پرنده می‌شود. بنابراین، اگرچه نیاز مطلق روزانه به پروتئین در سرتاسر دوره رشد افزایش می‌یابد، اما غلظت اسید آمینه جیره باید برای جلوگیری از مصرف بیش از حد پروتئین کاهش داده شود. همگام با رشد پرنده‌ها به سمت بلوغ، نیاز روزانه انرژی با توجه به بالا رفتن انرژی مورد نیاز برای نگهداری رو به افزایش می‌گذارد. در نتیجه، غلظت انرژی جیره باید همگام با بالا رفتن وزن بدن افزایش پیدا کند. ترکیب این عوامل ارائه

---

1. Virginiamycin
2. Avatec (sodium monensin)



شکل ۱۰–۲۶: نمایشی از چگونگی کارکرد تغذیه مرحله‌ای

■ **نکته**

تغذیه مرحله‌ای تغییرات در نیازهای مواد مغذی پرنده‌ها و خوراک دریافتی آنها را هماهنگ می‌کند.

یک برنامه تغذیه‌ای ایده‌آل واحد را مشکل می‌کند. اما متخصصین تغذیه باید یک سری نکات را هنگام طراحی یک برنامه تغذیه‌ای در نظر داشته باشند.

تغذیه مرحله‌ای جوجه‌های گوشتی

انتخاب جیره در هر مرحله مشخص از فرآیند پرورش می‌تواند اثر مهمی بر کارایی تکنیکی و سود مجموعه پرورش جوجه گوشتی داشته باشد. با افزایش سن (وزن) جوجه‌ها، نیاز انرژی نسبت به نیاز پروتئین (به ویژه لیزین)افزایش می‌یابد. عملی‌ترین و مرسوم‌ترین روش، خوراک دادن جوجه‌های گوشتی بر اساس تغذیه مرحله‌ای در طول دوره پرورش آنها است، اگرچه تغذیه بیش از حد و کمتر از حد پروتئین و انرژی همچنان اتفاق می‌افتد (شکل ۱۰–۲۶). واضح است که ارائه مراحل بیشتر تغذیه‌ای به یک گله می‌تواند نیاز پرنده‌ها را به نحو بهتری برآورده کند و موفقیت تغذیه مرحله‌ای به دانستن این نکته بستگی دارد که چه زمانی از یک مرحله تغذیه‌ای به مرحله بعد برویم. متاسفانه، تمایل به ارائه توصیه بر اساس سن بیشتر از وزن است. مصرف خوراک عامل اصلی تعیین‌کننده نیازهای جیره‌ای است. پرنده‌هایی که مصرف بالا (رشد سریع) دارند باید سریع‌تر از پرنده‌هایی که مصرف کمی (رشد کند) دارند از یک مرحله تغذیه‌ای به مرحله دیگر تغییر داده شوند. تخصیص مقدار مشخصی از خوراک برای هر مرحله (به عنوان مثال، ۵۰۰ گرم جیره آغازین به ازای هر پرنده) تا حد زیادی بر هر دوی این مشکلات غلبه می‌کند (جدول ۱۰–۱۰).

جدول ۱۰–۱۱ نشان می‌دهد که چگونه قیمت خوراک می‌تواند با اجرای یک سیستم تغذیه مرحله‌ای موثرتر

جدول ۱۰–۱۰: نسبت‌های لیزین (پروتئین) به انرژی متعارف مورد استفاده در جیره جوجه‌های گوشتی

سن (روز)	لیزین قابل‌دسترس (گرم/کیلوگرم)	انرژی قابل‌متابولیسم (مگاژول/کیلوگرم)	نسبت لیزین به انرژی قابل‌متابولیسم
راس			
۱۰–۰	۱۲/۷	۱۲/۶	۱/۰۷
۲۴–۱۱	۱۱/۱	۱۳/۳	۰/۸۴
۳۵–۲۵	۹/۲	۱۳/۵	۰/۶۸
کاب			
۱۴–۱	۱۱/۷ (۱۰/۸)	۱۲/۶۵ (۱۲/۵۰)	۰/۹۲
۲۸–۱۴	۱۱/۰ (۹/۹)	۱۳/۲۵ (۱۲/۹۰)	۰/۸۳
۴۲–۲۸	۹/۷ (۹/۵)	۱۳/۴۰ (۱۳/۲۹)	۰/۷۲
لمه و همکاران (۲۰۰۴)			
۵–۱	۱۳/۰	۱۲/۶	۱/۰۳
۱۴–۶	۱۲/۵	۱۲/۸	۰/۹۸
۳۵–۱۵	۱۱/۱	۱۳/۰	۰/۸۵
۴۵–۳۵	۹/۹	۱۳/۲	۰/۷۵

جدول ۱۰–۱۱: مقایسه هزینه سیستم‌های خوراک‌دهی دو و سه‌مرحله‌ای

مورد	قیمت به ازای تن (یورو)	دومرحله‌ای (گرم/پرنده)	سه‌مرحله‌ای (گرم/پرنده)	سه‌مرحله‌ای (گرم/پرنده)
آغازین	۲۳/۲۱	۱۰۰۰	۸۰۰	۵۰۰
رشد/پایانی	۲۱/۶۶	۲۴۰۰		
رشد	۲۲/۲۲		۱۲۰۰	۱۲۰۰
پایانی	۲۰/۰۹		۱۴۰۰	۱۷۰۰
هزینه به ازای هر پرنده (یورو)		۰/۷۵۲	۰/۷۳۴	۰/۷۲۵
صرفه‌جویی (در مقابل دومرحله‌ای)			۲/۳۹- درصد	۳/۷۲- درصد
مصرف مواد مغذی در طول دوره				
لیزین (گرم)		۳۸/۰۰	۳۸/۶۳	۳۷/۵۰
انرژی قابل‌متابولیسم (مگاژول)		۴۴/۴۸	۴۴/۸۴	۴۵/۰۰

کاهش پیدا کند. یک جیره آغازین متراکم برخوردار از قابلیت هضم خیلی بالا باید بهترین وزن ممکن را در سن ۷ روزگی تضمین کند. این جیره باید از فراهم کردن ساده انرژی و پروتئین فراتر برود. اگر مصرف ناکافی خوراک در هفته اول اتفاق بیفتد با تغذیه جیره خیلی متراکم نیز وزن کمتری حاصل خواهد شد. تحقیقات تجاری نشان می‌دهد که پرورش در نصف سالن (دو برابر کردن تراکم گله) اثری منفی بر مصرف خوراک و بنابراین وزن ۷ روزگی دارد. در عمل شرکت‌های کمی وجود دارد که از چهار یا تعداد بیشتری مرحله خوراک دادن استفاده نکنند.

جدول ۱۰–۱۲: خلاصه‌ای از مختصات جیره‌های مورد استفاده در آزمایشات

مورد	تیمار NRC ۱–۳ هفتگی	هفته ۱	هفته ۲	هفته ۳
انرژی قابل‌متابولیسم (مگاژول/کیلوگرم)	۱۳/۲۷	۱۳/۰۶	۱۳/۱۸	۱۳/۲۷
لیزین (گرم/کیلوگرم)	۱۱/۲	۱۱/۹	۱۱/۲	۱۰/۵

جدول ۱۰–۱۳: نتایج آزمایش (۰–۲۱ روزگی) (وارن و امرت، ۲۰۰۰)

مورد	NRC	تغذیه مرحله‌ای
افزایش وزن (گرم)	۵۶۶	۵۶۶
مصرف خوراک (گرم)	۸۵۵	۸۰۹
ضریب تبدیل خوراک (گرم/گرم)	۱/۵۱	۱/۴۳
نسبت افزایش وزن به لیزین قابل‌هضم (گرم/گرم)	۵۹/۲	۶۳/۲

افزایش مراحل تغذیه می‌تواند مشکلات آمادگاری ایجاد کند. بحث بر سر این است که یک مرحله خوراک‌دهی باید چقدر طول بکشد. بلیک[1] و همکاران (۲۰۰۹) جوجه‌ها را با ۴۵۴، ۵۴۵، ۶۳۶ و ۷۲۶ گرم جیره آغازین حاوی ۲۲ یا ۲۳/۵ درصد پروتئین متعادل تغذیه کردند. آنها اختلافی بین عملکرد تیمارها مشاهده نکردند که ممکن است به دلیل تراکم پایین گله (کمتر از ۱۰ پرنده در هر مترمربع) باشد.

وارن[2] و امرت (۲۰۰۰) توصیه‌های NRC (۱۹۹۴) را با سه جیره تنظیم‌شده با استفاده از معادلاتی مشابه با معادلات رون–پولنک[3] مقایسه کردند. مقادیر اسید آمینه قابل‌هضم از روی مقادیر کل محاسبه شد. مختصات خوراک استفاده‌شده در این جیره‌ها در جدول ۱۰–۱۲ خلاصه شده و نتایج آزمایش در جدول ۱۰–۱۳ آورده شده است. تغذیه مرحله‌ای نه تنها بر ضریب تبدیل خوراک (که معنی‌دار نبود)، بلکه بر استفاده از لیزین نیز تاثیر داشت. اگرچه نشان داده شد که هرگونه کاهشی در استفاده از لیزین نهایتا به کاهش قیمت خواهد انجامید. آزمایشات بعدی با پرنده‌های دارای سنین مختلف بهبودهای معنی‌داری را در عملکرد و بهره‌وری از اسیدهای آمینه نشان داد.

> ■ **نکته**
> پرندگان قادرند مواد خوراکی خود را به گونه‌ای انتخاب کنند که نیازهای مواد مغذی‌شان را تامین نمایند.

تغذیه انتخابی

در تغذیه انتخابی حداقل دو جیره مختلف به صورت آزاد برای جوجه‌های گوشتی فراهم می‌شود. در حالت معمول، انتخاب بین یک خوراک حاوی پروتئین بالا (جیره متعادل) و یک خوراک حاوی انرژی بالا (دانه) است. از لحاظ تئوری، در تغذیه انتخابی پرنده می‌تواند آنچه را که می‌خواهد برای تامین نیاز فردی خود مصرف کند. در حیات وحش، اجداد گله‌های طیور امروزی مجبور بودند دنبال خوراک بگردند و از بین مواد مختلف موجود انتخاب کنند.

---
1. Blake
2. Warren
3. Rhone-Poulenc

مرغ‌های وحشی قادر به خوردن یک جیره متعادل برای رشد و تولیدمثل موفقیت‌آمیز بودند. سویه‌های امروزی پرنده‌ها با دقت بسیار قابل‌توجهی قادر به متعادل کردن جیره خود هستند. شیافوان و همکاران (۲۰۱۲) آزمایشی انجام دادند که در آن پرنده‌ها یک تغذیه انتخابی را در دو رژیم دمایی مختلف دریافت کردند (شکل ۱۰-۲۷). در شکل ۱۰-۲۸ می‌توان مشاهده کرد که پرنده‌ها قادر بودند تا زمان بلوغ با تغییر در میزان مصرف خود از سه جیره‌ای که در اختیار داشتند به یک نسبت ایده‌آل پروتئین به انرژی دست یابند. در مورد پرنده‌هایی که در دمای بالا نگه داشته شدند، مصرف جیره حاوی انرژی بالا در سن ۳ هفتگی به یک حد ثابت رسید که احتمالا به تقاضای پایین‌تربرای سنتز پروتئین مربوط است. در هر رژیم دمایی، افزایش وزن بدن در پرنده‌های دارای تغذیه انتخابی مقداری کمتر بود و این پرنده‌ها پروتئین کمتر و انرژی بیشتری مصرف کردند. این یافته‌ها حکایت از آن دارد که ممکن است تنظیم جیره برای حداکثر کردن رشد، منعکس‌کننده ترجیحات جیره‌ای خود پرنده‌ها نباشد. نشان داده شده است که ماده‌ها در مقایسه با نرها پروتئین کمتری انتخاب می‌کنند.

نکته

تغذیه دانه کامل یکی از گزینه‌های جالب‌توجه است.

تغذیه مخلوط

تغذیه مخلوط نوعی از سیستم تغذیه انتخابی است که در آن پرنده‌ها مخلوطی از دانه و خوراک کرامبل یا پلت را در یک دانخوری دریافت می‌کنند. دانه و خوراک متعادل را می‌توان در مزرعه مخلوط کرد. تغذیه مخلوط به طور گسترده در برخی از کشورها استفاده می‌شود، اگرچه به دلایلی به نظر می‌رسد که به کارایی جیره‌های بر پایه ذرت نیست.

مزایای این سیستم عبارتند از:

- می‌توان در هر روز یک جیره متفاوت استفاده کرد – نیازهای پرنده دقیق‌تر برآورده می‌شود.
- از یک خط دانخوری استفاده می‌شود و پرنده در سیستم دانخوری با یک مخلوط مواجه می‌شود.
- می‌توان از مزایای تغذیه انتخابی (پروتئین کمتر طی دوره‌های گرم) استفاده برد.

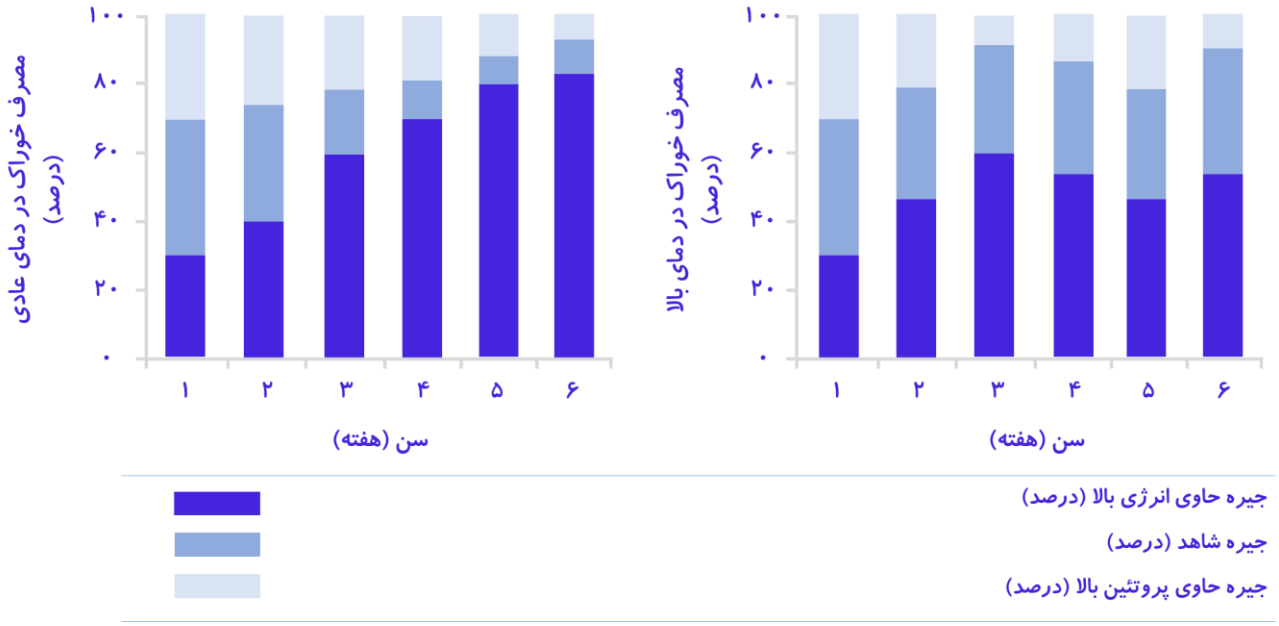
نکته

تولید لاشه هنگام تغذیه دانه کامل کاهش پیدا می‌کند.

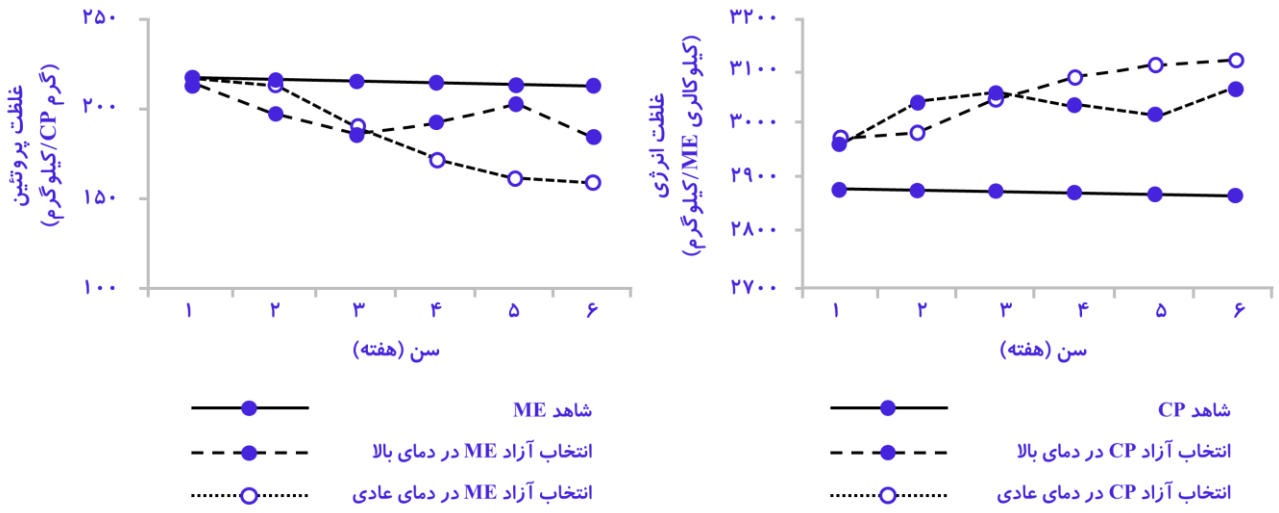
تغذیه مخلوط توسط لیسون و سامرز (۲۰۰۵) مطالعه شد. آنها آزمایشاتی انجام دادند که در آن یک جیره سه‌مرحله‌ای استاندارد به عنوان شاهد استفاده شد (جدول ۱۰-۱۴). پرنده‌ها توانستند مصرف اسیدهای آمینه خود را تنظیم کنند و حتی این کار را با هزینه کمتری انجام دادند. با افزایش اختلاف بین قیمت خوراک و قیمت ذرت صرفه‌جویی مشهودتر بود.

شیوه تغییر مصرف خوراک پرنده‌ها در جدول ۱۰-۱۵ آورده شده است. مزایای تغذیه انتخابی و مخلوط را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

- هر پرنده می‌تواند نیازهای منحصربه‌فرد خود را برآورده کند. این اختلافات تحت تاثیر جنس، تفاوت‌های فردی و محیطی قرار می‌گیرد.
- یک دوره یادگیری حدود یک‌هفته‌ای لازم است که طی آن جوجه‌ها یاد می‌گیرند که مواد مغذی مورد نیاز خود را برای تولید بهینه انتخاب کنند.
- پرنده‌هایی که در معرض دمای بالای روز (۳۳ درجه



شکل ۱۰–۲۷: درصد مصرف خوراک از جیره‌های شاهد، جیره حاوی پروتئین بالا و جیره حاوی انرژی بالا در دو رژیم دمایی مختلف (برگرفته از شیافوان و همکاران، ۲۰۱۲)



شکل ۱۰–۲۸: مصرف پروتئین (CP) و انرژی (ME) در جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده بر اساس تغذیه انتخابی در مقایسه با جیره شاهد در دو رژیم دمایی مختلف (برگرفته از شیافوان و همکاران، ۲۰۱۲)

سانتی‌گراد) و دمای معتدل شب (۲۰ درجه سانتی-گراد) قرار می‌گیرند، مصرف خوراک خود (به ویژه جزء پروتئینی جیره) را به طور قابل‌توجهی در ساعات گرم روز کاهش می‌دهند. با خنک‌تر شدن هوا مصرف خوراک افزایش می‌یابد. تغذیه انتخابی این پرنده‌ها را قادر می سازد تا سریع‌تر رشد نمایند و خوراک را به شکل موثرتری به وزن تبدیل کنند.

- با تغذیه دانه کامل یک صرفه‌جویی در مصرف انرژی حاصل می‌شود. اول، هزینه انرژی ناشی از آسیاب کردن، اضافه کردن بخار و پلت کردن حذف می‌شود

جدول ۱۰-۱۴: پاسخ جوجه‌های گوشتی به تغذیه ذرت شکسته از سن ۷ روزگی با لحاظ قیمت ۲۰۹ یورو برای هر تن جیره آغازین و ۱۱۷ یورو برای هر تن ذرت (لیسون و سامرز، ۲۰۰۵)

مورد	تیمار		
	شاهد	آغازین + گندم	آغازین + ذرت
وزن ۴۹ روزگی (گرم)	۳۰۳۰	۲۹۲۲	۲۹۱۷
مصرف خوراک کل (گرم/پرنده)	۵۷۷۱	۵۷۲۲	۵۶۹۳
ضریب تبدیل خوراک (گرم/گرم)	۱/۹۳	۱/۹۹	۱/۹۸
وزن لاشه (گرم)	۲۲۳۴[a]	۲۱۲۵[b]	۲۱۳۰[b]
وزن سینه (درصد لاشه)	۲۱/۵[a]	۱۹/۶[b]	۲۰/۰[b]
مصرف پروتئین (گرم/کیلوگرم)	۳۷۱	۳۶۴	۳۴۰
قیمت جیره (سنت/کیلوگرم وزن بدن)	۵۲/۴	۴۸/۲	۴۷/۲

جدول ۱۰-۱۵: نسب مصرف جیره آغازین و ذرت

سن	آغازین (درصد)	ذرت (درصد)
۰-۷ روزگی	۱۰۰	۰
۷-۲۱ روزگی	۸۷/۳	۱۲/۷
۲۱-۳۵ روزگی	۶۵/۷	۳۴/۳
۳۵-۴۹ روزگی	۵۷/۱	۴۲/۹

دوم، پرنده انرژی بیشتری از ذرات درشت به دست می‌آورد (جدول ۱۰-۳۶). سنگدان باید دانه کامل را آسیاب کند و بنابراین اندازه آن به شکل قابل‌توجهی افزایش می‌یابد. دانه برای یک مدت زمان طولانی در پیش‌معده باقی می‌ماند و بنابراین بیشتر در معرض آنزیم‌های هضمی آن قرار می‌گیرد. شواهدی وجود دارد که سنگدان فعال دفع ائوسیت کمتری دارد و سازوکار ایمنی پرنده را بهبود می‌دهد.

- تولید لاشه با تغذیه انتخابی کاهش می‌یابد، چرا که اندازه دستگاه گوارش افزایش پیدا می‌کند و بنابراین بخش بزرگ‌تری از کل وزن زنده را به خود اختصاص می‌دهد.
- کارایی تبدیل خوراک پایین می‌آید اما کاهش هزینه جیره می‌تواند آن را جبران کند.

تغذیه دانه کامل ذرت

دوزیر[1] و همکاران (۲۰۱۰) مزایا و هزینه‌های مرتبط با تغذیه شکل‌های مختلف خوراک به جوجه‌های گوشتی را بررسی کردند. همه جیره‌ها از نظر فرمول و ترکیب مواد مغذی یکسان بودند. یک جیره آغازین کرامبل استاندارد به مدت ۲ هفته تغذیه شد. پس از آن یکی از چهار جیره آزمایشی ارائه گردید. تیمارها عبارت بودند از: پلت با کیفیت بالا، پلت با کیفیت پایین، پلت با کیفیت بالا که ۲۰ و ۳۰ درصد ذرت جیره در دوره‌های رشد و پایانی پس از پلت کردن به آن وارد شده بود و یک جیره آردی که با آسیاب غلتکی تهیه گردیده بود. اگرچه تراکم گله تنها ۱۴ پرنده در مترمربع بود، اختلافات معنی‌داری بین تیمارها وجود داشت (جدول ۱۰-۱۶). جالب آنکه نتایج به‌دست‌آمده با مخلوط ذرت غلتک‌خورده و پلت مشابه با نتایجی بود که

[1]. Dozier

جدول ۱۰-۱۶: رشد و عملکرد جوجه‌های گوشتی نر (راس ۷۰۸) دریافت‌کننده جیره‌های مختلف از سن ۱ تا ۴۲ روزگی (دوزیر و همکاران، ۲۰۱۰)

مورد	شاخص قوام پلت	وزن بدن (گرم)	ضریب تبدیل خوراک (گرم/گرم)	مرگ‌ومیر (درصد)
پلت خوب	۸۵/۵	۳/۱۶۷[a]	۱/۷۱۲[ab]	۲/۰
پلت ضعیف	۵۲/۵	۳/۰۹۳[ab]	۱/۶۹۴[b]	۱/۳
به اضافه ذرت	۸۷/۰	۳/۱۴۱[a]	۱/۷۱۵[a]	۱/۶
آردی	-	۳/۰۵۳[b]	۱/۶۹۵[b]	۱/۵

با تغذیه پلت خوب به دست آمد. اگر هزینه پلت کردن حدود ۵ دلار به ازای هر تن در نظر گرفته شود، چنین نتایجی می‌تواند موفقیتی برای تولیدکنندگان نه تنها برای صرفه‌جویی مالی، بلکه برای کاهش هزینه انرژی پلت کردن باشد.

جیره‌های پس‌پایانی یا قبل از بارگیری[1]

حذف پیش‌مخلوط‌های ویتامینه و معدنی و داروها در ۵ روز آخر دوره پرورش عمل رایجی است (دیهیم[2] و همکاران، ۱۹۹۶؛ جدول ۱۰-۱۷). مطالعات بسیاری نشان داده است که قطع پیش‌مخلوط در ۷ تا ۱۰ روز انتهایی اثر معنی‌داری بر رشد و راندمان خوراک ندارد. باید به خاطر داشت که بسیاری از مواد مغذی تولید لاشه، استحکام استخوان و وضعیت ایمنی پرنده را تحت تاثیر قرار می‌دهند. این عوامل اغلب اثری منفی روی عملکرد پرنده در شرایط تنش‌زا دارند. در شرایط تنش گرمایی، مواجهه با آفلاتوکسین یا دیگر شرایط حائز اثر منفی روی عملکرد مکمل کردن کامل ویتامین‌ها و مواد معدنی مقتضی به نظر می‌رسد.

تغذیه و خوراک دادن پرنده‌های جوان

خوراک دادن جوجه‌های گوشتی در هفته اول زندگی یکی از چالش‌های تغذیه‌ای است. اول اینکه جوجه جوان همچنان باید از لحاظ فیزیولوژی و آناتومی توسعه پیدا کند و کامل شود. دوم اینکه هم‌زمان با بهبود ژنوتیپ‌ها، رشد طی ۷ روز اول زندگی اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. برای پرنده‌هایی که در سن ۳۵ روزگی کشتار می‌شوند، هفته اول ۲۰ درصد دوره تولید را در برمی‌گیرد. یک شروع خوب منجر به یکنواختی گله می‌شود و وزن نهایی کشتار را تحت تاثیر قرار می‌دهد. نهایتا اینکه دوره ابتدایی پس

جدول ۱۰-۱۷: اثر حذف ویتامین‌ها و مواد معدنی از جیره جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی (۲۴-۳۵ درجه سانتی‌گراد) (دیهیم و همکاران، ۱۹۹۶)

مورد	افزایش وزن (۳۵-۴۹ روزگی)	نسبت خوراک به افزایش وزن (گرم/گرم)	مرگ‌ومیر (درصد)
شاهد	۱۲۸۰[a]	۲/۶۶[a]	۹/۶
بدون مکمل	۱۲۴۰[b]	۲/۸۶[b]	۱۳/۲

1. Withdrawal/post finisher diets
2. Deyhim

از تفریخ فرصت مناسبی را برای کنترل افزایش ظرفیت پروتئین بدن در طول عمر تولیدی فراهم می‌کند (ویرا و آنجل، ۲۰۱۲). تونا[1] و همکاران (۲۰۱۰) دریافتند که اختلافاتی بین نژادها وجود دارد. در زمان چنج زدن[2] (شروع جوجه به نوک زدن از داخل برای سوراخ کردن و خروج از تخم)، فشار جزئی دی‌اکسید کربن در پرنده‌های کاب بالاتر از راس بود. جوجه‌های کاب در روزهای ابتدایی بعد از تفریخ گرمای بیشتری تولید می‌کنند که حاکی از نرخ متابولیک بالاتر آنها است. این مشاهدات می‌تواند توضیحی برای این واقعیت باشد که پرنده‌های کاب عملکرد بعد از تفریخ بهتری دارند. باید یادآوری کرد که خوراک دادن و مدیریت جوجه جوان یک امر پیوسته است: با تغذیه و سلامتی گله مادر آغاز می‌شود، به حمل‌ونقل تخم‌مرغ‌ها و جوجه‌درآوری (که هر دو بر کیفیت جوجه اثر دارند) کشیده می‌شود و به تغذیه و مدیریت خود جوجه می‌رسد.

> ■ **نکته**
> تغذیه جوجه با خوراک دادن صحیح مرغ مادر آغاز می‌شود.

مرغ مادر و جوجه‌کشی

تغذیه مرغ‌های مادر باید به طور مختصر بحث شود. در اولین مورد، اگر جیره یا مخازن بدن نتواند مواد مغذی کافی برای اطمینان از تامین نیازهای جنین جهت تفریخ فراهم کند، تخم‌مرغی تشکیل نخواهد شد. دوره زندگی جوجه‌ای که در مورد آن بحث می‌کنیم (جوجه‌ای که از تخم در آمده است)، ۹ روز قبل از تخم‌گذاری آغاز شده، این زمانی است که طول می‌کشد تا فولیکول در نتیجه توسعه زرده بالغ شود. بقیه تخم‌مرغ در روز تخم‌گذاری تشکیل می‌شود. اجزای مختلف تخم‌مرغ مسئول تغذیه و توسعه جنین، سیستم ایمنی آن و نهایتا خود جوجه جوان هستند. لیپید زرده ۹۰ درصد کالری مورد نیاز جنین را تامین می‌کند و به طور مستقیم طی فرآیند اندوسیتوز وارد خون می‌شود. تقریبا ۸۰ درصد زرده در دوره جوجه‌کشی هضم و ۲۰ درصد باقیمانده آن قبل از تفریخ به داخل حفره شکمی کشیده می‌شود. وزن زرده متغیر است و تحت تاثیر عوامل متعددی شامل تغذیه، مدیریت و بلوغ قرار می‌گیرد. مقدار باقیمانده زرده از ۴ تا ۱۱ گرم متغیر است و در یک جوجه ۴۰ گرمی ۱۰ تا ۲۸ درصد وزن بدن را شامل می‌شود. اندازه جوجه به طور غالب، اما نه به طور کامل، تابعی از اندازه تخم است.

اطلاعات کمی در مورد اثر سطوح حاشیه‌ای مواد مغذی (که بر اثر محدودیت خوراک ایجاد می‌شود) و اثر آنها بر کیفیت تخم‌مرغ، باروری، زنده‌مانی جنین یا کیفیت جوجه وجود دارد. اطلاعات در مورد دستکاری جیره مادری و اثر آن بر کیفیت جوجه پراکنده است، اما معمولا تصور بر آن است که نقش قابل‌توجهی ایفا نمی‌کند (کید[3]، ۲۰۰۳). شواهدی وجود دارد که انرژی بالاتر منجر به بزرگ شدن تخم‌ها و نهایتا جوجه بزرگ‌تر می‌شود (اسپرات[4] و لیسون، ۱۹۸۷). بیشبود یا کمبود مواد معدنی باعث افزایش تلفات جنینی می‌شود، اما منابع کمی در مورد عملکرد جوجه و انتقال آنتی‌بادی‌ها از مادر به جوجه وجود دارد. مشخص شده است که روی و سلنیم انتقال آنتی‌بادی مادری و کیفیت جوجه را بهبود می‌دهند. اکمی[5] و کون (۲۰۱۰a) نشان دادند که سطوح فسفر غیرفیتاتی کمتر از ۲ گرم در کیلوگرم اثر منفی بر تولید تخم و کیفیت نتاج نداشت. ویتامین‌ها بر باروری و زنده‌مانی جنین اثر دارند. بتا-

1. Tona
2. Internal piping
3. Kidd
4. Spratt
5. Ekmay

کاروتن و ویتامین E می‌توانند تکثیر لنفوسیت‌ها و توانایی آنها برای ایجاد تیتر آنتی‌بادی بالاتر را افزایش بدهند. همچنین مقدار قابل‌توجهی ویتامین E از مرغ‌های دریافت-کننده سطوح بالای آن به جوجه‌های آنها انتقال می‌یابد. اثر تقویت سطوح سلنیم، روی، ویتامین E، کولین، اسید فولیک و اسیدهای چرب امگا-۳ در تخم‌مرغ بر جوجه‌درآوری و کیفیت جوجه مشخص شده است.

> **نکته**
> در زمان تفریخ مورفولوژی و عملکرد دستگاه گوارش دستخوش تغییر می‌شود.

در مرحله آخر تشکیل جنین، جنین جوجه‌ها به سرعت رشد می‌کند که منجر به افزایش نرخ متابولیک و افزایش نیاز انرژی می‌شود. مواد تزریقی به تخم‌مرغ می‌توانند به صورت فعال یا غیرفعال از طریق مایع آمنیوتیک[1] توسط جنین جذب و سپس قبل از خروج از تخم وارد اندام‌های مختلف شوند. مکمل‌های کربوهیدراتی و اسید آمینه‌ای تزریق‌شده به تخم‌مرغ (بعد از روز ۱۸ جوجه‌کشی) می-توانند وضعیت انرژی و رشد جنین را بهبود بدهند (یونی[2] و همکاران، ۲۰۰۵). مطالعات در این حوزه در حال افزایش است و در آینده کاربرد تجاری به خود خواهد گرفت. توانایی کنترل ژن‌های مشخص در دستگاه گوارش نشان داده شده است، اما ممکن است تامین مستقیم مواد مغذی مورد نیاز برای رشد روی جنین موجود در تخم اثرات سمی داشته باشد. پیاده‌سازی تغذیه درون تخم‌مرغی[3] تحت شرایط عملی همچنان بسیار دشوار است و تحقیقات آینده باید روی روش‌های تجویز و یافتن اشکال مناسب مواد مغذی برای اهداف خاص تمرکز کند (دوسن، ۲۰۱۰).

حمل‌ونقل تخم‌مرغ و مدیریت جوجه‌درآوری کیفیت جوجه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. روش جابجایی، دمای جوجه‌کشی، غلظت گازها و پراکنش تفریخ برخی از عواملی هستند که می‌توانند بر کیفیت فیزیکی تخم‌مرغ‌ها (به طور ویژه کیفیت پوسته) تاثیرگذار باشند. به طور مرسوم، کیفیت جوجه را با اندازه‌گیری مرگ‌ومیر در ۷ روز اول ارزیابی می‌کنیم، اما این معیار تنها نشانه‌ای از وجود یک مشکل در گله طی هفته حساس اول به ما می‌دهد. تونا و همکاران (۲۰۰۳) یک سیستم ارزیابی کیفیت جوجه طراحی کردند که امکان عملیات تصحیح فوری روی گله ضعیف را فراهم می‌کند. عوامل تاثیرگذار روی کیفیت جوجه در جدول ۱۰-۱۸ ارائه شده است. سطح نمره برای هر پارامتر مربوط به اهمیت آن روی زنده‌مانی جوجه و شدت ناهنجاری است که می‌تواند ایجاد کند. نمره عالی ۱۰۰ (جمع همه نمرات) است.

> **نکته**
> کیفیت جوجه روی عملکرد گله تاثیر می‌گذارد.

اهمیت اقتصادی کیفیت جوجه توسط آدبا[4] (۲۰۱۱) نشان داده شده است. وی نتایج به‌دست‌آمده توسط یک زنجیره یکپارچه بزرگ اسپانیایی را گزارش کرد (جدول ۱۰-۱۹). تلفات ۷ روزگی بر عملکرد کل دوره زندگی تاثیر داشت و همچنین باعث ایجاد یک موج دیگر تلفات در ۵ یا ۶ هفتگی شد. درگیری با کلی‌باسیلوس[5] عامل اصلی مرگ‌ومیر بالا در ۷ روز اول است. اساسا این اختلال شیوع اشریشیا کلی در کیسه زرده، کبد و مغز جوجه است. حالت معمول آن بین ۱ تا ۶ درصد است، اما می‌تواند تا ۷۰

1. Amniotic fluid
2. Uni
3. In ovo feeding
4. Adba
5. Colibacillosis

جدول ۱۰–۱۸: عوامل موثر بر کیفیت جوجه یک‌روزه و عملکرد جوجه‌ها در کل دوره پرورش آنها (برگرفته از تونا و همکاران، ۲۰۰۳)

شاخص	مشاهده
کیفیت تخم‌مرغ مورد استفاده	اندازه، شکل، استحکام و آلودگی پوسته.
زمان جمع‌آوری	می‌تواند بر مرحله توسعه جنین تاثیر بگذارد.
ذخیره تخم‌مرغ	زمان و رطوبت.
دمای دستگاه جوجه‌کشی	باید از نوسانات دمایی یا دماهای خیلی بالا یا پایین اجتناب شود.
غلظت دی‌اکسید کربن دستگاه جوجه‌کشی	مقداری دی‌اکسید کربن برای توسعه مناسب ضروری است اما غلظت‌های بالای آن می‌تواند باعث کیفیت پایین جوجه شود.
پراکنش زمانی تفریخ	زمان تفریخ جوجه نسبت به زمان خروج آن از دستگاه جوجه‌کشی می‌تواند عملکرد جوجه را متاثر کند.
رنگ جوجه	جوجه‌های رنگ‌پریده در مقایسه با جوجه‌های زرد در هچر آب بیشتری از دست داده‌اند و ممکن است دهیدراته شده باشند.
وزن جوجه	وزن نشان‌دهنده عملکرد مورد انتظار در هفته اول است. وزن پایین جوجه متولدشده از گله‌های بالغ – یعنی یک چیزی ایراد دارد.

درصد بالا برود. عملیات جوجه‌درآوری مانند مدیریت دما، یکنواختی تهویه، پراکنش تفریخ و مدت زمان باقی ماندن پرنده در هچر همگی نقشی در آلودگی جوجه ایفا می‌کنند. جالب آنکه آلودگی سطح پوسته تخم‌مرغ نقش نسبتا کوچکی به عنوان یک آلاینده ایفا می‌کند، در حالی که احتمال ایجاد مشکل توسط شرایط هچر حدود دو برابر است. اما به نظر می‌رسد که عملیات واکسیناسیون ضعیف (تزریق یا اسپری) عاملی است که به تنهایی نقش بزرگی دارد. گله‌های مسن در مقایسه با گله‌های جوان، پراکنش تفریخ بالاتری دارند. بنابراین، تمایل برای گذاشتن تخم‌های آنها در هچر برای یک مدت طولانی جهت بهبود جوجه‌درآوری بیشتر است. جوجه‌هایی که مدت طولانی‌تری در هچر بوده‌اند (یا دمای خیلی) از تنش اکسیداتیو رنج می‌برند و اغلب رنگ‌پریده (در مقابل زرد) هستند. افزودن ۵ گرم در تن کانتازانتین (کاروفیل قرمز)، یا یک آنتی‌اکسیدان قوی، به جیره مرغ‌های مادر موجب کاهش تلفات ۷ روزگی به ویژه در گله‌های مسن‌تر می‌شود.

روز تفریخ

هنگام تفریخ، پرنده گذار از انرژی زرده (درون‌زادی) به استفاده از خوراک‌های غنی از کربوهیدرات از طریق روده را تجربه می‌کند. این فرآیند به تغییرات گسترده در اندازه، مورفولوژی و عملکرد روده نیاز دارد. در شرایط طبیعی، جوجه‌ها مدت کوتاهی پس از تفریخ شروع به جستجو برای خوراک می‌کنند، چیزی که در جوجه‌کشی ممکن نیست. در یک تفریخ غیریکنواخت، ممکن است برخی از پرنده‌ها ۲ تا ۳ روز در سینی‌های هچر باقی بمانند که فرآیند دسترسی به خوراک را برای برخی از جوجه‌ها به مدت بیشتری به تاخیر می‌اندازد. محرومیت جوجه تازه تفریخ‌شده از خوراک موجب کاهش ۴ گرمی وزن (به دلیل از دست دادن آب و استفاده از زرده) به ازای هر ۲۴ ساعت می‌شود (نوی و همکاران[1]، ۲۰۰۱). وقتی که حداکثر ۱ ساعت بعد از تفریخ مقداری خوراک (چه به شکل جامد یا نیمه‌جامد) برای جوجه‌ها فراهم شد، افزایش وزن در سن ۴ روزگی بهبود پیدا کرد. در سال ۲۰۰۴

[1]. Noy

جدول ۱۰–۱۹: مرگ‌ومیر در هفت روز اول در مقابل عملکرد (آدبا، ۲۰۱۱)

مورد	بهترین ۱۵ درصد گله‌ها	بدترین ۱۵ درصد گله‌ها
شاخص کارایی تولید	۳۱۲/۸	۲۰۲/۵
سن (روز)	۴۲/۸	۴۳/۰
وزن (کیلوگرم)	۲/۵۴	۲/۰۲
افزایش وزن روزانه (گرم)	۵۹/۳	۴۷/۰
مرگ‌ومیر (درصد)	۲/۹۶	۱۱/۳۰
مرگ‌ومیر هفت روز اول (درصد)	۱/۹۵	۳/۷۰

شرکت اصلاح‌نژاد راس گزارش کرد که تاخیر ۱۵ ساعته در ارائه خوراک به پرنده‌ها باعث ۲۰ گرم کاهش وزن در ۷ روزگی و ۸۰ گرم کاهش وزن در ۴۰ روزگی شد، در حالی که تاخیر ۲۴ ساعته وزن را به میزان ۱۱۰ گرم در ۴۰ روزگی کاهش داد.

علاوه بر توسعه دستگاه گوارش، جوجه با تعداد مشخصی میوفیبریل (تار ماهیچه‌ای) از تخم خارج می‌شود و انتظار نمی‌رود که این تعداد تغییر کند. تغذیه و مدیریت در ساعات اولیه بعد از تفریخ بر توسعه این میوفیبریل‌ها اثر دائمی دارد. دوره ابتدایی پس از تفریخ فرصتی است برای فراهم کردن سازوکارهایی که ظرفیت افزایش پروتئین بدن در میوفیبریل‌ها را در طول دوره تولید کنترل خواهند کرد (ویرا و آنجل، ۲۰۱۲). تغذیه بلافاصله بعد از تفریخ برای توسعه مورفولوژیکی مناسب ماهیچه سینه‌ای بزرگ[1]، تشکیل ذخایر چربی دورن‌ماهیچه‌ای و بیان ژن‌های ضروری برای تکثیر و تمایز سلول‌های ماهیچه‌ای در جوجه‌های گوشتی حیاتی است (ولمن[2] و همکاران، ۲۰۱۰).

تحمیل محدودیت خوراک بلافاصله پس از تفریخ اثر نا-مطلوبی بر توسعه ماهیچه در ۲۸ روزگی می‌گذارد، در حالی که نشان داده شده است که تحمیل یک دوره گرسنگی ۲ روزه باعث از دست رفتن همیشگی رشد ماهیچه در جوجه‌های گوشتی می‌شود (هالوی[3] و همکاران، ۲۰۰۳). پراکنش تفریخ ۲۴ تا ۴۸ ساعته به معنی متفاوت بودن سن بیولوژیک جوجه‌ها (بر خلاف سن ثبت‌شده آنها) خواهد بود. بنابراین، هرگونه تاخیری در دسترسی به خوراک اثر متفاوتی بر جوجه‌هایی که زودتر یا دیرتر تفریخ شده‌اند خواهد گذاشت و جوجه‌هایی که زودتر تفریخ شده‌اند، سود بیشتری از فراهم شدن سریع‌تر خوراک خواهند برد. به نظر می‌رسد که زمان پراکنش تفریخ توانایی جوجه‌های تازه‌ازتخم‌درآمده را برای استفاده از گلوکز مصرفی تحت تاثیر قرار می‌دهد. جوجه‌هایی که دیرتر تفریخ شده‌اند، در مقایسه با دیگر پرنده‌ها، گلوکز را سریع‌تر و با کارایی بالاتری استفاده می‌کنند و بنابراین کربوهیدرات خوراک را بهتر استفاده می‌کنند (ویلمسن[4] و همکاران، ۲۰۱۰). یکی از نوآوری‌های اخیر که اطمینان ایجاد کرده که جوجه‌های تازه تفریخ‌شده نه تنها بلافاصله به آب و خوراک دسترسی پیدا می‌کنند، بلکه خود را در محیطی می‌یابند که در آنجا دما، سرعت هوا، رطوبت نسبی و سطح گازها کنترل می‌شود سیستم پرورش در جوجه‌کشی (سیستم هچ‌برود[5]) است (هچ‌تک[6]، ۲۰۱۰). جوجه‌ها هنگام تفریخ

1. Pectoralis major
2. Velleman
3. Halevy
4. Willemsen
5. HatchBrood
6. HatchTech

به سیستم هچ‌برود انتقال پیدا می‌کنند و به مدت ۴ یا ۵ روز در جوجه‌کشی باقی می‌مانند.

ترکیب جیره جامد استفاده از باقیمانده کیسه زرده در دستگاه گوارش را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهد. در زمان تفریخ، جوجه دستگاه گوارش و سیستم ایمنی توسعه‌نیافته‌ای دارد. جوجه‌های گوشتی امروزی به منظور دستیابی به پتانسیل ژنتیکی خود به رشد و بلوغ سریع دستگاه گوارش و سایر اندام‌های عرضه‌کننده نیاز دارند.

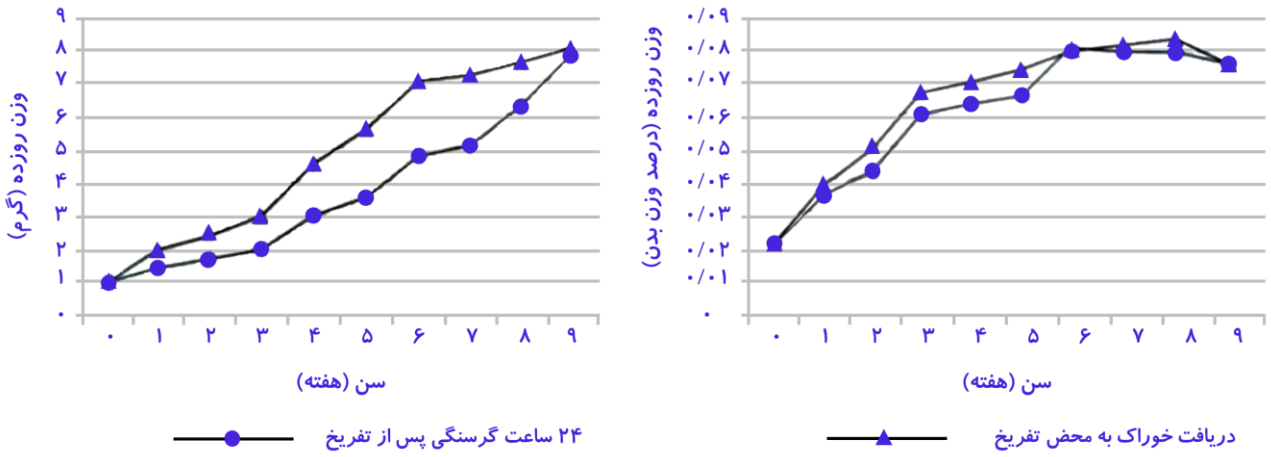
توسعه آناتومیکی: در زمان تفریخ انتروسیت‌های روده کوچک گرد و نابالغ هستند. با توجه به وابستگی شدید فعالیت دستگاه گوارش به ساختار میکروسکوپی آن توسعه این ساختار اهمیت حیاتی دارد. دسترسی به مواد مغذی طی ۲۴ ساعت اول پس از تفریخ توسعه سریع روده را شروع می‌کند. طی چند روز ابتدایی بعد از تفریخ کریپت‌ها کاملا آشکار می‌شوند و مساحت سطح روده را افزایش می‌دهند. تعداد و اندازه (ارتفاع) پرزها افزایش می‌یابد. نرخ رشد نسبی در ۸ روزگی به حداکثر می‌رسد و سپس کاهش می‌یابد، اما وزن روده کوچک در ۷ روز ابتدایی زندگی جوجه ۶۰۰ درصد افزایش می‌یابد. اسکلان[1] (۲۰۰۱) نشان داد که مساحت سطح پرزهای دئودنوم در ابتدا بر اثر عدم دسترسی به خوراک کاهش یافت، اما با فراهم شدن خوراک بعد از ۴ روز به حد جوجه‌های تغذیه‌شده رسید. اما در ژژنوم، مساحت سطح پرز بعد از ۹ روز هم قابل‌مقایسه نبود. اختلافی در ایلئوم وجود نداشت. وزن این اندام‌ها (روده کوچک نه سنگدان و پانکراس) به صورت مطلق و به صورت درصدی از وزن بدن افزایش یافت، صرف‌نظر از آنکه پرنده‌ها خوراک دریافت کرده یا نکرده بودند (شکل ۱۰-۲۹).

توسعه آنزیمی: ارزیابی سیستم آنزیمی جوجه‌های جوان یک سری نکات را آشکار می‌کند. اولا ترشح آنزیم‌های پانکراس (تریپسین، آمیلاز و لیپاز) با مصرف خوراک آغاز می‌شود و سپس آنها با بزرگ شدن پرنده در مقدار نسبتا ثابتی به ازای مصرف خوراک تولید می‌شوند. فعالیت آمیلاز پانکراس از سن ۱ تا ۱۰ روزگی ۲۰۰ درصد، در حالی که فعالیت تریپسین و لیپاز ۵۰۰ تا ۶۰۰ درصد افزایش می‌یابد. فعالیت دی‌ساکاریداز (از آنزیم‌های غشای دندانه‌برسی مخاط) از ۲۰۰ تا ۴۰۰ درصد در دوره ۲ روزه بعد از تفریخ افزایش می‌یابد. فعالیت آنزیمی مخاط همبستگی بالایی با تعداد انتروسیت‌ها به ازای هر پرز بعد از سن ۲ روزگی دارد. سه هفته طول می‌کشد تا ترشح صفرا به حد یک پرنده بالغ برسد. هیچ‌یک از اینهایی که بحث شد در پرنده‌هایی که بعد از تفریخ گرسنه می‌مانند رخ نمی‌دهد.

> ■ **نکته**
> جوجه‌ها با دستگاه گوارش استریل به دنیا می‌آیند.

توسعه جمعیت میکروبی دستگاه گوارش: جوجه با دستگاه گوارش سترون تفریخ می‌شود. مرحله بعد از تفریخ برای تثبیت جمعیت میکروبی دستگاه گوارش حیاتی است. مجرای دستگاه گوارش و سطح مخاط روده مکان‌هایی هستند که کلونی باکتری‌ها و میکروب‌ها در آنها جا می‌گیرند. در روز سوم، تعداد قابل‌توجهی از استرپتوکوکوس‌ها[2] و کلی‌فرم‌های مدفوعی قابل جداسازی است. کلونیزه شدن خیلی زود بعد از تفریخ شروع می‌شود. میکروارگانیسم‌ها تا سن ۲ هفتگی به طور کامل تثبیت می‌شوند، اما تا سن ۴۰ روزگی طول می‌کشد تا لاکتوباسیلوس‌ها[3] تثبیت و غالب (۸۰ تا ۹۰ درصد کل میکروب‌ها) شوند. توسعه جمعیت میکروبی سکوم ۶ تا ۷ هفته

1. Sklan
2. *Streptococci*
3. *Lactobacilli*



شکل ۱۰–۲۹: وزن روده کوچک به شکل مطلق و به صورت نسبتی از وزن بدن در جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده و بدون دسترسی به خوراک (برگرفته از اسکلان، ۲۰۰۱)

طول می‌کشد و جنس کلستریدیوم[1] در پرنده‌های سالم غالب است. استرپتوکوکوس‌ها، انتروباکترها[2] و پدی‌کوکوس‌ها[3] دیگر گونه‌های یافت‌شده در سکوم می‌باشند. همه این ارگانیسم‌ها از نوع بی‌هوازی اجباری هستند.

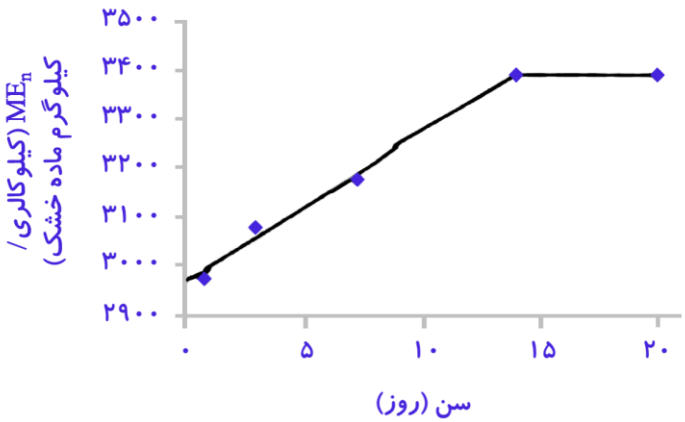
جمعیت هم‌پرود میکروبی (اکوسیستم) نقش مهمی در سلامتی و هضم جوجه‌ها ایفا می‌کند. باکتری‌های دستگاه گوارش برای زنده ماندن به مواد مغذی نیاز دارند و با میزبان بر سر مواد مغذی رقابت می‌کنند. در حال حاضر، اغلب باکتری‌های دستگاه گوارش آنهایی هستند که در گذشته شناخته‌شده نبودند. به رغم اینکه تکنیک‌های مولکولی DNA ریبوزومی تحقیق در این زمینه را متحول کرده است، هنوز خیلی کم در این حوزه از تغذیه می‌دانیم. اما مشخص شده است که اجزای جیره به عنوان مثال، منبع دانه در جیره یا افزودنی‌هایی مانند آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد بر توسعه دستگاه گوارش اثر می‌گذارند. کلونیزه شدن اولیه باکتری‌ها با چسبیدن آنها به سطح مخاط به شکل یک نمد اتفاق می‌افتد و سپس بقیه میکرو-ارگانیسم‌ها را بیرون می‌اندازند. این باکتری‌ها مواد مغذی را استفاده و محصولاتی تولید می‌کنند که ممکن است توسط پرنده استفاده شوند.

توسعه سیستم ایمنی دستگاه گوارش: اگرچه سیستم ایمنی هرگز بخشی از دستگاه گوارش نیست، دستگاه گوارش بزرگ‌ترین بافت لنفی بدن است که آن را یک جزء جدایی‌ناپذیر از سیستم ایمنی می‌کند. بنابراین، شیوه توسعه دستگاه گوارش بر سیستم ایمنی اثر دارد. دیبنر[4] و همکاران (۱۹۹۸) نشان دادند که گرسنگی بعد از تفریخ توسعه سیستم ایمنی پرنده را مختل می‌کند، زیرا ترشح گلوکوکورتیکواستروئیدها تکثیر سلول‌های ایمنی را مهار می‌کند و توسعه بورس فابریسیوس را به تاخیر می‌اندازد. وزن پایین بورس منجر به تکثیر پایین لنفوسیت‌ها می‌شود.

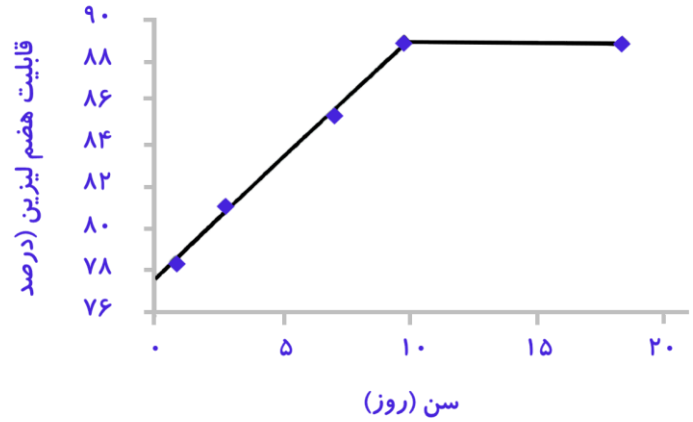
تغذیه و خوراک دادن عملی

نتایج ناشی از توسعه ضعیف سیستم گوارشی در جوجه‌های جوان در پژوهش انجام‌شده توسط بتال و پارسونز (۲۰۰۲) به تصویر کشیده شده است (اشکال ۱۰–۳۰ و ۱۰–۳۱). قابلیت هضم انرژی و اسید آمینه در ۱۰ روز اول زندگی

1. *Clostridium*
2. Enterobacteria
3. *Pediococci*
4. Dibner



شکل ۱۰–۳۰: اثر سن جوجه روی انرژی قابل‌متابولیسم (AME_n) یک جیره استاندارد جوجه گوشتی (بتال و پارسونز، ۲۰۰۲)



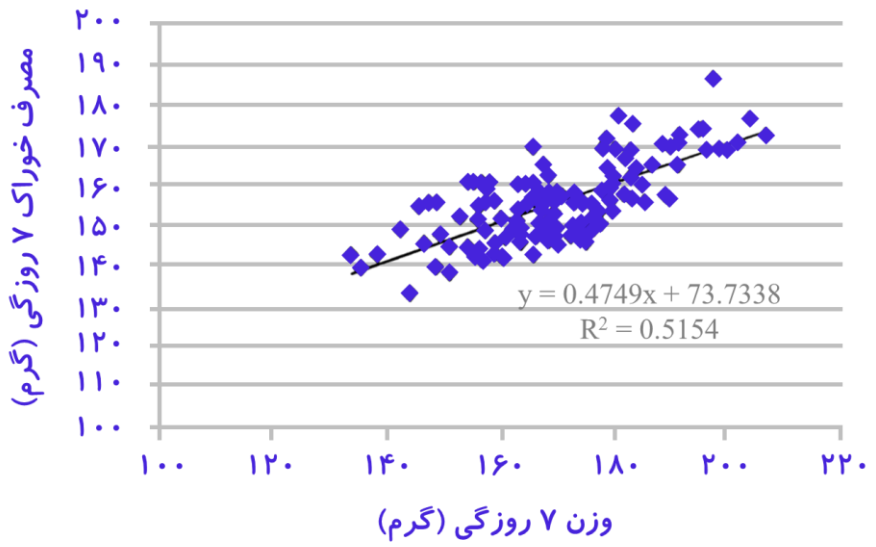
شکل ۱۰–۳۱: اثر سن جوجه گوشتی بر قابلیت هضم اسید آمینه یک جیره استاندارد جوجه گوشتی (بتال و پارسونز، ۲۰۰۲)

> **نکته**
> محدود شدن مصرف آب باعث کاهش عملکرد می‌شود.

به مخاطره می‌افتد. اددوکن[1] و همکاران (۲۰۰۷) این یافته‌ها را مورد تایید قرار داده و گزارش کردند که جریان اسید آمینه درون‌زادی در سن ۵ روزگی حدود ۵۰ درصد بالاتر از آن در جوجه‌های ۲۱ روزه است. تکنیک‌هایی وجود دارد که می‌توان از آنها را برای اطمینان از وزن ۷ روزگی مناسب استفاده کرد. همه اینها مبتنی بر اطمینان از مصرف حداکثری مواد مغذی قابل‌هضم است. این جنبه‌ها با جزئیات بیشتر در ادامه مورد بحث قرار می‌گیرد:

مصرف خوراک: بهترین راه برای افزایش عملکرد یک جوجه اطمینان از مصرف کافی خوراک و آب است (شکل ۱۰-۳۲) . مسیری که مصرف آب و خوراک به طور متقابل تحت تاثیر یکدیگر قرار می‌گیرند توسط وایولا[2] (۲۰۰۶) نشان داده شده است (جدول ۱۰–۲۰). بخش عمده بهبود در مصرف خوراک باید در محل پرورش به دست آید، اما اهمیت دارد که شرکت‌های تولید خوراک به اندازه ذرات مواد خوراکی مختلف و نیز شکل فیزیکی جیره نهایی توجه نمایند. اندازه خوراک جوجه‌ها نباید خیلی درشت و نباید خیلی ریز باشد و این ممکن است مانع از عملکرد طبیعی دستگاه گوارش شود. کراب[3] (۲۰۰۰) نشان داده است که طی ۷ روز اول زندگی جوجه‌های گوشتی باید اندازه ذرات بین ۵۰۰ تا ۶۰۰ میکرومتر باشد. در حالت ایده‌آل، خوراک خوراک نهایی باید به صورت یک کرامبل خیلی یکنواخت با قطر بین ۱ تا ۲ میلی‌متر باشد. باید مقدار ذرات ریز در جیره حداقل باشد. می‌توان از مینی‌پلت استفاده کرد اما

1. Adedokun
2. Viola
3. Krabbe



شکل ۱۰–۳۲: اثر مصرف خوراک بر وزن ۷ روزگی جوجه‌های گوشتی (راس، ۲۰۰۴)

باید دقت شود که خیلی بلند نباشد. فوربز[1] (۲۰۰۵) نشان داده است که چگونه تغذیه مرطوب بین ۳ تا ۷ روزگی رشد جوجه‌های گوشتی را بهبود می‌دهد.

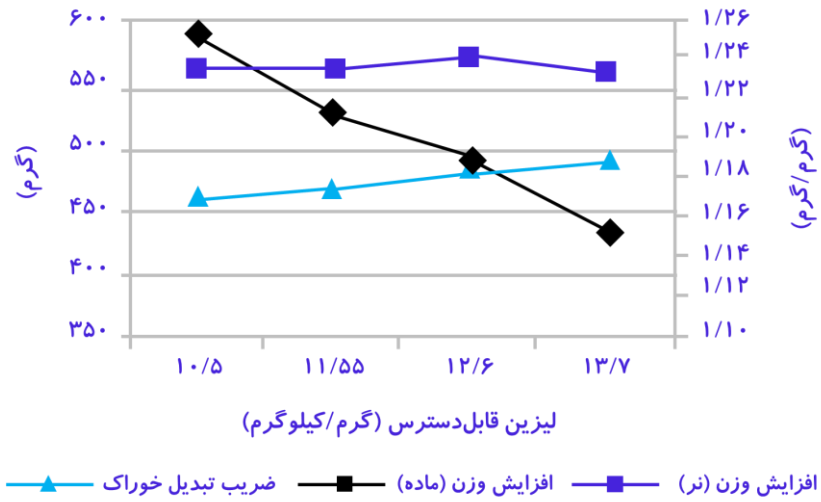
مختصات جیره: تحقیقات روی تغذیه جوجه‌های گوشتی جوان محدود است و اغلب مربوط به پایان دوره ۳ هفتگی بوده است. تحقیقات انجام‌شده توسط ویتن (a، ۲۰۰۴b؛ شکل ۱۰–۳۳) و پلامستد (۲۰۰۵؛ شکل ۱۰–۳۴) تقریبا به روشنی نشان می‌دهد که جوجه‌های گوشتی امروزی توانایی فوق‌العاده‌ای برای پاسخ دادن به (و استفاده از) اسیدهای آمینه جیره دارند. تصمیمی که باید گرفته شود این نیست که چه سطحی از اسیدهای آمینه باید در جیره استفاده شود، بلکه این است که چه سطحی از اسیدهای آمینه بهترین بازده را ایجاد خواهد کرد. اما با درک این حقیقت که سطح پروتئین ارائه‌شده به پرنده‌های جوان بر عملکرد کل دوره زندگی آنها اثر دارد، تصمیم‌گیری دشوار می‌شود.

تحقیقات کمی در مورد پاسخ جوجه‌های گوشتی جوان به انرژی منتشر شده است. مایورکا[2] و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که تغذیه جیره‌های دارای سطوح مختلف انرژی قابل‌متابولیسم (۱۲/۱۳، ۱۲/۵۵ و ۱۳ مگاژول در کیلوگرم)

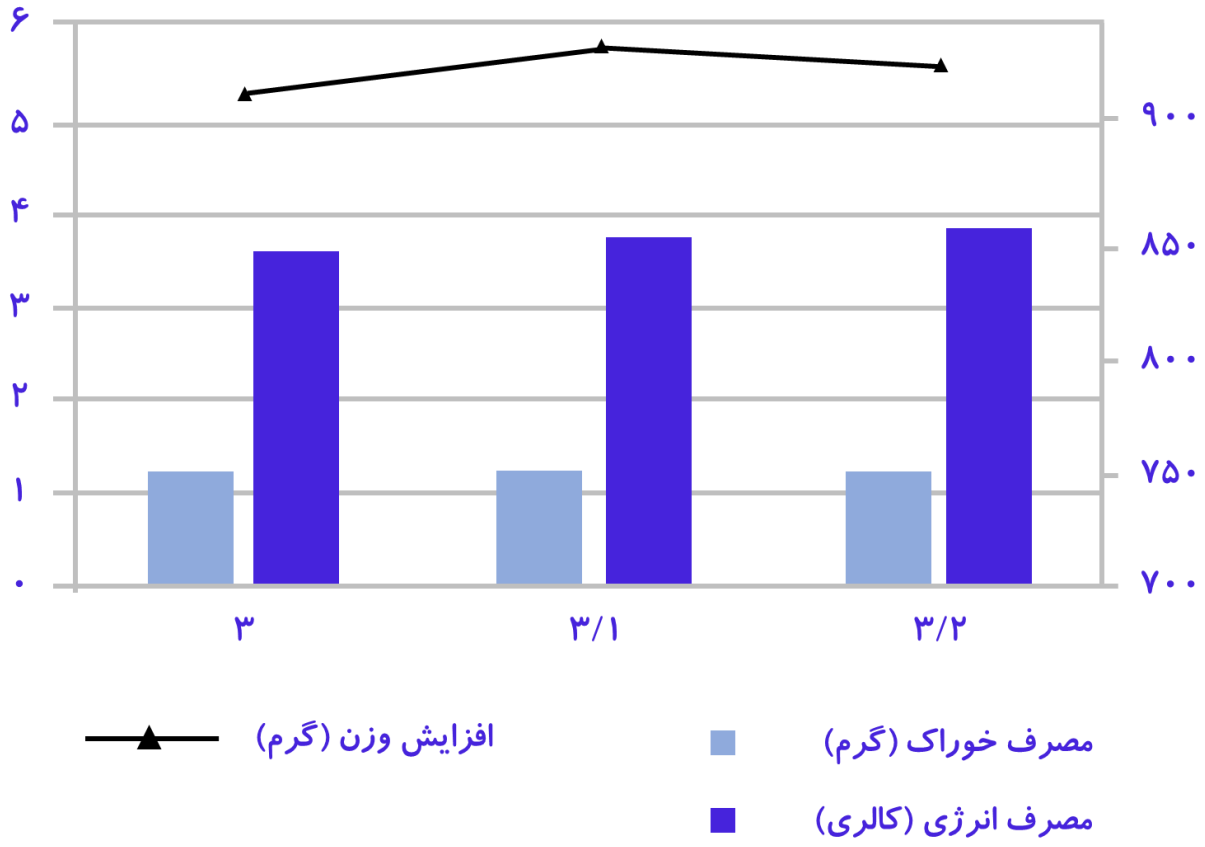
جدول ۱۰–۲۰: اثر محدودیت آب بر مصرف خوراک، افزایش وزن، ضریب تبدیل خوراک و وزن روده جوجه‌های گوشتی در سن ۷ روزگی (وایولا، ۲۰۰۶)

تیمار (درصد محدودیت)	مصرف خوراک (گرم)	افزایش وزن (گرم)	ضریب تبدیل خوراک (گرم/گرم)	وزن روده (گرم)	طول پرز (میکرومتر)
۰	۱۷۳^{a}	۱۴۰^{a}	۱/۲۴^{ab}	۱۳/۰۳^{a}	۱۳۴۰
۱۰	۱۳۶^{b}	۱۱۹^{b}	۱/۱۴^{b}	۱۱/۹۵^{ab}	۱۱۳۷
۲۰	۱۲۹^{c}	۱۰۸^{b}	۱/۲۰^{ab}	۱/۴۷^{bc}	۱۱۳۴
۳۰	۱۱۷^{c}	۹۱^{c}	۱/۲۹^{a}	۱۰/۰۹^{c}	۱۱۰۰
۴۰	۱۰۰^{d}	۷۷^{c}	۱/۳۰^{a}	۸/۵۹^{d}	۱۰۶۴

[1]. Forbes
[2]. Maiorka



شکل ۱۰–۳۳: پاسخ جوجه‌های گوشتی (۰ تا ۱۴ روزگی) به سطوح مختلف پروتئین ایده‌آل (برگرفته از ویتن و همکاران، ۲۰۰۴a)



شکل ۱۰–۳۴: پاسخ جوجه‌های گوشتی (۰ تا ۱۴ روزگی) به افزایش سطح انرژی در سطح چربی ثابت (بر اساس داده‌های پلامستید، ۲۰۰۵)

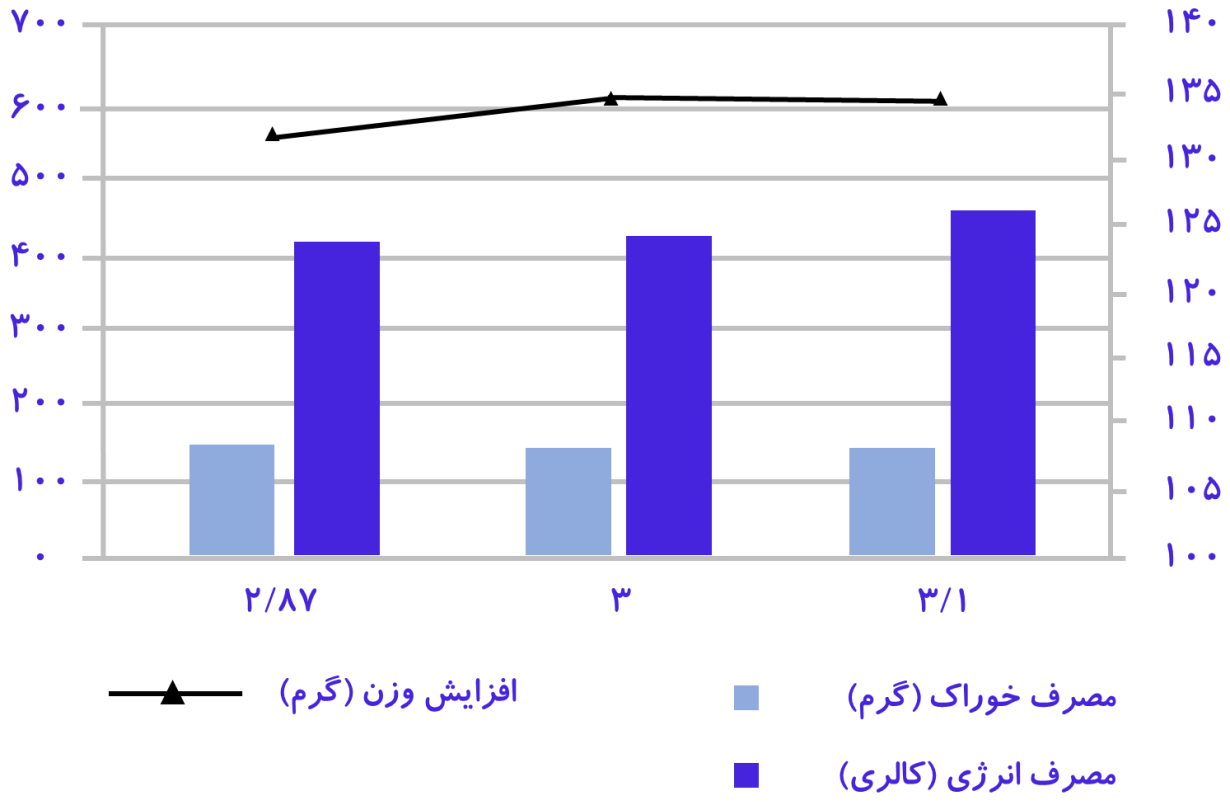
نکته

پرنده‌های جوان در یک روند خطی به سطوح پروتئین جیره پاسخ می‌دهند.

تغییری در مصرف خوراک جوجه‌ها در هفته اول ایجاد نکرد که تاییدکننده پژوهش قبلی پر و سامرز (۱۹۹۱) بود. ویرا و همکاران (۲۰۰۶) سطح انرژی جیره آغازین را با اضافه کردن روغن افزایش دادند اما در دامنه ۱۲ تا ۱۳ مگاژول انرژی قابل‌متابولیسم (در کیلوگرم جیره) اختلاف معنی‌داری در مصرف خوراک، افزایش وزن یا

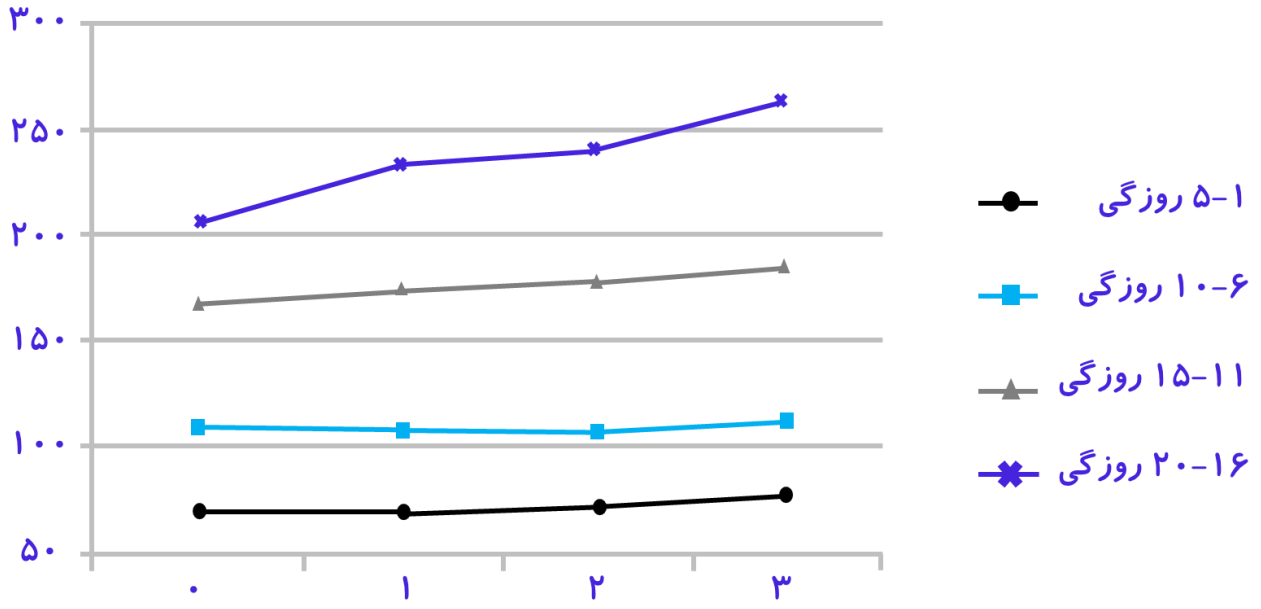
ضریب تبدیل خوراک مشاهده نکردند (شکل ۱۰-۳۵). این نتایج مشابه با یافته‌های مایورکا و همکاران (۲۰۰۸) است که نشان دادند اضافه کردن سطوح روغن به جیره از ۰ تا ۳ درصد اثری بر مصرف خوراک یا افزایش وزن در دوره‌های سنی ۰ تا ۵ روزگی و ۶ تا ۱۰ روزگی نداشت، اگرچه شاخص‌های عملکردی مذکور را در سنین بالاتر بهبود داد (شکل ۱۰-۳۶). پلامستد و همکاران (۲۰۰۷a) با حفظ سطح ثابت چربی و دامنه ۱۲/۵ تا ۱۳/۴ مگاژول انرژی قابل‌متابولیسم در کیلوگرم قادر به نشان دادن اختلاف معنی‌داری در مصرف خوراک نبودند. مصرف انرژی با افزایش سطح انرژی جیره افزایش یافت. اگرچه افزایش وزن بدن بالا رفت، اما از لحاظ اقتصادی قابل‌توجه نبود (شکل ۱۰-۳۷). این داده‌ها بر آن دلالت دارد که مصرف خوراک پرنده‌ها با مصرف پروتئین و یا توسط ظرفیت فیزیکی پرنده به خوراک مصرف‌شده کنترل می‌شود.

ماچادو[1] و همکاران (۲۰۰۳) دریافتند که روغن سویا بهتر از روغن اسیدی (خمیر صابون)[2] است و اینکه هر دوی این منابع برای جوجه‌های جوان در مقایسه با جوجه‌های مسن‌تر قابلیت هضم کمتری داشتند (جدول ۱۰-۲۱). جالب اینکه ویرا و همکاران (۲۰۰۶) که روغن را به شکل روغن اسیدی یا روغن صمغ‌گیری‌شده سویا به جیره اضافه کرده بودند، اختلاف معنی‌داری در عملکرد جوجه‌های دریافت‌کننده این جیره‌ها در مقایسه با جوجه‌های تغذیه-شده با جیره شاهد بدون روغن مشاهده نکردند. نتیجه‌ای که بیان‌گر آن است که انرژی باید به شکل کربوهیدرات فراهم شود تا چربی چون دومی بهره‌وری پایین‌تری دارد.



شکل ۱۰-۳۵: پاسخ جوجه‌های گوشتی (۰ تا ۱۴ روزگی) به افزایش سطح انرژی با استفاده از چربی (ویرا و همکاران، ۲۰۰۶)

1. Machado
2. Soap stock oil (acid oil)



شکل ۱۰-۳۶: افزایش وزن در سنین مختلف در پاسخ به افزودن روغن به جیره (مایورکا و همکاران، ۲۰۰۸)

جدول ۱۰-۲۱: اثر منبع چربی و اختلاف سن روی استفاده از چربی (درصد قابلیت هضم) در جوجه‌های گوشتی (ماچادو و همکاران، ۲۰۰۳)

منبع چربی	۱-۷ روزگی	۲۵-۲۸ روزگی
روغن سویا	۸۶/۷	۹۹/۰
روغن بازیافتی (روغن اسیدی)	۸۱/۸	۹۳/۲

■ **نکته**

جوجه توانایی کمی برای استفاده از چربی‌ها و روغن‌ها دارد.

سایر موارد مرتبط با مختصات خوراک جوجه‌های گوشتی به مقداری بحث نیاز دارد. جذب گلوکز و متیونین با کمبود سدیم در جیره‌ها مهار می‌شود، زیرا هر دوی این مواد مغذی مهم به یک پمپ سدیمی وابسته هستند. به علاوه، سدیم مصرف آب و خوراک را تحریک می‌کند (جدول ۱۰-۲۲). تعادل آنیون-کاتیون جیره (Na + K - Cl) بر عملکرد پرنده‌های جوان تاثیر گذار است و مقدار ایده‌آل آن برای افزایش وزن ۱۶۳ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم و برای مصرف خوراک ۱۷۴ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم بود که در دامنه معمول اکثر جیره‌های تجاری است (مایورکا و همکاران، ۲۰۰۴).

مشخص شده است که همه پرندگان به یک حداقل مقدار فیبر در جیره برای حفظ شکل و عملکرد دستگاه گوارش (به ویژه سنگدان) نیاز دارند و این احتمالا ۳ درصد جیره را تشکیل می‌دهد (اسویهوس، ۲۰۱۱a).

شکل ۶-۲ نشان داد که جوجه‌ها ظرفیت پایینی برای هضم کلسیم و فسفر دارند. اضافه کردن فیتاز به جیره توانایی جوجه‌های جوان برای جذب هر دو عنصر را افزایش داد، لیکن اثر بیشتری روی کلسیم گذاشت. نقش فیتاز در تغذیه جوجه جوان قابل‌توجه است، اما جیره جوجه‌های جوان باید حاوی مقدار کافی از این دو ماده مغذی کلیدی باشد. تحقیقات کمی روی اثر سایر مواد مغذی کم‌مصرف

جدول ۱۰–۲۲: ارتباط بین سطح سدیم و عملکرد ۷ روزگی (مایورکا و همکاران، ۲۰۰۴)

سدیم (درصد)	مصرف آب (میلی‌لیتر)	مصرف خوراک (گرم)	افزایش وزن (گرم)	ضریب تبدیل خوراک (گرم/گرم)	رطوبت فضولات (درصد)
۰/۱۰	۲۱۳^{a}	۱۲۴^{a}	۶۷^{a}	۱/۸۵^{a}	۶۸/۳
۰/۲۲	۲۸۲^{b}	۱۳۹^{b}	۱۰۴^{b}	۱/۳۴^{b}	۶۹/۷
۰/۳۴	۳۰۳^{bc}	۱۴۸^{b}	۱۱۶^{bc}	۱/۲۸^{b}	۷۰/۹
۰/۴۶	۳۲۲^{c}	۱۴۷^{b}	۱۱۹^{c}	۱/۲۴^{b}	۷۱/۰
R^2	۰/۴۴	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۳۸	

بر جوجه‌های تازه تفریخ‌شده وجود دارد. اما مشخص شده است که سطوح بالای ویتامین در جیره مرغ‌های مادر به جوجه‌ها انتقال می‌یابد، اگرچه منطقی به نظر می‌رسد که ویتامین به طور مستقیم به خود جوجه‌ها ارائه شود.

> ■ **نکته**
> پاسخ جوجه‌ها به تغییرات سطوح انرژی بسیار محدود است.

انتخاب مواد خوراکی: از آنجایی که جوجه جوان دستگاه گوارش کمتر توسعه یافته‌ای دارد، تغذیه جیره‌های برخوردار از قابلیت هضم خیلی بالا منطقی به نظر می‌رسد. بنابراین، انتخاب مواد خوراکی برای جیره جوجه‌ها باید از منظر به حداکثر رساندن دسترسی مواد مغذی به ویژه کربوهیدرات‌ها صورت بگیرد تا آنکه تنظیم جیره‌ها جهت برآورده کردن سطوح از قبل تعیین‌شده انرژی و اسید آمینه مد نظر قرار بگیرد. استفاده از مواد خوراکی خالص دارای کیفیت بالا مانند مخمر، قندها مانند گلوکز یا دکستروز یا پروتئین شیر امکان‌پذیر است. در عمل، روش‌های ساده‌تری برای رسیدن به این هدف وجود دارد. اولین و منطقی‌ترین گام اطمینان از این است که همه مواد خوراکی استفاده‌شده در جیره پرنده‌های جوان استانداردهای کنترل کیفی معمول از نظر ظاهر، بو، طعم و شکل فیزیکی را برآورده کنند. دانه‌ها باید همیشه حداقل مقدار کپک‌زدگی را داشته باشند و مایکوتوکسینی در آنها وجود نداشته باشد. این آخری ایمنی جوجه‌ها به ویژه در پرنده‌های جوان‌تر را مختل می‌کند.

> ■ **نکته**
> ذرت بهترین غله برای جوجه جوان است.

اولین تصمیمی که باید گرفته شود این است که کدام منبع دانه در جیره پرنده‌های جوان استفاده شود. آئو[1] و چاکت (۲۰۰۴) افزایش وزن نسبی و زنده‌مانی جوجه‌های گوشتی دریافت‌کننده منابع مختلف دانه را بررسی کردند (جدول ۱۰–۲۳). این جیره‌ها دارای کالری یکسانی بودند اما هیچ آنزیمی به آنها اضافه نشد. استفاده از ذرت و سورگوم که حاوی کمترین سطوح پلی‌ساکارید غیرنشاسته‌ای هستند، باعث تولید پرنده‌های سنگین‌تری شد که در مقایسه با پرنده‌های دریافت‌کننده سایر منابع دانه‌ای، پراکندگی وزن کمتری داشتند. توماس و راویندرا ن[2] (۲۰۰۶) آزمایشی را برای بررسی تغییرات انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری در جوجه‌های گوشتی تا سن ۲۱ روزگی انجام

[1]. Ao
[2]. Thomas and Ravindran

جدول ۱۰–۲۳: وزن بدن جوجه‌های گوشتی جوان تغذیه‌شده با منابع مختلف دانه (آئو و چاکت، ۲۰۰۴)

جیره	۳-۵ روزگی	۷-۱۴ روزگی	۱۴-۲۱ روزگی	۲۱ روزگی (گرم)	۲۱ روزگی (CV درصد)
گندم	۵۲/۰^{a}	۱۹۰/۸^{b}	۱۲۵/۵^{b}	۷۹۳^{b}	۵/۶^{a}
جو	۴۱/۹^{b}	۱۶۵/۳^{c}	۱۴۵/۵^{a}	۶۲۵^{c}	۴/۸^{ab}
سورگوم	۵۵/۸^{a}	۲۱۷/۴^{a}	۱۱۶/۳^{b}	۸۷۳^{a}	۳/۰^{bc}
ذرت	۵۶/۹^{a}	۲۲۰/۰^{a}	۱۱۶/۹^{b}	۸۹۱^{a}	۱/۹^{c}

CV = ضریب تغییرات

^{a,b}وجود حروف متفاوت بین اعداد در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار آنها است ($p < ۰/۰۵$).

دادند (جدول ۱۰-۲۴). جیره‌ها با استفاده از گندم یا ذرت به عنوان غله پایه و جهت تامین سطوح توصیه‌شده مواد مغذی پرمصرف برای جیره آغازین جوجه‌های گوشتی تنظیم شدند. جیره بر پایه گندم با آنزیم زایلاناز تجاری مکمل شد. انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری مشاهده‌شده در سنین ۳، ۵، ۷، ۱۴ و ۲۱ روزگی نتایج بتال و پارسونز (۲۰۰۲) را تایید کرد. ممکن است مقادیر انرژی قابل-متابولسیم ظاهری بالاتر در روز ۳ به اثر مطلوب استفاده از زرده و محیط نسبتا استریل دستگاه گوارش مربوط باشد. کاهش بعدی بین روزهای ۵ تا ۹ را می‌توان به تغییر جمعیت میکروبی دستگاه گوارش، کاهش اثر کیسه زرده، ترشح ناکافی آنزیم‌های هضمی یا مخلوط شدن ناکافی مواد هضمی نسبت داد.

اپلگیت[1] (۲۰۰۵) که روی ذرت کار می‌کرد ادعا می‌کند که این دانه بخش بزرگی از کل فیبر جیره را تشکیل می‌دهد. بخش‌های پوسته و جوانه به ترتیب ۵۱ و ۱۶ درصد از فیبر داخل دانه ذرت را شامل می‌شوند. کاهش در این بخش‌ها می‌تواند بر دفع مواد مغذی تاثیر داشته باشد. آسیاب کردن خشک منجر به تولید ذرت بدون پوسته و بدون جوانه یعنی آرد ذرت می‌شود (جدول ۱۰-۲۵). مونتیرو[2] و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که استفاده از کنجاله سویای حاوی فیبر پایین عملکرد اولیه را بهبود می‌دهد (جدول ۱۰-۲۶).

استفاده از افزودنی‌های خوراکی: تعداد زیادی افزودنی-های خوراکی غیرمغذی وجود دارد که برای تحریک و بهبود شرایط دستگاه گوارش و کمک به فرآیند هضم استفاده می‌شوند. در برخی از کشورها امکان استفاده از آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد وجود دارد، اما آنتی‌بیوتیک-ها باید در آینده با فرآورده‌های دیگری جایگزین شوند. مشخص شده است که اغلب ترکیبات جایگزین اثر کمتری دارند و گران‌تر هستند (اسمیت[3]، ۲۰۱۱). محصولات زیادی وجود دارد که ممکن است برای تحریک مستقیم رشد و یا بهبود انسجام دیواره دستگاه گوارش به خوراک اضافه شوند. اول، نوکلئوتیدها (گروه کوچکی از ترکیبات مورد نیاز حیوان برای تولید RNA) که از اجزای ضروری برای سنتز پروتئین هستند. وایزمن[4] (۲۰۰۳) با اضافه کردن نوکلئوتیدها به جیره در سطح ۵۰۰ گرم در تن افزایش معنی‌داری در ارتفاع پرز مشاهده کرد (جدول ۱۰-۲۷). دوم، بتائین که یک ماده طبیعی است که در انواع گونه‌های گیاهی و حیوانی یافت می‌شود و نقشی در حفظ تعادل اسمزی در گیاهان و جانوران و بنابراین یکپارچگی و آماس سلولی دارد. مشخص شده است که بتائین بر اثر

1. Applegate
2. Monteiro
3. Smith
4. Wiseman

جدول ۱۰–۲۴: حداقل میانگین مربعات برای انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری (AME) در جیره‌های بر پایه گندم و ذرت (توماس و راویندران، ۲۰۰۶)

روز	۳	۵	۷	۹	۱۴	۲۱
گندم	۱۲/۷۵^{a2}	۱۱/۰۵^{a1}	۱۱/۲۷^{a1}	۱۱/۶۲^{a1}	۱۳/۱۲^{a2}	۱۳/۱۷^{a2}
ذرت	۱۳/۹۵^{b2}	۱۲/۹۵^{b1}	۱۳/۰۲^{b1}	۱۲/۹۵^{b1}	۱۴/۱۴^{b2}	۱۳/۹۹^{b2}

^{b,a}وجود حروف متفاوت بین اعداد در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار آنها است ($p < ۰/۰۵$).

جدول ۱۰–۲۵: آنالیز مواد مغذی ذرت بدون پوسته و بدون جوانه و اثر آن بر عملکرد ۰–۱۷ روزگی جوجه‌های گوشتی (برگرفته از اپلگیت، ۲۰۰۵)

ماده مغذی	ذرت	ذرت بدون پوسته و بدون جوان
انرژی قابل‌متابولیسم (مگاژول/کیلوگرم)	۱۳/۶۷	۱۴/۰۸
پروتئین خام (درصد)	۷/۵۹	۶/۸۸
لیزین (درصد)	۰/۲۶۸	۰/۱۵۰
چربی (درصد)	۴/۶۰	۱/۳۹
وزن ۱۷ روزگی (گرم)	۴۲۶/۴	۵۰۱/۳**
مصرف خوراک ۱۷ روزگی (گرم)	۱۱۷۱	۱۲۴۴
ابقای ظاهری ماده خشک (درصد)	۷۶/۷۸	۸۰/۲۴**

** اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد

جدول ۱۰–۲۶: اثر کیفیت سویا بر عملکرد جوجه‌های گوشتی از ۱–۲۱ روزگی و قابلیت هضم از سن ۳–۷ روزگی (مونتیرو و همکاران، ۲۰۰۴)

پروتئین کنجاله سویا (درصد)	مصرف خوراک (گرم)	افزایش وزن (گرم)	ضریب تبدیل خوراک (گرم/گرم)	نرخ ابقا در سن ۳–۷ روزگی	
				انرژی	ماده خشک
۴۴	۱۰۱۱^{a}	۷۴۶^{b}	۱/۴۸^{a}	۷۶/۴^{b}	۷۰/۶^{c}
۴۶	۱۱۰۴^{a}	۷۵۶^{ab}	۱/۴۶^{ab}	۷۶/۷^{b}	۷۲/۱^{b}
۴۸	۱۱۳۵^{b}	۷۹۴^{a}	۱/۴۳^{b}	۷۷/۹^{a}	۷۳/۰^{a}

جدول ۱۰–۲۷: اثر تغذیه نوکلئوتیدها بر مورفولوژی روده در جوجه‌های گوشتی (وایزمن، ۲۰۰۳)

تیمار	طول پرز (میلی‌متر)	عمق کریپت (میلی‌متر)
شاهد	۵۳	۱۵۵
مکمل نوکلئوتید	۶۴	۱۸۳

منفی کوکسیدیوز غلبه می‌کند، اما سازوکار واقعی این اثر معلوم نیست.

جیره‌های پیش‌آغازین باید حاوی ترکیبات ضدکوکسیدیوز باشند. پیشنهاد شده است که این ترکیبات می‌توانند

مصرف خوراک را کاهش بدهند. ممکن است این مساله از نظر تئوری درست باشد، اما در عمل، حذف این ترکیبات منطقی نیست، زیرا ممکن است جیره به مدت ۵ روز استفاده شود که در این مدت امکان تکمیل چرخه ایمریا[1] و شیوع کوکسیدیوز در سنین اولیه فراهم می‌شود. رده‌های مختلفی از افزودنی‌ها وجود دارد که ممکن است جمعیت میکروبی یا عملکرد دستگاه گوارش را تغییر بدهند:

- *پروبیوتیک‌ها*: دو دسته محصول وجود دارد. اول، کشت‌های میکروبی زنده (لاکتوباسیلوس و غیره) که برای غالب کردن جمعیت میکروبی مناسب در دستگاه گوارش و حذف سایر میکروارگانیسم‌ها استفاده می‌شوند و دوم محصولات تخمیر میکروبی مانند اسید لاکتیک و سایر اسیدهای آلی که برای مهار رشد باکتری‌های مضر استفاده می‌شوند.
- *پری‌بیوتیک‌ها*: این ترکیبات دربرگیرنده انواعی از مواد خوراکی هستند که گونه‌های باکتریایی را به صورت انتخابی تحریک می‌کند. در ساده‌ترین شکل آن گندم و ذرت پری‌بیوتیک هستند، زیرا مجموعه-های مختلف میکروارگانیسم‌ها را برمی‌انگیزند. به عنوان مثال، پودر آب‌پنیر حاوی سطوح بالایی از لاکتوز است. از آنجایی که پرنده‌ها آنزیم لاکتاز ندارند قادر به استفاده از این قند نیستند و نشان داده شده است که استفاده از آن گونه‌های لاکتوباسیلوس را تحریک می‌کند. یا اینکه نشان داده شده است که الیگوساکاریدها (فروکتوالیگوساکاریدها[2] و مانانو-الیگوساکاریدها[3]) رشد لاکتوباسیلوس‌ها و بیفیدو-باکتریوم‌ها[4] را تحریک می‌کنند.
- *آنزیم‌ها*: استفاده از این ترکیبات در جیره اطمینان ایجاد می‌کند که باقیمانده‌های مواد مغذی در دسترس پرنده (و نه جمعیت میکروبی) قرار می‌گیرد.

> **نکته**
> گله باید به صورت کمی مورد ارزیابی قرار بگیرد.

مدیریت جوجه جوان در واحد پرورش

میزان مراقبتی که یک جوجه دریافت می‌کند بر عملکرد آن در دوره زندگی تاثیرگذار است. پرنده‌ها باید هرچه سریع‌تر به سالن پرورش انتقال پیدا کنند و آب و خوراک در اختیار آنها قرار بگیرد. محل پرورش باید خوب آماده شده و گرم باشد. دمای پرورش حیاتی است. در صورتی که پرنده‌ها سردشان باشد روی هم می‌ریزند و غذا نمی‌خورند و اگر خیلی گرمشان باشد از منبع گرما و خوراک دور می‌شوند. قبل از آنکه جوجه‌ها به سالن برسند باید ۶۰ درصد از سطح سالن با کاغذ پوشیده و ۷۰ گرم خوراک به ازای هر جوجه (خوراک ۳ روز) روی آن ریخته شود. پرنده‌ها باید روی خوراک قرار بگیرند. جهت هدایت پرنده‌ها به سمت خوراک، باید لامپ‌های پرنور (حداقل ۴۰ لوکس) بالای کاغذ قرار داده شود. اطمینان حاصل کنید که هیچ مانعی برای حرکت در سالن وجود نداشته باشد. شاید مهم‌ترین چیز فراهم کردن دسترسی به آب تمیز باشد. جوجه‌های تازه تفریخ‌شده در دستگاه گوارش خود باکتری ندارند. بنابراین، در صورت بالا بودن تعداد باکتری‌های آب آنها به سرعت تکثیر پیدا می‌کنند. اطمینان حاصل کنید که تعداد کافی آبخوری یا نیپل[5] (یک نیپل به ازای هر ۱۰ پرنده) وجود داشته باشد. بررسی کنید که نیپل‌ها برای جوجه‌های کوچک‌تر زیاد بالا نباشند و آنها را با چکاندن یک قطره آب برای جلب‌توجه جوجه‌ها آماده‌به‌کار کنید.

---
1. *Eimeria*
2. Fructooligosaccharides
3. Mannooligosaccharides
4. *Bifidobacteria*
5. Nipples

کنید. نیپل‌های ۳۶۰ درجه جدیدتر برای جوجه‌های جوان تحریک‌برانگیزتر هستند. یکی از راهکارهای مدیریتی که می‌تواند برای تحریک مصرف خوراک استفاده شود، راه رفتن بین جوجه‌ها است به طوری که همه آنها به خوراک و آب دسترسی پیدا کنند.

ثبت روند پیشرفت گله حائز اهمیت است و بایستی با ارزیابی کمی گله آغاز شود. گام دوم، توزین و تعیین ضریب تغییرات جوجه‌های یک‌روزه است. هر روز یک نمونه از جوجه‌ها را وزن کنید. وزن ۷ روزگی باید ۴ برابر وزن جوجه‌های یک‌روزه باشد. درصد پرنده‌های دارای چینه‌دان پر (آب و خوراک) را ۸ ساعت بعد و سپس ۲۴ ساعت بعد از ورود به سالن اندازه‌گیری کنید. باید نمونه‌هایی شامل ۳۰ جوجه از سه تا چهار قسمت مختلف سالن گرفته شود، برای مشخص شدن اینکه آیا جوجه‌ها در سرتاسر سالن موفق به پیدا کردن آب و خوراک شده‌اند. با لمس کردن آرام چینه‌دان می‌توان موارد زیر را دریافت:

- جوجه‌هایی که هم آب و هم خوراک را پیدا کرده‌اند چینه‌دان گردی دارند (بافتی شبیه یک سوپ سبزی سفت).
- اگر چینه‌دان پر باشد اما بافت اصلی کرامبل هنوز توسط انگشتان قابل‌تشخیص باشد، پرنده هنوز مقدار کافی آب مصرف نکرده است.
- هشت ساعت بعد از ورود به سالن باید حداقل ۸۰ درصد از جوجه‌ها هم آب و هم خوراک خورده باشند.
- بعد از ۲۴ ساعت همه جوجه‌ها باید چینه‌دانی پر، صاف و گرد داشته باشند.

گله‌ای که در آن برخی از جوجه‌ها بعد از چند روز شروع به غذا خوردن نکرده باشند، بسیار غیریکنواخت و میانگین وزن گله در زمان کشتار بسیار پایین خواهد بود. می‌توان با بردن نتایج روی یک نمودار آنها را واضح‌تر تفسیر کرد. این نمودار باید شامل وزن بدن و ضریب تغییرات باشد و هرگونه تغییر شدید مدیریتی (وقایع) نیز باید یادداشت شود. به طور معمول، ضریب تغییرات در ۷ روزگی باید با روز اول یکسان باشد و معمولا افزایش در پراکندگی قبل از سایر نشانه‌ها مشاهده می‌شود. اگر امکان اندازه‌گیری مصرف آب و خوراک وجود داشته باشد، اینها هم باید اندازه‌گیری و ثبت شوند. اگر نتایج در حد استانداردهای پیش‌بینی‌شده نبود، ابتدا رویه مدیریتی سالن را برای پیدا کردن مشکل ارزیابی کنید و در درجه دوم از متخصص تغذیه و دامپزشک کمک بگیرید. جدول ۱۰-۲۸ چشم‌اندازی از شیوه‌های بهبود عملکرد جوجه‌های جوان فراهم کرده است.

> **نکته**
> مدیریت دانخوری‌ها و آبخوری‌ها روی عملکرد گله تاثیر می‌گذارد.

سیستم‌های دانخوری

ضروری است که خوراک به صورت یکنواخت و بدون آنکه تفکیک یا خرد شود در سرتاسر سالن توزیع گردد. مقدار فضای مورد نیاز برای انواع سیستم‌های دانخوری در جدول ۱۰-۲۹ نشان داده شده است.

مجموعه‌ای از سیستم‌های دانخوری در دسترس است که می‌توان از بین آنها انتخاب کرد. انواع مهم عبارتند از:

دانخوری‌های دستی:

- **دانخوری بشقابی (سینی)**[1]
- **دانخوری ناودانی فلزی**[2]
- **دانخوری آویز مدور (دانخوری سطلی)**[3]

---
1. Feeder plates
2. Metal pen troughs
3. Roun suspended feeders (tube feeders)

جدول ۱۰–۲۸: مروری بر اقدامات مورد نیاز جهت دستیابی به حداکثر توسعه دستگاه گوارش و وزن ۷ روزگی

مرحله	هدف مدیریتی
قبل از تفریخ	تغذیه مرغ مادر – اسیدهای آمینه و انرژی کافی. ذرت در مقایسه با گندم اثرات بهتری ایجاد می‌کند (کاروفیل). اختلافات بین سویه‌ها – احتمالا کاب نرخ متابولیک بالاتری دارد. حفظ سطوح همه ویتامین‌ها. مقدار ویتامین E و سلنیم را بالا ببرید. تغذیه درون‌تخم‌مرغی. دستیابی به اندازه تخم‌مرغ مطلوب – جوجه‌های سالم بزرگ‌تری به ما خواهد داد. انتقال مناسب تخم‌مرغ‌ها و مدیریت مناسب جوجه‌کشی.
روز تفریخ	کنترل یکنواختی جوجه. کنترل پراکنش تفریخ. سیستم‌های هچ‌برود (پرورش در جوجه‌کشی). تغذیه در محل جوجه‌کشی. انتقال فوری جوجه‌ها به محل پرورش. نیاز به تلفات ۷ روزگی پایین.
در محل پرورش	مدیریت مناسب گله – دما، تهویه و تراکم گله. حداکثر مصرف خوراک و آب. مدیریت صحیح آبخوری و دانخوری – فضا، ارتفاع و بهداشت. خوراک مناسب – تازگی، اندازه ذرات و بافت خوراک. اندازه‌گیری وزن ۷ روزگی و ضریب تغییرات آن. محاسبه وزن ۷ روزگی در مقایسه با وزن روز اول – حداقل از ۴ نقطه.
مختصات جیره	پروتئین مهم‌ترین ماده مغذی عمده جیره است. تصمیم‌گیری برای محتوای اسید آمینه/پروتئین ایده‌آل (توسعه دئودنوم). دستیابی به جیره پرانرژی بدون استفاده از چربی. اطمینان از کافی بودن سطوح سدیم. بالا بردن سطوح ویتامین‌ها و مواد معدنی. استفاده از مراحل مناسب در تغذیه (پیش‌آغازین).
مواد خوراکی	اقدامات لازم را به منظور تضمین کیفیت مواد خوراکی لحاظ کنید. از دانه‌های حاوی حداقل مقدار پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای (NSP) استفاده کنید. از منابع پروتئینی دارای بالاترین کیفیت استفاده کنید (سطوح پایین NSP و خاکستر). از منبع چربی مناسب استفاده کنید. از منابع دارای قابلیت هضم بالا استفاده کنید.
افزودنی‌های خوراکی	آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد. استفاده از آنزیم‌ها – به ویژه فیتاز و پروتئاز. مواد خوراکی که مورفولوژی روده را بهبود می‌دهند. مواد خوراکی که جمعیت میکروبی روده را بهبود می‌دهند. اسیدهای آلی.
اندازه‌گیری‌ها	ارزیابی کیفیت جوجه. اندازه‌گیری دما در سطح پرنده. ارزیابی مصرف خوراک. اندازه‌گیری مصرف آب. اندازه‌گیری و ثبت وزن‌ها و ضرایب تغییرات.

دانخوری‌های اتوماتیک:

- **دانخوری زنجیری (ناودانی)**[1]
- **دانخوری سطلی**[2]
- **دانخوری بشقابی**[3]

هنگام رسیدن جوجه‌ها به محل پرورش بایستی آنها را روی دانخوری‌های بشقابی دستی، سینی‌های تخم‌مرغ یا صفحات کاغذی که ۲۵ درصد از کف فضای پرورش را پوشانده‌اند قرار داد، به طوری که جوجه‌ها به سادگی خوراک را پیدا کنند و شروع خوبی داشته باشند. به تدریج تجهیزات دانخوری سالن جایگزین این نوع از دانخوری می‌شود. ارتفاع دانخوری‌ها را روی ارتفاع شانه پرنده‌های در حال رشد تنظیم کنید. دانخوری‌های بشقابی که استفاده از آنها در حال افزایش است، اغلب با یک کابل آویزان و با یک بالابر مرکزی تنظیم می‌شوند. احتمالا دانخوری-های سطلی و زنجیری از نقاط مختلف تنظیم می‌شوند. دانخوری‌های بشقابی را می‌توان به آسانی هنگام انتقال جوجه‌ها از مسیر خارج کرد. مزیت دانخوری‌های بشقابی و سطلی اتوماتیک این است که می‌توانند به طور هم‌زمان پر شوند، در حالی که توزیع کامل خوراک با دانخوری‌های زنجیری مدت بیشتری طول می‌کشد. دانخوری‌های سطلی و زنجیری اتلاف دان را بالا می‌برند. اتلاف دانخوری‌های بشقابی خیلی کمتر است و اغلب استفاده از آنها ضریب تبدیل خوراک بهتری ایجاد می‌کند. در صورت استفاده از دانخوری‌های سطلی محدود شدن مصرف خوراک می‌تواند یک مشکل کاملا جدی باشد و دانخوری‌ها باید به طور منظم تکان داده شوند. در حالت ایده‌آل، سیستم دانخوری باید امکان توزین خوراک و تعیین مصرف خوراک روزانه را فراهم کند. خوراک دادن موثر یعنی جلوگیری از اتلاف و خرابی خوراک و بنابراین باید از موارد زیر اجتناب کرد:

- سطح خیلی بالای خوراک در دانخوری یا شکل نادرست دانخوری (جریان بالای خوراک).
- تنظیم ضعیف سیستم دانخوری (نشت خوراک).
- تخمیر خوراک (انبار کردن در آفتاب).
- کپک‌زدگی خوراک (انبار کردن در شرایط مرطوب).
- کنترل ضعیف محیط به طور غیرمستقیم رشد و ضریب تبدیل خوراک را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

بهتر است که نمونه‌ای از انواع جیره‌های توزیع‌شده بین جوجه‌ها گرفته و تا زمان مشخص شدن نتایج نهایی گله ذخیره شود. مصرف روزانه خوراک باید ثبت شود. پایین بودن اشتها می‌تواند نشان‌دهنده بیماری، خطای مدیریتی، خطای تغذیه‌ای و اشکال در کنترل محیط باشد.

جدول ۱۰-۲۹: فضای مناسب دانخوری به ازای هر پرنده

نوع دانخوری	فضای مورد نیاز
دانخوری سینی	۱ سینی به ازای هر ۷۰ - ۱۰۰ جوجه
دانخوری ناودانی	۴ سانتی‌متر فضا به ازای هر جوجه (دو سانتی‌متر ناودان)
دانخوری بشقابی	۱ بشقاب به ازای هر ۵۰ تا ۱۰۰ پرنده (۳۳ سانتی‌متر قطر)
دانخوری سطلی	۱ سطل برای ۷۰ پرنده (۳۸ سانتی‌متر قطر)
دانخوری زنجیری	۲/۵ سانتی‌متر برای هر پرنده برای دانخوری تک‌زنجیر

1. Chain feeders (troughs)
2. Overheads tube feeders
3. Pan feeders

نکته

دما روی مصرف خوراک و استفاده از مواد مغذی تاثیر می‌گذارد.

سیستم‌های آبخوری

نرخ رشد در صورت محدودیت دسترسی به آب کاهش پیدا می‌کند. دهیدراته شدن پرنده‌ها تا سطح ۲۰ درصد منجر به تلف شدن آنها می‌شود. جوجه‌های در حال رشد حدود ۳ لیتر آب به ازای هر ۱ کیلوگرم افزایش وزن نیاز دارند که حدود ۷۵ درصد آن از طریق آب آشامیدنی و بقیه آن از راه خوراک و متابولیسم تامین می‌شود. به طور ایده‌آل آبی که در دسترس پرنده‌ها قرار می‌گیرد باید دمایی در حدود ۱۰ تا ۱۲ درجه سانتی‌گراد داشته باشد. بایستی از خیلی گرم شدن (مخازن آب باید در سایه قرار بگیرند) یا خیلی سرد شدن (لوله‌های آب باید در مقابل یخبندان عایق شوند) آب جلوگیری کرد. تانک‌های آب باید به طور منظم تمیز شوند. آنها باید در جایی قرار بگیرند که به راحتی قابل‌دسترس باشند و باید پوشانده شوند. کیفیت آب باید به طور منظم تحت آنالیز قرار بگیرد. باید با نصب کنتور در مسیر آبخوری‌ها امکان محاسبه مصرف روزانه آب و نسبت مصرف آب به خوراک را فراهم کرد. نسبت مصرف آب به خوراک می‌تواند برای قضاوت در مورد سلامتی گله، کنترل محیط، تغذیه و عملیات پرورش مورد استفاده قرار بگیرد. در حالت متعارف، مصرف آب به ازای هر پرنده به صورت هفتگی افزایش پیدا می‌کند. بنابراین، کاهش یا افزایش ناگهانی مصرف آب باید مورد بررسی قرار بگیرد. دمای بالا و افزایش مقدار نمک خوراک می‌تواند باعث بالا رفتن مصرف آب شود. وقتی که دمای سالن بالا است، آب سرد جوجه‌ها را به نوشیدن آب و خوردن خوراک تحریک می‌کند و بنابراین رشد و ضریب تبدیل خوراک را بهبود می‌دهد.

ممکن است تانک آب برای اطمینان از فشار کافی آب روی سقف سالن پرورش قرار بگیرد. آب باید در یک فشار ثابت و بدون هیچ‌گونه مانعی به آبخوری‌ها برسد و توزیع یکنواخت آبخوری‌ها ضروری است. انواع مختلفی از آبخوری‌ها وجود دارد. ممکن است جوجه‌های یک‌روزه با ۲ تا ۵ آبخوری کله‌قندی[1] به ازای هر ۱۰۰ پرنده شروع کنند. این آبخوری‌ها به صورت دستی پر می‌شوند. آبخوری‌های اتوماتیک زنگوله‌ای[2] هنوز استفاده می‌شوند، اما تا حد خیلی زیادی با آبخوری‌های نیپل جایگزین شده‌اند. با استفاده از آبخوری‌های نیپل آلودگی آب کمتری ایجاد و بستر خشک نگه داشته می‌شود که به کاهش شیوع زخم‌های سینه[3] و سایر مشکلات کمک می‌کند. در سالن‌هایی که کنترل دما دشوار است، باز گذاشتن آبخوری‌ها توصیه می‌شود. در روز اول، باید حداقل ۸ آبخوری زنگوله‌ای (با قطر ۴۰ سانتی‌متر) به ازای هر ۱۰۰۰ جوجه فراهم شود. آبخوری‌های کوچک اضافی باید به تدریج برداشته شوند، به طوری که در پایان هفته اول همه جوجه‌ها از آبخوری‌های اتوماتیک استفاده کنند. جدول ۱۰-۳۰ فضای صحیح مجاز برای پرنده‌ها روی سیستم‌های مختلف آبخوری را نشان می‌دهد. آبخوری‌ها باید به طور یکنواخت در سراسر سالن پخش شوند، به طوری که هیچ جوجه‌ای بیش از ۲ متر با آب فاصله نداشته باشد. جوجه‌ها همیشه باید به آب تمیز و تازه دسترسی داشته باشند. به صورت روزانه ارتفاع آبخوری‌ها را مورد بررسی قرار بدهید و آنها را به گونه‌ای تنظیم کنید که لبه آبخوری یا نیپل با پشت جوجه‌ها هم‌سطح باشد. سطح آب در آبخوری باید برای جلوگیری از سرریز شدن و خیس شدن بستر تنظیم شود.

---

1. Fountain drinkers
2. Automatic bell drinker
3. Breast blisters

جدول ۱۰–۳۰: فضای مجاز آبخوری به ازای هر پرنده

نوع آبخوری	فضای مورد نیاز
آبخوری زنگوله‌ای	۱ آبخوری (۴۰ سانتی‌متر) برای هر ۶۵ پرنده (در هوای خنک تا ۱۰۰ آبخوری افزایش پیدا می‌کند).
نیپل	۱ نیپل به ازای هر ۱۲–۱۵ پرنده.
آبخوری فنجانی	۱ فنجان به ازای هر ۳۰–۳۵ پرنده.

> **نکته**
> می‌توان از برنامه‌های نوردهی برای کنترل رشد استفاده کرد.

عناوین عمومی

کنترل رشد

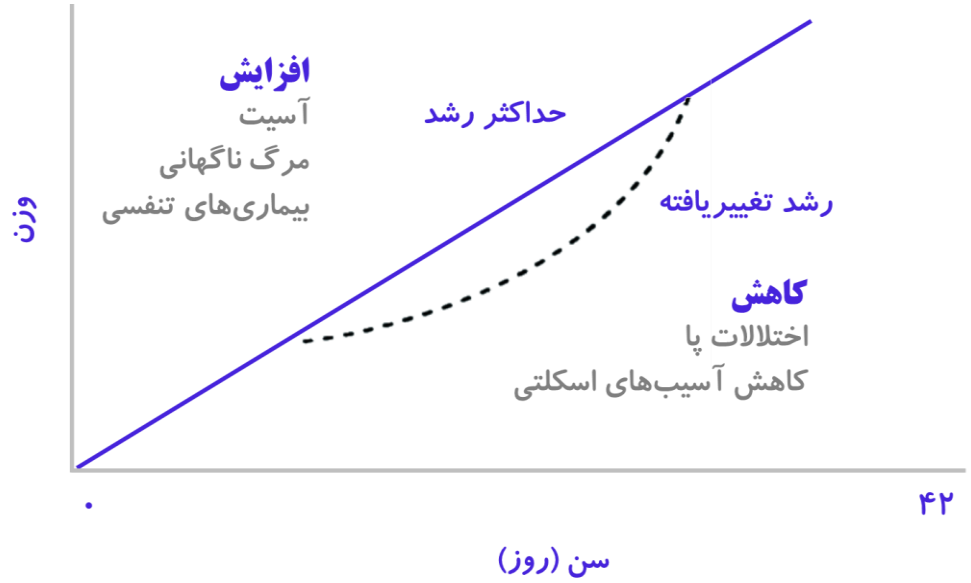
در حال حاضر، کنترل مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی عمل متداولی است. مزایای آن کنترل رشد بهتر و افزایش راندمان خوراک (به دلیل کاهش اتلاف خوراک، بهبود زنده‌مانی و کاهش نیاز نگهداری) است. در صورت اجرای منظم کنترل رشد، سلامتی پا و رفاه نیز بهبود خواهد یافت. برنامه‌های نوردهی و محدودیت خوراک متداول‌ترین روش‌های تعدیل رشد هستند. احتمالا ساده‌ترین روش دستکاری ساعات روز است. در صورتی که تجهیزات سالن اجازه بدهد، کنترل مستقیم مصرف خوراک شدنی است و امکان دقت بیشتر و پیش‌بینی بهتر را فراهم می‌کند. سیستم توزیع خوراک باید قادر باشد که برای همه پرنده‌ها دسترسی یکسانی به خوراک فراهم کند.

شیوه‌های تعدیل رشد، جهت برآورده کردن تقاضای صنعت فرآوری و مصرف‌کنندگان طراحی شده‌اند:

- رشد خوب یکنواخت تا سن ۷ روزگی – که با وزن زنده روز ۷ نشان داده می‌شود.
- برای بهینه‌سازی توسعه اولیه سیستم‌های قلبی–عروقی، از سن ۷ تا ۲۱ روزگی رشد به پایین‌تر از پتانسیل افزایش وزن روزانه هدایت می‌شود (شکل ۱۰–۳۷).
- بعد از ۲۱ روزگی، رشد برای دستیابی به وزن هدفی که ممکن است پایین‌تر از حداکثر نرخ رشد باشد – اگر وزن کشتار مشخصی مدنظر باشد – مدیریت می‌شود.
- ضریب تبدیل خوراک و زنده‌مانی به دلیل کاهش نیاز نگهداری بهبود می‌یابد.
- الگوی رشد ایده‌آل برای یک گله به جنس و وزن هدف نهایی بستگی دارد.

رشد جبرانی

به نظر می‌رسد که اگر حیوانات از مواد مغذی محروم شوند و رشد واقعی‌شان کمتر از پتانسیل آنها باشد، با فراهم شدن مجدد خوراک آنها قادر خواهند بود این عقب‌افتادگی را جبران نمایند. این پدیده تحت عنوان رشد جبرانی شناخته می‌شود. استفاده از رشد جبرانی در هنگام توقف زودهنگام یا دیرهنگام رشد به بررسی محتاطانه نیاز دارد. معمولا فرض می‌شود که دستیابی سریع‌تر جوجه‌های گوشتی به وزن بازار به معنی کاهش نیاز نگهداری و در نتیجه بهبود ضریب تبدیل خوراک است. اما این مفهوم کلی کم‌وبیش غیرمنطقی است. اگر بتوان نرخ رشد جوجه‌های گوشتی را در سنین اولیه کاهش داد و سپس با بهره‌مندی از رشد جبرانی آنها را به وزن بازار یکسانی در همان سن رساند، نیاز نگهداری پرنده باید کاهش پیدا کرده باشد که بر بهبود راندمان خوراک دلالت دارد. بعید است که رشد واقعی اندازه‌گیری‌شده کارایی بهتری داشته باشد.



شکل ۱۰–۳۷: ارتباط بین رشد و توسعه سیستم‌های فیزیولوژیک حیاتی و عواقب توسعه ضعیف آنها

ممکن است سویه‌های مختلف جوجه گوشتی الگوهای رشد متفاوتی بروز بدهند و همچنین ممکن است استفاده از شرایط رشد مختلف برای جوجه‌های مشابه باعث ایجاد الگوهای رشد متفاوتی بشود. امکان این وجود دارد که دو سویه در یک سن مشابه به وزن بازار مشابهی برسند، اما احتمالا کارایی تبدیل خوراک آنها به طور قابل‌توجهی (و از نظر اقتصادی) متفاوت خواهد بود. شکل ۱۰–۳۷ نمودار رشد واقعی پرنده‌هایی که رشد عادی و جبرانی بروز می‌دهند را نشان داده است. نتایج حاکی از آن است که جوجه‌های گوشتی می‌توانند از یک دوره تغذیه محدود (با سطح پایین مواد مغذی) اولیه (سن ۴ تا ۱۱ روزگی) و رشد جبرانی بعدی سود ببرند، بدون آنکه وزن بازار کاهش یابد. معمولا این حالت موجب بهبود بهره‌وری از خوراک می‌شود. با تغذیه سطح پایین مواد مغذی در سنین اولیه ما تنها زمان رشد سریع را (جبرانی) به دوره بعدی انتقال می‌دهیم.

برنامه‌های نوردهی

به طور مرسوم، جوجه‌های گوشتی با استفاده از برنامه نوردهی ۲۳ ساعت روشنایی در روز پرورش می‌یافتند. باور بر این بود که دسترسی نامحدود به خوراک برای دستیابی به حداکثر نرخ رشد ضروری است، اما تحقیقات نشان داده است که برنامه‌های نوردهی مبتنی بر کمتر از ۲۳ ساعت روشنایی می‌توانند یک سری مزایا داشته باشند. برنامه‌های نوردهی اصلاح‌شده برای جوجه‌های گوشتی در دو دسته اصلی شامل برنامه‌های نوردهی روزکوتاه یا متناوب قرار می‌گیرند. معمولا برنامه‌های نوردهی روز-کوتاه موثرتر از برنامه‌های متناوب هستند. هر دو برنامه نوردهی مزایای زیر را دارند:

- فعالیت پرنده‌ها افزایش می‌یابد. این امر معمولا موجب بهبود معنی‌دار سلامتی پا و کاهش تلفات می‌شود.
- نرخ رشد اولیه کندتر فعالیت قلبی–عروقی را بهبود می‌دهد و شیوع آسیت[1] و عارضه مرگ ناگهانی[2] را کاهش می‌دهد.
- بهبود در ضریب تبدیل خوراک به دلیل اتلاف کمتر خوراک و زنده‌مانی بهتر.

[1]. Ascites
[2]. Sudden death syndrome

- کاهش در مرگ‌ومیر کلی.
- همچنین جوجه‌های گوشتی از یک الگوی مشخص روشنایی و تاریکی (روز و شب) با داشتن دوره‌های متمایز استراحت و فعالیت شدید سود می‌برند. بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی مهم از نظر تجاری مانند معدنی شدن استخوان و هضم ریتم‌های روزانه دارند. دوره‌های مشخص روشنایی و تاریکی امکان برخورداری پرنده‌ها از الگوی طبیعی رشد و نمو را فراهم می‌کند.

طول روز کمتر از ۱۶ ساعت موجب افت معنی‌دار مصرف خوراک و اضافه‌وزن در مقایسه با روشنایی پیوسته یا ۲۳ ساعت روشنایی می‌شود. پرنده‌ها رفتار تغذیه‌ای خود را با کاهش طول روز تطبیق می‌دهند. تغییر در طول روز از ۲۴ ساعت به ۱۲ ساعت روشنایی ابتدا موجب کاهش ۳۰ تا ۴۰ درصدی مصرف خوراک در ۳ روز اول می‌شود، اما ۸ روز بعد کاهش مصرف خوراک تنها ۱۰ درصد خواهد بود. پرنده‌ها الگوی تغذیه خود را در دوره روشنایی تغییر می‌دهند و با پیش‌بینی تاریکی چینه‌دانشان را پر می‌کنند. روزکوتاه به طور معمول از حدود سن ۷ روزگی اعمال می‌شود و ممکن است در کل دوره پرورش حفظ شود (معمولا بعد از یک بار افزایش طول روز)، یا اینکه بعد از ۲۱ روزگی به منظور فراهم کردن امکان مصرف خوراک و رشد به طور پیوسته افزایش پیدا کند.

نوردهی متناوب (به عنوان مثال، ۱ ساعت روشنایی: ۳ ساعت تاریکی) به پرنده اجازه می‌دهد که در طول دوره روشنایی فعالانه به دنبال خوراک بگردد و در طول دوره تاریکی استراحت کند. برنامه‌های نوردهی متناوب از بلوک‌های زمانی شامل هر دو دوره‌های روشنایی و تاریکی تشکیل شده‌اند که در طول ۲۴ ساعت تکرار می‌شوند. با بالغ‌تر شدن پرنده، دوره روشنایی در هر بلوک زمانی افزایش می‌یابد تا امکان خوردن مقدار کافی خوراک برای حفظ نرخ رشد مطلوب را فراهم کند. تمایل بر این است که برنامه‌های نوردهی متناوب با برنامه‌های کنترل خوراک ترکیب شوند. هنگام اعمال کنترل نوری باید دقت و اطمینان حاصل کرد که گله به خوبی رشد می‌کند. اگر پرنده‌ها در ۷ روزگی به میزان زیادی زیر وزن هدف باشند، محدود کردن مصرف خوراک با استفاده از کنترل نوری می‌تواند پتانسیل رشد را برای همیشه کاهش بدهد. هنگام استفاده از برنامه‌های نوردهی باید پرنده‌ها طی دوره روشنایی با یک جیره مناسب جوجه گوشتی در حد اشتها تغذیه شوند.

> **نکته**
> پرنده‌های دارای رشد کند به ندرت درگیر اختلالات متابولیکی می‌شوند.

برنامه‌های محدودیت خوراک

کنترل مصرف خوراک به توزین روزانه خوراک و حداقل سه بار توزین پرنده‌ها در هر هفته نیاز دارد. با فراهم شدن دسترسی به خوراک، پرنده‌ها فعال‌تر می‌شوند و ممکن است دمای سالن به سرعت افزایش پیدا کند، پس باید به تهویه توجه شود. در صورتی که کیفیت بستر خراب شود، ممکن است کنترل شدیدتر مصرف آب نیز ضروری باشد. کنترل مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی به مدیریت ماهرانه و توجه دقیق به جزئیات نیاز دارد. پیاده‌سازی چنین برنامه‌ای به دانشی کامل از عملکرد طبیعی و بالقوه در محیط پرورش و زیر نظر گرفتن دقیق نتایج حاصل از هر تغییر نیاز دارد. بعید است که جوجه‌های گوشتی بتوانند کاهش بیش از ۱۰ درصدی وزن در ۲۱ روزگی را جبران کنند.

به منظور حفظ کیفیت لاشه، یک سری تغییرات برای حفظ تعادل اسیدهای آمینه به انرژی نیاز است. محدودیت

جدول ۱۰-۳۱: اثر روشنایی ثابت در مقایسه با روشنایی محدود (هوبارد، بدون تاریخ)

برنامه نوردهی	وزن بدن (کیلوگرم)	ضریب تبدیل خوراک (گرم/گرم)	تلفات (درصد)
نور ثابت	۲/۶۶	۱/۸۵۶	۹/۰
نور محدود	۲/۶۲	۱/۸۴۴	۵/۷
اختلاف	-۰/۰۴	-۰/۰۱۲	-۳/۳

جدول ۱۰-۳۲: تغذیه دائم در مقابل تغذیه محدود (هوبارد، بدون تاریخ)

تیمار	وزن بدن (کیلوگرم)	ضریب تبدیل خوراک (گرم/گرم)	تلفات (درصد)
تغذیه دائم	۲/۴۴	۱/۷۸۷	۸/۰
تغذیه محدود	۲/۳۸	۱/۷۱۱	۲/۰
اختلاف	-۰/۰۶	-۰/۰۷۶	-۶/۰

فیزیکی خوراک یا رقیق کردن جیره‌ها بهترین راه برای دستیابی به این هدف است. رقیق کردن جیره همیشه روشی عملی برای کاهش مواد مغذی نیست، زیرا پرنده‌ها با افزایش مصرف خوراک خود در صدد جبران آن برخواهند آمد. محدودیت فیزیکی مصرف خوراک در حالت متعارف مستلزم محدود کردن سطح انرژی در حد نیاز نگهداری است. با بازگشت پرنده‌ها به تغذیه در حد اشتها، آنها تمایل به جبران بیش از حد خوراک خود دارند و ۲ تا ۳ روز طول می‌کشد تا به الگوی طبیعی مصرف خود برگردند. این مساله می‌تواند منجر به انسداد گلو شود و در موارد شدید کشنده خواهد بود. بنابراین، بازگشت به تغذیه کامل باید تدریجی و طی ۲۴ تا ۴۸ ساعت صورت بگیرد.

توصیه می‌شود که هنگام قطع خوراک دانخوری‌ها قبل از خالی شدن بالا برده شوند تا که خطر آسیب دیدن ناشی از درگیری بین پرنده‌ها به حداقل برسد. هنگامی که نمی‌توان دانخوری‌ها را بالا برد باید شدت نور را کاهش داد. واحدهای پرورش هوبارد آزمایشاتی را انجام دادند که در آنها بررسی شد که آیا محدودیت نور و خوراک می‌تواند مرگ‌ومیر و راندمان خوراک را بدون کاهش وزن بدن به پایین‌تر از حد اقتصادی بهبود دهد؟ پرنده‌ها تحت رژیم‌های نوردهی متفاوت پرورش یافتند. برنامه نوردهی شاهد شامل ۲۳ ساعت روشنایی و ۱ ساعت تاریکی بود. پرنده‌های مواجه با محدودیت نوری سبک‌تر بودند، اما ضریب تبدیل خوراک و تلفات آنها بهتر از پرنده‌هایی بود که تحت برنامه نوردهی پیوسته پرورش یافتند. در آزمایشات محدودیت، خوراک در روزهای ۸ تا ۲۱ یا ۸ تا ۱۵ به ترتیب به میزان ۲۰ و ۱۵ درصد محدود شد. یک گروه شاهد با تغذیه آزاد نیز استفاده شد (جداول ۱۰-۳۱ و ۱۰-۳۲).

> ■ **نکته**
> پرورش در شرایط چرای آزاد با عملکرد پایین‌تر همراه خواهد بود.

پرورش در سیستم چرای آزاد

با افزایش نگرانی مصرف‌کنندگان در مورد رفاه حیوانات ومشاهده‌اثرات‌سودمندمصرف‌جوجه‌های‌گوشتی‌پرورش-یافته در سیستم چرای آزاد بر سلامتی انسان، استفاده از این سیستم پرورش در حال افزایش است. در مقایسه با

جدول ۱۰-۳۳: اثر سیستم تولید بر عملکرد جوجه‌های گوشتی (برگرفته از درعلی و همکاران، ۲۰۱۲)

مورد	چرای آزاد	مرسوم	سطح احتمال
وزن ۷ روزگی (گرم)	۱۵۱	۱۵۶	ns
وزن ۲۸ روزگی (گرم)	۱۲۸۳	۱۳۱۸	ns
وزن ۳۵ روزگی (گرم)	۱۷۷۶	۱۹۱۷	۰/۰۰۱
سن در وزن ۲/۴۵ کیلوگرم*	۴۳/۲۵	۴۱/۲۰	۰/۰۵
ضریب تبدیل خوراک برای دستیابی به وزن ۲/۴۵ کیلوگرم*	۱/۹۷۵	۱/۸۷۴	۰/۰۵
مرگ‌ومیر کل دوره (درصد)	۵/۳	۲/۹	۰/۰۱

* این مقادیر محاسبه‌شده است.

روش مرسوم، پرورش چرای آزاد باعث عملکرد پایین‌تر و مرگ‌ومیر بیشتری می‌شود. درعلی[1] و همکاران (۲۰۱۲) اعتقاد دارند که اختلاف در عملکرد نتیجه تضعیف سلامتی دستگاه گوارش، درگیری با کوکسیدیوز و دیس‌باکتریوز[2]، ناکافی بودن مواد مغذی و ترکیب متغیر مرتع است. آنها روی یک مجموعه تازه‌تاسیس چرای آزاد کار می‌کردند و این فرصت را داشتند که عملکرد این پرنده‌ها را با عملکرد جوجه‌های گوشتی مرسوم در شرایط مدیریتی و تغذیه‌ای یکسان مقایسه کنند (جدول ۱۰-۳۳). رشد، مرگ‌ومیر و ضریب تبدیل خوراک دو گروه (یک جفت) از پرنده‌های فراهم‌شده از گله مادر و دوره جوجه‌کشی یکسان مقایسه شد. عملکرد ابتدایی پرنده‌های چرای آزاد مشابه با پرنده‌های مرسوم بود، ولی در طول زمان کاهش یافت. دلیل این اختلاف در عملکرد روشن نیست، اما هرچه باشد بر پایداری پرورش چرای آزاد اثرات بلندمدت دارد. تحقیقات بیشتری برای مشخص کردن اثر عدم استفاده از آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد و اثرات دسترسی به چراگاه نیاز است.

شکل خوراک

شکل خوراک شامل دو وجه متمایز است. اول، ساختار خرد که اندازه و یکنواختی ذرات را توصیف می‌کند و دوم، ساختار درشت که اندازه پلت، سختی و کیفیت آن را مشخص می‌کند. این دو جنبه به یکدیگر مرتبط هستند، زیرا همه خوراک‌ها قبل از پلت شدن به اجزاء (یک آرد) خرد می‌شوند. همان‌گونه که در فصل ۱ بحث شد، یک ارتباط ضروری بین متخصصین تغذیه و واحد پرورش وجود دارد. روش آسیاب کردن مواد خوراکی و میزان درشتی ذرات آسیاب‌شده بر فیزیولوژی پرنده تاثیر دارد. قابلیت هضم مواد مغذی با استفاده از ذرات کوچک کاهش می‌یابد، زیرا این ذرات باعث تحلیل سنگدان می‌شوند و تخمیر میکروبی ناشی از آنها باعث هیپرتروفی روده می‌شود. ممکن است تجزیه ذرات درشت‌تر در ابتدای روده کوچک آهسته‌تر باشد. سنگدان تنظیم‌کننده دستگاه گوارش مرغ‌ها است. با تغذیه جیره نرم، سنگدان بیشتر به عنوان یک گذرگاه (تا به عنوان یک اندام آسیاب‌کننده) عمل می‌کند. خوراک برای مدت قابل‌توجهی در سنگدان باقی نمی‌ماند و بنابراین در معرض آنزیم‌های هضمی پیش‌معده قرار نمی‌گیرد. کاهش فعالیت سنگدان حرکات ضددودی دستگاه گوارش را نیز کاهش می‌دهد. اثر هضم ناکافی این ذرات در قسمت بالایی حفره روده مشخص نیست؛ اما ممکن است آنها نقشی در ایجاد جمعیت

1. Durali
2. Dysbacteriosis

میکروبی نابهنجار مانند اشریشیا کلی ایفا کنند. همچنین برخی از شواهد حاکی از آن است که سنگدان فعال طبیعی نقشی در مقاومت پرنده به کوکسیدیوز ایفا می‌کند. در تایید این مساله، کراب (۲۰۰۰) نشان داد که جیره نرم‌آسیاب‌شده (۵۶۱ میکرومتر) متابولیسم مواد مغذی را به خطر می‌اندازد، به این شکل که اندازه ذرات انرژی قابل‌متابولیسم و ابقای ازت و ماده خشک را تحت تاثیر قرار می‌دهد (جدول ۱۰-۳۴). مگرو و پنز[1] (۱۹۹۸) با تحقیق روی پرنده‌های مسن‌تر اثرات مشابهی را ملاحظه کردند و اثر اندازه ذرات را روی فیزیولوژی هضم نشان دادند (جدول ۱۰-۳۵).

نکته

توسعه سنگدان هنگام تغذیه ذرات خشبی بهتر خواهد بود.

در صورت کوچک بودن (کمتر از ۸۰۰ میکرومتر) اندازه ذرات جیره آردی مصرف خوراک کاهش پیدا خواهد کرد. به طور میانگین یک کاهش ۱۰۰ میکرومتری در اندازه ذرات منجر به یک کاهش ۴ درصدی در مصرف خوراک می‌شود. درشتی اندازه ذرات خوراک آمیختن یکنواخت جیره را دشوار می‌کند و انتخاب خوراک، به ویژه برای پرنده‌های جوان، می‌تواند مشکل‌ساز شود. بهترین عملکرد

جدول ۱۰-۳۴: اثر اندازه ذرات خوراک بر پاسخ متابولیک جوجه‌های گوشتی ۷ روزه (کرب، ۲۰۰۰)

اندازه ذرات (میکرومتر)	AME_n (مگاژول/کیلوگرم)	ابقای نیتروژن (درصد)	ابقای ماده خشک (درصد)	ماده خشک مدفوع (درصد)
۵۶۱	۱۱/۶۳^{b}	۵۰^{c}	۷۲^{c}	۲۴
۷۸۳	۱۱/۶۶^{b}	۵۷^{b}	۷۵^{b}	۲۴
۹۹۷	۱۱/۸۹^{a}	۵۹^{a}	۷۷^{a}	۲۴
احتمال	۰/۰۰۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۷۹

AME_n = انرژی قابل‌متابولیسم تصحیح‌شده برای ابقای صفر ازت

جدول ۱۰-۳۵: اثر اندازه ذرات جیره بر عملکرد و خصوصیات لاشه جوجه‌های گوشتی ۲۱-۴۲ روزه (برگرفته از مگرو و پنز، ۱۹۹۸)

مورد	اندازه ذرات (میکرومتر)				
	۳۳۷	۵۷۴	۶۷۹	۷۷۷	۸۶۷
مصرف خوراک (گرم)	۲۴۱۲^{b}	۲۴۱۴^{b}	۲۴۴۴^{ab}	۲۶۰۴^{ab}	۲۶۲۳^{a}
افزایش وزن (گرم)	۱۴۳۰^{b}	۱۵۲۹^{ab}	۱۵۴۳^{ab}	۱۵۶۹^{a}	۱۶۱۳^{a}
ضریب تبدیل خوراک (گرم/گرم)	۱/۶۹^{a}	۱/۵۸^{b}	۱/۵۹^{b}	۱/۶۶^{ab}	۱/۶۳^{ab}
وزن سنگدان (گرم)	۲۶^{d}	۳۶^{bc}	۳۵^{c}	۴۱^{ab}	۴۲^{a}
وزن سینه (گرم)	۴۶۶	۴۸۶	۴۹۱	۴۸۴	۵۰۱
وزن ران (گرم)	۴۷۰^{b}	۵۱۳^{a}	۴۹۶^{ab}	۵۰۱^{ab}	۵۰۹^{ab}
وزن چربی محوطه شکمی (گرم)	۴۷	۴۵	۴۸	۴۹	۴۹

[1]. Magro and Penz

با جیره‌های دارای اندازه ذرات متوسط ۱۱۳۰ تا ۱۲۳۰ میکرومتر به دست آمد. ذرت درشت‌آسیاب‌شده باعث بهبود استفاده از مواد مغذی توسط پرنده می‌شود و این مزیت حتی بعد از پلت کردن هم وجود دارد، اگرچه فشار پلت کردن بسیاری از ذرات بزرگ‌تر را دوباره خرد خواهد کرد. تولیدکنندگان خوراک آسیاب کردن نرم را ترجیح می‌دهند، زیرا منجر به بهبود کیفیت پلت و صرفه‌جویی در مصرف انرژی می‌شود. سینگ[1] و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که ذرت آسیاب‌شده (در ترکیب با پلت) موجب کاهش مصرف خوراک و عملکرد گردید. یکنواختی آسیاب نیز بر اندازه ذرات تاثیر دارد. آسیاب‌های غلتکی تمایل به تولید ذرات یکنواخت توزیع‌شده در یک دامنه وزنی دارند، در حالی که آسیاب‌های چکشی تمایل به تولید نسبت‌های بالاتری از ذرات ریز و درشت دارند. پیسکر[2] (۲۰۱۱) گزارش کرد که ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی دریافت‌کننده جیره‌های بر پایه گندم بالاتر از آنهایی بود که با آسیاب چکشی خرد شده بودند. ارائه جیره به صورت آردی باعث افزایش اتلاف خوراک می‌شود. به علاوه، پرنده‌ها قبل از بلعیدن، هر ذره را با موسین مخلوط می‌کنند که سنتز آن هم به انرژی و هم به پروتئین نیاز دارد.

> **نکته**
> تغذیه پلت عملکرد جوجه‌های گوشتی را ۷ تا ۱۰ درصد بهبود می‌دهد.

اغلب جیره‌های جوجه‌های گوشتی به شکل پلت تغذیه می‌شوند. تزریق بخار به خوراک عبور آن از دای[3] (قالب پلت) را تسهیل می‌کند و قوام آن را افزایش می‌دهد. جدول ۱۰-۳۶ اثر تغذیه دان آردی را در مقایسه با دان پلت نشان می‌دهد (لی‌کلرک و اسکارتین[4]، ۱۹۸۷). در مورد جیره‌های حاوی انرژی پایین حتی مهم‌تر است که جیره‌ها به صورت پلت تغذیه شوند:

- به دلیل کاهش تفکیک اجزای جیره یکنواختی خوراک بهبود می‌یابد.
- با تغذیه پلت خوراک کمتری تلف می‌شود.
- پلت کردن باید انرژی خوراک را تا حد کمی از طریق تغییرات شیمیایی حاصل از حرارت بخار و فشار افزایش بدهد، اگرچه به نظر می‌رسد که این پاسخ تکرارپذیر نیست.
- بیشتر بهبود در مقدار انرژی اندازه‌گیری‌شده پلت از این واقعیت حاصل می‌شود که پرنده‌ها زمان کمتری را برای خوردن دان پلت صرف می‌کنند و بنابراین نیاز انرژی آنها کاهش می‌یابد (جنسن[5] و همکاران، ۱۹۶۲؛ جدول ۱۰-۳۷). اندازه پلت می‌تواند نقشی در مصرف خوراک ایفا کند (جدول ۱۰-۳۸)، اگرچه گاهی بهبود برجسته‌ای قابل‌مشاهده نیست.
- یکی از معایب جیره‌های آردی که در بالا در مورد آن صحبت نشد، این است که با تغذیه آنها چینه‌دان پرنده‌ها یک حالت آبکی پیدا می‌کند و کاسه‌های آبخوری به خاطر استفاده پرنده‌ها از آب برای شستن خوراک به سمت پایین مری خیلی کثیف می‌شوند. به علاوه، غیریکنواختی گله هنگام استفاده از جیره‌های آردی افزایش می‌یابد.

بیر[6] (۲۰۰۱) اثر درصد ذرات ریز در جیره جوجه‌های گوشتی را نشان داد (اشکال ۱۰-۳۸، ۱۰-۳۹ و ۱۰-۴۰).

---
1. Singh
2. Peisker
3. Die
4. Escartin
5. Jensen
6. Beyer

جدول ۱۰–۳۶: اثر سطح انرژی و شکل خوراک بر افزایش وزن روزانه (برگرفته از لی‌کلرک و اسکارتین، ۱۹۸۷)

مورد	آردی				پلت			
انرژی قابل‌متابولیسم (مگاژول/کیلوگرم)	۱۰/۳	۱۱/۲	۱۲/۴	۱۲/۸	۱۰/۸	۱۱/۶	۱۲/۴	۱۲/۸
افزایش وزن روزانه (گرم)	۴۴/۹	۴۹/۳	۴۹/۹	۵۲/۲	۵۴/۶	۵۵/۸	۵۷/۰	۵۸/۰

جدول ۱۰–۳۷: رفتار جوجه‌های گوشتی (۲۱–۲۸ روزگی) دریافت‌کننده جیره‌های آردی یا پلت (برگرفته از جنسن و همکاران، ۱۹۶۲)

مورد	آردی	پلت
تعداد وعده‌ها در روز	۳۵	۲۷
زمان هر وعده (دقیقه)	۲/۹	۱/۳
مصرف خوراک در هر وعده (گرم)	۱/۱	۱/۴
زمان مصرف خوراک (دقیقه/۱۲ ساعت)	۱۰۳	۳۴
خوراک مصرفی (گرم/روز)	۳۸	۳۷

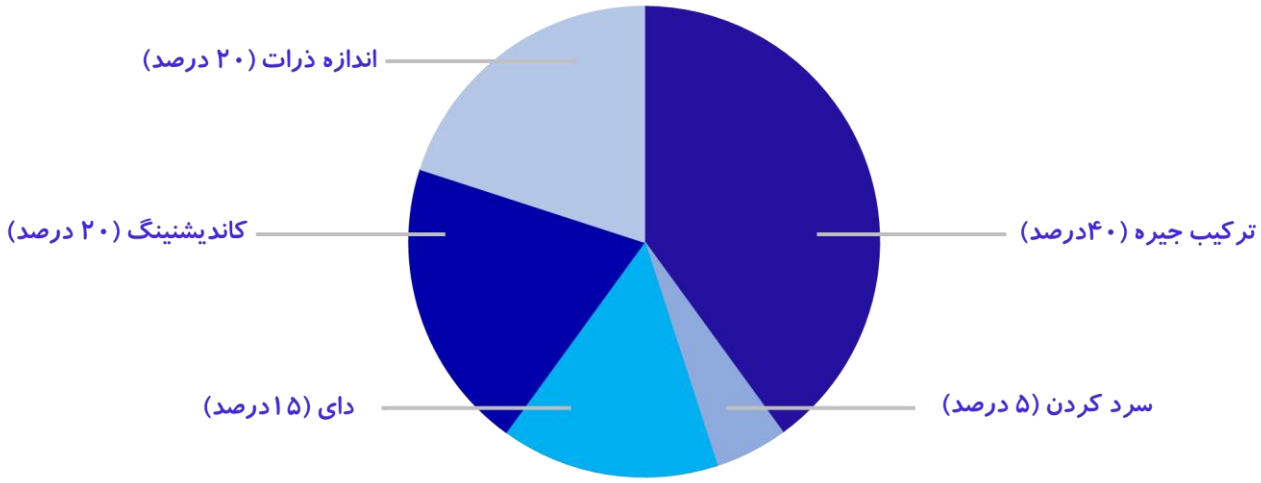
جدول ۱۰–۳۸: اثر اندازه پلت بر افزایش وزن، مصرف خوراک و وزن سنگدان جوجه‌های گوشتی از ۱۱ تا ۳۵ روزگی بعد از تفریخ

قطر پلت (میلی‌متر)	افزایش وزن (گرم)	مصرف خوراک (گرم)	ضریب تبدیل خوراک (گرم/گرم)	وزن سنگدان (گرم)
۳/۰۰	۱۷۶۵	۳۱۷۱	۱/۸۰۹	۸/۸۷
۴/۷۶	۱۸۵۶	۳۱۳۸	۱/۶۹۰	۹/۲۴
احتمال	۰/۰۰۰۱	ns	۰/۰۰۰۱	ns

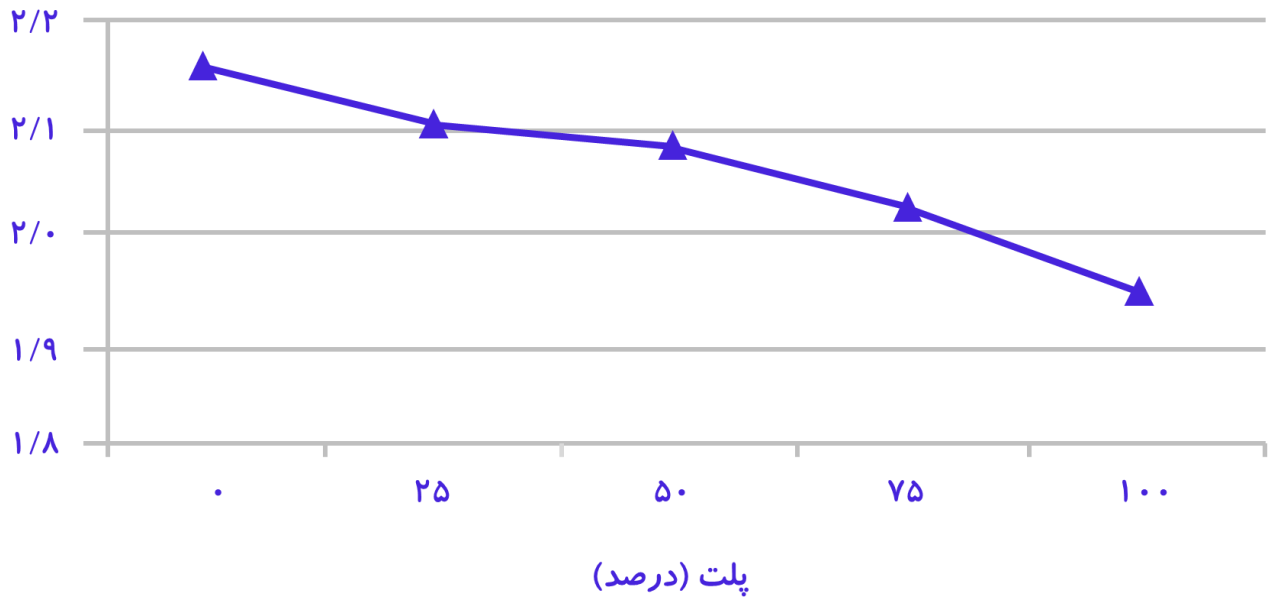
به صورت سرانگشتی، جیره‌های آردی افزایش روزانه وزن بدن را ۶ درصد کاهش و ضریب تبدیل خوراک را ۶ تا ۷ درصد افزایش می‌دهند (معادل حدود ۳ تا ۴ روز از دوره رشد). با رسیدن درصد آردینه جیره پلت به ۵۰ درصد، اثر آن خیلی بهتر از جیره آردی نخواهد بود. مجموعه‌ای از عوامل در تولید پلت خوب نقش دارند. جیره‌نویسی مهم است ولی تنها عامل نیست (جدول ۱۰–۳۸). آسیاب کردن ریز و نیز پلت‌آمایی (کاندیشنینگ[1]) کافی (حداقل ۳۰ ثانیه) کیفیت پلت را بهبود می‌دهد. استفاده از دای ضخیم کیفیت پلت را افزایش اما بازده تولید پلت را کاهش می‌دهد. اضافه کردن ۱ درصد چربی به جیره کیفیت پلت را ۸ تا ۱۰ درصد (بسته به دیگر مواد خوراکی) کاهش می‌دهد. هر ۱۰ درصد افزایش در میزان ذرات ریزآسیاب‌شده معادل ۷۰ ژول در کیلوگرم (۰/۰۷ مگاژول در کیلوگرم) کاهش انرژی است. در برخی از شرایط، کاهش انرژی منجر به افزایش کیفیت پلت، افزایش مصرف خوراک و نهایتا بهبود رشد (اما نه ضرورتا ضریب تبدیل خوراک) می‌شود (لیسون، ۲۰۱۰).

امکان ارزیابی و بهبود کیفیت پلت بدون یک سری اندازه‌گیری‌های دقیق مانند روش استفاده از دستگاه اندازه‌گیری قوام پلت و آزمایشاتی مانند تست الک (برای مشخص کردن میزان ذرات ریز) میسر نیست. مواد خوراکی مورد

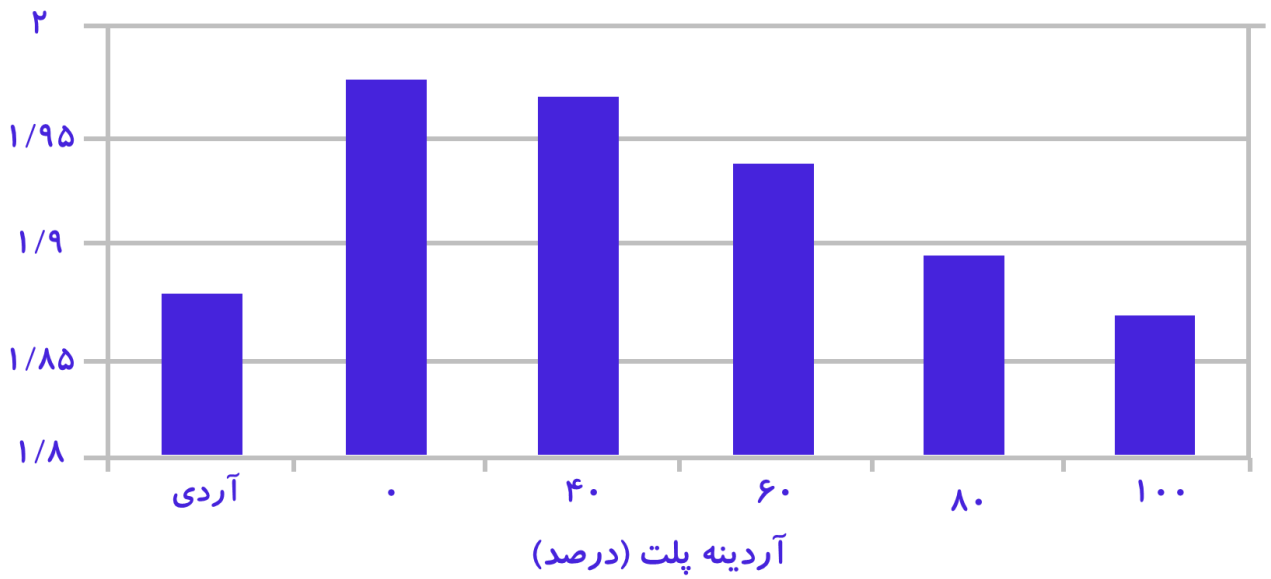
[1]. Conditioning



شکل ۱۰–۳۸: عوامل تعیین‌کننده کیفیت پلت



شکل ۱۰–۳۹: اثر درصد پلت بر ضریب تبدیل خوراک (گرم/گرم) جوجه‌های گوشتی (برگرفته از بیر، ۲۰۰۱)



شکل ۱۰–۴۰: اثر درصد پلت بر نرخ رشد جوجه‌های گوشتی (برگرفته از بیر، ۲۰۰۱)

استفاده در جیره ویژگی‌های **پلت‌پذیری** متفاوتی دارند. اغلب گنجاندن ۱۰ تا ۱۵ درصد گندم یا ضایعات بوجاری گندم یا اضافه کردن مقدار کمی در حد ۵ درصد کنجاله آفتابگردان موجب سختی رضایت‌بخش پلت می‌شود. خواص پلت‌پذیری مواد خوراکی مختلف در جدول ۱۰-۳۹ نشان داده شده است. غالبا از پلت‌چسبان‌ها[1] که عبارتند از لیگنوسولفونات‌ها، خاک‌های رس (مانند بنتونیت) و ملاس‌ها برای بهبود کیفیت پلت استفاده می‌شود. برونده کمتر آسیاب و افزایش دمای فرآوری و ضخامت دای اثر مثبتی بر کیفیت پلت دارد. همه اینها موجب کاهش توان عملیاتی کارخانه و افزایش قیمت تولید پلت می‌شود. این افزایش باید با بهبود عملکرد پرنده‌ها جبران شود.

جدول ۱۰-۳۹: پلت‌پذیری برخی از مواد خوراکی مرسوم

ماده خوراکی	پلت‌پذیری
پودر ذرت	۵
سورگوم	۴
گندم	۸
سبوس گندم	۶
کنجاله بادام زمینی	۸
کنجاله سویا	۴
سویای پرچرب	۴
کنجاله آفتابگردان	۶
پودر ماهی	۴
محصولات جانبی طیور	۳
مواد معدنی	۲
ملاس‌ها	۸

باید یادآوری کرد که با توجه به ابعاد نوک پرنده‌های جوان، خوردن ذرات بزرگ برای آنها سخت یا غیرممکن است. این مساله پیامدهای عملی مهمی برای پرورش‌دهندگان جوجه گوشتی دارد. تغییر از جیره آردی یا کرامبل به پلت می‌تواند مشکل‌ساز باشد. این مساله اغلب توسط مرغداران به صورت اینکه **پلت خیلی سخت‌تر است** تفسیر می‌شود. جدول ۱۰-۴۰ رهنمودهایی در مورد اندازه پلت و سن ارائه داده است (هوبارد، ۲۰۰۴).

> ■ **نکته**
> کیفیت بستر بر عملکرد و رفاه پرنده تاثیرگذار است.

کیفیت بستر

کیفیت بستر اثر قابل‌توجهی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی دارد. از نگاه یک متخصص تغذیه، جلوگیری از رطوبت بستر در درجه اول با حفظ سلامتی دستگاه گوارش و پیش‌گیری از عبور خوراک یا **رد کردن دان**[2] حاصل می‌شود. عبور خوراک عنوانی است که در ایالات متحده استفاده می‌شود، در اسپانیولی به آن عبور سریع[3] و در اروپا به آن دیس‌باکتریوز می‌گویند. رد کردن دان اختلالی است که در آن فضولات شکل عادی خود را از دست می‌دهند، پوشش اسید اوریک (توده سفیدرنگ) را ندارند و ذرات خوراک هضم‌نشده موجود در فضولات با چشم غیرمسلح دیده می‌شوند.

لیستر[4] (۲۰۰۹) یکی از بخش‌نامه‌های کمیسیون اروپا را نقل‌قول می‌کند که بیان می‌دارد: «همه مرغ‌ها باید دسترسی مداوم به بستری داشته باشند که خشک و سطح آن صاف و شکننده باشد.» رطوبت بستر (تعیین‌کننده نهایی کیفیت بستر) می‌تواند اثر قابل‌توجهی بر سلامتی، رفاه و عملکرد پرنده داشته باشد. این اثرات ارتباط مستقیمی با التهابات پوستی (زخم‌های سینه، سوختگی‌های مفصل خرگوشی[5] و

---
1. Pellet binders
2. Feed passage
3. Tránsito rápido
4. Lister
5. Hock burns

جدول ۱۰–۴۰: توصیه‌های مربوط به تغییر اندازه کرامبل-پلت بر اساس سن و وزن (هوبارد، ۲۰۰۴)

قطر پلت (میلی‌متر)	حداقل وزن جوجه گوشتی (گرم)	مقدار کرامبل قبل از ارائه پلت (گرم)
۲/۵	۳۰۰-۲۵۰	۳۵۰
۲/۸	۴۵۰-۴۰۰	۵۰۰
۳/۰	۵۵۰-۵۰۰	۷۰۰ (۲۰۰ + *۵۰۰)
۳/۲	۶۵۰-۶۰۰	۹۰۰ (۴۰۰+ *۵۰۰)
۳/۵	۷۵۰-۷۰۰	۱۱۵۰ (۶۵۰ + *۵۰۰)

* این عدد مقدار جیره آغازین است.

زخم‌های بالشتک پا[1]) و تشدید بیماری‌های تنفسی ناشی از کیفیت پایین هوا دارد و مشکلات ایمنی غذایی مربوط به پرنده‌های کثیف در زمان کشتار را در پی خواهد داشت. کلت[2] (۲۰۰۹) تاکید می‌کند که بستر طیور یک ماده خنثی نیست. بستر حاوی جمعیت میکروبی متنوعی است که از خود مواد بستری و فضولات طیور تغذیه می‌کنند. غنای جمعیت میکروبی با جریان یافتن مواد مغذی به بستر در طول زمان افزایش می‌یابد. بدین معنی که مواد شیمیایی موجود در فضولات طیور نیز بر ویژگی‌های بستر تاثیر-گذار هستند. وقتی که رطوبت بستر خیلی کم می‌شود (گردوخاکی)، فعالیت باکتریایی کاهش و با افزایش رطوبت بستر فعالیت میکروبی بیشتر می‌شود. بستر هیچ-گاه نباید بیش از ۲۵ درصد رطوبت داشته باشد.

> ■ **نکته**
> کیفیت بستر توسط عوامل تغذیه‌ای و مدیریتی تعیین می‌شود.

عوامل افت کیفیت بستر

دلایل افت کیفیت بستر زیاد و دائما در حال تغییر هستند که حل مشکل را دشوار می‌کند. هدف ارزیابی اهمیت عوامل خطرآفرین در هر مرغداری است. موارد زیر را در نظر داشته باشید:

- احتمالا مهارت و علم مدیریت حیوانات مزرعه[3] ابزاری کلیدی است. این امر باید دربرگیرنده امنیت‌زیستی برای کاهش بیماری‌ها و نیز مدیریت آبخوری‌ها و سیستم‌های تهویه باشد.
- اضافه شدن آب به بستر تا حد بسیار زیادی به تراکم گله بستگی دارد.
- کیفیت آب بر مصرف آب و خوراک و سلامتی پرنده تاثیر دارد. باید شمار کل باکتری‌ها، pH و محتوای مواد معدنی آب آشامیدنی در نظر گرفته شوند.
- در شرایط گرم مصرف آب افزایش می‌یابد، اما همگام با آن نرخ تهویه (ضرورتا) و نرخ خشک شدن بستر هم بیشتر می‌شود. اغلب در هوای سردتر نرخ تهویه به منظور حفظ حداقل دما کاهش داده می‌شود و احتمالا این کار مهم‌ترین عامل بستر مرطوب است.
- عوامل جیره‌ای بسیاری بر کیفیت بستر تاثیر دارد (ادامه متن را ببینید).
- بسیاری از عفونت‌ها (ویروسی، باکتریایی و انگلی) موجب رطوبت بستر، انتریت و اختلالات روده‌ای می‌شوند. در عین حال، عوامل متعددی موجب برهم خوردن جمعیت میکروبی دستگاه گوارش می‌شود. اختلال در هموستازی دستگاه گوارش به میزان قابل-

---
1. Footpad dermatitis
2. Collett
3. Stockmanship

توجهی در پی قطع استفاده از آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد در اروپا افزایش یافته است.

در مورد طیور، اسهال فیزیولوژیکی، اسهال پاتولوژیکی (انتریت) یا افزایش دفع ادرار (پلی‌یوریا[1]) می‌تواند باعث ایجاد رطوبت بستر شود. مصرف آب، حجم ادرار و رطوبت مدفوع بسته به محتوای مواد مغذی جیره و خواص مواد خوراکی مانند زمان و سرعت عبور خوراک تغییر می‌کند. التهاب پوشش مجاری (دستگاه گوارش و کلیه‌ها) پرنده‌ها می‌تواند انتقال آب و مواد محلول در آب را به مخاطره بیندازد و دفع آب را به بالاتر از حالت عادی برساند. مقادیر و کیفیت پروتئین، چربی و کربوهیدرات در جیره می‌تواند نرخ ترشح آب را به طور مستقیم با ایجاد شیب اسمزی در عرض دیواره روده و لوله‌های کلیوی تحت تاثیر قرار دهد. اسهال به دو شکل ایجاد می‌شود. به طور غیرمستقیم با القای تغییرات در اکولوژی روده که موجب پاسخ التهابی می‌شود و یا به طور مستقیم توسط یک ماده خوراکی که باعث انتریت می‌شود. هضم و جذب مواد مغذی در صورت بروز یک یا چند مورد از وقایع توصیف‌شده در بالا به مخاطره می‌افتد. هرگونه تغییری در جمعیت میکروبی دستگاه گوارش جذب مواد مغذی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. پرنده‌های جوان بیشتر تحت تاثیر عدم تعادل جمعیت میکروبی قرار می‌گیرند، اما مدیریت آنها برای دستیابی به شرایط مطلوب نیز راحت‌تر است.

پروتئین

جیره‌نویسی روی ترکیب جمعیت میکروبی و در نهایت کیفیت بستر اثر دارد. یکی از معضلات و تنگناهای موجود در تغذیه جوجه‌های گوشتی امروزی این است که در حالی که آنها به جیره‌ای با پروتئین بالا برای رشد سریع نیاز دارند، سطح بالای ازت پروتئینی در قسمت انتهایی دستگاه گوارش خطر بالقوه‌ای برای سلامتی‌شان محسوب می‌شود. همبستگی بالایی بین سطح پروتئین جیره و مقدار رطوبت بستر وجود دارد. شیافوان و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که به ازای هر ۱۰ درصد افزایش در مصرف پروتئین، مصرف آب بیش از ۵ درصد افزایش می‌یابد. به علاوه، مقدار بالای ازت در جیره منجر به بالا رفتن مقدار ازت در کود طیور می‌شود. ازت مازاد توسط میکروارگانیسم‌های بستر به آمونیاک تبدیل می‌شود و اینها منجر به مجموعه‌ای از مشکلات خواهند شد. کلت (۲۰۰۹) پیشنهاد کرد که استفاده از پروتئین بسیار محلول حیوانی مانند پودر ماهی می‌تواند باعث ورود پروتئین دست‌نخورده (در وضعیت هضم‌نشده) به قسمت انتهایی دستگاه گوارش گردد. این منبع پروتئینی یک سوبسترای عالی برای جمعیت میکروبی دستگاه گوارش فراهم می‌کند. استفاده از جیره‌های حاوی پودر ماهی بالا برای القای التهاب نکروتیک روده[2] در شرایط آزمایشی از این استدلال حمایت می‌کند.

از سوی دیگر، استفاده از پروتئین‌های گیاهی به تنهایی به معنی استفاده از مقادیر زیادی از کنجاله سویا است. این امر منجر به افزایش سطح پتاسیم جیره و افزایش سطح رطوبت بستر می‌شود (ادامه متن را ببینید). استفاده از یک آنزیم پروتئاز در جیره مقدار پروتئین هضم‌نشده‌ای را که به انتهای دستگاه گوارش می‌رسد کم می‌کند و جمعیت میکروبی را از یک منبع مواد مغذی محروم می‌نماید. این امر ازت فضولات را نیز کاهش خواهد داد و به این ترتیب شرایط بستر و هوای سالن طیور را بهبود می‌دهد.

کربوهیدرات‌ها

پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای محلول در آب جیره تمایلی طبیعی برای ایجاد رطوبت بستر دارند. این ترکیبات تولید مخاط را تحریک می‌کنند، ویسکوزیته مواد هضمی را بالا

---

[1]. Polyuria
[2]. Necrotic enteritis

جدول ۱۰-۴۱: اثر سطوح سدیم جیره بر محتوای رطوبت فضولات و کیفیت بستر جوجه‌های گوشتی در فصل زمستان (برگرفته از انتینگ و همکاران، ۲۰۰۹)

مورد	سن (روز)	سدیم (گرم/کیلوگرم)			
		۰/۹	۱/۳	۱/۷	۲/۴
رطوبت فضولات (گرم/کیلوگرم)	۱۵	۷۹۴	۷۹۶	۷۹۴	۸۰۳
	۲۸	۷۶۳^{ab}	۷۷۷^{ab}	۷۹۵^{ab}	۸۰۶^{a}
نمره بستر (۱ ضعیف، ۱۰ عالی)	۱۵	۸/۹	۹/۰	۹/۰	۹/۰
	۲۸	۵/۲^{a}	۵/۳^{a}	۵/۰^{a}	۴/۶^{b}

می‌برند و هضم و جذب را به مخاطره می‌اندازند. به علاوه، کربوهیدرات‌های هضم‌نشده در انتهای دستگاه گوارش موجب تغییر جمعیت میکروبی و کاهش غلظت پس‌کلیوی ادرار می‌شوند. اثر منفی پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای با بالغ شدن پرنده‌ها کمتر می‌شود، احتمالا به این خاطر که میکروارگانیسم‌ها به مواد خوراکی جیره سازگار می‌شوند. آنزیم‌ها به شکل گسترده‌ای برای غلبه بر سطوح بالای پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای به جیره طیور اضافه می‌شوند.

لیپیدها

چربی‌های فاسد (اکسیدشده) قابلیت هضم کمتری دارند، قابلیت هضم مواد محلول در چربی (مانند ویتامین‌ها) را می‌کاهند، موجب التهاب می‌شوند و جمعیت میکروبی انتهایی دستگاه گوارش را دستخوش تغییر می‌کنند. بی‌تردید این شرایط موجب رطوبت بستر می‌شود.

مواد معدنی

مواد معدنی مورد نیاز برای رشد و تولید تخم‌مرغ بر مصرف آب، دفع ادرار و رطوبت بستر تاثیر می‌گذارند. اندازه‌گیری کیفیت بستر با توجه به شمار زیاد عوامل تاثیرگذار بر آن دشوار است. اما به نظر می‌رسد که در آزمایشات پاسخ به سطح با انواع مواد معدنی همبستگی خوبی بین رطوبت و نمره ظاهری بستر وجود دارد. افزایش سطح کاتیون‌ها (Na^+، K^+، Ca^{2+} و Mg^{2+}) در جیره مصرف آب را افزایش می‌دهد و اثر آنها با افزایش سن تشدید می‌شود (انتینگ[1] و همکاران، ۲۰۰۹؛ جدول ۱۰-۴۱). اثر کلرید (Cl^-) بر مصرف آب شدت کمتری دارد و بستگی به این دارد که کدام آنیون جایگزین آن شود. در دامنه ۲/۲ تا ۲/۹ گرم در کیلوگرم کلر اختلافی در رطوبت بستر وجود نداشت. سطوح بالای کلسیم مصرف آب جوجه‌های گوشتی را افزایش می‌دهد، در حالی که سطوح بالای فسفر مصرف آب را در مرغ‌های تخم‌گذار افزایش می‌دهد. نسبت نادرست کلسیم به فسفر به ویژه در جوجه‌های گوشتی جوان بر کیفیت بستر اثر منفی دارد.

مواد خوراکی

از آنجایی که هر ماده خوراکی می‌تواند حاوی عناصر توصیف‌شده در بالا باشد، مشخص کردن یک ماده خوراکی ویژه به عنوان عامل رطوبت بستر دشوار است. یک مثال تا حدودی توسط رویز[2] (۲۰۰۹) بحث شده است. مشخص شد که کنجاله سویا در بروز شدید عبور خوراک و به دنبال آن افت کیفیت بستر جوجه‌های گوشتی دخالت دارد. بررسی‌های استاندارد برای اوره‌آز نشان داد که سویا

1. Enting
2. Ruiz

شکل ۱۰-۴۱: بادبزن رنگ‌سنج جوجه گوشتی DSM

> ■ **نکته**
> رنگ پوست جوجه‌های گوشتی را می‌توان با دستکاری جیره تغییر داد.

مشکلی از این لحاظ نداشته است. آنالیز جیره مشخص کرد که سطوح مهارکننده تریپسین بسیار بالا است. جالب این بود که آزمایشگاه قبل از انجام تست اوره‌آز درصد قابل‌توجهی از دانه کامل سویای خام را از کنجاله سویا جداسازی و حذف کرده بود. یافته‌های مشابهی در سایر موارد بروز عبور خوراک به دست آمده است.

تغذیه برای رنگ پوست در جوجه‌های گوشتی

رنگ لاشه یکی از موارد مهم در بسیاری از بازارها است. برخی از کشورها رنگ زرد پوست و برخی دیگر رنگ سفید را ترجیح می‌دهند. رنگ زرد پوست جوجه‌های گوشتی تقریبا به طور کامل نتیجه گنجاندن گزانتوفیل در جیره است که اغلب در جوجه‌های لذیذ تغذیه‌شده با ذرت دیده می‌شود. در جوجه گوشتی بیشتر گزانتوفیل در چربی زیر پوست سینه قرار دارد. در ماه‌های تابستان که مصرف خوراک و بنابراین ذخیره چربی کاهش می‌یابد، حفظ رنگ خوب لاشه دشوار است و از این رو ترکیبات مختلفی مانند کاروفیل‌های زرد و قرمز به این منظور استفاده می‌شود. از اثرات خوب دیگر این رنگ‌دانه‌ها این است که در دوره-های تنش پرنده می‌تواند از کاروتنوئیدها به عنوان پیش-ساز ویتامین A یا به عنوان منبع آنتی‌اکسیدان استفاده کند. رنگ بهینه لاشه با تغذیه سطوح مناسب کاروفیل به مدت حداقل ۳ هفته قبل از کشتار به دست می‌آید. گزانتوفیل در سطح ۱۱ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک به پرنده یک رنگ زرد کمرنگ خواهد داد، در حالی که سطح ۲۲ میلی‌گرم در کیلوگرم آن موجب رنگ زرد تیره پوست خواهد شد. جیره‌های بر پایه ذرت معمولا حاوی ۱۲ تا ۱۷ میلی‌گرم در کیلوگرم گزانتوفیل هستند. DSM یک سیستم واپاد رنگ لاشه دارد (شکل ۱۰-۴۱).

رشد پر

فولیکول‌های پر در اواسط دوره جنینی توسعه می‌یابند. رشد پرها بین ۷ تا ۱۴ روزگی با سرعت بالایی اتفاق می‌افتد و به دسترسی مواد مغذی از گردش خون حساس است.

فولیکول‌ها به صورت رشته‌های متمایز ظاهر می‌شوند و ممکن است که قسمت‌های بزرگی از پوست بدون فولیکول باشد. اما این نواحی با پوشش پر رشته‌های مجاور پوشانده می‌شود. جدول ۱۰-۴۲ ترکیب طبیعی پر را نشان می‌دهد. انحراف بیش از ۱۵ درصد از این ترکیب باعث نگرانی است. بیشتر ساختار پر از پروتئین کراتین ساخته شده که غنی از سیستین است: ۲ درصد از متیونین و ۲۵ درصد از سیستین جیره برای توسعه پر استفاده می‌شود. عموما مشکل اصلی برآورد بیش از حد قابلیت هضم (دسترسی) سیستین در مواد خوراکی است. سطوح حاشیه‌ای آن منجر به اختلالات در رشد پر یا کاهش پردرآوری می‌شود. کمبود سایر اسیدهای آمینه ضروری نیز موجب اختلال در رشد پرها می‌شود. پرهای اولیه ظاهری قاشق‌مانند دارند و به یک حالت مجعد از بدن جدا شده‌اند. دلیل این جعد ایجاد غلاف بیش از حد متعارف است که ۵۰ درصد اول محور پر را می‌پوشاند. خونریزی پالپ[1] پر (مغز ساقه پر) شاخص کمبود ویتامین E و سلنیم است. مایکوتوکسین‌ها می‌توانند پردرآوری را تحت تاثیر قرار بدهند. مهم‌ترین آنها سم T-2 است. پرنده‌هایی که سم T-2 خورده‌اند (۴ میلی‌گرم در کیلوگرم) پرهای تنکی خواهند داشت که با زوایای غیرعادی از بدن خارج می‌شوند، به طوری که برخی از نواحی پوست به شکل برهنه در معرض دید قرار می‌گیرد. T-2 بر خلاف کمبود مواد مغذی که غالبا پرهای اولیه را تحت تاثیر قرار می‌دهند، همه انواع پرها را متاثر می‌کند.

رشد پرها تحت تاثیر فعالیت تیروئید نیز قرار می‌گیرد. بنابراین، آنتاگونیست‌های تیروئید رشد عادی پر را به تاخیر می‌اندازند. این حالت گاهی اوقات هنگام تغییر جیره بر پایه ذرت به سورگوم مشاهده می‌گردد. لازم به ذکر است که سورگوم ید پایینی دارد. رشد طبیعی پر برای پرنده‌های نر و ماده در شکل ۱۰-۴۲ نشان داده شده است. در نهایت، دمای نامناسب پرورش - چه سرما و چه گرما - منجر به پردرآوری ضعیف می‌شود.

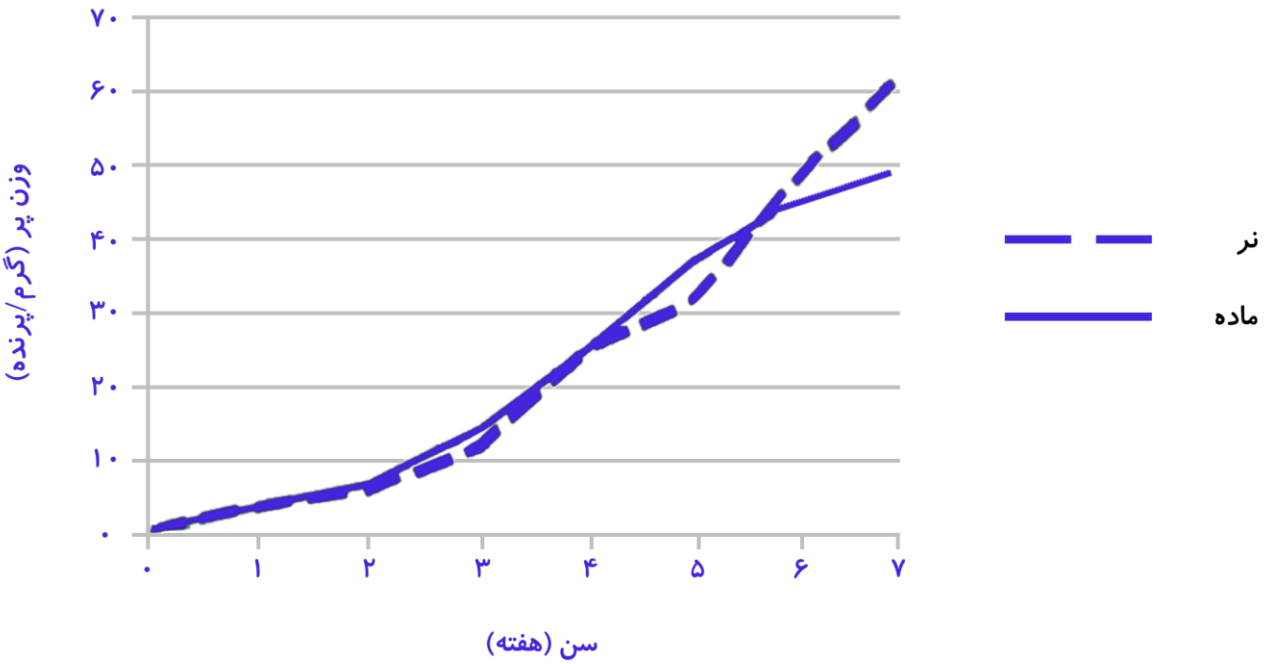
جدول ۱۰-۴۲: ترکیب طبیعی پر

ترکیب	درصد موجود در پر
پروتئین خام	۹۰
اسید آمینه کل	۶۰
متیونین	۰/۷
سیستین	۵/۵
آرژنین	۷/۱
لیزین	۲/۴
ترئونین	۴/۲
والین	۶/۵
منیزیم	۰/۲
سدیم	۰/۸
مس	۱۲ میلی‌گرم/کیلوگرم
روی	۱۰ میلی‌گرم/کیلوگرم

پاره شدن پوست

اغلب پاره شدن پوست[2] بعد از مرگ رخ می‌دهد و می‌تواند منجر به کاهش ارزش لاشه در هنگام فرآوری شود. حدود ۵ درصد از موارد کاهش ارزش لاشه به دلیل پاره شدن پوست است. پاره شدن پوست مرتبط با دمای آب مورد استفاده برای پرکنی و زمان انتخاب‌شده است. دمای بالا و زمان کوتاه‌تر در مقایسه با دمای پایین و زمان بالاتر مشکل پاره شدن پوست کمتری ایجاد می‌کند. مقاومت پوست در نرها بیشتر از ماده‌ها است و با بالا رفتن سن افزایش می‌یابد. یک اثر ژنتیکی هم وجود دارد که همبستگی بالایی با محتوای کلاژن پوست دارد. پوست حاوی کلاژن بالاتر تمایل کمتری به پاره شدن دارد. اسید آمینه پرولین جزئی

[1]. Pulp
[2]. Skin tearing



شکل ۱۰–۴۲: رشد پر در جوجه گوشتی

از هیدورکسی‌پرولین است که مسئول پایداری و استحکام کلاژن است. روی، مس و ویتامین C در سنتز کلاژن نقش دارند و کمبود آنها منجر به کاهش تولید کلاژن و پاره شدن پوست می‌شود. متاسفانه، افزایش این ترکیبات اثر سودمندی ندارد. پاره شدن پوست در آب‌وهوای گرم مشکل‌سازتر است که مکمل کردن ویتامین C توصیه می‌شود. پروتئین خام بالا نیز استحکام پوست را افزایش می‌دهد که دلیل آن روشن نیست. ممکن است اسید آمینه غیرضروری گلیسین، که ۳۰ درصد از اسید آمینه موجود در کلاژن را در برمی‌گیرد، نقشی در این بین داشته باشد و یا اینکه ممکن است پروتئین به سادگی چربی لاشه را کاهش بدهد.

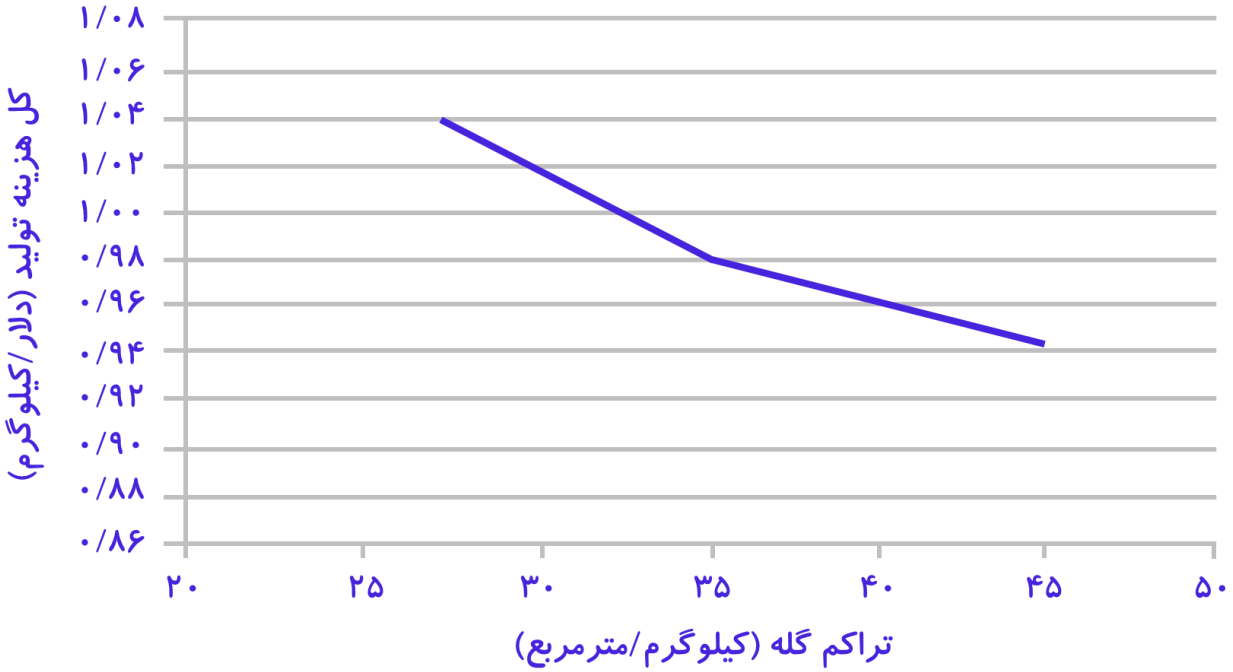
ارائه ضدکوکسیدیوز هالوفوژینون[1] در سطوح توصیه‌شده متعارف از راه جیره کاهش بارزی در ضخامت و استحکام پوست به ویژه در پرنده‌های جوان ایجاد می‌کند. به نظر می‌رسد که هالوفوژینون با تبدیل پرولین به هیدورکسی-پرولین در سلول‌های پوستی تداخل می‌کند. بنابراین، این اثر را نمی‌توان با افزودن پرولین بیشتر به جیره رفع کرد.

> ■ **نکته**
> تراکم بالای گله هزینه‌های ثابت را کاهش می‌دهد و سودآوری را بهبود می‌بخشد.

تراکم گله

اگرچه تراکم گله به‌خودی‌خود یک مبحث تغذیه‌ای نیست، اما اثر قابل‌توجهی بر مصرف خوراک و سود نهایی مجموعه جوجه گوشتی دارد. به منظور به حداکثر رساندن سود، تولیدکنندگان جوجه گوشتی باید به اهداف مشخصی دست پیدا کنند. در بهترین حالت، هدف اول دستیابی به پتانسیل ژنتیکی حقیقی پرنده از نظر رشد، ضریب تبدیل خوراک و زنده‌مانی است. از نظر زیست‌شناسی، پربازده-ترین جوجه گوشتی پرنده‌ای است که به حداکثر پتانسیل خود دست می‌یابد. برای رسیدن به این هدف، مرغداران باید اطمینان حاصل کنند که پرنده‌ها سالم هستند، محیط در بهترین شرایط قرار دارد و جیره حاوی سطوح مناسب مواد مغذی و انرژی است. متاسفانه، دومین هدف اصلی تولیدکننده یعنی حداکثر کردن سود به ازای فضای مورد

[1]. Halofuginone



شکل ۱۰-۴۳: حساسیت کل هزینه تولید به تراکم گله جوجه گوشتی با فرض عدم تاثیر آن بر عملکرد پرنده‌ها (تعمیم یافته بر اساس فدس و همکاران، ۲۰۰۲)

استفاده در تضاد با ایده‌آل اول است. به عبارت ساده، ما مجبوریم برای به حداکثر رساندن سود، تراکم گله را افزایش بدهیم. فدس[1] و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که افزایش تراکم گله در یک سالن جوجه گوشتی موجب کاهش هزینه تولید و بنابراین سود بیشتر به ازای هر کیلوگرم جوجه تولیدی خواهد شد (شکل ۱۰-۴۳).

یک سری عوامل موفقیت ما در تراکم بالای گله را تحت تاثیر قرار می‌دهد:

- احتمال دارد که دسترسی پرنده‌ها به آب و خوراک محدود شود.
- کیفیت هوا می‌تواند به دلیل ازدیاد تولید گردوخاک و آمونیاک کاهش پیدا کند.
- اغلب جریان هوا در سطح پرنده کاهش پیدا می‌کند که منجر به بالا رفتن دما در ریزاقلیم پرنده و همچنین کاهش اکسیژن در دسترس می‌شود.
- ممکن است کیفیت بستر خراب شود.
- این عوامل می‌توانند با اختلال در سیستم ایمنی احتمال عفونت‌های اولیه و ثانویه را افزایش بدهند.
- رفاه پرنده به مخاطره خواهد افتاد که با اندازه‌گیری تولید آمونیاک، زخم‌های بالشتک پا، رطوبت بستر، مشکلات راه رفتن، کانیبالیسم، زخم‌های سینه، پاره شدن پوست، کوفتگی و مرگ‌ومیر سنجیده می‌شود.

اثرات متقابلی بین تراکم گله، فضای دانخوری، بافت خوراک و غلظت مواد مغذی وجود دارد (لیسون، ۲۰۱۰). با بالا رفتن تعداد پرنده‌ها، خوراک کمتری در دانخوری‌ها خواهد بود. پرنده‌ها زمان بیشتری روی دانخوری صرف می‌کنند و مانع از خوردن بقیه می‌شوند و به این ترتیب زمان غذا خوردن را کاهش می‌دهند. در شرایط تراکم بالای گله، مصرف مقدار مورد نیاز مواد مغذی را می‌توان با بالا بردن غلظت آنها در جیره افزایش داد تا زمانی که این امر موجب کاهش کیفیت پلت نشود. حفظ دمای مناسب سالن و کیفیت پلت و استفاده از طول روز طولانی‌تر تا حد ممکن می‌تواند موثرتر باشد. بعد از سن ۲۸ روزگی، تقریبا به طور اجتناب‌ناپذیر جوجه‌ها به خاطر زمان ناکافی و عدم

[1]. Feddes

جدول ۱۰-۴۳: اثر اندازه گله روی تراکم گله، سن دستیابی به وزن ۳۰ کیلوگرم در مترمربع و فضای دانخوری قابل‌دسترس در مقابل نیاز آن (برگرفته از لیسون، ۲۰۱۰)

اندازه گله	پرنده/مترمربع	سن در ۳۰ کیلوگرم/مترمربع	فضای دانخوری قابل‌دسترس (درصد)
۲۴۰۰۰	۱۷	۳۴	۱۲۸
۲۸۰۰۰	۱۹	۳۰	۱۰۹
۳۲۰۰۰	۲۲	۲۸	۹۶
۳۶۰۰۰	۲۵	۲۶	۸۵
۴۰۰۰۰	۲۸	۲۴	۷۷

■ **نکته**

تراکم بالای گله باعث کاهش مصرف خوراک و عملکرد ضعیف‌تر می‌شود.

دسترسی به فضای کافی دانخوری در معرض محدودیت خوراک قرار می‌گیرند. در بسیاری از نقاط دنیا، این پدیده تحت عنوان **محو تدریجی**[1] شناخته می‌شود. جدول ۱۰-۴۳ ۴۳ اندازه گله، تراکم گله و سن رسیدن پرنده‌ها به تراکم ۳۰ کیلوگرم در مترمربع را نشان می‌دهد و نحوه تامین فضای دانخوری مورد نیاز پرنده را برآورد می‌کند (با فرض ۳۴۰ بشقاب هرکدام با ۱۲ فضای دانخوری و ۸ دقیقه به ازای هر پرنده در هر ساعت).

اغلب واقعیت‌های اقتصادی موجب می‌شود که مشکلات رفاه و سلامتی کمتر از آنچه باید مورد توجه قرار بگیرند. دوزیر و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که تراکم گله یکی از نگرانی‌های فروشنده‌های مواد غذایی بوده است. بنابراین متخصصین رفاه در ایالات متحده پیشنهاد کردند که تراکم گله از ۴۳ به ۳۰ کیلوگرم در مترمربع کاهش پیدا کند. از این رو، تراکم مناسب جوجه‌های گوشتی، موضوعی خواهد بود که بحث بر سر آن بین شرکت‌های تولیدکننده جوجه گوشتی، مرغداران مقاطعه‌کار و ماموران رسیدگی به رفاه در آینده نزدیک بالا خواهد گرفت.

قوانین اتحادیه اروپا که از سال ۲۰۱۰ اجرا می‌شود، بیان می‌دارد که تراکم گله نباید بالاتر از ۳۳ کیلوگرم در مترمربع باشد. اما چنانچه تولیدکنندگان یک سری ضوابط اضافی را رعایت نمایند امکان استفاده از تراکم‌های بالاتر (تا حداکثر ۴۲ کیلوگرم در مترمربع) وجود دارد. اگر بتوان مشکل تراکم بالای گله را با ایجاد ساختمان‌هایی که شرایط محیطی خوبی دارند کاهش داد، هرگونه توصیه‌ای در ارتباط با محدود کردن تراکم گله باید این را در نظر بگیرد. شاید مهم‌تر از همه، چنانچه نرخ مرگ‌ومیر و زخم‌های بالشتک پا از حد قابل‌قبولی تجاوز کند، تولید-کنندگان مجبور به کاهش تراکم گله خواهند بود.

■ **نکته**

وزن بدن متابولیک می‌تواند شاخص بهتری برای اندازه‌گیری فشار تراکم گله باشد.

به طور مرسوم، تراکم گله با اندازه‌گیری تعداد پرنده‌ها در هر مترمربع بیان می‌شود. دوزیر و همکاران (۲۰۰۵) بیان داشتند که به نظر می‌رسد که وزن بدن (کیلوگرم در مترمربع) عملکرد پرنده را در مقایسه با تعداد پرنده‌ها به‌خودی‌خود بیشتر تحت تاثیر قرار می‌دهد و اینکه هرگونه ارزیابی تراکم گله باید بر این اساس انجام بگیرد.

[1]. Fade out

در بهسازی منطقی این روش، نیرا[1] (۲۰۰۶) پیشنهاد کرد که وزن متابولیک پرنده‌ها می‌تواند برای تعیین حداکثر تراکم گله استفاده شود. جدول ۱۰-۴۴ نشان می‌دهد که تعداد زیادی پرنده کوچک در مقایسه با تعداد کمتری پرنده خیلی بزرگ‌تر بار متابولیک مشابهی در یک سالن دارند - با در نظر گرفتن این واقعیت که مقدار تولید بر حسب کیلوگرم در مورد پرنده‌های بزرگ‌تر بیشتر بود.

فدس و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که ضریب تغییرات در پرنده‌هایی که تراکم کمتری داشتند، بزرگ‌تر بود (جدول ۱۰-۴۵). به نظر می‌رسد که این ضریب تغییرات بزرگ‌تر نتیجه این است که همه پرنده‌ها قادر بودند به پتانسیل ژنتیکی خود دست یابند. همچنین گزارش شد که اثر تراکم گله روی صفات لاشه قابل‌چشم‌پوشی بود که معمولا در چنین آزمایشاتی (پن) دور از انتظار نیست.

دوزیر و همکاران (۲۰۰۵) اثرات تراکم‌های گله مختلف متناظر با ۳۰، ۳۵، ۴۰ و ۴۵ کیلوگرم در مترمربع از فضای بستر (بر اساس وزن نهایی ۳/۲۹ کیلوگرم) را ارزیابی کردند. در جدول ۱۰-۴۶ می‌توان مشاهده کرد که با افزایش تراکم گله رفاه (بر اساس رطوبت بستر و میزان خراشیدگی‌ها) افت کرد.

بخشی از تحقیقات انتشاریافته توسط استوز[2] (۱۹۹۹) درباره رفتار پرنده‌ها در تراکم‌های مختلف جالب‌توجه است. هنگام نگهداری پرنده‌ها به صورت گروهی (۲۰ تا ۱۰۰ پرنده) یک سلسله‌مراتب ایجاد شد. پرنده‌های غالب حق‌تقدم دسترسی به آب و خوراک داشتند، در حالی که پرنده‌های زیردست منتظر ماندند. این سیستم اجتماعی

جدول ۱۰-۴۴: مقایسه‌ای بین تولید در هر مترمربع از سالن جوجه گوشتی بر اساس وزن بدن و وزن بدن متابولیک

وزن بدن (کیلوگرم)	وزن بدن متابولیک (کیلوگرم)	تراکم گله (پرنده/مترمربع)	تولید (وزن متابولیک/مترمربع)	تولید (کیلوگرم/مترمربع)
۱/۸۰	۱/۵۵	۲۰/۹۱	۳۲/۵۰	۳۷/۶۴
۲/۰۰	۱/۶۸	۱۹/۳۲	۳۲/۵۰	۳۸/۶۵
۲/۲۰	۱/۸۱	۱۷/۹۹	۳۲/۵۰	۳۹/۵۸
۲/۴۰	۱/۹۳	۱۶/۸۵	۳۲/۵۰	۴۰/۴۵
۲/۶۰	۲/۰۵	۱۵/۸۷	۳۲/۵۰	۴۱/۲۷

جدول ۱۰-۴۵: اثر تراکم گله بر تولید به ازای هر واحد کف، وزن بدن و ضریب تغییرات (فدس و همکاران، ۲۰۰۲)

مورد	تراکم گله (پرنده/مترمربع)			
	۲۳/۸	۱۷/۹	۱۴/۳	۱۱/۹
وزن زنده (گرم)	۱۸۹۸^{b}	۱۹۳۱^{b}	۱۹۹۵^{a}	۱۹۱۵^{b}
ضریب تغییرات وزن بدن (درصد)	۱۳/۰^{a}	۱۳/۶^{b}	۱۳/۴^{b}	۱۵/۳^{a}
تولید (کیلوگرم/مترمربع)	۴۶/۹^{a}	۳۴/۶^{b}	۲۸/۶^{c}	۲۲/۹^{d}
مصرف خوراک (گرم/پرنده)	۳۰۰۳^{b}	۳۰۶۸^{b}	۳۱۸۳^{a}	۲۹۹۳^{b}
ضریب تبدیل خوراک (گرم/گرم)	۱/۷۲	۱/۷۲	۱/۷۳	۱/۷۰
مصرف آب (گرم/پرنده)	۵۵۴۶^{a}	۵۴۲۰^{a}	۵۳۹۹^{a}	۵۰۹۳^{b}

[1]. Neyra
[2]. Estevez

جدول ۱۰-۴۶: عملکرد جوجه‌های گوشتی پرورش‌یافته تحت تراکم‌های گله مختلف (دوزیر و همکاران، ۲۰۰۵)

مورد	تراکم گله (کیلوگرم/مترمربع)			
	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵
وزن ۱۷ روزگی (گرم)	۵۷۷	۵۸۸	۵۸۸	۵۹۰
وزن ۳۲ روزگی (گرم)	۱۷۴۸	۱۷۶۹	۱۷۵۴	۱۷۵۳
وزن ۴۰ رزوگی (گرم)	۳۱۶۲	۳۰۹۶	۳۰۴۶	۲۹۶۶
نمره زخم بالشتک پا	۰/۵	۰/۶	۰/۹	۱
رطوبت بستر (درصد)	۳۸/۸	۳۹/۳	۴۳/۷	۴۶/۶
خراشیدگی لاشه (درصد)	۴۱/۹	۵۱/۴	۵۸/۷	۵۳/۵

جدول ۱۰-۴۷: وزن بدن و مصرف خوراک در دو سیستم کف متفاوت (برگرفته از فن‌میدلکوپ، ۲۰۰۴)

مورد	۲۲ پرنده/مترمربع	۲۶ پرنده/مترمربع	۲۲ پرنده/مترمربع	۲۶ پرنده/مترمربع
	وزن بدن در ۳۷ روزگی (گرم)		مصرف خوراک تا ۳۷ روزگی (گرم)	
کف معمولی	۱۸۳۸	۱۷۵۷	۲۹۲۴	۲۸۳۳
کف مجهز به تهویه	۱۹۳۱	۱۸۷۳	۳۰۶۶	۲۹۹۹

منجر به کاهش برخوردهای خشن می‌شود. ممکن است مشکلاتی در مدیریت پرنده‌ها بروز کند. احتمالا نرها که به طور معمول به تنش‌های محیطی حساس‌ترند در نشان دادن علائم پیشرو خواهند بود. زمانی که پرنده‌ها در گروه‌های بزرگ‌تر قرار می‌گیرند قادر به تغییر رفتارهای اجتماعی خود هستند. در صورت فراهم بودن آب و خوراک به صورت دائمی، آنها عصبانیت خیلی کمی بروز می‌دهند و اثر منفی عملکرد پایین در تراکم بالای گله به دلیل کاهش تنش اجتماعی کم خواهد شد. این یافته‌ها تا حدودی در پژوهش تکستن[1] و همکاران (۲۰۰۶) تایید شد. آنها شاخص‌های پذیرفته‌شده سازگاری به عوامل تنش‌زا شامل غلظت‌های پلاسمایی کورتیکوسترون، گلوکز، کلسترول و نیترات کل را در سطوح افزایشی تراکم گله (۳۰، ۳۵، ۴۰ و ۴۵ کیلوگرم در مترمربع) اندازه‌گیری کردند. تا حدودی شگفت‌آور آنکه تحلیل روند خطی نشان داد که تراکم گله اثری بر تغییرات سازگارانه فیزیولوژیکی شاخص تنش نداشت. جونز[2] و همکاران (۲۰۰۵) نتیجه‌گیری کردند که کنترل محیط، به ویژه توان تهویه خوب برای کنترل دما و رطوبت، عاملی کلیدی در بهبود رفاه جوجه‌های گوشتی است. آنها به این نکته دست یافتند که رطوبت نسبی پایین در هفته اول زندگی جوجه‌ها سلامتی و رفاه آنها را در دوره‌های بعدی زندگی تحت تاثیر قرار می‌دهد. فن‌میدلکوپ[3] (۲۰۰۴) دو روش برای غلبه بر تراکم سنگین گله ارائه می‌دهد (جدول ۱۰-۴۷). اول، استفاده از نشیمن‌گاه‌های کوتاه در سالن و دوم، نصب دستگاه‌هایی برای تهویه کف سالن جوجه‌های گوشتی (در سطح پرنده) که ایده اساسی‌تری است.

به عنوان نتیجه‌گیری کلی، احتمالا مدیریت خوب محیط جوجه‌های گوشتی علائم فیزیکی تراکم بالای گله و هرگونه علامت فیزیولوژیکی تنش را کاهش می‌دهد.

1. Thaxton
2. Jones
3. van Middlekoop

■ **نکته**

اندازه‌گیری‌های کارایی تکنیکی هنگام پیش‌بینی سود محدود هستند.

اقتصاد زیستی جوجه‌های گوشتی

اقتصاد زیستی[1] اصطلاح نسبتا جدیدی است که می‌تواند به صورت ارزیابی اقتصادی سیستم‌های تولیدی زیستی تعریف گردد. از آنجایی که خوراک بزرگ‌ترین هزینه تولید جوجه‌های گوشتی است، متخصصین تغذیه و جیره‌های تنظیم‌شده توسط آنها اثر اصلی را روی سود-آوری نهایی هر مجموعه پرورش جوجه گوشتی می-گذارند. اساسا تولید مقرون‌به‌صرفه جوجه‌های گوشتی میسر نیست مگر از طریق اندازه‌گیری آنچه در یک واحد پرورش اتفاق می‌افتد. در زنجیره‌های یکپارچه ارزیابی موثر اثر تعداد زیاد عوامل ایجادکننده هزینه دشوار است. وارد شدن جریان تولید به مرحله فرآوری این محدودیت را پیچیده‌تر می‌کند، زیرا محصول گله‌های زیادی ترکیب می‌شود. در نتیجه پیوند دادن درآمد حاصل از محصول نهایی به یک مرحله مشخص از هزینه و در نتیجه توسعه یک راه‌حل تولیدی بهینه ممکن نیست. هرچند که بپذیریم دستیابی به یک مدل **کامل** برای اندازه‌گیری تولید جوجه-های گوشتی دشوار است، در عمل باید از شکلی از این مدل‌ها استفاده کنیم. به طور مرسوم، بسیاری از شرکت‌ها تنها شاخص‌های عملکردی را اندازه‌گیری می‌کنند. در برخی از کشورها، تحلیل مبتنی بر هزینه نتایج انجام می‌شود، اما در واقعیت تولیدکنندگان باید عملکرد را بر مبنای سود اندازه‌گیری کنند.

ما از اندازه‌گیری ساده وزن پرنده به اندازه‌گیری‌هایی شامل وزن بر اساس سن، مرگ‌ومیر، ضریب تبدیل خوراک و اخیرا **شاخص کارایی تولید**[2] رسیده‌ایم. مزیت استفاده از شاخص کارایی تولید این است که همه عوامل ذکرشده در بالا را به طور هم‌زمان در نظر می‌گیرد و انگاره‌ای منطقی از کارایی تکنیکی کل ارائه می‌دهد. به این دلیل اغلب از شاخص کارایی تولید به عنوان پایه برای پرداختی‌های مرغداران مقاطعه‌کار و پاداش مدیریت استفاده می‌شود.

معادله ۱۰–۱: محاسبه شاخص کارایی تولید (PFE)

$$PEF = [(\text{وزن بدن بر حسب کیلوگرم} \times \text{درصد زنده‌مانی}) \div (\text{ضریب تبدیل خوراک} \times \text{سن به روز})] \times ۱۰۰$$

ایراد واضح استفاده شاخص کارایی تولید این است که هیچ‌گونه جنبه مالی را در نظر نمی‌گیرد. آنچه نیاز داریم، سیستمی است که همه پارامترهای عملکردی مورد استفاده در محاسبه شاخص کارایی تولید را همراه با برخی از اطلاعات مالی در نظر بگیرد. در صورت نامحدود بودن ظرفیت، هدف باید به حداکثر رساندن درآمد به ازای هر واحد تولید (پرنده) باشد، اما در صورت محدودیت ظرفیت (آنچه در پرورش جوجه‌های گوشتی معمول است)، هدف باید به حداکثر رساندن درآمد به ازای هر واحد زمان باشد. محاسبه‌ای از درآمد به ازای هر مترمربع از سالن جوجه گوشتی در واحد زمان باید به اهداف زیر دست یابد:

معادله ۱۰–۲: محاسبه برای حداکثر کردن درآمد در تولید جوجه‌های گوشتی

$$\text{حداکثر درآمد} = [(\text{وزن زنده (کیلوگرم)} \times \text{نرخ برداشت} \times \text{زنده‌مانی} \times \text{قیمت زنده (فی/کیلوگرم)}] - [\text{میانگین قیمت خوراک} \times \text{ضریب تبدیل خوراک} \times \text{وزن زنده (کیلوگرم)}] - [\text{دارو} - \text{قیمت جوجه}] \div \text{سن (روز)}$$

---

1. Bioeconomics
2. Production efficiency factor

هنگام اندازه‌گیری درآمدها اهمیت زمان را نمی‌توان کمتر از حد برآورد نمود. جدول ۱۰-۴۸ نشان می‌دهد که چگونه طول دوره روی تعداد دوره‌ها در یک سال اثر می‌گذارد. نتایج یک آزمایش صرفا برای نشان دادن چگونگی بروز اشتباه در ارزیابی سودآوری هنگام استفاده از شاخص کارایی تولید ارائه شده است. در این آزمایش سه سطح انرژی بالا، متوسط و پایین با یکدیگر مقایسه شد (کلین[1]، داده‌های منتشرنشده). سطوح اسیدهای آمینه در همه تیمارها تقریبا یکسان نگه داشته شد (جدول ۱۰-۴۹). جالب بود که ضریب تبدیل خوراک ۲۵ نقطه به ازای هر ۰/۱ مگاژول انرژی جیره تغییر کرد. این مقدار مطابق با مقادیر منتشرشده در منابع است (لیسون و سامرز، ۲۰۰۵). نتایج آزمایش در جدول ۱۰-۵۰ خلاصه شده است.

نگاهی به پارامترهای تولیدی نشان می‌دهد که ۴/۲ درصد اختلاف در وزن جوجه‌های دریافت‌کننده انرژی بالا و پایین

> **نکته**
> هدف از پرورش جوجه‌های گوشتی به حداکثر رساندن سود به ازای واحد زمان است.

وجود داشته است و از نظر شاخص کارایی تولید نیز جیره حاوی انرژی بالا حدود ۱۶ درصد از جیره حاوی انرژی پایین فراتر رفته است. نگاه به هزینه‌ها تصویر متفاوتی را آشکار می‌کند، به طوری که جیره حاوی انرژی بالا تنها ۲/۱ درصد از جیره حاوی انرژی پایین ارزان‌تر بوده است. جالب آنکه جیره حاوی انرژی پایین در مقایسه با جیره حاوی انرژی متوسط راه ارزان‌تری برای تولید گوشت جوجه بود. اختلاف درآمد بین جیره‌های حاوی انرژی بالا و پایین در حدود ۸ درصد است (جدول ۱۰-۵۱).

انتظار بر این است که ارزش گوشت فروخته‌شده با سنگین‌تر شدن پرنده‌ها یا با افزایش نسبت گوشت سینه

جدول ۱۰-۴۸: اثر طول دوره پرورش و فاصله بین دوره‌ها بر تعداد دوره‌های جوجه‌ریزی در یک سال

طول دوره پرورش (روز)	فاصله بین دوره‌ها (روز)							
	۶	۸	۱۰	۱۲	۱۴	۱۶	۱۸	۲۰
۳۲	۹/۶	۹/۱	۸/۷	۸/۳	۷/۹	۷/۶	۷/۳	۷/۰
۳۴	۹/۱	۸/۷	۸/۳	۷/۹	۷/۶	۷/۳	۷/۰	۶/۸
۳۶	۹/۳	۹/۴	۹/۵	۹/۶	۹/۷	۹/۸	۹/۹	۹/۹
۳۸	۸/۷	۸/۳	۷/۹	۷/۶	۷/۳	۷/۰	۶/۸	۶/۵

جدول ۱۰-۴۹: سطح انرژی و هزینه جیره‌ها

دوره	انرژی جیره		
	بالا	متوسط	پایین
آغازین (مگاژول/کیلوگرم)	۱۲/۹	۱۲/۷	۱۲/۴
رشد (مگاژول/کیلوگرم)	۱۳/۴	۱۳/۰	۱۲/۸
پایانی (مگاژول/کیلوگرم)	۱۳/۸	۱۳/۴	۱۳/۰
میانگین قیمت (یورو/تن)	۱۴۰	۱۳۵	۱۲۷

[1]. Klein

جدول ۱۰–۵۰: عملکرد جیره‌های حاوی سه سطح انرژی در سن ۴۲ روزگی

مورد	انرژی جیره		
	بالا	متوسط	پایین
وزن (گرم)	۲۳۲۳[a]	۲۲۷۰[b]	۲۲۳۰[c]
تلفات (درصد)	۶/۲۸[a]	۶/۸۹[a]	۸/۸۹[b]
ضریب تبدیل خوراک (گرم/گرم)	۱/۷۱[a]	۱/۸۲[b]	۱/۹۲[c]
شاخص کارایی تولید	۳۰۳/۸[a]	۲۷۷/۰[b]	۲۵۲/۳[c]

جدول ۱۰–۵۱: بازگشت اقتصادی (یورو) جیره‌های حاوی سه سطح انرژی در سن ۴۲ رزوگی

مورد	انرژی جیره			اختلاف حداکثر و حداقل انرژی (درصد)
	بالا	متوسط	پایین	
شاخص کارایی تولید	۳۰۳/۸	۲۷۷/۰	۲۵۲/۳	۱۶/۸
هزینه جیره (یورو/کیلوگرم)	۲/۳۹	۲/۴۶	۲/۴۴	۲/۱
یورو/مترمربع/سالن	۸/۹۱	۸/۳۳	۸/۱۹	۸/۱
یورو/مترمربع/روز	۰/۱۷۸	۰/۱۶۶	۰/۱۶۴	۷/۸
یورو/جوجه ورودی	۰/۴۴۵	۰/۴۱۶	۰/۴۰۹	۸/۱

- **نکته**

  تصمیمات مربوط به برنامه تغذیه‌ای باید بر اساس هر سیستم تولید به شکل منحصربه‌فردی اتخاذ شوند.

افزایش یابد. از آنجایی که در این مورد تنها یک آزمایش داشتیم، همه جوجه‌ها در ۴۲ روزگی کشتار شدند و بنابراین اثر سن خنثی بود. لازم به ذکر است که سطح تلفات اندازه‌گیری‌شده در طول آزمایش بالاتر از حد انتظار بود. با توجه به نتایج آزمایش ارائه‌شده در بالا، روشن است که تصمیم‌گیری در مورد سطح انرژی جیره جوجه‌های گوشتی یکی از تعیین‌کننده‌های اصلی سودآوری مجموعه جوجه‌های گوشتی است. لازم به ذکر است که تولیدکننده-های آمریکایی سطح انرژی جیره‌های خود را کاهش داده-اند، در حالی که در همین دوره میانگین وزن پرنده‌ها افزایش یافته است.

نکات کلیدی

۰۱
تولید جوجه‌های گوشتی یکی از بزرگ‌ترین تشکیلات اقتصادی دنیا است و با توجه به افزایش تقاضا برای فرآورده‌های گوشتی به سرعت رشد می‌کند.

۰۲
تولید موفق جوجه‌های گوشتی حول اطمینان از مصرف مقادیر مناسب انرژی و مواد مغذی توسط پرنده‌ها در هر روز از دوره پرورش می‌چرخد.

۰۳
عوامل مهم و متعددی روی تولید جوجه‌های گوشتی اثر می‌گذارند. اینها عبارتند از: رفتار تغذیه‌ای هر یک از پرنده‌ها، اختلافات در نرخ رشد و مصرف خوراک بین جنس‌ها و بین افراد یک گله، تغییر روزانه نیاز مواد مغذی با توجه به رشد سریع جوجه‌های گوشتی، بهبود پتانسیل رشد و ترکیب لاشه جوجه‌های گوشتی که به معنی تغییر نیازهای مواد مغذی و ضرورت تغییر در رویه‌های مدیریتی است.

۰۴
زمان کارایی زیستی و اقتصادی را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

۰۵
جوجه‌های گوشتی به افزایش سطوح انرژی جیره پاسخ می‌دهند و انتخاب سطح انرژی توسط مواد خوراکی در دسترس، شرایط مدیریتی، حاشیه سود مشاهده‌شده و واقعیات تجاری تعیین می‌شود.

۰۶
جوجه‌های گوشتی برای مناسب بودن عملکرد به تعادل مناسبی از اسیدهای آمینه ضروری و علاوه بر آن یک سطح متناظر پروتئین نیاز دارند.

۰۷
صرف‌نظر از نرخ رشد، استفاده از پروتئین ثابت می‌ماند. اما شکل خوراک (با اثری که بر مصرف خوراک دارد)، سویه و تراکم گله بر پاسخ گله به سطح اسیدهای آمینه تاثیر می‌گذارند.

۰۸
نیاز مطلق پروتئین با سریع‌تر شدن رشد پروتئین افزایش می‌یابد، اما با توجه به سریع‌تر بودن افزایش سطح مصرف خوراک از افزایش نیاز اسیدهای آمینه، سطح آنها در جیره باید کاهش یابد.

۰۹
در محیط‌هایی که محدودیت اعمال نمی‌شود، جوجه‌های گوشتی قادرند با خوردن مقادیر بیشتر از جیره‌های دارای تراکم پایین عملکرد طبیعی خود را حفظ کنند؛ اما در اغلب شرایط معمول تجاری این امکان میسر نیست. هنگام استفاده از جیره‌های دارای تراکم پایین، تراکم بالای گله و شرایط محیطی نامناسب اثرات نامطلوبی بر عملکرد به جا می‌گذارند.

۱۰
سطوح کلسیم و پتاسیم در جیره جوجه‌های گوشتی جای بحث دارد. ممکن است نیاز باشد سطح آنها هنگام استفاده از فیتاز کاهش داده شود.

۱۱
پیاده‌سازی یک برنامه تغذیه مرحله‌ای به منظور برآورده کردن نیاز مواد مغذی پرنده‌های در حال رشد ضرورت دارد. یک راهکار جایگزین استفاده از تغذیه انتخابی یا تغذیه مخلوط یک جیره متعادل و دانه است.

۱۲
هفته اول زندگی جوجه‌های گوشتی روزبه‌روز بخش بزرگ‌تری از دوره تولید جوجه‌های گوشتی را در برمی‌گیرد. تولیدکنندگان می‌دانند که عملکرد خوب هفته اول منجر به عملکرد خوب در کل دوره می‌شود. از چشم‌انداز تغذیه‌ای، باید از جیره‌های دارای کیفیت بالا استفاده کرد و به مصرف بالای خوراک در مزرعه دست پیدا کرد.

۱۳
شکل جیره از نظر ساختار خرد (اندازه ذرات) و درشت (اندازه و شکل پلت) بر عملکرد تاثیر دارد. حداقل ۷۵ درصد از خوراک موجود در دانخوری باید به صورت پلت (و نه ذرات آردی) باشد.

۱۴
کیفیت بستر در سالن جوجه گوشتی بر عملکرد و رفاه پرنده تاثیرگذار است. بخش اعظم کیفیت بستر با مدیریت جلوگیری از خیس شدن بستر حاصل می‌شود، اما متخصصان تغذیه نیز می‌توانند با انتخاب مختصات خوراک، مواد خوراکی و افزودنی‌های مناسب (به ویژه آنزیم‌ها) کیفیت بستر را تحت تاثیر قرار بدهند.

۱۵
در صورت اقتصادی نبودن تولید، پرورش جوجه‌های گوشتی بی‌معنی است. به منظور کسب اطمینان از سودآور بودن هر بخش ضروری است که به جای استفاده از شاخص‌های عملکردی مانند ضریب تبدیل خوراک و هزینه خرج‌شده به سراغ محاسبه سود ناشی از اعمال تغذیه‌ای رفت، به این موضوع اصطلاحا اقتصاد زیستی می‌گوییم.

فصل ۱۱: تغذیه مرغ‌های مادر گوشتی

احتمالا، مرغ‌های مادر گوشتی در بین همه مرغ‌ها سخت‌ترین مدیریت و تغذیه را دارند. نه تنها سرعت رشد و عملکرد تولیدمثلی آنها همبستگی منفی دارد، بلکه مواد مغذی مورد نیاز آنها نیز هم با مختصات خوراک و هم توسط سطح تخصیص خوراک در مزرعه تعیین می‌شود.

احتمالا مدیریت و تغذیه مرغ‌های مادر دشوارترین بخش پرورش طیور باشد. همان‌طور که پرورش‌دهندگان جوجه-های گوشتی محصولات خود را برای سازگار شدن با نیاز مصرف‌کنندگان تغییر می‌دهند، شرکت‌های بزرگ اصلاح-نژاد نیز عینا همین کار را با محصولات ژنتیکی جدید خود دنبال می‌کنند. اساسا ارائه محصول ژنتیکی جدید به معنی رشد سریع‌تر و پرنده لخم‌تر (گوشت سینه بیشتر) و دائما در حال تغییر است. در ارتباط با مرغ‌های مادر گوشتی، آنچه تا دیروز کاربرد داشت ممکن است فردا دیگر کاربرد چندانی نداشته باشد.

> **نکته**
> تغذیه نامحدود مرغ‌های مادر منجر به چاق شدن آنها، ضعف در تخم‌گذاری و مرگ‌ومیر بالا می‌شود. بنابراین، خوراک باید در جهت کنترل وزن محدود شود.

بسیاری از وجوه و مفاهیم تغذیه مرغ‌های مادر گوشتی مشابه با تغذیه مرغ‌های تخم‌گذار است، در عین حال خوراک دادن مرغ‌های مادر گوشتی اساسا متفاوت است. بهره‌وری آنها از پروتئین، انرژی و سایر مواد مغذی مشابه است، اما نرخ رشد و عملکرد تولیدمثلی آنتاگونیست هستند و در صورت دستیابی گله مادر به پتانسیل ژنتیکی خود برای رشد، عملکرد تولیدمثلی مطلوبی مورد انتظار نخواهد بود. پرنده‌های تغذیه‌شده در حد اشتها چاق می‌شوند، تخم‌های کمتری تولید می‌کنند و از سطح بالای مرگ‌ومیر رنج می‌برند. به طور معمول، مقدار خوراک تخصیص‌یافته به هر گله از مرغ‌های مادر گوشتی کنترل (محدود) می‌شود. این کار سلامتی و عملکرد پرنده را بهبود می‌دهد، اما در صورت محدودیت شدید خوراک، پرنده‌ها دچار گرسنگی مزمن می‌شوند و انگیزه آنها برای دریافت خوراک کاهش می‌یابد. با وجود این مشکلات، مدیریت و عملکرد مرغ‌های مادر به طور موفقیت‌آمیزی بهبود یافته است (لوکلن[1]، ۲۰۰۹؛ جدول ۱۱-۱).

محدودیت خوراک بدین معنی است که تغذیه مرغ‌های مادر گوشتی تابعی از هر دو مختصات و تخصیص روزانه خوراک[2] است و حتی در صورت تنظیم دقیق‌ترین جیره‌ها توسط متخصصین تغذیه، هنوز موفقیت تغذیه مرغ‌های مادر به این بستگی دارد که آیا مدیر واحد خوراک را به طور صحیح به گله تخصیص می‌دهد.

در سطح جهانی تعداد سویه‌های مرغ مادر زیاد نیست و عمدتا شامل پرنده‌های تولیدشده توسط کاب-ونتراس[3] (کاب و آوین[4])، آویاژن (راس، آربر آکرز و ایندین ریور[5])، هوبارد و هیبرو[6] است. توصیه‌ها و روش‌های شرکت‌های مختلف اندکی متفاوت است، اما در نهایت راهبردهای کلی یکسانی اعمال می‌شود و مدیریت مناسب گله ضروری است. فیشر (۱۹۹۸) اعتقاد دارد که احتمالا در آینده هرگونه بهبودی در تغذیه مرغ‌های مادر گوشتی باید از راه بهبود برنامه‌های خوراک دادن ایجاد شود تا آنکه مبتنی بر تغییر یا بهبود مختصات خوراک باشد.

پرورش

هدف اولیه پرورش مادران، تولید گله‌های یکنواخت با وزن مناسب در یک سن مشخص و ترکیب بدن مناسب است. هر سویه تجاری باید در زمان رسیدن به بلوغ جنسی به یک وزن بهینه دست پیدا کند. این وزن برای اغلب

---
1. Laughlin
2. Daily feed allocation
3. Cobb-ventress
4. Avian
5. Indian River
6. Hybro

جدول ۱۱–۱: عملکرد قابل‌انتظار از توصیه‌های تولیدکنندگان سویه‌های مادر که در نظر گرفته شده معرف عملکرد ۲۵ درصد گله‌های امروزی است (لوکلن، ۲۰۰۹)

سال	کل تخم‌مرغ‌ها/مرغ‌های واردشده به سالن	تخم‌های تفریخ‌شده/ مرغ‌های واردشده به سالن	جوجه‌درآوری تجمعی (درصد)	تعداد جوجه‌ها/مرغ‌های واردشده به سالن
۱۹۷۶	۱۵۴/۶	۱۴۴/۸	۸۰/۴	۱۱۶/۴
۲۰۰۱	۱۶۷/۷	۱۵۹/۱	۸۵/۶	۱۳۶/۱
۲۰۰۷	۱۷۳/۲	۱۶۶/۶	۸۵/۲	۱۴۱/۷

سویه‌ها حدود ۲/۴ کیلوگرم (راس ۲/۵۴ و کاب ۲/۴۴ کیلوگرم) در سن ۲۲ هفتگی است. به طور کلی و صرف‌نظر از سویه، گله‌هایی که وزن بدن آنها مقداری بالاتر باشد تمایل به ارائه عملکرد بهتری دارند. در مطالعه‌ای که توسط رابینسن و همکاران (۱۹۹۵) انجام شد، پولت‌های مادری که تا سن ۲۰ هفتگی در قفس‌های زمینی پرورش یافته بودند به ۵ گروه وزنی (۹۶ تا ۱۰۵ درصد میانگین وزن ۲۰ هفتگی) تقسیم شدند (جدول ۱۱–۲). پانزده مرغ از هر گروه در قفس‌های انفرادی جا داده شدند و یک برنامه تغذیه‌ای محدودشده یکسان را تا سن ۵۸ هفتگی دریافت نمودند.

سن گذاشتن اولین تخم و نیز میانگین وزن تخم مشابه بود. برای پرنده‌هایی که در ۲۰ هفتگی سبک‌تر بودند، باروری و وزن جوجه به ازای هر مادر به طور معنی‌داری پایین‌تر بود. مادران سنگین‌وزن‌تر در ۲۰ هفتگی، به ویژه گروه ۱۰۵ درصد، حائز عملکرد تولیدمثلی بالاتری شدند. گرچه داده‌ها تا حدودی به خاطر تعداد کم تخم‌مرغ‌های استفاده‌شده متغیر بود، نتایج به وضوح حاکی از اختلافات معنی‌دار در عملکرد تولیدمثلی پولت‌های مادر بر اساس وزن ۲۰ هفتگی آنها است. از آنجایی که همه پرنده‌ها از سن ۲۰ هفتگی خوراک یکسانی را دریافت کردند، احتمالا مرغ‌های کوچک‌تر در سطح بالاتر از نیازهای متابولیک خود تغذیه شده‌اند. از این رو، انرژی و پروتئین مازاد بر نیاز به ذخایر چربی بدن تبدیل شده است. مرغ‌های سنگین با دریافت مقدار خوراک مشابه، نزدیک به حد بهینه نیاز متابولیک مواد مغذی خود برای حداکثر تولید تغذیه شده‌اند.

جدول ۱۱–۲: اثر وزن بدن در ۲۰ هفتگی بر عملکرد تولیدمثلی مرغ‌های مادر گوشتی تا ۵۸ هفتگی (گروه‌بندی وزنی بر اساس وزن ۲۰ هفتگی) (رابینسن و همکاران، ۱۹۹۵)

مورد	۹۶ درصد	۹۸ درصد	۱۰۰ درصد	۱۰۲ درصد	۱۰۵ درصد
سن تولید اولین تخم (روز)	۱۷۵/۱	۱۷۵/۷	۱۷۹/۵	۱۷۳/۶	۱۷۶/۸
وزن در هنگام تولید اولین تخم (گرم)	۲۷۱۰	۲۷۱۰	۲۸۲۰	۲۷۶۰	۲۸۸۰
تعداد تخم‌ها	۱۷۰/۵	۱۷۴/۶	۱۷۵/۵	۱۷۵/۰	۱۸۰/۰
میانگین وزن تخم (گرم)	۶۱/۵	۶۳/۱	۶۱/۰	۶۲/۳	۶۱/۱
باروری (درصد)	۷۹/۹^{b}	۸۲/۷^{ab}	۸۳/۰^{ab}	۸۲/۹^{ab}	۸۳/۷^{a}
تفریخ تخم‌های بارور (درصد)	۸۸/۵	۸۷/۲	۹۲/۱	۹۰/۵	۹۴/۲
جوجه به ازای هر مرغ	۹۴/۵^{c}	۱۰۳/۲^{b}	۱۱۷/۶^{ab}	۱۱۰/۸^{ab}	۱۲۰/۰^{b}

شرکت‌های بزرگ اصلاح‌نژاد اطلاعاتی در مورد وزن بدن هدف و مصرف خوراک مورد انتظار، همراه با یک نمودار منحنی رشد برای هر سویه منتشر می‌کنند. این اطلاعات بسیار مشابه است. شش هفته اول زندگی برای توسعه چهارچوب و رشد پر حیاتی است و محدودیت خوراک در این مرحله نباید خیلی شدید باشد. از سن ۶ تا ۱۶ هفتگی باید رشد را به میزان قابل‌توجهی کنترل نمود. از سن ۱۶ هفتگی تا زمان آغاز تخم‌گذاری رشد تسریع می‌شود (شکل ۱۱-۱). آویاژن توصیه‌های خیلی ویژه‌ای در مورد تغذیه ایده‌آل خوراک ارائه می‌دهد، در حالی که کاب-ونتراس خیلی روشن بیان می‌دارد که تنها بخش مهم توصیه آنها منحنی وزن بدن است. تخصیص خوراک بر اساس نوع سالن، سیستم دانخوری، آب‌وهوا و البته خود خوراک متفاوت خواهد بود.

اگرچه شرکت‌های بزرگ اصلاح‌نژاد راهنمای مختصات خوراک دارند، اما آنچه در عمل توصیه می‌شود تعدیل مختصات خوراک (بالا یا پایین) بر اساس عملکرد و با توجه به نظر مدیران است.

باید نسبت انرژی قابل‌متابولیسم به لیزین ثابت نگه داشته شود و سایر اسیدهای آمینه بر اساس الگوی پروتئین ایده‌آل مرغ‌های مادر گوشتی تنظیم شوند. رنما و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند:

- میزان خوراک تخصیص‌یافته به مادران در دوره پرورش و ابتدای تخم‌گذاری می‌تواند موجب تغییر اندازه چهار-چوب بدن (جثه) و میزان فربگی ماهیچه سینه در پرنده‌ها شود. وقتی که پولت‌ها از سن پایین با شدت زیادی تغذیه می‌شوند، اندازه اسکلت آنها افزایش می‌یابد و نسبت بیشتری ماهیچه سینه ایجاد می‌شود. اما در زمان بلوغ جنسی، نسبت ماهیچه سینه پرنده-هایی که تغذیه بیشتری داشته‌اند مشابه با پرنده‌هایی خواهد بود که به میزان متعارف تغذیه گردیده‌اند.
- مشخص شد که سطوح پایین پروتئین در دوره پرورش اثری منفی بر توسعه تخمدان دارد و از این رو موجب کاهش عمر تخم‌گذاری می‌شود. بالعکس تغذیه پروتئین خیلی زیاد در دوره پرورش موجب توسعه فولیکولی فزاینده می‌شود.
- سویه‌های مادر گوشتی امروزی که به شدت برای تولید بافت‌های لخم انتخاب شده‌اند، توانایی کمتری برای ذخیره چربی دارند. اما اگر چربی محوطه شکمی خیلی کم باشد تعداد تخم‌مرغ‌های تولیدی کاهش خواهد یافت. نشان داده شده که چربی محوطه شکمی سویه‌های امروزی ۴۰ درصد پایین‌تر از سویه‌های ۱۹۷۷ است. احتمالا حفظ ترکیب مناسب بدن اهمیت بیشتری پیدا کرده است.

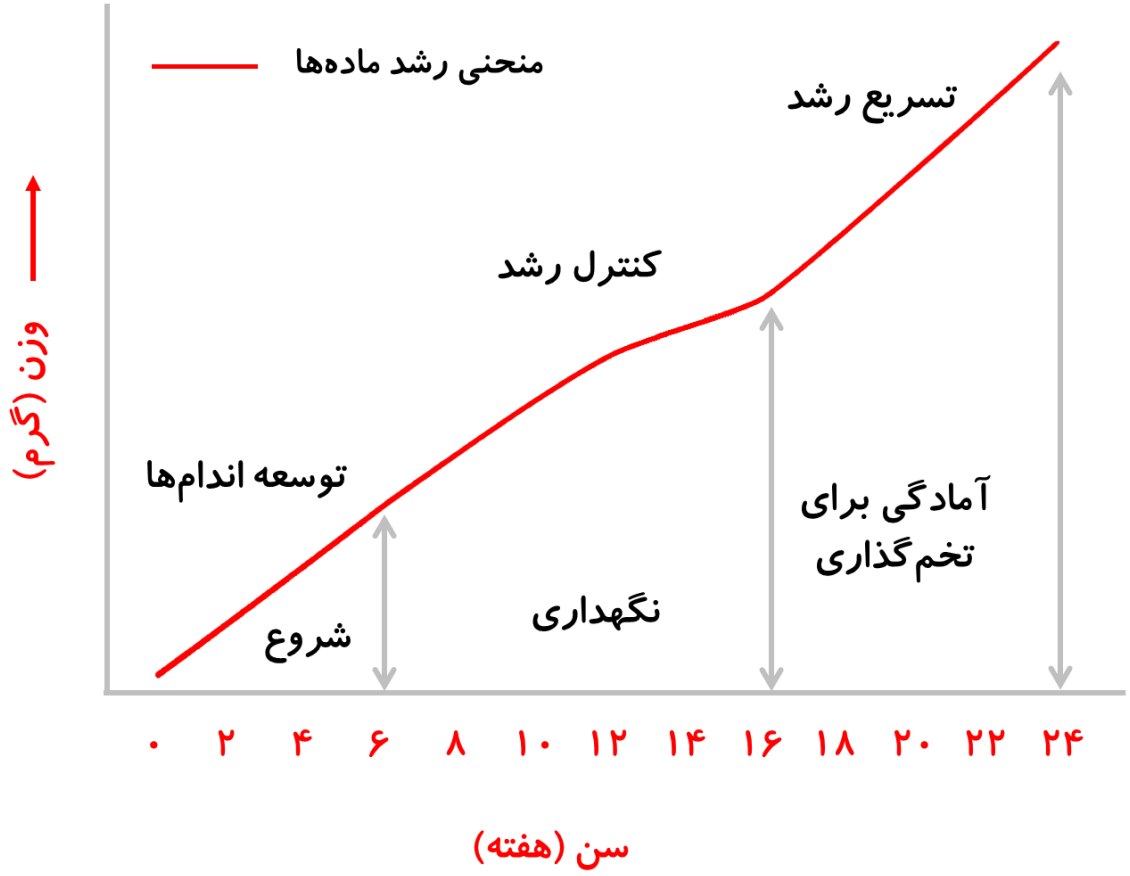
تنها روش دستیابی به وزن مطلوب اعمال برخی شیوه‌های محدودیت خوراک است. راه‌های مختلفی برای رسیدن به این هدف وجود دارد:

محدود کیفی خوراک

جیره‌های حاوی انرژی یا پروتئین پایین برای دستیابی به این هدف استفاده می‌شوند. متاسفانه، این روش می‌تواند به غیریکنواختی گله‌ها منجر شود. در موارد شدید، کانیبا-لیسم و نوک زدن به پرها بروز می‌کند و بنابراین روش قابل‌توصیه‌ای نیست. اما دستکاری کیفیت جیره با استفاده از مواد خوراکی ارزان‌قیمت گزینه جالب‌توجهی است.

محدودیت کمی خوراک

توزین و تخصیص یک مقدار مشخص از خوراک به پرنده‌ها با یک سری الگوهای ثابت، متداول‌ترین روش محدودیت خوراک است. اغلب مرغداران مقدار مناسب خوراک را به صورت روزانه تغذیه می‌کنند، اما ارائه خوراک به صورت **یک روز در میان** و **۵ روز در هفته** در



شکل ۱۱–۱: نمایشی از چگونگی کنترل وزن بدن مرغ‌های مادر در مرحله پرورش

بعضی از نقاط جهان متداول است. مهم‌ترین خروجی هر برنامه محدودیت خوراک این است که مقدار انرژی مصرفی پرنده را محدود می‌کند. یک الگوی کلی محدودیت خوراک برای همه گله‌های مادر اعمال می‌شود (شکل ۱۱–۲).

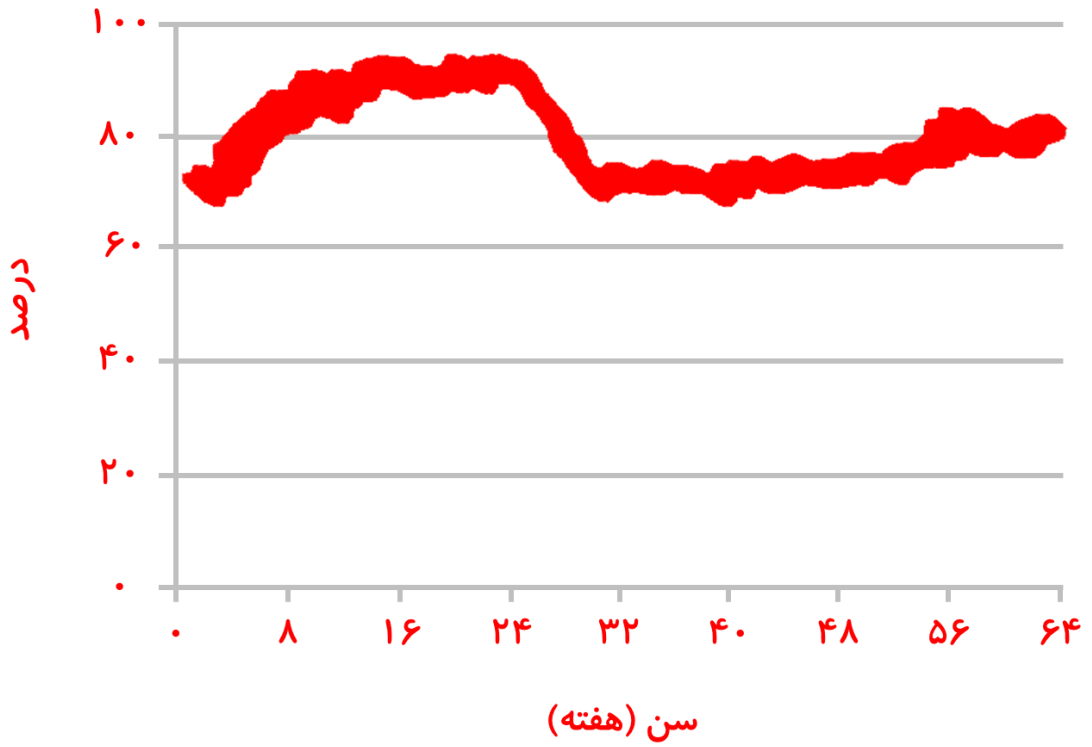
نکته

بخش عمده انرژی مصرفی یک مرغ مادر صرف نگهداری می‌شود.

زیدهوف[1] و همکاران (۲۰۱۰) بیان داشتند که پولت‌های مادر گوشتی امروزی بین سن ۱۰ تا ۱۴ هفتگی می‌توانند با نرخ رشد بالاتر از ۷۵ گرم در روز رشد کنند، در حالی که ما نرخ رشد آنها را به حدود ۱۳ گرم در روز محدود می‌کنیم. همان گونه که از شکل ۱۱–۲ برمی‌آید، در سن ۱۶ هفتگی حدود ۹۳ درصد از انرژی مصرفی پرنده صرف نگهداری می‌شود. یکی از نتایج محدودیت خوراک، نرخ تبدیل بسیار بالای استفاده از مواد مغذی است که صرف رشد می‌شوند. بنابراین، هرگونه خطایی در تخصیص خوراک، منابع فراهم‌شده برای رشد را به طور قابل‌توجهی تحت تاثیر قرار می‌دهد. این مساله را می‌توان به شکل زیر نشان داد:

- در ۱۶ هفتگی مصرف خوراک باید ۸۱ گرم از جیره حاوی ۱۱/۶ مگاژول در کیلوگرم (۹۴۰ کیلوژول در روز) باشد.
- تنها ۷ درصد از این مقدار (۶۶ کیلوژول در روز) در دسترس رشد قرار می‌گیرد.

[1]. Zuidhof



شکل ۱۱–۲: نسبت مصرف انرژی قابل‌متابولیسم توسط مرغ‌های مادر امروزی مواجه با محدودیت دریافت خوراک در حد نگهداری (زیدهوف و همکاران، ۲۰۱۰)

- در صورت افزایش تخصیص خوراک به ۸۶ گرم، انرژی در دسترس برای رشد معادل ۱۲۴ کیلوژول در روز است.
- بنابراین، ۵ گرم افزایش در مصرف خوراک، انرژی در دسترس برای رشد را نزدیک به دو برابر می‌کند.

با توجه به اعمال محدودیت در مصرف مواد مغذی پرنده‌ها در برخی از زمان‌های دوره پرورش، استفاده از جیره‌های آغازین حاوی پروتئین بالا زیر سوال است. از آنجایی که محدودیت بعدی ضروری است، دلیل منطقی برای تحمیل رشد اولیه وجود ندارد. چرا یک رشد اولیه آهسته‌تر را آغاز نکنیم؟ با این کار شدت محدودیت بعدی و بنابراین تنش ناشی از آن کاهش می‌یابد. جدول ۱۱–۳ نشان می‌دهد که سطح پروتئین ۱۳ تا ۱۴ درصد قابل توصیه نیست، چرا که ممکن است تعادل اسید آمینه را به حد بحرانی برساند و اثر منفی روی پردرآوری به جا بگذارد. در شرایط ایده‌آل، ۱۵ تا ۱۶ درصد پروتئین خام مطلوب است و احتمالا استفاده از آن به صورت تک‌مرحله‌ای (برنامه آغازین–رشد برای پولت‌های مادر تا سن ۱۸ تا ۲۰ هفتگی) موفقیت‌آمیز باشد (لیسون و سامرز، ۲۰۰۰). احتمالا در صورت استفاده از جیره‌های آغازین حاوی پروتئین پایین‌تر، در سن ۳ تا ۵ هفتگی با پولت‌های چاق‌تری مواجه خواهیم شد و ممکن است طول ساق پا کاهش پیدا کند. با این حال، به نظر می‌رسد که این وضعیت در سن ۱۸ تا ۲۰ هفتگی به حالت طبیعی برمی‌گردد.

در زمان اعمال محدودیت خوراک، حیاتی است که خوراک ظرف ۴ دقیقه در تمامی گوشه‌های سالن پخش شود. در غیر این صورت، برخی از پرنده‌ها سهم خوراک خود را دریافت نمی‌کنند و یکنواختی بسیار ضعیف خواهد شد. همچنین پرنده‌ها باید فضای دانخوری کافی (حداقل ۱۰ سانتی‌متر به ازای هر پرنده) داشته باشند. روش کنترل وزن بدن با استفاده از محدودیت خوراک بسیار مهم است. در سن ۵ هفتگی وزن یک جوجه گوشتی تجاری ماده

جدول ۱۱–۳: اثر سطح پروتئین جیره آغازین بر وزن بدن (گرم) پولت‌های مادر گوشتی دریافت‌کننده جیره رشد معمولی از سن ۲۱ روزگی (برگرفته از لیسون و سامرز، ۲۰۰۰)

پروتئین خام: ۰–۲۱ روزگی (درصد)	سن (روز)						
	۷	۱۴	۲۱	۴۹	۷۷	۱۰۵	۱۶۱
۲۰	۱۱۰	۲۵۹	۴۷۷	۸۸۱	۱۲۸۵	۱۷۱۴	۲۶۸۸
۱۹	۱۱۰	۲۵۶	۴۶۱				
۱۸	۱۰۹	۲۵۲	۴۷۶	۸۷۵	۱۲۸۰	۱۷۰۳	۲۶۴۸
۱۷	۱۰۸	۲۵۰	۴۵۵				
۱۶	۱۰۱	۲۳۶	۴۴۲				
۱۵	۹۸	۱۹۶	۳۸۷	۸۴۳	۱۲۴۳	۱۶۹۲	۲۶۵۷
۱۴	۹۲	۱۹۹	۳۸۲				
۱۳	۸۶	۱۷۳	۳۳۷	۸۱۰	۱۲۱۶	۱۶۶۱	۲۶۴۳

حدود ۱۸۰۰ گرم است، در حالی که وزن هدف یک پولت مادر در همین سن حدود ۶۰۰ گرم است. از این مقایسه روشن می‌شود که به احتمال زیاد طی دوره رشد مشکل اصلی وزن بالاتر از حد (و نه پایین‌تر از حد) است. نباید سهم خوراک پولت‌هایی را که وزن آنها در دوره پرورش بالاتر از حد است به منظور رساندن آن به وزن هدف پیشنهادشده کاهش داد. بلکه باید همین سطح خوراک را ادامه بدهیم تا اینکه وزن بدن به حد توصیه‌شده در یک سن مشخص برسد. پس از آن می‌توان با تعدیل در سطح خوراک ارائه‌شده، پولت‌ها را در منحنی وزنی مطلوب نگه داشت. آویاژن به روشنی نشان داده است که کاهش وزن بدن آسیب برگشت‌ناپذیری به گله وارد می‌کند. در این موارد بهتر است که یک منحنی وزن جدید ترسیم و پرنده‌ها را بر اساس آن بزرگ کرد.

یکنواختی

همان‌طور که در فصل ۹ ذکر شد، یکنواختی در دوره پرورش بسیار مهم است. همواره یک سری اختلافات طبیعی در وزن بدن پرنده‌ها وجود دارد و تنها اختلافات غیرعادی است که نیاز به توجه ویژه دارد. یکنواختی در مادران گوشتی خیلی مهم‌تر از مرغ‌های تخم‌گذار است. معمولا از وزن گله برای محاسبه یکنواختی استفاده می‌شود. یکنواختی به عنوان مهم‌ترین عامل در مدیریت مادرها توصیف شده است. بدون شک تغذیه یک گروه از پرنده‌ها برای برآورده کردن میانگین افراد منجر به تغذیه پایین‌تر از حد پرنده‌های سنگین‌تر و تغذیه بالاتر از حد پرنده‌های سبک‌تر می‌شود. با محدود شدن مصرف خوراک گله، یعنی از سن ۶ تا ۱۶ هفتگی، یکنواختی آسیب بیشتری خواهد دید.

■ **نکته**

تغذیه بیش از حد نیاز پروتئین می‌تواند منجر به افزایش وزن سینه و گوشت‌آوری بیش از حد پرنده شود.

به طور کلی، گله‌های سبک دیرتر به پیک می‌رسند و پیک آنها کوتاه‌تر است. یکنواختی با شیوه‌های مختلفی به دست می‌آید که یکی از مهم‌ترین آنها روش درجه‌بندی است. این روش مستلزم تقسیم گله به گروه‌های مختلف و سپس مدیریت جداگانه هرکدام از آنها است. درجه‌بندی پرنده‌ها

حتی از سن ۷ روزگی نیز سودمند است (اسبانوتو[1]، ۲۰۱۱). ممکن است این سن خیلی پایین باشد، اما در هر حال، بهتر است که پرنده‌ها قبل از اعمال محدودیت شدید در تخصیص خوراک (۳ هفتگی) درجه‌بندی شوند، چرا که به این طریق اثر کامل پتانسیل ژنتیکی پرنده نیز در نظر گرفته می‌شود (وارن، ۲۰۱۱). می‌توان درجه‌بندی را مجددا در سنین ۸ و ۱۲ هفتگی تکرار کرد. درجه‌بندی بر اساس ترکیب بدن در سن ۱۶ هفتگی، درست قبل از افزایش زمان روشنایی، قابل انجام است (ادامه مطالب را ببینید). این کار امکان تغذیه گروه‌ها برای نیاز ویژه آنها یعنی ساخت گوشت یا چربی را فراهم می‌کند.

همبستگی بین یکنواختی و عملکرد بعدی گله همیشه قابل پیش‌بینی نیست، به این دلیل در حال حاضر برخی از مدیران مقدار گوشت‌گیری را اندازه‌گیری می‌کنند. موارد زیر دستورالعمل‌هایی است که به طور معمول توسط مدیران واحدها برای ارزیابی بلوغ جنسی و یکنواختی گوشت‌گیری استفاده می‌شود:

- *در سن ۱۰ هفتگی*، هدف این است که ۶۰ درصد از افراد گله سینه V شکل داشته باشند. چنانچه استخوان سینه پرنده‌ها شکل T وارونه داشته باشد گله از گوشت‌گیری ناکافی رنج می‌برد.
- *در سن ۱۶ هفتگی*، باید حدود ۷۵ تا ۸۰ درصد از پرنده‌های گله سینه V شکل داشته باشند. برخی از پرنده‌ها سینه U شکل خواهند داشت که نشانه گوشت‌گیری بیش از حد است. همچنین اطمینان از ذخیره چربی کافی روی استخوان لگنی در زمان تحریک نوری حائز اهمیت است.
- *در سن ۲۰ هفتگی*، وقتی که اولین تحریک نوری انجام می‌گیرد، باید ۷۵ تا ۸۰ درصد (و حتی بیشتر از این) افراد گله سینه‌ای بین V و U شکل داشته باشند.

مصرف آب

ممکن است محدودیت خوراک، به ویژه در دوره ۶ تا ۲۲ هفتگی، به مصرف بیش از حد آب منجر شود. در این شرایط چینه‌دان با آب متسع می‌شود که می‌تواند روی نای فشار وارد کند و باعث مرگ بر اثر خفگی شود. پس باید فراهمی آب را تنظیم کرد و لازم است آب به طور پیوسته از حداقل ۱۵ دقیقه قبل از ارائه خوراک تا ۱۵ دقیقه بعد از ارائه خوراک در دسترس باشد. به عنوان یک رهنمون، در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد مصرف متعارف آب ۱/۶ تا ۱/۹ برابر مصرف خوراک است. یک روش ساده برای بررسی اینکه آیا پرنده‌ها آب کافی مصرف کرده‌اند لمس کردن چینه‌دان آنها قبل از باز شدن آب روزانه است. باقیماندن خوراک روز قبل در چینه‌دان به معنی مصرف ناکافی آب است. انگاره خوبی است که هر ۲ هفته یک‌بار در طول دوره پرورش، ذرات سنگ آهک یا پوسته صدف به میزان ۰/۴۵ کیلوگرم به ازای هر ۱۰۰ پرنده در اختیار گله قرار داده شود. این کار خستگی و ملالت پرنده را کاهش می‌دهد و منبع خوبی از ذرات درشت برای سنگدان فراهم می‌کند.

جیره پیش‌تخم‌گذاری

تتانی کلسیم[2] شرایطی است در مرغ‌های جوان (بین ۲۵ تا ۳۰ هفتگی) که با فلجی و مرگ‌ومیر توصیف می‌شود. ارزیابی پس از مرگ نشان می‌دهد که این مرغ‌ها تخمدان کاملا فعالی دارند و حضور یک تخم با پوسته تقریبا کامل در غده پوسته‌ساز مشهود است. این شرایط نتیجه برداشت بیش از حد کلسیم از جریان خون در تلاش برای کامل کردن پوسته تخم‌مرغ است. اغلب گله‌های متاثر، چند هفته قبل از شروع به تخم گذاشتن جیره دوره تخم‌گذاری را دریافت کرده‌اند. این مشکل در گله‌های غیریکنواختی

---
[1]. Sbanotto
[2]. Calcium tetany

که با تغذیه و تحریک نوری شدید وارد مرحله تولید شده‌اند نیز دیده می‌شود. این شرایط اهمیت بحث مطرح-شده در فصل ۹ علیه استفاده از جیره پیش‌تخم‌گذاری را بالا می‌برد.

در عمل، بایستی گله شروع به تولید کند و یا به ۵ درصد تولید (بر اساس مرغ در روز) برسد تا جیره رشد به جیره تخم‌گذاری حاوی کلسیم بالا (۳ درصد) تغییر داده شود. تتانی کلسیم را می‌توان با سرک کردن پوسته صدف روی جیره روزانه و تجویز ویتامین D در آب آشامیدنی درمان کرد. این عارضه به عنوان یکی از دلایل مهم و کمتر شناخته‌شده (از نظر دلیل) تلفات مرغ‌های جوان در سویه-های مادر گوشتی امروزی شناخته می‌شود.

> ■ **نکته**
> مرغ‌های مادر نمی‌توانند کمبودهای تغذیه‌ای خود را با افزایش مصرف خوراک جبران کنند.

مرغ‌های مادر

بر خلاف مرغ‌های تخم‌گذار تجاری، مرغ‌های مادر نمی-توانند در هنگام مواجهه با کمبودهای تغذیه‌ای به راحتی خوراک بیشتری مصرف کنند؛ از این رو، یکنواختی خوراک دارای اهمیت بسیار زیادی است. به طور کلی، نیازهای تغذیه‌ای مرغ‌های مادر تا حد زیادی شبیه مرغ‌های تخم-گذار است، اما در عین حال برخی اختلافات اساسی بین آنها وجود دارد. این اختلافات تا حد زیادی ناشی از تفاوت‌های موجود در اندازه، سطح تولید و مصرف خوراک آنها است. مقدار خوراک مصرفی در مرغ‌های مادر توسط سه عامل یعنی تولید تخم‌مرغ، وزن بدن و زمان تمام کردن خوراک تعیین می‌شود.

مشخص شده است که حتی مقادیر تغذیه بیش یا کمتر از حد بر تولید تخم‌مرغ و جوجه تاثیر دارد. به نظر می‌رسد که بحرانی‌ترین زمان برای اجتناب از افزایش‌های ناگهانی یا تخصیص بیش از حد خوراک ۲ تا ۴ هفته قبل از تحریک نوری باشد که زمان گذار پرنده‌ها از رشد اولیه به شرایط تولیدمثل و تغییرات پی‌درپی در مدیریت مواد مغذی است. به نظر می‌رسد که تمامی مسیرهای تولیدمثلی و هورمون‌های متابولیک به اندازه کافی برای تحمل چالش افزایش ناگهانی در مصرف مواد مغذی بالغ نشده باشند. تا جایی که ممکن است از تغییرات بیش از ۵ گرم در روز در تخصیص خوراک اجتناب کنید.

تغذیه قبل از رسیدن به پیک تخم‌گذاری

یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در تغذیه مرغ‌های مادر دانستن این است که در دوره درست قبل تا کمی بعد از شروع تولید چه باید کرد؟ در این دوره، وزن بدن گله نزدیک به ۴۰ درصد افزایش خواهد یافت. با وجودی که تولید تنها ۱۰ درصد است، تولید زرده ۳۰ تا ۴۰ درصد سطح پیک خواهد بود. این دو عامل منجر به افزایش زیادی در نیازهای مواد مغذی می‌شود. پرنده‌ها به شدت از ذخایر بدنی خود برداشت می‌کنند. بنابراین، در صورت وارد شدن به مرحله تخم‌گذاری در حالت زیر وزن یا گوشت‌گیری پایین‌تر از حد، مرغ‌ها به سرعت این ذخایر را تمام خواهند کرد و عملکرد آنها زیر حد طبیعی خواهد بود. تنها راهی که با انجام آن مدیر می‌تواند به غلبه بر این مشکل امیدوار باشد، بالا بردن خوراک گله است، یعنی اینکه قبل از رسیدن به پیک حداکثر مقدار خوراکی را که امکان دارد در اختیار گله قرار بدهد. ارائه توصیه‌های سریع و مطمئن در مورد زمان مناسب رساندن تخصیص خوراک گله به حد پیک دشوار است. در صورت یکنواختی بالای گله، لازم است خوراک پیک با رسیدن پرنده‌ها به تولید ۳۵ درصد ارائه شود. در گله‌هایی که یکنواختی کمتری دارند، باید از تغذیه بیش از حد پرنده‌های سبک‌تر اجتناب کرد و می-

توان تخصیص خوراک پیک را تا رسیدن تولید به ۵۵ تا ۶۰ درصد به تاخیر انداخت.

پیک بالا و پایداری تولید حاصل گله‌های یکنواختی است که برای برآورده شدن نیازهای مواد مغذی‌شان تغذیه شده‌اند. تغذیه پایین‌تر از حد موجب پیک خیلی کوتاه ۳ تا ۴ هفته‌ای می‌شود. به طور کلاسیک، این پیک کوتاه با کاهش شدید تولید بعد از پیک و کاهش یا توقف وزن بدن به مدت ۱ تا ۲ هفته همراه می‌شود. از سوی دیگر، خوراک دادن بیش از حد منجر به افزایش بیش از حد وزن می‌شود و در حالی که ممکن است پیک تولید تحت تاثیر قرار نگیرد، تداوم آن از ۳۵ تا ۶۰ هفتگی پایین‌تر از استاندارد خواهد بود. به علاوه، بعد از پیک تولید کاهش سطح تخصیص خوراک دشوار خواهد بود.

> ■ **نکته**
> تخصیص خوراک را باید به توجه به شرایط محیطی تعدیل کرد.

لیسون و سامرز (۲۰۰۰) استفاده از **تغذیه اضافی**[1] در این دوره دشوار را در طول یک دوره تولید مرغ‌های مادر بررسی کردند. این امر شامل تغذیه خوراک اضافی به مرغ‌ها به مدت ۲ تا ۳ روز در هر هفته بدون تغییر دادن مقدار برنامه‌ریزی‌شده برای تخصیص به گله بوده است. برای مثال، ممکن است گله‌ای طی یک دوره زمانی سطح تخصیص خوراک ۱۷۰ گرم به ازای هر پرنده در روز را همراه با یک تغذیه اضافی ۷ گرم به ازای هر پرنده در روز به مدت ۳ روز در هفته دریافت کند. خوراک اضافی ارائه‌شده به پرنده‌ها می‌تواند به شکل جیره کامل یا ذرت کامل یا شکسته باشد. در عمل تغذیه اضافی نباید بیش از ۵ درصد کل مصرف خوراک باشد و اغلب مقدار آن ۲ تا ۴ درصد خواهد بود. به طور کلی، وقتی که پرنده‌ها در معرض عوامل تنش‌زا مانند کیفیت متغیر خوراک، آلودگی به مایکوتوکسین و یا نوسان دما یا دمای محیطی خیلی بالا قرار می‌گیرند، ارائه مقدار بالای خوراک پایه (در دامنه مجاز) همراه با تغذیه اضافی توصیه می‌شود. از سوی دیگر، وقتی که کیفیت خوراک پایدار و کنترل محیط مناسب است می‌توان خوراک کمتری ارائه داد.

تغذیه اضافی را می‌توان با رسیدن پرنده‌ها به تولید ۶۰ تا ۷۰ درصد شروع کرد و باید بعد از عبور از پیک (سن ۲۹ تا حدود ۴۰ هفتگی) متوقف شود. چنانچه تولید تخم در نتیجه ابتلا به بیماری یا سایر مشکلات مدیریتی به شدت کاهش پیدا کند، امکان استفاده از تغذیه اضافی بعد از پیک وجود دارد. مقادیر اضافی ۱۰ گرم به ازای هر پرنده برای دو روز متوالی توصیه می‌شود. در صورت عدم مشاهده پاسخ، این فعالیت را ادامه ندهید و یا اینکه مقدار ارائه‌شده در ۲ تا ۳ روز بعدی را کاهش بدهید. مزایای استفاده از سیستم تغذیه اضافی به جای افزایش سهم پایه تخصیص-یافته به گله عبارتند از:

- هنگام تغذیه اضافی زمان مصرف خوراک افزایش می‌یابد که به بهبود کلی یکنواختی گله کمک می‌کند.
- با توجه به تغییر نیاز مواد مغذی همراه با تغییر دمای محیط، ایجاد تغییرات روزانه راحت‌تر می‌شود.
- به علاوه، تغذیه اضافی به عنوان یک ابزار مدیریتی انعطاف‌پذیر، ایجاد تغییر در گله‌ها و واحدهای پرورش را آسان‌تر می‌کند.
- مرغ‌ها به اعمال تغییرات در تخصیص خوراک عادت می‌کنند که به کاهش مصرف خوراک بعد از پیک کمک می‌کند.
- استفاده از دانه کامل برای تغذیه اضافی مزایای فیزیولوژیکی معینی (مانند جوجه‌های گوشتی) خواهد داشت. به علاوه، استفاده از دانه کامل مقرون‌به‌صرفه-تر خواهد بود.

---

[1]. Challenge feeding

- شاید مهم‌ترین مزیت تغذیه اضافی این باشد که مدیر گله مجبور می‌شود راهبرد خوراک دادن خود را به صورت روزانه (تا به صورت هفتگی) بررسی کند.

مهم‌ترین عیب تغذیه اضافی این است که می‌تواند موجب اضافه‌وزن پرنده‌ها شود و به جای بهبود عملکرد منجر به تسریع کاهش بعد از پیک شود (اسبانوتو، ۲۰۱۱). از نظر عملی، تغذیه اضافی به تجربه مدیریتی بسیار بالا نیاز دارد.

> ■ **نکته**
> بعد از پیک خوراک ارائه‌شده باید کاهش پیدا کند، در غیر این صورت تولید افت خواهد کرد.

تغذیه بعد از پیک

بعد از پیک تولید، ممکن است مدت زمان مصرف خوراک شروع به افزایش کند که نشانه‌ای از آن است که پرنده‌ها خوراک بیش از حد دریافت می‌دارند و خوراک باید به تدریج کاهش داده شود. تخصیص و کاهش خوراک برای مرغ‌های مادر باید بر اساس نیازهای تغذیه‌ای آنها برای رشد، تولید تخم‌مرغ، حفظ فعالیت‌های طبیعی بدن و فعالیت روزانه باشد. این نیازها بر اساس سن مرغ‌ها و دمای محیط تغییر می‌کند (جدول ۱۱-۴).

در سن ۵۵ هفتگی، پرنده انرژی و پروتئین کمتری برای تولید نیاز دارد، اما نسبت انرژی مورد نیاز آن برای نگهداری بالاتر است. واضح است که تخصیص روزانه مواد مغذی باید یا با کاستن از مختصات جیره (که همیشه عملی نیست) یا با پایین آوردن تخصیص خوراک کاهش داده شود. با ارائه خوراک بیشتر پرنده مجبور به گذاشتن تخم‌های بیشتر نخواهد بود، بلکه فراهم کردن بیش از حد مواد مغذی منجر به رشد بیشتر، اغلب به صورت چربی، خواهد شد. رابینسن و همکاران (۱۹۹۳) اهمیت حفظ وزن بدن مناسب را مورد تاکید قرار داده‌اند:

- مرغ‌هایی که اضافه‌وزن دارند به طور نامنظم تخم می‌گذارند، کل تخم تولیدی آنها در یک دوره کمتر و روزهای تخم نگذاشتن آنها بیشتر است. تخم‌گذاری نامنظم با افزایش در تعداد تخم‌های دارای پوسته نرم همراه می‌شود که به نظر می‌رسد به دلیل حضور بیش از یک تخم در غده پوسته‌ساز در یک زمان باشد.
- تغذیه بیش از حد می‌تواند منجر به تشکیل فولیکول-های اضافی شود که احتمال گذاشتن تخم‌های دو و سه‌زرده را افزایش می‌دهد (که قابل‌قبول نیست).
- اضافه‌وزن می‌تواند باعث خروج پیش از موعد مرغ‌ها از چرخه تولید شود.
- کاهش باروری و جفت‌گیری موفقیت‌آمیز از دیگر عوارضی است که در پرنده‌های مواجه با اضافه‌وزن مشاهده می‌شود. ممکن است زنده‌مانی جنین نیز کاهش پیدا کند.

جدول ۱۱-۴: نیازهای پروتئین و انرژی مرغ‌های مادر در سنین ۳۲ و ۵۵ هفتگی (برگرفته از لیسون و سامرز، ۲۰۰۱)

نیاز	سن ۳۲ هفتگی		سن ۵۵ هفتگی	
	انرژی (کیلوژول)	پروتئین (گرم)	انرژی (کیلوژول)	پروتئین (گرم)
رشد	۲۱۰	۱	۲۱	ندارد
تولید تخم	۳۳۵	۱۰	۲۳۰	۸
نگهداری	۱۳۸۰	۱۰	۱۵۵۰	۱۱
فعالیت	۲۱۰	ندارد	۱۲۵	ندارد
کل	۲۱۳۵	۲۱	۱۹۲۶	۱۹

روشن است که هدف اصلی از تغییر مقدار خوراک تخصیص-یافته به مرغ‌های مادر گوشتی جلوگیری از افزایش بیش از حد وزن بدن است. بنابراین، بعد از پیک وزن بدن مهم‌ترین پارامتری است که برای دستکاری مقدار خوراک ارائه‌شده مورد استفاده قرار می‌گیرد. هنوز مهم است که پرنده‌ها مقدار کمی افزایش وزن داشته باشند و کاهش وزن نشانه‌ای از کاهش بسیار شدید در ارائه خوراک است. به طور کلی، خوراک باید حدودا روزی ۳ گرم کاهش پیدا کند و کاهش نباید هرگز بیشتر از ۵ گرم در روز باشد. در حالت متعارف، تغییرات به صورت هفتگی اعمال می‌شوند. در صورت تغذیه پرنده‌ها روی بستر باید مقداری تعدیل برای ریخت‌وپاش دان نیز در نظر گرفته شود. در صورت تغذیه مخلوط مرغ‌ها و خروس‌ها باید ۵ تا ۱۰ گرم خوراک اضافی جهت تعدیل مصرف بیشتر نرها به پرنده‌ها تخصیص داده شود. اسبانوتو (۲۰۱۱) بیان می‌دارد که وزن بدن شاخص اصلی و محوری است، اما شرایط بدن و ذخایر چربی نیز مهم هستند. لازم است مرغ‌ها برای مشخص شدن تناسب ترکیب بدن مورد بررسی قرار بگیرند. گوشت گرفتن باید ادامه پیدا کند و مقدار چربی نباید خیلی کم یا زیاد باشد.

امتناع از مصرف خوراک می‌تواند در برخی از گله‌ها مشکل-ساز باشد و هنگامی روی می‌دهد که زمان مصرف خوراک گله به طور ناگهانی افزایش می‌یابد. به این دلیل، ضروری است که بدانیم که زمان متعارف مصرف خوراک برای یک سیستم تغذیه مشخص و سویه‌ها و پرنده‌ها چقدر است. یک سری عوامل موجب افزایش زمان مصرف خوراک می‌شود:

- چنانچه دمای سالن به طور ناگهانی افزایش یابد زمان مصرف خوراک افزایش خواهد یافت. اطمینان حاصل کنید که پرنده‌ها به مقدار کافی به آب تمیز و خنک دسترسی دارند.
- بافت خوراک روی زمان مصرف خوراک تاثیرگذار است: هرگونه تغییری در بافت خوراک موجب امتناع از مصرف خوراک می‌شود.
- دان پلت همیشه سریع‌تر از دان آردی و کرامبل خورده می‌شود.
- مقادیر زیاد نمک و چربی (به ویژه اگر فاسد باشد) زمان مصرف خوراک را افزایش می‌دهد.
- مایکوتوکسین‌ها می‌توانند زمان مصرف خوراک را افزایش بدهند.

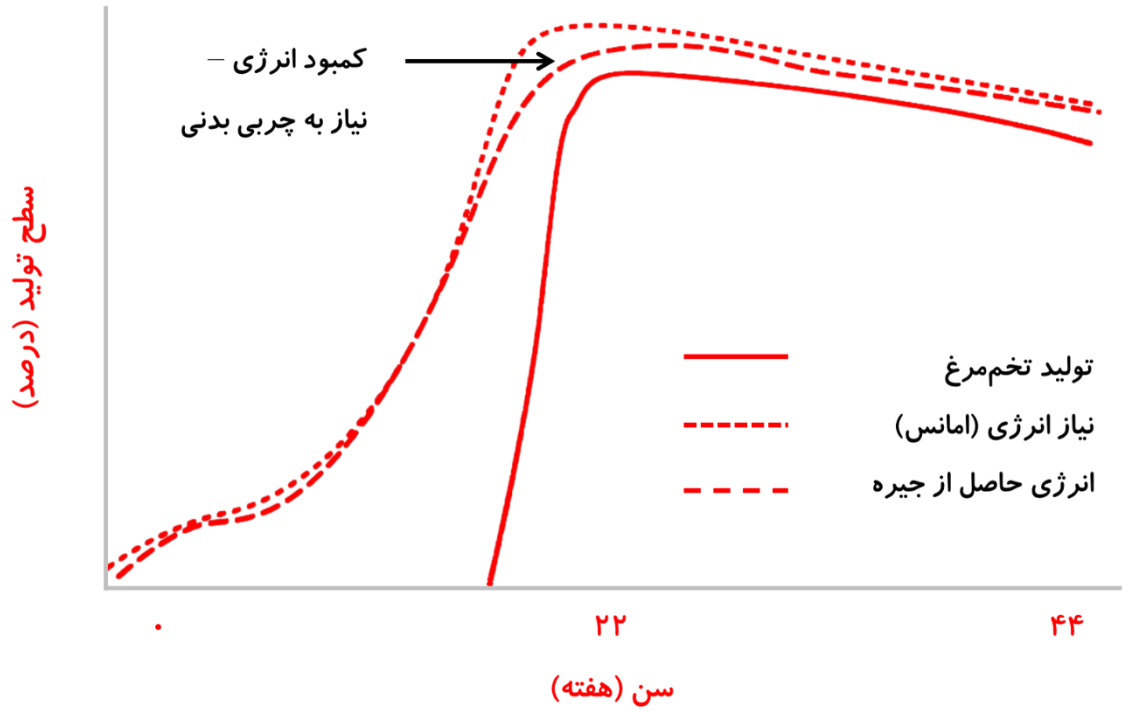
نکته

مرغ‌های مادر روی دامنه وسیعی از سطوح پروتئین و انرژی عملکرد مناسبی دارند.

انرژی

نیاز انرژی مرغ‌های مادر همانند مرغ‌های تخم‌گذار تعیین می‌شود. مدل امانس (۱۹۷۴) نیاز انرژی را به طور دقیق پیش‌بینی می‌کند. مثالی از نیاز انرژی روزانه یک مرغ مادر در شکل ۱۱-۳ نشان داده شده است: به افزایش نیاز انرژی قبل از پیک تولید توجه کنید. ممکن است با افزایش نیاز انرژی مقدار خوراک تخصیص‌یافته تغییر کند. پرنده-های سنگین‌تر مقداری ذخیره چربی دارند که می‌تواند برای حفظ تولید طبیعی استفاده شود. اما پرنده‌های سبک‌تر نه تنها انرژی بالاتری برای رشد نیاز دارند، بلکه ذخایر چربی کمتری دارند - که موجب پیک تولید پایین، تاخیر در شروع تخم‌گذاری و افت شدید پس از پیک می‌شود.

دمای محیط اثر مهمی بر نیاز انرژی مرغ‌های مادر دارد. عموما مرغ‌ها در نیمکره شمالی در سالن‌های کنترل‌شده و در دمای ثابت نگهداری می‌شوند. دمای موثر روزانه را می‌توان با استفاده از یک‌سوم دمای حداقل و دوسوم دمای



شکل ۱۱–۳: نیاز انرژی قابل‌متابولیسم یک مرغ مادر همگام با بلوغ

حداکثر محاسبه کرد. مقدار خوراک تخصیص‌یافته باید به صورت روزانه تنظیم شود (جدول ۱۱–۵). دمای موثر برخی از سالن‌های باز در زمستان کمتر از ۱۴ درجه سانتی‌گراد است.

جدول ۱۱–۵: تعدیل تخصیص خوراک بر اساس اختلافات در دمای موثر (برگرفته از لیسون و سامرز، ۲۰۰۱)

دمای موثر	درصد تعدیل
۱۰	۱۲۲
۱۴	۱۱۲
۱۸	۱۰۴
۲۲	۱۰۲
۲۶	۱۰۰
۳۰	۱۰۲
۳۴	۱۰۵

تراکم انرژی

بحث در رابطه با مختصات خوراک مورد استفاده برای مرغ‌های مادر گوشتی ادامه دارد. انتینگ (۲۰۰۵) جیره‌های حاوی تراکم مواد مغذی متفاوت را تغذیه کرد. مشخص شد که جیره‌های دارای تراکم پایین می‌توانند توسعه دستگاه تولیدمثلی، تولید تخم‌مرغ، اندازه تخم‌مرغ و عملکرد نهایی جوجه‌های گوشتی را به شکل مثبتی تحت تاثیر قرار بدهند. جیره‌های حاوی ۱۰/۸۸ مگاژول در کیلوگرم انرژی در مرحله رشد و ۱۱/۷۲ مگاژول در کیلوگرم طی دوره تخم‌گذاری به عنوان استاندارد در نظر گرفته شدند. در تیمارها مقدار انرژی قابل‌متابولسیم با استفاده از مواد خوراکی دارای تراکم پایین به ترتیب ۱/۲۶ و ۲/۵۱ مگاژول در کیلوگرم کاهش داده شد. سایر مواد مغذی متناسب با انرژی قابل‌متابولیسم کاهش یافت. طی دوره پرورش، اختلاف معنی‌داری در وزن بدن مشاهده نشد. کاهش انرژی جیره موجب کاهش وزن تخمدان و اویدوکت در سن ۲۴ هفتگی شد، اگرچه معنی‌دار نبود. اما د دوره ۲۴ تا ۲۶ هفتگی، افزایش واضحی در نرخ توسعه تخمدان و اویدوکت پرنده‌های دریافت‌کننده جیره‌های

جدول ۱۱-۶: اثر تراکم جیره بر پارامترهای تولیدی و وزن جوجه (انتینگ، ۲۰۰۵)

انرژی قابل‌متابولیسم (مگاژول/کیلوگرم)	۱۱/۷۲	۱۰/۴۶	۹/۲۰
مصرف خوراک (گرم/مرغ/روز)	۱۵۶/۵^{a}	۱۷۶/۲^{b}	۱۹۹/۹^{c}
تولید تخم‌مرغ (درصد)	۵۷/۷^{a}	۶۰/۲^{b}	۵۸/۰^{ab}
وزن تخم‌مرغ (گرم)	۶۵/۴^{a}	۶۵/۹^{ab}	۶۶/۵^{b}
وزن جوجه - ۲۹ هفتگی (گرم)	۳۵/۹	-	۳۶/۳
وزن جوجه - ۴۱ هفتگی (گرم)	۴۱/۸^{a}	-	۴۲/۸^{b}

دارای تراکم پایین مشاهده گردید. از جدول ۱۱-۶ می‌توان مشاهده کرد که با وجود مصرف خوراک بالاتر در جیره‌های رقیق، تولید تخم‌مرغ و اندازه جوجه بزرگ‌تر بود. اگرچه در اینجا نشان داده نشده است، نسبت سفیده به زرده در پرنده‌های تغذیه‌شده با جیره‌های دارای تراکم پایین‌تر مواد مغذی بالاتر بود.

همان‌طور که مشاهده می‌شود (جدول ۱۱-۷)، سطح انرژی جیره بر رشد و زنده‌مانی نتاج تاثیرگذار بود. در کار قبلی مشخص گردید که کاهش سطح مواد مغذی در خوراک مرغ‌های مادر گوشتی موجب کاهش معنی‌دار نسبت هتروفیل به لنفوسیت در سن ۶ هفتگی شد که نشان می‌دهد پرنده‌ها از نظر فیزیولوژیک کمتر تحت تنش بوده‌اند. روشن است که مرغ‌های مادر قادرند روی دامنه گسترده‌ای از تراکم مواد مغذی عملکرد مناسبی داشته باشند. آنچه در عمل و در مزرعه رخ می‌دهد بسیار مهم‌تر از مختصات خوراک استفاده‌شده است.

پروتئین

داده‌های عملی قابل‌اطمینانی از منابع محلی و بین‌المللی برای تعیین مصرف مناسب روزانه اسیدهای آمینه در مرغ‌های مادر گوشتی موجود است. از نظر تاریخی، توافق اندکی بین این داده‌ها و داده‌های منتشرشده توسط اصلاح‌کنندگان بزرگ وجود دارد، اما اخیرا اختلافات کمرنگ‌تر شده‌اند. در این بخش، هر دو مجموعه داده ارزیابی خواهد شد و یک سری توصیه‌های عملی جهت استفاده متخصصین تغذیه تجاری ارائه خواهد گردید. هنگام بحث در مورد تغذیه پروتئین و اسیدهای آمینه در مرغ‌های مادر گوشتی باید به خاطر داشت که مصرف کل مواد مغذی تابعی از سطح آنها در جیره و مقدار خوراک تخصیص‌یافته است. به عنوان مثال، اگر یک گله ۱۶۵ گرم به ازای هر پرنده از یک جیره حاوی ۷/۰ گرم در کیلوگرم لیزین مصرف کند، کل لیزین مصرف‌شده ۱۵۵ میلی‌گرم در روز خواهد بود. در نتیجه ما می‌توانیم تغییر مختصات خوراک را برای تعدیل اثرات اختلاف در مقدار خوراک ارائه‌شده در نظر بگیریم. برای اهداف عملی لیزین به عنوان شاخصی از کیفیت پروتئین استفاده و فرض می‌شود که سایر اسیدهای آمینه در نسبت صحیح در جیره گنجانده شده‌اند.

■ **نکته**

نیاز انرژی مرغ‌های مار در مقایسه با نیاز پروتئین آنها بسیار بالا است.

داده‌های علمی

داده‌های منتشرشده در مورد سطح مناسب مصرف لیزین در مرغ‌های مادر گوشتی متغیر است. موریس و بلکبرن (۱۹۸۲) استدلال می‌کنند که هدف ارزیابی کمی باید تعیین نرخی باشد که در آن حیوانات به مصرف سطوح افزایشی یک اسید آمینه مشخص پاسخ می‌دهند. با استفاده

جدول ۱۱–۷: اثر تراکم جیره بر نرخ رشد و تلفات نتاج (انتینگ، ۲۰۰۵)

انرژی قابل‌متابولیسم (مگاژول/کیلوگرم)	۱۱/۷۲	۱۰/۴۶	۹/۲۰
هفته ۲۹			
وزن زنده در ۳۸ روزگی (گرم)	۲۱۲۵[a]	۲۱۸۵[b]	۲۱۳۱[a]
تلفات ۰–۳۸ روزگی (درصد)	۳/۳	۳/۸	۳/۲
هفته ۴۱			
وزن زنده در ۳۸ روزگی (گرم)	۲۳۳۶	۲۳۴۵	۲۳۳۲
تلفات ۰–۳۸ روزگی (درصد)	۳/۰	۲/۹	۳/۵
هفته ۶۰			
وزن زنده در ۳۸ روزگی (گرم)	۲۲۵۷	۲۲۶۲	۲۲۸۰
تلفات ۰–۳۸ روزگی (درصد)	۵/۴[b]	۳/۷[ab]	۳/۵[b]

جدول ۱۱–۸: عملکرد مرغ‌های مادر گوشتی دریافت‌کننده سطوح مختلف پروتئین و لیزین در روز (برگرفته از هارمز و آیوی، ۱۹۹۲)

پروتئین (گرم/مرغ/روز)	لیزین (میلی‌گرم/مرغ/روز)	تولید تخم‌مرغ (درصد)	وزن تخم‌مرغ (گرم)	تولید توده‌ای تخم‌مرغ (گرم/پرنده/روز)	وزن بدن در هفته ۱۳ (گرم)
۲۰/۴۴	۹۳۸	۷۳/۶[a]	۷۱/۸[a]	۵۳/۹[a]	۴۲۲۹[a]
۱۹/۱۶	۸۴۸	۷۳/۸[a]	۶۹/۵[cd]	۵۲/۰[ab]	۴۱۲۴[ab]
۱۸/۷۲	۸۰۴	۷۲/۳[ab]	۷۰/۷[ab]	۵۲/۶[ab]	۴۱۱۱[ab]
۱۷/۹۷	۷۶۰	۷۱/۸[ab]	۷۰/۳[bc]	۵۱/۱[bc]	۴۰۶۸[b]
۱۷/۳۲	۷۱۵	۷۰/۱[bc]	۶۸/۹[de]	۴۹/۲[cd]	۳۹۵۸[c]
۱۶/۷۱	۶۷۴	۶۷/۵[cd]	۶۸/۵[e]	۴۷/۳[de]	۳۹۲۴[c]
۱۶/۰۹	۶۲۶	۶۵/۷[d]	۶۷/۷[e]	۴۵/۶[e]	۳۸۹۵[c]

از این اطلاعات، همراه با دانش قیمت نسبی هزینه و ارزش درآمد، امکان محاسبه مقدار مناسب مواد مغذی تخصیص‌یافته به یک جمعیت وجود دارد. اما ممکن است این فلسفه در مورد مرغ‌های مادر گوشتی مناسب نباشد، جایی که قیمت هزینه (اسید آمینه و پروتئین) در مقایسه با ارزش خروجی (تخم بارور) اندک است. از این رو، هدف محققان هنگام کار با مرغ‌های مادر گوشتی مشخص کردن این است که چه سطحی از مصرف لیزین و پروتئین موجب حداکثر تولید تخم‌مرغ خواهد شد.

در سال ۱۹۸۱ پیرسن و هرن[1] پیشنهاد کردند که سطوح ۹۷۰ میلی‌گرم لیزین و ۱۹/۵ گرم پروتئین به ازای هر مرغ در روز حداکثر تولید تخم را باعث می‌شود. ویلسن[2] و هارمز (۱۹۸۴) دریافتند که مصرف روزانه ۸۰۸ میلی‌گرم لیزین و ۱۸/۶ گرم پروتئین حداکثر تولید تخم و وزن تخم (اما نه وزن بدن) را حمایت می‌کند (جدول ۱۱–۸). بومیکر[3] و گوس (۱۹۹۱) روش رقیق کردن جیره و

1. Pearson and Herron
2. Wilson
3. Bowmaker

مدل ریدینگ را برای تعیین ضرایب پاسخ هنگام تغذیه سطوح افزایشی لیزین به مرغ‌های مادر گوشتی استفاده کردند. سطوح مشخص‌شده ۱۶/۸۸ میلی‌گرم به ازای هر گرم تولید تخم‌مرغ و ۱۱/۲ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن پرنده بود. بنابراین، به طور میانگین یک مرغ مادر گوشتی ۳ کیلوگرمی که ۴۵ گرم تخم در روز تولید می‌کند به ۷۹۳ میلی‌گرم لیزین نیاز دارد. بومیکر (۱۹۹۴) توصیه می‌کند که در غیاب داده‌های پاسخ دقیق و بدون نرم‌افزار کامپیوتری مناسب، نیاز میانگین پرنده‌های گله را می‌توان با استفاده از ضرایب استخراج‌شده از مدل ریدینگ تعیین کرد. برای مثال، ۷۹۳ میلی‌گرم لیزین در روز و سپس وی یک ضریب اطمینان حدود ۲۰ درصدی را برای این عدد در نظر گرفت. در این مثال، مقدار ارائه‌شده ۹۵۲ میلی‌گرم لیزین به ازای هر پرنده در روز خواهد بود. روستگنو و همکاران (۲۰۱۱) معادله‌ای ارائه دادند که امکان تخمین نیاز لیزین قابل‌هضم مرغ‌های مادر گوشتی را فراهم می‌کند.

معادله ۱۱–۱: تخمینی از نیازهای لیزین قابل‌هضم حقیقی مرغ‌های مادر گوشتی

لیزین قابل‌هضم (گرم/پرنده/روز) =

تخم‌مرغ ۰/۰۱۲۴ + ۰/۰۲۰G + ۰/۰۷ $W^{0.75}$

در اینجا:

W = وزن زنده (کیلوگرم)

G = افزایش وزن (گرم به ازای هر پرنده در روز)

تخم‌مرغ = تولید روزانه (گرم)

با استفاده از این معادله برای یک پرنده ۳ کیلوگرمی با افزایش وزن ۵ گرم در روز و تولید ۴۸ گرم تخم‌مرغ (۶۰ گرم تخم در تولید ۸۰ درصد)، نیاز برآوردشده ۸۵۴ میلی‌گرم در روز است که برابر با ۹۷۰ میلی‌گرم لیزین کل در روز خواهد بود.

لیسون و سامرز (۱۹۹۱) پیشنهاد می‌کنند که مرغ‌های مادر گوشتی باید خوراکی حاوی ۶ گرم در کیلوگرم لیزین و ۱۵۰ گرم در کیلوگرم پروتئین دریافت کنند. این مقدار برابر با مصرف ۹۶۰ میلی‌گرم لیزین و مصرف ۲۴ گرم پروتئین به ازای هر پرنده در روز خواهد بود. هارمز و آیوی[1] (۱۹۹۲) نشان دادند که نیاز لیزین برای تولید تخم‌مرغ، وزن تخم‌مرغ و تولید توده‌ای تخم‌مرغ به ترتیب با مصرف روزانه ۸۲۴، ۸۰۶ و ۸۱۹ میلی‌گرم لیزین به ازای هر مرغ در روز تامین می‌شود، وقتی که مصرف روزانه پروتئین بالاتر از ۱۸/۵۵ گرم باشد. وزن بدن با افزایش مصرف روزانه پروتئین و لیزین افزایش یافت. نتایج این پژوهش در جدول ۱۱–۸ خلاصه شده است. همه پرنده‌ها به صورت روزانه ۱۶۷/۸ گرم از یک خوراک حاوی ۱۳ مگاژول در کیلوگرم انرژی قابل‌متابولسیم را دریافت کردند. در اغلب تحقیقات گزارش‌شده به روشنی نشان داده شده است که وزن بدن ماده‌ها با مصرف اسید آمینه یا پروتئین همبستگی دارد.

دی‌بروم[2] و همکاران (۱۹۹۶) آزمایشی را ارائه دادند که در آن مرغ‌های مادر گوشتی جیره‌های حاوی سطوح مختلف پروتئین و لیزین را از شروع تا پایان دوره تخم‌گذاری دریافت کردند (جدول ۱۱–۹). سطح انرژی استفاده‌شده در همه تیمارها یکسان بود. برنامه تغذیه‌ای یکسانی برای همه پرنده‌های تحت آزمایش استفاده شد. در سن ۵۶ هفتگی، اختلافات معنی‌داری در وزن بدن یا ترکیب لاشه وجود نداشت. با وجود اختلافات عددی در سن ۵۶ هفتگی، افزایش تولید پرنده‌ها با دریافت جیره ۱۸ درصد از نظر آماری معنی‌دار نبود. اختلاف معنی‌داری در اندازه تخم در سن ۳۲ هفتگی وجود داشت، همراه با اینکه پرنده‌ها با دریافت جیره‌های ۱۶/۵ و ۱۸ درصد

[1]. Ivey
[2]. de Brum

تخم‌های کمی بزرگ‌تری تولید کردند. این اثر در سن ۳۶ هفتگی ملاحظه نشد. نویسندگان نتیجه‌گیری کردند که سطح پروتئین جیره تعداد کل تخم‌مرغ‌های تولیدی، وزن بدن پرنده یا ترکیب لاشه را تحت تاثیر قرار نداد و اینکه امکان استفاده از جیره‌ای با تنها ۱۲ درصد پروتئین در تغذیه مرغ‌های مادر گوشتی از سن ۲۴ تا ۵۶ هفتگی وجود داشت. اختلافی بین سویه‌ها مشاهده نشد (جداول ۱۱-۱۰ و ۱۱-۱۱).

توصیه شرکت‌های بزرگ اصلاح‌نژاد

رجوع به توصیه‌های منتشرشده توسط شرکت‌های اصلاح‌نژاد مختلف تصویر نسبتا متفاوتی را آشکار می‌کند. توصیه کاب ۵۰۰ برابر با ۶/۰۵ گرم لیزین قابل‌دسترس

> **نکته**
> سطوح توصیه‌شده پروتئین توسط شرکت‌های اصلاح‌نژاد بالاتر از سطوحی است که منابع علمی پیشنهاد می‌کنند.

است که با فرض مصرف خوراک ۱۶۵ گرم در روز برابر با ۱۰۰۰ میلی‌گرم به ازای هر پرنده در روز خواهد بود. آویاژن ۹۵۰ میلی‌گرم لیزین قابل‌دسترس در روز یا ۵/۸ گرم در کیلوگرم را برای پیک تولید توصیه می‌کند. هوبارد ۶/۳ گرم در کیلوگرم را پیشنهاد می‌کند. کاب و هوبارد مقادیر نسبتا کمتری را برای پرنده‌ها از سن ۴۰ هفتگی به بعد توصیه می‌کنند.

مصرف سطوح مازاد پروتئین به مرغ‌های مادر گوشتی

جدول ۱۱-۹: سطوح پروتئین و لیزین ارائه‌شده به مرغ‌های مادر گوشتی (دی‌بروم و همکاران، ۱۹۹۶)

ماده مغذی	جیره‌ها				
پروتئین (گرم/کیلوگرم)	۱۲۰	۱۳۵	۱۵۰	۱۶۵	۱۸۰
لیزین (گرم/کیلوگرم)	۵/۳	۶/۲	۷/۲	۸/۱	۹/۱
انرژی قابل‌متابولیسم (گرم/کیلوگرم)	۱۱/۷	۱۱/۷	۱۱/۷	۱۱/۷	۱۱/۷

جدول ۱۱-۱۰: مصرف پروتئین خام (گرم به ازای هر پرنده در روز) و لیزین (میلی‌گرم به ازای هر پرنده در روز) در زمان‌های مختلف برنامه خوراک‌دهی (دی‌بروم و همکاران، ۱۹۹۶)

سن (هفته)	مصرف خوراک (گرم/پرنده/روز)	۱۲/۱	۱۳/۶	۱۵/۰	۱۶/۶	۱۸/۱
۲۴	۱۲۵	۱۵/۱	۱۷/۰	۱۸/۸	۲۰/۸	۲۲/۶
۳۳-۳۰	۱۷۵	۲۱/۱	۲۳/۸	۲۶/۳	۲۹/۱	۳۱/۷
۳۵-۳۴	۱۸۰	۲۱/۷	۲۴/۴	۲۷/۰	۲۹/۹	۳۲/۶
۳۸-۳۶	۱۸۵	۲۲/۳	۲۵/۱	۲۷/۸	۳۰/۷	۳۳/۵
لیزین (میلی‌گرم/پرنده/روز)		۹۸۰	۱۱۴۷	۱۳۳۲	۱۴۹۸	۱۶۸۳
۳۹	۱۸۳	۲۲/۱	۲۴/۹	۲۷/۵	۳۰/۴	۳۳/۱
۵۵-۵۲	۱۶۰	۱۹/۳	۲۱/۷	۲۴/۰	۲۶/۶	۲۹/۰
۵۶	۱۵۶	۱۸/۸	۲۱/۲	۲۳/۴	۲۵/۹	۲۸/۳
لیزین (میلی‌گرم/پرنده/روز)		۸۲۶	۹۶۷	۱۱۲۳	۱۲۶۴	۱۴۲۰

جدول ۱۱–۱۱: وزن بدن، تولید تجمعی تخم‌مرغ و وزن تخم‌مرغ پرنده‌ها در سنین مختلف (دی‌بروم و همکاران، ۱۹۹۶)

سن (هفته)	۱۲/۰	۱۳/۵	۱۵/۰	۱۶/۵	۱۸/۰
وزن بدن (گرم)					
۲۴	۲۷۲۳	۲۶۵۴	۲۷۲۸	۲۷۷۷	۲۷۲۹
۴۰	۳۸۶۶	۳۸۹۶	۳۸۹۹	۳۸۵۴	۳۸۷۸
۵۶	۴۳۹۸	۴۴۵۱	۴۴۰۰	۴۳۹۷	۴۳۳۷
تعداد تخم‌مرغ‌ها					
۲۸	۴/۸	۴/۴	۵/۱	۴/۳	۴/۷
۴۰	۶۶/۴	۶۶/۰	۶۷/۰	۶۶/۴	۶۷/۸
۵۶	۱۴۰/۹	۱۳۶/۳	۱۴۱/۲	۱۳۹/۵	۱۴۳/۰
اندازه تخم‌مرغ‌ها (گرم)					
۲۸	۵۷/۵	۵۷/۴	۵۷/۵	۵۸/۸	۵۷/۹
۳۲	۶۲/۵	۶۲/۸	۶۲/۳	۶۴/۰	۶۳/۹
۵۶	۷۱/۵	۷۲/۰	۷۱/۰	۷۲/۱	۷۱/۸

عواقب متعددی دارد. احتمالا هزینه مهم‌ترین اینها است. به علاوه، پرنده‌های دریافت‌کننده سطوح بالای اسیدهای آمینه و پروتئین اضافه‌وزن پیدا می‌کنند که احتمالا به شکل چربی نیست. عامل دیگری که باید در نظر گرفت این است که پروتئین زیادی باید بشکند و به اسید اوریک تبدیل شود. این فرآیند انرژی مصرف می‌کند و ممکن است از نظر انرژی مورد نیاز بار اضافی به پرنده تحمیل کند. برآورد می‌شود که به ازای مصرف هر ۵ گرم پروتئین مازاد توسط پرنده ۱۲۶ کیلوژول انرژی اضافی برای دفع ازت اضافی مورد نیاز است. این مقدار انرژی تقریبا برابر با ۱۰ گرم مصرف خوراک بیشتر در روز است.

نکته

جیره حاوی پروتئین بالا می‌تواند اثرات نامطلوبی بر باروری و جوجه‌درآوری داشته باشد.

توصیه‌های عملی

با بررسی منابع، ارائه توصیه‌های دقیق در مورد سطوح مناسب مصرف لیزین و پروتئین دشوار است. در شرایط تجاری، تصمیم‌گیری در مورد سطح مناسب تغذیه اسید آمینه بیشتر با این واقعیت که معمولا تعداد زیادی گله در سن‌ها و وزن‌های مختلف و از سویه‌های متفاوت از یک نوع خوراک مصرف می‌کنند، دشوارتر می‌شود. مدیران به استفاده از بیش از یک خوراک در یک زمان واحد در یک مرکز پرورش واحد تمایل ندارند. می‌توان به روشنی مشاهده کرد که آنها مقادیری از اسیدهای آمینه و پروتئین را که در آزمایشات علمی تعیین شده است، در دامنه ۷۵۰ تا ۹۷۰ میلی‌گرم لیزین به ازای هر پرنده در روز با مقادیر مصرف کل پروتئین در دامنه ۱۸/۵ تا ۲۴ گرم به ازای هر پرنده در روز، استفاده می‌کنند. از سوی دیگر، در صورت تغذیه پرنده‌ها با استفاده از توصیه‌های شرکت‌های اصلاح-نژاد، مصرف لیزین قابل‌دسترس در حدود ۱۰۰۰ میلی-گرم به ازای هر پرنده در روز یعنی بیش از ۱۰ درصد بالاتر از آنچه خواهد بود که به صورت علمی تعیین شده است. به احتمال زیاد اشتباه نخواهد بود اگر بگوییم که حتی در سخت‌ترین شرایط فراهم کردن بیش از ۱۰۰۰

میلی‌گرم لیزین در روز برای مرغ‌ها اثر سودمند چندانی ندارد. در مصرف خوراک ۱۶۰ گرم به ازای هر پرنده در روز باید سطح لیزین در خوراک ۶/۰۶ گرم در کیلوگرم باشد، در حالی که در مصرف ۱۸۰ گرم به ازای هر پرنده در روز، این مقدار باید به ۵/۵۶ گرم در کیلوگرم کاهش پیدا کند.

از آنجایی که سطوح پروتئین اغلب جیره‌های تجاری مرغ‌های مادر به راحتی بالاتر از نیاز است، با اطمینان می‌توان فرض کرد که خوراک اساسا برای برآورده کردن نیاز انرژی پرنده تغذیه می‌شود. این برداشت با کاهش فوری تولید در صورت کاستن بخش قابل‌توجهی از خوراک تخصیص‌یافته به یک گله پشتیبانی می‌شود، با وجود این حقیقت که پروتئین تامین‌شده همچنان مازاد بر نیاز است. چاره کار اطمینان از دریافت انرژی کافی توسط گله و عدم تامین پروتئین خیلی زیاد برای آن است.

فضای دانخوری

لکسریسامپونگ[1] و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که در صورت تغییر فضای ارائه خوراک بین مرحله پرورش و مرحله تخم‌گذاری تولید کاهش می‌یابد. زمانی که فضای دانخوری برابر با ۱۰ سانتی‌متر به ازای هر پرنده ثابت نگه داشته شد، مرغ‌ها در مقایسه با زمانی که فضای دانخوری از ۱۰/۶ سانتی‌متر به ۶/۱ سانتی‌متر کاهش یافت یا زمانی که فضا از ۷/۱ سانتی‌متر به ۱۰/۰ سانتی‌متر افزایش داده شد به طور معنی‌داری تخم بیشتری به ازای مرغ‌های واردشده به سالن تولید کردند. افزایش فضای دانخوری در ایالات متحده و برخی دیگر از مناطق رایج است، جایی که در آن مرغ‌های مادر در حدود سن ۲۱ هفتگی از سالن رشد به سالن تخم‌گذاری انتقال پیدا می‌کنند و تحریک نوری انجام می‌شود. در این حالت تلفات به طور معنی‌داری در طول دوره تخم‌گذاری افزایش پیدا می‌کند.

ویتامین‌ها و مواد معدنی

مواد معدنی

نیازهای مواد معدنی مرغ‌های مادر گوشتی مشابه مرغ‌های تخم‌گذار است، اما لازم است با توجه به مصرف خوراک بالاتر مرغ‌های مادر و برخی از جنبه‌های مدیریتی خاص تعدیل‌هایی در میزان مواد معدنی صورت بگیرد.

کلسیم: فراهم کردن کلسیم در ساعات صبح عملی کاملا اشتباه است. به این دلیل، بحث شدیدی برای محدود کردن کلسیم جیره به ۲۵ تا ۲۸ گرم در کیلوگرم و فراهم کردن مقدار بیشتری به صورت ذرات سنگ آهک یا پوسته صدف برای پرنده‌ها هنگام بعد از ظهر (۱ تا ۲ گرم به ازای هر پرنده در روز) در جریان است، اما دست یافتن به این الگو در مزرعه آسان نیست. مصرف روزانه ۴/۵ تا ۵ گرم کلسیم مورد نیاز است. به طور کلی، بهبود کیفیت پوسته اثر سودمندی بر تولید تخم‌مرغ‌های قابل‌تفریخ خواهد داشت، آلودگی باکتریایی را کاهش می‌دهد و باعث بهبود جوجه‌درآوری می‌شود. ممکن است تخم‌مرغ‌های دارای پوسته بیش از حد ضخیم به خوبی تفریخ نشوند. اکمی و کون (۲۰۱۰b) نشان دادند که مصرف سنگ آهک به عنوان یک ذره درشت منجر به افزایش عددی ابقای کلسیم و کاهش ترشح فسفر شد. بهبود درصد خاکستر استخوان درشت‌نی نیز معنی‌دار بود.

فسفر: اکمی و کون (۲۰۱۰a) بیان داشتند که نیازهای فسفر مرغ‌های مادر گوشتی و عملکرد نتاج آنها به خوبی بررسی نشده است. در این حال، در صنعت به طور معمول ۶۰۰ میلی‌گرم فسفر غیرفیتاتی به صورت روزانه مصرف می‌شود. شرکت‌های بزرگ اصلاح‌نژاد ۳/۵ گرم در کیلوگرم فسفر قابل‌دسترس در جیره را پیشنهاد می‌کنند. شواهدی وجود دارد که در اوایل تخم‌گذاری حداقل ۴ تا ۴/۵ گرم در کیلوگرم فسفر قابل‌دسترس به منظور غلبه بر عارضه مرگ ناگهانی مورد نیاز است. اما مشخص شده

[1]. Leksrisompong

است که استفاده از مقادیر بالای فسفر کیفیت پوسته را در مرغ‌های مسن‌تر کاهش می‌دهد.

پلامستد و همکاران (۲۰۰۷b) نیاز مرغ‌های مادر گوشتی برای فسفر را مطالعه کردند. آنها مشاهده نمودند که حذف کل دی‌کلسیم فسفات از جیره و جایگزین کردن آن با ۵۰۰ واحد در کیلوگرم فیتاز اثر منفی روی مرگ‌ومیر، تولید تخم، باروری یا جوجه‌درآوری نداشت. این نتایج به این واقعیت نسبت داده شد که ممکن است خوردن مدفوع سهم قابل‌توجهی در تامین کل فسفر پرنده داشته باشد. اما وقتی آزمایش در تابستان انجام شد، تغذیه سطوح حاشیه‌ای فسفر باعث افزایش تلفات گردید و این نشان می‌دهد که نیاز فسفر مرغ‌های مادر گوشتی در هنگام تنش گرمایی افزایش می‌یابد. با وجود دماهای بسیار بالا، مصرف ۳۶۱ میلی‌گرم فسفر قابل‌دسترس به ازای هر پرنده در روز (حدود ۶۰۰ میلی‌گرم فسفر کل) در اوج مصرف خوراک روزانه برای جلوگیری از تلفات احتمالی کافی بود. چنین نتایجی می‌تواند بیانگر آن باشد که سطوح حاضر استفاده از فسفر در جیره مرغ‌های مادر گوشتی خیلی بالا است. به عنوان مثال، توصیه آویاژن ۵۵۰ میلی‌گرم فسفر قابل‌دسترس به ازای هر پرنده در روز است. این یافته‌ها مجددا توسط اکمی و کون (۲۰۱۰b) تایید شد. آنها نشان دادند که تغذیه یک جیره حاوی ۲ گرم در کیلوگرم فسفر غیر‌فیتاتی فقط موجب کاهش خاکستر درشت‌نی شد. به علاوه آنها گزارش کردند که سطح فسفر غیرفیتاتی در جیره مادرها اثری بر عملکرد بعدی جوجه‌های گوشتی ندارد.

سدیم و کلر: سطح سدیم توصیه‌شده توسط NRC (۱۹۹۴) ۱/۱ گرم به ازای هر پرنده در روز است. فیشر (۱۹۹۸) باور دارد که این سطح خیلی کم است و حداقل ۱/۶ تا ۲/۰ گرم در کیلوگرم سدیم را توصیه می‌کند. او همچنین اعتقاد دارد که سطح کلر نباید از ۲/۱ گرم در کیلوگرم فراتر برود.

پتاسیم: عارضه مرگ ناگهانی (فلیپ اورز[1]) با آغاز تلفات در شروع و اوایل تخم‌گذاری در گله‌های مادر توصیف می‌شود. دلیل اولیه آن کمبود پتاسیم است که از طریق ایجاد عدم تعادل الکترولیتی و اسمزی فعالیت طبیعی ماهیچه قلب را مختل می‌کند. در حالت تغذیه در حد اشتها، پتاسیم به ندرت محدود می‌شود و اغلب این عارضه اتفاق نمی‌افتد. اطمینان حاصل کنید که حداقل ۶/۵ گرم در کیلوگرم پتاسیم در همه جیره‌های مرغ‌های مادر گوشتی وجود داشته باشد.

نکته

سطوح بالایی از ویتامین‌ها به جیره مرغ‌های مادر اضافه می‌شود زیرا این ترکیبات می‌توانند از مادر به نتاج انتقال پیدا کنند.

ویتامین‌ها

نیاز ویتامین پرنده‌های مادر در مقایسه با مرغ‌های تخم‌گذار بالا است. این امر تا حد زیادی به این دلیل است که حتی سطوح اندکی پایین‌تر از حد پیش‌بینی‌شده ویتامین‌ها می‌تواند منجر به اختلالاتی در جوجه‌کشی و یا تولد جوجه‌های ضعیف و ناسالم شود. اگرچه پیش‌مخلوط‌های ویتامینه گران هستند، اما تنها ۲ تا ۳ درصد از کل هزینه جیره را در برمی‌گیرند. اختلاف بین یک پیش‌مخلوط دارای مختصات بسیار پایین و پیش‌مخلوطی که بالاترین دامنه مختصات را در نظر گرفته است بین ۰/۱۰ تا ۰/۱۵ یورو به ازای هر مرغ خواهد بود که کمتر از قیمت عمده‌فروشی یک جوجه است. قیمت‌های نسبی اجزای مختلف یک پیش‌مخلوط در شکل ۱۱-۴ نشان داده شده است. اگرچه تغذیه ویتامین‌ها در جای دیگری از این کتاب بحث شده است، برای تکمیل این مبحث خلاصه‌ای از کمبودهای تغذیه‌ای که ممکن است جوجه‌درآوری را تحت تاثیر قرار دهد در جدول ۱۱-۱۲ گنجانده شده است. دو نکته وجود دارد که به طور ویژه در

[1]. Flip overs

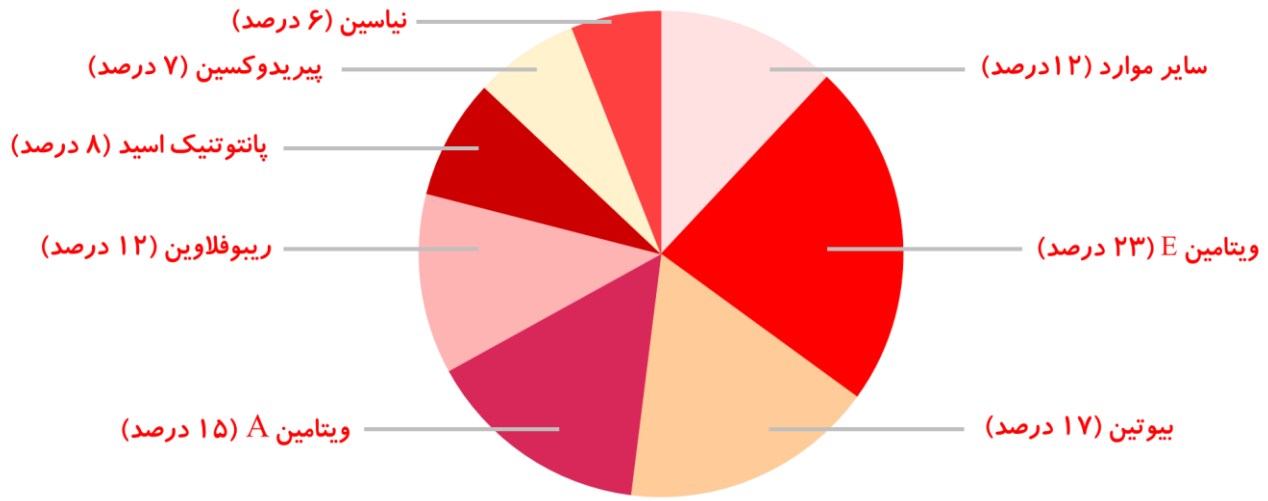
مورد مرغ‌های مادر گوشتی کاربرد دارند:

۱. *ویتامین E*: افزایش سطوح این ویتامین برای مرغ‌های مادر گوشتی توصیه می‌شود. استفاده از آن در سطوح ۸۰ تا ۱۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم متداول است. باور بر این است که این سطوح سیستم ایمنی را در جوجه یک‌روزه تحریک می‌کنند.

۲. *ویتامین C*: نشان داده شده است، اگرچه تا حدودی و نه به طور قطعی، که ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم اسید آسکوربیک مرغ‌های مادر را برای غلبه بر تنش (به ویژه در مورد گرما) تقویت می‌کند.

جدول ۱۱–۱۲: کمبودهای تغذیه‌ای موثر بر قابلیت جوجه‌درآوری

نوع کمبود	علائم جنینی
ویتامین A	اختلال در توسعه طبیعی دستگاه گردش خون. جایگزینی نامناسب جنین.
ویتامین D_3	ریکتز. کمبود فسفر. جوجه‌های عقب‌افتاده و استخوان‌های نرم ناشی از کلسیمی شدن نامناسب پوسته تخم‌مرغ‌ها.
ویتامین E	کاهش باروری. چشم‌های برآمده. سیستم عروقی جنینی ناقص. ترشح آب زیرپوستی (ادم). مرگ جنینی از ۱ تا ۳ روزگی.
ویتامین K	طولانی شدن زمان لخته شدن خون. خونریزی و نقاط خونی در جنین و افزایش عروق خونی در جنین. عارضه هموراژیک در جنین و جوجه‌های تازه تفریخ‌شده.
ریبوفلاوین (ویتامین B_2)	تلفات بالا از ۹ تا ۱۴ روزگی. ادم، تحلیل ماهیچه ران، چماقی شدن پرها، پیچ‌خوردگی پنجه‌ها، بزرگ شدن غلاف عصب سیاتیک و کوتولگی علائم کمبود ریبوفلاوین هستند. دو هفته بعد از مواجهه جیره مادرها با کمبود ریبوفلاوین جوجه‌درآوری کاهش می‌یابد.
اسید پانتوتنیک	پردرآوری غیرطبیعی. خونریزی زیرپوستی در جنین. تفریخ جوجه‌های ضعیف و عدم زنده‌مانی.
بیوتین	پروزیس. کوتاه شدن استخوان‌های بلند (میکرومولیا). کوتاه شدن و پیچ‌خوردگی استخوان‌های پا، بال و جمجمه. ایجاد یک پرده بین پنجه سوم و چهارم. منقار طوطی. تلفات شدید بین ۱ تا ۷ روزگی.
ویتامین B_{12}	جایگیری نامناسب جنین همراه با قرار گرفتن سر در بین پاها. ادم. نوک کوتاه. توسعه ضعیف ماهیچه‌ها. مرگ‌ومیر شدید جنینی از ۸ تا ۱۴ روزگی.
اسید فولیک	مشابه کمبود بیوتین. جوجه‌ها مدت کوتاهی بعد از سوراخ کردن پوسته می‌میرند.
ویتامین B_6	کاهش جوجه‌درآوری.
کلسیم	ریکتز. کاهش جوجه‌درآوری. پاها و بال‌های کوتاه و ضخیم و کوتاه شدن فک زیرین. نوک، پاها و گردن نرم و خمش‌پذیر. ادم.
فسفر	ریکتز. پاها و نوک نرم. مرگ‌ومیر شدید جنینی بین ۱۴ تا ۱۶ روزگی.
منگنز	اختلالات اسکلتی. کوندرودیستروفی (پاها و بال‌های کوتاه، سر غیرطبیعی و منقار طوطی‌شکل). توسعه ناقص گوش داخلی. عقب افتادن رشد. ادم. کرک‌های غیرطبیعی.
روی	میکرومولیا. اختلالات اسکلتی (نداشتن کپل، بال، پا و پنجه). توسعه ناقص چشم‌ها. گندله شدن کرک‌ها. جوجه‌های تازه تفریخ‌شده ضعیف هستند و توان ایستادن، خوردن و آشامیدن ندارند. تلفات جوجه‌ها مدت کوتاهی بعد از تفریخ شروع می‌شود.
سلنیم	تجمع آب زیرپوستی. ادم. تحلیل پانکراس. کاهش جوجه‌درآوری. کمبود سلنیم با کاهش سطح ویتامین E در جیره مرغ‌های مادر تشدید می‌شود. سلنیم در سطوح بالا بسیار سمی است و باعث ادم، انحنای پنجه‌ها و مرگ‌ومیر شدید جنینی می‌شود.



شکل ۱۱–۴: قیمت نسبی ویتامین‌های مورد استفاده در پیش‌مخلوط مرغ‌های مادر گوشتی

> **نکته**
> خروس‌های مادر باید جدا از ماده‌ها پرورش داده و تغذیه شوند.

تغذیه خروس‌ها

تا همین اواخر، متخصصین تغذیه و مدیران مرغ‌های مادر گوشتی روی وزن بدن ماده‌ها تمرکز کرده بودند و تا حد زیادی نرها را نادیده می‌گرفتند. در حالی که خوراک ماده‌ها محدود می‌شد، نرها اساسا در حد اشتها تغذیه و چاق می‌شدند که منجر به مشکلات پا، احتمالا تعداد اسپرم کم و معمولا باروری پایین می‌شد. مدت‌ها طول کشید تا این مشکل شناخته شود، زیرا مشکلات مذکور تنها در حدود سنین ۴۵ تا ۵۰ هفتگی رخ می‌دادند. همان‌گونه که از شکل ۱۱–۵ برمی‌آید، تغذیه بیش از حد و نتیجه آن یعنی خروس‌های سنگین‌تر یک اثر دیرهنگام اما بلندمدت بر باروری دارند (هاکینگ و برنارد[1]، ۱۹۹۷). به منظور جلوگیری از این مشکل لازم است دقت فراوانی طی ۱۰ هفته اول ورود خروس‌ها به سالن تخم‌گذاری صورت بگیرد.

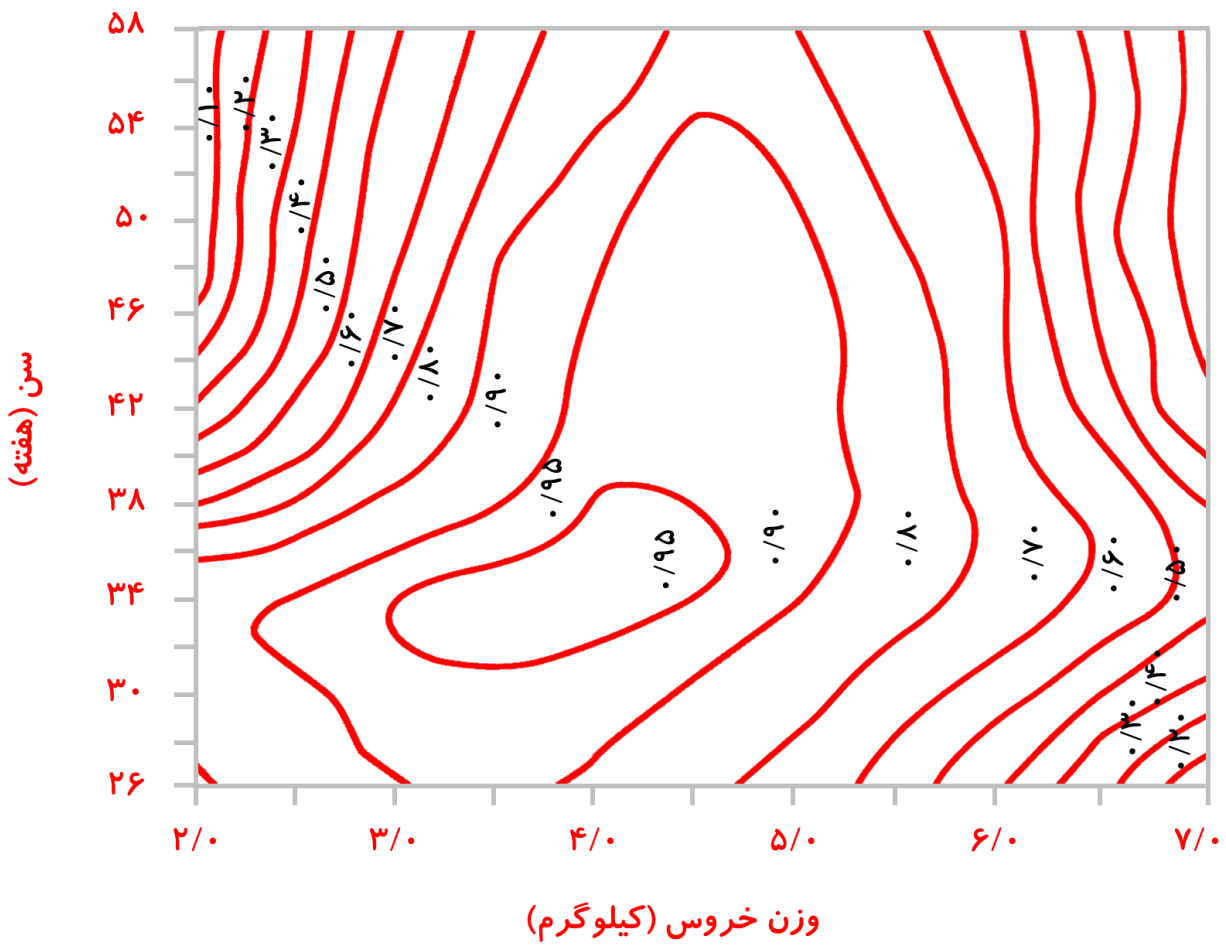
مک‌دانیل[2] (۱۹۸۶) اولین نفری بود که به امکان تغذیه جداگانه نرها و ماده‌ها پی برد و نتایج آن را به شرح ذیل بیان داشت:

- یکنواختی بهتر نرها و ماده‌ها.
- بهبود کنترل وزن بدن نرها و ماده‌ها.
- فرصت استفاده از خوراک‌های متفاوت برای نرها و ماده‌ها.
- افزایش باروری و جوجه‌درآوری.
- کاهش مصرف خوراک.

همانند مرغ‌های تخم‌گذار، هدف از تغذیه خروس‌های مادر برآورده کردن نیازهای تغذیه‌ای آنها با تعدیل مداوم خوراک تخصیص‌یافته است. احتمالا پیش‌بینی نیاز نرها به دلیل عدم وجود دردسر تولید تخم، ساده‌تر است. بنابراین، برنامه تغذیه‌ای باید دو نیاز پایه یعنی رشد و نگهداری فعالیت‌های بدن را برآورده کند. ضوابط اصلی برنامه‌های تغذیه‌ای نرها زیر نظر گرفتن وزن و شرایط بدن و کنترل اندازه چهارچوب و یکنواختی است.

پژوهشگران دریافته‌اند که بیضه‌ها به پشتیبانی تغذیه‌ای کافی نیاز دارند. محدودیت خوراک اثری منفی بر وزن

---
1. Hocking and Bernard
2. McDaniel



شکل ۱۱–۵: ارتباط بین وزن بدن و باروری در سنین مختلف (هاکینگ و همکاران، ۱۹۹۷)

مطلق بیضه‌ها در خروس‌های مادر دارد. نباید اجازه داد که وزن نرها کاهش پیدا کند، زیرا این امر یک اثر آنی بر اندازه بیضه‌ها و باروری دارد. در عین حال، گوشت‌آوری و چاقی نیز فعالیت جفت‌گیری را کاهش می‌دهند و منجر به کاهش اندازه بیضه‌ها می‌شوند. در یک آزمایش اخیر، ۴۰ درصد خروس‌های تلف‌شده در طول دوره تولید بیضه‌های تحلیل‌رفته داشتند (رابینسن، داده‌های منتشرنشده). اعتقاد بر این است که تقابلات رفتاری نرها با یکدیگر، توانایی برخی از نرها را برای دسترسی به خوراک تحت تاثیر قرار می‌دهد و احتمالا در وقوع تحلیل بیضه‌ها قبل از مرگ در این پرنده‌ها نقش دارد.

در دوره پرورش، استفاده از جیره‌های استاندارد پرورش جوجه مرغ‌ها برای جوجه خروس‌ها امکان‌پذیر است، اما باید از استفاده از جیره‌های آغازین کم‌پروتئین (۱۵ تا ۱۶ درصد) اجتناب شود. دوره ابتدای بلوغ، با افزایش وزن قابل‌انتظار ۱/۲ کیلوگرم طی سن ۲۰ تا ۳۰ هفتگی، حساس‌ترین مرحله در زندگی خروس‌های مادر است؛ از این رو، پایش پیوسته وزن بدن در این دوره ضروری است. بررسی وزن نرها به صورت هر ۴ تا ۵ روز یک‌بار همواره انگاره خوبی است و امکان ارزیابی چگونگی پاسخ پرنده‌ها به خوراک ارائه‌شده را فراهم می‌کند. ماهیچه سینه آخرین ماهیچه‌ای است که به طور کامل توسعه پیدا می‌کند و اولین جایی است که هنگام از دست دادن وزن تحت تاثیر قرار می‌گیرد. بنابراین، احتمالا خروس‌های دارای سینه کاملا

نکته

در دوره تخم‌گذاری خروس‌ها باید در یک مرحله رشد مثبت نگه‌داشته شوند.

گرد خوراک بیش از حد دریافت کرده‌اند. به طور مشابه، احتمالا قابل‌لمس بودن استخوان سینه نرها حاکی از دریافت خوراک ناکافی است. این شرایط می‌تواند صرف-نظر از وزن بدن رخ بدهد و منعکس‌کننده اختلافات در اندازه بدن در زمان بلوغ به دلیل اختلاف در توسعه اندازه بدن در طول دوره پرورش باشد.

نکته

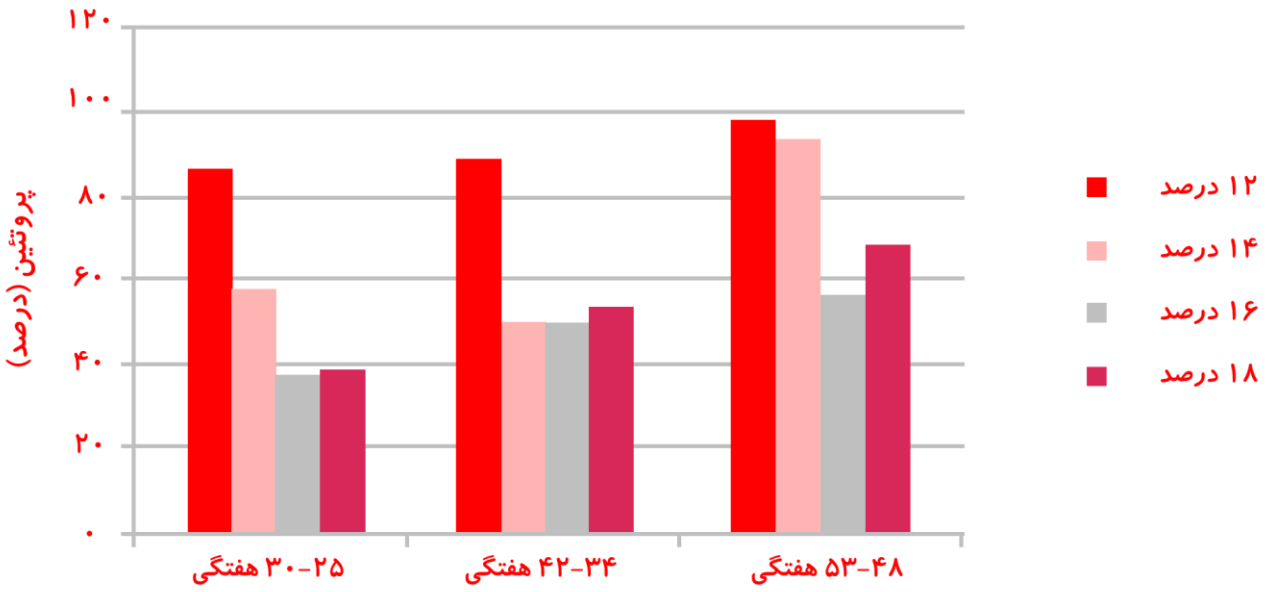
تغذیه جداگانه نرها بسیار موثر است اما معمولا استفاده عملی از آن در مزرعه دشوار است.

تغذیه جداگانه نرها و ماده‌ها باید در دوره پرورش آغاز شود. بریک[1] (۱۹۹۵) نشان داد که نرهایی که جدا از ماده‌ها پرورش می‌یابند (بر اساس منحنی رشد خودشان) وزن کمتری می‌گیرند و باروری آنها در مقایسه با باروری نرهای پرورش‌یافته همراه با ماده‌ها پایدارتر است. او دریافت که در صورت کاهش شدید خوراک، نرها فعالیت خود را متوقف می‌کنند و خیلی زودتر چاق می‌شوند. با افزایش مقدار خوراک ارائه‌شده باروری نیز افزایش پیدا کرد. اصل اساسی تفکیک خوراک نرها و ماده‌ها در دوره تخم‌گذاری جلوگیری از دسترسی نرها به خط خوراک ماده‌ها و فراهم کردن جایگاه خوراک جداگانه برای نرها است. روش معمول جلوگیری از دسترسی نرها به خط دانخوری ماده‌ها قرار دادن یک شبکه فلزی روی خط دانخوری است که دسترسی به آن با دستکاری فاصله بین نرده‌ها کنترل می‌شود. ممکن است دانخوری نرها از نوع بشقابی یا سطلی باشد که ۴۵ سانتی‌متر بالاتر از کف آویزان و از دسترس ماده‌ها خارج می‌شود. یکی از دشوارترین بخش‌های تغذیه جداگانه نرها و ماده‌ها مدیریت تجهیزات است. اغلب نرهای جوان (کوچک) قادرند سر خود را از موانع در نظر گرفته برای جلوگیری از دسترسی آنها عبور دهند و به خوراک تخصیص‌یافته به ماده‌ها دسترسی یابند. غلبه بر این مشکل دشوار است. پرنده‌هایی که ریش و تاج آنها چیده نشده است سخت‌تر می‌توانند به خوراک ماده‌ها دسترسی پیدا کنند. تنها راهکار جایگزین، تاخیر در قرار دادن نرها در سالن است تا زمانی که بزرگ‌تر شوند.

با وجودی که ارائه یک خوراک جداگانه به نرها ضروری نیست، مک‌دانیل (۱۹۸۶) نشان داد که تغذیه جیره‌های کم‌پروتئین منجر به درصد بالاتر نرهای تولیدکننده منی شد (شکل ۱۱-۶). جیره‌های جداگانه نیازهای مواد مغذی نرها را بهتر برآورده می‌کنند. کلسیم موجود در جیره ماده‌ها برای نرها بسیار بالا است و حداقل یک تنش اضافی به کلیه‌ها برای دفع کلسیم مازاد تحمیل می‌کند، اما گاهی می‌تواند مشکلات پا را نیز تشدید کند. تجربه عملی نشان داده است که استفاده از جیره‌ای با ۱۲ درصد پروتئین در تغذیه نرها منجر به افزایش باروری کل و کاهش هزینه خوراک می‌شود. با وجود مزایای شایان‌توجه استفاده از جیره‌های نر، در صورت نیاز به انباشت آنها برای بلندمدت (بیش از ۶ هفته) و یا در صورت هرگونه احتمال ورود آنها به خط دانخوری ماده‌ها بهتر است از این جیره‌ها استفاده نشود.

بریک (۱۹۹۵) اثرات تغذیه خروس‌های مادر را روی باروری و نتاج آنها (جوجه‌های گوشتی تجاری) بررسی کرد. مشخص شد که با تغذیه ناکافی خروس‌ها، نرخ افزایش وزن خود آنها و عملکرد نتاج آنها کاهش یافت. به نظر می‌رسد که نرهای بزرگ‌تر در این شرایط باروری کمتری بروز می‌دهند، این نشان می‌دهد که جوجه‌های یک‌روزه تجاری (نتاج) توسط پرنده‌های کوچک‌تر تولید می‌شوند. مصرف ناکافی خوراک در آغاز تخم‌گذاری یا بعد از ۲۵ هفته تخم‌گذاری باروری را به طور معنی‌داری کاهش داد و منجر به کاهش وزن بدن جوجه‌های گوشتی

[1]. Brake



شکل ۱۱–۶: سطح پروتئین جیره و درصد نرهای تولیدکننده منی (مک‌دانیل، ۱۹۸۶)

در سن ۴۲ روزگی به ترتیب به میزان ۹۷ و ۵۸ گرم شد. اثر بر نتاج تنها زمانی دیده شد که باروری به طور معنی‌داری کاهش یافت. برنامه تغذیه خروس‌ها باید بر اساس وزن بدن آنها جهت برآورده کردن نیاز نگهداری روزانه و حفظ پیوسته رشد آنها انجام شود.

نکات کلیدی

۰۱
نرخ رشد بالای جوجه‌های گوشتی امروزی دارای همبستگی منفی با توانایی تولیدمثل است که پرورش مرغ‌های مادر گوشتی را به سخت‌ترین بخش پرورش طیور تبدیل می‌کند.

۰۲
رشد پرنده‌های مادر باید محدود شود و این کار با محدود کردن مصرف خوراک انجام می‌شود. این بدین معنی است که مدیر واحد بیشتر کنترل‌کننده برنامه خوراک دادن است تا اینکه متخصص تغذیه باشد.

۰۳
تغذیه و مدیریت مرغ‌های مادر را می‌توان به سه مرحله شامل پرورش، ابتدای تخم‌گذاری (قبل از پیک) و انتهای تخم‌گذاری (بعد از پیک) تقسیم کرد. هر مرحله اهداف تغذیه‌ای و مدیریتی خاص خود را دارد.

۰۴
تولید گله‌های یکدست و برخوردار از ترکیب بدن مناسب هدف اولیه مرحله پرورش است. این هدف در مقایسه با مرغ‌های تخم‌گذار تجاری خیلی سخت‌تر به دست می‌آید.

۰۵
وزن‌های بدن هدف و مقادیر پیش‌بینی‌شده مصرف خوراک برای هر سویه منتشر شده است. به طور کلی، به پرنده‌ها اجازه داده می‌شود با سرعت بالا تا سن ۶ هفتگی رشد کنند (برای فراهم شدن امکان توسعه اندام‌ها). رشد از سن ۷ تا ۱۵ هفتگی کنترل و بعد از آن برای تحریک بلوغ جنسی تسریع می‌شود.

۰۶
لازم است پرنده‌ها توزین و به گروه‌های مختلف وزنی تقسیم شوند به طوری که بتوان آنها را جهت برآورده شدن وزن هدف مدیریت کرد.

۰۷
به عنوان یک قانون، هدف باید تولید پرنده‌هایی باشد که کمی سنگین‌تر از استاندارد هستند. چنین پرنده‌هایی تمایل به داشتن عملکرد بهتری دارند. برای آنکه پرنده‌ها به تولید مناسبی (همراه با تداوم) برسند، باید کمی ذخایر چربی بدنی داشته باشند. وزن تنها راهنمای مورد نیاز در پرورش مرغ‌های مادر نیست.

۰۸
حجم خوراک باید متناسب باشد و خوراک باید تا جایی که امکان دارد با سرعت زیاد در سرتاسر سالن توزیع شود تا امکان مصرف خوراک کافی برای همه پرنده‌ها فراهم گردد.

۰۹
احتمالا استفاده از جیره پیش‌تخم‌گذاری غیرضروری است.

۱۰
مرغ‌های مادر در مرحله تخم‌گذاری قادر به مصرف خوراک بیشتر برای غلبه بر کمبودهای تغذیه‌ای نیستند. بنابراین، تخصیص خوراک مناسب به آنها ضروری است.

۱۱
انرژی محرک خوراک تخصیص‌یافته است. مرغ‌های مادر نه تنها سنگین‌تر از مرغ‌های تخم‌گذار تجاری هستند (نیاز

نگهداری بالا)، بلکه تولید تخم آنها نیز پایین‌تر است. از این رو، احتمال اینکه یک جیره تجاری کمبود پروتئین داشته باشد خیلی کم است. برعکس، این جیره‌ها پروتئین و اسید آمینه مازاد فراهم می‌کنند.

۱۲

پیک مصرف خوراک باید قبل از رسیدن پرنده‌ها به تولید ۵۵ تا ۶۰ درصد به دست بیاید. افزایش‌ها باید تدریجی و در قالب افزودن مقادیر کوچک انجام بگیرند به طوری که تخمدان تحریک نشود.

۱۳

بعد از پیک، مدت زمان مصرف خوراک افزایش می‌یابد و ممکن است وزن بدن شروع به بالا رفتن کند. این زمانی است که باید خوراک گله کاهش داده شود. ارائه خوراک اضافی تولید را تحریک نمی‌کند بلکه موجب اضافه‌وزن مرغ‌ها می‌شود.

۱۴

برای جلوگیری از کاهش غیرطبیعی تولید، کم کردن خوراک باید به صورت تدریجی انجام شود.

۱۵

مرغ‌هایی که اضافه‌وزن دارند به صورت نامنظم تخم می‌گذارند و ممکن است تخم‌هایی با پوسته نرم بگذارند. مصرف بیش از حد خوراک می‌تواند باعث تشکیل زیاد فولیکول‌ها شود و احتمال گذاشتن تخم‌های دو و سه‌زرده را افزایش می‌دهد.

۱۶

تراکم انرژی یک مساله دائمی است. جیره‌های کم‌انرژی امکان افزایش حجم و یکنواختی خوراک را فراهم می‌کنند و تنش را کاهش می‌دهند، اما به نظر می‌رسد که پرنده‌ها روی جیره‌های دارای تراکم بالا عملکرد عالی دارند.

۱۷

به طور کلی، در صورت کارکرد مناسب یک سیستم خوراک دادن نباید آن را تغییر داد یا حداقل هرگونه تغییری باید به صورت تدریجی انجام شود.

۱۸

فراهم کردن اسیدهای آمینه ضروری در مرغ‌های مادر حیاتی‌تر از فراهم کردن پروتئین خام است.

۱۹

شرکت‌های بزرگ اصلاح‌نژاد توصیه‌های خود را در هماهنگی با داده‌های به‌دست‌آمده در مجامع علمی کاهش داده‌اند. ژنوتیپ‌های مادر گوشتی امروزی تمایل طبیعی بالایی به تولید بافت‌های لخم دارند و بنابراین در صورت وجود پروتئین خیلی بالا در جیره ممکن است آنها ذخایر چربی بدنی کافی برای تولید طبیعی نداشته باشند.

۲۰

نیاز مواد معدنی مرغ‌های مادر بسیار روشن است. اما باید مقادیر بالایی از ویتامین‌ها در جیره آنها گنجانده شود، این کار اثر سودمندی بر زنده‌مانی جنین و کیفیت جوجه‌های یک‌روزه دارد.

۲۱

تغذیه جداگانه نرها امکان کنترل بهتر وزن بدن را فراهم می‌کند و باروری را بهبود می‌دهد. خوراک نرها باید مقادیر کمی کلسیم و پروتئین داشته باشد.

فصل ۱۲: تغذیه و سلامتی

اثرات متقابل زیادی بین نحوه تغذیه پرنده‌ها و وضعیت سلامتی آنها وجود دارد. با بهبود درک ما از این تعاملات، این مساله بخش مهمی از وظیفه متخصصان تغذیه خواهد شد.

متخصصان تغذیه باید هرچه بیشتر و بیشتر وارد بخش‌های مرتبط با سلامتی طیور شوند. حوزه‌های دارای اهمیت ویژه پاتولوژی تغذیه‌ای، مدیریت سلامتی دستگاه گوارش، تحریک سیستم ایمنی و بیماری‌های متابولیک است. دامپزشکان در تشخیص بیماری‌ها زبردست هستند، اما در صورت عدم پاسخ‌گویی دارو یا واکسن در حل مشکل با محدودیت مواجه می‌شوند. متخصصین تغذیه پذیرفته‌اند که بسیاری از بیماری‌های متابولیک تابعی از رشد سریع (ژنتیک) پرنده‌ها هستند و بنابراین مواجهه با این چالش‌ها به تلاش مشترک متخصصین تغذیه، دامپزشکان و شرکت-های بزرگ اصلاح‌نژاد نیاز دارد.

پاتولوژی شاخه‌ای از علم پزشکی است که علت، منشأ و طبیعت و بیماری‌ها و نیز تغییرات ناشی از بیماری‌ها را بررسی می‌کند. بنابراین، پاتولوژی تغذیه‌ای را می‌توان به صورت مطالعه آسیب‌های ناشی از خوراک و تغذیه مانند کمبودهای ساده خوراک و یا مواد مغذی، بیماری‌های ناشی از مواد مضر موجود در خوراک و بیماری‌های متابولیک ناشی از برهمکنش بین پرنده و خوراک تعریف کرد. بیماری‌های متابولیک در بسیاری از موارد پیچیده هستند و سازوکار ایجاد آنها به طور کامل مشخص نیست.

> **نکته**
> کیفیت تغذیه پرنده‌ها پاتولوژی تغذیه‌ای، سلامتی دستگاه گوارش و سیستم ایمنی را تحت تاثیر قرار می‌دهد و منجر به بیماری‌های متابولیک می‌شود.

کمبود تغذیه‌ای

کمبودهای تغذیه‌ای را می‌توان بر حسب آنکه آیا ناشی از کمبود کل خوراک یا یکی از مواد مغذی ضروری هستند به صورت کمبودهای ساده یا پیچیده در نظر گرفت. به علاوه، می‌توان کمبود را به صورت حاشیه‌ای یا شدید تعریف کرد.

در مورد کمبود حاشیه‌ای، نسبت دادن علائم به یک عامل مشخص بسیار دشوار است. به طور مثال، نرخ رشد، راندمان خوراک و دیگر پارامترهای تولیدی به صورت حاشیه‌ای تحت تاثیر قرار می‌گیرد و اندازه‌گیری آنها دشوار است. در مورد کمبود شدید، علائم خیلی شدیدترند به طوری که تولید متوقف می‌شود و ممکن است توسعه یک بیماری ناشی از کمبود حقیقی یا کمبود تغذیه‌ای پاتولوژیک منجر به تلفات گردد.

هیچ ماده مغذی – ویتامین، ماده معدنی، اسید آمینه – به تنهایی در فیزیولوژی عملکرد بدنی درگیر نیست، بلکه همه فعالیت‌های بدن توسط مجموعه‌ای از مواد مغذی ضروری و غیرضروری انجام می‌گیرد. در پاتولوژی کمبود این احتمال وجود دارد که کمبود تعدادی از مواد مغذی موجب عارضه مشابهی شود. بالعکس، کمبود یک ماده مغذی می‌تواند موجب علائم متعددی شود. جهت تشخیص موثر عامل ایجاد اختلال داشتن تاریخچه کاملی از جیره ارائه‌شده، آب و محیط ضروری است. این اطلاعات در ترکیب با علائم بالینی و ارزیابی **پس از مرگ** جهت یافتن محتمل‌ترین دلیل اختلال استفاده می‌شود.

تشخیص یک کمبود حاشیه‌ای و طولانی‌مدت دشوارتر است و می‌تواند اثرات فاجعه‌باری بر تولید داشته باشد. بیماری-ها (ویروسی، باکتریایی و انگلی) – و نیز شرایط محیطی و مدیریتی – می‌توانند دسترسی به مواد مغذی، نیازهای مواد مغذی، پایداری مواد مغذی و شاید مهم‌تر از همه توانایی پرنده برای مصرف خوراک را تحت تاثیر قرار بدهند.

کمبود آب یا خوراک

متداول‌ترین کمبود ماده مغذی کمبود یا نبود کامل خوراک و یا آب است. اغلب چنین کمبودی نتیجه ضعف مدیریت (نبودن خوراک، دانخوری ناکافی و غیره) در واحد است. معمولا کمبود خوراک منجر به کاهش وزن بدن یا کاهش

تولید تخم‌مرغ در پرنده‌های بالغ و کاهش نرخ رشد در جوجه‌های گوشتی می‌شود. در موارد شدید، امکان بروز علائم ویژه کمبود نیز وجود دارد. در پرنده‌های جوان، کمبود خوراک باعث ایجاد شرایطی موسوم به **از گرسنگی افتادن**[1] می‌شود [در این حالت، ذخایر داخلی آنها (کیسه زرده) به طور کامل خالی می‌شود و از شدت گرسنگی توان غذا خوردن ندارند؛ مترجمین].

کمبود پروتئین و اسید آمینه

اساسا کمبود یک اسید آمینه واحد نوعی از کمبود پروتئین است که موجب کاهش رشد و افزایش متقابل در ذخیره چربی می‌شود. ممکن است یک کاهش تدریجی در اندازه تخم‌مرغ و تولید مشاهده شود. شدت علائم به درجه کمبود اسید آمینه بستگی دارد. بسیار مهم اینکه کمبود پروتئین یا اسید آمینه موجب کاهش مصرف خوراک می‌شود. در بین اسیدهای آمینه لیزین نقش مهمی در رشد ایفا می‌کند و همراه با متیونین دو اسید آمینه محدودکننده اول هستند. همچنین لیزین یک جزء بنیادی ملاتونین است و کمبود آن منجر به انحراف در رنگ پرها می‌شود. کمبود هم‌زمان لوسین و ایزولوسین با فنیل‌آلانین موجب تغییر شکل زبان می‌شود. سیستین در تولید پرها نقش دارد و کمبود آن باعث عقب افتادن یا کندی رشد پر می‌شود.

کمبود انرژی

پرنده‌ها انرژی را برای همه واکنش شیمیایی جاری بدن خود نیاز دارند و در صورت ناکافی بودن مصرف انرژی نرخ رشد آنها بلافاصله کاهش می‌یابد. بحث کامل‌تر محرومیت از انرژی در فصل ۳ آمده است.

کمبود فسفر

کمبود فسفر متداول نیست. مرغ‌های تخم‌گذار در شرایط متعارف به مقدار بسیار کمی مکمل فسفر نیاز دارند. اما در شرایط تنش گرمایی کمبود فسفر جیره موجب افزایش تلفات و افت تولید می‌شود. اگر هیچ فسفر معدنی به جیره جوجه‌های گوشتی اضافه نشود (مثلا اگر ماده دیگری به اشتباه به جای منبع فسفر استفاده شود)، پرنده‌ها بی‌اشتها خواهند شد و متعاقبا رشد ضعیف و عملکرد پایینی بروز خواهند داد. کمبود حاشیه‌ای فسفر باعث ضعیف شدن استخوان‌ها و ریکتز می‌شود.

کمبود کلسیم

کمبود کلسیم در صورت حذف آن از جیره رخ می‌دهد و نیز ممکن است توسط سایر عوامل القا شود. بین کلسیم، فسفر، آنزیم فیتاز و ویتامین D_3 اثرات متقابل وجود دارد. این تقابل بسیار پیچیده با جزئیات در فصل‌های ۶ و ۱۴ مورد بحث قرار گرفته است.

کمبود سدیم

احتمالا کمبود حاشیه‌ای نمک (سدیم) متداول‌تر از آن چیزی است که می‌دانیم. چنین کمبودی باعث نوک زدن به پرها، کاهش مصرف آب و خوراک و عملکرد پایین می‌شود. کمبود حاد سدیم شرایط بسیار دهشتناک‌تری است و علائم زیر را در پی دارد:

- پنجه کشیدن دیوانه‌وار روی خوراک – مثل اینکه پرنده دنبال چیزی می‌گردد.
- آشفتگی شدید.
- یک حالت اضطراب همراه با سروصدای ترسناک و عجیب‌وغریب – شبیه گریه بچه.
- کانیبالیسم شدید – تلفات فراگیر خواهد شد.

بیماری‌ها و کمبودهای تغذیه‌ای

دامنه‌ای از پاتوژن‌ها وجود دارد که می‌توانند موجب

[1]. Starve out

کمبودهای تغذیه‌ای شوند.

عارضه فلاشینگ

فلاشینگ[1] اصطلاحی است که برای توصیف تولید بیش از حد فضولات در طیور به کار می‌رود. در شرایط متعارف، فضولات شامل یک توده قهوه‌ای‌رنگ و یک جزء معمولا مایع سفیدرنگ یعنی اورات کلسیم (اسید اوریک) هستند. به طور کلی، ترکیب مدفوع به کیفیت و کمیت جیره مصرفی بستگی دارد. در پرنده‌های مبتلا به عارضه فلاشینگ، فضولات مایع هستند و به دفعات بیشتری دفع می‌شوند. در شرایط عادی، مدفوع حاوی ۴۰ تا ۶۰ درصد آب است و سکوم‌ها ۲ تا ۳ بار در روز به طور کامل تخلیه می‌شوند (جوجه‌های گوشتی). لازم به ذکر است که سه عامل داخلی منجر به عارضه فلاشینگ می‌شود:

- *دیورز*[2] *(دفع بیش از حد ادرار)* با وجود اسید اوریک به شکل یک مایع شفاف یا سفیدرنگ در مواد دفعی توصیف می‌شود. دیورز سازوکار طبیعی پرنده‌ها برای دفع الکترولیت‌ها و نیتروژن مازاد و سموم است. بیشبود برخی از مواد معدنی به ویژه پتاسیم و سدیم منجر به افزایش مصرف آب و آبکی شدن مدفوع می‌گردد. سطوح بسیار بالای پروتئین نیز باعث افزایش مصرف آب می‌شود. هضم اسیدهای چرب اشباع در پرنده‌های جوان پایین است و گنجاندن سطوح خیلی بالای آنها در جیره باعث ایجاد مدفوع چسبناک (**اسهال چرب**[3]) می‌شود.
- *اسهال فیزیولوژیک (دفع مایعات از دستگاه گوارش)* اساسا توسط مواد ضدتغذیه‌ای مانند اسید فیتیک ایجاد می‌شود. بخش عمده آن به شکل موسین است.
- *اسهال داخلی* با مدفوع تیره رقیق و آبکی توصیف می‌شود. به طور طبیعی این حالت نشانه‌ای از آلودگی پرنده با عوامل اسموتیک یا دیگر عوامل است. بسیاری از عوامل عفونی نیز می‌توانند موجب اسهال شوند. اینها شامل اشریشیا کلی و انواع گونه‌های سالمونلا و کامپیلوباکتر[4] است. اما معمولا عامل اصلی پروتوزآهای انگلی به ویژه کوکسیدیوم‌های ایمریا هستند. برخی از ویروس‌ها نیز منجر به انتریت و اسهال می‌شوند.

همه این اختلالات موجب افزایش مقدار رطوبت بستر می‌شوند، به ویژه در شرایط محیطی خنک‌تر (زمستان) که نرخ تهویه ناکافی است. افزایش رطوبت بستر باعث تخمیر و تخمیر به نوبه خود باعث افزایش pH از ۵ به ۸ یا بیشتر می‌شود. در شرایط قلیایی، تجزیه اسید اوریک به آمونیاک اتفاق می‌افتد که موجب کاهش کیفیت هوا و احتمالا افزایش مشکلات تنفسی می‌شود. همچنین بستر مرطوب نخستین عامل اصلی زخم‌های پوستی مانند سوختگی مفصل خرگوشی و التهابات پوستی ایجادشده در ناحیه سینه (زخم‌های سینه) است.

اسهال می‌تواند منجر به کمبودهای تغذیه‌ای شود. اول اینکه در بسیاری از موارد باعث آسیب‌دیدگی دیواره مخاطی دستگاه گوارش و در پی آن کاهش جذب مواد مغذی می‌شود. دوم اینکه احتمال دارد که نرخ عبور از دستگاه گوارش تا حد زیادی افزایش یابد که به نوبه خود منجر به کاهش قابلیت هضم مواد مغذی جیره می‌شود. شاید بهترین راه برای زیر نظر گرفتن مشکلات احتمالی اندازه‌گیری مصرف آب باشد. در صورت افزایش یا کاهش ناگهانی مصرف آب باید بلافاصله دلیل مشکل را مشخص کرد. عوامل متعددی پرنده‌ها را به مشکلات گوارشی مستعد می‌کند که یکی از آنها تنش فیزیکی یا

---

1. Flashing syndrome
2. Diuresis
3. Steatorrhea
4. Campylobacter

فیزیولوژیکی است. چنین تنش‌هایی باعث افزایش حرکات دستگاه گوارش و تغییر در پیامبرهای داخل سلولی دخیل در جذب مواد مغذی و هر دوی اینها منجر به کاهش جذب مواد مغذی می‌شوند. همچنین مشخص شده است که تنش سیستم ایمنی را سرکوب می‌کند.

آلودگی به عوامل عفونی می‌تواند منجر به بروز رفتارهای تغذیه‌ای غیرمعمول در پرنده‌ها شود. اولین علائم ۲۴ ساعت قبل از شروع اسهال به شکل سروصدای وحشت‌زده بروز می‌کند. پرنده‌ها خیلی بی‌حوصله دور از خطوط دانه‌خوری قدم خواهند زد و تمایلی به خوردن ندارند. نباید تصور کرد که این رفتار مربوط به کیفیت پایین خوراک است. موجی از مرگ‌ومیر اتفاق خواهد افتاد و بعد از ۳ روز پرنده‌ها مجددا شروع به خوردن می‌کنند. تغذیه مجدد می‌تواند مشکلات خود را ایجاد کند. ممکن است پرنده‌ها از کمبود فسفر خون رنج ببرند [در پی محرومیت از خوراک منابع فسفات پرنده تا حد زیادی خالی می‌شود، اما با مصرف دوباره خوراک، درون‌ریزی گلوکز برای تولید ATP در کبد و بافت ماهیچه‌ای باعث افت ناگهانی منابع فسفات خون در سطوح کشنده می‌شود؛ مترجمین] و جمعیت میکروبی دستگاه گوارش دستخوش تغییرات نامطلوب شود.

به طور کلی، قابلیت دسترسی آن دسته از مواد مغذی خوراک که هضم پایین‌تری دارند برای پرنده کمتر است و چنین موادی به احتمال بیشتری در دسترس جمعیت میکروبی ناسازگار دستگاه گوارش و پاتوژن‌ها قرار می‌گیرند. قابلیت هضم پایین می‌تواند در اثر ۱) مهارکننده‌های آنزیمی (مانند مهارکننده تریپسین)، ۲) پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای موجود در دانه‌های غلات، ۳) پروتئین بیش از حد پخته‌شده و ۴) منابع بی‌کیفیت پروتئین (مانند پودر پر) ایجاد شود. برخی از عوامل تغذیه‌ای مانند فیبر، چربی و بافت خوراک می‌توانند بر حرکات دستگاه گوارش تاثیر داشته باشند. به طور کلی، نرخ عبور خوراک با افزایش میزان فیبر افزایش و با افزایش سطح چربی کاهش می‌یابد. اما هر دوی این اجزاء برای حرکات طبیعی دستگاه گوارش مورد نیاز هستند. حرکات طبیعی دستگاه گوارش برای هضم مناسب خوراک، جذب مواد مغذی و حفظ محیط سالم دستگاه گوارش ضروری است.

عارضه سوءجذب[1]

این عارضه عامل افت یا وقفه در رشد است و با نام **عارضه کاهش و توقف رشد**[2] شناخته می‌شود. از علائم برجسته پرنده‌های مبتلا به این عارضه اسهال نارنجی‌رنگ است. همچنین پرها ژولیده و به سمت بالا می‌روند، حالتی که تحت عنوان **جوجه هلیکوپتری** شناخته می‌شود. در همه موارد، عارضه سوءجذب حاصل مشکلاتی در دستگاه گوارش است که در پیوند با عوامل عفونی ایجاد و منجر به بهره‌وری کمتر از مواد مغذی هضم‌شده می‌گردند.

بیماری می‌تواند اولین بار در هفته دوم همراه با اسهال شدید و کاهش رشد و مرگ‌ومیر بروز کند و ممکن است تلفات ناشی از آن به بیش از ۵ درصد برسد. این شرایط یک هفته ادامه پیدا می‌کند و با یک سری علائم بالینی و بیوشیمیایی همراه می‌شود. انتریت مشاهده خواهد شد که با محتویات مایع دارای رنگ متغیر از قهوه‌ای، نارنجی تا زرد توصیف می‌شود. مخاط رنگ‌پریده می‌شود و ممکن است اندازه کیسه صفرا تا ۵ برابر افزایش یابد. دیواره پیش‌معده ضخیم می‌شود و پاپیل‌ها ظاهری ساییده و متورم به خود می‌گیرند. سنگدان تحلیل می‌رود و این حالت با زخم شدن و هیپرکراتوز[3] همراه است. پانکراس تحلیل می‌رود و فیبروزه می‌شود. پرها نرم، ژولیده و

---

1. Malabsorption syndrome
2. Runting and stunting syndrome
3. Hyperkeratosis

شکننده می‌شوند و رنگیزگی در جوجه‌های زرد ناکافی خواهد بود. نرخ رشد بیش از ۵۰ درصد کاهش می‌یابد و جوجه‌های مبتلا دچار کوتولگی می‌شوند. از نظر بیو-شیمیایی، کاهش سطوح کبدی و پلاسمایی ویتامین‌های محلول در چربی (A، D و E) قابل‌توجه است. به طور عمومی پذیرفته شده که این عارضه عفونی است، زیرا امکان بازتولید آن از طریق نیوشاندن[1] محتویات روده وجود دارد. به نظر می‌رسد که عامل عفونت یک ویروس باشد. انواع مختلفی از ویروس‌ها شامل رئوویروس‌ها[2]، آدنوویروس‌ها[3]، کورنوویروس‌ها[4] و کلسی‌ویروس‌ها[5] ارزیابی شده‌اند و مشخص گردیده است که هر یک از آنها یک یا برخی از علائم عارضه سوءجذب را ایجاد می‌کند. در حقیقت، احتمالا انواع مختلفی از ویروس‌ها هم‌زمان با یک یا تعداد بیشتری باکتری (اشریشیا کلی و کامپیلوباکتر ژژونی[6]) در ایجاد این بیماری دخالت دارند. در حال حاضر نقش دقیق این عوامل مشخص نشده است.

این عارضه را می‌توان از راه‌های زیر کنترل نمود:

- *ضدعفونی کردن محیط*: به نظر می‌رسد که ضدعفونی کردن توسط شست‌وشو یا گاز فرمالین و به دنبال آن دوره استراحت کافی (۱۵ تا ۲۰ روز) ابزاری ضروری برای حفاظت در برابر این بیماری باشد.
- *درمان پرنده‌ها*: خیلی اوقات تجویز ویتامین‌های محلول در چربی A، D و E و ویتامین‌های محلول در آب (B کمپلکس) برای کاهش اثرات این بیماری و جلوگیری از بیماری‌های ثانویه توصیه می‌شود.
- *واکسیناسیون*: به نظر می‌رسد که تجویز یک رئو-ویروس غیرفعال‌شده در جوجه‌های گوشتی یک‌روزه نتایج رضایت‌بخشی ایجاد می‌کند. واکسیناسیون مرغ‌های مادر گوشتی نیز با موفقیت اجرا شده است که نشان می‌دهد عفونت نه تنها به صورت افقی بلکه به صورت عمودی نیز انتقال پیدا می‌کند.

نکته

التهاب نکروتیک روده تحت‌بالینی با هضم و عملکرد ضعیف شناخته می‌شود و تشخیص آن دشوار است.

التهاب نکروتیک روده

التهاب نکروتیک روده[7] یکی از عوارض مهم گوارشی در جوجه‌های گوشتی است که منجر به سوءجذب و کمبود مواد مغذی می‌شود. این بیماری یکی از مهم‌ترین بیماری‌های در حال ظهور تهدیدکننده صنعت طیور در سرتاسر دنیا است. این عارضه خود را به شکل یک افزایش ناگهانی در تلفات نشان می‌دهد – احتمالا ۱ درصد در روز – وقتی که پرنده‌ها در سن ۲ تا ۶ هفتگی هستند. در صورت عدم درمان می‌تواند ۱ تا ۲ هفته ادامه پیدا کند. شکل تحت‌بالینی بیماری متداول‌تر شده است که به صورت هضم ضعیف، افت افزایش وزن و افزایش ضریب تبدیل خوراک، اما بدون هیچ اثر آشکاری روی مرگ‌ومیر توصیف می‌شود: علائمی که مخصوص این بیماری نیستند. وقتی که احتمال بروز التهاب نکروتیک روده داده می‌شود، باید لاشه پرنده را باز کرد و مورد بررسی قرار داد. مهر تایید بیماری وجود آسیب‌های نکروتیک معمول در مجرای روده است. در اغلب موارد کوکسیدیوز نیز وجود دارد. پرنده‌های مرده دهیدراته به نظر می‌رسند و به نظر می‌آید که به سرعت از داخل دچار گندیدگی می‌شوند.

---

1. Inoculation
2. Reoviruses
3. Adenoviruses
4. Coronaviruses
5. Caliciviruses
6. *Campylobacter jejuni*
7. Necrotic enteritis

وقتی که پرنده‌های مرده باز می‌شوند، در ابتدا به نظر می‌رسد که مبتلا به کوکسیدیوز هستند، به خاطر اینکه آسیب‌های نکروتیک مشاهده خواهد شد. به علاوه، روده‌ها به دلیل تجمع گاز پف می‌کنند، نازک می‌شوند و حاوی یک مایع قهوه‌ای‌رنگ بدبو هستند. ممکن است در آغاز بیماری، روده‌ها زخم باشند یا لکه‌های زرد کمرنگ روی سطح آنها وجود داشته باشد. با گسترش بیماری، سطح درونی روده‌ها حاوی چیزی شبیه یک غشای قهوه‌ای مایل به زرد تا زرد خواهد بود که اغلب گفته می‌شود شبیه **حوله ترکی** است.

التهاب نکروتیک روده یک بیماری عفونی و واگیردار است که توسط یک باکتری بی‌هوازی تولیدکننده اسپور به نام کلستریدیوم پرفرژنس[1] ایجاد می‌شود. اسپورها این امکان را برای باکتری فراهم می‌کنند که سال‌ها در شرایط نامطلوب محیطی زنده بماند و بنابراین این باکتری‌ها گستردگی زیادی در محیط دارند، اما اقدامات امنیت-زیستی عمومی در مزرعه می‌تواند به کاهش خطر التهاب نکروتیک روده کمک کند. دومین ویژگی مهم این باکتری‌ها توانایی آنها برای تولید دامنه گسترده‌ای از سموم است که پتانسیل ایجاد بیماری را دارند. کلستر-یدیوم پرفرژنس را می‌توان در تعداد کم درون مجرای روده هر پرنده سالمی یافت. تنها برخی از سویه‌های باکتری پاتوژن هستند. در برخی از شرایط آنها با سرعت زیادی تکثیر می‌شوند و شرایط بیماری فراهم می‌شود. این شرایط دربرگیرنده عوامل تغذیه‌ای و مدیریتی است. احتمالا جیره‌های حاوی پروتئین بالا (به ویژه پروتئین‌هایی که منشأ حیوانی دارند) و جیره‌های بر پایه گندم (حاوی مقدار زیادی پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای) مهم‌ترین عوامل تغذیه‌ای هستند، اما درگیری شدید کوکسیدیوز نیز به همین اندازه تاثیرگذار است. اندازه غیریکنواخت ذرات خوراک نیز احتمال وقوع التهاب نکروتیک روده را افزایش می‌دهد.

التهاب نکروتیک روده تا قبل از ممنوعیت استفاده از آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد در خوراک طیور در اروپا مشکل مهمی نبود و به نظر می‌رسد که در آمریکا استفاده از سیستم‌های بستر عمیق[2] (بسترهایی که در پایان دوره تخلیه نمی‌شوند بلکه پس از ضدعفونی شدن، یک لایه نازک بستر جدید روی آنها ریخته می شود و مجددا مورد استفاده قرار می‌گیرند) باعث القای آن می‌شوند. راهکار-های درمانی متعددی شامل پروبیوتیک‌ها، فیتوژن‌ها، نمک‌های بیسموت و آنزیم علیه التهاب نکروتیک روده ارزیابی شده است. دوکاتل و فن‌ایمرشیل[3] (۲۰۱۰) دریافته‌اند که به غیر از آنتی‌بیوتیک‌ها (فعال علیه کلستر-یدیوم پرفرژنس)، معدود ترکیباتی وجود دارد که اضافه کردن آنها به آب آشامیدنی در غلظت‌های درمانی می‌تواند از توسعه کامل آسیب‌های نکروتیک در روده جلوگیری کند. اضافه کردن ترکیبات ضدکوکسیدیوز، به ویژه یونو-فرها[4]، به طور خارق‌العاده‌ای در جلوگیری از آسیب‌های کوکسیدیوز کمک‌کننده است. از چشم‌انداز خوراک و تغذیه، اجتناب از تغییرات شدید در خوراک و به حداقل رساندن استفاده از پودر ماهی، گندم، جو یا چاودار در جیره نیز می‌تواند در جلوگیری از التهاب نکروتیک روده چاره‌ساز باشد.

کوکسیدیوز

کوکسیدیوز یک اختلال گوارشی است که توسط پروتوز-آهای (انگل‌های تک‌سلولی) گونه‌های ایمریا القا می‌شود. ایمریاها که در دیواره روده زندگی می‌کنند متعلق به ۹

1. *Clostridium perfringens*
2. Deep litter systems
3. Ducatelle and van Immerseel
4. Ionophores

گونه مختلف هستند که هر یک از آنها بسته به محل ترجیحی استقرار آن در روده علائم متفاوتی ایجاد می‌کند. علائم کلی شامل مدفوع خون‌آلود (تنها در مورد ایمریا تنلا[1])، تلفات بالا، بی‌حالی عمومی و افت مصرف خوراک است. تشخیص سویه عامل ایجاد اختلال دشوار است و نیاز به کمک گرفتن از یک متخصص دارد. کنترل آن با استفاده از داروها (فصل ۱۳ را مشاهده کنید) یا واکسیناسیون انجام می‌شود.

مسمومیت

سموم جذب‌شده توسط بدن تا زمان اشباع شدن مکان‌های ذخیره سم در بدن انباشته می‌شوند. پس از اشباع شدن مکان‌های ذخیره، سطح سموم در خون به سرعت افزایش می‌یابد و باعث بروز علائم مسمومیت می‌شود. بنابراین، مسمومیت به مرحله‌ای اطلاق می‌شود که تولید کاهش می‌یابد. گستردگی و شدت علائم مشاهده‌شده تابعی از مصرف قبلی و طول مدت مصرف سطوح بالای سم است. بحث کامل مسمومیت مواد معدنی در فصل ۶ ارائه شده است. بسیاری از پروتئین‌های گیاهی حاوی سمومی هستند که یا استفاده از آنها را در جیره حیوانات محدود می‌کند و یا فرآوری بیشتر آنها (اغلب به شکل پختن) را قبل از استفاده ضروری می‌سازد. برای مثال، لگوم‌ها حاوی ماده‌ای با نام مهارکننده تریپسین هستند که از هضم طبیعی پروتئین جلوگیری می‌کند. از سوی دیگر، پنبه‌دانه حاوی گوسیپول است که مصرف سطوح بالای آن می‌تواند سمی باشد. جزئیات بیشتر در این باب در فصل ۱۳ آورده شده است.

فرسایش سنگدان

فرسایش سنگدان در اوایل دهه ۱۹۸۰ از مشکلات بزرگ صنعت جوجه‌های گوشتی بود و با استفاده از پودر ماهی‌های آمریکای جنوبی ارتباط داشت. امروزه وقوع فرسایش سنگدان در جوجه‌های گوشتی متداول نیست. عامل ایجاد فرسایش سنگدان گیزروسین[2] است و پژوهشگران ژاپنی دریافتند که اضافه کردن ۱۲ میلی‌گرم در کیلوگرم ال-گیزروسین به جیره آردی دوره رشد سبب بروز آسیب‌های شدید گردید. از این مطالعه و از آزمایشات مشابه نتیجه‌گیری شد که گیزروسین تنها عامل اصلی مستعد-کننده جوجه‌ها به فرسایش سنگدان است.

شیوع فرسایش سنگدان به کیفیت ماهی مورد استفاده برای تهیه پودر ماهی بستگی دارد. برخی از ماهی‌ها هنگام فساد هیستامین تولید می‌کنند که ممکن است پیش‌ساز (در دستگاه گوارش) تشکیل گیزروسین باشد. شرایط خشک کردن در کارخانه دیگر عامل مهمی است که شیوع فرسایش سنگدان را افزایش می‌دهد. امکان بروز فرسایش سنگدان با فساد و کهنگی ماهی و خشک کردن آن تا ایجاد رنگ سیاه تشدید می‌شود. به نظر می‌رسد که فرآیند گرمایی روی پیش‌ساز گیزروسین اثر دارد و موجب می‌شود که برخی از پروتئین‌ها دناتوره شوند و برای ایجاد یک ترکیب فعال‌تر روی فرسایش سنگدان برهمکنش کنند. با افزایش نمره فرسایش سنگدان (جدول ۱۲-۱) نرخ رشد آسیب می‌بینند. در موارد حاد **استفراغ سیاه**[3] و مرگ دیده می‌شود.

یک آزمون استاندارد برای ارزیابی سطح فرسایش سنگدان در پودر ماهی استفاده می‌شود. جوجه‌های گوشتی

> ■ **نکته**
> فرسایش سنگدان حاصل تغذیه پودر ماهی ناشی از فرآوری ضعیف است اما امکان وقوع آن در سطوح مورد استفاده پودر ماهی کم است.

---
1. *Eimeria tenella*
2. Gizzerosine
3. Black vomit

جدول ۱۲-۱: نمرات مورد استفاده در آزمون فرسایش سنگدان یانسن (۱۹۷۶)

۰ هیچ‌گونه آسیبی به سنگدان وارد نشده است.	۲ هر گونه ساییدگی واضحی که بتوان آن را به پودر ماهی نسبت داد.
۱ سنگدان سالم و آسیب‌های موضعی وجود دارد.	۳ سنگدان به شدت ساییده شده است.

در هفته اول روی جیره آغازین بدون پودر ماهی یا جیره آغازین حاوی یک پودر ماهی محلی (که از قبل مشخص شده که باعث فرسایش سنگدان نمی‌شود) پرورش می‌یابند. در هفته دوم، جوجه‌ها پودر ماهی تحت آزمایش را به صورت مخلوط ۵۰: ۵۰ آن با ذرت غنی از ویتامین دریافت می‌دارند. در سن ۱۴ روزگی، جوجه‌ها کشتار می‌شوند و نمره فرسایش سنگدان بر اساس روش یانسن[1] (۱۹۷۶) مشخص می‌شود. این روش نمره‌دهی متداول‌ترین و عمده‌ترین روش نمره‌بندی و نمره آن از ۰ تا ۳ است. سپس نمره با استفاده از یک فرمول ریاضی محاسبه می‌شود. پودر ماهی‌های دارای نمره بالای ۱۰۰ کیفیت پایینی دارند و اغلب مرغداران از استفاده از پودر ماهی دارای نمره بالاتر از ۸۰ (۰/۸) در خوراک طیور خودداری می‌کنند.

کیفیت جوجه نقش مهمی در دستیابی به نتایج یکنواخت ایفا می‌کند. جوجه‌های باکیفیت مصرف خوراک بالایی دارند و بنابراین پودر ماهی بیشتری می‌خورند و در نتیجه فرسایش شدیدتری در آنها توسعه می‌یابد. آسیاب کردن خیلی ریز پودر ذرت اثری قطعی روی اپیتلیوم سنگدان و به‌خودی‌خود روی آزمایش خواهد داشت. ذرت خیلی ریز به اپیتلیوم یک ظاهر بسیار ضخیم و زمخت می‌دهد. همچنین اپیتلیوم خیلی ترد می‌شود و به آسانی می‌شکند. استفاده از ذرت درشت باعث انتخاب خوراک و کاهش مصرف پودر ماهی و در نتیجه نمره فرسایش کمتر می‌شود.

اگرچه در عمل ۹۰ درصد آزمایشات فرسایش سنگدان روی پودرهای ماهی انجام شده است، دیگر منابع پروتئینی مانند سویا، آفتابگردان و کنجاله پنبه‌دانه نیز ارزیابی شده‌اند. همه آنها فرسایشاتی مشابه با پودر ماهی ایجاد می‌کنند، اما به علاوه، بعضی از محموله‌های کنجاله سویا فرسایشات متفاوتی را باعث می‌شوند. اغلب این آسیب‌ها در قسمت‌های خلفی سنگدان به وجود می‌آیند، در حالی که فرسایشات ناشی از پودر ماهی در قسمت قدامی یا انتهای به سمت پیش‌معده سنگدان ایجاد می‌شوند. ارتباط بین وزن جوجه، درصد سنگدان و نمره فرسایش سنگدان ناشی از پودر ماهی دارای کیفیت پایین در جدول ۱۲-۲ نشان داده شده است. خوراک کپک‌زده، حشره‌کش فنتیون[2]، کمبود ویتامین K و مس در کاهش رشد و افزایش زمختی دیواره سنگدان متهم شمرده شده‌اند.

> ■ **نکته**
> عدم وجود کپک روی مواد خوراکی به معنی این نیست که مایکوتوکسینی در این مواد وجود ندارد.

کپک‌ها و قارچ‌ها

در مواجهه با یک ماده خوراکی کپک‌زده باید مطمئن شد که این کپک‌زدگی چیزی فراتر از یک تغییر شکل بدمنظر نیست و به حیوان مصرف‌کننده آن ماده خوراکی آسیبی وارد نمی‌کند. می‌دانیم که رشد کپک روی مواد خوراکی ۱) الگوی مواد مغذی ماده خوراکی را تغییر می‌دهد و ۲) موجب تشکیل سمومی موسوم به مایکوتوکسین‌ها می‌شود. صدها سم مختلف شناسایی شده است. از منظر تغذیه

[1]. Jansen
[2]. Fenthion

جدول ۱۲–۲: ارتباط بین وزن جوجه‌ها، درصد سنگدان و نمره یانسن (یانسن، ۱۹۷۶)

درصد ماهی حرارت‌دیده	وزن جوجه (گرم)	وزن سنگدان (گرم)	وزن سنگدان (درصد)	نمره
۰	۲۶۴/۳	۱۲/۰۱	۴/۵۴	۱۶/۴
۲۵	۲۴۶/۸	۱۲/۳۹	۵/۰۲	۳۲/۳
۵۰	۲۴۳/۷	۱۲/۸۲	۵/۴۶	۱۰۰/۰
۷۵	۱۹۲/۹	۱۱/۹۰	۶/۱۶	۱۳۸/۹
۱۰۰	۱۷۸/۶	۱۱/۸۵	۶/۶۳	۱۵۱/۶

طیور، تریکوتسن‌ها[1]، آفلاتوکسین‌ها[2]، اوکراتوکسین‌ها[3] و فوزاریوتوکسین‌ها[4] متداول‌ترین‌های سمومی هستند که با آنها مواجهیم و می‌توانند موجب مشکلات متعدد تولیدی در واحد پرورش شوند. باید به خاطر داشته باشیم که مایکوتوکسین‌ها طبق تعریف موادی بسیار سمی هستند که توسط کپک‌ها و قارچ‌ها تولید می‌شوند و شباهت اندکی بین صدها مایکوتوکسین موجود در طبیعت وجود دارد. علائم زیستی دامی که از مسمومیت با مایکوتوکسین رنج می‌برد به مایکوتوکسین ایجادکننده آن بستگی دارد.

مایکوتوکسین‌ها اثرات نامطلوب متعددی بر تولید حیوانات به جا می‌گذارند اما ایجاد مسمومیت حاد آفلاتوکسینی و مرگ ناشی از آن متداول نیست. معمولا علائم مسمومیت با مایکوتوکسین‌ها علائم ویژه‌ای نیستند و به صورت کاهش عملکرد و افزایش حساسیت به بیماری‌ها بروز می‌کنند. سیستم ایمنی اولین جایی است که تحت تاثیر قرار می‌گیرد، به طوری که شکل فعالیت لنفوسیت‌ها و تولید آنتی‌بادی کاهش می‌یابد و فعالیت ماکروفاژی مختل می‌شود. مایکوتوکسین‌ها به طور عمومی کبد و کلیه (هپاتوتوکسین‌ها و نفروتوکسین‌ها[5]) را تحت تاثیر قرار می‌دهند. در نتیجه، آلودگی با این ترکیبات می‌تواند با تاثیر بر فرآیندهای متابولیک حیاتی در حیوان اختلالات متعددی را به جا بگذارد. برخی از اثرات متداول مسمومیت با آفلاتوکسین‌ها در زیر آمده و اطلاعات موشکافانه‌تر در مورد هر رده از سموم بعدا بحث شده است:

- کبد بزرگ و رنگ‌پریده و کلیه‌های متورم.
- آسیب‌های دهانی.
- فعالیت ایمنی مختل‌شده.
- مهار جذب مواد مغذی، به ویژه ویتامین A، ریبوفلاوین، تیامین و ویتامین D.
- کاهش رشد و کاهش تولید تخم‌مرغ.
- کاهش جوجه‌درآوری از طریق افزایش تلفات جنینی.
- آفلاتوکسین یک عامل سرطان‌زا است.

تریکوتسن‌ها

تریکوتسن‌ها گروهی شامل بیش از ۱۰۰ متابولیت قارچی با ساختار پایه یکسان هستند. اگرچه جنس‌های قارچی متعددی قادر به تولید تریکوتسن‌ها هستند اما اغلب آنها از گونه‌های فوزاریوم[6] جدا شده‌اند. از نظر شیمیایی تریکوتسن‌ها به دو گروه شامل ماکروسیکلیک‌ها و غیر-ماکروسیکلیک‌ها[7] تقسیم می‌شوند. سمیت تریکوتسن‌های

1. Trichothecenes
2. Aflatoxins
3. Ochratoxins
4. Fusariotoxins
5. Hepatotoxins and nephrotoxins
6. *Fusarium* species
7. Macrocyclic and non-macrocyclic

ماکروسیکلیک در گونه‌های طیور مطالعه نشده است، اما تریکوتسن‌های غیرماکروسیکلیک (شامل سموم T-2 و HT-2) از آلاینده‌های متداول مواد خوراکی طیور هستند. به نظر می‌رسد که در سطح سلولی مهم‌ترین اثر سمی مایکوتوکسین‌های تریکوتسن از طریق مهار اولیه سنتز پروتئین و به دنبال آن تخریب ثانویه سنتز DNA و RNA باشد. تریکوتسن‌ها به طور فعال سلول‌های دارای سرعت تقسیم بالا مانند سلول‌های پوششی دیواره دستگاه گوارش، سلول‌های پوست و سلول‌های لنفی را تحت تاثیر قرار می‌دهند. اثر سمی تریکوتسن‌ها موجب نکروزه شدن گسترده مخاط دهان و پوست در تماس مستقیم با سم می‌شود، به صورت حاد مجرای گوارش را تحت تاثیر قرار می‌دهد و فعالیت مغز استخوان و سیستم ایمنی را کاهش می‌دهد. آسیب‌های دهانی متداول ناشی از تریکوتسن‌ها در جوجه‌ها عبارت از صفحات زردرنگ تکثیر شونده محدود در لبه نوک، مخاط کام سخت، گوشه زبان و دهان است. شدت آسیب‌ها با طولانی‌تر شدن دوره مصرف و سطح بالاتر سم در جیره افزایش می‌یابد. توقف رشد، پردرآوری غیرطبیعی، تحلیل بورس و کم‌خونی نیز رخ می‌دهد. مرغ‌های تخم‌گذار آسیب‌های دهانی، کاهش مصرف خوراک، تولید تخم‌مرغ و کیفیت پوسته را نشان می‌دهند.

اوکراتوکسین‌ها

اوکراتوکسین‌ها دومین گروهی از مایکوتوکسین‌ها هستند که بعد از کشف آفلاتوکسین‌ها شناسایی شدند. این ترکیبات سمی‌ترین مایکوتوکسین‌ها برای مرغ‌های اهلی هستند. اوکراتوکسین‌ها اولین بار از آسپرژیلوس اوکراسئوس[1] استخراج شدند، اما می‌توانند توسط انواع مختلفی از قارچ‌های آسپرژیلوس و پنی‌سلیوم[2] تولید شوند. اگرچه گروه اوکراتوکسین‌ها شامل هفت ترکیب است، اما تنها اوکراتوکسین A در سطح وسیعی به عنوان آلاینده طبیعی دانه‌های غلات مانند جو، گندم، یولاف، چاودار و ذرت شناخته شده است. اندام هدف اصلی برای اثر سمی اوکراتوکسین‌ها کلیه است. سطوح جیره‌ای ۰/۳ تا ۱۶ میلی‌گرم در کیلوگرم باعث درگیری گله‌های تخم‌گذار و گوشتی می‌شود. در جوجه‌های گوشتی، علائم بالینی اصلی مسمومیت با اوکراتوکسین‌ها رشد ضعیف، کاهش راندمان خوراک و افزایش مصرف آب است. در ارزیابی پس از مرگ، کلیه‌ها متورم، بزرگ و رنگ‌پریده هستند و ممکن است نقرس ثانویه احشایی دیده شود. اثرات اصلی اوکراتوکسین‌ها در مرغ‌های تخم‌گذار شامل کاهش مصرف خوراک، تولید تخم‌مرغ و وزن تخم‌مرغ و افزایش شیوع لکه‌های پوسته و لخته‌های گوشت و خون است.

آفلاتوکسین‌ها

آفلاتوکسین‌ها گروهی از متابولیت‌های هتروسیکلیک تولیدشده توسط آسپرژیلوس‌ها به ویژه آسپرژیلوس فلاووس[3] و آسپرژیلوس پارازیتیکوس[4] هستند. اگرچه ۱۸ آفلاتوکسین مختلف شناسایی شده است، اما انواع B1، B2، G1 و G2 به عنوان آلاینده‌های طبیعی خوراک‌ها و مواد خوراکی شناخته شده‌اند. آفلاتوکسین‌ها اولین بار به عنوان عامل ایجاد **بیماری X بوقلمون** شناسایی شدند، مسمومیتی که در سال ۱۹۶۰ بیش از ۱۰۰ هزار پولت بوقلمون را در انگلستان کشت. آنها از زمان جداسازی و شناسایی یکی از مهم‌ترین نگرانی‌ها بوده‌اند و به عنوان عوامل ایجادکننده سرطان کبد در انسان و موادی با اثرات

1. *Aspergillus ochraceus*
2. *Penicillium*
3. *Aspergillus flavus*
4. *Aspergillus parasiticus*

بالقوه روی سلامتی و تولید دام‌ها مورد توجه قرار گرفته‌اند. اندام هدف برای اثر سمی آفلاتوکسین کبد است. حساسیت گونه‌های طیور به آفلاتوکسین‌ها متفاوت است. جوجه اردک‌ها بیشترین حساسیت و مرغ‌ها بیشترین مقاومت را دارند. اثر منفی آفلاتوکسین بر عملکرد جوجه‌های گوشتی به سطح و زمان مصرف آن وابسته است. در جوجه‌های گوشتی، سطوح سمی آفلاتوکسین موجب کاهش وزن بدن و مصرف خوراک، رنگیزگی ضعیف پوست، تخلیه اندام‌های لنفی مانند تیموس و بورس و آسیب‌های میکروسکوپی و هیستولوژی در کبد می‌شود. کاهش تولید و وزن تخم‌مرغ و افزایش چربی کبد غالب‌ترین نمودهای سمیت آفلاتوکسین در مرغ‌های تخم‌گذار هستند. راهکارهای مختلفی به منظور به حداقل رساندن اثرات منفی آفلاتوکسین در طیور توسعه یافته است. اضافه کردن مواد جاذب (مانند سدیم کلسیم آلومینوسیلیکات آبدار که با نام بنتونیت نیز شاخته شده) به جیره‌های آلوده به آفلاتوکسین اثر منفی این سموم بر عملکرد طیور را کاهش می‌دهد.

فومونیسین‌ها

فومونیسین‌ها[1] آخرین گروه شناسایی‌شده از مایکوتوکسین‌ها هستند. فومونیسین‌ها توسط قارچ فوزاریوم مونیلیفورم[2] تولید می‌شوند. فومونیسین B_1 (FB_1) غالب‌ترین شکل مولکولی است که توسط این قارچ تولید می‌شود. ذرت و خوراک‌های حیوانی بر پایه ذرت تنها فرآورده‌های اصلی هستند که فومونیسین‌ها در آنها کشف شده‌اند. به نظر می‌رسد که سازوکار عمل فومونیسین‌ها تخریب سنتز اسفنگولیپیدها است. با وجودی که FB_1 برای گونه‌های خوک و اسب‌ها بسیار سمی است اما اثر سمی بسیار کمی برای طیور دارد. پژوهش‌های اخیر نشان داده است که FB_1 خالص در سطوح جیره‌ای تا ۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم اثر نامطلوبی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در حال رشد ندارد.

> ■ **نکته**
>
> مایکوتوکسین‌ها به گرما حساس نیستند.

پتانسیل درمان و پیش‌گیری

قارچ‌ها مواد خوراکی را در یکی از دو مکان اصلی آلوده می‌کنند، یا در محل زراعت جایی که آنها رشد می‌کنند یا در سیلوها و بونکرها جایی که آنها انبار می‌شوند. گونه‌های فوزاریوم متداول‌ترین قارچ‌هایی هستند که در مزارع یافت می‌شوند. با افزایش رطوبت و به تعویق افتادن برداشت تکثیر آنها افزایش پیدا می‌کند. سموم تولیدشده توسط فوزاریوم عبارت از دئوکسی‌نیوالنول (ومیتوکسین)[3]، زیرا-لنون[4] و فومونیسین است. گونه‌های آسپرژیلوس، یعنی قارچ‌های تولیدکننده آفلاتوکسین‌ها، آلاینده اصلی ذرت انباری هستند. در دمای بین ۲۵ تا ۳۲ درجه سانتی‌گراد با افزایش رطوبت به بیش از ۱۵ درصد این قارچ‌ها شروع به رشد می‌کنند. ذخیره ذرت به شکل تر و آسیب دیدن دانه‌های آن احتمال آلودگی‌های قارچی را افزایش خواهد داد.

شدت پاسخ تا حد زیادی به نوع مایکوتوکسین و سطح آلودگی بستگی دارد. مشخص کردن سطح ایمن برای مایکوتوکسین‌ها تقریبا امکان‌پذیر نیست، زیرا چنین سطحی نه تنها تحت تاثیر خود مایکوتوکسین‌ها بلکه عوامل دیگری مانند کفایت مواد مغذی جیره، سن و گونه

---

1. Fumonisins
2. *Fusarium moniliforme*
3. Deoxynivalenol (Vomitoxin)
4. Zearalenone

نکته

دانه‌های شکسته غلات به آلودگی مایکوتوکسینی مستعدترند.

حیوان، محیط و سطح تنش بیماری قرار می‌گیرد. مشخص شده است که ترکیب مایکوتوکسین‌های مختلف بدترین اثرات را دارد. پرداختن به مشکل مایکوتوکسین‌ها به روش‌های چندجانبه نیاز دارد. پس از ایجاد مایکوتوکسین-ها، از بین بردن یا حذف آنها از خوراک به سادگی میسر نخواهد بود و بنابراین باید سعی در جلوگیری از ورود آنها به خوراک داشت:

- از ذرتی که مقدار قابل‌توجهی از دانه‌های آن به فوزار-یوم آلوده است استفاده نکنید.
- از تحویل محموله‌های ذرت حاوی نسبت بالای دانه-های شکسته یا کوچک خودداری کنید یا چنین دانه‌ای را با غربال کردن خارج کنید (جدول ۱۲-۳).
- اسپری کردن یک ضدقارچ (اسید پروپیونیک) روی دانه حاوی رطوبت بالا از توسعه آسپرژیلوس‌ها در سیلو جلوگیری و رشد فوزاریوم‌ها را متوقف می‌کند، اما بر مایکوتوکسین‌هایی که قبلا تولیدشده‌اند اثری ندارد.
- مواد خوراکی خریداری‌شده باید به طور منظم برای مایکوتوکسین‌ها آنالیز شوند. هنگام برداشت نمونه‌ها مطمئن شوید که آنها معرف بار یا محموله دریافتی هستند. در حال حاضر، تعداد زیادی کیت‌های آزما-یشی الایزا[1] برای آنالیز مایکوتوکسین‌ها وجود دارد. این کیت‌ها نسبتا گران نیستند و به تجهیزات آزمایشگاهی دقیق نیاز ندارند. یک برنامه محکم و منظم در اصول بهداشت در مراحل تهیه، توزیع و انتقال خوراک به کاهش تولید مایکوتوکسین‌ها در خوراک کمک خواهد کرد.
- پلت کردن خوراک در ترکیب با اسید پروپیونیک به میزان معنی‌داری آلودگی به کپک را کاهش خواهد داد.
- مدت نگهداری خوراک را در واحد به ویژه در شرایط گرم و مرطوب به حداقل برسانید (جدول ۱۲-۴). این کار اثر قابل‌توجهی بر سطح آفلاتوکسین خواهد داشت. گذشته از داشتن خوراک تازه در مخازن، تحقیقات نشان داده است که در صورت پر نگه داشتن سیستم دانخوری سالن مقداری از خوراک موجود در کف دانخوری‌ها کهنه‌تر از خوراک موجود در مخازن خواهد بود. بررسی‌ها نشان داده است که واحدهای پرورشی که ضعیف‌ترین عملکرد را دارند آنهایی هستند که همواره دانخوری‌ها را پر نگه می‌دارند.

جدول ۱۲-۳: رشد روی دانه‌های انباری شکسته و سالم (درصد کپک‌زدگی)

شرایط دانه	مدت ذخیره (ماه)			
	۰	۱	۲	۷
سالم	۸	۵	۳۰	۳۵
شکسته	۵۵	۶۲	۶۵	۸۳

در زمان تشخیص آلودگی به مایکوتوکسین‌ها یک سری اقدامات قابل‌انجام است:

- سعی کنید دانه را از منبع دیگری تهیه کنید.
- تا حد امکان، از تغذیه دانه‌های آلوده به جوجه‌ها (جوجه‌های گوشتی جوان) و پرنده‌های مادر خودداری کنید.
- افزایش سطح پروتئین جیره به کاهش اثر مایکو-توکسین‌ها کمک می‌کند - اما اثر آنها را از بین نمی-برد. احتمالا اضافه کردن اسید آمینه محدودکننده روش مقرون‌به‌صرفه‌تری است.

[1]. ELIZA

جدول ۱۲–۴: اثرات مدت نگهداری خوراک در مزرعه بر شیوع و شدت آلودگی آفلاتوکسینی

عمر خوراک (روز)	نمونه	آفلاتوکسین (میکروگرم/کیلوگرم)	آفلاتوکسین (درصد مثبت)
۵-۱	۱۳۲	۷/۹	۲۰/۵
۱۰-۶	۶۴	۸/۰	۲۳/۴
۱۵-۱۱	۲۰	۱۰/۷	۳۰/۰
۲۰-۱۶	۶	۲۷/۹	۶۶/۷

- مشخص شده است که جیره‌های حاوی چربی (اسید لینولئیک) بالا باعث ضریب تبدیل خوراک بهتر و مرگ‌ومیر کمتری در جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره‌های آلوده به آفلاتوکسین می‌شوند.
- نشان داده شده است که استفاده از آنتی‌اکسیدان‌ها و ویتامین E بر اثر آفلاتوکسین غلبه می‌کند.
- افزایش سطوح ویتامین‌ها جهت جبران اثر منفی سموم روی جذب این مواد مغذی به راحتی کارساز نیست. اضافه کردن آنتی‌بیوتیک‌های وسیع‌الطیف مانند کلرتتراسیکلین[1] به کاهش اثر آفلاتوکسین – نه غلبه بر آن – کمک می‌کند.
- تعداد زیادی ماده جاذب غیرمغذی (توکسین بیندر[2]) وجود دارد که می‌توان از آنها استفاده کرد. این ترکیبات با جذب مایکوتوکسین‌ها اثرات نامطلوب آنها را کاهش می‌دهند. استفاده از توکسین بیندرها در دامنه وسیعی از اضافه کردن ساده یونجه به جیره تا استفاده از برخی از انواع سدیم کلسیم آلومینو-سیلیکات آبدار و رس‌های کلوئیدی متغیر است. مشخص شده است که بعضی از مخمرها نیز اثر مشابهی در جذب برخی از سموم قارچی دارند (جدول ۱۲–۵). اختصاصی بودن این محصولات بسیار متفاوت است و انتخاب یک محصول اختصاصی جهت حل یک مشکل خاص نیاز به دقت دارد. جیره‌های اسیدی می‌توانند اثر مایکوتوکسین‌ها را تشدید کنند.

جدول ۱۲–۵: عوامل باندکننده مایکوتوکسین و سایر محصولاتی که گزارش شده تا حدی در جیره‌های مختلف موثر بوده‌اند

عامل باندکننده	سم هدف و گونه حیوان
یونجه	زیرالنون (موش‌های صحرایی، خوک‌ها)، سم T-2 (موش‌های صحرایی)
بنتونیت سدیم	آفلاتوکسین (خوک‌ها)
زئولیت مصنوعی	زیرالنون (موش‌های صحرایی)
زغال فعال	اوکراتوکسین و سم T-2 (موش‌های صحرایی)، آفلاتوکسین (طیور)
کلستیرامین	اوکراتوکسین (موش‌های صحرایی)، زیرالنون (موش‌ها)
کلسیم سدیم آلومینات آبدار	آفلاتوکسین (طیور، بره‌ها، گاوهای شیری)
مخمر و دیواره سلولی مخمر	آفلاتوکسین و سموم فوزاریومی (طیور)
غیرفعال کردن با آنزیم‌ها	آفلاتوکسین و سموم فوزاریومی (طیور)

1. Chlortetracycline
2. Toxin binder

آلودگی کل زنجیره تولید خوراک حیوانات با مایکوتوکسین‌ها محتمل است و مشارکت همه افراد درگیر در این صنعت برای به حداقل رساندن مشکل نیاز خواهد بود. با این حال، هنوز احتمال آلودگی خوراک وجود دارد و این سوال پیش می‌آید که «آیا ارائه یک خوراک آلوده به آفلاتوکسین به حیوان درست است؟». قبل از پاسخ دادن به این سوال موارد زیر را در نظر بگیرید:

- تا حد امکان مشخص کنید که کدام سم در خوراک وجود دارد.
- مشخص شده است که حضور هم‌زمان دو یا تعداد بیشتری مایکوتوکسین مسمومیت را تشدید می‌کند، یعنی امکان دارد که مسمومیت در شرایطی بروز کند که سطوح هر کدام از سم‌ها به تنهایی بی‌خطر به نظر می‌رسد. قرار است این خوراک به چه حیوانی (گونه، سن و وضعیت سلامتی) تخصیص پیدا کند.
- مشخص شده است که سموم اثر چشمگیرتری بر مقاومت در برابر بیماری‌ها دارند تا آنکه نرخ رشد را متاثر کنند. به یاد داشته باشید که به منظور اندازه‌گیری ۱ درصد کاهش در رشد جوجه‌ها ۴۰۰ گروه هرکدام شامل ۱۰ جوجه مورد نیاز است. در شرایط تجاری ۱ درصد کاهش رشد می‌تواند اثر وحشتناکی داشته باشد.
- از روند صحیح نمونه‌برداری و روش آزمایش مطمئن شوید. در بیشتر موارد، خطاهای موجود در آزمایش مایکوتوکسین‌ها را می‌توان به روش نمونه‌برداری و بررسی نمونه نسبت داد. نمونه‌ها باید هر چه سریع‌تر ارزیابی شوند (جدول ۱۲-۴). حداقل مقدار ۵ کیلوگرم (مخلوطی همنهشت از نمونه‌های مختلف) نیاز است.
- خطر مسمومیت با مایکوتوکسین با افزایش زمان مصرف آن توسط پرنده افزایش می‌یابد.
- سعی کنید زمان استفاده از خوراکی را که سوءظن آلودگی آن به مایکوتوکسین وجود دارد به حداقل برسانید.

حداکثر سطوح قابل‌قبول

تعیین **حداکثر سطوح قابل‌قبول**[1] برای مایکوتوکسین‌ها کار ساده‌ای نیست و **حداکثر سطحی که باعث هیچ اثر نامطلوبی نمی‌شود** برای مایکوتوکسین‌های مختلف وجود ندارد. همچنین هیچ آیین‌نامه پذیرفته‌شده بین‌المللی برای حداکثر سطوح مایکوتوکسین‌ها در مواد خوراکی اصلی و خوراک‌های حیوانات موجود نیست. با توجه با کشف آفلاتوکسین‌ها در سال ۱۹۶۱ اطلاعات زیادی در رابطه با آنها وجود دارد. حداکثر سطح قابل‌قبول مایکوتوکسین‌ها توسط تعدادی نهاد نظارتی تعیین می‌شود، اما اطلاعات در مورد **سطوح قابل‌تحمل**[2] مایکوتوکسین‌هایی که به تازگی کشف شده‌اند (مثل فومونیسین) نادر است. مشکل دیگر این است که اثر مایکوتوکسین‌ها تحت تاثیر وضعیت سلامتی، شرایط بهداشتی و به ویژه تراکم گله قرار می‌گیرد. تعیین سطوح قابل‌تحمل در شرایط کنترل‌شده و با استفاده از مایکوتوکسین‌های خالص سطوح قابل‌تحملی به ما خواهد داد که بسیار بالاتر از آنهایی است که در شرایط مزرعه به دست می‌آید. همچنین شواهدی مبنی بر وجود اثرات همکوشی بین مایکوتوکسین‌ها وجود دارد و گزارش شده است که وجود اسید فوزاریک[3] سمیت تریکوتسن‌ها را افزایش می‌دهد. به علاوه، بعید است که در شرایط مزرعه مایکوتوکسینی به صورت جدا از بقیه مایکوتوکسین‌ها وجود داشته باشد. جداسازی یک مایکوتوکسین معین از یک نمونه تنها نشانه‌ای از آلودگی نمونه به آن مایکوتوکسین است، زیرا ممکن است مایکوتوکسین‌های ناشناخته

---
1. Maximum acceptable levels
2. Tolerable levels
3. Fusaric acid

دیگری در نمونه وجود داشته باشند و یا حتی ممکن است مایکوتوکسین‌های پنهان‌شده در نمونه وجود داشته باشد. به این ترتیب، اندازه‌گیری سطوح قابل‌تحمل در شرایط مزرعه نتایج ناهمگنی به دست خواهد داد.

بنابراین، نتیجه‌گیری این است که حداکثر سطوح قابل-تحمل باید در حداقل ممکن خود باشند. اطلاعات زیر در مورد مهم‌ترین مایکوتوکسین‌ها تنها به عنوان یک راهنما قابل‌استفاده است (جدول ۱۲-۶؛ راتکیلیف[1]، ۲۰۰۲). احتمالا این سطوح محافظه‌کارانه به نظر می‌رسند که دلیل آن توجه به امکان توزیع غیریکنواخت مایکوتوکسین‌ها در خوراک، احتمال حضور هم‌زمان سایر مایکوتوکسین‌ها و خطرات آنها برای سلامتی انسان است. بعید است که این سطوح باعث اختلال در عملکرد حیوان شود. اصول زیر توسط هیات دستورات غذایی FAO[2] لحاظ شده است:

- حداکثر سطح قابل‌قبول تنها برای آن دسته از آلاینده‌هایی در نظر گرفته شده است که خطر قابل-توجهی دارند.
- حداکثر سطوح قابل‌قبول باید تا آنجا که از نظر منطقی دست‌یافتنی است پایین باشد. به منظور اجتناب از اختلال بی‌مورد در تولید و تجارت خوراک، حداکثر سطوح قابل‌قبول باید کمی بالاتر از دامنه طبیعی اختلافات مشاهده‌شده در سطوح موجود در خوراک‌ها باشد و نیز کمی بالاتر از مقداری باشد که با روش‌های تکنولوژیکی جاری قابل‌اندازه‌گیری است، البته به شرطی که این سطوح از نظر زیستی سمی نباشد.
- پیشنهادات برای حداکثر سطوح قابل‌قبول در محصو-لات باید بر اساس داده‌های حداقل چند کشور و چند منبع باشد و مناطق و فرآیندهای اصلی تولید آن محصولات را مدنظر قرار بدهد.
- تعیین حداکثر سطوح قابل‌تحمل با استفاده از نمونه-های معرف هر توده انجام بگیرد.
- حداکثر سطوح قابل‌تحمل نباید کمتر از آن چیزی باشد که با آزمایشات رایج کنترل محصول قابل‌اندازه-گیری است، مگر آنکه ملاحظات سلامت عمومی باعث ضرورت حد تشخیص کمتری شود که تنها با روش-های دقیق‌تر قابل‌اندازه‌گیری است.

جدول ۱۲-۶: دستورالعمل‌های مربوط به حداکثر سطوح قابل‌قبول (میلی‌گرم در کیلوگرم) مایکوتوکسین‌ها در جیره طیور (راتکیلیف، ۲۰۰۲)

سم	گونه		
	جوجه گوشتی	مرغ تخم‌گذار	اردک
آفلاتوکسین‌ها (۷،۱۰)	۲۰	۲۰	۲۰
فومونیسین‌ها (۴، ۷، ۱۰، ۱۱)	۵۰	۱۵۰	۵۰
دئوکسی‌نیوالنول (۴، ۷، ۱۰)	۲	۵	۲
زیرالنون (۴، ۷، ۸)	<۸۰۰		
سم T-2 (۴، ۷)	۰/۴	۱	
اوکراتوکسین‌ها (۴)	۰/۵	۰/۵	
دی‌استوکسی‌سیکیرپنول (۴)	۰/۴	۰/۵	
سیترینین (۴)	<۲۵۰		

[1]. Ratcliff
[2]. Alimentarius commission

نکته

تغذیه مناسب برای التیام هر بیماری ضروری است.

تغذیه و سیستم ایمنی

سویه‌های طیور امروزی شدیدا برای افزایش عملکرد و راندمان اصلاح شده‌اند. چنین انتخاب شدیدی موجب دگرگونی کلی سیستم ایمنی این پرندگان شده است. انتخاب برای بهبود کارایی تولید باعث ایجاد اختلافات قابل‌توجهی در پاسخ ایمنی شده است. پرنده‌هایی که جهت بروز پاسخ آنتی‌بادی بالا انتخاب شده‌اند در مقایسه با آنهایی که برای پاسخ آنتی‌بادی پایین انتخاب شده‌اند، وزن بدن بالغ پایین‌تر و تولید تخم‌مرغ کمتری دارند (مارتین[1] و همکاران، ۱۹۹۰).

درک تقابلات بین تغذیه و سیستم ایمنی برای تنظیم تخصیص مواد مغذی و تنظیم جیره جهت بهینه‌سازی کارایی تولید حیاتی است. مشخص شده است که حیواناتی که خوب تغذیه می‌شوند در مقابل عفونت‌های باکتریایی و انگلی مقاوم‌ترند که ممکن است تا حدودی به دلیل یکپارچگی بهتر بافت‌های بدن، تولید آنتی‌بادی بیشتر، بهبود ایمنی در مقابل بیماری‌ها، توانایی سم‌زدایی بالاتر، بازتولید بیشتر خون و عوامل دیگری از این دست باشد. تغذیه مناسب برای بهبود هر بیماری ضروری است. سیستم ایمنی ذاتی به عنوان یک بخش حساس به حضور پاتوژن‌ها در بدن عمل می‌کند. این سیستم با بقیه بدن ارتباط برقرار می‌کند و رشد و نیازهای مواد مغذی را با القای مجموعه‌ای از تغییرات رفتاری، سلولی و متابولیکی تحت تاثیر قرار می‌دهد. پاسخ سیستم ایمنی با آزاد کردن سیتوکین‌ها آغاز می‌شود. این ترکیبات پاسخ‌های سلولی (فاگوسیتی) و هومورال (آنتی‌بادی) را فعال می‌کنند و نیز تولید گرمای بدن را از طریق افزایش نرخ متابولیسم پایه بالا می‌برند. پاسخ اولیه نقش مهمی در هماهنگ کردن پاسخ ایمنی مناسب علیه پاتوژن‌ها (سلولی و هومورال) و همچنین تقسیم مجدد مواد مغذی در میزبان ایفا می‌کند (هامفری[2] و رورا، ۲۰۱۲). مواد مغذی از مسیر فعالیت تولیدی منحرف و به سمت سیستم ایمنی می‌روند. افزایش نرخ متابولیسم پایه نیاز انرژی را افزایش می‌دهد. گلوکز از بافت‌های محیطی تغییر مسیر می‌دهد و به سمت جمعیت‌های سلولی و بافت‌های مسئول ایجاد پاسخ ایمنی (مغز استخوان) می‌آید. در نتیجه رشد بافت‌ها و سنتز پروتئین بدن و به ویژه ماهیچه اسکلتی کاهش می‌یابد.

نکته

مواد مغذی از نقش عملکردی خود به سمت فعالیت سیستم ایمنی تغییر مسیر می‌دهند.

چالش ایمنی سنتز پروتئین را کاهش و تجزیه پروتئین را افزایش می‌دهد، زیرا به دلیل کاهش مصرف خوراک نیاز به نیتروژن برای سنتز پروتئین‌های فاز حاد[3] و دیگر محصولات ایمنولوژیک افزایش می‌یابد. به علاوه، ماهیچه اسکلتی جهت فراهم کردن اسید آمینه مورد نیاز (به ویژه اسید آمینه آروماتیک فنیل‌آلانین) برای سنتز پروتئین‌های فاز حاد تجزیه می‌شود. ظرفیت کبد برای جذب و انتقال اسید آمینه افزایش می‌یابد و در جهت برآورده کردن افزایش نیاز به سوبستراهای ایجادکننده گلوکز (برآورده کردن تامین افزایش نیاز به کربوهیدرات) و سنتز پروتئین‌های فاز حاد به کار گرفته می‌شود. دآمیناسیون اسیدهای آمینه موجب افزایش دفع نیتروژن از راه ادرار می‌شود. همچنین اسیدهای آمینه از مسیر رشد بافت‌های لخم تغییر جهت می‌دهند و به سمت سنتز پروتئین

---

1. Martin
2. Humphrey
3. Acute phase proteins

گلبول‌های سفید، افزایش سنتز سلول‌های ایمنی و افزایش آزادسازی ایمنوسیتوکین‌ها می‌آیند. مشخص شده است که چنین تغییراتی در استفاده از اسیدهای آمینه رشد بافت‌های لخم و در نتیجه نیاز به لیزین، اسیدهای آمینه گوگرددار و آرژنین را کاهش می‌دهد و در عین حال نیاز به ترئونین و تریپتوفان را بالا می‌برد. نتیجه خالص این تغییرات کاهش راندمان تولید و احتمالا لاشه‌های چرب‌تر است.

دستگاه گوارش هدف مناسبی برای تنظیم ایمنی از راه تغذیه است. برخی از سازوکارهای شناخته‌شده در جدول ۱۲-۷ ارائه گردیده است. به علاوه، تغذیه وسعت و شکل پاسخ ایمنی ایجادشده علیه یک پاتوژن را تغییر می‌دهد. در آینده، تامین مواد یا مواد مغذی مناسب از راه جیره به منظور قدرتمندتر کردن بدن جهت ایجاد پاسخ ایمنی موثر اهمیت بیشتری خواهد یافت.

اختلالات متابولیک

اکثر بیماری‌های عفونی را می‌توان کنترل کرد. اما امروزه

> **نکته**
> بیماری‌های غیرعفونی سیستم‌های متابولیک با نام اختلالات متابولیکی شناخته می‌شوند.

مشکل بزرگ‌تر صنعت طیور در سطح جهانی مربوط به بیماری‌های غیرعفونی سیستم‌های متابولیک است که اغلب از آنها با نام اختلالات متابولیک یاد می‌شود. به نظر می‌رسد که این اختلالات پرنده‌های دارای رشد سریع‌تر و تولید تخم‌مرغ بالاتر را بیشتر تحت تاثیر قرار می‌دهند. اختلالاتی مانند آسیت و عارضه مرگ ناگهانی تا حدود ۳۰ درصد از مرگ‌ومیر جوجه‌های گوشتی را شامل می‌شوند. به طور هم‌زمان، اختلالات مختلف اسکلتی نیز می‌توانند تقریبا به همین اندازه ضرر اقتصادی داشته باشند. در برخی از موارد، سازوکارهای دخیل در اختلال فرآیندهای متابولیکی مختلف تشخیص داده شده است، اما مشخص شده که کنترل و پیش‌گیری از اغلب این اختلالات تنها به شرط پذیرش عملکرد پایین‌تر از پتانسیل ژنتیکی امکان‌پذیر است.

جدول ۱۲-۷: سازوکارهای تغذیه‌ای تنظیم ایمنی (برگرفته از هامفری، ۲۰۰۵)

سازوکار	مثال
تنظیم سیگنال گذار در گلبول‌های سفید	اسیدهای چرب بلندزنجیر دارای چند پیوند دوگانه، ویتامین‌های A، D و E
حفاظت در مقابل آسیب‌های ایمنی	آنتی‌اکسیدان‌ها
اثر بر دینامیک روده‌ها	فیبر، پری‌بیوتیک‌ها
کاهش باکتری‌های مضر در دستگاه گوارش	پروبیوتیک‌ها
تحریک رشد باکتری‌های مفید در دستگاه گوارش	پری‌بیوتیک‌ها
تاثیر بر محیط هورمونی	رژیم، گلوکوکورتیکوئیدها
مواد مغذی حیاتی برای پاتوژن‌ها	آهن، بیوتین
سوبستراهای سیستم ایمنی	اسیدهای آمینه، مواد معدنی، آلدهیدها

عارضه مرگ ناگهانی

عارضه مرگ ناگهانی یا فلیپ اورز در دهه گذشته از نظر اقتصادی اهمیت بالایی پیدا کرد. این عارضه بیشتر در جوجه‌های گوشتی رخ می‌دهد و در نرها متداول‌تر است. شیوع آن در اوج رشد یعنی حدود سن ۳ تا ۴ هفتگی به حداکثر می‌رسد و بسته به چگونگی رشد پرنده‌ها ۱/۵ تا ۲/۵ درصد گله را متاثر می‌کند. پرنده‌های مبتلا سالم به نظر می‌رسند، خوب گوشت می‌گیرند و همواره خوراک در دستگاه گوارش خود دارند. مرگ در حدود ۱ الی ۲ دقیقه رخ می‌دهد. پرنده‌های تلف‌شده اغلب اوقات روی پشت می‌افتند. تغییرات کمی در پاتولوژی کلی وجود دارد. ممکن است قلب حاوی لخته‌های خون باشد که احتمالا بعد از مرگ به وجود می‌آیند و بطن‌ها اغلب خالی هستند. معمولا این بیماری با رد احتمال سایر بیماری‌ها تشخیص داده می‌شود. ریه‌ها غالبا متورم هستند، اگرچه معمولا این حالت هنگامی رخ می‌دهد که پرنده‌ها روی پشت خود می‌افتند و با گذر زمان مایعات بر اثر گرانش زمین وارد ناحیه ششی آنها می‌شود. تغییرات خاصی در بافت‌ها و الگوی خون رخ نمی‌دهد که بتوان از آنها به عنوان عامل تشخیص استفاده کرد. امکان وقوع این عارضه توسط رشد سریع بیشتر می‌شود و بنابراین می‌توان با اعمال درجات مختلفی از محدودیت مواد مغذی از وقوع آن جلوگیری کرد. تقابلات روشنی بین هیچ یک از مواد مغذی جیره، مواد خوراکی و یا عوامل محیطی با آغاز یا وقوع عارضه مرگ ناگهانی وجود ندارد.

بهترین روش برای جلوگیری از بروز آن القای یک دوره کاهش رشد ابتدایی از طریق کاهش طول روز، محدودیت فیزیکی خوراک و استفاده از جیره‌های دارای تراکم پایین مواد مغذی است. شرایط اقتصادی تعیین می‌کند که کاهش رشد اولیه تا چه حد پیاده شود. به نظر می‌رسد که پرنده‌ها می‌توانند ۱۰ تا ۱۵ درصد کاهش در وزن ۲۰ روزگی خود را از ۴۲ تا ۴۹ روزگی به طور کامل جبران می‌کنند. لیسون و همکاران (۱۹۹۵) بیان داشتند که جالب است که تعادل الکترولیتی و نقش آن در عارضه مرگ ناگهانی بررسی نشده است. علائم عمومی این عارضه را می‌توان با تزریق الکترولیت‌هایی مانند پتاسیم به قلب القا کرد و کارهای انجام‌شده روی تزریق لاکتات حاکی از برهم خوردن تعادل اسید و باز است. محققین استرالیایی شرایطی مشابهی را در مرغ‌های مادر بالغ گزارش کردند. به نظر می‌رسد که وقوع عارضه مرگ ناگهانی در این پرنده‌ها تحت تاثیر سطح پتاسیم خوراک قرار می‌گیرد و ارائه نمک پتاسیم از راه جیره برای پیش‌گیری از آن توصیه می‌شود. آغاز ناگهانی علائم و مرگ فوری بر تغییرات سریع در برخی از سیستم‌های حیاتی دلالت دارد. به نظر می‌رسد که تعادل اسید- باز (الکترولیتی) محتمل‌ترین کاندیدا باشد. اما روشن نیست که آیا برهم خوردن این تعادل عامل ایجاد-کننده این عارضه است و یا خود نتیجه اختلال در دیگر سازوکارهای مستعدکننده به این عارضه می‌باشد. شواهدی مبنی بر نقش احتمالی ضدکوکسیدیوزهای یونوفر در ایجاد عارضه مرگ ناگهانی وجود دارد. در واقع، وقوع عارضه مرگ ناگهانی حدود ۱۵ تا ۲۰ سال پیش با معرفی این ترکیبات هم‌زمان شد. بر اساس تعریف، یونوفرها تعادل یونی را تحت تاثیر قرار می‌دهند که مهم‌ترین آنها سدیم و پتاسیم هستند. در این مورد نیز بررسی وضعیت پتاسیم قابل‌دسترس جیره سودمند به نظر می‌رسد، نظر به اینکه وضعیت این یون حیاتی با گنجاندن ضدکوکسیدیوز در جیره و توزیع فیزیکی ضدکوکسیدیوز در جیره‌های پلت مرتبط است. از سوی دیگر، عارضه مرگ ناگهانی هنگام استفاده از ضدکوکسیدیوزهای غیریونوفر نیز بروز می‌کند. بنابراین، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که حتی در صورت تایید نقش یونوفرها در وقوع عارضه مرگ ناگهانی، آنها تنها یکی از عوامل ایجادکننده هستند.

نکته

آسیت در ژنوتیپ‌های امروزی متداول است. این عارضه باعث تجمع آب در یک یا تعداد بیشتری از حفرات شکمی می‌شود.

آسیت

آسیت با جمع شدن غیرطبیعی و شدید مایعات در یک یا تعداد بیشتری از فضاهای شکمی توصیف می‌شود و در جوجه‌های گوشتی مایعات تمایل به تجمع پیرامون کبد و حفرات قلب دارند. اصطلاحات غیرفنی مورد استفاده در صنعت طیور شامل **آب‌آوردگی شکم**[1]، **ادم مرغی**[2]، **بیماری خیز جوجه**[3] و **بیماری احتقانی قلب**[4] توصیف شایسته‌ای از ظاهر جوجه‌های مبتلا به آسیت ارائه می‌کنند و منجر به مرگ و معدوم‌سازی لاشه‌ها در کشتارگاه می‌شوند. آسیت تقریبا به طور منحصربه‌فرد در جوجه‌های گوشتی سنگین دارای رشد سریع مشاهده می‌شود و شیوع آن در حدود سن ۴ تا ۶ هفتگی به اوج می‌رسد، هر چند که آسیت در اوایل دوره پرورش و در سن ۳ روزگی نیز دیده شده است. این عارضه توسط آبشاری از وقایع مرتبط با نیاز به فراهمی بالای اکسیژن برای بافت‌ها ایجاد می‌شود. معمولا افزایش نیاز به فراهمی اکسیژن به نرخ کار متابولیکی پرنده مربوط است. تصور بر این بود که این عارضه تنها در ارتفاعات بالا و به دلیل کمبود حاد اکسیژن رخ می‌دهد، اما در سال‌های اخیر وقوع آسیت در جوجه‌های گوشتی جوان نگهداری‌شده در ارتفاعات پایین افزایش یافته است. همچنین مرگ‌ومیر ناشی از آسیت در ماه‌های زمستان بالاتر است. پرنده‌های مبتلا به آسیت علائم زیر را بروز می‌دهند:

- سر رنگ‌پریده و تاج چروکیده.
- باد کردن شکم (تجمع مایع).
- توقف مصرف خوراک.
- پرهای خمیده و ژولیده.
- تنگی‌نفس – سخت نفس کشیدن.
- در موارد شدید سیانوز (آبی شدن) پوست و غشاهای مخاطی.
- پوست ناحیه شکم تیره‌تر از حالت طبیعی است.

اغلب جوجه‌های گوشتی تلف‌شده بر اثر آسیت روی پشت، سینه یا پهلو یافت می‌شوند. قلب – به ویژه سمت راست آن – بزرگ و ماهیچه آن ضخیم می‌شود. هیپوکسی (کمبود اکسیژن) باعث تحمیل کار بیش از حد به قلب و نهایتا منجر به نارسایی قلب و سیستم گردش خون می‌شود. بافت ریه پرنده‌های مبتلا به آسیت پرخون و این افزایش فشارخون ریوی باعث برهم خوردن تعادل گردش خون می‌شود. پایین آمدن کیفیت هوا در اثر آلاینده‌های محیطی باعث ایجاد گره‌های ریوی[5] می‌شود که به نظر می‌رسد عمل ریه‌ها را کاهش می‌دهند. جوجه-های گوشتی در مقایسه با مرغ‌های تخم‌گذار ظرفیت ریوی کمتری به ازای هر واحد وزن بدن دارند و از این رو به افزایش فشارخون ریوی حساس‌تر هستند. تغییر ویژه کبد اتساع قابل‌توجه سینوزوئیدها[6] به علت تجمع خون در آنها است. یکی از آسیب‌های قابل‌توجه کبد، وجود تعداد زیادی هپاتوسیت سیاه‌رنگ است که عموما در مقایسه با کبد پرنده‌های سالم کوچک‌تر و آسیب‌دیده هستند.

عوامل تاثیرگذار بر آسیت عبارتند از:

اثر ژنتیک: جوجه‌های گوشتی حساسیت ویژه‌ای به بیماری-ها دارند. نرها به دلیل نرخ رشد بالاتر و نیاز متابولیک

---

1. Water belly
2. Avian edema
3. Chick edema disease
4. Congestive heart disease
5. Lung nodules
6. Sinusoids

بالاتر به اکسیژن حساس‌تر هستند. به نظر می‌رسد که این حساسیت با ادامه پیشرفت ژنتیکی سویه‌های گوشتی رو به افزایش است. با افزایش نرخ رشد جوجه‌های گوشتی از طریق انتخاب، پرنده‌ها تمایل به داشتن نرخ متابولیسم بالاتر دارند که باعث افزایش نیاز به اکسیژن می‌شود.

ارتفاع: کمبود اکسیژن عامل اصلی است که آسیت را در ارتفاعات بالا تسریع می‌کند. علاوه بر افزایش برون‌ده قلب، کمبود اکسیژن باعث **پلی‌سیتمی**[1] (افزایش تعداد گلبول‌های قرمز در خون) می‌شود که ویسکوزیته خون را تحت تاثیر قرار می‌دهد. شیوع آسیت در زمستان بیشتر از تابستان است که به طور عمده به کاهش سطح تهویه بر- می‌گردد. این شرایط در ارتفاعات بالا بسیار برجسته است که با پایین بودن اکسیژن جو و کاهش شب‌هنگام دما ارتباط دارد.

شرایط محیطی: محدودیت اکسیژن به هر شکلی باعث بروز آسیت می‌شود. کاهش فشار اکسیژن چه توسط عوامل محیطی داخلی و چه خارجی می‌تواند موجب کمبود اکسیژن شود که می‌تواند به نوبه خود باعث تغییرات پاتولوژیک در پرنده گردد. مونواکسید کربن متصاعدشده از بخاری‌هایی که بد می‌سوزند یا مصرف اکسیژن توسط شعله‌های باز می‌تواند باعث آسیب‌های تنفسی شود. آلاینده‌هایی که باعث تحریک و آسیب به ریه‌ها می‌شوند به روشنی از عوامل مستعدکننده ابتلا به آسیت هستند. مهم‌ترین آلودگی‌ها گردوخاک و آمونیاک است. آمونیاک شدیدا به بافت ریه و مجرای تنفسی آسیب می‌زند و سطوح بالای آن می‌تواند اثر قابل‌توجهی روی آسیت داشته باشد. مدیریت بستر و مدیریت آبخوری دو عامل اصلی موثر بر تولید آمونیاک هستند. برقراری تهویه ولو به یک مقدار حداقل ضروری است. افزایش غیرطبیعی تعداد پرنده‌های مبتلا به آسیت و عارضه مرگ ناگهانی مرغدارانی را که از سالن‌های باز استفاده می‌کنند، به ویژه در ارتفاعات بالا، در پرورش جوجه‌های گوشتی با دشواری روبرو کرده است. دمای پایین محیط با افزایش نیاز به اکسیژن شرایط ایجاد آسیت را فراهم می‌کند. استفاده از سالن‌های باز پرنده‌ها را در معرض دمای پایین‌تر شب قرار می‌دهد. مدیران پرورش طیور نشان داده‌اند که می‌توان با اطمینان از گرمایش مناسب سالن‌های پرورش از آسیت جلوگیری کرد. شاید دمای بستر از دمای هوا مهم‌تر باشد. بنابراین، لازم است که پرورش‌دهندگان قبل از رسیدن جوجه‌ها به محل پرورش شروع به گرم کردن سالن‌هایشان کنند. در صورت احتمال بروز آسیت باید به هر شکل ممکن دمای سالن را از طریق مدیریت موثر مطلوب نگه داشت. این مساله به طور ویژه در دو هفته اول زندگی بسیار مهم است، وقتی که جوجه‌ها به طور ویژه در مقابل تنش سرمایی حساس هستند. محیط‌های سرد برای پرنده‌هایی که پردر- آوری آنها کامل نشده و واجد حداقل پوشش عایق هستند تنش‌برانگیزتر است.

وضعیت سلامت عمومی: احتمالا بیماری‌ها و واکسن‌های موثر بر مجرای تنفسی در ایجاد آسیت نقش دارند و باید تحت عنوان بخشی از شرایط خوب پرورش به حداقل برسند.

جیره: آسیت را می‌توان از طریق دستکاری جیره مهار کرد. پرنده‌ها در راستای تامین انرژی مورد نیاز خود برای رشد، کربوهیدرات‌ها و چربی‌های به‌دست‌آمده از جیره را اکسید می‌کنند. اکسیداسیون چربی، پروتئین و کربوهید- رات به ترتیب به ازای مصرف هر لیتر اکسیژن ۱۹/۶، ۱۸/۸ و ۲۱/۱ ژول انرژی تولید می‌کند. این اعداد نشان می‌دهد که کربوهیدرات‌ها از نظر نیاز اکسیژن موثرترین منابع انرژی برای پرنده هستند و بنابراین باید استفاده از چربی (روغن اسیدی یا سویای پرچرب) را در شرایطی که احتمال بروز آسیت وجود دارد به حداقل رساند. انرژی مصرفی جوجه‌های گوشتی را می‌توان به روش‌های مختلفی

[1]. Polycythemia

دستکاری کرد. در یک سیستم تغذیه در حد اشتها، کاهش انرژی خوراک مصرف انرژی را پایین می‌آورد. نتایج مثبتی در مورد مهار رخداد آسیت با جیره آردی در مقایسه با پلت گزارش شده است. اما آخرین چاره محدود کردن دسترسی به خوراک است. مشخص شده است که حداکثر بار کاری و متابولیکی یک جوجه گوشتی (مصرف خوراک به ازای واحد وزن متابولیک به عنوان شاخصی از توانایی پرنده برای متابولیزه کردن خوراک مصرفی) حدود سن ۲ تا ۳ هفتگی است. این بدین معنی است که اختلاف بین ظرفیت فراهم کردن اکسیژن و نیاز واقعی اکسیژن در سن ۲ تا ۳ هفتگی در مقایسه با ادامه دوره بسیار ناچیز است. بنابراین، لازم است که محدودیت خوراک به منظور کاهش درگیری با آسیت در این مرحله متمرکز باشد.

سدیم یا کلرید سدیم گنجانده‌شده در جیره می‌تواند با افزایش فشارخون منجر به اتساع قلب و هیپرتروفی و در نهایت آسیت شود. بنابراین، باید مقدار سدیم خوراک بین ۰/۱۳ تا ۰/۲۲ درصد محدود شود.

باید یک تعادل اقتصادی بین کاهش مرگ‌ومیر ناشی از آسیت و کاهش نرخ رشد گله در نظر گرفت. صرفه اقتصادی تحت تاثیر سن تلف شدن پرنده‌ها بر اثر آسیت قرار می‌گیرد. اما به صورت سرانگشتی، ۱۰ درصد تلفات برابر با ۱۰ درصد کاهش نرخ رشد کل گله است. بنابراین، در عمل ۱۰ درصد کاهش در مرگ‌ومیر باید با کاهش کمتر از ۱۰ درصد افزایش وزن به دست بیاید تا سیستم از نظر اقتصادی مقرون‌به‌صرفه باشد.

عارضه کبد چرب هموراژیک

عارضه کبد چرب هموراژیک[1] تقریبا به طور کامل منحصر به پرنده‌هایی است که در قفس پرورش می‌یابند و جیره‌های حاوی انرژی بالا دریافت می‌نمایند و اغلب در ماه‌های تابستان بروز می‌کند. معمولا کبد بزرگ‌تر از حالت طبیعی، **بتونه‌ای‌رنگ** و بسیار شکننده است. حفره شکمی اغلب حاوی مقدار زیادی چربی روغنی است. پرنده‌های مبتلا تاج رنگ‌پریده دارند. تخمدان معمولا فعال است و احتمالا تنش فیزیکی و متابولیکی ناشی از تخم‌گذاری عامل خونریزی کشنده نهایی باشد. به نظر می‌رسد که عارضه کبد چرب هموراژیک تنها وقتی رخ می‌دهد که پرنده‌ها در تعادل مثبت انرژی باشند. بنابراین، زیر نظر گرفتن وزن گله ابزار مناسبی برای کنترل این عارضه است. با استفاده از شیوه‌های تغذیه اجباری، نشان داده شده است که عارضه کبد چرب هموراژیک بیشتر به وسیله زیاده‌روی در مصرف انرژی ایجاد می‌شود تا آنکه شاخصی از مصرف زیاد هر ماده مغذی مانند چربی یا کربوهیدرات باشد. تلاش‌های زیادی برای پیش‌گیری یا درمان این اختلال از طریق تغییرات جیره انجام شده است. به نظر می‌رسد که جایگزین کردن کربوهیدرات با مکمل چربی بدون افزایش مقدار انرژی جیره روش سودمندی باشد. به احتمال زیاد، این تغییر بدین معنی است که کبد نیاز به سنتز چربی کمتری برای تولید زرده دارد. جایگزینی ذرت با دیگر غلات مانند گندم اغلب سودمند است. گزارش‌های متعددی در رابطه با کاهش عارضه کبد چرب هموراژیک از طریق فرآورده‌های جانبی مختلف مانند پسماند خشک دانه‌های تقطیرشده، پودر ماهی و پودر یونجه وجود دارد. جلوگیری از تعادل مثبت شدید انرژی در پرنده‌های مسن‌تر به بهترین شکل از عارضه کبد چرب هموراژیک پیش‌گیری می‌کند. این کار را می‌توان از طریق زیر نظر گرفتن وزن بدن انجام داد و هنگام بروز مشکل کاهش سطح انرژی جیره عمل درمانی مناسبی خواهد بود. به نظر

> ■ **نکته**
> عارضه کبد چرب هموراژیک هر از چند گاهی به دلیل مصرف بیش از حد انرژی رخ می‌دهد.

[1]. Fatty liver hemorrhagic syndrome

می‌رسد که افزایش سطح سلنیم به ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم و ویتامین E به ۵۰ واحد بین‌المللی در کیلوگرم نیز اثرات سودمندی دارد. لازم به ذکر است که مصرف خوراک یک پرنده توسط نیاز به اولین ماده مغذی محدود-کننده تعیین می‌شود. مصرف انرژی مازاد توسط پرنده می‌تواند نشانه‌ای از این باشد که احتمالا برخی دیگر از مواد مغذی محدودکننده هستند.

عارضه کبد و کلیه چرب

عارضه کبد و کلیه چرب موجب تجمع مقدار زیادی چربی در اطراف کبد و کلیه در پرنده‌های جوان می‌شود. این شرایط اغلب در سن ۲ تا ۴ هفتگی در پرنده‌های دریافت-کننده جیره‌های بر پایه گندم دیده می‌شود. به نظر می‌رسد که مقداری تنش محیطی برای ایجاد این اختلال ضروری است. شروع علائم به سرعت رخ می‌دهد، به این شکل که پرنده‌های ظاهرا سالم خواب‌آلوده و کسل می‌شوند و حال جابجا شدن ندارند. ممکن است پرنده‌ها قبل از مرگ روی شکم و سینه خود بخوابند و گردن خود را دراز کنند. مرگ‌ومیر می‌تواند به ۵ تا ۲۰ درصد برسد. بررسی‌های پاتولوژیک حاکی از کبد و کلیه بزرگ‌شده و رنگ‌پریده است و هر دوی آنها مقدار زیادی چربی دارند. اغلب این چربی از اسیدهای چرب دارای یک پیوند دوگانه تشکیل شده است و معمولا مقدار زیادی اسید پالمیتولئیک به جای اسید استئاریک در آن وجود دارد. رنگ‌آمیزی کبد حاکی از خالی شدن ذخایر گلیکوژن است. توقف گلوکونئوژنز کبدی به دلیل سطوح ناکافی آنزیم کلیدی وابسته به بیوتین یعنی پیروات کربوکسیلاز منجر به کاهش قند خون می‌شود. تنش از عوامل مهم تاثیرگذار بر شدت عارضه کبد و کلیه چرب است و در شرایط آزمایشی آغاز این عارضه با تغییر ناگهانی دما القا می‌شود. احتمال دارد که تنش با افزایش سطح اپی‌نفرین موجب کاتابولیسم اندک ذخایر گلیکوژن شود. اطمینان از سطوح قابل‌دسترس کافی بیوتین در جیره و تفریخ جوجه‌ها از تخم‌های حاوی بیوتین کافی از این اختلال جلوگیری می‌کند. هم جوجه‌های گوشتی و هم مرغ‌های مادر باید جیره حاوی حداقل ۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم بیوتین قابل‌دسترس را دریافت کنند. این سطح از مکمل بیوتین ذخایر کافی آن را تضمین می‌کند، حتی وقتی که جیره‌های حاوی پروتئین پایین استفاده می‌شود یا وقتی که داروهای سولفانامیدی برای درمان دیگر عفونت‌ها به کار می‌روند [استفاده از داروهای سولفانامیدی منجر به کاهش تولید بیوتین توسط باکتری های روده می‌شود؛ مترجمین].

نقرس و سنگ کلیه

اغلب کارکرد غیرطبیعی کلیه موجب نقرس احشایی یا مفصلی[1] یا سنگ کلیه[2] می‌شود. در همه این موارد افزایش بار مواد به کلیه در نهایت منجر به رسوب ترکیبات نامحلول در خود کلیه و دیگر نواحی بدن می‌شود. نقرس حالتی است که در آن اسید اوریک بالای پلاسما منجر به رسوب مونوسدیم اورات در مایع مفصلی یا غلاف تاندون مفاصل مختلف به ویژه مفصل خرگوشی یا روی سطح اندام‌های احشایی می‌شود. به نظر می‌رسد که نقرس یک پایه ژنتیکی داشته باشد، اگرچه شکل‌های مفصلی و احشایی آن به ندرت با یکدیگر دیده می‌شود. نقرس مفصلی اغلب در پرنده‌هایی دیده می‌شود که سطوح زیادی پروتئین دریافت می‌کنند و یا وقتی که تعادل K + Cl: Na کمتر از ۱ باشد. سنگ کلیه اغلب در پرنده‌های لگهورن بروز می‌کنند و توسط مصرف سطوح بالای کلسیم برای یک مدت طولانی قبل از بلوغ جنسی القا می‌شود. شاید سنگ کلیه یکی از مهم‌ترین دلایل مرگ‌ومیر در مرغ‌های

[1]. Articular gout
[2]. Urolithiasis

تخم‌گذار باشد. جالب آنکه با وجود متداول نبودن تغذیه جیره‌های حاوی کلسیم بالا به خروس‌های مادر، این عارضه می‌تواند از عوامل ایجاد مشکلات حرکتی در خروس‌های مسن‌تر باشد.

عارضه پرنده چرب

بروز عارضه پرنده چرب[1] در جوجه‌های گوشتی باعث ایجاد لاشه‌هایی می‌شود که موقع لمس روغنی و لغزنده هستند و اغلب حفرات پر از آبی در نواحی زیر پوست دارند. این اختلال در آب‌وهوای گرم غالب‌تر است و به وسیله عملیات ناخوشایند فرآوری و به ویژه با دمای بالای آب مورد استفاده برای پرکنی و افزایش طول مدت پرکنی تشدید می‌شود. عارضه پرنده چرب در جوجه‌های گوشتی ماده محسوس‌تر است. این عارضه نتیجه استفاده از روغن‌های غیراشباع در جیره نیست و حتی نشانه‌هایی از شیوع بالاتر آن هنگام تغذیه پیه دیده می‌شود. علائم عارضه پرنده چرب به واسطه تغییرات ساختار کلاژن پوست ایجاد می‌شود. لایه‌های مختلف پوست راحت‌تر جدا می‌شوند و روغن یا آب سرد در حفرات مجزا و به ویژه در ناحیه پشت تجمع می‌یابد. پوست پرنده‌های مبتلا از نظر پیوندهای عرضی کلاژن دچار نقصان است که به صورت توسعه نابالغ این پیوند ساختاری مهم مشخص می‌شود. کمبود مس یا بیشبود ویتامین A در جیره می‌تواند بلوغ کلاژن را به طور منفی تحت تاثیر قرار بدهد. اما با توجه به طبیعی بودن عملکرد پرنده‌های مبتلا به عارضه پرنده چرب به نظر نمی‌رسد که عدم تعادل جیره به‌خودی‌خود عامل تاثیرگذار مهمی باشد.

عدم تعادل آب

عدم تعادل آب (رطوبت بستر و دهیدراته شدن) به طور عمده در مرغ‌های تخم‌گذار اتفاق می‌افتد، اگرچه امکان درگیری همه گونه‌ها با آن وجود دارد. نوشیدن زیاد آب به صورت دوره‌ای و به دنبال تنش‌های محیطی مختلف در گله‌های طیور رخ می‌دهد، در حالی که دهیدراته شدن می‌تواند حاصل خرابی مکانیکی سیستم‌های آبرسانی باشد. در اغلب موارد، پرنده‌ها سازوکارهای ورود و خروج آب را به منظور ایجاد تعادل فیزیولوژیکی تغییر می‌دهند، اگرچه این امر گاهی منجر به مشکلات مدیریتی در مزرعه می‌شود. با مکانیزه شدن سیستم‌های پرورش، مشکل اصلی عدم تعادل آب آبکی شدن فضولات است که اغلب در مرغ‌های تخم‌گذار رخ می‌دهد. مصرف بیش از حد آب به هر دلیلی، موجب افزایش محتوای آب مواد دفعی می‌شود و این امر می‌تواند در انتقال کود، کنترل بو و حشرات مشکل ایجاد کند و باعث کثیف شدن تخم‌مرغ‌ها شود. کود مرغ‌های تخم‌گذار در حالت متعارف حاوی ۷۵ درصد آب است، اگرچه به نظر می‌رسد که حتی تغییرات اندکی در مقدار آب می‌تواند یک اثر برجسته روی ظاهر فیزیکی و شاخصه‌های حمل‌ونقل آن داشته باشد. می‌دانیم که دمای محیط، ترکیب جیره، بافت خوراک و طراحی آبخوری‌ها مصرف آب طیور را تحت تاثیر قرار می‌دهد. هر دو مواد مغذی و مواد خوراکی استفاده‌شده در جیره می‌توانند اثر قابل‌توجهی بر مقدار کود داشته باشند. سطوح سدیم یا نمک جیره یکی از متهمان اصلی است، زیرا سطوح بالای نمک بدون تردید موجب افزایش مصرف آب می‌شود.

سدیم (نمک) جیره روی کیفیت بستر تاثیر می‌گذارد. با افزایش مقدار نمک جیره مقدار رطوبت بستر افزایش و به طور هم‌زمان کیفیت آن کاهش می‌یابد (جدول ۱۰-۴۱).

> **نکته**
> مصرف بیش از حد آب در شرایط تجاری اغلب به دلیل عدم تعادل (بیشبود) مواد معدنی در جیره رخ می‌دهد.

[1]. Oily bird syndrome

سطح سدیم جیره نباید از ۱/۵ تا ۲ گرم در کیلوگرم تجاوز کند و در صورت احتمال وجود مقادیر بالای نمک در آب باید هم خوراک و هم آب برای سدیم و کلر آنالیز شوند. سطوح بالای نمک در پودر ماهی از این نظر برای متخصصین تغذیه مشکل‌آفرین بوده است. پتاسیم و منیزیم دیگر الکترولیت‌هایی هستند که می‌توانند میزان آب فضولات را تحت تاثیر قرار بدهند. سطوح پتاسیم در ملاس‌ها و محصولات سویا بالا است. بنابراین، ممکن است سطوح این مواد خوراکی هنگام دردسرساز بودن فضولات آبکی نیاز به تعدیل داشته باشد.

عدم تعادل الکترولیت

الکترولیت‌ها یون‌های تک‌ظرفیتی مانند سدیم (Na^+)، پتاسیم (K^+) و کلر (Cl^-) هستند که از تفکیک نمک‌ها (مانند نمک طعام) به یون‌های سازنده خود مشتق می‌شوند. پتاسیم کاتیون اصلی درون‌سلولی است در حالی که سدیم و کلر یون‌های اصلی مایعات خارج سلولی (خون و لنف) هستند. مهم‌ترین نقش الکترولیت‌ها در بدن حفظ آب و تعادل یونی است. حفظ این تعادل به طور عمده تحت تاثیر فراهمی آنها از طریق آب و خوراک قرار می‌گیرد، اما ممکن است تولید اسید درون‌زادی و نرخ تصفیه کلیوی نیز بر آن تاثیر داشته باشد. در حالی که نیاز به الکترولیت‌های منفرد از مدت‌ها پیش مشخص شده است، درک ما در مورد نیاز به برقراری یک تعادل مناسب بین فراهمی آنیون و کاتیون به طور فزاینده‌ای در حال افزایش است.

تنش گرمایی موجب برهم خوردن تعادل اسید- باز می‌شود. با گرم شدن هوا، پرنده‌ها نرخ تنفس خود را افزایش می‌دهند. این مساله دفع بیش از حد دی‌اکسید کربن را در پی دارد که منجر به کاهش فشار جزئی آن و در نهایت کاهش اسید کربنیک و یون هیدروژن در خون می‌شود. سپس کلیه‌ها در تلاش برای حفظ تعادل اسید- باز، دفع بی‌کربنات را افزایش و دفع یون هیدروژن به اسید اوریک را کاهش می‌دهند. این فرایند باعث ایجاد شرایطی موسوم به آلکالوز تنفسی[1] می‌شود.

در شرایط طبیعی، مقدار آب و الکترولیت در دامنه بسیار باریکی حفظ می‌شود، اما وقتی که الکترولیت‌ها از دست می‌روند یا به دست می‌آیند و مقدار آب تغییر نمی‌کند، یک عدم تعادل اسمزی رخ می‌دهد. سطوح پلاسمایی یون‌های سدیم و پتاسیم با بالا رفتن دما کاهش پیدا می‌کند، در حالی که سطح یون کلرید افزایش می‌یابد. افزایش یون کلرید دفع یون هیدروژن را کاهش و بازجذب بی‌کربنات را کاهش می‌دهد و به این طریق موجب اسیدی (برعکس آلکالوز) شدن خون می‌شود. متخصصین تغذیه قادر به اضافه کردن نمک (بیشتر کلرید پتاسیم و بی‌کربنات سدیم) به آب و خوراک پرنده‌های تحت تنش گرمایی هستند. افزایش مصرف نمک‌ها باعث افزایش مصرف آب و کاهش دمای بدن می‌شود و تنش گرمایی را تعدیل می‌کند. بی‌کربنات سدیم بهترین نتایج را ایجاد می‌کند. تیتر و همکاران (۱۹۸۵) نشان دادند که با اضافه کردن بی‌کربنات سدیم در سطح ۵ گرم در کیلوگرم به جیره مصرف خوراک و افزایش وزن بهبود یافت، اگرچه اختلافات از نظر آماری معنی‌دار نبود. بورژیز[2] و همکاران (۲۰۱۱) ادعا کردند که سطوح بالای کلرید در خوراک pH خون را کاهش می‌دهد و رشد را مختل می‌کند. این مشاهدات تا حدودی نتایج گزارش‌شده توسط تیتر و همکاران (۱۹۸۵) را توضیح می‌دهد.

اغلب تعادل الکترولیتی با فرمول ساده Na + K - Cl و بر حسب میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم جیره بیان می‌شود. خوراک‌ها باید برای تامین تعادل الکترولیتی بین ۱۸۰ تا ۲۶۰ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم (با افزایش سن کاهش

[1]. Respiratory alkalosis
[2]. Borges

می‌یابد) تنظیم شوند. بورژیز و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که بهترین تعادل الکترولیتی در یک جیره پیش-آغازین جوجه گوشتی بین ۲۴۶ تا ۲۷۷ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم است. در واقعیت، عدم تعادل الکترولیتی روی pH فیزیو-نمی‌دهد، زیرا سیستم‌های بافری بدن حفظ لوژیکی نزدیک به حد نرمال را تضمین می‌کنند. به نظر می‌رسد که در شرایط بحرانی، نیاز به حفظ ظرفیت بافری به طور نامطلوبی سایر شرایط فیزیولوژیکی را متاثر می‌کند (آنها اولین تاثیر خود را از الکترولیت‌ها می‌پذیرند) و به این طریق شرایط بالقوه تضعیف‌کننده را ایجاد یا تسریع می‌کند. در جوجه‌های جوان، عدم تعادل الکترولیتی می-تواند موجب دیسکوندروپلازی درشت‌نی[1] شود. همچنین عدم تعادل الکترولیتی می‌تواند متابولسیم شماری از اسیدهای آمینه ضروری را تحت تاثیر قرار بدهد. این مورد به طور ویژه در مورد لیزین و آرژنین مصداق دارد. در مرغ‌های تخم‌گذار، آلکالوز تنفسی ناشی از له‌له زدن و دفع بعدی دی‌اکسید کربن موجب کاهش اسید کربنیک خون می‌شود و بنابراین به منظور حفظ تعادل الکترولیتی طبیعی بین سیستم‌های بافری و غدد ترشح‌کننده پوسته رقابتی برای اسید کربنیک شکل می‌گیرد.

تعادل آنیون-کاتیون اغلب خوراک‌های معمول طیور در دامنه طبیعی - و بسیار گسترده است. احتمالا تنظیم گران‌قیمت جیره به منظور دستیابی به یک میلی‌اکی‌والان مشخص مزیت کمی خواهد داشت. به نظر می‌رسد که کمی تعدیل برای کاهش کلرید در جیره‌های طیور لازم باشد. این مساله به ویژه در شرایط تنش گرمایی حائز اهمیت است. با این حال، امکان استفاده بیشتر از بی‌کربنات سدیم در خوراک محدود است. حدود ۴ کیلوگرم یا بیشتر به ازای هر تن خوراک نیاز است. باید یادآوری کرد که اغلب گونه‌های طیور به تامین حدود ۱/۲ تا ۱/۵ گرم در کیلوگرم کلر از طریق جیره نیاز دارند و علائم کمبود آن با سطوح کمتر از ۱/۲ گرم در کیلوگرم توسعه می‌یابد. بنابراین، باید دقت کرد که مثلا هنگام جایگزینی نمک جیره با بی‌کربنات سدیم، حداقل نیاز کلر برآورده شود. جدول ۱۲-۸ مقدار و تعادل الکترولیتی برخی از مواد خوراکی مهم را خلاصه کرده است.

با فرض امکان تعدیل تنش گرمایی با شیوه‌های مرسوم مدیریتی، دستکاری الکترولیتی جیره روش مفیدی خواهد بود. اما لازم است که روش مورد استفاده برای پرنده‌های نابالغ و مرغ‌های تخم‌گذار متفاوت باشد. در مورد پرنده‌های

جدول ۱۲-۸: محتوای الکترولیتی مواد خوراکی

ماده خوراکی	سدیم (Na؛ گرم/کیلوگرم)	پتاسیم (K؛ گرم/کیلوگرم)	کلر (Cl؛ گرم/کیلوگرم)	Na + K − Cl (میلی‌اکی‌والان)
ذرت	۰/۵	۳/۸	۰/۴	۱۰۸
گندم	۰/۹	۵/۲	۰/۰۸	۱۵۰
سورگوم	۰/۴	۳/۴	۰/۸	۸۲
کنجاله سویا	۰/۵	۲۶/۱	۰/۵	۶۷۵
پودر لاشه	۵/۵	۱۲/۳	۹/۰	۳۰۰
پودر ماهی	۵-۱۰	۷/۲	۵/۵	۲۳۰
کنجاله آفتابگردان	۰/۲	۱۰	۰/۳	۲۵۵

[1]. Tibial dyschondroplasia

ماده بالغ، حفظ سیستم بافری بی‌کربنات به دلیل ارتباط آن با کیفیت پوسته تخم‌مرغ ضرورت دارد. با این اوصاف، با تاکید دوباره بر ضرورت برآورده کردن حداقل نیاز کلر، اضافه کردن بی‌کربنات سدیم به آب یا خوراک می‌تواند مفید باشد. در مورد پرنده‌های نابالغ مانند جوجه‌های گوشتی، تیمار کردن با الکترولیت‌ها در اغلب موارد مفید واقع می‌شود و به نظر می‌رسد که نیاز کمتری به مراقبت از سیستم بافری بی‌کربنات وجود دارد. استفاده از تا ۳ گرم در کیلوگرم کلرید آمونیم می‌تواند به بهبود نرخ رشد پرنده‌های تحت تنش گرمایی منجر شود، اگرچه مشخص نیست که آیا این اثر سودمند از طریق متعادل کردن تعادل الکترولیتی (pH خون) یا به سادگی از طریق اثر غیر-مستقیم روی مصرف آب است. در شرایط تجاری، گزارش شده است که اضافه کردن نمک به آب آشامیدنی جوجه‌های گوشتی اثر تنش گرمایی را کاهش می‌دهد و رشد را تحریک می‌کند. در این مورد، نشان داده شد که جوجه‌ها بهترین پاسخ را به اضافه شدن ۷/۵ گرم در لیتر کلرید پتاسیم به آب آشامیدنی بروز دادند که با افزایش ۹۱ درصدی مصرف آب، افزایش ۲۰ درصدی دفع آب از راه تبخیر و افزایش ۲۷ درصدی کارایی ظاهری تنفس همراه بود.

- **نکته**

رشد سریع در سنین اولیه می‌تواند به کلسیمی شدن نامناسب استخوان منجر شود.

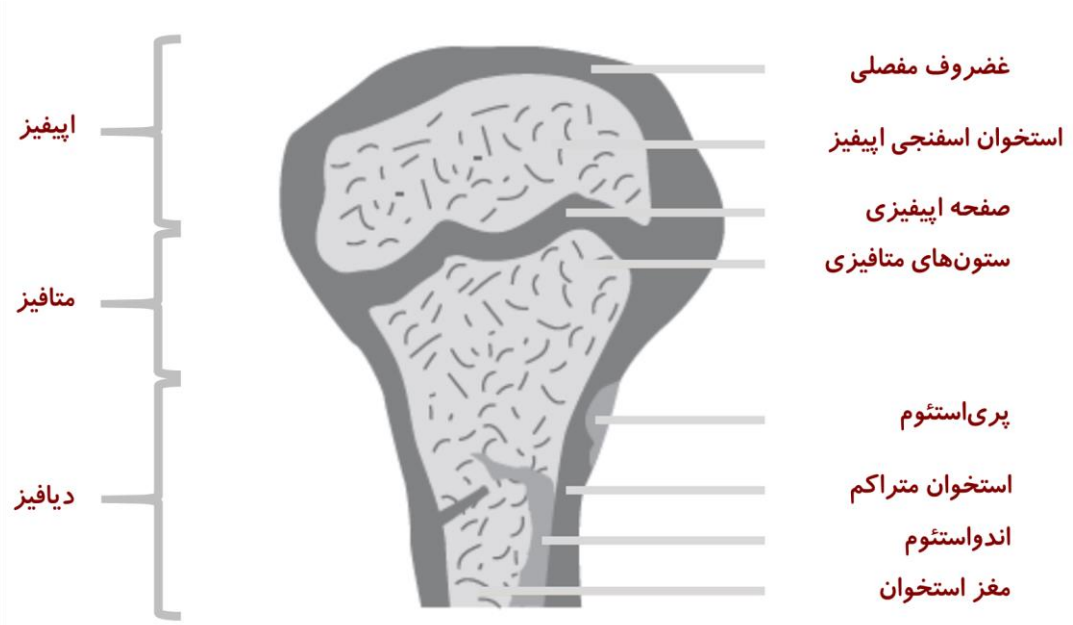
اختلالات اسکلتی

اغلب طیور در برهه‌ای از زندگی خود درجات مختلفی از اختلالات اسکلتی را تجربه می‌کنند. غالبا چنین اختلالاتی مرتبط با نرخ رشد سریع هستند. استخوان‌های پا در مقایسه با دیگر استخوان‌های سیستم اسکلتی یکی از پرسرعت‌ترین رشدها را تجربه می‌کنند و باید وزن بدن را تحمل کنند. بنابراین، تعجب‌آور نیست که مشکلات پا متداول‌ترین مشکلات اسکلتی هستند. اختلالات اسکلتی بیش از ۳۰ درصد مرگ‌ومیر و کاهش ارزش لاشه‌های مجموعه‌های جوجه گوشتی را به خود اختصاص می‌دهند. داشتن اندک اطلاعاتی از ساختار و تشکیل طبیعی استخوان ضروری است. استخوان یک بافت پیوندی کلاژنی با ویژگی‌های منحصربه‌فرد است که به درجات مختلفی معدنی می‌شود و استحکامی ایجاد می‌کند که در دیگر بافت‌ها دیده نمی‌شود. اسکلت به عنوان یک چهارچوب واحد شکل پایه و ارتفاع طبیعی بدن طیور را تعیین و تقریبا با همین اهمیت تکیه‌گاهی برای بافت‌ها و به ویژه ماهیچه-ها فراهم می‌کند. میزان رشد ماهیچه تا حدودی توسط اندازه اسکلت مشخص می‌شود. جزء معدنی استخوان به طور عمده فسفات کلسیم است. نسبت کلسیم به فسفر در استخوان حدود ۲ به ۱ است و این دلیل اصلی حفظ این نسبت حیاتی هنگام جیره‌نویسی است. استخوان مخزن اصلی مواد معدنی بدن و دربرگیرنده حدود ۹۹ درصد کلسیم، ۸۸ درصد فسفات، ۸۰ درصد بی‌کربنات، ۵۰ درصد منیزیم و ۳۵ درصد از کل ذخایر معدنی بدن است. حفره استخوان نیز از محل‌های اصلی ذخیره چربی است.

- **نکته**

توسعه استخوان فرآیند پویایی است. اختلال در رسوب استخوان می‌تواند منجر به اختلالات اسکلتی شود.

وقتی که در زمینه اختلالات متابولیکی صحبت می‌کنیم با دو نوع استخوان اصلی سروکار داریم. استخوان غشایی متداول-ترین اینها است و در پرنده بالغ به صورت یک ساختار استخوانی متراکم با حفره مغز استخوان مشخص دیده



شکل ۱۲-۱: نمایی از یک استخوان بلند در حال رشد

می‌شود. در پرنده جوان، انتهای استخوان‌ها حاوی غضروف می‌باشد که مشخص‌کننده محل رشد آنها است. نوع دوم، استخوان مدولاری است. اینها استخوان‌های اسفنجی تخصص‌یافته‌ای هستند که در پرنده‌های ماده بالغ یافت می‌شوند و به عنوان منبع ناپایدار کلسیم برای تولید پوسته تخم‌مرغ عمل می‌کنند. در استخوان مدولاری حفره مغز استخوان با یک بافت اسفنجی استخوانی جایگزین می‌شود و این مساله در استخوان‌های پا برجسته‌تر است. ساختار عمومی استخوان در شکل ۱۲-۱ نشان داده شده است.

استخوان ترکیبی از فیبرهای کلاژنی و موکوپلی‌ساکاریدها است که در حضور استئوسیت‌ها[1] (سلول‌های استخوان) توسط نمک‌های کلسیم معدنی می‌شوند. تقابلات مهم بین ماتریکس غیرآلی و در حال توسعه و ناحیه زنده فعال استخوان از طریق حفراتی کوچک به نام لاکونا[2] یا کانال‌ها برقرار می‌شود. این کانال‌ها به خوبی از مویرگ‌های خونی بهره‌مند و تغذیه می‌شوند. به نظر می‌رسد که برهم خوردن آرایش این حفرات و یا انسداد مویرگ‌های آنها عامل متداولی در بسیاری از ناهنجاری‌های پا باشد. این احتمال را می‌توان به حساب این حقیقت گذاشت که بسیاری از اختلالات متابولیک قادر به ایجاد اختلالات پای مشابهی هستند. در شرایط طبیعی، استخوان غشایی توسط استئو-بلاست‌ها[3] روی لبه داخلی مرز زیرین ضریع[4] رسوب می‌کند. به منظور جلوگیری از ضخیم شدن بیش از حد استخوان، استئوکلاست‌ها[5] رسوبات را در مرز با حفره مغز استخوان بازجذب می‌کنند. توسعه طبیعی استخوان به رسوب و بازجذب پیوسته رسوبات بستگی دارد. اغلب ناهنجاری‌های اسکلتی به اختلال در رسوب استخوان مربوط هستند و بازجذب استخوان در صفحه رشد منشأ مشکلات کمتری است.

کمبود اغلب مواد مغذی توسعه استخوان و بنابراین استحکام اسکلت را به نحو نامطلوبی تحت تاثیر قرار می‌دهد. مهم‌ترین مشکلات تغذیه‌ای احتمالی موثر بر

---

1. Osteocytes
2. Lacuna
3. Osteoblasts
4. Subperiosteal boundary
5. Osteoclasts

توسعه اسکلت مربوط به متابولیسم ویتامین‌ها، مواد معدنی و الکترولیت‌ها است، اگرچه عدم تعادل مواد مغذی عمده مثل پروتئین و انرژی نیز می‌تواند رشد استخوان را تحت تاثیر قرار بدهد. مشکل تغذیه‌ای کلاسیک مربوط به تعادل کلسیم، فسفر و ویتامین D_3 در جیره و قابلیت دسترسی آنها برای پرنده است. این مساله با استفاده از آنزیم فیتاز در جیره مرغ‌ها در هم آمیخته است (فصل ۱۴ را ببینید). کمبود یا سطح نامناسب هر یک از این سه ماده حیاتی منجر به ریکتز و دیگر اختلالات استخوانی خواهد شد. عدم تعادل الکترولیت‌ها نیز موجب ایجاد وضعیتی موسوم به دیسکوندروپلازی درشت‌نی در جوجه‌های گوشتی می‌شود، جایی که تشکیل طبیعی استخوان در صفحه رشد استخوان-های بلند با توسعه شدید غضروف جایگزین می‌شود.

یکی از ناهمخوانی‌هایی موجود در رابطه با مشکلات پا این است که محدود کردن رشد با کاهش سطح تغذیه شیوع این اختلالات را کاهش می‌دهد، در حالی که افزایش مصنو-عی وزن بدن باعث تشدید این مشکلات نمی‌شود. این دوگانگی آشکار پیشنهاد می‌کند که نرخ رشد و یا اختلال متابولیک ناشی از مصرف سطوح بالای مواد مغذی در مقایسه با وزن بدن به‌خودی‌خود در ایجاد این اختلالات نقش مهم‌تری دارد.

نشان داده شده است که اغلب اختلالات پا یک پیش‌زمینه موروثی دارند و امکان انتخاب برای افزایش استحکام استخوان‌های بلند در جوجه‌های گوشتی وجود دارد. مشکلات و اختلالات اسکلتی در جوجه‌های نر در مقایسه با ماده متداول‌تر است، اگرچه جدا کردن اثرات جنس و اثرات بالاتر بودن نرخ رشد دشوار است.

دیسکوندروپلازی درشت‌نی

دیسکوندروپلازی درشت‌نی با وجود یک توده غضروفی غیرطبیعی در سر قدامی استخوان درشت‌نی مشخص می‌شود. دیسکوندروپلازی درشت‌نی در همه پرنده‌های گوشتی در حال رشد دیده می‌شود. احتمال بروز علائم آن در سنین بسیار پایین نیز وجود دارد، اما بیشتر در ۲۱ تا ۳۵ روزگی دیده می‌شود. پرنده‌ها میلی به حرکت ندارند و در صورت اجبار به راه رفتن تلوتلو می‌خورند و به سختی راه می‌روند. در اغلب گله‌های جوجه گوشتی تعداد کمی پرنده دچار به این حالت وجود دارد، اگرچه در شرایط بحرانی شیوع آن می‌تواند ۳۰ تا ۴۰ درصد پرنده‌ها به ویژه نرها را درگیر کند. اغلب پرنده‌های مبتلا به خوبی گوشت گرفته‌اند و همانند دیگر اختلالات پا این وضعیت اغلب در پرنده‌های دارای رشد سریع اتفاق می‌افتد.

دیسکوندروپلازی درشت‌نی به اختلال در فراهمی طبیعی خون در صفحه رشد انتهای قدامی درشت‌نی مربوط است، جایی که اختلال در فراهمی مواد مغذی به معنی این است که فرآیند تشکیل طبیعی استخوان رخ نمی‌دهد. علت واقعی دیسکوندروپلازی درشت‌نی مشخص نیست، اگرچه شیوع آن می‌تواند به سرعت تحت تاثیر انتخاب ژنتیکی قرار بگیرد. ظاهرا این وضعیت تحت تاثیر یک ژن مغلوب وابسته به جنس قرار می‌گیرد. شرکت‌های بزرگ اصلاح-نژاد از این موضوع آگاهی دارند و برای کاهش شیوع دیسکوندروپلازی درشت‌نی تلاش کرده‌اند. به نظر می-رسد که عدم تعادل الکترولیتی و به ویژه سطوح بالای کلر نقش زیادی در بسیاری از موارد شیوع این عارضه داشته باشد (جدول ۱۲-۹)، اگرچه اضافه کردن فیتاز می‌تواند این وضعیت را تغییر بدهد. درمان شامل تعدیل نسبت کلسیم به فسفر جیره و بررسی دقیق تعادل الکترولیتی جیره است. تغییرات جیره به ندرت باعث برطرف شدن کامل مشکل می‌شود. دیسکوندروپلازی درشت‌نی از طریق کاهش نرخ رشد قابل پیش‌گیری است. بنابراین، باید برنامه‌های نوردهی و محدودیت خوراک با در نظر گرفتن عواقب اقتصادی ناشی از کاهش نرخ رشد اعمال شوند.

جدول ۱۲–۹: اثر نسبت کلسیم به فسفر جیره بر شیوع دیسکوندروپلازی درشت‌نی در جوجه‌های گوشتی ۲۸ روزه

کلسیم جیره (درصد)	فسفر جیره (درصد)	وزن بدن (گرم)	دیسکوندروپلازی درشت‌نی (درصد)	شدت دیسکوندروپلازی*
۰/۸	۰/۷۵	۹۵۵	۷۰	۲/۵
۱/۱	۰/۵۵	۱۰۱۰	۴۰	۱/۵
۱/۴	۰/۵۵	۱۰۰۵	۲۷	۱/۵

* نمره ۱–۳

کوندرودیستروفی

کوندرودیستروفی[1] از اختلالات عمومی صفحه رشد استخوان‌های بلند است که در نهایت رشد طولی (اما نه عرضی) را مختل می‌کند. اختلال در تکثیر غضروف موجب اختلال در رشد طولی استخوان می‌شود، در حالی که عرض استخوان همچنان افزایش پیدا می‌کند. این وضعیت سابقا تحت عنوان پروزیس (پاهای خمیده و پیچ‌خورده) شناخته می‌شد. احتمالا این اختلال دلیل اصلی مشکلات پا در جوجه‌های گوشتی است و پرنده‌های زیادی را به درجات مختلفی تحت تاثیر قرار می‌دهد. حدود ۲ تا ۳ درصد از جوجه‌های گوشتی تا سن ۴۰ روزگی تحت تاثیر آن قرار می‌گیرند. اما در پرنده‌های مسن (۴۲ روزگی به بالا) ۱ درصد وقوع به ازای هر هفته غیرمعمول نیست. کوندرودیستروفی را می‌توان به سادگی با تغذیه جیره‌های مواجه با کمبود منگنز یا کولین القا کرد، اگرچه ویژگی‌های استخوانی مشابهی در پرنده‌های مواجه با کمبود روی یا اغلب ویتامین‌های گروه B نیز دیده می‌شود. کوندرو-دیستروفی با استفاده از جیره‌هایی که در ظاهر غنای مناسبی دارند نیز به وقوع می‌پیوندد می‌دهد، از این رو ممکن است زیست‌فراهمی مواد مغذی و یا اثرات آنتاگونیست‌ها (مثلا مایکوتوکسین‌ها) در بروز آن دخالت داشته باشد.

نکروزه شدن سر استخوان ران

نکروزه شدن سر استخوان ران[2] در پرنده‌های دارای رشد سریع مانند جوجه‌های گوشتی رخ می‌دهد و با جدا شدن سر استخوان ران از استخوان درشت‌نی مشخص می‌شود. در اغلب موارد معاینه حیوان حاکی از قرار گرفتن سر استخوان ران در کاسه مفصل لگن است. این عارضه غالبا در پرنده‌های ۳ تا ۴ هفته‌ای بروز می‌کند، اگرچه گاهی حتی خیلی زودتر و در سن ۲ هفتگی نیز مشاهده می‌شود. استخوان مبتلا اغلب اخرایی‌رنگ و متخلخل است و طبیعت شکننده آن باعث می‌شود به آن نام **بیماری تردی استخوان**[3] بدهند. ممکن است حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد از افراد گله به درجات مختلفی تحت تاثیر قرار بگیرند، اگرچه به دلایل نامعلوم این عارضه به صورت پراکنده در برخی از مناطق رخ می‌دهد. درمان و پیش‌گیری از آن با بهینه‌سازی مصرف مواد مغذی (ویتامین‌ها) میسر است، اما این عمل همیشه موفقیت‌آمیز نیست. گاهی این عارضه با انتریت و سوءجذب همراه می‌شود و بنابراین غالبا وضعیت ویتامینی پرنده‌ها مورد تردید قرار می‌گیرد. وقتی که لنگش و عدم تمایل به حرکت بروز می‌کند، درمان با ویتامین‌های محلول در آب می‌تواند به جلوگیری از افزایش شدت نکروزه شدن سر استخوان ران کمک کند اما درمان کامل به ندرت مشاهده می‌شود.

---
1. Chondrodystrophy
2. Femoral head necrosis
3. Brittle bone disease

زخم بالشتک پا

آسیب به بالشتک (کف) پای پرنده‌ها (آبسه کف پا[1]) مشکلاتی برای راه رفتن و مسیری برای عفونت‌های باکتریایی ایجاد می‌کند. این حالت به طور عمده در نتیجه شرایط نامطلوب بستر ایجاد می‌شود، چه بر اثر تغذیه یا به شکل دیگری ایجاد شده باشد. پرنده‌های مواجه با کمبود بیوتین علائم زخم بالشتک پا را بروز و به افزایش سطوح بیوتین در جیره پاسخ می‌دهند. شیوع آن در پرنده‌های نگهداری‌شده در قفس بالاتر از آنهایی است که روی بستر پرورش داده می‌شوند. بنابراین، به نظر می‌رسد که آسیب فیزیکی به کف پا از عوامل تاثیرگذار در وقوع آن باشد.

- **نکته**

ریکتز در پرنده‌های جوان رخ می‌دهد و با استخوان-ها و نوک نرم توصیف می‌شود.

ریکتز

ریکتز به طور عمده در پرنده‌های جوان رخ می‌دهد و مشخصه اصلی آن معدنی شدن ناکافی استخوان است. معمولا این پرنده‌ها در حدود سن ۱۰ تا ۱۴ روزگی دچار لنگش می‌شوند. استخوان و نوک آنها لاستیک‌مانند، قفسه سینه آنها تخت و برجستگی‌های مهره‌مانندی در محل اتصال دنده‌ها به ستون فقرات آنها دیده می‌شود. ریکتز نه به واسطه اختلال در آغاز معدنی شدن استخوان، بلکه در اثر اشکال در بلوغ اولیه این فرآیند اتفاق می‌افتد. کمبود کلسیم در سطح سلولی مشکل اصلی است، اگرچه این عارضه می‌تواند با تغذیه جیره مواجه با کمبود یا عدم تعادل کلسیم، فسفر و ویتامین D_3 نیز ایجاد شود. تجربه به ما آموخته است که احتمالا سطح بیش از حد کلسیم در جیره‌های آغازین به اندازه کمبود این عنصر در ایجاد این عارضه موثر است. این حالت به ویژه هنگام اضافه کردن آنزیم به جیره اتفاق می‌افتد. کمبود ویتامین D_3 می‌تواند باعث این اختلال شود. این حالت می‌تواند مربوط به کمبود ساده ویتامین در جیره، فعالیت ناکافی مکمل ویتامین D_3 یا دیگر عواملی باشد که جذب ویتامین را کاهش می‌دهند. اغلب ریکتز وقتی مشکل‌ساز است که جیره حاوی مایکو-توکسین‌ها و به ویژه آفلاتوکسین باشد. مشخص نیست که آیا مایکوتوکسین‌ها موجب کمبود متابولیک ویژه ویتامین D_3 می‌شوند (از طریق صدمه زدن به کبد و کلیه‌ها و ایجاد اختلال در فرآیند هیدروکسیله شدن و کاهش تولید شکل فعال ویتامین D_3 در کبد) یا اینکه با کاهش مصرف خوراک دریافت آن توسط پرنده را تحت تاثیر قرار می‌دهند. تشخیص افتراقی ریکتز ناشی از کمبودهای کلسیم، فسفر، یا ویتامین D_3 یا بیشبود کلسیم (که باعث القای کمبود فسفر می‌شود) با استفاده از سطوح فسفر خون و فعالیت پاراتیروئید امکان‌پذیر است. بهترین راه برای جلوگیری از وقوع ریکتز اطمینان از سطوح و فعالیت مناسب مکمل‌های ویتامین D و فراهم کردن تعادل مناسب کلسیم و فسفر در جیره است. بر این اساس، باید مواد خوراکی را که سطوح این مواد مغذی در آنها به طور آشکاری متغیر است (پروتئین‌های حیوانی) با احتیاط استفاده کرد.

قفس‌رنجوری و شکستگی استخوان در مرغ‌های تخم‌گذار

گاهی مرغ‌های تخم‌گذار پرتولیدی که در قفس نگهداری می‌شوند در حدود پیک تخم‌گذاری فلج می‌شوند. این شرایط بر اثر شکستگی یکی از مهره‌ها و تاثیر بعدی آن روی نخاع ایجاد می‌گردد. این شکستگی ناشی از اختلال در جریان کلسیم به دلیل دفع زیاد آن در قالب پوسته تخم‌مرغ است. پرنده‌های مبتلا همواره در قسمت پشتی قفس تخم‌گذاری روی پهلوی خود می‌افتند. در زمان فلجی اولیه، پرنده‌ها سالم به نظر می‌رسند، تخمدان فعالی دارند و تخمی با پوسته کامل در اویدوکت آنها وجود دارد. معمولا

[1]. Bumble foot

مرگ بر اثر گرسنگی و تشنگی رخ می‌دهد. جلوگیری از وقوع قفس رنجوری با اطمینان از وزن متناسب با سن پولت در زمان بلوغ جنسی و ارائه یک جیره حاوی کلسیم بالا (حداقل ۳/۵ درصد) به این پولت‌ها از حداقل ۱۴ روز قبل از گذاشتن اولین تخم امکان‌پذیر است. پرنده‌های مسن‌تر نگهداری‌شده در قفس به ویژه هنگام خارج کردن آنها از قفس حساسیت شدیدی به شکستن استخوان دارند. ارتباط بین قفس رنجوری و شکستن استخوان با یکدیگر مشخص نیست. از نظر عملی، بهبود استحکام استخوان بدون اثرات نامطلوب بر دیگر صفات مهم از نظر اقتصادی ممکن نیست و به طور کلی دستکاری‌های جیره‌ای انجام‌شده در این راستا منجر به کاهش کیفیت پوسته می‌شود. شکستگی استخوان در مرغ‌های مسن‌تر بدترین شکل بروز این اختلال است.

نکته

شناخت ما از سلامتی دستگاه گوارش و مواد مغذی/ افزودنی‌های خوراکی مورد استفاده‌مان به صورت پیوسته در حال بهبود است.

سلامتی دستگاه گوارش

کتاب‌های جامعی در زمینه سلامتی دستگاه گوارش نگاشته شده است (استاینر[1]، ۲۰۰۶؛ لورنزونی[2]، ۲۰۱۰). بدین جهت این موضوع در این اینجا به اختصار مورد بحث قرار می‌گیرد. سلامتی دستگاه گوارش عملکرد رشد را از طریق تاثیر روی هضم خوراک، جذب مواد مغذی و بهره‌وری از انرژی و پروتئین تحت تاثیر قرار می‌دهد. همچنین صحت گوارش بر شرایط بستر و محیط و رفاه پرنده تاثیر دارد. سلامتی دستگاه گوارش و تغذیه به شکل پیچیده‌ای بر یکدیگر اثر دارند. سلامتی دستگاه گوارش پرنده توسط دو عامل شامل یکپارچگی خود دستگاه گوارش و ترکیب جمعیت میکروبی ساکن روده تعیین می‌شود. اثر این دو عامل در جدول ۱۲-۱۰ خلاصه شده است. برخی از عوامل جیره‌ای می‌توانند باعث افت سلامتی دستگاه گوارش پرنده شوند و یا اینکه مشکل دستگاه گوارش پرنده را تشدید کنند، در حالی که برخی دیگر از این عوامل به طور مستقیم جذب مواد مغذی را تحت تاثیر قرار می‌دهند. عوامل موثر بر سلامتی دستگاه گوارش شامل بیماری‌های گوارشی، تنش‌های محیطی، اشتها، شکل خوراک، سطوح مازاد مواد مغذی و عوامل ضدتغذیه‌ای است. با در نظر گرفتن خود پرنده سه حوزه مهم وجود دارد که عبارتند از: اول، اختلال گوارشی که قبلا در این فصل مورد بحث قرار گرفت؛ دوم، پیامد حرکات دستگاه گوارش روی تغذیه؛ و سوم، تنظیم‌کننده‌های هضم و شرایط گوارشی.

اهمیت جمعیت میکروبی روده روی عملکرد جوجه‌های گوشتی از مدت‌ها پیش موضوع تحقیقات بوده است. مسیر توسعه جمعیت میکروبی جوجه‌ها در فصل ۱۰ بحث شده است. هر میکروب یک وضعیت اکولوژیکی مناسب ترجیحی در داخل دستگاه گوارش دارد. آنهایی که به سرعت تقسیم می‌شوند به ذرات ماده هضمی متصل می‌شوند، معمولا پاتوژن نیستند و ممکن است نقش مهمی در هضم طبیعی ایفا کنند. بر خلاف اینها، آنهایی که سرعت تکثیر کمی دارند به دیواره دستگاه گوارش متصل می‌شوند. اگر این گروه از میکروب‌ها پاتوژن باشند موجب بیماری‌های گوارشی می‌شوند. اما آنهایی که پاتوژن نیستند و به دیواره متصل هستند می‌توانند دستگاه گوارش را با حذف رقابتی محافظت کنند. چنین میکروب‌های مفیدی به شکل مکمل و تحت عنوان پروبیوتیک (به فصل ۱۳ مراجعه کنید) در اختیار پرنده‌ها قرار داده می‌شوند (فرکت و گرنات، ۲۰۰۲).

---

1. Steiner
2. Lorenzoni

جدول ۱۲–۱۰: مقایسه‌ای بین دستگاه گوارش سالم و ناسالم در مرغ‌ها

دستگاه گوارش سالم	دستگاه گوارش ناسالم
شاخص	
سنگدان برخوردار از توسعه مناسب توسعه مناسب دیواره دستگاه گوارش فضولات سالم (باقوام – کلاهک سفید کاملا مشخص)	سنگدان حائز توسعه ضعیف دیواره ملتهب دستگاه گوارش آسیب‌های نکروتیک و یا کوکسیدیوز فضولات ناسالم (آبکی، بدون توده سفیدرنگ) دفع بیش از حد ادرار
	اسهال فیزیولوژیکی (دفع آب از دستگاه گوارش)
	اسهال گوارشی (پاتوژن‌ها)
عواقب	
هضم بهتر خوراک	هضم ضعیف خوراک
بهبود کیفیت بستر	کیفیت نامناسب بستر
بهبود رفاه پرنده	کاهش رفاه پرنده
عملکرد بهتر – مرگ‌ومیر کمتر	مرگ‌ومیر بالا
سودآوری بیشتر	کاهش عملکرد و سودآوری

اغلب گروه‌های تحقیقاتی جمعیت میکروبی را با استفاده از روش‌های مبتنی بر DNA آنالیز می‌کنند (آپایالاختی[1] و همکاران، ۲۰۱۲). اساسا این روش‌ها دربرگیرنده تعیین الگوی نوکلئوتیدها (مقدار گوآنیدین + سیتیدین) در ارگانیسم‌های ساکن در دستگاه گوارش هستند. مشخص شده است که ترکیب جمعیتی میکروب‌ها در قسمت پایینی دستگاه گوارش بر بهره‌وری پرنده از انرژی تاثیر دارد و گله‌های حائز عملکرد تجاری بهتر (ضریب تبدیل خوراک بهتر) جمعیت میکروبی پایدارتری دارند. اختلال در هضم خوراک و کارایی جذب مواد مغذی در قسمت بالایی روده باعث عبور مواد مغذی به قسمت پایینی روده می‌شود. این مواد حاوی ترکیباتی هستند که به راحتی در دسترس باکتری‌هایی قرار می‌گیرند که جز با دریافت این ترکیبات توان رقابت در آن زیستگاه را ندارند. آویاژن جدولی منتشر کرده است که در آن افزودنی‌های موثر بر سلامتی دستگاه گوارش مشخص شده‌اند (جدول ۱۲-۱۱).

حرکات دستگاه گوارش و اثرات تغذیه

سنگدان تنظیم‌کننده حرکات طبیعی دستگاه گوارش است. حرکات برگشتی دستگاه گوارش (ضددودی) نوعی از سازگاری طبیعی برای جبران طول روده کوتاه در پرنده‌ها هستند. این حرکات جهت قرار دادن مواد هضمی در معرض ترشحات معده به کار گرفته می‌شوند. چربی جیره با تحریک حرکات برگشتی (برگشت مواد هضمی) اثر مثبتی بر نرخ عبور دارد (به فصل ۸ مراجعه نمایید).

احتمالا حداقل بخشی از اختلالات گوارشی ناشی از عدم تناسب حرکات دستگاه گوارش نتیجه فرآوری‌های اعمال-شده روی خوراک (آسیاب کردن، پلت کردن) هستند. چنین فرآیندهایی با هدف کاهش کار پرنده برای دریافت خوراک و افزایش هضم به منظور به حداکثر رساندن راندمان خوراک انجام می‌شود. فرآوری خوراک منجر به تحلیل و عدم فعالیت مناسب سنگدان می‌شود. حرکات برگشتی دستگاه گوارش به درستی صورت نمی‌گیرد و در

[1]. Apajalahti

جدول ۱۲–۱۱: ترکیبات افزودنی با هدف تاثیر بر جمعیت میکروبی دستگاه گوارش (برگرفته از آویاژن، بدون تاریخ)

گروه	سازوکار عمل	آینده
ضدباکتری‌ها: مانند روی باکتریوسین، ویرجینیامایسین و اویلامایسین	جلوگیری از رشد باکتری‌های پاتوژن	استفاده از آنها به دلیل فشار دولت‌ها و مردم کاهش خواهد یافت.
ضدکوکسیدیوزها: مانند یونوفرهای پلی‌اتر و ناراسین	برخی اثر مستقیم بر باکتری‌ها دارند (مانند یونوفرهای پلی‌اتر و ناراسین). برخی در خوک‌ها به عنوان محرک رشد استفاده می‌شوند. به یک دوره قطع نیاز دارند.	برای کنترل کوکسیدیوز و التهاب نکروتیک روده استفاده خواهند داشت. توسعه واکسن‌های کوکسیدیوز می‌تواند استفاده از آنها را محدود کند.
اسیدهای آلی خوراکی: مانند اسید پروپیونیک و اسید فرمیک و فرمالدهید	اثر کشنده روی برخی از باکتری‌ها دارند.	استفاده از آنها به شدت افزایش می‌یابد.
حذف‌کننده‌های رقابتی: شامل دسته گسترده‌ای از ترکیبات	با باکتری‌های مضر رقابت می‌کنند و از آلودگی جوجه‌ها جلوگیری می‌کنند. در اصل برای مهار عفونت‌های سالمونلاها ساخته شده‌اند. انواع آنها اثرات متفاوتی در پیشگیری از التهاب نکروتیک روده دارند.	احتمالا استفاده از آنها افزایش می‌یابد به ویژه محصولات دارای ترکیب مشخص و هدفمند.
پروبیوتیک‌ها: اسپورهای باسیلوس	کاهش pH دستگاه گوارش.	استفاده از آنها افزایش خواهد یافت.
ترکیبات طبیعی: مانند عصاره‌های گیاهی ادویه‌جات و روغن‌های اسانسی	رشد مطلوب باکتری‌های مفید. استفاده از آنها توسط باکتری‌های مضر محدود است.	بسیاری از ترکیبات جدید در حال ارزیابی هستند. ممکن است اثراتی داشته باشند.
آنزیم‌های هضمی: مانند بتا–گلوکاناز	بهبود حرکات دستگاه گوارش و افزایش نرخ عبور.	در مورد جیره‌های بر پایه گندم کاملا جا افتاده‌اند. اثر آنها در جیره‌های ذرت – سویا محدود است.

نتیجه پیش‌معده در تلاش برای انتقال کافی ترشحات گوارشی در یک بار عبور بیش از حد بزرگ می‌شود. هضم ضعیف پروتئین‌ها توسط پپسین در سنگدان موجب هضم ضعیف‌تر آنها توسط تریپسین و کیموتریپسین در دئودنوم می‌شود.

تنظیم‌کننده‌های هضم و فضای گوارشی

مکمل آنتی‌بیوتیک: برخی از آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد اثر خود را با تغییر جمعیت میکروبی دستگاه گوارش به جا می‌گذارند. این ترکیبات پاتوژن‌های دستگاه گوارش مانند استافیلوکوکوس[1] و کورینه‌باکتریوم[2] را مهار می‌کنند. در شرایط تنش شدید این جمعیت‌ها افزایش در حالی که لاکتوباسیلوس‌ها کاهش می‌یابند. افزایش تعداد این باکتری‌ها می‌تواند به دستگاه گوارش آسیب بزند و برخی از آنها اسهال ایجاد می‌کنند.

مکمل کردن مستقیم میکروب‌ها در خوراک[3]: این میکروب‌ها به طور معمول با نام پروبیوتیک شناخته می‌شوند و ایجاد یک اکوسیستم پایدار در دستگاه گوارش را تسهیل می‌کنند. آنها اکوسیستم دستگاه گوارش را با ایجاد سه ویژگی شامل: ۱) تنوع گونه‌های میکروبی، ۲) تنوع

1. *Staphylococcus*
2. *Corynebacterium*
3. Direct-fed microbials

نکته

تغذیه مستقیم میکروب‌ها (پروبیوتیک‌ها) ابقای جمعیت میکروبی پایدار را تسهیل می‌کند.

سوبسترا یا مواد مغذی و ۳) تنوع کلونیزاسیون و مقاومت تثبیت می‌کنند. برخی از گونه‌های لاکتوباسیلوس باکتریو-سین‌هایی[1] ترشح می‌کنند که ارگانیسم‌های رقیب را مهار می‌کنند.

مکمل سیمبیوتیک[2]: اینها را می‌توان به صورت اجزایی از جیره توصیف کرد که یک ارتباط همزیستی بین میزبان و میکروب برقرار می‌کنند. این گروه از ترکیبات با نام پری‌بیوتیک نیز شناخته می‌شوند. مواد دیواره سلولی پروتوزآ، مخمر یا باکتری - فروکتوالیگوساکاریدها و مانانوالیگوساکاریدها مثال‌هایی از این دست افزودنی‌های خوراکی هستند. افزودنی‌های خوراکی سیمبیوتیک می-توانند اثرات خود را با یک یا تعداد بیشتری از روش‌های زیر اعمال کنند: ۱) تغییر الگوی سوبسترا، ۲) جلوگیری از اتصال باکتری‌ها به دیواره دستگاه گوارش، ۳) افزایش حذف رقابتی پروبیوتیک‌ها، ۴) تحریک توسعه مخاط، ۵) تحریک سیستم ایمنی پیوست دستگاه گوارش[3] و ۶) خنثی کردن اثرات نامطلوب سموم میکروبی.

شکل خوراک: دانه کامل (حداقل ۵ درصد) و فیبر خشن مانند پوسته یولاف یا پوسته آفتابگردان (حداقل ۳ درصد) باعث بزرگ شدن قابل‌توجه سنگدان و بهبود سلامتی دستگاه گوارش می‌شوند (فصل ۳ را ببینید).

1. Bacteriocin
2. Symbiotic
3. Gut-associated immune system

نکات کلیدی

۰۱
اثرات تغذیه و سلامتی بر یکدیگر، همکاری متخصصین تغذیه و دامپزشکان برای حل مشکلات عملی را ضروری می‌سازد.

۰۲
کمبود مواد مغذی می‌تواند واقعی یا القاشده باشد. چنین کمبودهایی می‌توانند توسط اختلالاتی مانند عارضه فلاشینگ، عارضه سوءجذب، التهاب نکروتیک روده و کوکسیدیوز القا شوند. این اختلالات ممکن است به دیواره دستگاه گوارش آسیب وارد کنند و نرخ هضم و جذب مولکول‌های خوراک را کاهش دهند - القای کمبود.

۰۳
کمبودهای واقعی نیز دیده می‌شود. این گونه کمبودها در دامنه کمبود ساده خوراک یا آب در سالن پرورش تا کمبودهای مواد معدنی و پروتئین قرار دارد. امکان وقوع کمبود انرژی نیز وجود دارد، اما در اغلب موارد علت آن عدم توانایی پرنده‌ها برای مصرف خوراک کافی است.

۰۴
مسمومیت زمانی به وقوع می‌پیوندد که مکان‌های ذخیره‌ای بدن برای سموم اشباع می‌شوند. در این مرحله سطح سموم در خون به سرعت افزایش می‌یابد و علائم مسمومیت بروز می‌کنند.

۰۵
ممکن است سموم در مواد خوراکی متداول وجود داشته باشند. دو نمونه از اینها عبارتند از: گیزروسین که موجب سایش سنگدان می‌شود و ممکن است در برخی از نمونه‌های پودر ماهی یافت شود و مایکوتوکسین‌ها که ممکن است در اثر آلودگی کپکی در همه مواد خوراکی یافت شوند.

۰۶
تغذیه نقشی کلیدی در چگونگی بروز پاسخ ایمنی حیوان ایفا می‌کند. مواد مغذی و انرژی به عنوان واحدهای سازنده و سوخت کارخانه ایمنوپروتئین‌ها و گلبول‌های سفید خون مورد نیاز هستند.

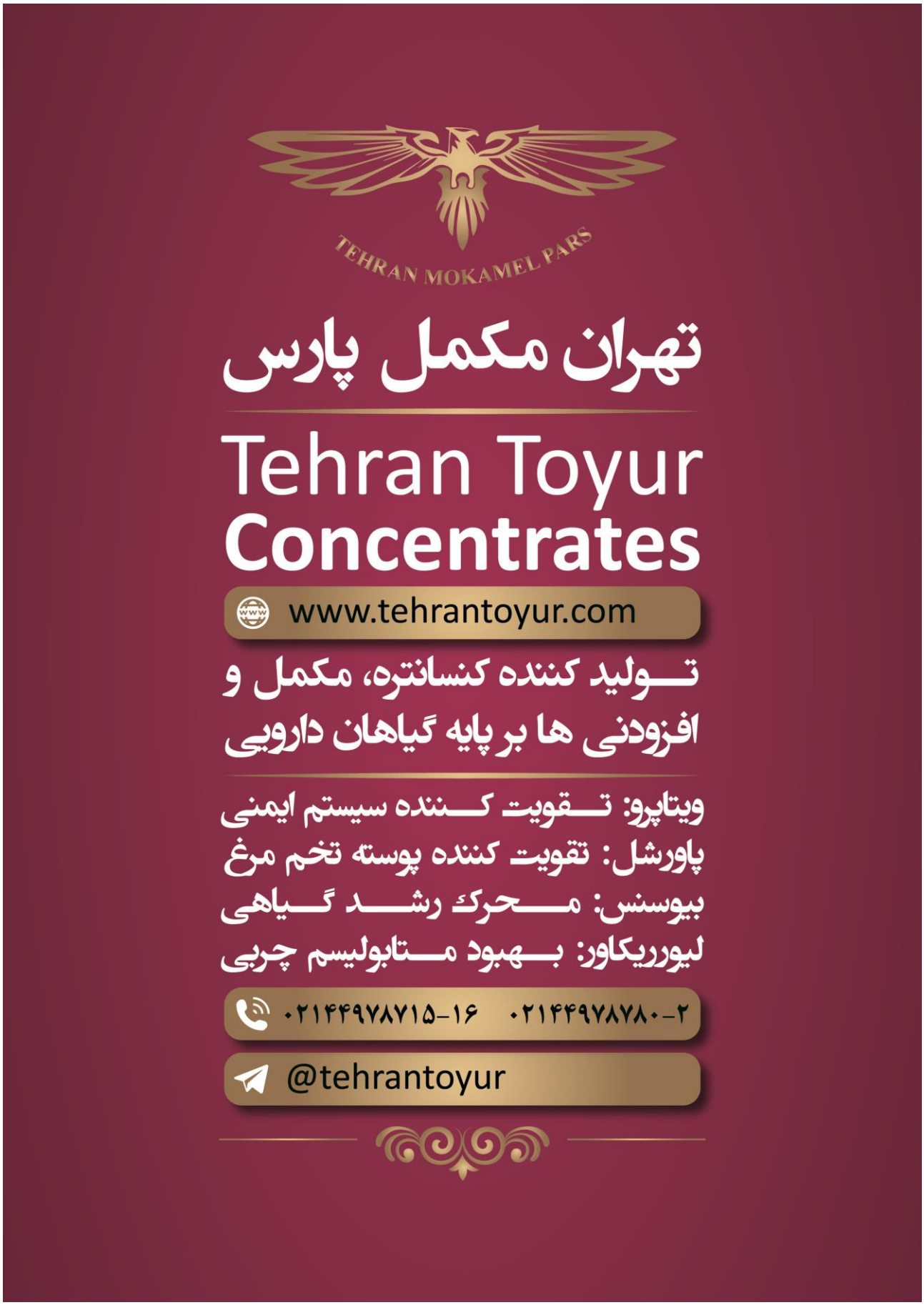
۰۷
در حال حاضر، اختلالات متابولیک بزرگ‌ترین مشکل سیستم‌های تجاری پرورش طیور هستند. به نظر می‌رسد که پرنده‌هایی که بالاترین نرخ رشد و تولید تخم‌مرغ را دارند بالاترین درجه حساسیت را داشته باشند. راهی طولانی تا شناخت کامل دلایل عدم کارکرد صحیح مسیرهای متابولیک مختلف باقی مانده است. اما خیلی خوب می‌دانیم که محدود کردن رشد تا حدودی به غلبه بر این مشکلات کمک می‌کند. آسیت و عارضه مرگ ناگهانی مثال‌هایی از اختلالات متابولیک هستند. به علاوه، اختلالات اسکلتی مختلفی نیز وجود دارد.

۰۸
سلامتی مطلوب دستگاه گوارش اثری حیاتی بر عملکرد مناسب تجاری دارد. سلامتی دستگاه گوارش پرنده توسط دو عامل تعیین می‌شود. اولی یکپارچگی دستگاه گوارش خود پرنده و دومی چگونگی توسعه و مدیریت جمعیت میکروبی دستگاه گوارش است.

۰۹
بعید است که بتوان سلامتی مطلوب دستگاه گوارش را با به کارگیری راهکارهای واحد تامین کرد و همواره به تبیین راهبردهای چندجانبه نیاز خواهیم داشت.

فصل ۱۳: مواد و افزودنی‌های خوراکی

کیفیت جیره‌های طیور چیزی جز کیفیت مواد خوراکی مورد استفاده برای ساخت آنها نیست. باید استانداردهایی را در این زمینه تعریف کنیم و مواد خوراکی باید از هر جهت این استانداردها را برآورده کنند.



دامنه وسیعی از مواد اولیه و محصولات ثانویه حاصل از فرآوری آنها برای تهیه خوراک حیوانات مورد استفاده قرار می‌گیرد. بسیاری از این محصولات ویژگی‌ها و مشخصاتی دارند که آنها را منحصربه‌فرد و یا به نوعی استفاده از آنها را در جیره محدود می‌کند. علاوه بر اینها، تعداد زیادی محصول نیز وجود دارد که در دسته افزودنی-ها قرار می‌گیرند. در شرایط تجاری، انتخاب مواد خوراکی عمدتا بر پایه ملاحظات اقتصادی صورت می‌گیرد، اما ملاحظات کیفی همچنان نقش قابل‌توجهی ایفا می‌کنند. طبیعت فیزیکی خود ماده خوراکی و مقدار مواد مغذی موجود در آن ماده خوراکی دو پارامتر مهمی هستند که باید هنگام انتخاب مواد خوراکی مدنظر قرار بگیرند. جدول ۱۳-۱۴ چشم‌اندازی از سطوح مناسب هر ماده خوراکی ارائه می‌دهد. یوینگ[1] (۱۹۹۷) و INRA (۲۰۰۲) جزئیات بیشتری در این مورد فراهم کرده‌اند و بتال و همکاران (۲۰۱۱) جدولی از ترکیب مواد مغذی موجود در مواد خوراکی مختلف گردآوری کرده‌اند که به صورت سالانه در مجله **مواد خوراکی**[2] منتشر می‌شود.

دانه‌های غلات بخش عمده ای از جیره طیور را تشکیل می دهند. تنوع گسترده‌ای بین گونه‌ها، ارقام و نمونه‌های دانه‌های غلات وجود دارد و انواع مختلف حیوانات نیز انرژی متفاوتی از این دانه‌ها به دست می‌آورند. به طور مشابه، کنجاله‌های دانه‌های روغنی برای برآورده کردن نیاز اسیدهای آمینه ضروری و نیتروژن کل استفاده می-شوند. اختلافات در روش‌های عمل‌آوری و دماهای مورد استفاده در فرآیند استخراج روغن می‌تواند اثر قابل‌توجهی بر قابلیت دسترسی اسیدهای آمینه ضروری، به ویژه لیزین، برای حیوانات به جا بگذارد. این اختلافات می‌توانند اثر قابل‌توجهی روی راندمان تولید و قیمت مواد خوراکی داشته باشد.

روش‌های جاری اندازه‌گیری مقدار انرژی دانه‌های غلات (میانگین مقادیر ارائه‌شده در کتب مرجع، اندازه‌گیری دانسیته (بر حسب کیلوگرم در هکتولیتر)، لحاظ نمودن درصد ضایعات آنها در بوجاری و مقادیر محاسبه‌شده با استفاده از فرمول‌ها) مقدار انرژی قابل‌دسترس این مواد خوراکی (مگاژول در کیلوگرم) و یا اثر استفاده از آنها در جیره روی مصرف انرژی حیوانات را مشخص نمی‌کند. روش‌های آزمایشگاهی ارزیابی قابلیت دسترسی اسیدهای آمینه، به ویژه لیزین، نیز پیچیده و زمان‌بر هستند. طیف‌سنجی نزدیک مادون‌قرمز (NIR) روش جدید و جالبی است که در دسترس صنایع خوراک دام قرار گرفته است (بلک و اسپراگ[3]، ۲۰۱۰). دامنه گسترده‌ای برای مقادیر انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری (مگاژول در کیلوگرم ماده خشک) دانه‌های غلات استرالیایی گزارش شده است: ۱۱/۹ تا ۱۵/۳ برای گندم، ۱۰/۹ تا ۱۳/۶ برای جو، ۱۲/۱ تا ۱۴/۵ برای چاودم (تریتیکاله) و ۱۵/۳ تا ۱۶/۷ برای سورگوم. همچنین نشان داده شد که ارتباطی بین مقدار انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری جیره (مگاژول در کیلوگرم) و مقدار مصرف آن توسط جوجه‌های گوشتی وجود نداشت (r^2 = ۰/۰۰۳). این یافته‌ها حکایت از آن دارد که خصوصیات مختلف دانه‌ها بیشتر تعیین‌کننده قابلیت هضم آنها است و ارتباط چندانی با مصرف خوراک ندارد. به علاوه، استفاده از این دانه‌ها در جیره جوجه‌های گوشتی بیان‌گر اختلافات معنی‌داری در داخل انواع دانه‌ها روی مصرف خوراک (گرم در روز) بود. به عنوان مثال، مصرف جیره‌های بر پایه گندم بسته به نمونه گندم مورد استفاده در جیره تا ۲۰ درصد اختلاف داشت. مصرف روزانه انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری (مگاژول) توسط جوجه‌های گوشتی دریافت‌کننده جیره‌های بر پایه گندم تقریبا ۳۴ درصد اختلاف داشت. سرانجام اینکه نرخ رشد

---

1. Ewing
2. Feedstuffs
3. Black and Spragg

جوجه‌های گوشتی بیشتر تحت تاثیر مصرف روزانه انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری (مگاژول در روز) بود تا آنکه تحت تاثیر مقدار انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری جیره (مگاژول در کیلوگرم) باشد.

اغلب متخصصین تغذیه جدولی از الگوی مواد مغذی مواد خام مورد استفاده خود در جیره تهیه کرده‌اند که به عنوان ماتریکس در نظر گرفته می‌شود. قاعدتا چنین جدولی باید بر اساس آنالیزهای آزمایشگاهی مواد خوراکی ساخته شود. در عمل، اغلب جداولی همانند جداول منتشره توسط بتال و همکاران (۲۰۱۱) مورد استفاده قرار می‌گیرد. به طور کلی، معمولا اطلاعات ارائه‌شده در مورد اجزای متداول‌تر خوراک مانند نیتروژن، فیبر و چربی درست‌تر هستند. باید به خاطر داشت که اجزای آلی خوراک (پروتئین و کربوهیدرات) می‌تواند تا ۱۵ درصد، اجزای معدنی تا ۳۰ درصد و مقادیر انرژی حداقل تا ۱۰ درصد واریانس داشته باشد. جیره تنها می‌تواند به خوبی ماتریکس مواد خوراکی مورد استفاده باشد.

> **نکته**
> دانه‌های غلات بخش اصلی اغلب جیره‌های طیور هستند. لازم است این دانه‌ها از یکنواختی مناسبی برخوردار باشند.

دانه‌ها

ذرت

ذرت مهم‌ترین دانه است و معمولا استفاده از آن در جیره مشکلی ایجاد نمی‌کند. ذرت به طور کلی پروتئین پایینی دارد و به ویژه سطح لیزین آن کم است، اما محتوای کربوهیدرات آن منبعی عالی از انرژی فراهم می‌کند. همچنین این دانه حاوی مقادیر قابل‌توجهی گزانتوفیل یا رنگ‌دانه زرد طبیعی است. احتمال آلودگی ذرت به آفلاتوکسین‌ها یعنی سموم تولیدشده توسط کپک‌ها وجود دارد. این مساله وقتی مشکل‌ساز می‌شود که ذرت در شرایط مرطوب پرورش یافته باشد، حشره‌زده باشد و یا به صورت تر انبار شده باشد. در کشورهایی که دانه به صورت طبیعی خشک می‌شود، آفلاتوکسین‌ها به ندرت مشکل‌ساز هستند. اما در صورت خشک کردن دانه به صورت مصنوعی، رطوبت می‌تواند موجب رشد گونه‌های فوزاریوم شود. این گونه‌ها عامل ایجاد فومونیسین‌های DON و T_2 هستند که می‌توانند مشکل‌ساز باشند. بررسی‌های ادیسئو[1] با استفاده از NIR نشان داد که مقدار انرژی قابل‌متابولیسم حقیقی (TME_n) ذرت می‌تواند در دامنه ۱۲/۸۱ تا ۱۶/۰۵ مگاژول در کیلوگرم (میانگین ۱۴/۲ مگاژول در کیلوگرم و ضریب تغییرات ۳ درصد) متغیر باشد (ریلاندو، ۲۰۱۰).

> **نکته**
> کیفیت دانه‌ها (درجه) اثر مستقیمی بر مقدار انرژی آنها دارد.

پشته ذرت سوخته[2] ذرتی است که بر اثر خشک کردن یا ذخیره در شرایط مرطوب پس از برداشت رنگ خود را از دست داده باشد. موقع آنالیز به نظر می‌رسد که مقدار پروتئین این نوع ذرت تغییر نکرده است. بررسی مقادیر قابل‌اندازه‌گیری اسیدهای آمینه نشان‌گر آن است که در برخی از نمونه‌هایی که خیلی شدید رنگ خود را از دست داده‌اند مقادیر لیزین ۵۲ درصد، آرژنین ۳۵ درصد و گلیسین ۱۵ درصد کاهش می‌یابد. با افزایش شدت از دست دادن رنگ قابلیت هضم نیز کاهش پیدا می‌کند. در آزمایش رشد، نمونه‌ای از این نوع ذرت به میزان ۶۰ درصد در جیره جوجه‌های گوشتی استفاده شد. افزایش وزن، کارایی استفاده از خوراک و مقدار انرژی قابل-

[1]. Adisseo
[2]. Stack burn corn

متابولیسم جیره‌ها به طور معنی‌داری تحت تاثیر کاهش درجه رنگ قرار گرفت.

محققان برزیلی رابطه‌ای را جهت تخمین میزان کاهش انرژی قابل‌متابولیسم به صورت تابعی از درجه ذرت توسعه داده‌اند (روستگنو و همکاران، ۲۰۱۱). این معادله به صورت زیر است:

معادله ۱۳-۱: اثر درجه ذرت بر مقدار انرژی قابل-متابولسیم آن (ME)

$$ME_L =$$
$$+ (\text{دانه‌های شکسته [درصد]}) \times ۰/۰۶۴ + ۱/۶۲$$
$$+ (\text{دانه‌های خردشده و ناخالصی‌ها [درصد]}) \times ۶/۹۸$$
$$+ (\text{دانه کپک‌زده [درصد]}) \times ۱۰/۰۶$$
$$+ (\text{دانه حشره‌زده [درصد]}) \times ۱۲/۲۸$$
$$(\text{دانه متاثر از هر نوع آسیبی [درصد]}) \times ۵/۸۷$$

در اینجا:

ME_L = کاهش انرژی برای طیور (کیلوکالری در کیلو-گرم)

گندم

گندم در سطح جهانی استفاده می‌شود و دو واریته اصلی دارد. گندم‌های سخت اغلب برای تولید آرد گندم استفاده می‌شوند و مقدار پروتئین متصل به نشاسته بالاتری دارند. گندم‌های نرم برای تولید آرد شیرینی ترجیح داده می‌شوند. احتمال دارد که هنگام مصرف گندم توده‌ای خمیری اطراف نوک دیده شود که به دلیل مقدار بالای پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای در این غله است (شکل ۱۴-۴). تغذیه دانه کامل گندم برای همه رده‌های طیور و به طور ویژه برای مرغابی‌ها مطلوب است. کیفیت پروتئین گندم اندکی بالاتر از پروتئین ذرت اما سطح انرژی آن کمی پایین‌تر است. در اروپا به طور معمول گندم همراه با یک آنزیم تغذیه می‌شود که در فصل ۱۴ بحث شده است.

سورگوم

دانه سورگوم به مقادیر قابل‌توجهی در برخی از کشورها تولید می‌شود. پروتئین و انرژی آن نوسان بسیار بالایی دارد و مهم‌تر از همه برخی از واریته‌های آن، که با نام **ضد پرنده**[1] شناخته می‌شوند، سطح بالایی تانن دارند که می-تواند باعث اجتناب از مصرف خوراک شود و ممکن است اثرات ضدتغذیه‌ای داشته باشد. در صورت استفاده از سطوح پایین‌تر از ۱۵ درصد سورگوم در جیره امکان مشکل‌ساز شدن تانن بسیار بعید است. تحقیقات نشان داده است که قابلیت دسترسی اسیدهای آمینه کافیرین[2] پروتئین اصلی سورگوم ضعیف است و این مساله باید هنگام جیره‌نویسی مدنظر قرار بگیرد. آنزیم پروتئاز در این زمینه بسیار موثر است (فصل ۱۴ را ببینید).

ارزن

ارزن دری[3] غله‌ای با مقاومت و تحمل بالا به خشکی است که به طور معمول در مناطق نیمه‌خشک آفریقا و آسیا کشت می‌شود. سطح زیر کشت آن حدود ۲۶ میلیون هکتار برآورد شده است و در درجه نخست برای مصرف انسان استفاده می‌شود. علاوه بر مقاومت و تحمل به خشکی، فصل رشد نسبتا کوتاهی دارد که آن را کاندیدای مناسبی برای کشت دو محصولی می‌کند. واریته‌های هیبرید جدید آن در عرض ۹۰ تا ۹۵ روز بالغ می‌شوند و به طور معمول ۳ تا ۵ تن در هکتار تولید دارند. تراکم انرژی ارزن دری به دلیل مقدار روغن زیاد آن نسبتا بالا است و مقدار پروتئین و اسید آمینه آن نیز تقریبا بالا است. سینگ و

---

1. Bird proof
2. kafirin
3. Pearl millet (*Pennisetum glaucum*)

پرز-مالدونادو[1] (۲۰۰۰) با کار روی رقم کاترین[2] گزارش کردند که دانه ارزن حاوی ۱۳۸ گرم در کیلوگرم پروتئین خام و ۳/۰۰ گرم در کیلوگرم لیزین است. مقادیر انرژی قابل‌متابولیسم این رقم برابر با ۱۴/۶ مگاژول در کیلوگرم برای مرغ‌های تخم‌گذار و ۱۵/۰۰ مگاژول در کیلوگرم برای جوجه‌های گوشتی بود. این هر دو رقم بالاتر از مقادیر انرژی قابل‌متابولیسم ذرت است. محققین مذکور نشان دادند که گنجاندن تا ۶۰ درصد از این واریته در جیره مرغ‌های تخم‌گذار اثر معنی‌داری بر تولید تخم‌مرغ نداشت.

جو

جو غله‌ای با سطوح متوسط انرژی و پروتئین است. همان گونه که در فصل ۱۰ دیدیم کارایی استفاده از آن در جوجه‌های گوشتی جوان پایین است. این غله حاوی سطوح بالای نوعی از پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای به نام بتا-گلوکان‌ها است. همان طور که در فصل ۱۴ خواهیم دید، این ترکیبات موجب بالاترین ویسکوزیته مواد هضمی می‌شوند. این اثر به میزان قابل‌توجهی با اضافه کردن یک آنزیم برون‌زادی بتا-گلوکاناز قابل‌رفع است. لیسون و سامرز (۲۰۰۵) گزارش کردند که مقدار انرژی جو با تراکم حجمی آن همبستگی مثبت و با مقدار فیبر آن همبستگی منفی دارد.

ارزش نسبی دانه‌ها

ارزش هر ماده خوراکی توسط ترکیب مواد مغذی آن، جیره‌ای که در آن استفاده می‌شود (جوجه گوشتی یا مرغ تخم‌گذار)، قیمت آن، دسترسی به آن و ترکیب مواد مغذی سایر مواد خوراکی در دسترس تعیین می‌شود. به علاوه، استفاده از ماده خوراکی باید از نظر عملی امکان‌پذیر باشد.

جدول ۱۳-۱ ارزش نسبی برخی از دانه‌های جایگزین مورد استفاده در جیره طیور را نشان می‌دهد. این مقادیر با فرض فراهمی همه دانه‌ها در مقدار زیاد ارائه شده است. هنگام ارزیابی داده‌های این جدول باید به خاطر داشت که این نتایج نشان‌دهنده مجموعه ویژه‌ای از شرایط هستند. به عنوان مثال، افزایش سطح انرژی جیره رشد جوجه‌های گوشتی یا کاهش حداقل سطح پروتئین جیره مرغ تخم-گذار این ارزیابی را تغییر می‌دهد. اما این نتایج نشان می‌دهد که مهم‌ترین جزء جیره رشد جوجه‌های گوشتی انرژی است و به این دلیل ارزش نسبی دانه‌های جایگزین کمتر است. در مورد جیره تخم‌گذار، پروتئین اهمیت به نسبت بیشتری پیدا می‌کند که چرایی ارزش بیشتر دانه-های حاوی کمی پروتئین بالاتر را توضیح می‌دهد.

> ■ **نکته**
> محصولات جانبی می‌توانند بر اساس منبع و نوع فرآوری اعمال‌شده روی آنها متنوع باشند.

فرآورده‌های جانبی

سبوس گندم

سبوس گندم انرژی پایینی دارد و حجم و فیبر آن بالا است اما سطح و کیفیت پروتئین آن قابل‌قبول است. این ماده خوراکی برای جیره‌های دارای تراکم پایین نظیر جیره مرغ‌های تخم‌گذار و مادر مطلوب است. کیفیت سبوس می‌تواند با توجه به منبع گندم مورد استفاده و فرآیند تهیه آرد تا حد قابل‌توجهی متفاوت باشد.

ترخنه ذرت

ترخنه[3] محصول جانبی صنعت آرد ذرت و در اصل سبوس ذرت است. کیفیت محصول کارخانه‌های مختلف متفاوت

---
1. Perez-Maldonado
2. Catherine
3. Hominy chop

جدول ۱۳-۱: ارزش نسبی دانه‌های مختلف (درصد) در جیره رشد جوجه‌های گوشتی و جیره مرغ‌های تخم‌گذار

دانه	جیره رشد جوجه‌های گوشتی	جیره تخم‌گذار
ذرت	۱۰۰	۱۰۰
تریتیکاله (چاودم)	۷۸	۱۰۷
دانه سورگوم	۸۷	۹۷
گندم	۸۴	۹۴
گندم + آنزیم*	۹۶	۱۰۴
ارزن دری (رقم کاترین)	۱۳۲	۱۱۳

* این عدد نشان‌دهنده ارزش منهای هزینه آنزیم است.

است. اغلب کارخانه‌ها قبل از آسیاب کردن ذرت را به منظور بالا بردن تولید آرد خیس می‌کنند. بخش عمده این رطوبت در پایان فرآیند وارد ترخنه می‌شود و بالا بودن رطوبت آن (در حد ۲۰ درصد) امر نامعمولی نیست. دلیلی برای عدم استفاده پیوسته از ترخنه در جیره طیور وجود ندارد، اما لازم است بدانیم که مقدار بالای روغن (حاوی عمده روغن ذرت) و رطوبت این محصول را مستعد به فاسد شدن می‌کند و فساد در عرض چند روز نگهداری در هوای گرم اتفاق می‌افتد.

سبوس برنج

استفاده از سبوس برنج به عنوان ماده خوراکی در جیره طیور از مدت‌ها پیش رایج بوده است. مقدار فیبر و فیتات آن بالا است و می‌تواند تا حد ۱۲ درصد در جیره استفاده شود. فساد آبی و اکسیداتیو در حین انبارداری مشکلات این محصول هستند. سبوس را نباید با شلتوک (ماده فلس‌مانند خشبی‌تر پیرامون دانه) اشتباه گرفت. در بسیاری از کشورها شلتوک و سبوس مخلوط و به عنوان یک محصول واحد فروخته می‌شوند.

گلوتن ذرت

گلوتن ذرت از محصولات جانبی آسیاب کردن مرطوب ذرت است، روشی که هنگام تولید نشاسته و گلوکز استفاده می‌شود. این فرآیند دو محصول مهم ایجاد می‌کند.

کنجاله گلوتن ذرت

این محصول حاوی ۶۰ درصد پروتئین است و همانند خود ذرت لیزین پایینی دارد (۱۰ گرم در کیلوگرم). کنجاله گلوتن ذرت حاوی مقدار بالایی گزانتوفیل است و به طور کلی منبع پروتئین خوبی برای طیور محسوب می‌شود.

خوراک گلوتن ذرت

خوراک گلوتن ذرت ماده‌ای است حاوی ۲۰ تا ۳۰ درصد پروتئین که دربرگیرنده سبوس ذرت و بخشی از اجزای پروتئینی آن است. این محصول انرژی پایینی دارد، منبع پروتئین کم‌تراکمی است و مزه بسیار تندی دارد. خوراک گلوتن ذرت را می‌توان تا مقدار زیادی جایگزین سبوس گندم در جیره‌های تخم‌گذار کرد.

پسماند خشک دانه‌های تقطیری

اخیرا تولید اتانول با استفاده از نشاسته ذرت و دیگر دانه‌ها آغاز شده است. محصول جانبی این فرآیند با نام پسماند خشک تقطیر (DDGS[1]) شناخته می‌شود. تولید بیواتانول مستلزم استفاده از یک کربوهیدرات، تخمیر آن و سپس

[1]. Dried distillers grains and solubles

خارج کردن الکل تولید شده است. دی‌اکسید کربن و پسماند جامد محصولات جانبی این فرآیند هستند. کارخانه-های مختلف از نظر فرآیند تولید، ماده خام مورد استفاده و پسماند جامد تولیدی با یکدیگر تفاوت دارند. به طور کلی، یک تن دانه ذرت ۴۲۰ لیتر اتانول، ۳۲۰ کیلوگرم دی‌اکسید کربن و ۳۲۰ کیلوگرم DDGS تولید می‌کند. در حال حاضر، صنعت بیواتانول ایالات متحده در هر سال حدود ۱۰ میلیون تن DDGS تولید می‌کند.

کیفیت DDGS بسیار متغیر است. اختلاف بین محصولات تولیدی از گیاهان مختلف در مقایسه با اختلافات محصول تولیدشده از یک گیاه مشخص برجسته‌تر است. به طور خلاصه، DDGS حاوی مقادیر قابل‌توجهی پروتئین است، اما متخصصین تغذیه باید توجه داشته باشند که سطوح اسید آمینه ضروری لیزین در این ماده خوراکی پایین است. سنجش کیفیت این محصول بر اساس قابلیت هضم اسید آمینه، به ویژه برای لیزین، نتایج متغیری به دست می‌دهد. قابلیت هضم لیزین به طور میانگین بیش از ۷۰ درصد اما برای برخی از نمونه‌ها خیلی پایین است (نول[1] و همکاران، ۲۰۰۷). تحقیقات به روشنی نشان می‌دهد که DDGS تیره‌رنگ در مقایسه با محصول روشن‌تر قابلیت دسترسی اسید آمینه پایین‌تری دارد (دالی[2] و بتال، ۲۰۰۳). انرژی قابل‌متابولسیم بیش از ۲۵ نمونه DDGS توسط دانشگاه جورجیا تعیین شد. با وجودی که نمونه‌های حاوی مقدار فیبر بالاتر به وضوح انرژی کمتری داشتند، در نظر گرفتن عدد ۱۱/۷ مگاژول در کیلوگرم برای جیره-نویسی مناسب بود. وضعیت برای محصولاتی که روغن آنها برای تولید سوخت دیزلی استخراج شده متفاوت است و این مقادیر در مورد آنها کاربرد ندارد. مقدار فسفر کل DDGS دو برابر ذرت است، اگرچه به نظر می‌رسد که قابلیت دسترسی آن بالاتر (۶۵ درصد برای طیور) باشد.

استخراج روغن از DDGS به روشنی مقدار انرژی قابل‌متابولیسم این ماده خوراکی را کاهش می‌دهد. سطوح روغن باقیمانده در آنچه اخیرا به عنوان DDGS **کم‌روغن** شناخته شده حدود ۷ تا ۸ درصد است اما بارها به حدود ۴/۸ تا ۵ درصد کاهش یافته است. جهت بررسی دقیق نقش محصولات کم‌روغن جدید در جیره طیور باید انرژی قابل‌متابولیسم آنها تعیین شود (دالی، ۲۰۱۲).

به رغم انجام مطالعات زیاد روی تنوع DDGS از منابع مختلف، مشکلات متخصصین تغذیه تجاری در استفاده از آن حل نشده است. مانند هر ماده خوراکی دیگری، همه نمونه‌های DDGS باید قبل از استفاده آنالیز و حدود مجاز استفاده از آنها رعایت شود. بعید است که DDGS حاوی مواد مهارکننده رشد باشد، با توجه به اینکه ترکیب مادر مورد استفاده در تولید آن ذرت است. اما خطر وجود مایکوتوکسین‌ها در آن وجود دارد. این سموم هنگام فرآیند تولید اتانول از بین نمی‌روند.

ملاس‌ها

ملاس‌ها فرآورده‌های جانبی صنعت قند هستند. آنها محتوای انرژی قابل قبولی دارند اما می‌توان گفت که پروتئین ندارند. آنها پتاسیم بالایی دارند که استفاده از مقادیر بالای آنها را در جیره محدود می‌کند. سودمندترین جنبه ملاس‌ها این است که اضافه شدن آنها به جیره ظاهر فیزیکی خوراک را بهبود و تا حد زیادی گردوخاک را کاهش می‌دهد. آنها به عنوان پلت‌چسبان هم قابل‌استفاده هستند.

پروتئین‌های گیاهی

سویا

سویاها پراستفاده‌ترین منابع پروتئینی در جیره طیور

---

[1]. Noll
[2]. Dale

نکته

سویا چه به صورت کنجاله سویا یا سویای پرچرب ماده خوراکی اصلی تامین کننده پروتئین جیره‌ها است.

هستند. متاسفانه، آنها حاوی ماده‌ای موسوم به مهارکننده تریپسین هستند که با توانایی پرنده برای هضم پروتئین تداخل می‌کند. مهارکننده تریپسین تنها با فرآیند گرمایی از بین می‌رود و به این دلیل استفاده از سویای خام در خوراک به سادگی میسر نیست. در عمل، فرآیند گرمایی هنگام خارج کردن حلال در روند مورد استفاده برای استخراج روغن سویا اعمال می‌شود. پارسونز (۱۹۹۹) روش‌های آزمایشی مورد استفاده برای تعیین کیفیت سویا را بررسی کرده است. یکی از چالش‌های فرآوری سویا به‌کارگیری گرمای بهینه برای تولید مغذی‌ترین محصولات خوراکی است. با اعمال گرمای کمتر از حد، قابلیت هضم اسیدهای آمینه تحت تاثیر اثر منفی از بین نرفتن عوامل ضدتغذیه‌ای (به ویژه مهارکننده تریپسین) قرار می‌گیرد. گرمای بیش از حد نیز موجب باند شدن اسیدهای آمینه با ترکیبات غیرقابل‌هضم می‌شود و قابلیت دسترسی آنها را کاهش می‌دهد. به علاوه، بخشی از اسیدهای آمینه تحت تاثیر دمای بالای فرآوری تخریب می‌شود.

نکته

روش‌های سریعی برای سنجش کیفیت کنجاله سویا وجود دارد.

روش‌های متعددی برای اندازه‌گیری درجه عمل‌آوری سویا وجود دارد و شاید گسترده‌ترین روش مورد استفاده اندازه‌گیری فعالیت اوره‌آز باشد. اما سطوح پایین اوره‌آز همیشه نشان‌دهنده فرآیند بیش از حد نیست و با توجه به اینکه مقیاس منفی (اعداد منفی) در آزمایش اوره‌آز وجود ندارد، این آزمایش ارزش محدودی در ارزیابی فرآیند بیش از حد دارد. مشخص شده است که حلالیت پروتئین در محلول هیدروکسید پتاسیم ۰/۲ درصد ارتباط خوبی با فرآیند بیش از حد دارد که در کاهش عملکرد جوجه‌ها بازتاب می‌یابد. انحلال‌پذیری ۱۰۰ درصد پروتئین ویژگی سویای خام فرآوری نشده است. آزمایش با جوجه‌های گوشتی مشخص کرد که مقادیر انحلال‌پذیری ۷۳ تا ۸۵ درصد نشان‌دهنده فرآوری مناسب سویا است. احتمالا رقم ۷۰ درصد بیان‌گر کاهش ارزش تغذیه‌ای سویا و مقادیر کمتر از ۶۵ درصد تقریبا به طور قطعی نشان‌دهنده فرآیند بیش از حد است. شاخص قابلیت هضم پروتئین[1] که حلالیت پروتئین را در آب اندازه‌گیری می‌کند، ساده‌ترین این سه روش است و شاید بهترین روش برای تشخیص کیفیت سویا باشد. سریع‌ترین و شاید ساده‌ترین راه برای بررسی درجه پختن سویا آزمایش کرسول قرمز[2] است (پیوست C). همه محصولات سویا باید استانداردهای معینی را برآورده کنند (فن‌آیس[3] و همکاران، ۲۰۰۴؛ جدول ۱۳-۲). جدول ۱۳-۳ برخی از اندازه‌گیری‌های مقایسه‌ای و توصیه‌های مربوط به روش‌های مختلف اندازه-گیری درجه پختن فرآورده‌های سویا را نشان می‌دهد.

نکته

هر دو سویای بیش و کمتر از حد فرآوری‌شده باعث مشکلاتی در تولید طیور می‌شوند.

تغذیه محصولات سویای حاصل از فرآوری پایین‌تر از حد می‌تواند اثرات شدیدی روی عملکرد جوجه‌های گوشتی و

[1]. Protein digestibility Index
[2]. Cresol red
[3]. van Eys

جدول ۱۳-۲: پارامترهای کیفی کنجاله سویا (برگرفته از فن‌آیس و همکاران، ۲۰۰۴)

مختصات	توصیه‌ها	ملاحظات
خاکستر	کمتر از ۷/۵ درصد	نشان‌دهنده تقلب اضافه کردن سنگریزه، خاک یا اضافه کردن یک عامل روان‌کننده مانند کربنات کلسیم
خاکستر نامحلول در اسید (سیلیکا)	کمتر از ۱ درصد	مانند بالا
حلالیت پروتئین	۷۳-۸۵ درصد	
فعالیت اوره‌آز	۰/۰۵-۰/۲ تغییر در pH	
تراکم حجمی	۵۷-۶۴ گرم/۱۰۰ میلی‌لیتر	نشان از اضافه کردن سنگریزه یا پوسته سویا
ارزیابی غربالی	باقی ماندن ۹۵ درصد در غربال نمره ۱۰؛ باقی ماندن ۴۰-۵۰ درصد در غربال نمره ۲۰؛ باقی ماندن حداکثر ۶ درصد در غربال نمره ۸۰	حجم توده‌ها شاخصی از وضعیت انبارداری قبلی است.
بافت	یکنواختی، روان بودن و عاری بودن از توده‌ها یا قطعات به‌هم‌چسبیده	
رنگ	رنگ یکنواخت ذرات از قهوه‌ای مایل به زرد تا قهوه‌ای روشن	مقدار خیلی زیاد ذرات زرده تیره نشان‌دهنده مخلوط کردن کنجاله فعلی با یک کنجاله سویای بیش از حد حرارت‌دیده است. زرد کم‌رنگ یا بی‌رنگ نشان‌دهنده مخلوط کردن ماده خوراکی با محصولی است که به خوبی فرآوری نشده است.
بو	تازه، عدم کپک‌زدگی و ماندگی، ترشیدگی، سوختگی و داشتن بوی شبیه آمونیاک	بوی آمونیاک نشان‌دهنده اضافه کردن اوره یا آمونیاک به منظور بالا بردن سطح پروتئین خام است.
طعم	طعم ملایم خوشایند	
آلودگی‌ها	بررسی ویژه برای آمونیاک و اوره	

به خصوص پرنده‌های جوان‌تر داشته باشد. پالیگورو[1] و همکاران (۲۰۱۱) اثر پخت ناکافی را با جایگزین کردن سویای خام به جای سویای پرچرب پخته در جیره جوجه‌های گوشتی شبیه‌سازی کردند. همان طور که در جدول ۱۳-۴ می‌بینید، وجود مهارکننده تریپسین قابلیت هضم پروتئین را کاهش داد، در حالی که موجب افزایش مصرف خوراک گردید. جالب آنکه هضم ناکافی پروتئین موجب افزایش نمره آسیب التهاب نکروتیک روده و افت سلامتی دستگاه گوارش شد. در پژوهش دیگری، درجه فرآوری سویا با اتوکلاو کردن مواد خوراکی در زمان‌های مختلف شبیه‌سازی شد. سپس افزایش وزن جوجه‌ها در مقابل شاخص کیفیت پروتئین ترسیم شد. از شکل ۱۳-۱

[1]. Palliyeguru

(پارسونز، ۱۹۹۹) می‌توان دید که اگرچه آزمایش اوره‌آز شاخص مناسبی از کیفیت پروتئین نیست، اما همچنان می‌تواند نشانه خوبی باشد از آنچه تغذیه سویای خام بر عملکرد به جا می‌گذارد.

گرمای زیادی مقدار مواد مغذی سویا را به ویژه با لطمه زدن به کیفیت پروتئین کاهش می‌دهد. علت این آسیب واکنش برخی از اسیدهای آمینه با قندهای موجود در محصول است (واکنش میلارد[1]) که هر دو را برای پرنده غیرقابل‌دسترس می‌کند. گرمای بیش از حد قابلیت هضم اسیدهای آمینه را کاهش می‌دهد. بیشترین کاهش در قابلیت هضم لیزین، سیستین، اسید آسپارتیک و هیستیدین اتفاق می‌افتد. اگرچه پاسخ‌های متفاوتی در ارتباط با اثرات گرمای بیش از حد بر مقدار انرژی سویا دیده شده است (ابورتو[2] و همکاران، ۱۹۹۸)، اربا[3] و دالی (۱۹۹۰) نشان دادند که مقدار انرژی کنجاله سویا در اثر فرآوری بسیار بیش از حد به طور معنی‌داری کاهش پیدا

جدول ۱۳–۳: روش اندازه‌گیری درجه پختن کنجاله سویا

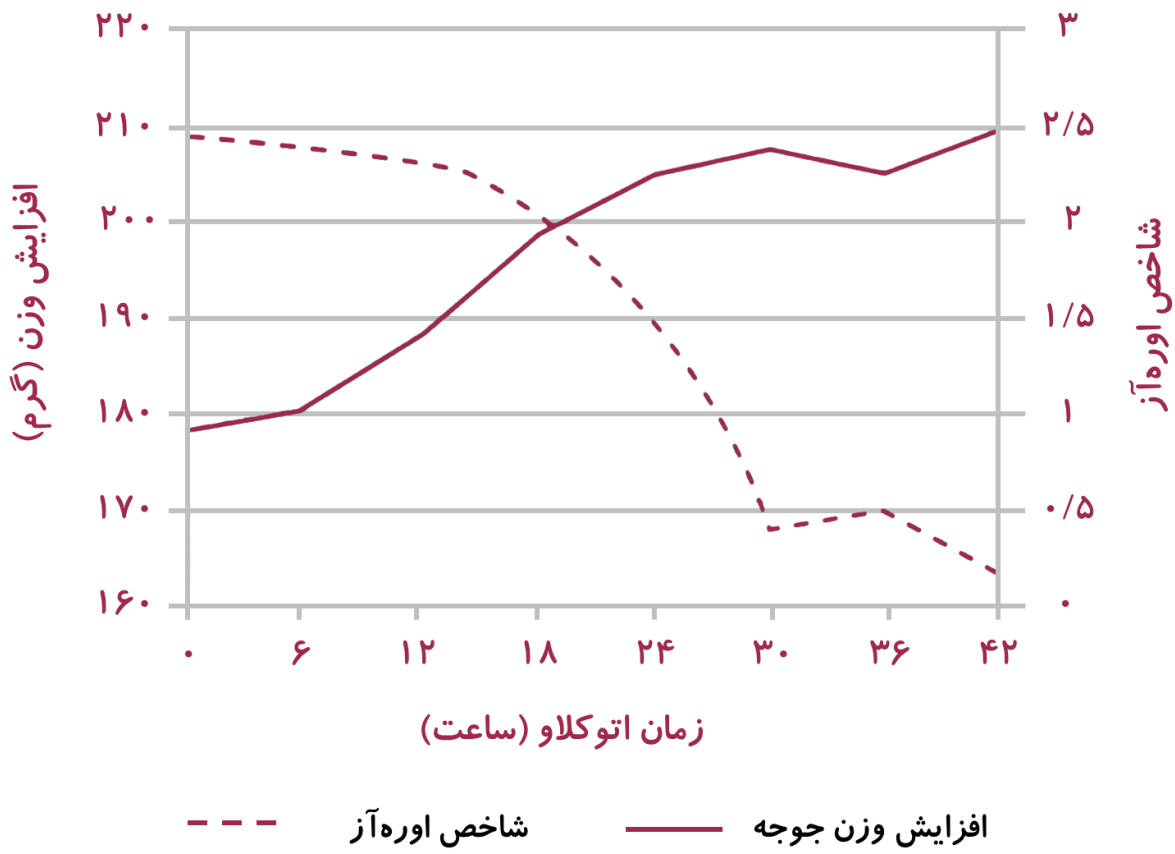
درجه پختن	خام	پخت ناقص	پخت مناسب	تفت‌داده	پخت بیش از حد
فعالیت مهارکننده تریپسین (فعالیت/گرم)	۵۰۰۰۰	۳۰۰۰۰	۵۰۰۰–۱۰۰۰۰	۵۰۰۰–۲۰۰۰	۲۰۰۰ >
افزایش pH در تست اوره‌آز	۱/۵ <	۱/۵–۰/۳	۰/۳–۰/۱	۰/۱–۰/۰۵	۰/۵ >
تست رنگ با کرسول قرمز	قرمز	صورتی تیره	صورتی	صورتی روشن	کهربایی
حلالیت در هیدروکسید پتاسیم	نزدیک ۱۰۰	۹۰–۸۵	۸۵–۸۰	۸۰–۷۵	۷۵ >
شاخص قابلیت هضم پروتئین (درصد)	۷۵ <	۷۵–۴۵	۴۵–۳۰	۱۵–۰	۱۵ >
اطمینان از استفاده از در جیره	خطرناک – عدم استفاده	حاشیه‌ای – استفاده فقط برای پرنده بالغ	عالی	حاشیه‌ای – استفاده فقط برای پرنده بالغ	خطرناک – عدم استفاده

جدول ۱۳–۴: اثر سویای نپخته بر جوجه‌های گوشتی از سن ۱۶–۳۲ روزگی (پالیگورو و همکاران، ۲۰۱۱)

مورد	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	سطح احتمال
سویای خام (درصد)	۰	۱۰	۲۰	<۰/۰۰۱
سویای پرچرب (درصد)	۲۰	۱۰	۰	<۰/۰۰۱
مهارکننده تریپسین (میلی‌گرم/گرم)	۱/۹	۶/۲۱	۸/۴۶	<۰/۰۰۱
افزایش وزن (گرم)	۱/۲۹۰	۱/۱۷۹	۰/۹۹۵	<۰/۰۰۱
مصرف خوراک (کیلوگرم)	۱/۸۸۷	۱/۹۳۶	۱/۹۶۹	<۰/۰۵
ضریب تبدیل خوراک (گرم/گرم)	۱/۴۶	۱/۶۴	۱/۹۸	<۰/۰۰۱
قابلیت هضم پروتئین (درصد)	۶۵/۳	۵۶/۱	۵۴/۴	<۰/۰۰۱
نمره زخم‌های نکروتیک دئودنوم	۲/۳۸	۲/۹۲	۳/۱۹	<۰/۰۰۱

1. Maillard reaction
2. Aburto
3. Araba

می‌کند (جدول ۱۳-۵). همان طور که در جدول ۱۳-۶ مشاهده می‌کنید، پیامد استفاده از سویای بیش از حد فرآوری‌شده (حلالیت پروتئین ۳۵ درصد) در جوجه‌های گوشتی وحشتناک است. عملکرد جوجه‌های گوشتی دریافت‌کننده ماده بیش از حد فرآوری‌شده با اضافه کردن متیونین و ترئونین چه در حضور و چه در غیاب لیزین اضافی بهبود نیافت. اگرچه اضافه کردن لیزین به مقدار زیادی اثر فرآوری بیش از حد را کاهش داد. مقدار لیزین مورد نیاز به درجه فرآوری بیش از حد بستگی دارد. اما به نظر می‌رسد که حداقل ۰/۱۲ درصد لیزین مازاد در مورد آسیب متوسط و ۰/۲ درصد لیزین مازاد در موارد شدیدتر نیاز است.



شکل ۱۳-۱: نمایی از افزایش وزن جوجه در مقابل کیفیت پروتئین (برگرفته از پارسونز، ۱۹۹۹)

جدول ۱۳-۵: اثر فرآیند بیش از حد کنجاله سویا بر مقادیر انرژی قابل‌متابولیسم جیره حاوی آن (برگرفته از اربا و دالی، ۱۹۹۰)

جیره	حلالیت پروتئین (درصد)	انرژی قابل‌متابولیسم (مگاژول/کیلوگرم)
شاهد	۸۵	۱۳/۴۳
سویای بیش‌فرآوری‌شده	۸۳	۱۳/۷۰
سویای بیش‌فرآوری‌شده	۷۴	۱۳/۴۵
سویای بیش‌فرآوری‌شده	۵۳	۱۳/۴۹
سویای بیش‌فرآوری‌شده	۳۹	۱۲/۹۱

جدول ۱۳–۶: اثر اضافه کردن لیزین بر عملکرد جوجه‌های گوشتی (از سن ۱۵ روزگی) دریافت‌کننده سویای بیش‌فرآوری‌شده (برگرفته از اربا و دالی، ۱۹۹۰)

تیمار	وزن بدن (گرم)	مصرف خوراک (گرم)	ضریب تبدیل خوراک (گرم/گرم)
شاهد	۵۰۲^{a}	۶۸۳^{a}	۱/۳۶^{c}
سویای بیش‌فرآوری‌شده*	۳۵۹^{c}	۵۵۷^{b}	۱/۵۵^{a}
سویای بیش‌فرآوری‌شده + ۰/۱۲ لیزین	۴۴۴^{b}	۶۶۳^{a}	۱/۴۹^{ab}
سویای بیش‌فرآوری‌شده + ۰/۲۴ لیزین	۴۹۳^{a}	۶۷۹^{a}	۱/۳۸^{bc}

* حلالیت سویای بیش‌فرآوری‌شده ۳۵ درصد و سویای مورد استفاده در جیره شاهد ۸۰ درصد بود.

از نظر عملی، گرما دادن کافی همه مشکلات مربوط به سویا را در جیره حل نمی‌کند. استفاده از سطوح بالای (بیش از ۳۰ درصد) کنجاله سویا در جیره می‌تواند باعث سوءهضم و سوءجذب شود. علت این عوارض وجود سطوح بالای الیگوساکاریدهای غیرنشاسته‌ای مانند گالاکتومانان‌ها، رافینوز و استاکیوز است که از نظر اسمزی فعال هستند (فرکت و گرنات، ۲۰۰۲).

سویا به دو شکل در جیره پرنده‌ها استفاده می‌شود:

- کنجاله یا کیک روغنی سویا محصول جانبی استخراج روغن و پراستفاده‌ترین منبع پروتئینی در خوراک حیوانات است. این ماده خوراکی به عنوان استاندارد در نظر گرفته شده است و سایر پروتئین‌های گیاهی در مقایسه با آن مورد قضاوت قرار می‌گیرند. تمایل این محصول به خاکه شدن می‌تواند مشکلاتی را برای برخی از گونه‌ها ایجاد کند. مقدار پروتئین کنجاله سویا بالا اما متیونین آن پایین است و اغلب باید با متیونین سنتتیک مکمل شود.
- سویای پرچرب دانه سویای کاملی است که به صورت دست‌نخورده پخته شده است. معمولا از فرآیند اکستروژن برای پختن آن استفاده می‌شود. این محصول تا حدود ۲۰ درصد روغن دارد و ابزاری است عالی برای بالا بردن سطح روغن جیره بدون آنکه بر شکل فیزیکی خوراک تاثیر منفی بگذارد (بدون ظاهر روغنی). روش تولید سویای پرچرب اثر قابل‌توجهی روی خواص تغذیه‌ای آن دارد. نه تنها مقدار انرژی (جدول ۱۳–۷)، بلکه همچنین قابلیت دسترسی برخی از اسیدهای آمینه سویای پرچرب تحت تاثیر روش تولید آن قرار می‌گیرد. به عنوان مثال، قابلیت هضم اسیدهای آمینه سویای تفت‌داده (برشته) کمتر از محصول اکسترود شده است.

جدول ۱۳–۷: تاثیر فرآوری گرمایی بر مقادیر انرژی جیره‌ای سویای پرچرب (فن‌آیس و همکاران، ۲۰۰۴)

تیمار	انرژی قابل‌متابولیسم (مگاژول/کیلوگرم)
خام	۱۳/۵۰
تفت‌داده	۱۴/۹۶
میکرونیزه	۱۵/۵۰
اکسترود خیس	۱۷/۳۸
اکسترود خشک	۱۷/۸۹

سوال این است: چه مقدار از سویای پرچرب در جیره قابل‌استفاده است؟ به طور کلی، می‌توان تا سقف ۳۰ درصد از این محصول را در جیره طیور استفاده کرد. اگرچه اغلب

جدول ۱۳–۸: اثر جیره‌های بر پایه سویای پرچرب اکسترووده بر وزن لاشه و اندام‌ها در سن ۴۲ روزگی

سویای پرچرب اکسترووده (درصد)	۰	۵	۱۰	۱۵
وزن بدن (گرم)	۱۷۷۶	۱۶۹۵	۱۷۹۷	۱۶۴۸
وزن لاشه (درصد)	۷۱/۳۸	۷۱/۷۰	۷۱/۶۸	۷۱/۱۲
وزن چربی محوطه شکمی (گرم)	۲۹/۴۷^{a}	۲۵/۶۲^{ab}	۲۱/۲۸^{b}	۲۲/۶۶^{ab}
وزن چربی محوطه شکمی (درصد)	۱/۶۵^{a}	۱/۵۰^{ab}	۱/۱۷^{b}	۱/۴۱^{ab}
وزن کبد (گرم)	۳۸/۳۲^{a}	۳۶/۲۶^{ab}	۳۶/۶۹^{ab}	۳۲/۴۴^{b}
وزن کبد (درصد)	۲/۱۸	۲/۱۵	۲/۰۵	۱/۹۷
وزن پانکراس (گرم)	۴/۴۲	۳/۸۸	۴/۲۲	۴/۲۸
وزن پانکراس (درصد)	۰/۲۵	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۶

کیفیت پلت در سطوح بالای سویای پرچرب مشکل‌ساز و استفاده از حداکثر ۱۷ تا ۲۰ درصد از آن در جیره توصیه می‌شود. استفاده از سطوح بالای اسیدهای چرب غیراشباع در جیره باعث افزایش سطح اسیدهای چرب بلندزنجیر غیراشباع در لاشه می‌شود. جوجه‌های دریافت‌کننده جیره حاوی ۱۵ درصد سویای پرچرب لاشه‌ای با اسید پالمیتیک و اسید اولئیک کمتر داشتند. مارتینز[1] (۱۹۹۵) از جیره‌های حاوی مقادیر مواد مغذی یکسان برای جایگزینی پروتئین کنجاله سویا با سویای پرچرب تفت‌داده استفاده نمود و هیچ گونه اثر معنی‌داری بین پارامترهای عملکردی یا مقدار پروتئین و چربی لاشه مشاهده نکرد. بن‌عبد-الجلیل[2] (۲۰۰۲) نشان داد که استفاده از سویای پرچرب در جیره تاثیری بر رنگیزگی لاشه نداشت و موجب کاهش چربی محوطه شکمی گردید (جدول ۱۳–۸). جیره حاوی ۱۵ درصد سویای پرچرب وزن کبد را حدود ۱۰ درصد کاهش داد و تاثیری بر وزن پانکراس نداشت. با افزایش سطح سویای پرچرب در جیره درصد لاشه تغییر نکرد.

کنجاله آفتابگردان

کنجاله آفتابگردان به طور گسترده در جیره طیور استفاده

> **نکته**
> آفتابگردان معمولا جایگزین مقرون‌به‌صرفه‌ای برای سویا است. این ماده خوراکی فیبر بالایی دارد اما ماده ضدتغذیه‌ای ندارد.

می‌شود. به طور کلی، منبع پروتئین خوبی برای طیور و لیزین اسید آمینه محدودکننده آن است. سطح انرژی آن حدودا پایین است. مشکل اصلی کنجاله آفتابگردان این است که کیفیت آن می‌تواند خیلی متغیر باشد. سطوح پروتئین آن می‌تواند از ۲۲ درصد (از گیاه پرس‌شده به روش مکانیکی) تا حدود ۴۴ درصد (از گیاهی که با حلال روغن‌گیری شده) تغییر کند. این محصول را باید در صورت امکان از یک تامین‌کننده ثابت خریداری کرد و آنالیز پیوسته آن ضروری است. مقدار پروتئین کنجاله آفتابگردان با مقدار فیبر آن همبستگی منفی و با محتوای روغن آن همبستگی مثبت دارد.

بادام زمینی

مقادیر دو اسید آمینه حیاتی متیونین و لیزین در بادام زمینی‌ها خیلی پایین است. به علاوه، آنها حاوی یک عامل

[1]. Martins
[2]. Benabdeljelil

ضدتریپسین هستند که تنها به مقدار کمی توسط فرآیند گرمایی از بین می‌رود. همچنین بادام زمینی‌ها خیلی مستعد به آلودگی آفلاتوکسین هستند و باید یادآوری کرد که آفلاتوکسین‌ها با روش‌های متداول پختن از بین نمی‌روند.

کنجاله پنبه‌دانه

کنجاله پنبه‌دانه ماده خوراکی باکیفیتی برای طیور نیست. اول اینکه حاوی گوسیپول است که می‌تواند به زرده تخم-مرغ یک رنگ سبز تیره بدهد. گوسیپول با آهن باند و تا حدودی غیرفعال می‌شود. اثرات سودمند مکمل کردن سطوح مازاد آهن در جیره‌های حاوی گوسیپول بالا نشان داده شده است. دومین مشکل پنبه‌دانه این است که اسید-های آمینه آن قابلیت دسترسی پایینی برای طیور دارند.

کلزا (کانولا)

منداب یا کلزا به طور فزاینده‌ای به عنوان منبعی برای تولید سوخت‌های زیستی کشت می‌شود. گوآتروژن‌ها و اسید اروسیک[1] دو عامل ضدتغذیه‌ای مهم منداب هستند. سطوح این ترکیبات با استفاده از انتخاب ژنتیکی کاهش داده شده است و نمونه تجاری این گیاه به عنوان کانولا عرضه می‌شود. منداب همچنین حاوی حدود ۱/۵ درصد سیناپین است (لیسون و سامرز، ۲۰۰۵) که باعث می‌شود درصد بالایی از مرغ‌های قهوه‌ای تخم‌هایی با بوی زننده ماهی بگذارند. سیناپین در دستگاه گوارش به تری‌متیل-آمین (عامل ایجاد بو و مزه ماهی در تخم‌مرغ) می‌شکند و اغلب مرغ‌هایی که تخم قهوه‌ای می‌گذارند فاقد آنزیم تری‌متیل‌آمین اکسیداز هستند.

پودر یونجه

محصولات یونجه حاوی مقدار قابل قبولی پروتئین دارای کیفیت مناسب هستند. وجود فیبر بالا سطح استفاده از آنها را در جیره محدود می‌کند. یونجه منبعی عالی از دامنه گسترده‌ای از ویتامین‌ها مانند A و بسیاری از ویتامین‌های گروه B است. همچنین یونجه غنی از رنگ‌دانه گزانتوفیل است.

> **نکته**
> محصولات دارای منشأ حیوانی ممکن است بیش از حد حرارت ببینند که باعث افت قابلیت هضم پروتئین آنها می‌شود.

پروتئین حیوانی

پودرهای بازیافتی[2] محصولات پخته‌شده دارای منشاء حیوانی هستند. پودر ماهی، پودر خون، پودر لاشه و پودر ضایعات طیور مهم‌ترین محصولاتی هستند که در این گروه قرار می‌گیرند. اینها سه ایراد عمده دارند. اول، کیفیت و کمیت متغیر مواد خام مورد استفاده برای تولید این محصولات می‌تواند منجر به تولید محصول متغیری شود. دوم، با توجه به اینکه آنها در دیگ‌های بسیار بزرگ پخته می‌شوند، احتمال دارد که قابلیت دسترسی اسیدهای آمینه آنها بر اثر اعمال حرارت بیش از حد کاهش یابد. سوم، شواهد قابل‌توجهی وجود دارد که نشان می‌دهد با استفاده از این محصولات بیماری‌ها می‌توانند از یک نسل به نسل بعد انتقال پیدا کنند. این شامل گونه‌های سالمونلا و نیز جنون گاوی[3] در اروپا است. به این دلایل، در بسیاری از کشورها استفاده از فرآورده‌های برگرفته از پستانداران در خوراک حیوانات ممنوع شده است.

پودر ماهی

پودر ماهی از دیدگاه تغذیه‌ای دارای ارزشی استثنایی

---
1. Erucic acid
2. Render meals
3. Bovine spongiform encephalopathy

است. این ماده خوراکی پروتئینی بالا و با کیفیت فوق‌العاده دارد و همچنین حاوی مقادیر مناسبی از انرژی، کلسیم و فسفر است. به عنوان یک پروتئین حیوانی قابلیت هضم بسیار بالایی دارد و به ویژه برای پرنده‌های جوان مفید است. استفاده از سطوح متوسط (۵ تا ۱۰ درصد) پودر ماهی برخوردار از کیفیت مناسب در جیره بهترین راه برای فراهم کردن پروتئین باکیفیت برای پرنده‌های جوان است. کیفیت پودر ماهی می‌تواند بسیار متغیر باشد و نیاز به کنترل شدید دارد. همچنین امکان آلودگی پودر ماهی به سالمونلا وجود دارد. در مورد پودر ماهی نقل‌قول‌های خیلی بدی وجود دارد و این طور گفته شده است که می‌تواند عامل هر اختلالی باشد. این گفته‌ها هرگز در مورد جوجه‌های گوشتی درست نیست.

پودر خون

پودر خون پروتئین و لیزین بالایی دارد و به طور ویژه سطوح اسید آمینه ضروری ایزولوسین آن کم است. انرژی و پروتئین آن به طور قابل‌توجهی کمتر از پودر ماهی است و ممکن است اجزای پروتئینی آن قابلیت هضم پایینی داشته باشند. پودر خون یک محصول پخته شده است و طی این فرآیند بخشی از پروتئین آن با قندها باند می‌شود. پروتئین باندشده در دسترس حیوان نیست، به ویژه اگر پودر خون سیاه‌رنگ باشد. پودر خون را نمی‌توان برای تغذیه جوجه‌های جوان توصیه کرد، جایی که آنزیم‌های مورد نیاز برای هضم پروتئین به خوبی توسعه نیافته است.

پودر لاشه

پودر لاشه که همچنین با نام پودر گوشت و استخوان شناخته می‌شود، در بسیاری از کشورها استفاده بالایی دارد. مقدار پروتئین آن می‌تواند از حداقل ۴۵ درصد تا حداکثر ۵۵ درصد متفاوت باشد. یکنواختی محصول در صورت استفاده از آن در مقیاس وسیع حیاتی است.

پودر ضایعات طیور

پودر ضایعات طیور از ضایعات کشتارگاهی (پر و خون) و مرغ‌های تلف‌شده ساخته می‌شود و بنابراین ترکیب آن می‌تواند خیلی ضعیف باشد. قابلیت دسترسی اسیدهای آمینه این محصول پرانرژی خیلی پایین است. چربی بالای آن حمل‌ونقل این محصول را مشکل می‌کند.

> ■ **نکته**
> چربی‌ها و روغن‌ها سهم بالایی در تامین انرژی جیره‌های طیور دارند.

چربی‌ها و روغن‌ها

چربی‌ها و روغن‌ها برای تقویت سطح انرژی در جیره استفاده می‌شوند، به ویژه در مواردی که از غله دیگری به جز ذرت در جیره استفاده می‌شود. اگرچه امکان استفاده از پیه و چربی خوک میسر است، اما تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که جوجه‌های جوان قادر به استفاده از این چربی‌های سخت نیستند. روغن گیاهی به راحتی توسط پرنده‌های جوان استفاده می‌شود و می‌تواند در سطح بالایی به جیره آنها اضافه شود. در برخی از کشورها روغن اسیدی (خمیر صابون) که از فرآورده‌های جانبی صنایع استخراج روغن است، در جیره جوجه‌های گوشتی استفاده می‌شود [هنگام تصفیه روغن‌های گیاهی خام ابتدا خمیر صابون یا آب صابون حاصل می شود که سپس با اسید سولفوریک عمل آوری می شود تا روغن اسیدی به دست آید. روغن اسیدی عمدتا شامل اسیدهای چرب آزاد و آسیل گلیسرول‌ها است؛ مترجمین]. این ماده خام کاملا مقبول است، اما باید به یاد داشت که با راندمان پایین‌تری در مقایسه با روغن خالص استفاده می‌شود. وقتی که جیره

آغازین حاوی روغن است باید از آنتی‌اکسیدان‌ها برای جلوگیری از فاسد شدن آنها استفاده کرد. سطوح ویتامین‌های محلول در چربی به ویژه ویتامین E نیاز به بررسی دارد و باید افزایش یابد (برای جزئیات بیشتر فصل ۳ را ببینید). بستگی به نیاز برای پایداری پلت، ۳ تا ۴ درصد سطح چربی است که می‌تواند با دیگر اجزای جیره مخلوط شود. علاوه بر این، می‌توان ۲ تا ۳ درصد روغن روی پلت تولیدشده اسپری کرد.

استفاده عملی از چربی‌ها و روغن‌ها در جیره‌های طیور

بحث استفاده از روغن (چربی) در جیره‌های طیور ادامه دارد. هنگام فرآیند استخراج و تصفیه روغن (بیشتر از مواد گیاهی) ضایعات زیادی تولید می‌شود که فرآوری بیشتری روی آنها صورت می‌گیرد. مهم‌ترین آنها مخلوط کردن منابع مختلف روغن با هدف استفاده در خوراک حیوانات است.

از نگاه صنعت خوراک دام این فرآیند دو مشکل ایجاد می‌کند. اولین اینکه چه سطحی از انرژی باید برای این مواد در نظر گرفته شود. دوم، ممکن است روغن‌ها به یک شکلی آلوده شوند. به صورت گسترده‌ای پذیرفته شده است که درجه اشباعیت و مقدار اسیدهای چرب آزاد دو عامل تعیین‌کننده اصلی مقدار انرژی چربی اضافه‌شده به جیره هستند، اگرچه عوامل دیگری شامل میزان آلودگی با ترکیبات غیرمغذی نیز می‌تواند تاثیرگذار باشد.

چربی‌های غیراشباع انرژی جیره‌ای بالاتری در مقایسه با چربی‌های اشباع دارند، اما یک مقدار اثر همکوشی بین آنها وجود دارد، به شکلی که نسبت چربی‌های غیراشباع می‌تواند بهره‌وری از چربی‌ها اشباع را افزایش بدهد. ترکیب مقدار انرژی جیره‌ای که حاوی مخلوطی از این دو است بالاتر از آن است که از روی مقادیر انرژی هرکدام از چربی‌ها به طور جداگانه پیش‌بینی شود. این اثر در پرنده‌های جوان بیشتر از پرنده‌های مسن است. مقدار اسیدهای چرب آزاد یک متغیر اصلی است، به ویژه اگر سطح استفاده از مواد خوراکی که مقدار اسیدهای چرب آزاد آنها بالا است، مانند روغن اسیدی، وسیع باشد. از نظر فیزیو-لوژیکی، بالاتر بودن نسبت اسیدهای چرب آزاد در یک چربی معین راندمان جذب را کاهش می‌دهد، مساله‌ای که به طور ویژه در مورد اسیدهای چرب اشباع بارزتر است.

از نظر عملی، درجه فساد چربی نگرانی بزرگی است (همیلتن و کریستاین[1]، ۲۰۰۸). فساد به وضعیت اکسیدا-تیو چربی مربوط است که یک ویژگی است که می‌تواند پیامدهای تغذیه‌ای داشته باشد و در موارد شدید سلامتی طیور یا دام‌های دیگر را تحت تاثیر قرار می‌دهد. فساد اکسیداتیو فرآیند پیچیده‌ای است که تصور می‌شود در مراحلی رخ می‌دهد: ۱) آغاز، ۲) اکسیداسیون خودبه-خودی و ۳) پایان. در هر مرحله، تشکیل محصولات به شکل متغیری افزایش و کاهش می‌یابد. در مرحله آغاز، هیدروپراکسیدها با ترکیب شدن اکسیژن و اسیدهای چرب غیراشباع در حضور یک کاتالیزور (مانند آهن، مس، گرما، نور، آنزیم‌ها و غیره) تشکیل می‌شوند. در مرحله اکسیداسیون خودبه‌خودی، این پراکسیدهای فعال می-توانند با دیگر چربی‌ها ترکیب شوند و محصولات فعال بیشتری تولید کنند. در انتهای مرحله پایان، هیدروکربن-هایی مانند آلدهیدها و کتون‌ها شکل می‌گیرد که فرار اما نسبتا غیرفعال هستند.

فساد یک واژه کیفی و یا حالتی است که از نظر شیمیایی تعریف نشده است و از نظر کمی قابل ارزیابی نیست. در نتیجه، روش‌های مختلفی برای سنجش حدواسط‌ها و محصولات اکسیداسیون استفاده شده است. اما این محصولات **اهداف متحرکی** هستند که به طور مداوم تغییر شکل می‌دهند و به محصولات دیگری تبدیل می‌شوند. بنابراین، مشخص کردن بهترین شاخص اکسیداسیون

[1]. Hamilton and Kirstein

چربی ممکن نیست. شاخص‌های دقیق و قابل‌اعتماد فساد چربی توسعه نیافته است. اغلب روش‌های آزمایشگاهی تلاش دارند یا وضعیت اکسیداتیو چربی را پیش‌بینی کنند یا محصولات حدواسط اکسیداسیون را به عنوان شاخص‌های فساد اندازه‌گیری کنند.

عدد پراکسید[1] متداول‌ترین شاخص مورد استفاده برای فساد چربی و پراستفاده‌ترین شاخص اکسیداسیون چربی است. صنعت خوراک دام نیز از عدد پراکسید برای ارزیابی پایداری یا فساد چربی‌های مورد استفاده به عنوان ماده خوراکی بهره می‌برد، به این صورت که پراکسیدها و هیدروپراکسیدهای تشکیل‌شده در مراحل ابتدایی اکسیداسیون اندازه‌گیری می‌شوند. مقادیر اینها به صورت میلی‌اکی‌والان پراکسید در کیلوگرم چربی گزارش می‌شود. پراکسیدها ترکیبات حدواسط اکسیداسیون چربی هستند و به آلدهیدها، کتون‌ها و دیگر ترکیبات تجزیه می‌شوند. پراکسیدها پایا نیستند و ممکن نیست که وضعیت اکسیداتیو چربی‌ها را به طور دقیق مشخص کنند. سطوح پراکسید ۱۰۰ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم چربی را می‌توان بدون تاثیر منفی بر عملکرد در تغذیه طیور به کار برد، در حالی که خوک‌های جوان سطوح تا ۴۰ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم چربی را تحمل می‌کنند. چنانچه ضروری باشد که یک مقدار قابل‌تحمل برای پراکسیدهای موجود در پروتئین‌های حیوانی تعیین کرد، حداکثر ۸۰ میلی‌اکی‌والان پراکسید در کیلوگرم چربی توصیه می‌شود. با توجه به مقادیر بالای استفاده از آنها در جیره حداکثر ۴۰ میلی‌اکی‌والان پراکسید در کیلوگرم از چربی تغذیه‌شده توصیه می‌شود. لازم به یادآوری است که مقدار انرژی یک جیره یا یک ماده خوراکی تابعی از حیوان مصرف‌کننده آن است تا آنکه تابعی از خود آن ماده خوراکی باشد. این مساله به روشنی در مورد استفاده از چربی در طیور نشان داده شده است، به طوری که پرنده‌های جوان‌تر از سن ۲۱ روزگی چربی را با راندمان کمتری در مقایسه با پرنده‌های مسن‌تر استفاده می‌کنند، اساسا به دلیل اینکه سیستم‌های آنزیمی در پرنده‌های جوان به طور کامل توسعه نیافته است. آلودگی چربی خوراک می‌تواند مشکل‌ساز باشد. این مورد با مشکل ایجادشده در بلژیک به دلیل استفاده از روغن‌های صنعتی حاوی سطوح بالای دی‌اکسین[2] نشان داده شده است. آب یکی از آلودگی‌های متداول روغن‌ها است و لازم است با دقت از بدون آب بودن تمامی محموله‌های دریافت‌شده اطمینان حاصل کرد.

برخی از تامین‌کنندگان از روغن‌های رستورانی (روغن‌های کهنه‌ای که از آنها برای پخت‌وپز استفاده شده) در محصولات خود استفاده می‌کنند. جمع‌آوری مقادیر کم محصول از تعداد زیادی فروشنده کوچک کنترل کیفیت را بسیار دشوار می‌کند. توصیه می‌شود که از این چربی‌ها در خوراک استفاده نشود. اما در صورت اجبار به استفاده، توصیه می‌شود که اندازه‌گیری‌های مقتضی برای اطمینان از عدم استفاده از روغن‌های صنعتی انجام شود. عوامل زیر می‌تواند به‌کارگیری چربی‌های مورد استفاده در خوراک دام را تحت تاثیر قرار بدهد:

- *رطوبت، ناخالصی‌ها و ترکیبات غیرقابل‌صابونی*[3]: این ناخالصی‌ها که معمولا بین ۱ تا ۹ درصد روغن را شامل می‌شوند، انرژی ندارند یا انرژی کمی دارند و در نتیجه به عنوان رقیق‌کننده عمل می‌کنند. این نکته را باید به خاطر داشت، زیرا ممکن است انرژی آنها پایین‌تر از حد انتظار باشد. آلودگی‌های اصلی رطوبت و مواد معدنی هستند و می‌توانند منجر به افزایش پراکسیداسیون چربی‌ها شوند.
- *فساد و اکسیداسیون*: ارزش غذایی چربی‌ها می‌تواند تحت تاثیر فساد اکسیداتیو قرار بگیرد. این اتفاق هم

[1]. Peroxide value
[2]. Dioxin
[3]. Moisture, impurities, and unsaponifiables (MIU)

قبل و هم بعد از تهیه خوراک رخ می‌دهد. فساد می‌تواند باعث تخریب دیگر مواد مغذی محلول در چربی مانند ویتامین‌ها در جیره و ذخایر بدن شود. احتمال فساد چربی با کاهش درجه اشباعیت آن افزایش می‌یابد. فساد اکسیداتیو را می‌توان با استفاده از آنتی‌اکسیدان‌ها کنترل کرد.

- *ترکیب اسیدهای چرب*: این الگو می‌تواند استفاده کلی از چربی‌ها را تحت تاثیر قرار بدهد، زیرا اجزای مختلف می‌توانند با راندمان متفاوتی هضم شوند. جذب چربی‌ها به وجود مقدار کافی از نمک‌های صفراوی و تعادل مناسب اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع بستگی دارد.
- *هیدروژناسیون اسیدهای چرب*: این مساله هنگام استفاده از روغن‌های رستورانی مشکل‌ساز می‌شود که به طور کلی از روغن‌های هیدروژنه استفاده می‌کنند. هیدروژناسیون موجب ایجاد سطوح بالای (۴۰ تا ۵۰ درصد) اسید اولئیک ترانس می‌شود. به نظر می‌رسد که استفاده از این چربی‌های هیدروژنه توسط طیور مشکلی ایجاد نمی‌کند، به شرط آنکه انرژی قابل-متابولیسم آنها قابل‌مقایسه با روغن‌های گیاهی باشد.
- *سن و نوع پرنده*: پرنده‌های جوان توانایی کمتری برای هضم اسیدهای چرب اشباع دارند. دلیل این مساله به درستی روشن نیست، اما ممکن است مربوط به تولید کمتر نمک‌های صفراوی، راندمان کمتر جذب نمک‌های صفراوی یا تولید کمتر پروتئین باندکننده اسید چرب در پرنده‌های جوان باشد.
- *تشکیل صابون*: هنگامی که چربی‌ها هضم شدند، اسیدهای چرب آزاد این فرصت را پیدا می‌کنند که با دیگر مواد مغذی واکنش بدهند. یکی از این واکنش‌ها با مواد معدنی است که باعث تشکیل صابون می‌شود، که ممکن است محلول باشد یا نباشد. اگر نمک‌های نامحلول شکل بگیرد، این احتمال وجود دارد که هر دو اسید چرب و ماده معدنی از دسترس پرنده خارج شوند. تشکیل صابون در مواد هضمی جوجه‌های گوشتی قابل‌توجه است و موجب کاهش مقدار خاکستر و کلسیم استخوان می‌شود. این مساله برای مرغ‌های تخم‌گذار نیز با توجه به سطوح بالای کلسیم در جیره آنها حائز اهمیت است.

وایزمن (۱۹۹۱) معادله‌ای را برای پیش‌بینی مقادیر انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری چربی‌ها و روغن‌ها بر اساس نسبت چربی غیراشباع به اشباع و مقدار اسید چرب آزاد توسعه داد. این معادله همراه با یک مثال حل‌شده در ادامه ارائه شده است:

معادله ۱۳–۲: سطح انرژی چربی استفاده‌شده در خوراک

$$AME = ۲۳۹ \times [A + B \times FFA + C \times e^{(D \times U/S)}]$$

در اینجا:
AME = انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری (کیلوکالری در کیلوگرم)
FFA = اسیدهای چرب آزاد (گرم در کیلوگرم)
U/S = نسبت اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع
e = عدد اویلر

ثابت‌ها در جدول ۱۳–۹ مشخص شده‌اند.

همه اسیدهای چرب دارای طول زنجیره کربنی ۱۲ یا کمتر باید به عنوان چربی غیراشباع در نظر گرفته شوند. مثال: روغن نارگیل حاوی ۱۵ درصد اسید چرب آزاد و دارای الگوی اسید چرب ارائه‌شده در جدول ۱۳–۱۰ مقادیر انرژی متفاوتی برای جیره‌های آغازین و رشد فراهم می‌کند.

جدول ۱۳–۹: ضرایب مورد استفاده برای محاسبه مقادیر انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری چربی‌ها

	پرنده‌های کمتر از ۲۱ روزه	پرنده‌های بیشتر از ۲۱ روزه
A	۳۸/۱۱۲	۳۹/۰۲۵
B	-۰/۰۰۹	-۰/۰۰۶
C	-۱۵/۳۳۷	-۸/۵۰۵
D	-۰/۵۰۶	-۰/۴۰۳

جدول ۱۳–۱۰: درجه اشباع اسیدهای چرب مختلف

اسید چرب	درصد	اشباعیت
C 8:0	۷/۵	«غیراشباع»
C 10:0	۶/۰	
C 12:0	۴۴/۶	
C 14:0	۱۶/۸	اشباع
C 16:0	۸/۲	
C 18:0	۲/۰	
C 18:1	۵/۸	غیراشباع
C 18:2	۱/۸	

سطح انرژی جیره آغازین به این صورت محاسبه می‌شود:

$$AME = ۲۳۹ \times [۳۸/۱۱۲ - ۰/۰۰۹ \times ۱۵۰ - ۱۵/۳۳۷ \times e^{(-۰/۵۰۶ \times ۲/۴)}]$$

$$\rightarrow AME = ۳۲/۱۶۵ \text{ یا } ۷۶۸۶ \text{ کیلوکالری/کیلوگرم}$$

مگاژول/کیلوگرم

به همین شکل امکان محاسبه سطح انرژی در جیره رشد نیز وجود دارد که برابر با ۳۴/۹ مگاژول در کیلوگرم خواهد بود.

اسیدهای آمینه سنتتیک

اسیدهای آمینه سنتتیک به منظور برطرف کردن کمبود-های الگوی ایده‌آل اسیدهای آمینه خوراک‌ها استفاده

> **نکته**
> اسیدهای آمینه سنتتیک قابلیت هضم بسیار بالایی دارند و استفاده از آنها در جیره‌های امروزی طیور صرفه اقتصادی دارد.

می‌شوند. در حال حاضر، لیزین و متیونین به طور گسترده استفاده می‌شوند. ترئونین و تریپتوفان نیز در دسترس هستند اما از نظر اقتصادی مقرون‌به‌صرفه نیستند. همه اسیدهای آمینه به صورت مخلوطی از دو شکل *دی* و *ال* وجود دارند که تصاویر آینه‌ای یکدیگر هستند و به یکدیگر تبدیل می‌شوند. شکل *ال* اسیدهای آمینه برای حیوانات قابل‌دسترس‌تر است.

لیزین

لیزین معمولا به شکل *ال*–لیزین–اسید هیدروکلریدریک فراهم می‌شود که تنها ۷۸ درصد لیزین دارد.

متیونین

متیونین به شکل‌های مختلفی وجود دارد. *دی‌ال*–متیونین شکل استاندارد مورد استفاده متیونین در صنایع خوراک دام است. هیدروکسی آنالوگ متیونین[1] مایع نیز استفاده می‌شود اما قابلیت استفاده از آن برای حیوان کمتر است. محصول هیدورکسی آنالوگ متیونین فعلی حاوی ۹۷ درصد نمک کلسیمی است و ۸۸ درصد (بر اساس وزن) فعالیت متیونینی دارد. اما در حالی که *دی‌ال*–متیونین ۱۰۰ درصد برای حیوان قابل‌دسترس است، نشان داده شده است که قابلیت دسترسی هیدروکسی آنالوگ متیونین تنها ۷۴ درصد (بر پایه مول‌های برابر) است. این مساله کارایی زیستی این ترکیب را به ۶۵ درصد (۸۸ درصد × ۷۴ درصد) کاهش می‌دهد.

[1]. Methionine hydroxy analogue

ترئونین

ترئونین در ابتدا بسیار گران بود، اما در حال حاضر در قیمت قابل‌رقابت فراهم است. این اسید آمینه معمولا سومین اسید آمینه محدودکننده جیره‌های ذرت-سویا است و ممکن است استفاده از آن صرفه اقتصادی داشته باشد.

سایر اسیدهای آمینه

علاوه بر اسیدهای آمینه‌ای که در حال حاضر به صورت متداول مورد استفاده قرار می‌گیرند، شکل‌های سنتتیک والین و تریپتوفان نیز در بازار موجود است.

سنگ آهک

سنگ آهک یا کلسیتیک[1] که در صنعت خوراک دام به عنوان مکمل کلسیم استفاده می‌شود به طور متوسط کیفیت پایینی دارد و مقدار کلسیم آن متغیر است. بنابراین، تصمیم‌گیری برای خرید آن نیاز به دقت دارد. دیگر منابع کلسیم عبارتند از پوسته صدف، پوسته حلزون و پوسته خشک تخم‌مرغ که اغلب به آسانی در دسترس نیستند. شیدلر[2] (۱۹۹۸) با مقایسه پوسته صدف، پوسته تخم‌مرغ و سنگ آهک اثر معنی‌داری روی مصرف خوراک، ضریب تبدیل خوراک و تولید تخم‌مرغ مشاهده نکرد. سنگ آهک و پوسته صدف در مقایسه با پوسته تخم‌مرغ وزن مخصوص تخم‌مرغ را بهبود دادند، اما به نظر می‌رسد که اندازه ذرات مهم‌تر از منبع کلسیم است. در پژوهش دیگری اثرات کربنات کلسیم خالص، سنگ آهک و پوسته تخم‌مرغ مقایسه شد. مصرف خوراک به طور قابل‌توجهی در گروه دریافت‌کننده سنگ آهک بالاتر بود. اختلاف معنی‌داری در تولید و وزن تخم‌مرغ گزارش نشد. ضخامت پوسته تخم‌مرغ با تغذیه پوسته تخم‌مرغ خشک و کربنات کلسیم خالص بالاتر از سنگ آهک بود. درصد تخم‌مرغ‌های بدشکل با ارائه پوسته خشک تخم‌مرغ کمترین و با تغذیه کربنات کلسیم خالص بیشترین بود. اندازه ذرات و حلالیت منابع کلسیم در این آزمایش مدنظر قرار نگرفت.

در مورد سنگ آهک چهار مساله نگران‌کننده وجود دارد:

- مقدار کلسیم.
- عناصر سنگین (ناخالصی‌ها).
- حلالیت.
- اندازه ذرات.

مقدار کلسیم

این مساله حائز بالاترین اهمیت است و به وضوح اثر مستقیمی روی جیره‌نویسی دارد. مقدار کلسیم بیشترین اثر را روی جیره‌های تخم‌گذار و بعد از آن جیره‌های متراکم دارد. کربنات کلسیم خالص در ۱۰۰ درصد ماده خشک ۴۰/۰۴ درصد کلسیم دارد، در حالی که سنگ آهک تجاری بین ۳۲ تا ۳۸ درصد کلسیم فراهم می‌کند. جدول ۱۳-۱۱ اثر سطوح مختلف کلسیم در جیره‌های تخم‌گذار و جیره‌های رشد جوجه‌های گوشتی را نشان می‌دهد. قیمت هر تن سنگ آهک استفاده‌شده ۵۵/۰۰ یورو بود. دقت کنید که اثر کلسیم روی مرغ‌های تخم‌گذار تا چه حد برجسته‌تر است. افزایش قیمت خطی نیست (کریستال[3]، ۲۰۰۴).

عناصر سنگین یا ناخالصی‌ها

می‌دانیم که کیفیت یک خوراک بیشتر تابعی از آن چیزی است که از قلم می‌افتد تا آنکه تابعی از آنچه باشد که در آن وجود دارد. این مساله در مورد سنگ آهک نیز مصداق دارد. چه چیزی به غیر از کربنات کلسیم فضای سنگ آهک را پر می‌کند؟ احتمالا ناخالصی‌هایی مانند مواد معدنی

---

1. Calcitic
2. Scheideler
3. Christal

جدول ۱۳-۱۱: اثر مقدار کلسیم سنگ آهک بر قیمت جیره مرغ‌های تخم‌گذار و جوجه‌های گوشتی (برگرفته از کریستال، ۲۰۰۴)

درصد کلسیم سنگ آهک	جیره			
	تخم‌گذار (قیمت/تن)	افزایش (یورو/تن)	گوشتی (قیمت/تن)	افزایش (یورو/تن)
۳۸	۲۳۲/۵۸	-	۲۹۱/۷۲	-
۳۶	۲۳۳/۲۹	۰/۷۱	۲۹۱/۹۷	۰/۲۵
۳۴	۲۳۴/۰۸	۰/۷۹	۲۹۲/۲۵	۰/۲۸
۳۲	۲۳۴/۹۵	۰/۸۷	۲۹۲/۵۶	۰/۳۱
کل افزایش	-	۲/۳۷	-	۰/۸۴

رسی، عناصر سنگین و دیگر عناصر معدنی کم‌مصرف در این منبع کلسیم وجود دارد. مقدار سیلیکون موجود در سنگ آهک با مقدار کلسیم موجود در آن رابطه معکوس دارد. اثرات منفی عناصر سنگین مانند آلومینیم به خوبی مشخص شده است و در اینجا به آن نمی‌پردازیم. این بحث ما را به این نتیجه‌گیری می‌رساند که باید تنها از سنگ آهک دارای بهترین کیفیت استفاده کرد.

> ■ **نکته**
> انحلال‌پذیری کلسیم می‌تواند تا حد زیادی بین منابع مختلف سنگ آهک متفاوت باشد.

اندازه ذرات و حلالیت

این مساله حوزه‌ای است که بحث در مورد آن زیاد است و اطلاعات زیادی در مورد آن داریم. اندازه ذرات و حلالیت منابع کلسیم با یکدیگر همبستگی منفی دارد. بنابراین، نمی‌توان آنها را به صورت جداگانه مورد بررسی قرار داد. اصطلاحاتی مانند **آمورف** (بی‌نظم)، **کریستالی** (بلورین) و **ماربلیت**[1] (مرمرین) برای نشان دادن نرمی محصول سنگ آهک استفاده می‌شوند. اغلب فرض می‌شود که سنگ آهک نرم‌تر (آمورف) قابلیت دسترسی بالاتری دارد، اما این اکیدا درست نیست. روش‌های برون‌تنی زیادی برای سنجش حلالیت منابع کلسیم پیشنهاد شده است. تست پرطرفدار رزین[2] یا تست سوسپانسیون هارس[3] از تحقیقات خاکشناسی گرفته شده است، در حالی که آجاکایی[4] و همکاران (۱۹۹۷) از محلول ۰/۱ مولار اسید هیدروکلریدریک در زمان‌های ۱۰، ۳۰ و ۶۰ دقیقه استفاده کردند و هفت منبع کربنات کلسیم را با هم مقایسه نمودند (جدول ۱۳-۱۲).

لازم به ذکر است که گرد مرمر بسیار محلول از یک سنگ آهک کریستالی بسیار سخت به دست آمده بود. ژانگ و کون (۱۹۹۷) حلالیت برون‌تنی و درون‌تنی دو منبع سنگ آهک با اندازه ذرات متفاوت را در مرغ‌های لگهورن ۸۸ هفته‌ای نشان دادند (جدول ۱۳-۱۳). آنها نتیجه‌گیری کردند که یک همبستگی منفی بین حلالیت برون‌تنی و درون‌تنی وجود دارد و به این نتیجه رسیدند که استفاده از سنگ آهک دارای حلالیت کمتر برای مرغ‌های تخم‌گذار مطلوب‌تر است، زیرا مدت زمان طولانی‌تری در دستگاه گوارش باقی می‌ماند.

رولاند (۱۹۸۶) ۴۴ مقاله انتشاریافته مربوط به مقایسه

1. Marbelite
2. Resin test
3. Hars Suspension test
4. Ajakaiye

جدول ۱۳–۱۲: قابلیت انحلال منابع کلسیم در شرایط برون‌تنی (آجاکایی و همکاران، ۱۹۹۷)

منبع	حلالیت در اسید هیدروکلریدریک ۰/۱ مولار (درصد)
کربنات کلسیم خالص	۹۹/۹۹
پوسته صدف دوکپه‌ای	۸۷/۳۵
پوسته صدف پیرابند	۸۸/۲۸
پوسته تخم‌مرغ	۴۴/۲۱
پوسته صدف	۹۲/۱۵
پوسته حلزون	۴۵/۰۰
پودر مرمر	۹۹/۹۰

جدول ۱۳–۱۳: حلالیت برون‌تنی دو منبع سنگ آهک (ژانگ و کون، ۱۹۹۷)

اندازه غربال (آمریکایی)	سنگ آهک A (درصد)	سنگ آهک B (درصد)
۵	۲۹/۸	۳۶/۳
۸	۴۵/۸	۵۴/۸
۱۴	۴۹/۳	۵۷/۷
۲۷	۶۳/۱	۶۷/۶

قابلیت دسترسی سنگ آهک متشکل از گرانول‌های ریز و پوسته صدف را بررسی کرد. بیش از یک‌سوم مطالعات نشان دادند که پوسته صدف منبع قابل‌دسترس‌تری است. یک آزمایش نشان داد که سنگ آهک قابل‌دسترس‌تر است و بقیه یعنی نزدیک دوسوم گزارش‌ها اختلافی بین دو منبع ندیدند. گزارش‌های مختلف نشان می‌دهد که سنگ آهک و پوسته صدف دارای اندازه ذرات یکسان اختلافی در قابلیت دسترسی کلسیم ندارند. به یاد داشته باشید که بسیاری از عوامل دیگر مانند مقدار منیزیم، مقدار ویتامین D_3، نسبت کلسیم به فسفر و مقدار کلسیم خوراک، اسید فیتیک موجود در خوراک و سن حیوان نیز می‌توانند جذب کلسیم را تحت تاثیر قرار بدهند. توصیه‌های عملی زیر را مدنظر قرار بدهید:

- سنگ آهک باید تا حد امکان بالاترین سطح کلسیم را داشته باشد.
- سنگی آهکی که اصلا در اسید ضعیف حل نمی‌شود برای دام‌ها قابل‌دسترس نیست.
- سنگ آهک مرمرین (بلورین) که نرم آسیاب شده است در مقایسه با سنگ آهک آمورف درشت‌تر قابلیت دسترسی بالاتری دارد.
- سنگ آهک نرم‌تر (دارای اندازه ذرات کمتر از ۵۰۰ میکرومتر) برای جوجه‌های گوشتی بهتر است. تصمیم‌گیری در مورد انتخاب سنگ آهک نرم (آمورف) بیشتر تحت تاثیر استهلاک تجهیزات آسیاب (تا مشکلات حلالیت) قرار می‌گیرد. بعد از ۲۱ تا ۲۴ روزگی، جوجه‌های گوشتی قادرند سنگ آهک کریستالی درشت با قابلیت حل پایین را به خوبی استفاده کنند.
- مرغ‌های تخم‌گذار پوسته تخم‌مرغ را شب‌هنگام تولید می‌کنند. مهم است که بخشی از سنگ آهک به شکل سنگریزه فراهم شود. هرچه سنگ آهک نرم‌تر باشد، باید سنگریزه بیشتری تغذیه شود. دوسوم سنگ

آهک باید اندازه ذرات کمتر از ۸۰۰ میکرومتر داشته باشد و یک‌سوم آن باید به شکل سنگریزه یا پوسته صدف تغذیه شود. تغذیه سنگریزه به مرغ‌های تخم-گذار اجازه می‌دهد که کلسیم بیشتری برای تولید پوسته انتخاب کنند.

فسفر

همه جیره‌های طیور حاوی مکمل فسفر معدنی هستند. فسفات صخره‌ها در بسیاری از مناطق جهان استخراج می‌شود. تنها ۵ درصد از فسفر دنیا در خوراک حیوانات استفاده می‌شود و بقیه آن در صنایع کود شیمیایی و شوینده‌ها به کار می‌رود. هایگبرت[1] و همکاران (۲۰۰۹) بیان داشتند که فسفر بعد از آب دومین منبع محدودکننده در کشاورزی است. انواع منابع فسفر در خوراک طیور با جزئیات در فصل ۶ مورد بحث قرار گرفته‌اند.

> ■ **نکته**
> پیش‌مخلوط‌های ویتامینی و مواد معدنی بخش تکنولوژی پیشرفته صنعت خوراک دام هستند. آنها را از تامین‌کنندگان قابل‌اعتماد خریداری کنید.

پیش‌مخلوط‌های معدنی و ویتامینه

ساخت و استفاده از پیش‌مخلوط‌های ویتامینه و معدنی بخش **تکنولوژی پیشرفته** صنعت خوراک دام است. مقادیر پایین مواد مصرفی، قیمت آنها و اهمیت نسبی آنها در جیره بدین معنا است که پیش‌مخلوط‌ها باید هر بار با دقت زیاد ساخته شوند. با توجه به گران بودن و دشواری آنالیز دقیق پیش‌مخلوط‌ها لازم است که اعتماد و صداقت بالایی بین سازنده و استفاده‌کننده آنها شکل بگیرد و وجود سیستم-های دقیق ردیابی در همه بخش‌های کارخانه تولیدکننده پیش‌مخلوط ضروری است.

پیش‌مخلوط کردن ریزمغذی‌ها و آمیختن آنها با یک حامل مناسب متداول‌ترین روش اطمینان از توزیع مناسب مواد مغذی در خوراک نهایی است. همچنین پیش‌مخلوط با رقیق کردن ترکیبات مضر به غلظت‌های بی‌خطر و مورد تایید به کاهش قرار گرفتن حیوانات و انسان در معرض آنها کمک می‌کند. انجام مجموعه‌ای از اقدامات برای ساخت صحیح پیش‌مخلوط ضروری است.

فرمولاسیون

تنظیم پیش‌مخلوط آسان نیست و باید توسط یک متخصص تغذیه ماهر و باتجربه انجام شود. علاوه بر تعیین مختصات مواد مغذی پیش‌مخلوط، شخص جیره‌نویس باید منابع مواد خوراکی، مقایسات قیمت‌ها، تراکم حجمی، اختلافات در اندازه ذرات مواد خوراکی مختلف، ویژگی‌های حمل و برهمکنش‌های احتمالی آنها را در نظر بگیرد.

این ملاحظات باید قبل از اعمال تصمیم نهایی در نظر گرفته شوند. کارخانجات خوراک کمی وجود دارد که پیش-مخلوط‌های ویتامینه و مواد معدنی را برای خودشان می-سازند. معمولا متخصصین تغذیه مشخص می‌کنند که پیش‌مخلوط حاوی چه ترکیباتی باشد و سپس آنها در محل دیگری ساخته می‌شوند.

حامل‌ها

هدف از استفاده از حامل این است که ساختار پودری ریزمغذی‌ها را اصلاح و یکنواختی توزیع آنها را در طول فرآیند حفظ کند. کربنات کلسیم (سنگ آهک)، چوب ذرت، سبوس گندم و ورمیکولیت[2] حامل‌های متداول مورد استفاده هستند. به طور کلی، هرچه حجم پیش‌مخلوط بیشتر باشد بهتر است، چرا که توزیع آنها در پیش‌مخلوط

---
1. Huyghebaert
2. Vermiculite

و خوراک بهتر خواهد بود.

نگهداری سوابق

یک کارخانه سازنده پیش‌مخلوط باید قادر باشد یک دنباله حسابرسی (سیستم ردیابی) برای تمامی بسته‌های پیش-مخلوط تولیدی خود ایجاد کند و این دنباله باید جهت بررسی دقیق در دسترس مشتری باشد.

انبارداری

پیش‌مخلوط باید در یک مکان خشک و خنک نگهداری شود و لازم است یک برنامه مناسب کنترل حشرات و حیوانات موذی در این مکان اجرا شود. هیچ دلیلی برای خرید پیش‌مخلوط‌ها و انبار کردن آنها به مدت بیش از ۳۰ روز وجود ندارد، اگرچه نشان داده شده است که پایداری آنها در یک دوره ۹۰ روزه آسیب نمی‌بیند.

پایداری

با اکسید یا احیا شدن ویتامین فعالیت آن در جیره کاهش می‌یابد یا از بین می‌رود. برخی از فرآیندهای ساخت و نیز ذخیره بلندمدت پیش‌مخلوط یا خوراک نهایی می‌تواند ویتامین‌ها را تخریب کند. دما، فشار، اصطکاک، ترکیب خوراک و نور عواملی هستند که می‌توانند پایداری ویتامین را به شکل نامطلوبی تحت تاثیر قرار بدهند. اکسیداسیون ویتامین توسط عناصر معدنی کم‌مصرف، در صورتی که به شکل مطلوب محافظت نشود، نیز عامل مهمی خواهد بود. امروزه، اغلب ویتامین‌ها در **کپسول‌هایی** متشکل از کربوهیدرات و ژلاتین قرار می‌گیرند. آنتی‌اکسیدان‌ها در کپسول‌های محافظ ویتامین‌های محلول در چربی استفاده می‌شوند. نامحلول بودن این کپسول در آب پوششی قوی ایجاد می‌کند که می‌تواند اصطکاک، فشار و دمای بالاتری را تحمل کند و بنابراین این ترکیبات حساسیت بسیار پایین‌تری به اکسیداسیون دارند.

کولین نه تنها بخش زیادی از میانگین هزینه پیش‌مخلوط را تشکیل می‌دهد بلکه اثر مهمی روی دانش ساخت پیش‌مخلوط داشته است. کولین کلرید ترکیب فعالی است (اکسیدان قدرتمندی است) و در صورتی که پیش‌مخلوط حاوی مقدار کافی حامل نباشد، این ترکیب کل پیش‌مخلوط را قبل از استفاده در خوراک اکسید خواهد کرد. گنجاندن کولین کلرید در پیش‌مخلوط می‌تواند به ویتامین‌ها، به ویژه ویتامین های گروه B، آسیب بزند. به این دلیل سطوح کولین کلرید موجود در بیشتر پیش‌مخلوط‌ها حاشیه‌ای است. این بدین معنی است که اضافه کردن کولین به خوراک در هنگام آسیاب نمودن بهتر از افزودن آن به پیش‌مخلوط است. این کار حجم پیش‌مخلوط را کاهش و طول عمر آن را افزایش می‌دهد.

پس از تعیین مختصات پیش‌مخلوط، بهتر است برای کارخانه سازنده آن مشخص کنیم که از چه شکلی از مواد معدنی استفاده کند. به طور کلی، شکل‌های اکسید مواد معدنی خیلی متراکم‌تر هستند. اما از آنجایی که این ترکیبات عوامل اکسیدکننده قوی هستند، انبار کردن آنها همراه با ویتامین‌ها، ولو به مدت کوتاه، موجب تخریب ویتامین‌های حساس به اکسیداسیون خواهد شد. به علاوه، قابلیت دسترسی مواد معدنی در شکل اکسید در مقایسه با اغلب شکل‌های دیگر مواد معدنی کمتر است. سولفات‌ها مواد معدنی منتخب برای پیش‌مخلوط هستند. بهترین مزیت استفاده از اکسیدها این است که آنها در مقایسه با سایر شکل‌های مواد معدنی خیلی ارزان‌تر هستند. مواد معدنی کیلاته که مواد معدنی متصل به یک ناقل آلی هستند، زیست‌فراهمی بهتری دارند، زیرا پایدارتر هستند و خنثی بودن آنها از نظر الکتریکی این ترکیبات را از واکنش‌های شیمیایی دستگاه گوارش محافظت می‌کند. ادعاهایی مبنی بر افزایش استحکام پوسته تخم‌مرغ،

کاهش مشکلات پا و بهبود ضریب تبدیل خوراک با استفاده از آنها وجود دارد.

هنگام خرید پیش‌مخلوط باید سطوح مورد نیاز ویتامین‌ها و مواد معدنی و نیز نوع مواد معدنی مورد استفاده مشخص شود. جز با انجام این کار مقایسه محصولات ممکن نخواهد بود. صنعت تولید پیش‌مخلوط بیش از هر بخش دیگری از زنجیره خوراک دام به صداقت نیاز دارد.

نکته

افزودنی‌های خوراکی گوناگونی در جیره طیور استفاده می‌شود.

افزودنی‌های خوراکی

دامنه گسترده‌ای از افزودنی‌ها در تغذیه طیور استفاده می‌شود و به غیر از پیش‌مخلوط‌های معدنی و ویتامینه، سایر افزودنی‌ها به‌خودی‌خود ماده مغذی فراهم نمی‌کنند. افزودنی‌ها برای بهبود ویژگی‌های فیزیکی جیره یا بهبود سلامتی پرنده استفاده می‌شوند. افراد درگیر در جیره-نویسی صنعتی خیلی زود پی می‌برند که شمار بسیار زیادی از افزودنی‌های خوراکی در بازار وجود دارد. شبیه تکامل گونه‌ها، بسیاری از چنین افزودنی‌هایی در طی یک دوره زمانی و برخی نیز به صورت آنی ظهور می‌کنند و به مقدار قابل‌توجهی در بازار پخش می‌شوند. برخی از اینها حضور خود را به صورت پیوسته و در یک حد متوسط حفظ می‌کنند و برخی دیگر پس از مدتی حرارت خود را از دست می‌دهند و نهایتا ناپدید می‌شوند. داشتن یک ذهن باز برای انتخاب هر افزودنی جدید و نوآورانه‌ای که ممکن است پتانسیل قابل‌توجهی در برنامه تغذیه‌ای داشته باشد حائز اهمیت است (دالی، ۲۰۰۴).

پلت‌چسبان‌ها

کیفیت پلت اهمیت زیادی برای خیلی از پرورش‌دهندگان دارد. معمولا استفاده از برخی از اقسام پلت‌چسبان‌ها در جیره‌های بر پایه ذرت برای به دست آوردن کیفیت مطلوب پلت ضروری است. لیگنوسولفونات‌ها یا رس‌های کلوئیدی پایه بیشتر این ترکیبات هستند. مشخص شده است که محصولات رسی کلوئیدی (بنتونیت سدیم) برخی از ویتامین‌های گروه B را در دستگاه گوارش باند می‌کنند و آنها را از دسترس پرنده خارج می‌کنند. همچنین ممکن است این فرآورده‌های رسی به کاهش مقدار رطوبت ظاهری فضولات پرنده‌ها کمک کنند و شواهدی وجود دارد که برخی از انواع مایکوتوکسین‌ها را نیز باند می‌کنند.

نکته

محدودیت‌ها یا ممنوعیت‌های مواد خوراکی مورد استفاده در جیره را مدنظر داشته باشید.

آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد

آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد به طور گسترده به منظور بهبود رشد و عملکرد به جیره حیوانات تک‌معده‌ای اضافه می‌شوند، اگرچه استفاده از آنها در اروپا ممنوع است. سازوکار اثر آنها به خوبی مشخص نشده است. آنها جمعیت میکروبی روده حیوانات را تغییر می‌دهند و اهداف اصلی آنها ارگانیسم‌های گرم مثبت (کلستریدیوم‌ها و استرپتوکوکوس‌ها) هستند که منجر به ضعف سلامتی و عملکرد حیوان می‌شوند. کاهش اثر میکروب‌ها بر تخریب مواد مغذی ضروری موجب افزایش سنتز ویتامین‌ها و دیگر فاکتورهای رشد می‌شود. دیواره روده باریک‌تر می‌شود و جذب و بهره‌وری از مواد مغذی افزایش می‌یابد. آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد جذب حداقلی از دستگاه گوارش دارند و فاقد نقش سیستمیک هستند و بدین جهت خطر باقی ماندن آنها در گوشت وجود ندارد.

پاسخ حیوانات به آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد متغیر است و احتمالا به محیط نگهداری و جیره مصرفی آنها

جدول ۱۳–۱۴: مقادیر استفاده از مواد خوراکی در جیره‌های طیور (همه مقادیر بر حسب درصد هستند)

ماده خوراکی	جیره تخم‌گذار	جیره آغازین جوجه گوشتی	جیره رشد جوجه گوشتی
ذرت	۱۰۰–۰	۱۰۰–۰	۱۰۰–۰
گندم	۷۰–۰	۴۵–۰	۷۰–۰
سورگوم	۲۰–۰	۲۰–۰	۲۰–۰
ارزن	۶۰–۰	۲۰–۰	۲۰–۰
جو	۵۰–۰	۲۵–۰	۵۰–۰
سبوس گندم	۱۵–۰	۱۰–۰	۱۰–۰
سبوس برنج	۱۰–۰	۵–۰	۵–۰
ضایعات تقطیری دانه‌ها	۱۰–۰	۵–۰	۷/۵–۰
ترخنه ذرت	۱۰–۰	۱۰–۰	۱۰–۰
کنجاله گلوتن ذرت	۵–۰	۵–۰	۷/۵–۰
خوراک گلوتن ذرت	۱۰–۰	۱۰–۰	–
ملاس	۲/۵–۰	۲/۵–۰	۲/۵–۰
پودر یونجه	۵–۰	–	–
کنجاله سویا	۳۰–۰	۳۰–۰	۳۰–۰
سویای پرچرب	۱۰–۰	۱۲/۵–۰	۱۷/۵–۰
کنجاله آفتابگردان (حلال)	۱۲/۵–۰	۵–۰	۵–۰
کنجاله آفتابگردان (مکانیکی)	۷/۵–۰	۲/۵–۰	۵–۰
کنجاله پنبه‌دانه	۲/۵–۰	۵–۰	۷/۵–۰
کنجاله کلزا (کانولا)	۵–۰	–	۵–۰
پودر ماهی	۷/۵–۰	۱۰–۰	۵–۰
پودر خون (در صورت مجاز بودن)	۲–۰	۲–۰	۵–۰
پودر لاشه (در صورت مجاز بودن)	۲/۵–۰	۲/۵–۰	۵–۰
پودر ضایعات طیور	۲/۵–۰	۲/۵–۰	۵–۰
چربی‌ها و روغن‌ها	۲/۵–۰	۵–۰	۵–۰

بستگی دارد. از آنجایی که آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد اثر سودمندی بر عملکرد حیوانات عاری از میکروب ندارند، روشن است که اثر آنها مربوط به فعالیت ضد-میکروبی آنها است تا آنکه نتیجه برهمکنش مستقیم آنها با فیزیولوژی حیوان باشد. گمان می‌رود که حضور جمعیت میکروبی روده کارایی حیوان را از طریق سازوکارهای زیر کاهش می‌دهد (بدفورد، ۲۰۰۰):

- رقابت با میزبان برای مواد مغذی در مجرای روده.
- در برخی از شرایط، ایجاد یک پاسخ ایمنی که موجب کاهش اشتها و کاتابولیسم پروتئین ماهیچه‌ای برای تامین سوخت این پاسخ می‌شود.
- بیماری‌ها به ویژه التهاب نکروتیک روده.
- کاهش راندمان هضم، تجزیه آنزیم‌های هضمی و سطح جذب روده‌ها.
- افزایش اندازه مجرای روده از طریق تولید ترکیبات محرک مانند اسیدهای چرب فرار؛ نتیجه خالص این

فرآیند افزایش انرژی مورد نیاز برای نگهداری دستگاه گوارش و از این طریق کاهش انرژی قابل‌دسترس برای فرآیندهای تولیدی است.

- ایجاد بیماری‌های بالینی مانند التهاب نکروتیک روده و کلانژیوهپاتیت[1] (کلستریدیوم پرفرژنس).

تحقیقات با استفاده از جیره‌های نیمه‌خالص نشان داده است که هزینه انرژی جمعیت میکروبی دستگاه گوارش جوجه‌های گوشتی حداقل ۱۰ درصد کل انرژی قابل-متابولیسم ظاهری است. برآوردهای انجام شده با استفاده از مجموعه‌ای از داده‌های مختلف پیشنهاد می‌کند که میانگین سودمندی آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد مانند باسیتراسین[2] یک بهبود ضریب تبدیل خوراک تقریبا ۳ درصدی (در دامنه ۰ تا ۵ درصد) است (رزن[3]، ۱۹۹۵). داده‌های منتشرشده توسط شرکت راس خیلی جامع‌تر هستند (جدول ۱۳-۱۵).

نگرانی‌ها پیرامون مقاومت باکتریایی (در جامعه علمی) و اثرات آن بر سلامت عمومی (مصرف‌کنندگان) باعث شده است که استفاده پیوسته از آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد در جیره طیور تحت بررسی دقیق قرار بگیرد. در صورت استفاده طولانی‌مدت از هر آنتی‌بیوتیک برای یک دوره طولانی برخی از باکتری‌ها به آن مقاوم می‌شوند و در پرنده تکثیر پیدا می‌کنند. آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد با گذشت زمان کارایی خود را از دست خواهند داد. در حال حاضر، استفاده متناوب از محصولات در دوره‌های ۶ ماهه یا بیشتر روند استانداردی است. انتقال عامل مقاومت از یک میکروب به میکروب دیگر نگرانی بزرگ‌تری در درمان انسان ایجاد کرده است. به این خاطر است که در حال حاضر استفاده از آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد در اتحادیه اروپا ممنوع شده است. اما حذف آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد پیامدهایی روی عملکرد داشته (جدول ۱۳-۱۵) و ممکن است پیامدهای اقتصادی دیگری هم داشته باشد. نشان داده شده است که آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد اثرات منفی تراکم گله روی عملکرد تولیدی را کاهش می‌دهند. بنابراین، ممکن است حذف آنتی‌بیوتیک-ها بدین معنی باشد که باید تراکم گله به منظور جلوگیری از افزایش بیماری‌ها و عملکرد پایین کاهش داده شود. این اثر می‌تواند با شست‌وشو و ضدعفونی کردن مناسب و افزایش فاصله بین دوره‌ها به حداقل برسد.

> **نکته**
> داروهای ضدکوکسیدیوز در دسترس هستند. این داروها باید به صورت چرخشی استفاده شوند تا از ایجاد مقاومت جلوگیری به عمل آید.

ضدکوکسیدیوزها

داروهایی وجود دارد که برای مهار یا تخریب کوکسیدیوم-ها به ویژه گونه‌های ایمریا به خوراک اضافه می‌شوند. غالبا اهمیت این داروها توسط متخصصین تغذیه نادیده گرفته می‌شود، به خاطر اینکه آنها استفاده از این ترکیبات را در اختیار دامپزشکان می‌بینند. در حالی که دامپزشکان تصور می‌کنند که چون این داروها به خوراک اضافه می‌شوند، این مساله مربوط به آنها نیست. در صورت ابتلای یک گله جوجه گوشتی به کوکسیدیوز تحت‌بالینی سلامتی و عملکرد آن گله بدون بروز علائم مشخصی متاثر خواهد شد. اطلاعات زیر توسط کریس هندرسن و هرمان بوسمن (که هر دو دامپزشک هستند) فراهم شده است.

در عمل، کنترل کوکسیدیوز به استفاده از یک برنامه چندجانبه نیاز دارد. چنین برنامه‌ای شامل محصولات مورد استفاده در خوراک برای مهار توسعه ائوسیت‌ها در پرنده و نیز مدیریت محیطی است که پرنده در آن پرورش

---
1. Cholangiohepatitis
2. Bacitracin
3. Rosen

جدول ۱۳–۱۵: اثر حذف آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد بر عملکرد جوجه‌های گوشتی سویه راس ۳۰۸ در سه آزمایش (راس، ۱۹۹۹)

عملکرد (۴۲ روزگی)	اثر حذف	دامنه
وزن زنده	۵۰- گرم	۱۵۰-۰*
ضریب تغییرات	۱/۸+ درصد	۳/۳-۰/۲ + درصد
ضریب تبدیل خوراک	۰/۰۴-	۰/۰۸-۰
تلفات	۰/۱ + درصد	۱/۰-۰/۱۳- درصد

* به‌دست‌آمده با استفاده از گندم دارای کیفیت پایین

می‌یابد. هیچ یک از این دو به تنهایی کارساز نیست. هر دو باید به طور مناسب جهت اطمینان از جلوگیری از آسیب ایجادشده توسط کوکسیدیوز مدیریت شوند. از نظر دارویی دو نوع محصول اصلی برای کنترل کوکسیدیوز استفاده می‌شود (در این مرحله واکسیناسیون را نادیده می‌گیریم).

- *مواد شیمیایی*: اینها محصولات بسیار کارآمدی هستند که نرخ کشندگی بالایی روی ارگانیسم‌های کوکسی دارند و با مهار آنها در مراحل ابتدایی چرخه حیاتشان آسیب سلولی در روده را کاهش می‌دهند. اما استفاده از آنها امکان بروز یک پاسخ ایمنی قدرتمند توسط خود پرنده را از بین می‌برد. قبل از اکتساب ایمنی باید مجموعه‌ای از رویدادها موسوم به **گریز**[1] اتفاق بیفتد. همه ارگانیسم‌ها کشته نمی‌شوند و با حمله به سلول‌ها موجب تحریک سیستم ایمنی می‌شوند. متاسفانه، این داروها باعث توسعه سریع مقاومت می‌شوند و به این دلیل استفاده از آنها در یک برنامه برای حداکثر یک دوره میسر است. این بدین معنی است که کارخانجات خوراک نباید مواد شیمیایی را برای بیش از سه ماه استفاده کنند و لازم است دوره‌های قطع در نظر گرفته شود.
- *یونوفرها*: یونوفرها کوکسیدیواستات‌هایی هستند که رشد درون‌سلولی کوکسیدیوم‌ها را متوقف یا مهار می‌کنند، اما به محض قطع استفاده از آنها یک عفونت نهفته ایجاد می‌شود. اغلب محصولات این گروه در مراحل آخر چرخه زندگی کوکسیدیوم‌ها عمل می‌کنند یعنی وقتی که انگل‌ها متهاجم شدند. این امر امکان ایجاد یک پاسخ ایمنی موثر را فراهم می‌کند، چیزی که در صورت مهار انگل در مراحل ابتدایی رشد یا قبل از تهاجم سلولی اتفاق نمی‌افتد. اثر منفی این مساله این است که بافت‌ها یا سلول‌ها قبل از توقف انگل آسیب می‌بینند.

طبیعتا یونوفرها قدرت کشندگی مواد شیمیایی بر ارگانیسم‌های کوکسی را ندارند اما به اندازه آنها نیز مقاومت ایجاد نمی‌کنند. با گذشت زمان به جای توسعه مقاومت درجه‌ای از تحمل ایجاد می‌شود. در نتیجه یونوفرها باید به طور ایده‌آل برای حداکثر ۶ ماه استفاده شوند و پس از آن داروی دیگری اعمال شود. یونوفرها اثری دارند که تحت عنوان اثر تراوه[2] شناخته می‌شود و به سیستم ایمنی پرنده نیز امکان می‌دهند که نقشی روی کنترل کوکسی‌ها ایفا کند. ایجاد مقاومت نامعمول اما تحمل متداول است. با افزایش سطح دارو تحمل حذف می‌شود. اما خیلی ساده ممکن است این سطح بالاتر سمی باشد. استفاده

[1]. Escapees
[2]. Leakage effect

از یونوفرها در هوای گرم می‌تواند باعث کاهش مصرف خوراک و افت باروری شود. این ترکیبات در سطوح نزدیک به مقادیر توصیه‌شده سمی هستند. سمیت برخی از یونوفرها با تجویز هم‌زمان تیامولین[1] برای درمان مایکوپلاسما[2] القا می‌شود. یونوفرها (جدول ۱۳-۱۶) را می‌توان به سه گروه تقسیم کرد:

مونووالان‌ها[3]

دی‌والان‌ها[4]

مونووالان‌های گلیکوزیدی[5]

دو نوع برنامه پایه برای کنترل کوکسی استفاده می‌شود. اول، چیزی که با نام برنامه شاتل شناخته می‌شود و در آن محصولات مختلف در مراحل مختلف چرخه تولید جوجه‌های گوشتی استفاده می‌شوند. دوم، برنامه چرخشی که در آن داروهای ثابتی در طول یک دوره پرورش استفاده می‌شوند، اما خود داروها هر چند دوره یک بار عوض می‌شوند. ممکن است ترکیبی از این دو برنامه هم استفاده شود.

برنامه‌های شاتل ایده‌آل نیستند، چرا که گذشته از مدیریت دشوار محصولات مختلف، امکان اشتباه در استفاده از داروها نیز وجود دارد. برنامه‌های چرخشی با فراهم کردن امکان استفاده از داروها در یک چهارچوب زمانی مناسب قبل از انتقال به داروی بعدی کارایی محصول را به حداکثر می‌رسانند. قانون طلایی در طراحی برنامه کوکسی استفاده از یک یونوفر به مدت ۶ ماه و سپس تغییر به یونوفر دیگری (محصولی از گروه متفاوت) برای ۶ ماه بعدی یا استفاده از یک محصول شیمیایی به مدت ۳ ماه است. یونوفری که قبلا استفاده شده است نباید مجددا استفاده شود، مگر آنکه یک دوره حداقل ۶ تا ۹ ماهه از استفاده از آن سپری شده باشد.

واکسن‌ها: واکسن‌ها به طور فزاینده‌ای به منظور **تولید بدون داروی** جوجه‌های گوشتی در گله‌های مادر استفاده می‌شوند. پرنده‌ها به سویه ضعیف‌شده ایمریا آلوده می‌شوند. متخصصین تغذیه و کارخانجات خوراک دام باید از استفاده از این واکسن‌ها آگاه باشند. اضافه شدن یک داروی مرسوم مانند یونوفر به جیره گله مایه‌کوبی‌شده سویه واکسن انگل را خواهد کشت و پرنده را در برابر هجوم سویه‌های پاتوژن طبیعی تسلیم خواهد کرد.

> ■ **نکته**
> معمولا داروهای ضدکرم و حشره‌کش‌ها در جیره گنجانده می‌شوند.

سایر افزودنی‌ها

- *داروهای ضدکرم*: تنها داروهای ضدکرم خوراکی (مکمل خوراکی) در دسترس هیگرومایسین[6] برای درمان کرم‌های گرد و نیکلوزامید[7] برای درمان کرم‌های نواری است.
- *حشره‌کش‌ها*: یک هورمون جوانی[8] سیستمیک برای کنترل مگس‌ها به جیره (عمدتا در سالن‌های تخم‌گذار) اضافه می‌شود. سازوکار عمل این محصول جلوگیری از توسعه توانایی پرواز است. تنها محصول در دسترس لاروادکس[9] است.
- *پروبیوتیک‌ها*: این محصولات با نام میکروب‌های مستقیم خوراکی نیز شناخته می‌شوند. همان طور که

---

1. Tiamulin
2. Mycoplasma
3. Monovalent
4. Divalent
5. Monovalent glycosides
6. Hygromycin
7. Niclosamide
8. Juvenile hormone
9. Larvadex

جدول ۱۳–۱۶: برخی از ضدکوکسیدیوزها و آنتی‌بیوتیک‌های تجاری در دسترس

محصول ضدکوکسیدیوز	میلی‌گرم/کیلوگرم	گرم/تن خوراک	رده دارویی	مجاز در اتحادیه اروپا
آمپرول پلاس	۱۲۵	۵۰۰	شیمیایی	
آواتک (لازالوسید)	۷۵	۶۰۰–۵۰۰	دی‌والان	
آویاکس (سمدورامایسین) ۵۰ گرم/کیلوگرم	۲۰	۴۰۰	مونووالان گلیکوزید	
آویاکس پلاس ۸۰/۲۰ گرم/کیلوگرم (سمدورامایسین/نیکاربازین)	۱۲/۱۰	۶۰۰–۵۰۰	شیمیایی/مخلوط	
سیناکوکس (دیکلازوریل)	۱	۲۰۰	شیمیایی	
سیستواستات (روبنیدین)	۳۳	۵۰۰	شیمیایی	
کوبان (مونسین) ۲۰ درصد	۱۰۰	۵۰۰/۴۱۳	مونووالان	
سیگرو (مادورامایسین)	۵	۵۰۰	مونووالان گلیکوزید	
DOT پلاس	۱۲۵	۵۰۰	شیمیایی	
لوگوبان (مونسین ۲۰ درصد)	۱۰۰	۵۰۰	مونووالان	
ماکسیبان (ناراسین/نیکاربازین) ۸۰/۸۰ گرم/کیلوگرم		۶۲۵–۵۰۰	شیمیایی/مخلوط	
مونتبان (ناراسین) ۱۰۰ گرم/کیلوگرم	۸۰–۷۰	۸۰۰–۷۰۰	مونووالان	
ساکوکس ۱۲ درصد (سالینومایسین)	۷۰–۵۰	۵۸۰–۴۱۵	مونووالان	
محصول **محرک رشد**	**میلی‌گرم/کیلوگرم**	**گرم/تن خوراک**		**مجاز در اتحادیه اروپا**
آلباک (روی باکتریوسین) ۱۵ درصد	۱۰۰–۵۰	۶۶۰–۳۳۰		خیر
بی-اُ-نوکس (اولاکوئیندوکس) ۱۰ درصد	۱۰	۲۰۰–۱۰۰		خیر
فلاوومایسین ۰/۸ درصد	۳	۶۲۵/۳۷۵		
سورمکس ۱۰ درصد	۱۵–۵	۱۵۰–۵۰		خیر
استافاک (ویرجینیامایسین)	۴۰–۲۰	۸۰–۴۰		خیر

از این نام پیدا است، خود میکروارگانیسم‌های زنده (نه محصولات ویژه متابولیسم آنها) تغذیه می‌شوند. احتمالا گونه‌های لاکتوباسیلوس پراستفاده‌ترین پروبیوتیک‌ها هستند. لاکتوباسیلوس‌ها سطوح بالایی از اسید لاکتیک تولید می‌کنند. در پرنده سالم، باکتری‌های تولیدکننده اسید لاکتیک غالب هستند و تنها در شرایط تنش‌زا است که کلی‌فرم‌ها افزایش می‌یابند. در این شرایط است که پروبیوتیک‌ها اثرات مشهودی خواهند داشت. به علاوه، ممکن است پروبیوتیک‌ها با ترشح باکتریوسین ارگانیسم‌های رقیب را مهار کنند. آنها ویژگی‌های گوناگونی به پرنده اعطا می‌کنند. تنوع جمعیت میکروبی را افزایش می‌دهند؛ ممکن است تنوع مواد مغذی را افزایش بدهند؛ می‌توانند مقاومت و توانایی کلون‌سازی میکروارگانیسم‌ها را تحت تاثیر قرار بدهند؛ و ممکن است عملکرد ایمنی و مقاومت به بیماری‌ها را بدون خطر پاتوژن بودن

تقویت کنند زیرا آنها ویژگی‌های آنتی‌ژنی مشترکی را بین همه باکتری‌ها به میان می‌گذارند (فرکت و گرنات، ۲۰۰۲).

- *پری‌بیوتیک‌ها*: این ترکیبات شامل هر ماده خوراکی است که به صورت انتخابی گونه‌های باکتریایی را تحریک می‌کند (فرکت و گرنات، ۲۰۰۲). آنها را به عنوان افزودنی‌های خوراکی سیمبیوتیک توصیف می‌کنند. در ساده‌ترین حالت ذرت و گندم در مقابل یکدیگر پری‌بیوتیک هستند، زیرا دسته‌های مختلفی از میکروارگانیسم‌ها را تحریک می‌کنند. پودر آب-پنیر حاوی مقدار بالایی لاکتوز است. از آنجایی که پرنده‌ها آنزیم لاکتاز ندارند خود قادر به استفاده از این قند نیستند و نشان داده شده است که اضافه کردن آن به جیره گونه‌های لاکتوباسیلوس را تحریک می‌کند. الیگوساکاریدهای غیرقابل‌هضم مانند فرو-کتوالیگوساکاریدها و مانانوالیگوساکاریدها نیز رشد لاکتوباسیلوس‌ها و بیفیدوباکتریوم‌ها را تحریک می-کنند.

نکات کلیدی

۰۱

دامنه گسترده‌ای از مواد خوراکی در تهیه جیره طیور استفاده می‌شود. بسیاری از آنها خواص و ویژگی‌های دارند که آنها را منحصربه‌فرد و یا استفاده از آنها را در جیره به یک شکلی محدود می‌کند.

۰۲

انتخاب مواد خوراکی غالبا یک امر تجاری است. اما ملاحظات کیفی نیز باید نقش مهمی در این انتخاب ایفا کنند.

۰۳

پارامترهای مهم و متعددی همچون طبیعت فیزیکی ماده خوراکی، مقدار، تنوع و قابلیت دسترسی مواد مغذی ماده خوراکی و وجود آلودگی‌های زیستی در انتخاب یک ماده خوراکی موثر هستند.

۰۴

در شرایط معمول دانه‌ها بخش اعظم جیره طیور را تشکیل می‌دهند. این مواد خوراکی باید ترکیب یکنواختی داشته باشند و قبل از استفاده درجه‌بندی شوند.

۰۵

محصولات جانبی مختلف حاصل از آسیاب کردن غلات به طور گسترده‌ای در جیره طیور استفاده می‌شوند. این محصولات با توجه به منبع تولید آنها ترکیبات مختلفی دارند و متخصصین تغذیه باید همواره قبل از استفاده از این محصولات آنها را مورد بررسی قرار بدهند.

۰۶

منابع اصلی پروتئین در جیره طیور پروتئین‌های گیاهی هستند که سویا مهم‌ترین آنها است.

۰۷

پروتئین‌های گیاهی می‌توانند بر اساس منبع دانه مورد استفاده و روش فرآوری به میزان قابل‌توجهی متنوع باشند. معمولا پوسته (پوشینه) فیبری جدا می‌شود و درجه این جداسازی مقدار فیبر و پروتئین محصول نهایی را تعیین می‌کند. روغن می‌تواند در خود دانه باقی بماند مانند سویای پرچرب و یا اینکه ممکن است روغن آن با تکنیک‌های فیزیکی (اعمال فشار) استخراج شود. گاهی باقیمانده روغن نیز با استفاده از یک حلال (هگزان) استخراج می‌شود. هیچ یک از این محصولات بد

نیستند، گرچه برخی از آنها برای استفاده در خوراک مناسب‌ترند. متخصص تغذیه باید بداند که کدام‌یک از این محصولات استفاده می‌شود.

۰۸

استفاده از پروتئین‌های حیوانی در جیره طیور در حال کاهش است. بیشتر پودر ماهی تولیدشده در صنعت شیلات استفاده می‌شود و استفاده از محصولات برگرفته از نشخوارکنندگان در بسیاری از کشورها ممنوع است.

۰۹

چربی یک منبع انرژی بسیار عالی برای جیره‌های طیور است و در کنار این، پتانسیل این را دارد که بزرگ‌ترین منبع آلودگی باشد. انتخاب چربی برای جیره طیور نیازمند دقت فراوانی است.

۱۰

مواد معدنی پرمصرف عمدتا از طریق سنگ آهک، فسفر معدنی و نمک تامین می‌شوند، در حالی که مواد معدنی کم‌مصرف از طریق پیش‌مخلوط فراهم می‌شوند.

۱۱

ساخت پیش‌مخلوط از شاخه‌های تخصصی صنعت خوراک دام است. اطمینان حاصل کنید که تامین کننده مهارت لازم برای تنظیم و مخلوط کردن محصول شما را دارد. به دلیل اختلاف زیاد در نتایج آزمایشگاهی، برخورداری از سیستم ردیابی در تولید پیش‌مخلوط از اهمیت بالایی برخوردار است.

۱۲

افزودنی‌های غیرمغذی متعددی به جیره طیور اضافه می‌شود. اینها شامل آنتی‌بیوتیک‌ها، ضدکوکسیدیوزها، آنزیم‌ها و رنگ‌ها هستند. ارزیابی و استفاده از این ترکیبات چه از نظر کارایی و چه از نظر صرفه اقتصادی نیاز به دقت دارد.

فصل ۱۴: آنزیم‌ها در تغذیه طیور

آنزیم‌های برون‌زادی به منظور تکمیل سیستم‌های آنزیمی درون‌زادی یا فراهم کردن آنزیم‌هایی که خود پرنده قادر به ساخت آنها نیست به جیره‌های طیور اضافه می‌شوند. هدف از اضافه کردن آنزیم‌ها افزایش قابلیت هضم اجزای مختلف جیره است.

حامیان طلایی

ایده پردازان خوراک آریان

شرکت پگاه جهان نما

شرکت مهر بیستون

شرکت جوانه خراسان

شرکت آرونا

شرکت افزودنیهای ایتوک فردا

حامیان نقره‌ای

کیوان مرغ پر طلای مهاباد

شرکت کیمیا دارو مهر

حامیان برنزی

تهران مکمل پارس

گروه دانش بنیان مگافراور

تردید اندکی وجود دارد که اضافه کردن آنزیم‌های برون-زادی به جیره‌های طیور یکی از بزرگ‌ترین فرصت‌های در دسترس متخصصین تغذیه برای بهبود کارایی تغذیه طیور است. آنزیم‌ها منجر به بهبود بهره‌وری از مواد مغذی و مقدار انرژی جیره، کاهش اثر پرورش حیوانات روی محیط و بهبود سلامتی روده و عملکرد دستگاه گوارش و به طور هم‌زمان بهبود کیفیت بستر و رفاه پرنده می‌شوند. بنابراین، متخصصین تغذیه تجاری باید انواع آنزیم‌های در دسترس، سازوکار عمل آنها و چگونگی برهمکنش آنها با یکدیگر و با دیگر مواد و افزودنی‌های خوراکی مورد استفاده در جیره را بشناسند. دامنه گسترده‌ای از آنزیم-های مختلف وجود دارد که در دو دسته کلی قرار می‌گیرند. اولین گروه محصولاتی هستند که فیتاز را به جیره اضافه می‌کنند و دومین گروه متشکل از آنزیم‌هایی است که به هضم اجزای مختلف خوراک کمک می‌کنند یا به عبارتی با افزایش هضم اجزای مختلف خوراک انرژی و پروتئین بیشتری برای پرنده فراهم می‌کنند. زایلاناز، گلوکاناز، پروتئاز، آمیلاز، ماناناز و لیپاز از مهم‌ترین آنزیم‌های گروه دوم هستند. این تقسیم‌بندی بر اساس محل فعالیت این آنزیم‌ها در دستگاه گوارش مرغ‌ها است. محصولات تجاری در دسترس ممکن است حاوی یک آنزیم، مخلوطی از آنزیم‌های مختلف یا معجونی (**کوکتل**[1]) از آنزیم‌ها باشند. کوکتل آنزیم‌ها حاوی سطوح تضمین‌شده برخی از آنزیم‌ها و دامنه‌ای از دیگر آنزیم‌ها با فعالیت مکمل هستند.

در حال حاضر، بازار جهانی آنزیم‌ها ۵۰۰ تا ۶۰۰ میلیون دلار در سال است و فیتاز حدود ۶۰ درصد از این بازار را به خود اختصاص می‌دهد (آدیولا و کاویسن، ۲۰۱۱). بیش از ۷۰ درصد آنزیم‌ها در مقیاس جهانی توسط چهار شرکت بزرگ BASF، DSM/نووزایم[2]، ادیسئو و دنیسکو[3] تولید می‌شوند. AB ویستا[4]، چمگن[5]، آلتک[6]، نووس[7] و کمین[8] دیگر تولیدکنندگان هستند (برلتا[9]، ۲۰۱۱).

این فصل در مورد اصول کلی فعالیت آنزیم‌ها در جیره‌های طیور، نقش فیتاز و دیگر آنزیم‌های مورد استفاده بحث و سرانجام یک سری توصیه‌ها و روش‌های عملی جهت استفاده از آنها ارائه خواهد کرد.

> ■ **نکته**
> آنزیم‌ها دیواره سلولی احاطه‌کننده مواد مغذی را از بین می‌برند و مولکول‌های غیرقابل‌هضم درشت را تجزیه می‌کنند.

ملاحظات عمومی

سازوکار عمل

سازوکار اصلی عمل آنزیم‌ها افزایش قابلیت هضم اجزای جیره است. بخشی از این اثر با حذف اثر دیواره‌های سلولی و فراهم آوردن دسترسی آنزیم‌های هضمی به اجزای خوراک حاصل می‌شود. هضم مواد معدنی، نشاسته، چربی و اسیدهای آمینه در مجرای گوارش مرغ‌ها کامل نیست. بخش عمده فعالیت هضمی دستگاه گوارش مرغ‌ها در چینه‌دان، پیش‌معده، سنگدان و ایلئوم رخ می‌دهد و مقادیر متفاوتی از مواد به صورت هضم‌نشده وارد سکوم می‌شود. مواد هضم‌نشده که بیان‌گر عدم کارایی سیستم‌های هضمی

---
1. Cocktail
2. Novozymes
3. Danisco Animal Nutrition
4. AB Vista
5. Chemgen
6. Altech
7. Novus
8. Kemin
9. Barletta

حیوان هستند با آزادسازی الیگوساکاریدها از دیواره‌های سلولی مواد گیاهی منبعی از مواد مغذی برای هر دو باکتری‌های مضر و مفید دستگاه گوارش فراهم می‌کنند. اگرچه مقداری هضم در سکوم رخ می‌دهد اما جذب کمی در این اندام وجود دارد، به ویژه در مورد پرنده‌های جوان مانند جوجه‌های گوشتی که این اندام به طور کامل توسعه نیافته است. به این دلیل تا جایی که به آنزیم‌ها مربوط است قابلیت هضم ایلئومی اهمیت دارد. اضافه کردن آنزیم به جیره یک اثر غیرمستقیم نیز دارد. مشخص شده است که آنها فیزیولوژی هضم حیوان را با تغییر پارامترهایی مانند وزن روده و ظرفیت جذبی دستگاه گوارش دستخوش تغییر می‌کنند. اندازه‌گیری تغییرات کوچک در وضعیت فیزیولوژیک پرنده دشوار است و جز با حرکت آزمایشات تغذیه‌ای به سمت اندازه‌گیری‌هایی فراتر از نرخ رشد و مرگ‌ومیر به عنوان شاخص‌های سلامتی پرنده و دستگاه گوارش پیشرفتی واقعی در این زمینه ایجاد نخواهد شد. سرانجام اینکه آنزیم‌ها می‌توانند عامل حذف مواد ضد-تغذیه‌ای جیره باشند، مانند اسید فیتیک که اثر آن تا حد زیادی با اضافه کردن فیتاز از بین می‌رود. همچنین گزارش شده است که پروتئازها سطوح مهارکننده تریپسین را در کنجاله سویا کاهش می‌دهند (برلتا، ۲۰۱۱).

محل فعالیت

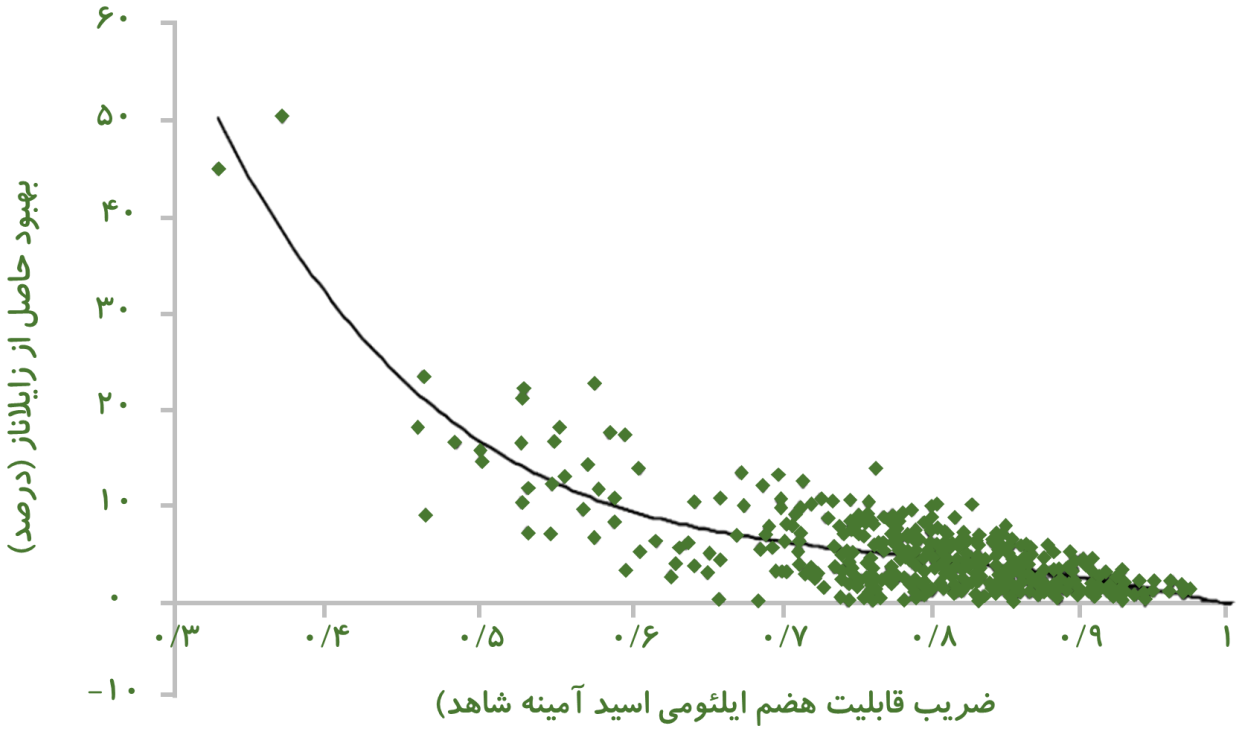
روشن است که آنزیم‌ها باید در داخل دستگاه گوارش پرنده فعالیت کنند و شرایط بخش‌های زیادی از این مجرا پاسخگوی فعالیت آنزیم‌های برون‌زادی است. به نظر می‌رسد که زمان ابقا در قسمت بالایی دستگاه گوارش عامل محدودکننده فعالیت آنزیم در طیور باشد. این محدودیت را می‌توان با تغذیه وعده‌ای (در این حالت چینه‌دان به عنوان اندام ذخیره‌کننده عمل می‌کند) یا از طریق افزایش تغذیه اجزای ساختاری (دانه‌های کامل و فیبر خشبی) در جیره (بهبود توسعه سنگدان شامل افزایش اندازه آن و زمان ابقای خوراک) کاهش داد (اسویهوس، ۲۰۱۱a).

فیتازهایی که به صورت تجاری استفاده می‌شوند در محیط بسیار اسیدی (۵ تا ۴ = pH) یعنی در قسمت‌های بالایی دستگاه گوارش (چینه‌دان، پیش‌معده و سنگدان) فعال هستند و گزارش شده که چینه‌دان محل اصلی فعالیت فیتاز است. فیتازهایی که منشأ گیاهی دارند در محیط قلیایی عمل می‌کنند، اما اینها به صورت تجاری استفاده نمی‌شوند. دیگر آنزیم‌هایی که به صورت تجاری استفاده می‌شوند (کربوهیدرازها و پروتئازها) برای فعالیت خود به محیط قلیایی (۷/۵ تا ۶/۵ = pH) قسمت‌های پایینی دستگاه گوارش نیاز دارند. این بدین معنی است که به احتمال بسیار زیاد فیتاز فعالیت خود را قبل از هر آنزیم دیگری شروع می‌کند و نقطه آغاز فعالیت محصولات چندآنزیمی است. این نکته به خوبی توضیح می‌دهد که چرا محققان احساس می‌کنند که هنگام استفاده از مخلوط آنزیم‌ها فیتاز آنزیم غالب است.

قانون بازده نزولی

اثر آنزیم‌ها (و دیگر افزودنی‌های خوراکی) به طور قابل-توجهی در جیره‌های متشکل از اجزای دارای قابلیت هضم بالا کمتر و قانون بازده نزولی[1] در این حالت به روشنی قابل‌مشاهده است (شکل ۱۴-۱). به صورت سرانگشتی، به ازای هر ۱ درصد بهبود در قابلیت هضم خوراک کارایی هر آنزیم مورد استفاده ۵ درصد کاهش می‌یابد (کاویسن و بدفورد، ۲۰۰۴). این نکته را باید هنگام استفاده از آنزیم‌ها و افزودنی‌های خوراکی در نظر گرفت. با رسیدن قابلیت هضم ایلئومی به ۹۵ درصد، بعید است که آنزیم‌ها بتوانند اثری واقعی روی قابلیت هضم جیره داشته باشند. قابلیت‌های هضم ایلئومی نشاسته و پروتئین در جیره‌های

[1]. The law of diminishing return



شکل ۱۴-۱: همبستگی بین ضرایب قابلیت هضم ایلئومی اسید آمینه شاهد و پاسخ به کربوهیدراز برون‌زادی (۱۹ مطالعه و ۸۵۳ مشاهده) (کاویسن و بدفورد، ۲۰۰۹)

ذرت-سویا به ترتیب برابر با ۹۷/۲ درصد و ۸۰/۳ درصد است (زنلا[1] و همکاران، ۱۹۹۹).

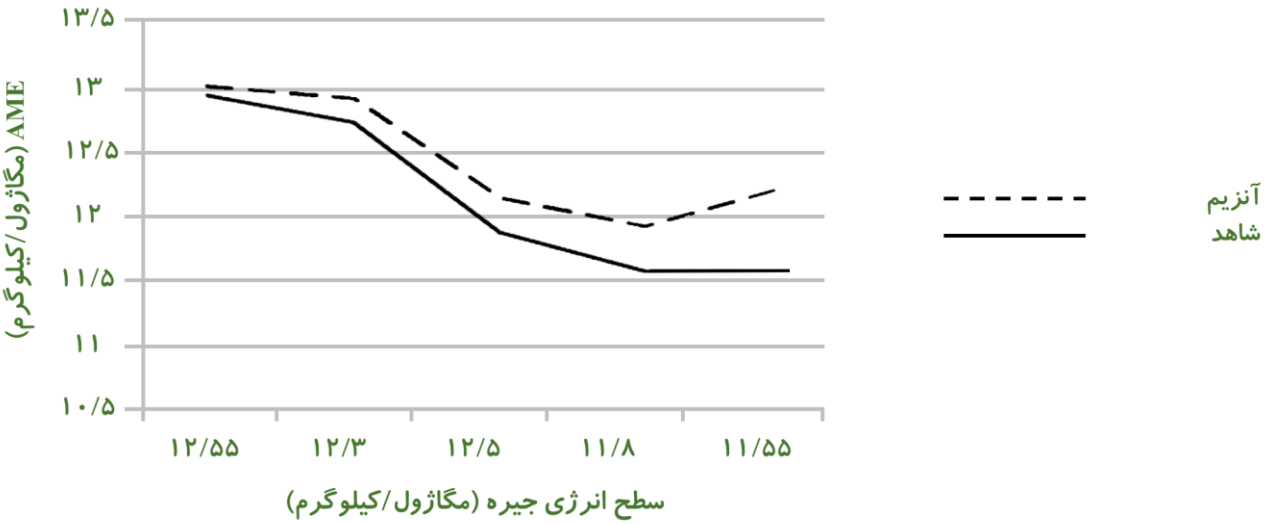
ژو[2] و همکاران (۲۰۰۹) اثر مکمل کردن آنزیم را روی بهبود کارایی انرژی جوجه‌های گوشتی دریافت‌کننده جیره‌های ذرت - سویای حاوی سطوح مختلف انرژی قابل‌متابولیسم نشان دادند. این نتایج که در شکل ۱۴-۲ آورده شده است، به خوبی توضیح می‌دهد که چرا پاسخ جیره‌های ذرت-سویا به آنزیم‌ها قابل پیش‌بینی نیست. اگرچه سطوح انرژی استفاده‌شده در این آزمایش کمتر از سطوحی است که به طور مرسوم در جیره جوجه‌های گوشتی استفاده می‌شود، آنها قادر بودند به روشنی نشان دهند که با کاهش سطح انرژی جیره کارایی استفاده از آنزیم بهبود می‌یابد. به این دلیل است که توزیع‌کنندگان آنزیم‌ها ترجیح می‌دهند که متخصصین تغذیه آنها را نه به جیره‌های دارای سطح بالای مواد مغذی، بلکه به جیره‌هایی اضافه کنند که سطوح انرژی آنها کاهش داده شده است.

> **نکته**
> آنزیم‌ها در حیوانات جوان که سیستم‌های آنزیمی درون‌زادی آنها به خوبی شکل نگرفته موثرتر هستند.

اثر سن

کاویسن و همکاران (۲۰۱۰) بیان داشتند که کارایی آنزیم پروتئاز در جوجه‌های جوان که سیستم آنزیمی آنها به طور کامل توسعه نیافته بهتر است. به علاوه، جیره‌های آغازین حاوی بالاترین مقدار پروتئین هستند و بنابراین احتمال موثر واقع شدن پروتئازها در هفته‌های ابتدایی زندگی جوجه‌های گوشتی بیشتر است. تیوار ی[3] و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که در جوجه‌های جوان بهترین

[1]. Zanella
[2]. Zhou
[3]. Tiwari



شکل ۱۴-۲: اثر مکمل کردن آنزیم بر انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری (AME) جیره‌های آغازین جوجه گوشتی (برگرفته از ژو و همکاران، ۲۰۰۹)

پاسخ با ارائه مخلوط فیتاز و زایلاناز به دست آمد. توصیه‌های برتچینی[1] و همکاران (۲۰۰۹) برای استفاده از پرواکت DSM[2] (جدول ۱۴-۱) به طور واضح اثر سن بر کارایی آنزیم در جوجه‌های گوشتی را نشان می‌دهد. استفاده از فیتاز نیز اثر مشابهی بروز داد (شکل ۶-۲).

> **نکته**
> فیتاز امکان استفاده حیوان از فسفر گیاهی را فراهم می‌کند.

فیتاز

آنزیم فیتاز در یک سطح استاندارد به اغلب جیره‌های طیور اضافه می‌شود، گذشته از این حقیقت که پیش‌بینی پاسخ پرنده دشوار است. فیتازهای تجاری در دسته هیستیدین اسید فیتازها رده‌بندی می‌شوند که فیتازهای دارای فعالیت عمومی هستند (گرینر و کونینی[3]، ۲۰۱۱). اگرچه شمار و رده‌های مختلفی از فیتازها شناخته شده است، اما غربال کردن و ساخت آنها به روش‌های مقرون‌به‌صرفه دشوار است. در نتیجه تنها تعداد معدودی از محصولات مختلف به صورت تجاری استفاده می‌شود.

سازوکار فیتاز

بیشتر فسفر موجود در مواد گیاهی به شکل فیتات در فرم میواینوزیتول هگزاکیس‌فسفات[4] (IP_6) است، اگرچه دیگر استرها از IP_5 تا IP_2 نیز در مقادیر کمتر موجود است. فسفر موجود در IP_6 در روده کوچک خیلی محلول نیست و بنابراین بدون استفاده خواهد ماند مگر آنکه حداقل یکی از گروه‌های فسفات آن حذف شود. جیره‌های طیور به طور میانگین حدود ۱۰ گرم در کیلوگرم IP_6 دارند (سللا[5] و همکاران، ۲۰۰۹) و هر کیلوگرم IP_6 حاوی ۲۸۲ گرم فسفر است. فیتاز برون‌زادی در سطوح استاندارد مورد استفاده ۳۵ تا ۴۰ درصد IP_6 جیره را تجزیه می‌کند (سللا و راویندران، ۲۰۰۷). در مورد مرغ‌های تخم‌گذار، فن‌درکلیس و بلوک (۱۹۹۷) نشان دادند که استفاده از ۵۰۰

1. Bertechini
2. DSM Proact
3. Greiner and Konietzny
4. Myo-inositol hexakisphosphate
5. Selle

جدول ۱۴-۱: مقادیر ماتریکس پیشنهادی اسیدهای آمینه (قابل‌هضم) برای جوجه‌های گوشتی در مراحل مختلف تولید هنگام استفاده از رونوزایم پرواکت DSM (برگرفته از برتچینی و همکاران، ۲۰۰۹)

مقدار ماتریکس رونوزایم پرواکت (درصد)	جیره				
	پیش‌آغازین	آغازین	رشد	پایانی	میانگین
پروتئین خام	۴۶۶۳	۴۶۳۹	۴۱۷۸	۳۷۴۷	۴۳۰۷
لیزین	۱۰۴	۹۸	۸۲	۶۹	۸۸
متیونین	۶۲	۶۰	۵۳	۴۴	۵۴
متیونین + سیستین	۱۹۶	۱۸۷	۱۷۵	۱۵۸	۱۷۹
ترئونین	۳۶۱	۳۴۰	۳۳۶	۳۱۹	۳۳۹
تریپتوفان	۴۲	۴۰	۴۱	۳۸	۴۰
آرژنین	۳۱۷	۲۹۹	۲۶۴	۲۳۴	۲۷۹
والین	۲۱۹	۲۰۸	۲۰۰	۱۸۶	۲۰۳
لوسین	۱۲۱	۱۱۸	۱۲۴	۱۱۳	۱۱۹
ایزولوسین	۱۴۸	۱۴۱	۱۳۷	۱۳۰	۱۳۹

واحد (FTU) فیتاز ۵۸ درصد از فیتات جیره را تجزیه کرد. به نظر می‌رسد که فیتاز در مرغ‌های تخم‌گذار موثرتر از جوجه‌های گوشتی باشد که احتمالا به زمان ابقای بالاتر خوراک در قسمت‌های بالایی دستگاه گوارش مربوط است. این اختلافات در سطوح توصیه پایین‌تر فیتاز برای مرغ‌های تخم‌گذار انعکاس پیدا می‌کند (سللا و همکاران، ۲۰۱۱). دفسفریلاسیون IP_6 در یک مرحله رخ نمی‌دهد بلکه فیتاز ۵ تا ۶ زیرواحد IP_6 را در یک روند گام‌به‌گام آزاد می‌کند. محصول نهایی این فرآیند IP_2 است (گرینر و کونینی، ۲۰۱۱). اغلب به طور ناصحیح پنداشته می‌شود که فقدان فیتاز درون‌زادی عامل هضم ضعیف فیتات در طیور است. طیور فعالیت موثر فیتازی/فسفاتازی در مخاط روده دارند و می‌توانند به سادگی فیتات را دفسفریله و فسفات و اینوزیتول تولید کنند، اما مشکل حلالیت پایین سوبسترا در روده کوچک است (IP_6 تنها ۲ درصد در روده کوچک خوک‌ها حل می‌شود). میزان حلالیت فیتات به غلظت کاتیون‌های چندظرفیتی در مجرای روده بستگی دارد. Zn^{2+} قوی‌ترین مهارکننده هیدرولیز IP_6 است و Fe^{2+}، Mn^{2+}، Fe^{3+}، Ca^{2+} و Mg^{2+} در رتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند. در عمل، کارایی فیتاز بیشتر تحت تاثیر کلسیم (کاتیون غالب جیره) قرار می‌گیرد (ووینگو و نایاکوتی[1]، ۲۰۱۱).

اضافه کردن فیتاز برون‌زادی به جیره اثر قابل‌توجهی روی مقرون‌به‌صرفگی فرآیند تغذیه حیوان دارد و قابلیت هضم فسفر را حداقل به میزان ۱ گرم در کیلوگرم جیره بهبود می‌دهد. چنین بهبودی منجر به یک صرفه‌جویی حدود ۵ تا ۶ گرمی در فسفر غیرآلی جیره می‌شود و فیتاز را به یک افزودنی خوراکی بسیار مقرون‌به‌صرفه تبدیل می‌کند. بررسی داده‌های منتشرشده توسط تولیدکنندگان مختلف فیتاز نشان می‌دهد که فیتازهای مختلف بین ۱ تا ۱/۵ گرم فسفر قابل‌دسترس به ازای هر کیلوگرم جیره تامین می‌کنند. با این وجود، همه این شرکت‌ها یک توصیه ثابت برای همه جیره‌های تغذیه‌شده دارند که تا حدودی غیر-منطقی است.

[1]. Woyengo and Nyachoti

سللا و همکاران (۲۰۰۹) با بررسی منابع مربوط به سازوکار اثر فیتاز، دانش چگونگی و چرایی عمل این آنزیم و چگونگی برهمکنش آن با دیگر اجزای جیره به ویژه کلسیم‌رابهبوددادند.درpHپایین،حضوریون‌هایهیدروژن باعث می‌شود که بیشتر گروه‌های دارای بار منفی فسفات در فیتات پروتونه شوند. به محض پروتونه و شارژ شدن، گروه‌های فسفات دیگر با یون‌های دارای بار مثبت مانند کلسیم و روی یا دیگر اجزای جیره مانند اسیدهای آمینه و نشاسته کیلات نمی‌شوند. در این حالت مولکول فیتات به حمله فیتاز حساس خواهد بود و تجزیه می‌شود. با افزایش pH در روده کوچک (بالای ۵)، گروه‌های فسفات بار منفی می‌گیرند و با کاتیون‌ها یا مولکول‌هایی مانند اسیدهای آمینه باند می‌شوند. با افزایش هر چه بیشتر pH، کمپلکس فلز-فیتات به هضم در برابر فیتاز مقاوم‌تر می‌شود.

فیزیولوژی تغذیه کلسیم و فسفر به شکل جدایی‌ناپذیری به هم گره خورده و کارایی فیتاز تابع پیچیده‌ای از غلظت-های کلسیم، فسفر و فسفر فیتاتی است. شناخت این تقابلات و دانستن چگونگی اثر فیتاز بر آنها جهت استفاده از ین آنزیم با کارایی بالا ضروری است. مولکول ویژه تشکیل‌شده یک کمپلکس کلسیم-فیتات نامحلول شامل Ca_5K_2 - فیتات است. یک جیره متداول جوجه گوشتی حاوی حدود ۸ تا ۱۰ گرم کلسیم است که یک‌سوم از آن در ایلئوم به شکل کمپلکس کلسیم- فیتات درمی‌آید. افزایش سطوح مولی کلسیم در جیره تشکیل کمپلکس‌های نامحلول را در ایلئوم افزایش می‌دهد که یک اثر مستقیم (منفی) روی کارایی فیتاز دارد. پلامستد و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که افزایش کلسیم جیره جوجه‌های گوشتی از ۴/۷ به ۱۱/۶ گرم در کیلوگرم قابلیت هضم ایلئومی فسفر فیتاتی را به صورت خطی تا ۷۱ درصد کاهش می‌دهد، اگرچه فیتاز در این مطالعه خاص استفاده نشده بود. اثر سطوح افزایشی کلسیم جیره بر کاهش قابلیت هضم ایلئومی فسفر در جیره‌های مکمل‌شده با فیتاز بیشتر از تاثیر آن در جیره‌های بدون فیتاز بود. در سطوح بالاتر کلسیم (۱۱/۶ گرم در کیلوگرم) اضافه کردن فیتاز اثری روی قابلیت هضم فسفر نداشت (نوسیرات و همکاران، ۲۰۱۱).

> ■ **نکته**
> فیتاز ۵ تا ۷ کیلوگرم فسفر غیرآلی به ازای هر تن خوراک صرفه‌جویی ایجاد می‌کند.

فیتاز و اثر آن بر کلسیم و فسفر

تامین نسبت مناسب کلسیم و فسفر در جیره طیور برای توسعه طبیعی استخوان‌ها و عملکرد رشد ضروری است. اضافه کردن فیتاز به جیره می‌تواند این نسبت را به دو دلیل تغیر بدهد. اولا سطوح بالای کلسیم جیره اثر منفی بر کارایی فیتاز دارد و دوم اینکه می‌دانیم که IP_6 و IP_5 کیلات‌کننده‌های قوی کلسیم هستند. مطالعات آینده درباره نیاز کلسیم و فسفر جوجه‌های گوشتی ضرورتا مجبور خواهند بود که نوع فیتاز را در نظر بگیرند. متخصصین تغذیه باید از درستی استفاده از فیتاز اطمینان حاصل کنند و نیز مطمئن شوند که غلظت‌های مورد استفاده از کلسیم و فسفر در دامنه سطوح قابل‌قبول آنها است. این مساله هنگام استفاده از سطوح بالاتر از حد متعارف فیتاز یا استفاده از آنزیم‌های چندگانه در جیره اهمیت ویژه پیدا می‌کند. علاوه بر این، فیتاز باید به صورت یکنواخت در خوراک توزیع شود و گرما نباید به آن آسیب بزند. چگونگی تاثیر فیتاز بر تغذیه کلسیم و فسفر در جوجه‌های گوشتی با جزئیات مختصری در فصل ۱۰ بحث شده است.

انواع فیتاز

در حال حاضر، دو رده کلی از فیتاز به شکل تجاری عرضه

می‌شود. اول محصولات ۳-فیتاز شامل ناتافوس[1]، رونوزایم P[2] و فینیاز[3] که از قارچ‌ها (عمدتا گونه‌های آسپرژیلوس) استخراج می‌شوند و دوم محصولات ۶ - فیتاز شامل رونوزایم NP[4]، کوانتوم[5] و فیزایم[6] که نسل جدیدی از آنزیم هستند و از باکتری‌هایی مانند اشریشیا کلی و قارچ پنیوفورا لیچی[7] به دست می‌آیند. محصولات ۳ - فیتاز مولکول IP_6 را در موقعیت کربن شماره ۳ می‌شکنند و بهترین عملکرد خود را در pH برابر با ۳ بروز می‌دهند. محصولات ۶-فیتاز مولکول را در موقعیت کربن شماره ۶ می‌شکنند. آنزیم ۶-فیتاز حساسیت کمتری به pH دارد و در pH حدود ۴ تا ۵ عملکرد طبیعی دارد. محصولات فیتاز مختلف موجود در بازار در pH های متفاوتی بهترین عملکرد را دارند. برای مثال، آنزیم‌هایی که از پنیوفورا لیچی (رونوزایم NP) به دست می‌آیند در pH حدود ۴ تا ۵ موثرترند. ۶-فیتازها میل ترکیبی ویژه‌ای برای IP_6 و IP_5 یعنی نامحلول‌ترین استرهای اینوزیتول دارند. آنها فیتات را فعالانه از بین می‌برند و استفاده از آنها در یک دوز واحد (۵۰۰ واحد در کیلوگرم) می‌تواند همه IP_6 و IP_5 و بیشتر IP_4 جیره را آزاد کند (آدیولا و کاویسن، ۲۰۱۱). نسل جدید فیتازها از نظر کار در شرایط اسیدی بهتر هستند. بحث‌هایی در مورد پایداری ذاتی انواع فیتازها در حضور آنزیم‌های پروتئولیتیک دستگاه گوارش وجود دارد. اگرچه احتمالا این مساله حائز اهمیت نیست، زیرا می‌دانیم که فعالیت فیتاز پیش از آنکه تحت تاثیر آنزیم‌های پروتئولیتیک روده کوچک قرار بگیرد به دلیل pH بالای این ناحیه متوقف می‌شود. تحقیقات برون‌تنی نشان می‌دهد که به رغم اختلافات بزرگی که بین محصولات مختلف وجود دارد، همه آنها به طور شگفت‌انگیزی در سوپرناتانت (بخش بالایی حاصل از سانتریفیوژ) مواد هضمی پایدار هستند. می‌توان نتیجه‌گیری کرد که مقاومت فیتاز در برابر اثر پروتئولیتیک دستگاه گوارش اهمیت اندکی روی عملکرد درون‌تنی آن دارد (گرینر و کونینی، ۲۰۱۱).

سوالی که باید پاسخ داده شود این است: رده‌های مختلف فیتاز در عمل چه تفاوتی دارند؟ تحقیقات خوراک دام شوتورست (۲۰۱۰) در یک آزمایش پاسخ به سطح، مقایسه‌ای بین اثرات ناتافوس و فیزایم روی جوجه‌های گوشتی (سن ۵ تا ۲۱ روزگی) انجام داد. آنها نشان دادند که در سطح استاندارد ۵۰۰ واحد اختلافات روشنی بین دو محصول وجود داشت. با استفاده از وزن بدن جوجه‌ها به عنوان شاخص اصلی، مشخص شد که آنزیم ۶-فیتاز ۳۵ درصد موثرتر از آنزیم ۳-فیتاز بود. به عبارت دیگر، تاثیر ۳۷۵ واحد در کیلوگرم فیزایم برابر با ۵۰۰ واحد در کیلوگرم ناتافوس بود. جالب آنکه اختلافات معنی‌داری در جذب فسفات (اندازه‌گیری‌شده با غلظت فسفر درشت‌نی) وجود نداشت و همچنین اثر دو آنزیم در دو برابر سطح استاندارد (۱۰۰۰ واحد در کیلوگرم) اختلاف معنی‌داری نداشت. وو[8] و همکاران (۲۰۰۶) اختلافی بین اثر ناتافوس و فیزایم بر پارامترهای عملکردی مرغ‌های تخم‌گذار مشاهده نکردند.

کورشباک[9] (۲۰۱۱) مشاهده کرد که فیتازهای مختلف را نمی‌توان تنها بر پایه مقدار فیتاز گزارش‌شده (واحدهای فیتاز) با یکدیگر مقایسه کرد. علت چنین مشاهده‌ای این است که سطوح فیتاز همه این محصولات در pH ثابت

---

1. Natuphos
2. Ronozyme P
3. Finase
4. Ronozyme NP
5. Quantum
6. Phyzyme
7. *Peniophora lycii*
8. Wu
9. Korsbak

نکته

فیتات ماده ضدتغذیه‌ای قدرتمندی است.

۵/۵ (نه یک مقدار بهینه برای هر محصول) گزارش شده است. چنین یافته‌هایی بدین معنی است که واحدهای فیتاز را فقط می‌توان برای کنترل بازیابی فیتاز در خوراک و نه برای مقایسه محصولات مختلف با یکدیگر اندازه‌گیری کرد. مساله واقعی این است که چه مقدار کلسیم، فسفر و دیگر مواد مغذی را می‌توان با استفاده از سطح توصیه‌شده هر محصول ویژه جایگزین کرد (شکل ۱۴-۳). به علاوه، آدیولا و کاویسن (۲۰۱۱) اظهار داشتند که نگاه محض به مقدار آزادشده فسفر اندازه‌گیری کافی نیست. در شرایط آزمایشی، ۳-فیتازها و ۶-فیتازها مقدار فسفر برابری آزاد می‌کنند، اما ۶ - فیتازها مقدار فسفر بیشتری را از اینوزیتول‌های دارای کمترین حلالیت آزاد می‌کنند.

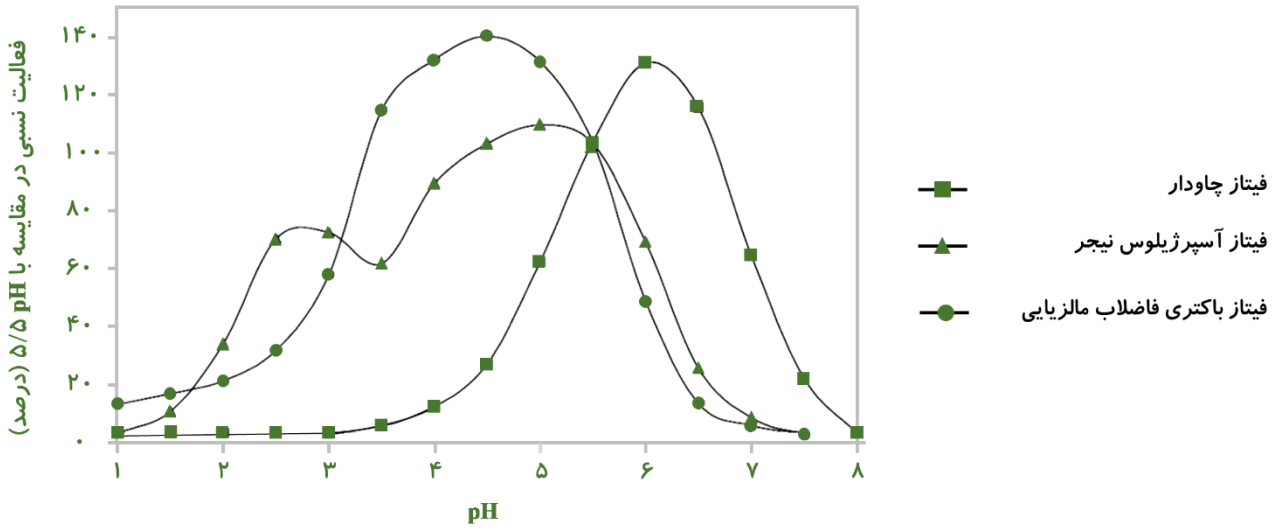
تعیین غلظت فیتات کار ساده‌ای نیست. امکان تعیین مقدار فیتات کل از طریق رسوب دادن آن با کلرید آهن (فریک) وجود دارد، اما این روش بین استرهای مختلف میواینو-زیتول فسفات تمایزی قائل نمی‌شود. این کاستی می‌تواند یک محدودیت تمام و کمال برای پیشرفت عملی در این حوزه ایجاد کند (سللا و همکاران، ۲۰۱۱). سازوکار عمل ۳-فیتازها و ۶-فیتازها روی دفسفریلاسیون IP_6 اختلافات قابل‌توجهی دارد. ۳-فیتازها حمله خود را به شکل موثری تا تبدیل کامل یک مولکول IP_6 به یک مولکول IP_1 ادامه می‌دهند. از سوی دیگر، به نظر می‌رسد که ۶-فیتازها حمله خود را تا IP_4 ادامه می‌دهند و سپس به یک IP_6 دیگر انتقال پیدا می‌کنند. بنابراین، مقدار تخریب IP_6 توسط ۶-فیتازها به طور قابل‌توجهی در مقایسه با ۳-فیتازها بالاتر است. با در ذهن داشتن اینکه IP_6 کمترین حلالیت را در بدن پرنده دارد، چنین اختلافاتی به روشنی اثر فرافسفری نسبی ۳-فیتاز را در مقایسه با ۶-فیتاز تحت تاثیر قرار می‌دهد.

فیتات عامل ضدتغذیه‌ای

پیشنهاد شده است که فیتات یک عامل ضدتغذیه‌ای است و حضور آن در ایلئوم باعث دفع قابل‌توجه مواد مغذی درون‌زادی (به طور عمده اسیدهای آمینه) و انرژی در قالب موسین، سلول‌های روده و احتمالا آنزیم‌های پانکراسی می‌شود. بنابراین، هیدرولیز فیتات اثرات مطلوبی بر عملکرد پرنده دارد که فراتر از تامین فسفر است. در واقع یک اثر صرفه‌جویی روی برخی از اجزای جیره وجود دارد که به نوبه خود منجر به بهبود انرژی خالص اجزای جیره می‌شود. اخیرا مفهومی موسوم به فراسطح یا ابرسطح[1] پیشنهاد شده که شامل استفاده از سطوح نامتداول بالای فیتاز (بیش از ۵ برابر سطح استاندارد) در تلاش برای بدون فیتات کردن جیره است (کاویسن و همکاران، ۲۰۱۱). اثرات مثبت این سطوح بالا فراتر از آن است که از نظر منطقی به تنهایی با بهبود قابلیت هضم فسفر قابل‌انتظار است.

پیرگوزلیف و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیقی جیره‌های حاوی ۵۰۰ و ۱۲۵۰۰ واحد فیتاز را از سن ۷ تا ۱۷ روزگی به جوجه‌های گوشتی تغذیه کردند. انرژی قابل-متابولیسم ظاهری جیره، انرژی خالص نگهداری جیره، کارایی ابقای انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری و تولید گرما و ضرایب قابلیت هضم اسیدهای آمینه در کل دستگاه گوارش تعیین شد (جدول ۱۴-۲). انرژی خالص تولید با استفاده از یک روش کشتار مقایسه‌ای تعیین شد که در آن جوجه‌های گوشتی در حال رشد جیره‌های آزمایشی را در حد اشتها دریافت کردند. مصرف خوراک، افزایش وزن و کارایی تبدیل خوراک در یک روند وابسته به سطح در پاسخ به افزایش فعالیت فیتاز در جیره بالا رفت. به طور

[1]. Super or supra dosing



شکل ۱۴–۳: pH فعالیت فیتازهای مختلف (گرینر و بدفورد، ۲۰۱۰)

کلی، انرژی خالص تولید جیره‌های مکمل‌شده با فیتاز به طور معنی‌داری و به میزان تقریبا ۱۵/۶ درصد در مقایسه با شاهد منفی بهبود یافت، در حالی که انرژی قابل-متابولیسم ظاهری جیره تحت تاثیر قرار نگرفت. این نتایج حاکی از تغییر جهت انرژی به سمت تولید است. انرژی خالص تولید جیره در مقایسه با انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری آن همبستگی بالاتری با شاخص‌های عملکردی داشت و به نظر می‌رسد که مسیر حساس‌تری برای ارزیابی پاسخ جوجه‌های گوشتی به مکمل فیتاز باشد. جیره مکمل‌شده با ۱۲۵۰۰ واحد فیتاز باعث بهبود معنی‌دار ۶/۴ درصدی در ضرایب قابلیت هضم همه اسیدهای آمینه در کل دستگاه گوارش در مقایسه با شاهد منفی شد. در بین اسیدهای آمینه اثر فیتاز روی ترئونین خیلی برجسته‌تر بود، اسید آمینه‌ای که بخش مهمی از موسین دستگاه گوارش است.

نتایج سطوح مازاد فیتاز یکنواخت است و بهبودهای فوق‌العاده‌ای در عملکرد حیوانات اندازه‌گیری شده است. سازوکار دقیق این اثر روشن نیست اما احتمالا دربرگیرنده بهبود تعادل آزادسازی مواد مغذی است (کاویسن و همکاران، ۲۰۱۱). با این حال، انجام مطالعات بیشتر جهت تعیین صرفه اقتصادی قیمت اضافی سطوح بالای فیتاز در شرایط تجاری ضروری است.

> **نکته**
> بسیار ضروری است که فیتاز در مقابل حرارت پایدار باشد و به صورت یکنواخت در جیره توزیع شود.

کارایی فیتاز

آنزیم فیتاز در یک سطح استاندارد به اغلب جیره‌های طیور افزوده می‌شود. با این وجود، پاسخ جوجه‌های گوشتی به فیتاز هنوز قابل پیش‌بینی نیست (کریمی[1] و همکاران، ۲۰۱۱). همه اثرات فیتاز در تحقیقات مورد بررسی قرار نگرفته است (کاویسن و همکاران، ۲۰۱۲). کارایی فیتاز تحت تاثیر مستقیم عوامل مختلفی قرار می‌گیرد که در ادامه در مورد آنها بحث خواهیم کرد. احتمالا نحوه اضافه کردن فیتاز به جیره و توزیع آن در جیره مهم‌ترین این مشکلات هستند. محصولاتی که خیلی ساده مخلوطی از آنزیم و حامل‌اند متفاوت از محصولاتی هستند که با استفاده از حامل پوشش‌دار شده‌اند. مخلوط‌های ساده

[1]. Karimi

جدول ۱۴–۲: خلاصه‌ای از داده‌های مربوط به اثر فیتاز بر جوجه‌های گوشتی (بر اساس دوره سنی ۷ تا ۱۷ روزگی) (برگرفته از پیرگوزلیف و همکاران، ۲۰۱۱)

	جیره‌های آزمایشی					
	شاهد مثبت	شاهد منفی	شاهد منفی + ۵۰۰ واحد فیتاز	شاهد منفی + ۱۲۵۰۰ واحد فیتاز	حداقل میانگین مربعات	سطح احتمال
روزها	۴۳/۱	۳۴/۴	۴۲/۲	۴۱/۲	۳/۸	ns
وزن لاشه در ۱۷ روزگی (گرم ماده خشک)	۱۳۸/۴	۱۱۱/۴	۱۲۶/۳	۱۴۲/۹	۱۶/۴	<۰/۰۵
مصرف ماده خشک (گرم/پرنده/روز)	۳۸/۹	۳۲/۶	۳۶/۴	۴۰/۲	۴/۵۷	<۰/۰۵
ضریب تبدیل خوراک (گرم/گرم)	۱/۲۶	۱/۳۵	۱/۳۰	۱/۲۲	۰/۰۲۱	<۰/۰۵
ابقای پروتئین در لاشه (گرم/پرنده)	۴۹/۳	۳۶/۸	۴۴/۰	۵۱/۹	۶/۴۲	<۰/۰۰۱
ابقای چربی در لاشه (گرم/پرنده)	۳۱/۵	۲۲/۲	۲۸/۶	۳۴/۵	۵/۹۸	<۰/۰۵
انرژی قابل‌متابولیسم (مگاژول/کیلوگرم ماده خشک)	۱۳/۷۲	۱۳/۵۸	۱۳/۴۷	۱۳/۹۱	۰/۳۳۳	۰/۰۶۳
انرژی خالص تولید (کیلوگرم ماده خشک خوراک)	۶/۱۵	۵/۳۲	۵/۹۲	۶/۲۸	۰/۲۸۷	۰/۰۰۱
لیزین قابل‌هضم	۰/۸۲۹	۰/۷۷۲	۰/۷۷۵	۰/۸۳۲	۰/۰۴۰۳	<۰/۰۵
ترئونین قابل‌هضم	۰/۶۴۶	۰/۵۸۹	۰/۵۶۷	۰/۶۵۹	۰/۰۰۶۵	<۰/۰۵
میانگین قابلیت هضم اسیدهای آمینه	۰/۷۷۹	۰/۷۴۹	۰/۷۴۱	۰/۷۹۷	۰/۰۳۰۳۶	<۰/۰۵

متشکل از پودرهای دارای اندازه ذرات ریز، توزیع ضعیفی در خوراک ایجاد می‌کنند و ممکن است در حین فرآیند پلت کردن مقاومت کمتری به گرما داشته باشند. اضافه کردن مقادیر کمی از مواد به یک بسته خوراک می‌تواند مشکلاتی ایجاد کند. بنابراین، یکی از راه‌حل‌ها اضافه کردن فیتاز به پیش‌مخلوط است.

اولین مساله هنگام استفاده از یک محصول فیتاز دانستن این است که چه رده‌ای از فیتاز استفاده می‌شود: ۳-فیتاز و ۶-فیتاز اینوزیتول را بسیار متفاوت از یکدیگر آزاد می‌کنند. پیچیدگی دیگر این است که فیتازها معمولا یک پاسخ غیرخطی ایجاد می‌کنند (مرتبط با قانون بازده نزولی که در بالا تشریح شد) که بدین معنی است که فیتاز نمی‌تواند به سادگی به عنوان یک ماده خوراکی استاندارد استفاده و در جیره گنجانده شود. باید یک **ماتریکس** برای هر سطح تعیین و هر گزینه باید به صورت جداگانه بررسی شود. اضافه کردن آنزیم‌های کربوهیدراز و پروتئاز به دلیل مشخص نبودن اثر آنها مساله را پیچیده‌تر خواهد کرد.

فیتاز همانند همه آنزیم‌ها به یک سوبسترا برای عمل خود نیاز دارد. به این ترتیب، مواد خوراکی تشکیل‌دهنده جیره و اختلافات احتمالی این مواد خوراکی می‌تواند اثرات مستقیمی روی کارایی فیتاز داشته باشد. اختلاف در مقدار فسفر غیرفیتاتی مواد خوراکی می‌تواند تحت تاثیر رقم کشت‌شده، بارندگی و میزان استفاده از کودهای فسفره قرار بگیرد (طاهر و همکاران، ۲۰۱۲). کنجاله آفتابگردان در مقایسه با کنجاله سویا حاوی مقادیر بسیار بالاتری فسفر غیرفیتاتی است. گندم حاوی ۲/۵ گرم در کیلوگرم در حالی که ذرت حاوی ۱/۸۶ گرم در کیلوگرم فسفر غیرفیتاتی است. اما هر دوی این منابع دانه‌ای حاوی مقادیر متغیری فسفر غیرفیتاتی با ضریب تغییرات بالاتر از ۱۳ درصد هستند (طاهر و همکاران، ۲۰۱۲). علاوه بر این، دانه‌های کوچک مانند گندم و جو در مقایسه با ذرت حاوی مقادیر بالاتری فیتاز درون‌زادی هستند، اگرچه این فیتازها در برابر دمای پلت کردن پایدار نیستند (وواینگو و نایاکوتی، ۲۰۱۱). نیازی به گفتن نیست که پودر ماهی و پودر گوشت و استخوان حاوی IP_6 نیستند. روشن است که مقدار سوبسترای موجود در یک جیره به فرمولاسیون آن بستگی دارد، اما به طور کلی پاسخ فیتاز در جیره‌های بر پایه ذرت بالاتر است.

مقدار بالای کلسیم در جیره سودمندی آنزیم فیتاز را محدود می‌کند. به دفعات گزارش شده است که فعالیت فیتاز در جوجه‌های گوشتی با افزایش غلظت کلسیم از ۲ به ۷ گرم در کیلوگرم جیره به میزان ۶۰ درصد کاهش می‌یابد (تمیم[1] و همکاران، ۲۰۰۴). منبع کلسیم نیز می‌تواند بر فعالیت فیتاز اثر داشته باشد. کلسیم عمدتا به شکل سنگ آهک (کربنات کلسیم) به جیره‌های طیور اضافه می‌شود، ترکیبی که ظرفیت باندکنندگی اسید آن بالا است. اضافه کردن این ترکیب به جیره منجر به کاهش اسیدیته و کاهش بیشتر فعالیت فیتاز برون‌زادی می‌شود. تغذیه یک منبع خیلی محلول سنگ آهک این شرایط را بدتر می‌کند. جالب است که وقتی خوراک برای مدتی در چینه‌دان ذخیره می‌شود، مثلا هنگام اعمال برنامه نوردهی یا تغذیه وعده‌ای، این شرایط تا حدودی بهبود می‌یابد (سللا و همکاران، ۲۰۰۹). از نظر عملی، استفاده از یک منبع محلول کلسیم امکان کاهش قابل‌توجه کلسیم جیره همراه با حفظ عملکرد و خاکستر استخوان را فراهم می‌کند (واک و همکاران، ۲۰۱۱).

اثر منفی کلسیم بر کارایی فیتاز را می‌توان با اضافه کردن اسیدهای آلی (اسید سیتریک) به جیره کاهش داد. این اسیدها با کیلات کردن کاتیون‌های چندظرفیتی، مانند کلسیم، مانع از تشکیل کمپلکس‌های نامحلول آنها با فیتات می‌شوند و با بالا بردن حلالیت کارایی فیتاز را افزایش

[1]. Tamim

می‌دهند. به علاوه، اسیدهای آلی با کاهش pH مواد هضمی موجب افزایش تفکیک مواد معدنی و فیتات و افزایش فعالیت فیتاز می‌شوند. اغلب فیتازها فعالیت بهینه خود را در pH پایین بروز می‌دهند (وووینگو و همکاران، ۲۰۱۰). فعالیت کاتالیک فیتاز با محصول نهایی آن (فسفر معدنی) مهار می‌شود، یعنی اینکه افزایش غلظت فسفر قابل-دسترس می‌تواند موجب کاهش هیدرولیز IP_6 توسط فیتاز شود. وو و همکاران (۲۰۰۳) مشاهده کردند که با کاهش سطح فسفر قابل‌دسترس از ۴/۵ به ۳/۰ گرم در کیلوگرم قابلیت هضم ایلئومی فسفر از ۷/۴ تا ۲۳/۷ درصد بهبود یافت. به علاوه، راندمان جذب فسفر از دستگاه گوارش با غلظت‌های جیره‌ای آن همبستگی منفی دارد.

> ■ **نکته**
> فیتاز یک اثر صرفه‌جویی بر اسیدهای آمینه، روی، کلسیم و انرژی دارد.

حصول مواد مغذی از دیگر اجزای جیره

اهمیت تغذیه‌ای فیتات به قابلیت دسترسی فسفر محدود نمی‌شود. استفاده از فیتاز در جیره از طریق ایجاد یک **ترفیع** در مواد مغذی جیره منتج به یک سری اثرات سودمند می‌شود، اما تصمیم‌گیری در رابطه با مقدار دقیق ترفیع هر جزء دشوار است.

- *پروتئین*: فیتات قادر است که پروتئین را به صورت کمپلکس‌های دوگانه یا سه‌گانه فیتات-پروتئین باند کند. بنابراین، فیتات می‌تواند قابلیت هضم اسیدهای آمینه را کاهش بدهد. مولکول‌های فیتات با توجه به بارهای منفی زیادشان به صورت الکترواستاتیکی با زیرواحدهای بازی آرژنین، لیزین و هیستیدین باند می‌شوند. این کمپلکس‌ها در مقابل هیدرولیز پپسین مقاوم هستند. به علاوه، گمان می‌رود که فیتات کارایی پپسین و اسید هیدروکلریدریک را (که به عنوان برتاختگرهای درون‌زادی شناخته می‌شوند) کاهش می‌دهد که به نوبه خود موجب افزایش تولید موسین-های محافظت‌کننده و بی‌کربنات سدیم می‌شود. از آنجایی که موسین تا حد زیادی در دستگاه گوارش به شکل هضم‌نشده باقی می‌ماند، این فرآیند باعث افزایش دفع درون‌زادی پروتئین می‌شود. سللا و همکاران (۲۰۱۱) داده‌های مربوط به هشت آزمایش در رابطه با اثر فیتاز روی قابلیت هضم ظاهری (ایلئومی) اسیدهای آمینه را منتشر کرده‌اند (جدول ۱۴-۳). میانگین پاسخ ۴/۷ درصد بهبود در قابلیت هضم اسید آمینه، در دامنه ۱/۸ درصد برای متیونین (که در شرایط طبیعی قابلیت هضم بالایی دارد) تا ۷/۱ درصد برای ترئونین، گزارش شد. موسین حاوی سطح بالایی ترئونین است. بهبود قابلیت هضم لیزین ۴ درصد بود. جالب آنکه افزایش‌هایی که فیتاز در درصد قابلیت هضم ایجاد کرد با الگوی اسید آمینه‌ای پپسین و موسین همبستگی دارد.
- *انرژی*: فیتاز میکروبی به صورت یکنواخت انرژی قابل-متابولسیم جیره جوجه‌های گوشتی را بهبود می‌دهد و همان گونه که توسط پیرگوزلیف و همکاران (۲۰۱۱) نشان داده شد، ممکن است اثر آن بر انرژی خالص جیره خیلی برجسته‌تر باشد (جدول ۱۴-۲). پیشنهاد شده است که اثر فیتاز بر استفاده از انرژی از جمع افزایش قابلیت هضم پروتئین، چربی و نشاسته نشات می‌گیرد. به علاوه، اجبار به سنتز پروتئین‌های درون-زادی مانند موسین (یک فرآیند نیازمند انرژی) کاهش می‌یابد. سللا و راویندران (۲۰۰۷) ۱۲ مقاله را بررسی و نتیجه‌گیری کردند که میانگین اثر فیتاز (در سطح میانگین ۶۶۲ واحد در کیلوگرم) روی انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری ۸۵ کیلوکالری در کیلوگرم

جدول ۱۴–۳: اثر فیتاز میکروبی بر قابلیت هضم ظاهری اسیدهای آمینه در هشت آزمایش (سللا و همکاران، ۲۰۱۱)

اسید آمینه	میانگین ضرایب قابلیت هضم		
	بدون آنزیم	فیتاز	پاسخ (درصد)
آرژنین	۰/۸۴۶	۰/۸۷	۲/۸
ایزولوسین	۰/۷۸۴	۰/۸۲۴	۵/۱
لیزین	۰/۸۲۹	۰/۸۶۲	۴/۰
متیونین	۰/۸۹۴	۰/۹۱۰	۱/۸
سیستین	۰/۶۷۳	۰/۷۲۱	۷/۱
ترئونین	۰/۷۳۱	۰/۷۸۳	۷/۱
والین	۰/۷۷۷	۰/۸۱۴	۴/۸
تریپتوفان	۰/۷۸۳	۰/۸۱۸	۴/۵
میانگین	۰/۷۸۷	۰/۸۲۴	۴/۷

(۰/۳۶ مگاژول در کیلوگرم) است. آنها پیشنهاد کردند که در عمل استفاده از فیتاز انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری جیره را به میزان ۵۰ کیلوکالری در کیلوگرم (۰/۲۱ مگاژول در کیلوگرم) بهبود می‌دهد. این مقدار برابر با ۱ تا ۲ درصد افزایش انرژی جیره جوجه‌های گوشتی خواهد بود. شاید بهترین (و ساده‌ترین) تصویر از اثر فیتاز توسط وو و همکاران (۲۰۰۶) ارائه شده باشد. آنها نشان دادند که اضافه کردن فیتاز به جیره مصرف خوراک مرغ‌های تخم‌گذار را به میزان ۲/۵ گرم در روز کاهش داد. این مقدار، که برابر با ۲ تا ۳ درصد کاهش در مصرف خوراک است، از افزایش در بهره‌وری از انرژی خالص ناشی می‌شود. مرغ‌های تخم‌گذار توانایی منحصربه‌فردی برای مصرف انرژی در حد نیاز خود دارند. بنابراین، این نتایج بیان‌گر یک افزایش حقیقی در محتوای انرژی جیره است.

- *سدیم:* راویندران و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که افزایش سطح فیتات در جیره قابلیت هضم ایلئومی سدیم را کاهش داد، در حالی که اضافه کردن آنزیم فیتاز منجر به افزایش آن شد. همان گونه که ذکر گردید، فیتات توانایی کشیدن سدیم به مجرای دستگاه گوارش به شکل بی‌کربنات سدیم را دارد. باور بر این است که این مقدار حدود ۰/۲ تا ۰/۳ گرم در کیلوگرم از سدیم خوراک است.
- *روی:* شلیگل[1] و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند در حالی که روی جیره در جوجه‌های گوشتی با راندمان بالاتری در مقایسه با بچه خوک‌ها استفاده می‌شود (احتمالا به دلیل pH پایین‌تر سنگدان که باعث حلالیت بالاتر روی می‌شود)، استفاده از فیتاز وضعیت روی بچه خوک‌ها را بهبود داد. بزرگی این پاسخ در جوجه‌های گوشتی کمتر بود که احتمالا به بالاتر بودن طبیعی قابلیت دسترسی روی در طیور در مقایسه با خوک‌ها برمی‌گردد. عکس این نتایج توسط یو[2] و همکاران (۲۰۱۰) گزارش شد. آنها نشان دادند که سطوح بالای فیتات در جیره جوجه‌های گوشتی اثر منفی بر جذب روی دارد و اینکه استفاده از یک منبع آلی روی این اثر را تعدیل می‌کند، احتمالا به دلیل اینکه این ترکیب آلی با IP_6 باند نمی‌شود. به عنوان

[1]. Schlegel
[2]. Yu

نتیجه‌گیری، به نظر می‌رسد که استفاده از آنزیم فیتاز یک اثر صرفه‌جویی (حدود ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم در جیره نهایی) بر نیاز روی طیور دارد.

> **نکته**
> پاسخ به فیتاز غیرخطی است و استفاده از آن در جیره‌نویسی نیازمند دقت است.

چرایی عدم تاثیر فیتاز

یک سری مشکلات در رابطه با عدم تاثیر فیتاز در مزرعه مقصر شمرده می‌شود:

- مخلوط کردن ساده پودرهای نرم موجب توزیع ضعیف آنزیم در ماتریکس خوراک و بازیابی غیرقابل اتکای آنزیم در هنگام آنالیز می‌شود. اضافه کردن مقادیر اندک آنزیم به توده خوراک نیز می‌تواند مشکل‌ساز باشد. بنابراین، اضافه کردن فیتاز به پیش‌مخلوط منطقی به نظر می‌رسد.
- همه آنزیم‌ها می‌توانند توسط گرما آسیب ببینند و این مهم می‌تواند در حین فرآیند پلت کردن اتفاق بیفتد. آنزیم‌های کپسوله در مقایسه با آنهایی که کپسوله نشده‌اند مقاومت دمایی بالاتری دارند. در صورت کپسوله نبودن محصول، آنزیم‌ها باید به صورت مایع به خوراک اضافه شوند. مشاجراتی در رابطه با ضرورت برداشته شدن کپسول جهت فعال‌سازی آنزیم‌های کپسوله‌شده در دستگاه گوارش وجود دارد اما شواهد محکمی در این مورد ارائه نشده است. بر خلاف این، DSM نشان داده است که آنزیم کپسوله دقایقی پس از مصرف توسط حیوان فعالیت خود را آغاز می‌کند (کورشباک، ۲۰۱۱).
- اگر مقدار فسفر استفاده‌شده در جیره خیلی زیاد باشد، فسفر محدودکننده نخواهد بود و پاسخی به فیتاز نخواهیم داشت یا پاسخ اندکی خواهیم داشت.
- تقابلات بین کلسیم، فسفر، دیگر مواد معدنی و فیتاز همیشه در جریان هستند (قسمت‌های قبلی را ببینید).
- مواد خوراکی مورد استفاده برای تنظیم جیره اثر مستقیمی روی مقدار سوبسترای (فسفر) موجود در جیره دارند. چنانچه سطح سوبسترا کم باشد پاسخ به فیتاز کاهش می‌یابد.
- فیتاز یک پاسخ وابسته به سطح غیرخطی ایجاد می‌کند و بنابراین فیتاز را نمی‌توان به عنوان یک ماده خوراکی استاندارد در نظر گرفت و به سادگی در جیره‌نویسی استفاده کرد. باید یک مقدار مشخص از آن به جیره اضافه شود.
- استفاده از فیتاز باعث ایجاد رطوبت بستر در جوجه-های گوشتی می‌شود. فیتاز قابلیت دسترسی سدیم و شاید مهم‌تر از آن پتاسیم را افزایش می‌دهد. به علاوه، سطوح پایین استفاده از آن می‌تواند نسبت کاتیون به آنیون را افزایش بدهد و یک جیره آلکالو-ژنیک ایجاد کند. بدفورد و اونیل[1] (۲۰۱۲) بیان می-دارند که تغییرات جیره‌نویسی که برای سازگار شدن با اضافه کردن آنزیم ایجاد می‌شود و نه آنزیم به-خودی‌خود موجب رطوبت بستر می‌شود. به منظور غلبه بر هرگونه مشکل احتمالی، باید اقداماتی در راستای اطمینان از صحت سطوح مواد معدنی نسبت داده‌شده به فیتاز برداشته شود.

برخی توصیه‌های عملی

شکی در این نیست که جوجه گوشتی امروزی به مشکلات پا و به ویژه استخوان‌های نرم در دوره آغازین مستعد هستند. دو مساله نیاز به بررسی دارد: سطوح استفاده از کلسیم و فسفر در جیره و عددی (اغلب به آن ماتریکس می‌گویند) که باید برای آنزیم فیتاز در نظر گرفت.

---
1. O'Neill

توصیه‌های شرکت‌های بزرگ اصلاح‌نژاد در تضاد با یافته‌های علمی است (جداول ۶-۵ و ۶-۶). بسیاری از تولیدکنندگان تحت تاثیر توصیه‌های این شرکت‌ها هستند؛ اما مشخص نیست که آیا این توصیه‌ها بر پایه تحقیق هستند و یا بر پایه حدسیات ارائه شده‌اند. این توصیه‌ها به وضوح فراتر از آنچه است که به صورت علمی مشخص شده اما نسبت کلسیم به فسفر قابل‌دسترس آنها در دامنه مورد انتظار است. بنابراین، اگرچه آنها مشکل عمده‌ای ایجاد نمی‌کنند، خیلی گران (۲ تا ۳ یورو به ازای هر تن خوراک بر اساس تخمین نگارنده) هستند. پرنده‌هایی که رشد آهسته‌تری دارند به صورت روزانه نیاز به مواد مغذی کمتری دارند و بنابراین احتمالا منطقی خواهد بود که برای جلوگیری از مشکلات احتمالی مقادیر کلسیم کمتری در جیره آنها استفاده شود. شواهد علمی کافی حکایت از آن دارد که سطح کلسیم ۷ گرم در کیلوگرم یا بیشتر از آن غیرضروری است (جدول ۶-۶؛ ساتل، ۲۰۱۰).

فشار فزاینده روی منابع جهانی فسفات موجب افزایش قیمت همه فسفات‌ها شده است. متخصصین تغذیه فرصت دارند تا این هزینه را با استفاده از سطوح افزایشی فیتاز کاهش بدهند. از آنجایی که حیوانات به هیچ آنزیمی به صورت خطی یا در یک روند معین پاسخ نمی‌دهند، نسبت دادن اعداد ماتریکس به سطوح مختلف فیتاز نیاز به دقت دارد (ادامه مطلب را ببینید). از نگاه عملی، نسبت دادن یک عدد ماتریکس محافظه‌کارانه به یک سطح واحد فیتاز امکان کاردهی آن را افزایش می‌دهد. به عنوان مثال، اگر فرض کنیم که یک سطح واحد فیتاز ۱ گرم به ازای هر کیلوگرم خوراک فسفر قابل‌دسترس فراهم می‌کند، منطقی خواهد بود که فرض کنیم که سطح دو برابر آن می‌تواند ۱/۲۵ تا ۱/۳۵ گرم به ازای هر کیلوگرم خوراک فسفر قابل‌دسترس فراهم کند. از سوی دیگر، در صورتی که فرض کنیم که یک سطح واحد فیتاز ۱/۵ گرم به ازای هر کیلو- گرم خوراک فسفر قابل‌دسترس فراهم می‌کند، عاقلانه نخواهد بود که افزایش فسفر قابل‌دسترس در سطح دو برابر آن را بالاتر از ۱/۷ تا ۱/۸ گرم به ازای هر کیلوگرم خوراک در نظر گرفت. لحاظ یک مقدار خیلی بالا برای سهم فیتاز در تامین فسفر نیازمند احتیاط است (جدول ۱۴-۹).

> ■ **نکته**
> خطاهای کوچک در جیره‌نویسی می‌تواند مشکلات بزرگی در نسبت کلسیم به فسفر ایجاد کند و این مورد هنگام استفاده از فیتاز برجسته‌تر است.

تعداد کمی خطاهای ساده کوچک در فرآیند جیره‌نویسی می‌تواند منجر به ایجاد مشکلاتی شود. در مثال زیر توصیه‌های راس ۳۰۸ به عنوان نقطه شروع برای نشان دادن آنچه ممکن است اشتباه باشد استفاده شد (جدول ۱۴-۴). ممکن است این مثال‌های ساده به‌خودی‌خود مشکل‌ساز نباشد، اما در عمل امکان رخداد چند خطا به طور هم‌زمان وجود دارد. عواقب اضافه کردن سطوح بسیار بالای سنگ آهک به جیره را به یاد بیاورید، در این حالت برآورد بیش از حد سهم فیتاز در تامین فسفر می‌تواند پیامدهای شدیدی روی عملکرد به جا بگذارد.

استفاده از فیتاز حتی هنگام استفاده از یک شیوه محافظه‌کارانه نیز مقرون‌به‌صرفه خواهد بود. شاید استفاده از فیتاز هزینه‌ای را به کارخانه خوراک تحمیل کند اما بیشتر این هزینه در قسمت پرورش طیور جبران می‌شود. با این حال، اشتباه در تخصیص سهم فیتاز در تامین فسفر می‌تواند به بروز مشکلات پا و عملکرد منجر شود. فیتاز روی ویژگی‌های ضدتغذیه‌ای IP_6 اثر دارد. اگرچه این فرآیند مستقیما قابل‌اندازه‌گیری نیست اما اثر مثبتی بر عملکرد پرنده خواهد داشت. بنابراین، ممکن است استفاده از سطوح بالاتر فیتاز تنها با در نظر گرفتن همین عرصه قابل‌توجیه باشد.

جدول ۱۴–۴: نمونه تمرینی برای نشان دادن خطاهای جیره‌نویسی و مشکلات معمول در مخلوط کردن خوراک و اثر آنها بر نسبت کلسیم به فسفر

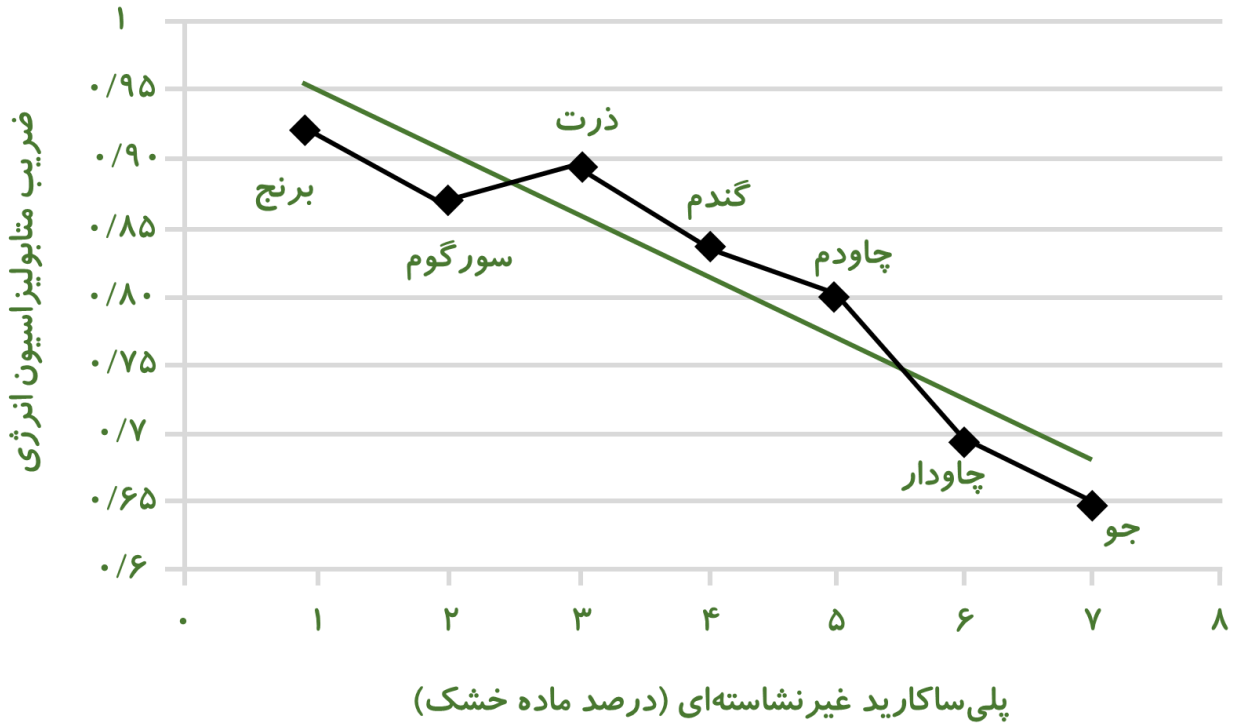
کلسیم (گرم/کیلوگرم)	فسفر قابل‌دسترس (گرم/کیلوگرم)	نسبت کلسیم به فسفر قابل‌دسترس
نقطه شروع – توصیه‌های راس ۳۰۸		
۱۰/۵	۵	۲/۱ به ۱
اضافه کردن فیتاز – در نظر نگرفتن نقش آن روی کلسیم		
۱۰/۵ + ۱/۳ = ۱۱/۸	۵ (با در نظر گرفتن سهم فیتاز)	۲/۳۶ به ۱
فراموش کردن سنگ آهک موجود در پیش‌مخلوط		
۱۰/۵ + ۰/۳۶ = ۱۰/۸۶	۵ (با در نظر گرفتن سهم فیتاز)	۲/۱۷ به ۱
بیش از حد در نظر گرفتن سهم فیتاز به اندازه ۰/۳ گرم/کیلوگرم		
۱۰/۵	۵–۰/۳ = ۴/۷ (فسفر قابل‌دسترس واقعی)	۲/۲۳ به ۱
استفاده از مونوکلسیم فسفات در جیره با گرد کردن مقدار کلسیم برابر با ۴۵۰ گرم		
۱۰/۵–۰/۰۸ = ۱۰/۴۲	۵–۰/۰۸ = ۴/۹۲	۲/۱۲ به ۱
استفاده از دی‌کلسیم فسفات در جیره – در نظر گرفتن همان مقدار قابلیت دسترسی برای فسفر		
۱۰/۵	۵–۰/۱ = ۴/۹	۲/۱۴ به ۱
ترکیب همه خطاها		
۱۰/۵+۱/۳+۰/۳۶–۰/۰۸ = ۱۲/۰۸	۵–۰/۳–۰/۰۸–۰/۱ = ۴/۵۲	۲/۶۷ به ۱

> ■ **نکته**
> پاسخ به کربوهیدرازها در جیره‌های بر پایه ذرت همچنان تا حد زیادی غیرقابل‌پیش‌بینی است.

کربوهیدرازها

همه مواد خوراکی مشتق از منابع گیاهی حاوی فیبر هستند که دربرگیرنده شماری کربوهیدرات پیچیده یا پلی-ساکارید غیرنشاسته‌ای است که در دیواره سلولی یافت می‌شوند. پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای برای حیوانات تک‌معده‌ای ویژگی‌های ضدتغذیه‌ای دارند، زیرا آنها آنزیم‌های درون‌زادی مورد نیاز برای هضم این ترکیبات را ندارند. قابلیت هضم دانه‌ها همگام با افزایش سطح پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای کاهش می‌یابد (شکل ۱۴–۴). برخی از اثرات منفی فیبر در جیره عبارتند از:

- ممکن است بخشی از مواد مغذی مانند پروتئین و نشاسته در دیواره سلولی فیبری به دام بیفتد و از دسترس پرنده خارج شود.
- فیبرهای محلول در دستگاه گوارش جوجه‌ها حل می‌شوند و لعاب‌های چسبنده‌ای ایجاد می‌کنند که مواد مغذی را به دام می‌اندازند و نرخ‌های هضم و عبور خوراک از دستگاه گوارش را کاهش می‌دهند.
- فیبر آب جذب می‌کند و مواد مغذی محلول در آب را به دام می‌اندازد.
- ممکن است فیبر توده‌ای در دستگاه گوارش ایجاد نماید که با کند کردن حرکت خوراک مصرف خوراک و در نتیجه رشد را بکاهد.
- فرآیند پلت کردن (و یا اکسترود کردن) جیره‌ها ساختار دیواره سلولی را تخریب می‌کند و موجب ایجاد نسبت بالاتری فیبر محلول و در نتیجه ویسکوزیته بیشتر می‌شود.



شکل ۱۴–۴: ارتباط بین انرژی قابل‌متابولیسم غلات و محتوای پلی‌ساکارید غیرنشاسته‌ای آنها (وارد، ۱۹۹۵)

مدت‌ها تصور می‌شد که سازوکار عمل کربوهیدرازها تا حدودی به دلیل حل کردن دیواره سلولی است. اما محدودیت‌های زمانی و pH دئودنوم به گونه‌ای است که بعید است آنزیم‌های موجود در خوراک بتوانند دیواره سلولی را در حد شرایط برون‌تنی هضم کنند. تحقیقات اخیر پیشنهاد می‌کند که تاثیرات این آنزیم‌ها بیشتر به اثرات فیزیولوژیکی آنها در قسمت‌های پایینی روده برمی‌گردد (بدفورد و اونیل، ۲۰۱۲).

> ■ **نکته**
> آنزیم‌های کربوهیدراز بیشتر در جیره‌هایی موثر واقع می‌شوند که حاوی سطوح بالایی از پلی-ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای هستند.

نه تنها دانه‌ها بلکه همه پروتئین‌های گیاهی و به ویژه محصولات جانبی آسیاب حاوی پلی‌ساکاریدهای غیر-نشاسته‌ای هستند (جدول ۱۴–۵). بخشی از پلی‌ساکارید-های غیرنشاسته‌ای در آب محلول هستند و مشخص شده است که باعث تشکیل یک لعاب چسبنده (ویسکوز) در دستگاه گوارش می‌شوند. تحقیقات نشان داده است که اضافه کردن ۳ درصد پلی‌ساکارید غیرنشاسته‌ای خالص به جیره‌های بدون گندم باعث کاهش انرژی قابل‌متابولیسم آنها می‌شود. زایلان‌ها و بتا-گلوکان‌ها دو گروه اصلی پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای در دانه‌ها هستند. زایلان‌ها در همه انواع دانه‌ها و بتا-گلوکان‌ها به صورت غالب در دانه‌های کوچک (مانند گندم، جو و یولاف) وجود دارند. زایلانازها (سلولازها) به طور گسترده برای شکستن آرا-بینوزایلان‌ها (که به ویژه در گندم و محصولات جانبی آن وجود دارند) و بتا-گلوکانازها برای شکستن بتا-گلوکان‌ها (که در جو، یولاف و محصولات جانبی آنها وجود دارند) به کار می‌روند. اضافه کردن آنزیم‌های کربوهیدراز حائز فعالیت غالب زایلانازی به جیره‌های بر پایه گندم طی دو تا سه دهه اخیر به طور پیوسته انجام شده است (سللا و همکاران، ۲۰۰۹).

جدول ۱۴–۵: سطوح پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای در برخی از مواد خوراکی (گرم/کیلوگرم؛ بچ‌نودسن، ۱۹۹۷)

ماده خوراکی	فیبر خام	فیبر نامحلول در شوینده خنثی	پلی‌ساکارید غیرنشاسته‌ای
گندم	۲۳	۱۱۰	۱۱۰
جو	۵۲	۱۵۰	۱۴۷
یولاف	۹۱	۲۴۸	۲۵۳
سبوس گندم	۸۵	۳۹۰	۳۶۰
گلوتن ذرت	۷۴	۳۶۰	۳۶۸
پوسته سویا	۳۵۴	۵۹۹	۸۶۸
کنجاله سویا	۸۵	۱۸۹	۱۹۰
ذرت	۲۶	۱۰۰	۷۰

تقریبا همه آنزیم‌های کربوهیدرازی که به خوراک دام اضافه می‌شوند در گروه پروتئینی یکسانی موسوم به خانواده هیدرولاز/گلیکوزیداز جا می‌گیرند. اغلب آنها اندوکربوهیدراز هستند که پلی‌مرهای کربوهیدراتی را به الیگوساکاریدها یا پلی‌ساکاریدهای دارای وزن مولکولی کمتر هیدرولیز می‌نمایند اما تقریبا قند آزادی تولید نمی‌کنند (آدیولا و کاویسن، ۲۰۱۱). سازوکار عمل کربو-هیدرازها حذف پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای از جیره است. مهم‌ترین مزیت این عمل کاهش ویسکوزیته مواد هضمی است. تغییر مکان تولید اسیدهای چرب فرار و محل جذب مونوساکاریدهای تولیدکننده انرژی به ناحیه بالایی روده (راندمان بالاتر) یکی از مسیرهایی است که طی آن کربوهیدرازها استفاده از انرژی جیره را بهبود می‌دهند. این امر رقابت بین میکروب‌ها و میزبان برای مواد مغذی را نیز کاهش می‌دهد. کربوهیدرازها سلامتی دستگاه گوارش را تحت تاثیر قرار می‌دهند. آنها ویسکوزیته بالای مواد هضمی را کاهش می‌دهند و به این ترتیب با برطرف کردن نرخ انتشار آهسته‌ای که منجر به تجمع ذرات ریز مورد نیاز برای اتصال میکروب‌ها می‌شود از تکثیر میکروارگانیسم‌های مضر جلوگیری می‌کنند. به علاوه، آنها نسبت اسید لاکتیک و اسیدهای آلی را افزایش و تولید آمونیاک را کاهش می‌دهند.

ذرت در مقایسه با گندم دارای نشاسته بالاتر (۶۹۰ در برابر ۶۵۱ گرم در کیلوگرم) و سطح پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای کمتری (۹۷ در برابر ۱۱۹ گرم در کیلوگرم) است (بچ‌نودسن[1]، ۱۹۹۷). به علاوه، ذرت حاوی مقادیر ناچیزی بتا-گلوکان و تنها و ۰/۵ درصد آرابینوزایلان محلول است و اینها دلایل عدم پاسخ معنی‌دار این غله به مکمل کربوهیدراز است (اسویهوس، ۲۰۱۱a). جای تعجب نیست که استفاده از تکنولوژی کربوهیدراز به صرافت به دانه‌های غیرویسکوز مانند ذرت و سورگوم انتقال پیدا نکرده است: اگرچه این محصولات در جیره‌های ذرت-سویا کار می‌کنند اما پاسخ‌ها می‌تواند متغیر باشد. این گوناگونی به تنوع در کیفیت مواد خوراکی، آنزیم یا کوکتل آنزیم استفاده‌شده و یا ویژگی‌های فیزیکی خود آنزیم‌ها بستگی دارد. به نظر می‌رسد که توجیهاتی برای استفاده از آنزیم‌ها (زایلاناز، آمیلاز و پروتئاز) در ترکیب با فیتاز در جیره‌های بر پایه ذرت جوجه‌های گوشتی وجود داشته باشد. کاویسن و راویندران (۲۰۰۸) نشان دادند که صرف‌نظر از تراکم مواد مغذی جیره، مخلوط آنزیم توصیف‌شده در بالا بهره‌وری از مواد مغذی را در یک جیره ذرت-سویا بهبود داد. تعیین سهم مشارکت هر یک از این

[1]. Bach Knudsen

آنزیم‌ها در فراهم کردن انرژی و اسیدهای آمینه برای مشخص کردن سود اقتصادی ناشی از استفاده از آنها ضروری است.

احتمالا علت عمده عدم استفاده از آنزیم‌های کربوهیدراز در جیره‌های بر پایه ذرت در صنعت طیور خود ذرت بوده است. زنلا و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که قابلیت هضم ایلئومی نشاسته نمونه‌ای از جیره ذرت-سویا بین ۹۰ تا ۹۳ درصد و قابلیت هضم چربی آن از ۸۲ تا ۹۰ درصد بود (جدول ۱۴-۶). کسر پروتئین هضم‌شده جیره را می‌توان با تفریق مقدار اسید آمینه قابل‌هضم از مقدار کل اسیدهای آمینه تعیین کرد. این مقدار به جیره بستگی دارد و از ۷۵ تا ۹۰ درصد متغیر است. به نظر می‌رسد که قابلیت هضم پروتئین کل دستگاه گوارش خیلی پایین باشد که علت آن اضافه شدن مقادیر قابل‌توجهی پروتئین درون‌زادی (بیشتر آن به شکل موسین) به مواد هضمی و ورود آن به سکوم‌ها است. لازم به یادآوری است که انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری مقدار انرژی یک ماده خوراکی را بر اساس کل دستگاه اندازه‌گیری می‌کند و آنزیم انرژی خالص جیره را بهبود می‌دهد، اما اندازه‌گیری‌های کافی در این حوزه انجام نشده است.

در شرایط تجاری، استفاده از آنزیم‌های برون‌زادی نتایج متنوعی ایجاد می‌کند که ممکن است تا حدودی به دلیل عدم ارزیابی خوراک مورد استفاده در آزمایش باشد (کاویسن، ۲۰۱۰). پژوهش انجام‌شده توسط بلک و همکاران (۲۰۰۵) نشان داده است که دامنه مقادیر انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری (مگاژول در کیلوگرم ماده خشک) دانه‌های استرالیایی بسیار گسترده است: ۱۱/۹ تا ۱۵/۳ برای گندم، ۱۰/۹ تا ۱۳/۶ برای جو، ۱۲/۱ تا ۱۴/۵ برای چاودم و ۱۵/۳ تا ۱۶/۷ برای سورگوم. نتایج یکی از تحقیقات انجام‌گرفته توسط ادیسئو نشان می‌دهد که مقدار انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری ذرت می‌تواند از ۱۲/۸۱ تا ۱۶/۰۵ مگاژول در کیلوگرم (با میانگین ۱۴/۲ مگاژول در کیلوگرم و ضریب تغییرات ۳ درصد) متغیر باشد (ریلاندو، ۲۰۱۰). کار جالب ژو و همکاران (۲۰۱۰) نشان داده است که نسبت آمیلوپکتین به آمیلوز (که دو نوع نشاسته متفاوت موجود در دانه ذرت هستند) اثر مستقیمی بر مقدار انرژی قابل‌متابولیسم حقیقی ذرت برای اردک‌ها دارد. آمیلوز همبستگی منفی و معنی‌داری با انرژی قابل‌متابولیسم حقیقی ذرت دارد و گمان بر این است که این اثر به دلیل ساختار شیمیایی مارپیچ آن باشد که مانع از فعالیت موثر آنزیم‌ها روی آن می‌شود. نسبت آمیلوپکتین به آمیلوز می‌تواند از ۲/۷۱ تا ۴/۸۳ متغیر باشد.

یکی از فرض‌های اشتباه احتمالی این است که استفاده از کربوهیدرازها بهره‌وری از کربوهیدرات‌های سویا را بهبود می‌دهد. گاهی گفته می‌شود که اجزای استاکیوز و رافینوز سویا سوبستراهای هدف آنزیم‌های الیگوساکارید هستند. رافینوز و گالاکتوز محصولات تجزیه استاکیوز هستند. طیور قادر به هضم رافینوز نیستند و نیز نمی‌توانند گالاکتوز را به خوبی جذب کنند (دالی، ۲۰۱۲).

بتا-ماناناز

بتا-مانان پلی‌ساکاریدی با واحدهای تکراری مانوز است که گالاکتوز یا گلوکز به زنجیره اصلی آن متصل می‌شوند و به طور وسیعی در مواد خوراکی یافت می‌شود (جکسون، ۲۰۱۱). بتا-مانان‌های موجود در سویا (حدود ۱/۳ درصد محصول) به شدت برای گونه‌های تک‌معده‌ای ضدتغذیه‌ای هستند. مشخص شده است که بتا-گالاکتومانان‌ها محرک‌های قدرتمند سیستم ایمنی ذاتی هستند. اضافه کردن بتا-ماناناز (تحت عنوان همی‌سل[1] توسط چمگن فروخته می‌شود) امکان حذف این مواد ضدتغذیه‌ای را از جیره فراهم می‌کند. همچنین این آنزیم از طریق اثر بر ترشح انسولین و جذب گلوکز روی متابولیسم انرژی تاثیر

[1]. Hemicell

می‌گذارد. افزودن این آنزیم به جیره‌های ذرت-سویای جوجه‌های گوشتی باعث بهبود نرخ رشد و ضریب تبدیل خوراک (حدود ۳ تا ۴ درصد) می‌شود. این پاسخ در پرنده‌های درگیر با بیماری به بیش از ۱۰ درصد افزایش می‌یابد. مورفولوژی دستگاه گوارش (اندازه‌گیری‌شده با طول ویلی و عمق کریپت) نیز بهبود می‌یابد. جالب آنکه افزودن بتا-ماناناز به جیره جوجه‌های گوشتی نگهداری‌شده در پن‌های آزمایشی ضریب تغییرات وزن آنها را به میزان ۲۶ درصد کاهش داد.

نکته

پروتئاز قابلیت هضم پروتئین جیره را بهبود می‌دهد.

پروتئاز

آنزیم‌های پروتئاز قابلیت هضم پروتئین، اسیدهای آمینه و نشاسته را در لگوم‌ها و دیگر پروتئین‌های گیاهی (که اغلب حاوی عوامل ضدتغذیه‌ای مانند پکتین، لکتین (سویا) و گالاکتوزید هستند) بهبود می‌دهند. پروتئین مازاد جیره یا تعادل ضعیف اسیدهای آمینه پرنده را مجبور به دفع نیتروژن از طریق کلیه‌ها می‌کند و باعث دفع بیش از حد ادرار (دیورز) می‌شود. به علاوه، این امر باعث تغییر جمعیت باکتریایی به سمت باکتری‌های پروتئولیتیک می‌شود که پاتوژن‌تر هستند و باعث آسیب سلولی می‌شوند (فرکت و گرنات، ۲۰۰۲). از آنجایی که قابلیت هضم پروتئین در جیره‌های ذرت-سویا تنها ۸۰ درصد است (جدول ۱۴-۶)، به لحاظ تئوری فرصت تاثیر پروتئازها ۵۰ درصد بالاتر از آنزیم‌هایی است که علیه کسر کربوهیدراتی جیره عمل می‌کنند. برخی از آنزیم‌های تجاری مخصوص جیره‌های ذرت-سویا حاوی یک حداقل مقدار پروتئاز هستند، اما استفاده از آنزیم پروتئاز خالص مانند پرواکت DSM جدیدتر است. این محصول یک سرین پروتئاز مشتق‌شده از تخمیر باسیلوس لیکنیفورمیس[1] است. آزمایشات قابلیت هضم برون‌تنی نشان داده است که آنزیم پروتئاز خالص پتانسیل بیشتری برای رساندن قابلیت هضم پروتئین ذرت به حداکثر خود دارد و اثر آن بر پروتئین سویا خیلی کمتر است. با این حال، آزمایشات برون‌تنی کاربرد محدودی دارند و ممکن است در عمل استفاده از آنزیم فواید دیگری داشته باشد. پروتئاز به طور ویژه یک اثر قابل‌توجه روی صفات عملکردی جوجه‌های گوشتی دارد که به حذف نیتروژن از مواد هضمی مربوط است. حذف پروتئین هضم‌نشده مازاد از دستگاه گوارش **فلاشینگ** کلیه‌ها را کاهش می‌دهد و موجب بستر خشک‌تر و کیفیت بهتر هوا می‌شود. به علاوه، این فرآیند باعث شکل‌گیری یک جمعیت میکروبی سالم‌تر (کمتر پاتوژن) در سکوم‌ها می‌شود.

نکته

بسیار بعید است که فعالیت آنزیم‌های چندگانه جمع‌پذیر باشد.

استفاده از آنزیم‌های چندگانه

در حال حاضر فیتاز به طور فراگیر در جیره‌های تک‌معده‌ای استفاده می‌شود اما استفاده از دیگر آنزیم‌ها به منظور هدف قرار دادن ترکیبات ضدتغذیه‌ای مختلف در جیره جای بررسی دارد. آدیولا و کاویسن (۲۰۱۱) بیان داشتند که اثرات سودمند مخلوط آنزیم‌ها به ترکیب جیره بستگی دارد و در نتیجه **جمع‌پذیری** فعالیت آنزیم‌ها باید در شرایط مختلفی ارزیابی شود (ادامه مطالب را ببینید). استفاده از آنزیم‌های چندگانه تحت تاثیر یک سری از عوامل گیج‌کننده دشوار می‌شود:

- چنانچه سطح فسفر قابل‌دسترس جیره احتیاجات

[1]. *Bacillus licheniformis*

جدول ۱۴-۶: قابلیت هضم کل دستگاه گوارش و ایلئومی پروتئین، نشاسته، چربی و انرژی در یک جیره معمول ذرت-سویای جوجه‌های گوشتی (برگرفته از زنلا و همکاران، ۱۹۹۹)

	پروتئین (درصد)	نشاسته (درصد)	چربی (درصد)	انرژی (مگاژول/کیلوگرم)
ایلئوم	۸۰/۰۳	۹۱/۲۰	۸۵/۰۷	۱۲/۹۱
کل دستگاه گوارش	۵۷/۸۳	۹۸/۲۰	۸۶/۱۷	۱۳/۳۵

پرنده را به طور کامل تامین کند، حتی اگر آنزیمی قادر به آزادسازی فسفر از فیتات باشد اضافه شدن آن به جیره تغییری در پاسخ حیوان ایجاد نخواهد کرد.

- اندازه‌گیری‌های برون‌تنی کارایی آنزیم چندان دقیق نیستند، زیرا تنها قابلیت هضم را اندازه‌گیری می‌کنند و سایر وقایعی را که در بدن حیوان اتفاق می‌افتد در نظر نمی‌گیرند. برای مثال، بسیاری از آنزیم‌ها نقش مهمی در کاهش دفع درون‌زادی انرژی و پروتئین ایفا می‌کنند و سبب بهبود انرژی خالص جیره می‌شوند که اندازه‌گیری آن دشوار است (جدول ۱۴-۲ را ببینید).
- آنزیم‌ها در رده‌های سنی مختلف متفاوت عمل می-کنند. آنها در حیوانات جوان‌تر با سیستم آنزیمی درون-زادی توسعه‌نیافته‌تر موثرتر واقع می‌شوند.
- بسیاری از اثرات واقعی آنزیم اندازه‌گیری یا گزارش نمی‌شوند. برای مثال، بهبود سلامتی دستگاه گوارش، که با اندازه‌گیری ضخامت مجرا یا توسعه کریپت اندازه‌گیری می‌شود، نه تنها از دیدگاه تغذیه‌ای برای حیوان سودمند است بلکه موجب بهبود وضعیت ایمنی حیوان می‌شود. بهبود یکنواختی گله نیز نشان داده شده است.
- اندازه‌گیری تغییرات کوچک (۱ تا ۲ درصد بهبود) در یک روش معنی‌دار از نظر آماری دشوار است و به تعداد زیادی تکرار نیاز دارد. با این حال، تفسیر صحیح داده‌ها همچنان بهترین/تنها ابزاری است که ما برای تصمیم‌گیری در اختیار داریم. اندازه‌گیری اختلافات داده‌های مزرعه‌ای حتی دشوارتر از این است.

جمع‌پذیری

بحث‌های زیادی در مورد استفاده از آنزیم‌های چندگانه و چگونگی کارکرد آنها در کنار هم وجود دارد: اغلب مطالعات با استفاده از محصولات تک‌آنزیمی انجام شده است. شش احتمال وجود دارد که در جدول ۱۴-۷ نشان داده شده‌اند.

جدول ۱۴-۷: مسیرهای احتمالی جمع‌پذیری آنزیم‌های چندگانه

جمع‌پذیری	مقادیر
جمع‌پذیر در فعالیت آنها	(۲ = ۱+۱)
اصلا هیچ‌گونه بهبودی ایجاد نشود	(۱= ۱+۱)
آنتاگونیست باشند	(۰/۷۵ = ۱+۱)
کمتر از جمع‌پذیر باشند	(۱/۷۵ = ۱+۱)
همکوشی	(۳ = ۱ + ۱)
همه اینها به طور هم‌زمان	

واضح است که چنانچه دو آنزیم روی یک سوبسترا عمل کنند احتمال جمع‌پذیری اثر آنها بسیار کم است و همچنین به عنوان مثال، دشوار است بپذیریم که بین پروتئاز و فیتاز همپوشانی وجود ندارد، چرا که مشخص شده است که هر دو جذب اسیدهای آمینه را بهبود می‌دهند. بیشتر فعالیت آنزیم‌ها به اثر آنها روی دستگاه گوارش حیوان برمی‌گردد،

چه اینکه مربوط به بهبود سلامتی دستگاه گوارش، کاهش دفع درون‌زادی مواد مغذی و انرژی و یا به سادگی مربوط به بهبود شرایط محیطی دستگاه گوارش باشد. درک چگونگی جمع‌پذیری این اثرات دشوار است.

لازم به ذکر است که هنگامی که یک کوکتل آنزیم به جیره اضافه می‌شود، جمع‌پذیری ممکن است به شکل متفاوتی برای اجزای مختلف جیره بیان شود. به عنوان مثال، ممکن است اثر پروتئاز و فیتاز روی ترفیع انرژی متفاوت از مقدار بهبود ایجادشده در جذب فسفر باشد و به همین دلیل است که امکان رخداد همه نکات آورده‌شده در جدول ۱۴-۷ وجود دارد.

آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد ترکیب جمعیت میکروبی قسمت انتهایی دستگاه گوارش را تغییر می‌دهند، تقریبا به همان شکلی که آنزیم‌ها این کار را می‌کنند. هنگام استفاده از آنزیم‌ها باید وجود یا عدم وجود آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد در جیره مشخص باشد.

سللا و همکاران (۲۰۰۹) نتایج آزمایشی را گزارش کردند که در آن زایلاناز و یا فیتاز به جیره‌های بر پایه گندم اضافه شدند. با وجود این حقیقت که جیره شاهد حاوی ۱۲ مگاژول در کیلوگرم انرژی بود، زایلاناز و فیتاز به ترتیب ۴/۸ و ۵/۵ درصد افزایش در انرژی ایجاد کردند. وقتی که هر دو آنزیم ترکیب شدند، افزایش انرژی ۸/۶ درصد یعنی نزدیک ۲۰ درصد کمتر از حد انتظار بود. وویگو و نایاکوتی (۲۰۱۱) گزارش کردند که امکان وقوع همکوشی (سینرژیسم) بین فیتاز و کربوهیدراز وجود دارد اما این اثر به نوع کربوهیدراز، غلظت پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای، غلظت کاتیون‌ها و فسفر قابل‌دسترس و مقدار فیتاز برون‌زادی جیره بستگی دارد. در مورد جیره-های بر پایه ذرت، ممکن است زایلاناز به تنهایی اثر همکوشی با فیتاز نداشته باشد. تیواری و همکاران (۲۰۱۰) اثر یک کوکتل آنزیم (اویزایم ۱۵۰۰[1]) و فیتاز را به صورت جداگانه یا در ترکیب با یکدیگر روی جوجه‌های گوشتی ارزیابی کردند. آنها دریافتند که ترکیب کوکتل آنزیم و فیتاز عملکرد را بهبود داد، اما به نظر می‌رسد که افزایش عملکرد به طور عمده ناشی از فیتاز باشد. هم کوکتل و هم فیتاز در بهبود قابلیت هضم و ابقای فسفر در جوجه‌های دریافت‌کننده جیره ذرت-سویای حاوی سطوح حاشیه‌ای مواد مغذی (فسفر و انرژی قابل‌متابولیسم پایین) موثر بودند. آنها همچنین نشان دادند که سودمندی استفاده از آنزیم در پرنده‌های جوان بیشتر بود و اینکه مشارکت آنزیم‌ها در ابقای مواد مغذی با افزایش سن جوجه‌ها کاهش یافت. احتمال دارد که سطوح آنزیم مورد نیاز پرنده‌های مسن‌تر با توجه به احتیاجات و ظرفیت فیزیولوژیکی آنها متفاوت از جوجه‌های تازه‌تفریخ‌شده باشد. این مساله بر خلاف چیزی است که بعضی از فروشندگان آنزیم‌ها توصیه می‌کنند. کلمندال و توسون[2] (۲۰۱۲) زایلاناز و پروتئاز را به صورت مستقل و مرکب به جوجه‌های گوشتی دریافت‌کننده یک جیره پایه ارائه دادند. در حالی که هر دو آنزیم از طریق افزایش انرژی قابل‌متابولیسم جیره (ME_n)، بهبود مثبتی در ضریب تبدیل خوراک ایجاد کردند، نشانه‌ای مبنی بر وجود اثرات تجمعی بین آنها مشاهده نشد.

سلطان[3] و همکاران (۲۰۱۰، ۲۰۱۱) نشان دادند که قابلیت هضم سورگوم با اضافه کردن پروتئاز، زایلاناز و فیتاز بهبود یافت. زایلاناز اثری بر قابلیت هضم پروتئین نداشت، در حالی که هر دو فیتاز و پروتئاز قابلیت هضم پروتئین را در حد ۳ تا ۴ درصد بالا بردند (جدول ۱۴-۸). تفاوت معنی‌داری بین دو آنزیم اخیر وجود نداشت. هنگامی که فیتاز و پروتئاز همراه یکدیگر اضافه شدند، افزایشی فراتر از اثر هر یک از دو آنزیم در قابلیت هضم

[1]. Avizyme 1500
[2]. Kalmendal and Tauson
[3]. Sultan

جدول ۱۴–۸: اثر اضافه کردن آنزیم‌ها به جیره بر قابلیت هضم ظاهری ایلئومی سورگوم در جوجه‌های گوشتی (سلطان و همکاران، ۲۰۱۰، ۲۰۱۱)

	ضریب قابلیت هضم ایلئومی پروتئین	انرژی قابل‌متابولیسم (مگاژول/کیلوگرم ماده خشک)	ضریب قابلیت هضم ایلئومی نشاسته
شاهد	۰/۷۸^{bc}	۱۴/۰۷^{e}	۰/۷۵^{c}
زایلاناز	۰/۷۷^{c}	۱۴/۳۷^{d}	۰/۸۳^{b}
فیتاز	۰/۸۱^{ab}	۱۴/۶۲^{c}	۰/۸۶^{ab}
پروتئاز	۰/۸۲^{a}	۱۴/۸۱^{bc}	۰/۸۳^{b}
زایلاناز + فیتاز	۰/۸۱^{abc}	۱۴/۷۵^{c}	۰/۸۹^{a}
زایلاناز + پروتئاز	۰/۸۰^{abc}	۱۴/۶۶^{c}	۰/۸۶^{ab}
فیتاز + پروتئاز	۰/۸۳^{a}	۱۴/۹۹^{ab}	۰/۸۸^{a}
زایلاناز + پروتئاز + فیتاز	۰/۸۱^{ab}	۱۵/۱۸^{a}	۰/۸۷^{a}
خطای استاندارد میانگین‌ها	۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۰۱

پروتئین وجود نداشت. هنگام بررسی اثر آنزیم بر انرژی، هر سه آنزیم به طور معنی‌داری سطوح انرژی قابل-متابولیسم ظاهری سورگوم را بهبود دادند و اثر فیتاز و پروتئاز موثرتر از زایلاناز بود. این نتایج یک سری برداشت‌ها را مستحکم‌تر می‌کند: اول، فیتاز به عنوان آنزیم پیشرو عمل می‌کند و بیشتر کار را پیش از اضافه شدن دیگر آنزیم‌ها انجام می‌دهد؛ دوم، انتخاب پروتئاز در جیره به عنوان دومین آنزیم موثرتر از استفاده از زایلاناز خواهد بود؛ و سرانجام، از چشم‌انداز سطح انرژی جیره، به نظر می‌رسد که ترکیب آنزیم‌ها توجیه‌پذیر باشد، اگرچه فعالیت آنها مطمئنا جمع‌پذیر نیست. لازم به ذکر است که کافیرین پروتئین سورگوم حاوی تعداد زیادی پیوندهای سولفیدی است که آن را به شکل منحصربه‌فردی در برابر هضم مقاوم می‌کند.

همگام با بهبود شناخت ما از فعالیت آنزیم‌ها در آزادسازی مواد مغذی لازم است اندازه‌گیری‌های جدیدی برای ارزیابی تقابلات دوجانبه آنها توسعه پیدا کند. در حال حاضر، استفاده از ارزیابی آماری برای سنجش چگونگی کارکرد آنزیم‌ها با یکدیگر در جهت تعیین جمع کل مزایای ترکیب کردن آنها حیاتی است (آدیولا و کاویسن، ۲۰۱۱).

> ■ **نکته**
> آنزیم‌ها هنوز جزء مواد خوراکی پراستفاده نیستند. محصولات و تولیدکننده آنها را مورد بررسی قرار دهید.

معیارهای عملی برای استفاده از آنزیم‌های چندگانه:

۱. دسترسی و قیمت مواد خوراکی در بازار محلی.
۲. چه مختصات خوراکی استفاده خواهد شد؟ موارد زیر در این ارتباط کاربرد دارد:

- بالا بودن سطوح فسفر قابل‌دسترس و کلسیم (مانند توصیه‌های اصلاح‌کنندگان بزرگ) آزادی عمل ما را در استفاده از فیتاز افزایش می‌دهد.
- با افزایش سطح انرژی جیره‌ها (شاخصی از اینکه قابلیت هضم بالاتری دارند) فرصت کمتری برای استفاده از کربوهیدراز فراهم خواهد بود.
- جیره‌های حاوی پروتئین خام بالا (جیره‌های آغازین)

فرصت بیشتری برای تاثیر پروتئاز ایجاد می‌کنند.

- در صورت امکان دانه‌ای را که قرار است به جیره اضافه شود مورد ارزیابی قرار دهید.
- ارزیابی خطر مربوط به مجموعه – به طور کلی واحد-های یکپارچه بزرگ احتیاط بیشتری به خرج می‌دهند (همانند بسیاری از مشاورین تغذیه‌ای). افراد در معرض خطر کسانی هستند که خوراک را به بازاری عرضه می‌کنند که هیچ اندازه‌گیری واقعی عملکردی (از جانب مصرف‌کنندگان) در آن صورت نمی‌گیرد یا اینکه کیفیت خوراک عامل محدودکننده تولید نیست. یک کاربر واحد می‌تواند بسته به بازارهای مختلفی که به آنها سرویس ارائه می‌دهد یا از آنها سرویس دریافت می‌کند به طور هم‌زمان هم در معرض خطر باشد و هم دیگران را در معرض خطر قرار بدهد.

۳. مقادیر ماتریکس (مقادیر ترفیع) را برای هر یک از آنزیم‌ها و ترکیب آنها چگونه حل‌وفصل می‌کنید؟ لازم به یادآوری است که باید همچنان تحقیقات بیشتری در این حوزه انجام داد و در بیشتر موارد اعمال یک روش محافظه‌کارانه ضروری است (جدول ۱۴-۹).

۴. باید از مختصات تغذیه‌ای صحیح استفاده شود – به ویژه در مورد فسفر قابل‌دسترس و کلسیم: به یاد داشته باشید که کلسیم خیلی بالا فعالیت فیتاز را مهار می‌کند.

۵. هنگام استفاده از آنزیم‌های کربوهیدراز، باید از روش‌های جیره‌نویسی صحیح و مقادیر ترفیع مناسب (آنچه DSM **عوامل بهبود قابلیت هضم**[1] می‌نامد) برای هر آنزیم استفاده کرد. این کار مسیری برای مشاهده اثر اضافه کردن آنزیم و نیز یک روش موثر برای مدیریت مواد خوراکی مختلف فراهم می‌کند. ترجیحا یک مقدار ماتریکس برای فیتاز در نظر گرفته شود – اگرچه بهتر است فیتاز بخشی از پیش‌مخلوط باشد. اینکه چگونه بهترین استفاده را از پروتئاز ببریم از مشتری به مشتری متفاوت خواهد بود. کاهش مختصات خوراک خطرات ذاتی دارد. تعیین مقادیر ماتریکس اجازه می‌دهد که یک نفر بتواند در هنگام استفاده از فیتاز مقادیر متفاوتی از آن را برای سنین مختلف به کار بگیرد.

۶. مزایای فرعی استفاده از آنزیم‌ها را نباید فراموش کرد – بهبود سلامتی دستگاه گوارش، یکنواختی گله و شرایط بستر که اغلب قابل ارزیابی نیستند.

> **نکته**
> هنگام استفاده از آنزیم‌های چندگانه مختصات مواد مغذی جیره و قابلیت دسترسی مواد خوراکی را مدنظر داشته باشید.

قضاوت کارایی آنزیم‌ها و کاربرد عملی آنها

قبل از آنکه یک متخصص تغذیه تجاری بتواند استفاده از یک آنزیم را مدنظر قرار بدهد باید یک سری تصمیمات دقیق گرفته شود. کارایی آنزیم با اندازه‌گیری بهبود در سودآوری و عملکرد حیوانات در واحد پرورش مورد قضاوت قرار می‌گیرد.

این‌ها پرسش‌هایی هستند که باید در جهت ارزیابی آنزیم-ها پاسخ داده شوند:

- پیش از بررسی استفاده از هر محصول آنزیمی لازم است که تامین‌کننده آن معتبر و قابل‌اطمینان باشد. شکل فیزیکی آنزیم خیلی مهم‌تر از آن چیزی است که اغلب مورد توجه قرار می‌گیرد. آنزیمی که با یک پودر مخلوط شده هرگز به سادگی توزیع یکنواختی (اندازه‌گیری‌شده با بازیابی آنزیم) مشابه با یک محصول کپسوله در یک حامل پیشرفته‌تر (که مقاومت آن را در مقابل گرما بالا می‌برد) ایجاد نخواهد کرد.

[1]. Digestibility improvement factors

جدول ۱۴–۹: برآوردی از مواد مغذی مورد نیاز که می‌تواند برای استفاده از آنزیم‌های مختلف در جیره‌نویسی به کار گرفته شود

	۶-فیتاز دوز واحد	۳-فیتاز دوز واحد	۳-فیتاز دوز دو برابر	کربوهیدراز تنها	پروتئاز تنها	فیتاز + کربوهیدراز	فیتاز + پروتئاز	فیتاز + کربوهیدراز + پروتئاز
فسفر قابل‌دسترس (درصد)	۱/۰	۱/۱–۱/۵	۱/۵–۱/۷۵	ندارد	ندارد	۱/۱–۱/۵	۱/۱–۰/۵	۱/۱–۱/۵
کلسیم (درصد)	۱/۰	۱/۳–۱/۶	۲/۰	ندارد	ندارد	۱/۳	۱/۳	۱/۳
پروتئین و اسیدهای آمینه (درصد)	۰/۴	۰/۵	۰/۶	۲–۴	۳–۵	۳–۵	۳/۵–۶	۴/۵–۷
انرژی قابل‌متابولیسم در جیره‌های بر پایه ذرت (مگاژول/کیلوگرم)	۰/۱–۰/۱۵	۰/۱–۰/۲	۰/۱۲–۰/۲۵	استفاده از DIF ۰/۴–۰/۲	۰/۱–۰/۳	استفاده از DIF ۰/۴–۰/۲	۰/۳–۰/۵	استفاده از DIF ۰/۶–۰/۴
انرژی قابل‌متابولیسم در جیره‌های بر پایه گندم (مگاژول/کیلوگرم)	۰/۱–۰/۱۵	۰/۱–۰/۲	۰/۱۲–۰/۲۵	استفاده از DIF ۰/۷–۰/۵	۰/۲–۰/۴	استفاده از DIF ۰/۸–۰/۶	۰/۳–۰/۵	استفاده از DIF ۰/۹–۰/۷

نکات:

۱. اگر شما چیزی جز فیتاز استفاده نکنید ممکن است بخواهید از یک دوز بالاتر آن در جیره آغازین استفاده کنید.

۲. هنگام استفاده از جیره‌های بر پایه ذرت ترفیع در انرژی همیشه کمتر خواهد بود.

۳. در مورد جیره‌های بر پایه گندم و جو ترفیع می‌تواند قابل‌توجه باشد.

۴. در جیره‌های بر پایه سورگوم پروتئاز می‌تواند انتخاب بهتری باشد –روی کافرین پروتئین اصلی آن عمل می‌کند.

۵. مقادیر DIF عوامل بهبود قابلیت هضم هستند (به متن مراجعه کنید).

در صورت استفاده از محصول به شکل مایع به‌کار-گیری تجهیزات دقیق و قابل‌اعتماد حیاتی است. آیا تحقیقات کافی در مورد آنزیمی که برای استفاده در نظر گرفته‌اید منتشر شده است؟ اتخاذ یک تصمیم هدفمند بر اساس شمار معدودی تحقیقات انجام‌شده در مزرعه یا پن‌های آزمایشی به سادگی میسر نیست.

- آزمایش ارائه‌شده در شرایط برون‌تنی انجام شده یا در شرایط درون‌تنی اجرا شده است؟ کار برون‌تنی تنها برای غربال کردن آنزیم‌ها مناسب است و نمود صحیحی از چگونگی عمل آنزیم در مزرعه ارائه نخواهد کرد.
- از طراحی درست آزمایش مطمئن شوید. آیا هر دو شاهد مثبت و منفی در نظر گرفته شده است؟ آیا سطوح کافی از تیمارها استفاده شده است – این امر به خصوص در مورد کارهای پاسخ به سطح حائز اهمیت است؟ آیا تعداد تکرار کافی استفاده شده و این کار چه تاثیری بر پراکندگی داده‌ها داشته است؟
- آیا روش آماری درست برای تحلیل داده‌ها استفاده شده است و آیا اختلافات از نظر آماری معنی‌دار هستند؟ نتایج گله‌های پرورش‌یافته در تابستان قابل-قیاس با گله‌های پرورش‌یافته در زمستان نیست، زیرا شرایط پرورش، کیفیت جوجه و وضعیت بیماری می-تواند کاملا متفاوت باشد.
- آیا آزمایش توسط پژوهشگران شناخته‌شده و در محل قابل‌اعتماد انجام شده است؟ اغلب کارهای انجام‌شده روی آنزیم‌ها توسط شرکت‌های عرضه-کننده آنها به بازار و یا توسط مراکز تحقیق مورد حمایت همین شرکت‌ها انجام شده است.
- آیا ترکیب و ویژگی‌های آنزیم مورد آزمایش معرفی شده است؟ این مورد هنگام استفاده از آنزیم‌های خالص کمتر مشکل‌ساز است اما در زمان استفاده از کوکتل‌های دارای **فعالیت‌های جانبی** ایجاد مشکل خواهد کرد. بعضی از محصولات تجاری حاوی فعالیت‌های جانبی متعددی هستند که اغلب به خوبی کنترل یا ضمانت نمی‌شوند و مقاومت گرمایی آنها متفاوت است (آدیولا و کاویسن، ۲۰۱۱).
- آیا آزمایش انجام‌شده در یک انتشارات برخوردار از داوری مناسب چاپ شده و اگر نه آیا مقاله برای مطالعه در دسترس است؟ معمولا چکیده مقالات منتشره در کنفرانس‌ها داوری نمی‌شوند و ممکن است اطلاعات کافی برای متخصصین تغذیه جهت یک تصمیم‌گیری آگاهانه پیرامون نتایج آزمایش فراهم نکنند.
- آیا نتایج به شیوه هدفمندی گزارش شده‌اند؟ به عنوان مثال، کار گزارش‌شده توسط سلطان و همکاران (۲۰۱۰) که در بالا ارائه شد، مجموعه داده قابل‌توجهی فراهم می‌کند که متخصص تغذیه می‌تواند در عمل از آن برای استفاده از جیره‌های بر پایه سورگوم بهره ببرد. در حالی که مقالاتی که از **جیره‌های استاندارد صنعتی** استفاده کرده‌اند فایده زیادی برای متخصصین تغذیه ندارد.
- آیا مختصات خوراک استفاده‌شده شاخصی از مختصات مورد استفاده در یک صنعت خاص است؟ در صورتی که انرژی جیره‌های استفاده‌شده به طور قابل‌توجهی پایین‌تر از چیزی باشد که به طور جاری استفاده می‌شود ارزیابی داده‌ها بیهوده خواهد بود. به عنوان مثال، اگر جیره جوجه‌های گوشتی به طور جاری حاوی ۱۳/۴ مگاژول در کیلوگرم انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری باشد، آنگاه انتظار اینکه مقدار ترفیع ناشی از یک آنزیم در این جیره مشابه با جیره‌ای باشد که انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری آن برابر با ۱۳/۰ مگاژول در کیلوگرم (یا کمتر) است واقع‌گرایانه

نخواهد بود. کدام مواد خوراکی برای ساخت جیره-های آزمایشی استفاده شده و آیا آنها به طور مناسب توصیف شده‌اند؟ مقدار پروتئین کنجاله سویا باید مشخص باشد. جیره‌های آزمایشی غنی از پودر گوشت و استخوان به درد کسانی که در عمل اجازه استفاده از این محصولات را ندارند نمی‌خورد.

- چه تراکمی از گله استفاده شده است؟ آزمایشاتی که در آنها تراکم گله پایین بوده است برخی از اثرات منفی مشاهده‌شده در سالن‌های تجاری را می‌پوشانند زیرا در این حالت حیوانات قادر خواهند بود به آسانی و خیلی ساده با افزایش مصرف خوراک بر کمبودهای مواد مغذی غلبه کنند و بالعکس. در تراکم‌های پایین گله محیط تنش کمتری وارد می‌کند که ممکن است برخی از اثرات مثبت محصول مورد آزمایش – مانند بهبود سلامتی دستگاه گوارش و یکنواختی گله – را پنهان کند.
- چنانچه عملکرد گزارش‌شده در یک آزمایش به طور قابل‌توجهی کمتر یا بیشتر از حد انتظار باشد آن آزمایش باید از ارزیابی خارج شود.
- اثرات جیره‌های پلت بر مصرف خوراک قابل چشم-پوشی نیست (همانند تراکم گله). به علاوه، وقتی بحث در مورد آنزیم‌ها است، گرمای حاصل از فرآیند پلت کردن می‌تواند روی نتایج آزمایش تاثیر بگذارد (و خواهد گذاشت) زیرا همه منابع آنزیمی مقاومت گرمایی یکسانی ندارند.
- در حال حاضر، فیتاز تقریبا به همه جیره‌های تک-معده‌ای اضافه می‌گردد. به این دلیل همه جیره‌های آزمایشی باید حاوی فیتاز به علاوه آنزیم تحت آزمایش باشند. در غیر این صورت، بررسی داده‌های این آزمایشات توجیهی ندارد. بعید است که اثر دو آنزیم جمع‌پذیر یا سینرژیک باشد و سنجش اثر آنزیم در شرایط متداول تجاری حائز اهمیت است.
- در صورتی که آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد به طور معمول به جیره‌ها اضافه می‌شوند، افزودن آنها به جیره‌های آزمایشی مهم خواهد بود. به علاوه، این تنها راهی است که شما می‌توانید از طریق آن چگونگی تقابل بین آنزیم و آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد را پیش‌بینی کنید.
- مشخص شده است که اسیدهای آلی روی کارایی فیتاز تاثیر دارند، اگرچه این مساله ضرورتا در مورد سایر آنزیم‌ها صدق نمی‌کند. بسیاری از وجوه تولیدی شامل پارامترهایی مانند سلامتی دستگاه گوارش، کیفیت بستر، یکنواختی گله و حتی کیفیت لاشه می‌توانند تحت تاثیر آنزیم‌ها قرار بگیرند (یا نگیرند). اگرچه فقدان چنین داده‌هایی باعث رد شدن یک آزمایش نمی‌شود، اما چنین اطلاعاتی به تصمیم‌گیری بر اساس چیزهای دیگری به جز پاسخ و هزینه کمک می‌کنند.
- بسیاری از متخصصین تغذیه و پرورش‌دهندگان هنگام ارزیابی یک تکنولوژی جدید از یک قانون سرانگشتی خیلی ساده استفاده می‌کنند: باید به ازای هر یورو هزینه دو یورو درآمد کسب کرد. فیتاز ۴ یا ۵ برابر برگشت دارد که به خوبی گویای آن است که چرا متخصصین تغذیه مشتاقانه استفاده از آن را پذیرفته‌اند.
- چنانچه جیره‌ای حاوی ماده خوراکی منحصربه‌فردی باشد، آیا تامین‌کننده آنزیم آنقدر انعطاف‌پذیر هست که بتواند محصولی مطابق با انتظار شما فراهم کند؟
- سرانجام، وظیفه سنجش اثر دینامیک هر محصول روی کارایی عملکرد و سودمندی اقتصادی به عهده متخصص تغذیه است. کم بودن تعداد پرنده‌های مورد استفاده و سیستم‌های نامناسب تولید داده این فرآیند را با دشواری روبرو می‌کنند.

نکته

آنزیم‌ها را می‌توان به شکل‌های مختلفی در جیره-نویسی استفاده کرد.

جیره‌نویسی با استفاده از آنزیم‌ها

پس از انتخاب آنزیم‌های مورد استفاده توسط متخصص تغذیه، نوبت به نوشتن جیره‌های عملی می‌رسد. جیره-نویسی مسیری است که در آن دانش تغذیه به عمل می‌نشیند و تقریبا بدون استثنا با استفاده از برنامه‌های جیره‌نویسی حداقل قیمت (که بر پایه برنامه‌نویسی خطی استوار هستند) انجام می‌شود. اینها ابزار قدرتمندی برای بهینه‌سازی یک فرمول واحد (سینگل‌میکس®) یا مهم‌تر از آن بهینه‌سازی بهره‌وری از مواد خوراکی کمیاب در میان دامنه‌ای از محصولات (مولتی‌میکس®[1]) هستند، اما محدو-دیت‌هایی دارند:

- بر اساس قانون بازده نزولی، پاسخ آنزیم (برای مثال فیتاز) خطی نیست. برنامه‌نویسی خطی بنا به ماهیت خود جز با استفاده از یک تقریب خطی ساده قادر به حل‌وفصل کردن این مساله نیست.
- برنامه جیره‌نویسی حداقل قیمت واحد خوراک را تعیین می‌کند. این برنامه قادر به تعیین مختصات مواد مغذی جیره یا سودآوری کل برنامه تغذیه‌ای مجموعه نیست.
- پرنده‌ها جیره یا آنزیم برون‌زادی را که در اختیار آنها قرار می‌گیرد به شکل ثابتی استفاده نمی‌کنند. به عبارت ساده، آنزیم‌ها در پرنده‌های جوان موثرترند و همگام با بهبود کلی قابلیت هضم در طول رشد و حرکت پرنده به سمت بلوغ، کارایی آنزیم‌های برون-زادی رو به کاهش می‌گذارد.
- جمع‌پذیری یا عدم جمع‌پذیری مواد خوراکی و اجزای مختلف خوراک نکته‌ای است که جای بررسی دارد.

اثر آنزیم‌های برون‌زادی را می‌توان به روش‌های متفاوتی در داخل یک سیستم جیره‌نویسی مدل کرد. همه این روش‌ها شیوه‌ای از تغییر تراکم مواد مغذی جیره هستند. در صورت برآورد بیش از حد ارزش آنزیم استفاده‌شده، سطوح مطلوب عملکرد حاصل نخواهد شد. تخمین پایین‌تر از حد سهم آنزیم باعث از دست رفتن فرصت خواهد شد. بعید است که هیچ یک از روش‌های ارائه‌شده بهترین باشد، اما برخی از روش‌های قابل‌استفاده در اینجا مورد بحث قرار می‌گیرد.

اضافه کردن به صورت سرک

اولین راه و ساده‌ترین راه استفاده از آنزیم‌ها، اضافه کردن آنها به صورت سرک است. به عبارت دیگر، تغییری در محتوای مواد مغذی یا مختصات تغذیه‌ای جیره ایجاد نمی‌شود. استفاده از این روش با نقص‌هایی روبرو است. اول اینکه آنزیم‌ها حداکثر کارایی خود را زمانی بروز می‌دهند که به جیره‌هایی اضافه می‌شوند که قابلیت هضم کلی آنها پایین است. با کاهش ندادن مختصات خوراک، جیره‌نویس مواد خوراکی هضم‌نشدنی کمتری جهت بهره-گیری از عمل آنزیم ارائه می‌دهد و واقعیت این است که آنزیم‌ها به این شکل کمتر موثر واقع می‌شوند. دومین نگرانی این است که همه بازگشت مالی حاصل از قابلیت هضم بهتر (و یا شاید بهبود کیفیت بستر) به پرورش‌دهنده طیور و نه دارنده کارخانه خوراک تعلق می‌گیرد. در عمل، چنانچه این کار بخشی از فعالیت تجاری یک مجموعه یکپارچه باشد این مورد اهمیت کمی خواهد داشت.

تخصیص مقدار ماتریکس

دومین روش که استفاده گسترده‌ای دارد، تخصیص یک مقدار یا عدد ماتریکس به آنزیم است. این مقدار نشان-دهنده ترفیع مورد انتظار در بهره‌وری از مواد مغذی است.

---

[1]. Multi-mix®

نکته

احتمالا استفاده از یک عدد ماتریکس واحد برای یک آنزیم معین منطقی نیست.

این ماتریکس باید حداقل شامل انرژی قابل‌متابولیسم، فسفر، کلسیم، پروتئین و اسیدهای آمینه باشد (آدیولا و کاویسن، ۲۰۱۱). استفاده از یک مقدار ماتریکس واحد برای جوجه‌های گوشتی بهترین راه‌حل نیست. سللا و راویندران (۲۰۰۷) پیشنهاد کردند که فیتاز قابلیت هضم لیزین را ۲/۵۴ درصد بهبود می‌دهد. این بدین معنی است که در مورد یک جیره آغازین جوجه‌های گوشتی که حاوی ۱۲ گرم در کیلوگرم لیزین قابل‌دسترس است، مقدار ماتریکس باید ۰/۳۰۵ گرم در کیلوگرم باشد، در حالی که در یک جیره پایانی جوجه گوشتی با ۹/۵ گرم در کیلوگرم لیزین قابل‌دسترس، این مقدار باید ۰/۲۴۱ گرم در کیلوگرم باشد. پیچیدگی بیشتر مساله این است که پاسخ آنزیم خطی نیست. این امر امکان اضافه شدن آزادانه آنزیم به جیره به شکل یک ماده خوراکی استاندارد را از بین می‌برد و ترجیح را به افزودن یک سطح ویژه آنزیم (مثلا ۵۰۰ واحد آنزیم به ازای هر تن خوراک) به خوراک می‌دهد. این روش دست متخصص تغذیه را برای انتخاب یک سطح شاید اقتصادی‌تر، مثلا ۷۵۰ واحد یا ۳۵۰ واحد به ازای هر تن خوراک می‌بندد. به طور کلی، باید دامنه‌ای از محصولات آنزیمی برای استفاده در سطوح مختلف توسعه پیدا کند و هر یک را می‌توان به صورت جداگانه مورد بررسی قرار داد. اگر هر یک از این ماتریکس‌ها دربرگیرنده ترفیعات فرعی ناشی از استفاده سطوح بالاتر آنزیم باشد، یک برنامه جیره‌نویسی استاندارد به کاربر نشان می‌دهد که باید چه کاری انجام بدهد.

مساله اینکه کدام مواد مغذی باید و کدام‌یک نباید در ماتریکس قرار بگیرند مهم است. به عنوان مثال، فیتاز فقط

روی IP_6 جیره (نه فسفر کل) عمل می‌کند. بر این اساس، آیا درست است که مقدار فسفر کل در ماتریکس فیتاز قرار بگیرد؟ سرانجام اینکه از نظر عملی، با داشتن نسخه‌های متعدد از یک محصول در سیستم جیره‌نویسی (مثلا فیتاز برای مرغ‌های تخم‌گذار، جوجه‌های گوشتی و خوک‌ها) فرآیند مدیریت سیستم دشوارتر می‌شود و امکان بروز خطا افزایش پیدا می‌کند. یک راه‌حل ساده گنجاندن آنزیم در پیش‌مخلوط است. این کار امکان استفاده از ماتریکس‌های مختلف برای گونه‌های مختلف (و مراحل زندگی آن گونه) را فراهم و مشکل کار با نسخه-های مختلف یک ماده خوراکی یکسان را حذف می‌کند.

عوامل بهبود قابلیت هضم

روش دیگر افزایش مقادیر ماتریکس مورد استفاده برای مواد خوراکی خاص است. استفاده از آنچه به طور مرسوم عوامل بهبود قابلیت هضم گفته می‌شود توسط DSM آغاز شد. به عنوان مثال، بسیاری از متخصصین تغذیه هنگام استفاده از آنزیم زایلاناز در جیره‌های بر پایه گندم سطح انرژی گندم را یک درصدی افزایش می‌دهند. این روش دو واقعیت را نادیده می‌گیرد: اول اینکه در تمام احتمالات آنزیم استفاده‌شده در پرنده‌های جوان موثرتر خواهد بود

و دوم اینکه مقدار ماده خوراکی جیره با افزایش سن پرنده تغییر می‌کند. ارائه مقادیر ترفیع متفاوت برای مواد خوراکی مختلف تا حدودی بر این مشکل غلبه می‌کند و این مزیت را دارد که امکان ادامه جیره‌نویسی بر اساس حداقل قیمت را فراهم می‌کند. با استفاده از تعداد بیشتری مواد مغذی (قید[1]) در جیره‌نویسی، امکان برآورد ترفیع کل برای هر جیره و کنترل کل فرآیند تا یک حد معین امکان‌پذیر می‌شود.

کاهش مختصات خوراک

هنگام اضافه کردن آنزیم به جیره می‌توان مختصات هر جیره‌ای را که قرار است نوشته شود به گونه‌ای کاهش داد که امکان تنظیم ظریف اختلافات اثرات آنزیم با افزایش سن پرنده فراهم گردد. این کاری است که برخی از تامین‌کنندگان انجام می‌دهند. آنها می‌دانند که با کاهش قابلیت هضم جیره احتمال کارکرد محصولشان بیشتر می‌شود. ایراد این روش این است که اگر آن آنزیم دیگر در دسترس نباشد این احتمال وجود دارد که مختصات ناصحیح برای جیره‌نویسی استفاده شود. به طور مشابه، اگر آنزیم کار نکند (مثلا موقع پلت کردن در اثر گرما یا فشار از بین برود) خوراکی که در نهایت به پرنده‌ها ارائه می‌شود مختصات کاهش‌یافته دارد و عملکرد آسیب خواهد دید.

جیره‌نویسی عملی

موثرترین روش استفاده از آنزیم‌ها در یک سیستم جیره-نویسی استفاده از ترکیبی از روش‌های بالا است. در صورتی که بپذیریم که فیتاز آنزیمی است که همیشه در سطح توصیه‌شده استفاده می‌شود (صرفه‌جویی در هزینه فسفر به تنهایی این مساله را توجیه می‌کند) منطقی خواهد بود که فیتاز با عدد ماتریکس توصیف‌شده در بالا به جیره اضافه شود. برای هر آنزیم دیگری که به جیره اضافه می‌شود، برای مثال، وقتی که زایلاناز به یک جیره بر پایه گندم اضافه می‌شود (سللا و همکاران، ۲۰۱۰) یا وقتی پروتئاز به یک جیره بر پایه سورگوم اضافه می‌شود (سلطان و همکاران، ۲۰۱۰)، مقدار انرژی گندم یا مقدار پروتئین سورگوم باید بر این اساس ترفیع داده شود. شاید اضافه کردن قیدهای مواد مغذی جدید (مقادیر عوامل بهبود قابلیت هضم) به سیستم جیره‌نویسی ما را در رسیدن به این هدف یاری دهد. اختلافات در پاسخ به یک آنزیم مشخص از نظر پاسخ حیوان (مثلا سن) باید به صورت متناسب و با ایجاد تعدیل‌های کوچکی در مختصات جیره برای هر رده حیوانی در نظر گرفته شوند. این روش چندوجهی به متخصص تغذیه امکان خواهد داد که به طور دقیق بداند که آنزیم مورد استفاده چه میزان ترفیع در جیره ایجاد می‌کند و به طور هم‌زمان اجازه می‌دهد که فرآیند جیره‌نویسی بر اساس حداقل قیمت به شکل عادی ادامه پیدا کند. ایراد این روش این است که محققان هنوز آنزیم‌ها را به صورت تکی ارزیابی می‌کنند و داده‌های مورد نیاز هنوز در دسترس نیست.

> ■ **نکته**
> هنگام نسبت دادن اعداد «ترفیع» به آنزیم‌ها احتیاط ضروری است.

ملاحظات نهایی روی آنزیم‌ها

موارد بسیار مهمی برای بحث وجود دارد که متخصصین تغذیه طیور باید به آنها توجه کنند. اولین مورد فعالیت فیتاز در قسمت بالایی (اسیدی) مجرای گوارش و دومین مورد اثر دیگر آنزیم‌های برون‌زادی روی بخش هضم-نشده خوراک در ایلئوم است. از نظر تغذیه‌ای، در نظر گرفتن فعالیت سکوم‌ها در تصمیم‌گیری‌ها اهمیت چندانی ندارد، زیرا نه تنها جذب اجزای خوراک در این قسمت از

[1]. Constraint

دستگاه گوارش بسیار پایین است بلکه همچنین مقادیر بزرگی از مواد درون‌زادی به این قسمت وارد می‌شود. تمرکز باید روی بهبود قابلیت هضم نشاسته، اسیدهای آمینه و مواد معدنی باشد و نه کربوهیدرات‌های پیچیده که پلی‌ساکاریدهای ساختاری را می‌سازند، اگرچه اثر آنزیم‌ها روی ویسکوزیته مواد هضمی و سلامتی دستگاه گوارش پرنده‌ها را نمی‌توان نادیده گرفت.

احتمالا فیتاز همچنان مهم‌ترین محصول آنزیمی در دسترس باقی خواهد ماند، اما از بین سایر آنزیم‌های مرسوم، احتمالا پروتئاز جالب‌ترین گزینه خواهد بود – با فرض اینکه آنزیم‌های تجزیه‌کننده پلی‌ساکاریدهای غیر-نشاسته‌ای استفاده نشده باشد. کسر پروتئینی هضم‌نشده در میانگین جیره‌های طیور سوبسترای بسیار قابل‌توجه-تری برای فعالیت آنزیم‌ها ارائه می‌دهد. از بین آنزیم‌های کمتر مرسوم، شاید بتا-ماناناز جذاب‌ترین گزینه باشد. سازوکار اصلی عمل این آنزیم کاهش اثرات ضدتغذیه‌ای بتا-مانان در جیره است و به این ترتیب قابلیت هضم همه جیره‌های حاوی کنجاله سویا را بهبود می‌دهد. مساله چگونگی فعالیت آنزیم‌ها در پیوند با یکدیگر یعنی **جمع‌پذیری** به شکل قابل‌توجهی مورد توجه قرار نگرفته است. متخصصین تغذیه نیاز خواهند داشت که در مورد مساله جمع‌پذیری هر جزء یا ماده خوراکی استفاده‌شده در جیره تصمیم‌گیری کنند. استفاده از دیگر محرک‌های رشد مانند آنتی‌بیوتیک‌ها و اسیدهای آلی نیز برای شناخت کامل این موضوع نیاز به بررسی دارد.

دیگر بخشی که به میزان کافی مورد بحث قرار نگرفته اثر سن پرنده روی استفاده از مواد مغذی مختلف و مسیری است که آنزیم‌ها آن را تحت تاثیر قرار می‌دهند. از نظر منطقی، هر آنزیمی بهترین فعالیت خود را زمانی خواهد داشت که سطوح آنزیم‌های درون‌زادی در حداقل خود باشند: یعنی در جوجه جوان. پس از این مرحله و همگام با توسعه دستگاه گوارش فعالیت آنزیم روند کاهشی پیدا می‌کند. این در حالی است که برخی از آنزیم‌ها با این توصیه فروخته می‌شوند که همگام با بلوغ پرنده افزایش بیشتری در مقدار انرژی ایجاد می‌کنند که درک آن دشوار است.

در بسیاری از موارد جیره‌نویسان بی‌تجربه هستند و برای جیره‌نویسان باتجربه مهم خواهد بود که روش‌های قابل-اعتمادی در سیستم‌های جیره‌نویسی خود ایجاد کنند تا امکان جیره‌نویسی به شکل رضایت‌بخش فراهم شود. حائز اهمیت است که سهم آنزیم در فراهم کردن مواد مغذی از جیره بیش از حد در نظر گرفته نشود زیرا این امر موجب کاهش عملکرد حیوان خواهد شد. بالعکس، پایین در نظر گرفتن سهم آنزیم در فراهم کردن مواد مغذی از جیره هزینه‌بر خواهد بود.

از نگاه تجاری، همیشه برای فروشندگان آنزیم سودمند خواهد بود که افزایش ایجادشده به واسطه اضافه شدن این محصولات در جیره بالاتر از حد در نظر گرفته شود، زیرا این آن چیزی است که استفاده از آنها را در سیستم‌های جیره‌نویسی مقرون‌به‌صرفه می‌کند. ارزیابی بیش از حد سهم آنزیم در جیره ممکن است به شکل خطرناکی عملکرد حیوان را متاثر کند، در حالی که ارزیابی کمتر از حد آن می‌تواند یک ضرر مالی باشد. احتمالا در آینده پذیرش تکنولوژی آنزیم توسط صنعت تا حد قابل‌توجهی به وسیله توانایی شرکت‌های تولیدکننده افزودنی‌های خوراکی برای نشان دادن اطلاعات همه‌جانبه از محصولا-تشان تعیین خواهد شد. این امر امکان پیش‌بینی پاسخ در دامنه‌ای از شرایط جیره یا استفاده از ترکیبی از آنزیم‌های مختلف را فراهم خواهد کرد. چگونگی خریدوفروش آنزیم‌ها، شیوه اضافه شدن آنها به محصولات و چگونگی تنظیم این محصولات مواردی هستند که باید در نظر گرفته شوند. این اطلاعات از افزودن خودسرانه آنزیم‌ها به خوراک

طیور تنها بر پایه قیمت جلوگیری و ارزش‌افزوده کل زنجیره تامین را جایگزین آن می‌کند.

نکات کلیدی

۰۱

دامنه گسترده‌ای از مواد خوراکی برای ساخت جیره‌های طیور استفاده می‌شود. بسیاری از آنها ویژگی‌ها یا ترکیباتی دارند که آنها را منحصربه‌فرد یا سطح استفاده از آنها را در جیره به یک شکلی محدود می‌کند.

۰۲

اضافه کردن آنزیم‌های برون‌زادی به جیره باعث بهبود بهره‌وری از مواد مغذی و انرژی، بهبود سلامتی دستگاه گوارش و کاهش اثر تولید طیور بر محیط می‌شود.

۰۳

دو رده اصلی آنزیم در دسترس است، گروه آنزیمی فیتاز که روی اسید فیتیک موجود در مواد خوراکی و بیشتر در قسمت بالایی و اسیدی مجرای گوارش عمل می‌کند و گروه خیلی بزرگ‌تر آنزیم‌هایی که قابلیت هضم اجزای پروتئینی و کربوهیدراتی جیره را بهبود می‌دهند و در قسمت‌های قلیایی روده پرنده عمل می‌کنند.

۰۴

تولیدکنندگان آنزیم و متخصصین تغذیه یک ترفیع برای آنزیم در نظر می‌گیرند که بیان‌گر مقدار مورد انتظار بهبود در قابلیت هضم اجزای مختلف جیره است.

۰۵

اثر آنزیم در حضور اجزایی از جیره که خود قابلیت هضم بالایی دارند رو به کاهش می‌گذارد، به ازای هر ۱ درصد بهبود در قابلیت هضم ۵ درصد کاهش در کارایی آنزیم ایجاد می‌شود.

۰۶

آنزیم‌ها روی پرنده‌های جوان موثرترند زیرا سیستم‌های آنزیمی گوارشی آنها کمتر توسعه یافته است. به علاوه، جیره‌های جوجه‌ها حاوی سوبسترای بیشتری برای فعالیت آنزیم روی آنها است.

۰۷

رده‌های مختلفی از فیتاز در دسترس است که در یک سطح استاندارد به اغلب جیره‌های طیور اضافه می‌شود. این آنزیم فسفر را از کمپلکس نامحلول اسید فیتیک موجود در گیاهان آزاد می‌کند. تجزیه اسید فیتیک در مواد هضمی از کیلات شدن آن با دیگر کاتیون‌ها مانند کلسیم، پتاسیم، منیزیم و سدیم جلوگیری می‌کند و آنها را برای پرنده قابل‌دسترس‌تر می‌کند.

۰۸

شواهد قدرتمندی وجود دارد که فیتاز قابلیت هضم اسیدهای آمینه و تولید انرژی از جیره را نیز افزایش می‌دهد. بخشی از این بهبود به دلیل این حقیقت است که اسید فیتیک یک ماده ضدتغذیه‌ای است و حذف آن از مواد هضمی تولید موسین و انرژی و پروتئین مورد نیاز برای تولید آن را کاهش می‌دهد.

۰۹

کربوهیدرازها روی پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای موجود در دیواره سلولی گیاه عمل می‌کنند. اینها ممکن است خواص ضدتغذیه‌ای داشته باشند (به عنوان مثال، آنها ویسکوزیته مواد هضمی را بالا می‌برند) و نیز مقداری از نشاسته و پروتئین را در داخل دیواره سلولی فیبری به دام می‌اندازند. به طور بسیار مهمی، آنزیم‌ها بالاخص مقادیر مواد هضم‌نشده در قسمت انتهایی دستگاه گوارش را کاهش می‌دهند، چیزی که جمعیت میکروبی سکومی به آن به عنوان منبع غذایی نیاز دارد و به

این ترتیب سلامتی دستگاه گوارش را بهبود می‌دهند.

۱۰

زایلان‌ها و بتا-گلوکان‌ها دو رده اصلی پلی‌ساکارید غیرنشاسته‌ای در دانه‌ها هستند. زایلان‌ها در همه گونه‌ها و بتا-گلوکان‌ها به طور غالب در دانه‌های کوچک (گندم، یولاف و جو) دیده می‌شوند. زایلانازها (سلولازها) به طور گسترده برای تجزیه آرابینوزایلان‌ها (که به ویژه در گندم و محصولات جانبی آن غالب هستند) و بتا-گلوکانازها جهت شکستن بتا-گلوکان‌ها (که در جو، یولاف و محصولات جانبی آنها وجود دارند) استفاده می‌شوند.

۱۱

ذرت حاوی مقادیر بسیار ناچیزی بتا-گلوکان و تنها ۰/۵ درصد آرابینوزایلان محلول است. به علاوه، نشاسته ذرت بیش از ۹۰ درصد در جوجه قابل‌هضم است و به همین دلیل این غله به شکل برجسته‌ای به مکمل کربوهیدراز پاسخ نمی‌دهد.

۱۲

بتا-مانان پلی‌ساکاریدی با واحدهای تکراری مانوز است که گالاکتوز و یا گلوکز به زنجیره اصلی آن متصل می‌شوند و در بسیاری از مواد خوراکی وجود دارد. سویاها حدود ۱/۳ درصد از این ترکیب در خود دارند. آنها اثرات ضدتغذیه‌ای شدیدی در تک‌معده‌ای‌ها دارند. اضافه کردن بتا-مانانا‌ز امکان حذف این مواد ضدتغذیه‌ای را از جیره فراهم می‌کند.

۱۳

پروتئاز قابلیت هضم پروتئین، اسیدهای آمینه و نشاسته لگوم‌ها و دیگر منابع پروتئینی گیاهی (که اغلب حاوی عوامل ضدتغذیه‌ای مانند پکتین، لکتین و گالاکتوزید هستند) را بهبود می‌دهد. از آنجایی که تنها ۸۰ درصد از پروتئین موجود در جیره‌های ذرت-سویا قابل‌هضم است از نظر تئوری امکان موثر بودن پروتئاز در جیره‌های ذرت-سویا بالاتر از کربوهیدرازها است.

۱۴

استفاده از فیتاز فراگیر است. هنگامی که آنزیم دیگری به جیره اضافه می‌شود ممکن است مقادیر متفاوتی از جمع‌پذیری بین اثرات آنها وجود داشته باشد. داده‌هایی که برای قضاوت در این مورد نیاز داریم کم است و متخصصین تغذیه در مورد نحوه تصمیم‌گیری درباره این موضوع مردد هستند. احتمالا یک روش/پیشنهاد محافظه‌کارانه مناسب خواهد بود.

۱۵

محصولات آنزیمی را باید قبل از استفاده عملی به یک شیوه علمی و اصولی ارزیابی کرد. محصولات خوب زیادی در بازار وجود دارد اما به همین تعداد منابع غیرقابل‌اعتماد نیز داریم.

۱۶

استفاده از دامنه گسترده‌ای از آنزیم‌ها جیره‌نویسی را پیچیده خواهد کرد. شیوه‌های مختلفی برای کاربرد آنزیم‌ها در جیره‌نویسی وجود دارد، اما اگر شما نمی‌دانید که چگونه این کار را با قلم و کاغذ انجام بدهید انتظار نداشته باشید که هیچ سیستم جیره‌نویسی به شما کمک کند.

۱۷

تامین‌کنندگان آنزیم‌ها تمایل دارند که ترفیع منتسب به یک محصول خاص را بیش از حد برآورد کنند زیرا این کار استفاده از محصول آنها را در جیره‌نویسی مقرون‌به‌صرفه می‌کند. ارزیابی بیش از حد سهم آنزیم در جیره می‌تواند در عملکرد اختلال ایجاد کند.

۱۸

سایر مزایای استفاده از آنزیم‌ها مانند بهبود کیفیت بستر و یکنواختی گله را دست‌کم نگیرید.

فصل ۱۵: فرآیند علمی

متخصصین تغذیه و پرورش‌دهندگان طیور مجبور هستند راجع به اقدامات و محصولاتی تصمیم‌گیری کنند که عواقب مالی سنگینی در پی دارند. تصمیم‌گیری بر اساس قوه ادراک همیشه بهترین راه نیست، به ویژه زمانی که روش‌های خوبی برای تحقیق و برطرف کردن خطا وجود دارد.

حامیان طلایی

ایده پردازان خوراک آریان

شرکت پگاه جهان نما

شرکت مهر بیستون

شرکت جوانه خراسان

شرکت آرونا

شرکت افزودنیهای ایتوک فردا

حامیان نقرهای

کیوان مرغ پر طلای مهاباد

شرکت کیمیا دارو مهر

حامیان برنزی

تهران مکمل پارس

گروه دانش بنیان مگافراور

«چیزی غم‌انگیزتر از این وجود ندارد که یک تئوری زیبا توسط یک حقیقت زشت زیر سوال برود.»

(توماس هاکسلی[1]، ۱۸۹۵-۱۸۲۵)

لازم به یادآوری است که تغذیه و پرورش طیور پایه علمی دارند. این فصل به بحث در مورد فرآیند علمی و شاید مهم‌تر از آن چگونگی استفاده از داده‌های مقایسه‌ای در آزمایشات علمی، تبلیغات و البته در مزرعه می‌پردازد. علم یک ابزار است. این ابزار یک فرآیند منطقی هدفمند برای آزمایش کردن ایده‌ها و رسیدن به یک نتیجه‌گیری است. این فرآیند با پدیدار شدن تدریجی شواهد و نظریه‌هایی که تحت حمایت شواهد زیادی از حوزه‌های مختلف هستند به سمت جلو حرکت می‌کند (گلدیکر[2]، ۲۰۰۸). روش علمی **گران‌بها** است زیرا یک مسیر اصولی ایجاد می‌کند؛ این ارزشمندی بیشتر به این دلیل است که جایگزین‌های روش علمی می‌توانند بسیار گمراه‌کننده باشند. حقایق علمی را نمی‌توان بر پایه باورهای عامیانه داوری کرد - بلکه به یک روند اسلوب‌مند نیاز داریم. بیش از هر زمانی مهم است که ما به درک صحیحی از فرآیندهای علمی دست پیدا کنیم (شکل ۱۵-۱).

■ **نکته**

اغلب فرآیندهای علمی با مشاهده ساده و طرح پرسش آغاز می‌شوند.

مشاهده و فرضیه

تقریبا همه پیشرفت‌ها در تغذیه و علم به طور کلی از طریق مشاهده دقیق حاصل شده است. برای مثال، ما مشاهده می‌کنیم که حیوان چگونه رشد می‌کند، مصرف خوراک در هوای سرد افزایش می‌یابد یا برخی از مواد خوراکی منجر به عملکرد بهتری می‌شوند. خواندن جراید علمی و عمومی نیز نوعی از مشاهده است که باعث ارائه فرضیه‌ها، شکل‌گیری ایده‌ها یا حتی توسعه نظریه‌ها می‌شود. این نظریه‌ها باید تحت آزمایش قرار بگیرند و در این راستا یک فرض برای آزمایش **نتایج منطقی یا تجربی** آنها مطرح می‌شود. از لحاظ عملی، بسیار مهم است که مشاهده با فرضیه اشتباه گرفته نشود. متاسفانه، این اشتباه پایه بسیاری از محصولاتی است که تولید و به بازار عرضه می‌شوند.

■ **نکته**

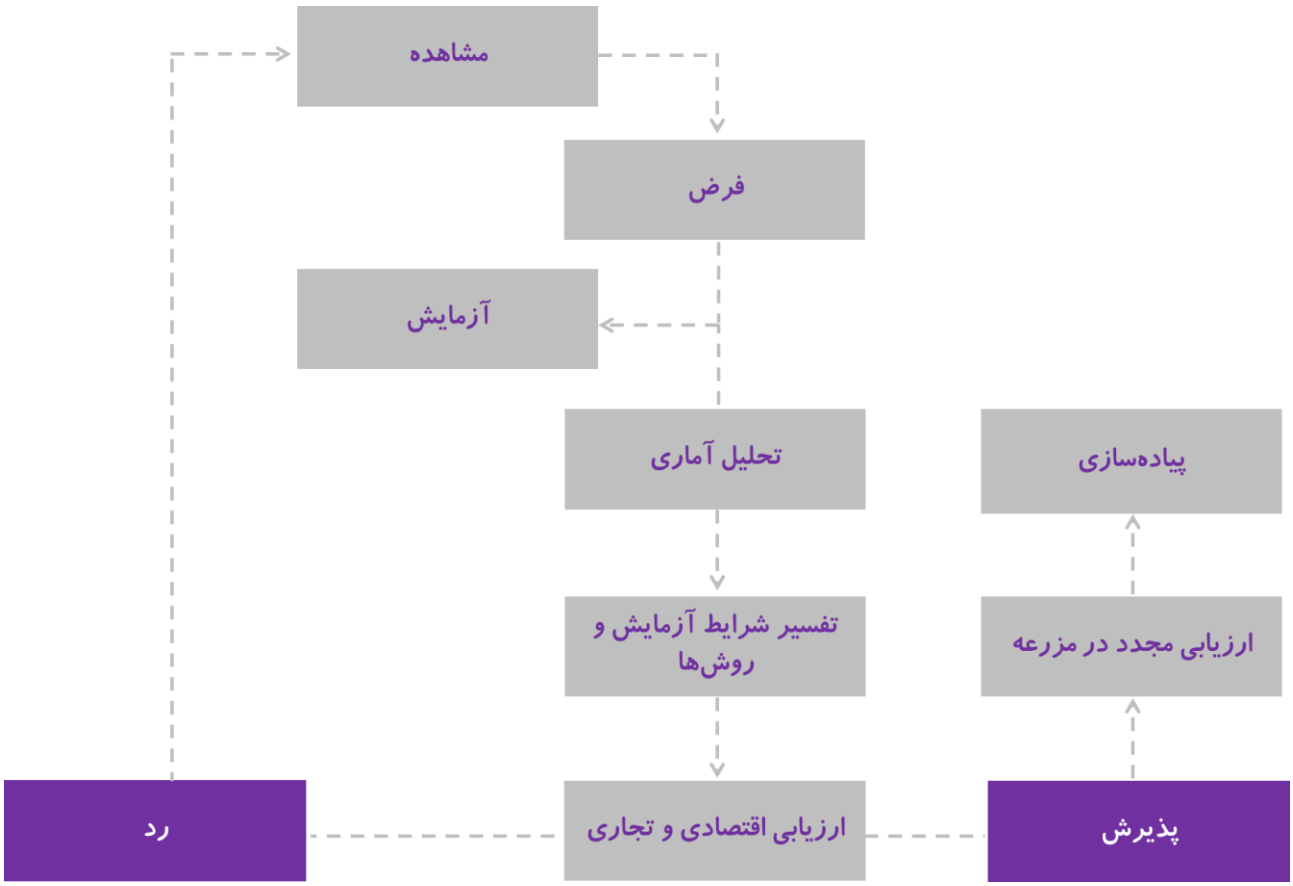
آزمایشات باید طوری طراحی شوند که بتوانند فرضیه را به طور کامل و همه‌جانبه مورد ارزیابی قرار دهند و خطاها را حذف کنند.

طرح آزمایشی

این مرحله نقطه آغاز فرآیند فعال آزمایش است. در اینجا باید سیستمی بر پایه اسلوب علمی پیاده کرد و نتایج را با شاهدی که تیمار مورد نظر (مثلا، تغذیه سطوح مختلف یک ماده خوراکی) را دریافت نکرده است مورد مقایسه قرار داد (داوکینز[3]، ۲۰۰۹). تولید داده‌های معتبر مستلزم طراحی مناسب آزمایش است و یک سری قوانین پایه برای دستیابی به این مهم وجود دارد:

- جهت افزایش اعتمادپذیری هر تیمار باید چندین بار تکرار (در سالن یا پن) شود. تعداد تکرارهای مورد نیاز به طرح آزمایش بستگی دارد اما تا حد امکان نباید کمتر از پنج یا شش تکرار برای هر تیمار باشد - بر اساس اینکه چه چیزی تحت ارزیابی است.
- جهت کاهش اریبی آزمایش تکرارها بایستی تصادفی

1. Thomas Huxley
2. Goldacre
3. Dawkins



شکل ۱۵–۱: خلاصه‌ای از فرآیند علمی

بشوند. برای مثال، نباید اجازه داد که همه پرنده‌های یک تیمار در گوشه خنک سالن قرار بگیرند.

- در آزمایشات بزرگ‌تر از بلوک استفاده می‌شود. هر بلوک یک کرت یا پن از متغیر تحت آزمایش است. واحدهای آزمایشی در داخل بلوک‌ها تصادفی می‌شوند – چیزی که با نام طرح بلوک‌های تصادفی مشهور است.
- استفاده از تیمارهای شاهد صحیح برای انجام مقایسات معتبر با آنچه تحت آزمایش است ضرورت دارد و در این راستا از یک شاهد مثبت استفاده می‌شود. هنگام ارزیابی یک ماده خوراکی، باید یک شاهد منفی نیز در نظر گرفت. غیرمنطقی نیست که انتظار داشته باشیم که شاهد منفی آن چیزی (مثلا ماده خوراکی) باشد که به صورت جاری استفاده می‌شود.
- تعداد کافی از حیوانات برای هر تیمار مورد نیاز است. استفاده از مواد آزمایشی یکنواخت، مانند جوجه‌های گوشتی تفریخ‌شده از یک گله مادر، احتمال یافتن اختلافات واقعی را افزایش می‌دهد.
- نسبت جنسی پرنده‌ها در هر پن در صورت سپردن به تصادف به طور قابل‌توجهی متغیر خواهد بود. این نسبت را تعدیل و یا از یک جنس استفاده کنید.
- محیط باید تا حد امکان یکنواخت باشد. همیشه باید یک سالن یا یک مزرعه برای آزمایش استفاده شود.

همه آزمایش‌ها باید اصل امساک را مدنظر قرار بدهند، بدین معنی که معمولا ساده‌ترین توجیه، درست‌ترین توجیه است. از نظر آزمایشی، این بدین معنی است که باید تا حد امکان از فرض‌ها و متغیرهای کمتری استفاده شود و یک توضیح ساده همیشه به یک توجیه پیچیده ترجیح دارد. هنگام استفاده از یک مدل آماری باید ساده‌ترین مدل (برای مثال یک مدل خطی در مقابل یک مدل منحنی)

به کار گرفته شود. از انیشتین نقل‌قول می‌شود که «یک مدل باید تا حد امکان ساده (نه ساده‌ترین) باشد.».

حتی آزمایشات برخوردار از بهترین طراحی نیز در صورت عدم وجود مدیریت و کنترل مکانی با امکان شکست مواجه هستند. مخلوط کردن مناسب جیره‌ها و ارائه آنها به پرنده‌های مناسب در مقدار مناسب حائز اهمیت است. جمع‌آوری داده‌ها باید دقیق و صحیح باشد. عدم رعایت این جزئیات باعث ایجاد نتایج نامعتبر آزمایشی می‌شود و به این علت است که اغلب آزمایشات انجام‌شده در واحدهای تجاری شکست می‌خورند. از نظر کاربردی، تعیین اینکه آیا طراحی و اجرای آزمایشات در شرایطی مشابه با شرایط عملی صورت گرفته حائز اهمیت است. برای مثال، باید مشخص شود که آیا تراکم گله استفاده‌شده در طراحی آزمایش مشابه با آن چیزی است که در مزرعه تجربه می‌شود. دیگر وجه تمایزی که باید مشخص شود این است که آیا داده‌ها با استفاده از روش برون‌تنی (در لوله آزمایش) یا درون‌تنی (داخل بدن حیوان) تولید شده‌اند. کار برون‌تنی می‌تواند بسیار مفید باشد اما به شرط آنکه مشخص شود که روش مورد استفاده مدل مناسبی از آنچه است که در بدن حیوان اتفاق می‌دهد.

تحلیل آماری

مطرح کردن فرض و حتی اجرای آزمایش جز با تحلیل صحیح نتایج آزمایش سودمند نخواهد بود. پس از حصول یک مجموعه داده معتبر باید آنها را تحت آنالیز آماری قرار داد. صرف‌نظر از طرح آزمایشی، این کار همیشه منجر به تفسیر دقیق‌تر نتایج می‌شود. علم آمار به شکل یک ابزار اندازه‌گیری و ارزیابی **پراکندگی** و **احتمال** تکامل پیدا کرده است. وجود پراکندگی در بین حیوانات مورد استفاده در یک آزمایش و پن‌ها یا سالن‌های پرورشی موجب مشکلاتی در تفسیر نتایج آزمایش می‌شود. این پراکندگی برای پرورش‌دهندگان طیور عجیب نیست، زیرا آنها با پرورش هر گله‌ای از پولت‌های تخم‌گذار یا مرغ‌های مادر گوشتی با این مساله برخورد می‌کنند.

در اینجا مثالی از چگونگی تاثیر پراکندگی روی تفسیر نتایج آزمایش مورد بحث قرار می‌گیرد. ممکن است حیوانات تیمار X میانگین افزایش وزن روزانه بالاتری در مقایسه با حیوانات تیمار Y داشته باشند، اما پراکندگی داخل تیمارها نشان بدهد که اختلاف تولید بین X و Y صرفا ناشی از تیمار نیست. عوامل محیطی، کیفیت جوجه و یا سلامتی پرنده همگی می‌توانند در مواردی مشابه با این مثال دخالت داشته باشند.

تحلیل آماری به ما امکان می‌دهد که محاسبه کنیم که چقدر احتمال دارد که چنین اختلافاتی ناشی از تیمار اعمال‌شده باشند.

دسته‌های مختلفی از طرح‌ها یا مدل‌های آزمایشی وجود دارد که می‌توان و یا باید از آنها برای تحلیل نتایج یک آزمایش استفاده کرد. روش مورد انتخاب به طبقه‌بندی متغیرهای توجیهی مورد استفاده بستگی دارد.

- چنانچه متغیرهای توجیهی مطلق باشند، مثلا در مورد مقایسه ساده بین محصول A و محصول B، باید از روش **آنالیز واریانس** استفاده شود.
- اگر متغیرهای توجیهی پیوسته باشند، مثلا پنج سطح آنزیم P آزمایش شده باشد، لازم است از یک **مدل رگرسیون** استفاده کرد.
- در صورتی که متغیرهای استفاده‌شده هم مطلق و هم پیوسته باشند، مثلا آنزیم P در پنج سطح در جیره A، B یا شاهد منفی، باید از **آنالیز کوواریانس** استفاده کرد.

شاید ساده‌ترین شکل تحلیل آماری محاسبه میانگین‌های ساده هر تیمار باشد. چنین تحلیلی در حالتی که فقط یک متغیر واحد تحت بررسی باشد (برای مثال وزن یک گله

■ **نکته**

ضریب تغییرات به عنوان شاخصی جهت سنجش پراکندگی استفاده می‌شود.

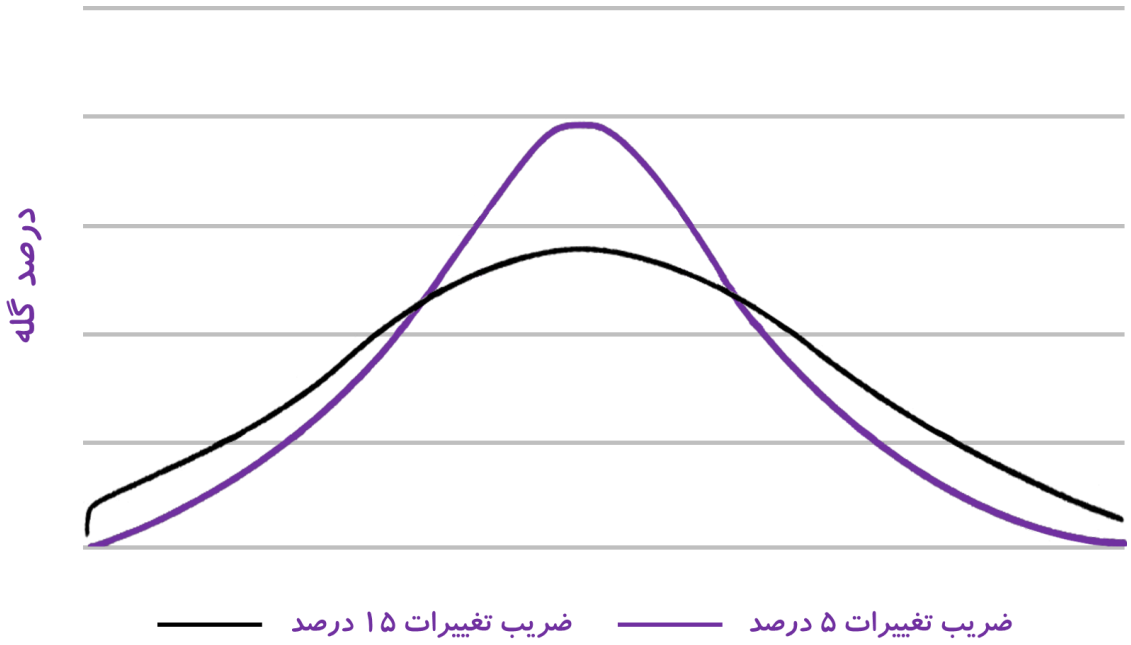
واحد پولت) ایده‌آل خواهد بود، اما برای انجام مقایسات بین متغیرها محدودیت دارد. ممکن است شما میانگینی به شکل ۰/۱ ± ۲/۵ داشته باشید. در اینجا، ۲/۵ میانگین و ۰/۱ خطای استاندارد (SE[1]) است. با محاسبه SE می‌توان فهمید که دوسوم یا حدودا ۶۸ درصد از داده‌ها در فاصله SE ± میانگین واقعی (با تعداد حیوانات محدود) قرار می‌گیرند (در مورد مثال ما بین ۲/۴ تا ۲/۶). همچنین SE برای اندازه‌گیری پراکندگی یا یکنواختی استفاده می‌شود. با محاسبه ضریب تغییرات (CV) می‌توان یکنواختی مجموعه داده را بررسی کرد. ضریب تغییرات به شکل (SE ÷ میانگین) × ۱۰۰ محاسبه می‌شود. ضریب تغییرات در اکثر برنامه‌های صفحه گسترده (مانند اکسل) به صورت یک پردازه در دسترس است. ضریب تغییرات مقیاسی از یکنواختی است که به طور گسترده به عنوان یک ابزار مدیریتی در پرورش پولت و مرغ‌های مادر گوشتی استفاده می‌شود و همچنین روش مناسبی برای تحلیل داده‌های آزمایشگاهی است. شکل ۱۵-۲ اختلاف در وزن ۷ روزگی جوجه‌های گوشتی در دو ضریب تغییرات مختلف را نشان می‌دهد: هر چه ضریب تغییرات کمتر باشد یعنی تعداد بیشتری از افراد در حد **متوسط** هستند.

صرف‌نظر از روش آزمایشی مورد استفاده مقادیر p محاسبه می‌شوند. این مقادیر تخمینی از احتمال رخداد یک نتیجه ویژه بر اثر شانس هستند. برای مثال، $p < ۰/۰۵$ به معنی این است که احتمال اینکه اختلافات ناشی از شانس باشند کمتر از ۵ درصد است. چنانچه گفته شود دو میانگین **اختلاف معنی‌داری** دارند، احتمال اینکه این اختلاف ناشی از شانس باشد کمتر از ۵ درصد است یا اینکه به احتمال بیش از ۹۵ درصد این اختلاف از تیمارهای اعمال‌شده ناشی می‌شود. مقدار $p < ۰/۰۱$ بدین معنی است که ۹۹ درصد احتمال وجود دارد که اختلافات اندازه‌گیری‌شده نتیجه تیمار اعمال‌شده باشند و از آن تحت عنوان **اختلاف بسیار معنی‌دار** یاد می‌شود. مقدار $p = ۰/۱$ را تنها می‌توان به صورت یک **تمایل** توصیف کرد و به چنین نتایجی نباید خیلی توجه کرد. مخفف ns وقتی استفاده می‌شود که اختلاف بین دو تیمار معنی‌دار نیست. این بدان معنی است که اختلاف واقعی بین تیمارهای اعمال‌شده وجود ندارد. گاهی از اصطلاح حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD[2]) استفاده می‌شود. این مقدار برابر است با اختلافی که باید بین دو تیمار وجود داشته باشد تا تفاوت آنها در سطح ۵ درصد معنی‌دار شود (جدول ۱۴-۲).

یکی از راه‌های نشان دادن این اختلافات استفاده از حروف بالانویس در جدول اعداد است. این اختلافات به شکلی که در بالا توضیح داده شد و با استفاده از LSD تعیین می‌گردند. این مورد را می‌توانید در داده‌های منتشرشده توسط لیسون و سامرز (۲۰۰۵) ببینید (جدول ۹-۶). با وجود اختلاف در سطوح پروتئین جیره اختلافات معنی-داری در وزن بدن یا مصرف خوراک تا سن ۲۰ هفتگی مشاهده نشد. اما پرنده‌های دریافت‌کننده جیره حاوی ۲۰ درصد پروتئین در مقایسه با گروه دریافت‌کننده جیره حاوی ۱۹ درصد پروتئین به طور معنی‌داری پروتئین بیشتری مصرف کردند (بالانویس [a,b]). اگرچه تیمار ۱۸ درصد پروتئین از تیمار ۱۷ درصد پروتئین متفاوت نبود (بالانویس [c,cd]) اما اختلاف معنی‌داری با تیمار ۱۶ درصد پروتئین داشت (بالانویس [c,d]). اختلافات معنی‌داری بین جیره‌های ۱۵ درصد و ۱۴ درصد وجود نداشت (بالانویس [d]).

---

1. Standard error
2. Least significant difference



شکل ۱۵–۲: اثر ضریب تغییرات (CV) بر درصدی از افراد گله که متوسط هستند

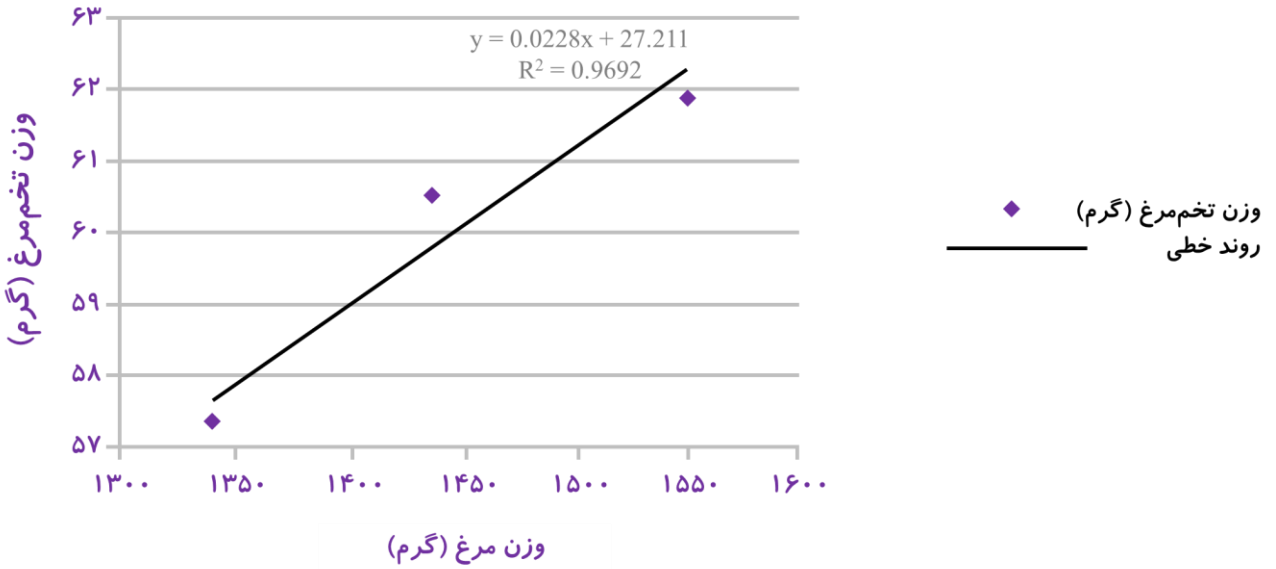
> **نکته**
> اندازه‌گیری روندها باید با استفاده از آنالیز رگرسیون انجام بگیرد.

برخی از مطالعات در مورد رابطه بین دو صفت گزارش می‌شوند. در اینجا ممکن است از همبستگی استفاده شود. این ارتباط ممکن است مثبت (هر دو صفت با یکدیگر بزرگ یا کوچک می‌شوند) یا منفی (با بزرگ شدن یک صفت دیگری کوچک می‌شود) باشد. همبستگی عالی برابر یک (+۱ یا –۱) است. در صورت عدم وجود ارتباط همبستگی صفر خواهد بود. همبستگی اغلب به صورت عدد r^2 گزارش می‌شود و گاهی ممکن است به صورت درصد بیان شود. همبستگی ممکن است معنی‌دار یا غیرمعنی‌دار باشد که یک مقدار p برای تعیین آن استفاده می‌شود.

احتمالا همبستگی اغلب به شکل مناسبی استفاده نمی‌شود که نمونه‌ای از آن در مثال زیر نشان داده شده است. یکی از مهم‌ترین عوامل موثر روی اندازه تخم‌مرغ اندازه پولت در آغاز تخم‌گذاری است. در تحقیق منتشرشده توسط هارمز و همکاران (۲۰۰۰) گله‌ای در ابتدای تخم‌گذاری (سن ۲۷ هفتگی) به سه گروه سبک، متوسط و سنگین تقسیم شد. اثر وزن ۲۷ هفتگی بر اندازه تخم‌مرغ به وضوح در جدول ۱۵–۱ نشان داده شده است. از این داده‌ها روشن است که وزن مرغ‌ها در سن ۲۷ هفتگی به طور معنی‌داری متفاوت از یکدیگر بوده است. در سن ۳۷ هفتگی، وزن تخم پرنده‌های سبک به طور معنی‌داری کمتر از بقیه بود، اما اختلاف معنی‌داری بین وزن تخم‌های تولیدشده توسط گروه‌های متوسط و سنگین وجود نداشت. نحوه ارائه این نتایج نمونه‌ای کلاسیک از اعمال تحلیل آماری ناقص و یا بهتر است بگوییم نادرست روی مجموعه داده‌ها است. آنالیز رگرسیون بین وزن مرغ‌ها در سن ۲۷ هفتگی و اندازه تخم‌مرغ در ۳۷ هفتگی روند بسیار معنی‌داری را بین این دو پارامتر آشکار می‌کند (شکل ۱۵–۳): ضریب همبستگی ۰/۹۶۱۴ بود. به یاد داشته باشید که همبستگی عالی برابر با ۱ است و بنابراین در واقع اختلاف وزن تخم‌مرغ‌ها بین تیمارها معنی‌دار است. زمان **درجه‌بندی** پولت‌ها می‌تواند گزینه مناسبی برای تولیدکنندگانی باشد که می‌خواهند تخم‌مرغ‌های بزرگ‌تری تولید کنند (مثلا در مورد تولید تخم‌مرغ در سیستم چرای آزاد).

جدول ۱۵–۱: وزن تخم‌مرغ مرغ‌های گروه‌بندی‌شده بر اساس وزن بدن (برگرفته از هارمز و همکاران، ۲۰۰۰)

سن (هفته)	گروه بر حسب وزن بدن (گرم)		
	سبک	متوسط	سنگین
وزن بدن ۲۷ هفتگی	۱۳۳۲^{c}	۱۴۴۴^{b}	۱۵۸۴^{a}
وزن تخم‌مرغ ۲۸ هفتگی	۵۲/۹^{b}	۵۴/۲^{b}	۵۷/۱^{a}
وزن تخم‌مرغ ۳۲ هفتگی	۵۶/۴^{b}	۶۰/۴^{a}	۵۹/۶^{a}
وزن تخم‌مرغ ۳۷ هفتگی	۵۷/۳^{b}	۶۰/۶^{a}	۶۲/۲^{a}



شکل ۱۵–۳: آنالیز رگرسیون وزن تخم‌مرغ بر اساس وزن بدن در سن ۳۷ هفتگی

تحلیل داده‌ها هرگز ساده نبوده است. حتی پایه‌ای‌ترین ماشین‌حساب‌ها (که توسط بچه‌های مدرسه‌ای استفاده می‌شود) کاربردهای آماری پیشرفته‌ای دارند، اما مانند اغلب امور روزمره کامپیوتر بهترین گزینه برای استفاده است. یک مجموعه عالی از ابزارهای آماری در اکسل مایکروسافت گنجانده شده است. برنامه محاسبات آماری R[1] انتخاب خوبی برای کسانی است که انعطاف‌پذیری (قدرت) بالاتری را ترجیح می‌دهند. R یک زبان برنامه-نویسی برای آنالیز آماری است که توان آن فراتر از مواردی است که می‌توان با اکسل انجام داد و آنچه عرضه می‌دارد بیش از آن چیزی است که همه ما به طور معمول نیاز داریم.

ارزیابی انتقادی نتایج آزمایش

صرف‌نظر از مدل آماری مورد استفاده برای ارزیابی اختلافات در متغیرهای آزمایشی، امکان وقوع دو نوع اشتباه در هنگام تفسیر نتایج وجود دارد:

- ما می‌توانیم یک فرض صحیح را به اشتباه رد کنیم.
- ما می‌توانیم یک فرض ناصحیح را به اشتباه بپذیریم.

وظیفه متخصص تغذیه و تولیدکننده است که در مورد نتایج **فکر** کنند. اعتبار فرض اولیه، صحت طرح آزمایشی و روش‌های آماری و سرانجام صحت نتیجه‌گیری انجام-گرفته مواردی هستند که باید در مورد آنها تصمیم‌گیری کرد. یافته‌های یک آزمایش واحد باید با مشاهدات و آزمایشات قبلی و اطلاعات موجود مقایسه شوند.

[1]. R Project for Statistical Computing (www.r-project.org/)

موارد زیر را به یاد داشته باشید:

- غالبا **الگوها** وقتی دیده می‌شوند که نوفه تصادفی[1] یا رابطه علت و معلولی وجود داشته باشد.
- ممکن است تمایلی به ارائه بیش از حد اطلاعات تاییدی برای یک فرض مطرح‌شده وجود داشته باشد.
- غالبا ارزیابی کیفیت شواهد جدید به وسیله باورهای قبلی دچار انحراف می‌شود (گلدیکر، ۲۰۰۸).

مرحله نهایی فرآیند علمی پذیرش یا رد فرض است. خروجی این تصمیم‌گیری هرچه که باشد، پایه دیگر مشاهداتی می‌شود که تا آن زمان به دست آمده است و اغلب منجر به اصلاح فرض و سپس بازآرایی آن خواهد شد.

کفایت تحقیق

انواع آزمایش‌ها می‌توانند چه از نظر اهداف آنها و چه از نظر پارامترهای اندازه‌گیری‌شده با محدودیت مواجه باشند. احتمالا غیرمنصفانه نیست که بگوییم که همه آزمایشات به یک شکلی ایراد دارند، چرا که هر آزمایش مستلزم جرح‌وتعدیل بین ایده‌آل و چیزی است که امکان دستیابی به آن وجود دارد (گلدیکر، ۲۰۰۸). بنابراین، همیشه مهم است که تحقیقات به طور کامل منتشر شوند و روش‌ها و نتایج آنها برای ارزیابی دقیق در دسترس باشد. استیو کلت[2] (۲۰۰۹) خیلی گویا بیان می‌دارد که در شرایط تحقیق می‌توان عوامل اختلاط را از طریق طرح آزمایشی دقیق و کنترل واریانس جمعیت حذف کرد. حاصل این کار دستیابی به نتایج قابل‌اعتماد از نظر آماری است. این نوع آزمایشات زمانی شکست می‌خورند که اثراتی مانند اثر بیماری‌های تحت‌بالینی نامحسوس (مثلا دیس‌باکتریوز) را روی عملکرد در شرایط مزرعه بازتاب نمی‌دهند. به جای این، معمولا محققان میزان مرگ‌ومیر(تلفات) را برای

اندازه‌گیری پاسخ سلامت به تیمار اعمال‌شده اندازه‌گیری می‌کنند که شاخص چندان مناسبی برای اندازه‌گیری درجه رفاه پرنده‌ها نیست.

> **نکته**
> نتایج به‌دست‌آمده در شرایط آزمایشی همیشه قابل‌تعمیم به شرایط مزرعه نیستند.

از نظر تجاری، پذیرش یا رد یک فرض آسان نیست. همه آزمایشات تحت تاثیر شرایط اجرای آزمایش قرار می‌گیرند. عموما پرنده‌ها دسترسی مناسبی به آب و خوراک خواهند داشت، محیط کنترل می‌شود (بدون تنش گرمایی و عدم تجمع آمونیاک) و قفس‌ها تمیز می‌شوند و بستر مناسبی برای آنها فراهم می‌شود (کاهش فشار

[1]. Random noise
[2]. Steve Collett

عفونت ناشی از بیماری‌ها). به طور معمول شرایط مزرعه‌ای با تنوع در شرایط محیطی، سیستم‌های تولید و پرورش، مواد خوراکی و درگیری با بیماری‌ها شناخته می‌شود. تجربیات مدیریتی متفاوت، اختلافات در فلسفه تولید (تولید ارزان‌قیمت، گوشت ارزان‌قیمت، عملکرد بهینه)، شرایط بازار و استانداردهای رفاهی به پراکندگی هرچه بیشتر دامن می‌زند. بنابراین، نگرانی واقعی پیرامون صحت تعمیم نتایج آزمایشات انجام‌شده در شرایط آزمایشی استاندارد به فعالیت تجاری وجود دارد (رزن، ۲۰۰۳).

اجتناب از انتخاب محصولی که عملکرد را در شرایط آزمایشی بهبود می‌دهد اما عملکرد را در شرایط مزرعه‌ای بهبود نمی‌دهد (و بالعکس) حیاتی است. روش ایده‌آل پیش‌گیری از نتایج اشتباه مثبت یا اشتباه منفی، آزمایش و انتخاب مستقیم محصولات در مزرعه است. اما به دلیل وجود تنوع در هر دو محصولات و تسهیلات استاندارد مزرعه‌ای، حصول مقایسات مزرعه‌ای بی‌طرف با استفاده از شاهدهای مثبت و منفی هم‌دوره دشوار است. ممکن است در شرایط آزمایشی پتانسیل ژنتیکی جوجه‌های گوشتی تقریبا به طور کامل بروز کند. از این رو، در چنین آزمایشاتی مکمل‌های مختلف یا سطوح اضافی مواد مغذی فرصت محدودی برای بهبود عملکرد دارند. مهم‌تر از این، درگیری‌های عفونی تنش‌زای مشاهده‌شده در مزرعه می‌توانند متابولیسم و نیازهای مواد مغذی معینی را تحت تاثیر قرار بدهند. به منظور فراهم شدن امکان جریان جامع‌تر اطلاعات بین تحقیقات طیور و استفاده‌کنندگان نهایی خوراک، باید آزمایشات در نزدیک‌ترین شرایط به شرایط مزرعه انجام شوند (میچارد و بنزونی[1]، ۲۰۱۰). لازم است آزمایشات هم در شرایط طبیعی و هم در شرایط چالش (درگیری) تکرار شوند. چالش می‌تواند شامل تراکم بالای گله، پرورش ضعیف، دماهای متغیر و کیفیت پایین بستر باشد. این کار امکان نتیجه‌گیری در مورد مزایای یک افزودنی خوراکی یا بهترین راهکار تغذیه‌ای برای یک گونه یا سویه را فراهم می‌کند.

از یک چشم‌انداز تا حدودی بدبینانه، ما خیلی خوب پرنده‌های تحت آزمایش را تکرار می‌کنیم، اما با وجود اختلافات مشخص در مواد خوراکی، خطاهای توزین و مخلوط کردن، خیلی خوش‌بینانه فرض می‌کنیم که جیره‌های ارائه‌شده به پرنده‌ها دقیق هستند و هرگز آنها را تکرار نمی‌کنیم.

ارزیابی اقتصادی

احتمالا دشوارترین بخش یک آزمایش تصمیم‌گیری در مورد مقرون‌به‌صرفگی یک محصول از نظر اقتصادی است. این تصمیم‌گیری باید بر اساس درآمد و نه مخارج صورت بگیرد (به فصل ۱۰ مراجعه کنید). در یادداشت‌برداری از یافته‌های آماری دقت کنید. در صورتی که وزن دو تیمار مختلف از نظر عددی متفاوت اما از نظر آماری معنی‌دار نشده است، انجام آنالیز اقتصادی با استفاده از نتایج تیمارها درست نیست، بلکه باید از میانگین استفاده شود. ممکن است اختلافات اندازه‌گیری‌شده نتیجه شانس باشد. چنانچه پاسخی اندازه‌گیری و تغییرات آن معنی‌دار تشخیص داده شده باشد، ممکن است استفاده از مقادیر به‌دست‌آمده برای هر تیمار قابل‌توجیه باشد.

روغن مار، پودر سفید و پدیده خلأ

نیک دالی[2] می‌گوید:

«هر از چند گاهی، یکی از نیازهای واقعی یا متصور صنعت طیور مورد توجه تولیدکنندگان افزودنی‌های خوراکی قرار می‌گیرد. این امر فرصت منحصربه‌فردی برای بازاریابی ایجاد می‌کند، چرا که احتمالا حتی قبل از توسعه این

[1]. Michard and Benzoni
[2]. Nick Dale

محصول علاقه به استفاده از آن وجود داشته است. نویسنده از این سناریو با نام **خلأ** یاد می‌کند. با توجه به هدف ما، خلأ شرایط ناپایداری است که تمایل به پر شدن با هر چیزی دارد که بتواند در آن رخنه کند. در موفقیت همه محصولاتی که برای پر کردن خلأ وارد بازار می‌شوند تردید وجود دارد. اما در اغلب اوقات، ممکن است متخصصین تغذیه در خود را به روی چنین محصولی بگشایند، به امید آنکه محصول مورد نظر واقعا در حل یک مشکل کمک کند. مثال‌های کلاسیک محصولات خلأ توکسین بیندرها هستند که ادعا می‌شود انواع مختلفی از مایکوتوکسین‌ها را جدا می‌کنند. مطمئنا چنین محصولاتی نیاز خواهد بود – به شرطی که وجود داشته باشد. متخصص تغذیه و بقیه تشکیلات باید به طور ویژه در این شرایط دقت کنند، چرا که آرزوی اینکه یک محصول به طور واقعی کار کند می‌تواند موجب از دست رفتن ناآگاهانه بی‌طرفی در ارزیابی آن محصول شود.

پس از آن چگونه ادامه دهیم؟

از بحث بالا نتیجه‌گیری‌های تجربی متعددی می‌توان داشت. اول، تولیدکننده تحت فشار است که محصولی تولید کند که مشخصات آن به طور کامل توصیف شده باشد. دوم، روش‌ها و نتایج آزمایشات برخوردار از طراحی و تعداد تکرارهای مناسب باید در دسترس مشتری آینده-نگر قرار بگیرند. متاسفانه، همه تسهیلات آزمایشی (چه خصوصی و چه عمومی) سطح اعتبار یکسانی ندارند. یافته-های مثبت آزمایشگاه‌های مستقل متعدد وزن قابل‌توجهی به ادعای تولیدکننده اضافه خواهد کرد. سوم، منطقی به نظر می‌رسد که از تولیدکننده انتظار داشت که حداقل فرض قابل‌اطمینانی برای سازوکار اثر محصول جدید خود ارائه کند. اگر فرض حامی استفاده از یک افزودنی معین جالب به نظر نرسد باید در استفاده عملی از آن دقت کرد. سرانجام، لازم است ملاحظاتی در مورد به صرفه بودن محصول از نظر قیمت صورت بگیرد. ممکن است استفاده از تخصص یک حسابدار در این مورد ضروری باشد. علاوه بر قیمت محصول، هزینه‌های پنهان مانند خرید، انبارداری، نشت تصادفی و به اشتباه افتادن کارکنان کارخانه را نیز در نظر داشته باشید.

پس از آنکه از تامین نسبی مواد مغذی ضروری مطمئن شدیم، حفظ هوشیاری ضروری است (دالی، ۲۰۰۴). بسیاری از افزودنی‌ها در فصل‌های مختلف سال و سنین مختلف پرنده اثرات بیشتر یا کمتری خواهند داشت. عدم قطعیت قانون و یک ذهن مشکوک ضروری‌ترین دارایی است.»

ترفندهای تجارت

در غیاب داده‌های علمی محکم، فروش موثر به استفاده از ابزارهای دیگری نیازمند است. هری فرانکفور ت[1] (۲۰۰۵) در رساله کلاسیک خود «درباره لاف» **لاف** را به عنوان نوعی فریبکاری متمایز از دروغ توصیف می‌کند. دروغ‌گو می‌داند و از حقیقت آگاه هست، اما تعمدا طوری حرف می‌زند که شما را به اشتباه بیندازد، در حالی که لافنده بدون آگاهی از حقیقت و خیلی ساده تلاش می‌کند که ما را تحت تاثیر قرار بدهد (برای انجام خرید؟). ساتل (۲۰۱۰) در پیش‌گفتار کتاب خود در مورد «تغذیه مواد معدنی» چنین می‌گوید: «انحراف نتایج بر اساس تمایلات تجاری به آسانی قابل‌تشخیص است. اعتبارسنجی طرح-های آماری این آزمایشات بیان‌گر تبعیت آنها از شیوه‌های مصوب واحدهای کنترل کیفی شرکت‌ها است، از مطرح کردن سوالاتی که جواب آنها روشن نیست یا جواب قاطعی ندارند اجتناب می‌شود؛ قراردادهای معنی‌داری آماری نادیده گرفته می‌شود؛ تمایلات ($p < ۰/۱$) معنی‌دار می‌شوند و در صورت جواب ندادن این ترفند، ممکن است

[1]. Harry Frankfurt

برتری عددی مطرح شود؛ نکات مثبت در رابطه با مکمل همیشه در چکیده مقاله دیده می‌شود، حتی اگر جزئی باشند؛ از مطرح کردن نکات منفی اجتناب می‌شود.» آگاهی از موارد زیر اهمیت دارد:

- معمولا وقتی که شواهد نامعتبر ارائه می‌شود، امکان بررسی منابع این اطلاعات یا جدا کردن اثرات تیمارها از تنوع موجود در معلومات قبلی وجود ندارد.
- در صورت متفاوت بودن شرایط آزمایشی (برای مثال استفاده از مواد خوراکی متفاوت)، احتمال دارد که شواهد آزمایشی گزارش‌شده توسط دیگران برای شما کاربردی نداشته باشد.
- بسیاری از شرکت‌ها خود مبادرت به انجام آزمایش محصولاتشان می‌کنند و ممکن است آنها را در مجلات دامپروری محلی به چاپ برسانند. غالبا این گونه آزمایش‌ها مقایسات مزرعه‌ای هستند تا آزمایشات علمی و نتایج آنها تنها کمی بالاتر از شواهد نامعتبر است.
- استفاده از داده‌های جانشین، مثلا استفاده از داده‌های بلدرچین برای جوجه‌های گوشتی ارزش محدودی دارد یا استفاده از داده‌های برون‌تنی وقتی ما باید در واقعیت از کارهای درون‌تنی استفاده کنیم.
- ممکن است نحوه ارائه داده‌ها نامناسب نباشد – برای مثال، ممکن است شکل، مقیاس، یا محور نمودار دستکاری شده باشد.
- حقایق را می‌توان از طریق استدلال قیاسی ایجاد کرد. در این حالت ارتباط دادن حقایق موجود به یکدیگر، باعث خلق **حقایق** جدید می‌شود. محققانی که از سیستم‌های بیوشیمی و زیست‌شناسی شناخت دارند سعی در ارائه دلایل منطقی برای چگونگی کارکرد محصولات دارند، در بسیاری از موارد این دلایل تنها فرضیاتی هستند که باید در بوته آزمایش گذارده شوند.
- از چیدن گیلاس بر حذر باشید – وقتی تنها اطلاعات هم سو با فرضیه مطرح‌شده نقل‌قول می‌شود.
- سرانجام، در بسیاری از موارد می‌توان نشان داد که به رغم عدم تفاوت نتایج از نظر آماری، اختلافات عددی حاصل باعث افزایش سودآوری می‌شود. در صورت مناسب نبودن طراحی آزمایش یا معنی‌دار نبودن نتایج این مساله را نادیده بگیرید (مطالب قبلی را ببینید).

استدلالات نتیجه‌گیری از فرآیند علمی

برای اتخاذ تصمیم‌گیری‌هایی که پیامدهای مالی سنگین دارند، باید بتوان به ادعاهای تولیدکنندگان اعتماد کرد. با مقایسه ساده دو سالن یا دو محل نمی‌توان با قاطعیت نتیجه‌گیری کرد که آیا اختلافات ایجادشده حاصل شانس بوده‌اند یا تیمار اعمال‌شده: به طور خلاصه، ۵۰ درصد احتمال دارد که تیمار اعمال‌شده اثر مثبت داشته باشد. آزمایشات مزرعه‌ای به ندرت معنی‌دار می‌شوند، مگر آنکه در تعداد دوره‌های زیاد و با استفاده از تعداد زیاد پرنده‌ها انجام شوند. انجام مقایسات بین پرنده‌های نگهداری‌شده در نواحی جغرافیایی متفاوت معتبر نیست – مگر آنکه خط سیر دو محل مقایسه شود. مقایسه نتایج دو دوره زمانی مختلف نیز سوال‌برانگیز است، زیرا علاوه بر تغییر شرایط آب و هوایی امکان تغییرات مدیریتی و یا بیماری‌ها هم وجود دارد.

نکات کلیدی

۰۱

تغذیه و پرورش طیور هر دو اساس علمی دارند. علم یک فرآیند منطقی هدفمند برای ارزیابی ایده‌ها است. این فرآیند با مشاهده آغاز و بر اساس مجموعه‌ای از مشاهدات یک نظریه یا یک فرض ارائه می‌شود.

۰۲

آزمایشات سنجش فرض باید به شکل صحیح و در جهت حذف خطاها طراحی شوند.

۰۳

تحلیل آماری مسیری جهت اندازه‌گیری پراکندگی در سیستم و تعیین احتمال صحت یا عدم صحت فرض فراهم می‌کند.

۰۴

اختلاف بین تیمارها یا معنی‌دار نیست (ns) یا در سطح ۵ درصد معنی‌دار است. این یعنی به احتمال ۹۵ درصد مشاهده خروجی حاصل تیمار اعمال‌شده است.

۰۵

اصطلاحاتی مانند تفاوت عددی اهمیت کمی دارند و هنگام مطالعه باید در مورد چنین اختلافاتی احتیاط کرد.

۰۶

حتی در صورت اجرای صحیح آزمایش پاسخ‌ها نیاز به ارزیابی دارند. آیا طرح آزمایش مناسب بوده است، آیا نتایج با دانسته‌های کنونی ما همخوانی دارد و آیا حاضرید برای پیاده‌سازی نتایج این تحقیق هزینه کنید؟

۰۷

مواظب باشید که فرضیه (نظریه) با مشاهده - چیزی که یک تیمار یا یک محصول واقعا انجام می‌دهد - اشتباه گرفته نشود.

۰۸

از راهبردهای بازاریابی بر پایه اطلاعات ناکافی آگاه و در مورد نتایج همه آزمایشات بی‌طرف باشید.

فصل ۱۶: جیره‌نویسی موثر

جیره‌نویسی ابزاری است که متخصصین تغذیه دانش خود را از طریق آن به عمل می‌گمارند. کیفیت جیره چیزی فراتر از مجموعه محدودیت‌های اعمال‌شده توسط شخص جیره‌نویس و صحت داده‌ها نخواهد بود.

حامیان طلایی

ایده پردازان خوراک آریان

شرکت پگاه جهان نما

شرکت مهر بیستون

شرکت جوانه خراسان

شرکت آرونا

شرکت افزودنیهای ایتوک فردا

حامیان نقرهای

کیوان مرغ پر طلای مهاباد

شرکت کیمیا دارو مهر

حامیان برنزی

تهران مکمل پارس

گروه دانش بنیان مگافراور

جیره‌نویسی ابزاری است که متخصصین تغذیه از طریق آن دانش خود را به عمل می‌گمارند. این فرآیند بر پایه یک شیوه نسبتا ساده ریاضی موسوم به برنامه‌نویسی خطی استوار است. مجموعه پیچیده عوامل متقابلی که باید در هنگام جیره‌نویسی در نظر گرفته شود بدین معنی است که نوشتن یک جیره بهینه به تجربه زیادی نیاز دارد (شکل ۱۶-۱).

نیازهای مواد مغذی و مختصات خوراک

مفهوم نیاز می‌تواند متفاوت باشد. از منظر بالینی نیاز برابر است با حداقل مقداری از یک ماده مغذی که برای جلوگیری از بروز بیماری‌های مربوط به تغذیه لازم است. بسیاری از متخصصین تغذیه اعداد ارائه‌شده در جداول معروف را به عنوان نیازهای ایده‌آل در نظر می‌گیرند و فرض می‌شود که این اعداد دربرگیرنده یک سری حقایق زیستی پیرامون نیازهای داخلی حیوان هستند. در حقیقت، مقادیر ارائه‌شده توسط این جداول اصلا تخمینی از نیازها نیستند بلکه مختصات خوراک توصیه‌شده هستند. نیازهای ویژه حیوان برای نگهداری نرخ معینی از یک فعالیت متابولیک و مقداری که ما پیشنهاد می‌کنیم و باید در عمل در اختیار حیوان قرار بگیرد، باید از هم تمیز داده شوند. پیش از این مشخص شده است که نیاز انرژی حیوان برای رشد با استفاده از یک شیوه فاکتوریل تعیین می‌شود (معادله ۱۰-۳).

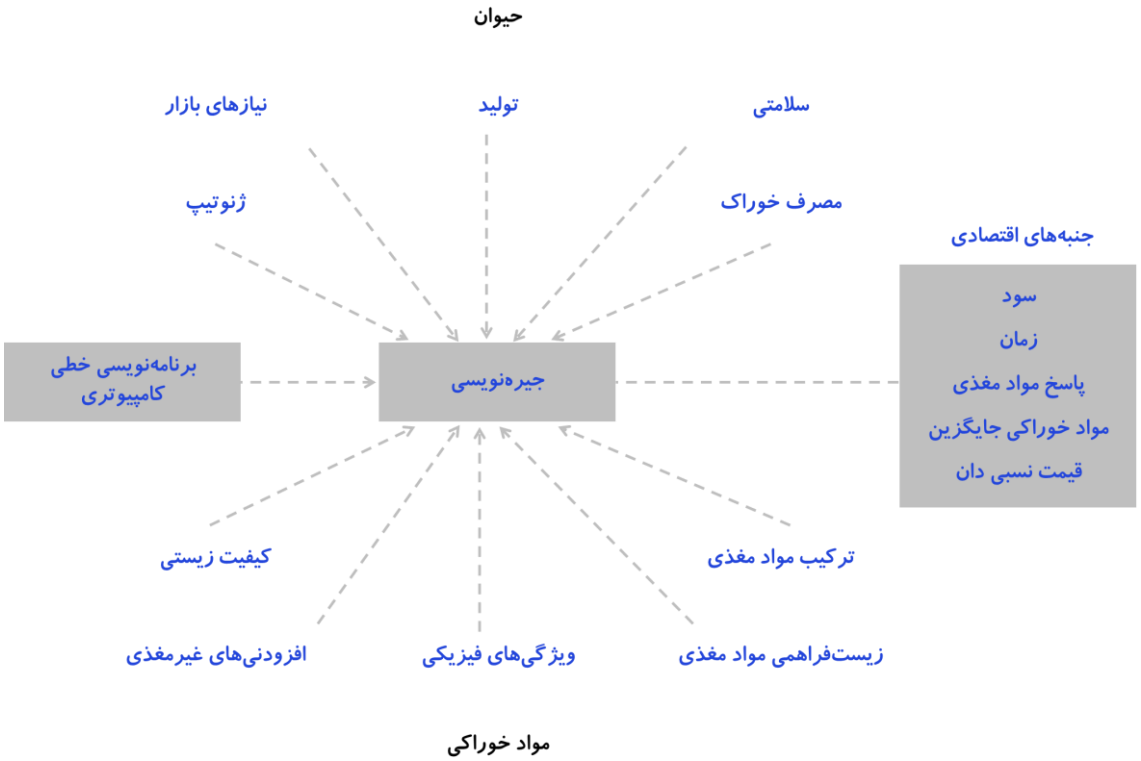
گام بعدی تعیین نرخ رشد مطلوب مورد انتظار و به دنبال آن تخصیص روزانه هر ماده مغذی برای دستیابی به این نرخ رشد است. توصیه‌های مجاز تغذیه‌ای ممکن است بر اساس تخمینی از نیازهای ویژه، آزمایشات تجربی، شیوه‌های سنتی، اندوخته‌های تجربی یا پیش‌داروی به دست آمده باشند (فولر و وانگ، ۱۹۸۷) و بنابراین ترجمه آنها به اصطلاحات عملی حائز اهمیت است. این عمل با مفهوم مختصات خوراک ممکن شده است. مختصات خوراک عبارت است از مقداری از یک ماده مغذی معین که باید در جیره گنجانده شود تا حیوان حد مجاز توصیه‌شده روزانه آن را دریافت نماید.

> ■ **نکته**
> غالبا ملاحظات تجاری آنچه را که به عنوان بهترین شناخته می‌شود تحت‌الشعاع قرار می‌دهد.

مسائل اقتصادی

تعیین نیازهای دقیق مواد مغذی برای حیوانات مزرعه هدفی بوده که سال‌ها به صورت مشتاقانه پیگیری شده است. این مقادیر جهت دستیابی حیوان به کارایی زیستی بهینه خود تعیین می‌شوند، اما معمولا در تامین اهداف موسسین شرکت‌ها، که مقصود آنها یافتن سطحی از هزینه است که اختلاف بین درآمد و خرج را به حداکثر برساند، دچار نارسایی هستند. وظیفه ترجمه نیازها به توصیه‌های مجاز روزانه تحت تاثیر عدم محدودیت ظرفیت حیوانات برای مصرف خوراک پیچیده‌تر می‌شود. این ظرفیت تحت تاثیر عوامل متعددی مانند طبیعت خود خوراک، اندازه بدن، سطح تولید و وضعیت فیزیولوژیکی حیوان در هر زمان مشخص قرار می‌گیرد. شاید تعیین مصرف خوراک دشوارترین بخش تغذیه حیوانات باشد. حیوانات دارای رشد سریع به طور معمول تا حدی که از نظر فیزیکی/محیطی میسر است می‌خورند. در حالی که اغلب حیوانات بالغ مصرف خوراک خود را تقریبا به طور عالی جهت تامین نیاز اولین ماده مغذی محدودکننده تنظیم می‌کنند.

نیازهای پیش‌بینی‌شده مواد مغذی، توصیه‌های مجاز و نهایتا مختصات خوراک از منابع متعدد محلی و بین‌المللی در دسترس است. این منابع شامل مجموعه جداول منتشره توسط NRC آمریکا و ARC بریتانیا است. شرکت‌های



شکل ۱۶–۱: عواملی که باید جهت ساخت یک جیره بهینه برای حیوانات در نظر گرفته شوند

تجاری مانند آویاژن و کاب نیز به طور فزاینده‌ای پا در این مسیر گذاشته‌اند. شاید بتوان انتشار جداول نیازهای مواد مغذی را یک رویه باعث تاسف دانست. درست است که این جداول با استفاده از روش‌های فاکتوریل به دست می‌آیند، اما قادر به ارائه مراحل استخراج و روند مستدل داده‌های کمی‌شده و در نتیجه قادر به ایجاد روش‌های عملی برای تعیین نیازهای حیوانات مزرعه در شرایط مختلف نیستند (ویتمور، ۱۹۸۳؛ کربتری[1]، ۱۹۸۵). خیلی ساده، سوالی که باید پاسخ داده شود این نیست که نیازها چه هستند؟ بلکه سوال این است: پاسخ هدف مورد نیاز برای دستیابی به حداکثر درآمد چیست؟ و این پاسخ چگونه بر مبنای مواد مغذی برآورده می‌شود؟

عوامل حیوانی موثر بر جیره‌نویسی

مصرف خوراک

روشن است که امکان تعیین مختصات خوراک بدون

> **نکته**
> جیره‌نویسی مجموعه‌ای از زیست‌شناسی و جیره حیوان، اقتصاد و علوم کامپیوتر است.

مشخص کردن سطحی از مصرف خوراک که حیوان به آن دست می‌یابد میسر نیست. فرض می‌شود که با تغذیه حیوانات در حد اشتها آنها مقادیر کافی از خوراک برای دستیابی به حداکثر تولید مصرف می‌کنند. مجموعه‌ای از عوامل، شامل موارد ساده‌ای مثل دسترسی به دانخوری، طراحی دانخوری و تراکم بیش از حد گله، می‌تواند موجب تغییر مصرف خوراک و کمتر یا زیادتر شدن آن از حد پیش‌بینی‌شده گردد. با تغییر مصرف خوراک فراهمی نیاز مواد مغذی روزانه نیز تغییر می‌کند. مصرف مواد مغذی را تنها می‌توان با تعدیل سطوح مواد مغذی در یک جیره در جهت عکس تغییرات مصرف خوراک استاندارد کرد.

انرژی جیره: انرژی مصرفی تابعی از مصرف خوراک و

[1]. Crabtree

سطح انرژی جیره است، مگر آنکه برخی از دیگر مواد مغذی محدودکننده باشند. به جز چند استثنا، حیوانات معمولا تا زمانی می‌خورند که نیاز انرژی آنها برآورده شود. افزودن چربی به جیره با افزایش تراکم انرژی مصرف خوراک را کم می‌کند. با افزایش فیبر جیره، مصرف خوراک تا تکمیل شدن ظرفیت دستگاه گوارش افزایش می‌یابد. با تکمیل ظرفیت دستگاه گوارش مصرف خوراک متوقف می‌شود که ممکن است قبل از تامین نیاز انرژی باشد. رقیق شدن انرژی در مورد جوجه‌های گوشتی رخ می‌دهد، زیرا مصرف انرژی حتی هنگام تغذیه جیره‌های حاوی فیبر پایین منجر به محدودیت عملکرد می‌شود. در بسیاری از موارد این امر توسط محیط زندگی پرنده ایجاد می‌شود.

مقدار اسید آمینه: ممکن است مصرف خوراک حیوانات دریافت‌کننده جیره‌های مواجه با عدم تعادل مناسب اسید-های آمینه کاهش پیدا کند و شدت این کاهش بر اساس سطوح و ویژگی‌های اسیدهای آمینه دخیل در این عدم تعادل متفاوت است. خطاهای جیره‌نویسی در خصوص استفاده ناصحیح از مواد خوراکی یا اسیدهای آمینه سنتتیک موجب این مشکلات می‌شود. این خطاها را می‌توان با اطمینان از استفاده از الگوی ایده‌آل صحیح اسیدهای آمینه در هنگام جیره‌نویسی مهار کرد.

دما: قرار گرفتن پیوسته حیوان در معرض دمای بالاتر یا پایین‌تر از محدوده دمایی خنثی مصرف خوراک را تحت تاثیر قرار می‌دهد. همگام با افزایش دمای محیط از یک سطح آسایش به یک سطح نسبتا تنش‌زا، مصرف خوراک به طور متناسب رو به کاهش می‌گذارد و تنش گرمایی شدید باعث کاهش شدید مصرف خوراک می‌شود. حساسیت به تنش گرمایی با بالا رفتن وزن افزایش می‌یابد. برعکس، مصرف خوراک با کاهش دما به یک میزان متوسط افزایش می‌یابد. قرار گرفتن حیوانات در محیط سرد باعث می‌شود که مصرف خوراک خود را افزایش بدهند، زیرا نیاز انرژی نگهداری آنها برای حفظ دمای بدن افزایش می‌یابد. ممکن است نرخ رشد تحت تاثیر قرار نگیرد اما کارایی تبدیل خوراک ضعیف‌تری حاصل خواهد شد. در عین حال، ممکن است حیوانات تحت تنش سرمایی شدید رشد نکنند، زیرا آنها در مصرف انرژی فراتر از حد نگهداری با مشکل مواجه می‌شوند. شدت تاثیر هوای سرد در وزن بدن بالاتر کاهش پیدا می‌کند.

ژنتیک

ژنتیک نقش مهمی در تعیین مصرف خوراک حیوانات ایفا می‌کند. انتخاب لاین‌های ژنتیکی بر اساس بهبود راندان خوراک و گوشت‌آوری نیز می‌تواند به طور غیرمستقیم باعث انتخاب برای مصرف پایین خوراک شود.

مقبولیت خوراک

مقبولیت خوراک را نمی‌توان نادیده گرفت. احتمال دارد که حیوانات در پاسخ به وجود مواد خوراکی غیر-خوشخوراک و ناخوشایند در جیره مصرف خوراک خود را کاهش بدهند یا از خوردن خوراک اجتناب کنند. این مساله به ویژه در حیواناتی مانند مرغ‌های مادر گوشتی که مقدار معینی از خوراک را به صورت روزانه دریافت می‌دارند مشاهده می‌شود. چنین اثراتی روی حیواناتی که دسترسی آنها به خوراک آزاد است وضوح کمتری دارد و ممکن است تا زمان کاهش عملکرد مشخص نشود. برخی از بوها، رنگ‌ها و بافت‌ها می‌توانند در کاهش مصرف خوراک سهیم باشند. استفاده از مقادیر بالای برخی از مواد خوراکی (مانند پودر گوشت و استخوان) در جیره می‌تواند باعث کاهش خوشخوراکی شود. مقادیر کمی از کپک و یا مایکو-توکسین‌ها نیز می‌تواند مصرف خوراک را به شکل قابل-توجهی کاهش بدهد. برای جلوگیری از این مشکلات از مواد خوراکی دارای کیفیت پایین استفاده نکنید.

سلامتی

وضعیت سلامتی می‌تواند به دو طریق بر نیازهای مواد مغذی حیوان تاثیر بگذارد. اول، معمولا حیوانات مریض خوراک مصرف نمی‌کنند و یا خیلی قدرت خوردن ندارند. دوم، قرار گرفتن حیوانات در معرض آنتی‌ژن‌ها (مواد خارجی برای بدن) موجب بروز یک پاسخ ایمنی توسط بدن می‌شود. این امر مستلزم تشکیل پروتئین‌هایی (ایمنو-گلوبولین‌ها) است که نه تنها حاوی مقدار بالایی اسیدهای آمینه هستند بلکه تشکیل آنها نیز به انرژی نیاز دارد.

شرایط تجاری و بازار

فشار تجاری از دو راه جیره‌نویسی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. اول، متخصصین تغذیه باید مشخص کنند که محصول مورد انتظار آنها چیست (برای مثال، جوجه گوشتی با یک وزن معین). احتمالا هنگام اعمال فرآوری بیشتر روی پرنده برخی از اجزای لاشه (مثلا گوشت سینه) ارزش بالاتری پیدا می‌کنند و در نتیجه ممکن است استفاده از پروتئین بیشتری در جیره ضروری باشد. دوم، در فضای تجاری اینکه متخصص تغذیه چقدر خوب است مهم نیست و تصمیمات بر اساس واقعیات تجاری اتخاذ می‌شود.

کامپیوتر در تغذیه

یکی از بخش‌های برجسته ارتباطات علمی و تجاری در طول بیش از ۲۰ سال گذشته ورود کامپیوترهای شخصی تقریبا به همه وجوه فعالیت‌های ما است. توسعه قدرت محاسبه و نرم‌افزار جیره‌نویسی اثر شگرفی در حوزه تغذیه حیوانات داشته است. همگام با بهبود شناخت ما از تغذیه، برای مثال، دستیابی به امکان استفاده از قابلیت هضم اسیدهای آمینه، پیچیدگی محاسبات نیز افزایش پیدا کرده است. به علاوه، کامپیوترها یک محیط ایده‌آل بسته-بندی برای اطلاعات و مفاهیم کمی ایجاد کرده‌اند و به انتقال عرضی اطلاعات در فاصله بین علم و متخصصین کمک می‌کنند. آنها قادر به جمع‌آوری کتابخانه‌ای از اطلاعات هستند که می‌تواند در عمل استفاده شود بدون آنکه خوانده یا درک شود.

مدل‌سازی کامپیوتری

همه برنامه‌های کامپیوتری مدل‌هایی ریاضی از یک سیستم خاص هستند. یک سیستم به صورت گروهی از اجزای متعامل تعریف می‌شود که همراه با یکدیگر برای دستیابی به یک هدف مشترک عمل می‌کنند و قادرند به صورت یک کل واحد به یک محرک معین واکنش نشان بدهند. محرک-های اصلی موثر روی سیستم‌های تولید حیوان را می‌توان در سه دسته کلی قرار داد. اولی محرک‌های زیستی مانند محیط، پتانسیل ژنتیکی حیوان، چگونگی پاسخ حیوانات به مواد مغذی و مختصات تغذیه‌ای جیره ارائه‌شده است. دومی جنبه‌های اقتصادی و سومی اثر زمان روی سیستم است. تغذیه دام یکی از مثال‌های عالی فرآیند تولید محصولات کشاورزی است که می‌تواند در طول زمان تغییر کند و زمان-های تصمیم‌گیری زیر پیش روی هر تولیدکننده‌ای است:

- چه نوع جیره و چه نوع سیستم تغذیه‌ای باید در هر زمان استفاده شود؟
- فرآیند تولید باید تا چه زمانی ادامه پیدا کند تا سود-آوری به حداکثر برسد؟
- بهترین وقت جایگزینی حیوانات فعلی با گروه جدیدی از حیوانات چه زمانی است – اگر قرار است این کار انجام شود؟
- در صورت عدم محدودیت ظرفیت، باید روی به حداکثر رساندن سود به ازای هر حیوان تولیدشده تاکید کرد، اما با محدود شدن ظرفیت، زمان در اولویت قرار می‌گیرد و تاکید بر به حداکثر رساندن سودآوری به ازای هر واحد زمان خواهد بود.

از نظر عملی، معمولا نرم‌افزارهای مورد استفاده در تغذیه در دو گروه قرار می‌گیرند. اول، می‌توان از مدل شبیه‌سازی برای تقلید رفتار یا پاسخ یک حیوان یا گروهی از حیوانات در یک شرایط مدیریتی معین استفاده کرد. دوم، از طریق استفاده از برنامه‌نویسی ریاضی (اغلب به شکل برنامه-نویسی خطی) می‌توان مدل‌هایی را برای بهینه‌سازی سیستم-های تغذیه یا مدیریت ایجاد کرد.

مدل‌های شبیه‌سازی را می‌توان برای تعیین پارامترهای تصمیم‌گیری بهینه در یک سیستم استفاده کرد، اما آنها بر خلاف برنامه‌نویسی ریاضی قادر به در نظر گرفتن هم‌زمان علت و معلول نیستند. در بسیاری از موارد، تمایز بین این دو نوع مدل مشخص نیست و ترکیبی از هر دو شیوه باعث ایجاد یک نرم‌افزار کاربردی انعطاف‌پذیر می‌شود.

> **نکته**
> مدل‌های شبیه‌سازی را می‌توان برای پیش‌بینی عملکرد حیوان استفاده کرد بدون آنکه آزمایشی انجام شود.

مدل شبیه‌سازی

مدل‌های شبیه‌سازی بر پایه مدل‌سازی فرآیندهای مختلف دخیل در وضعیت تغذیه و تولید حیوان استوار هستند. به طور کلی و تا جایی که به متخصصین تغذیه طیور مربوط است، آنها در دو دسته قرار می‌گیرند. اول، مدل‌های نسبتا کوچک که برای تعیین نیازهای مواد مغذی یک یا گروهی از حیوانات توسعه یافته‌اند: این روش در حوزه تغذیه مرغ‌های تخم‌گذار استفاده می‌شود. دوم، خانواده‌ای از مدل‌های پیچیده برای حیوانات در حال رشد، مانند جوجه-های گوشتی، داریم که بسته به ورودی مورد استفاده نرخ-های پاسخ (رشد) متفاوتی ایجاد می‌کنند.

متخصصین تغذیه به طور فزاینده‌ای دریافته‌اند که جداول نیازهای مواد مغذی (مانند آنهایی که توسط NRC آمریکا منتشر شده) برای حصول نیازهای منحصربه‌فرد حیوانات نگهداری‌شده در یک مجموعه خاص از شرایط قابل‌استفاده نیستند. به علاوه، پیچیدگی سیستم‌های جدیدتر برای تعیین نیازهای حیوانات مشخص شده است و سازندگان آنها پی برده‌اند که متخصصین تغذیه برای استفاده از این سیستم-ها به مدل‌های کامپیوتری نیاز دارند. مدل‌سازی حیوانات در حال رشد به دلیل تغییرات مستمر آنها دشوار است. مدل جوجه گوشتی EFG (بدون تاریخ) حیوان را در سرتاسر دوره زندگی‌اش در پاسخ به تغییرات محیط، ژنوتیپ، تغذیه و راهبردهای مدیریتی **رشد** می‌دهد. این مدل‌ها نوعی از ابزار اجرای توابع «چه می‌شود اگر؟[1]» در اختیار پرورش-دهندگان و متخصصین تغذیه می‌گذارند. هدف نهایی این مدل‌های شبیه‌سازی درحال‌توسعه، با این نوع ساختار، فراهم ساختن امکان حذف ضرورت کارهای آزمایشی در مزرعه و ساده کردن انجام آزمایش در کامپیوتر است.

برنامه‌نویسی ریاضی

مدل‌های برنامه‌نویسی ریاضی را می‌توان به صورت مدل-هایی که در قالب سخت ریاضی تنظیم شده‌اند معرفی کرد. به عنوان مثال، در برنامه‌نویسی خطی باید مساله را به شکل مجموعه‌ای از معادلات خطی توام تعریف کرد. کاربرد این برنامه‌نویسی در دامپروری گسترده است و به طور وسیعی در جیره‌نویسی **حداقل قیمت** برای حیوانات استفاده می-شود (در ادامه این فصل با جزئیات بیشتر مورد بحث قرار می‌گیرد). محدودیت اصلی برنامه‌نویسی خطی این است که قادر به بررسی پاسخ منحنی جمعیت حیوانات به مواد مغذی نیست و به این ترتیب ممکن است تنظیم جیره‌ها در جهت به حداکثر رساندن سودآوری عملیات تغذیه مستلزم نوشتن مجموعه‌ای از جیره‌ها در سطوح مختلف ورود ماده مغذی باشد.

[1]. What if?

مدل‌های ترکیبی

غالبا ترکیبی از مدل‌های شبیه‌سازی و برنامه‌نویسی ریاضی روش موثری برای بیان پیچیدگی‌های یک مجموعه اقتصادی تولید حیوان است. به عنوان مثال، می‌توان از خروجی مدل‌های شبیه‌سازی به عنوان ورودی (به شکل نیازهای مواد مغذی) برنامه جیره‌نویسی (که بر اساس برنامه‌نویسی خطی کار می‌کند) استفاده کرد. این کار نرم-افزاری قدرتمند و انعطاف‌پذیر ایجاد می‌کند و امکان نوشتن جیره‌هایی را فراهم می‌نماید که مربوط به یک شرایط خاص هستند.

جیره‌نویسی

هدف از نوشتن یک جیره استفاده از ترکیبی از مواد خام در دسترس جهت تامین مختصات تغذیه‌ای مطلوب است. به منظور دستیابی به این هدف، برنامه‌نویسی خطی نه تنها برای متعادل کردن جیره بلکه برای به دست آوردن حداقل قیمت قابل‌استفاده است. این برنامه امکان استفاده از منابع کمیاب (گران‌قیمت) در مقدار بهینه در جیره را فراهم می‌کند و اولین بار توسط جرج دنسگ[1] برای بهینه‌سازی فعالیت آمادگاری ارتش ایالات متحده استفاده شد. متخصصین تغذیه خیلی زود به قدرت برنامه‌نویسی خطی پی بردند و دنت[2] و کیسی (۱۹۶۷) و پستی و میلر[3] (۱۹۹۳) کتاب‌هایی را در این مورد چاپ کردند. در این بخش برخی از مباحث پوشش‌یافته در این کتاب‌ها آورده شده است.

سازوکار جیره‌نویسی

به دست آوردن پاسخ برنامه‌نویسی خطی با قلم و کاغذ امکان‌پذیر است، اما اندازه مطلق مسائلی که باید حل شود بدین معنی است که استفاده از برنامه‌نویسی خطی به شکل تنگاتنگی به توسعه کامپیوتر و اخیرا کامپیوترهای شخصی مربوط بوده است. برنامه‌نویسی خطی یک سری از معادلات خطی را به منظور تامین شروط مساله (مختصات) و در عین حال بهینه‌سازی تابع هدف (قیمت) حل می‌کند. برای حل کردن مجموعه این معادلات از الگوریتم ساده استفاده می‌شود که اساسا یک چندوجهی n-ضلعی است که در آن معادله هر قید سطح چندوجهی را مشخص می‌کند. تابع هدف باید در یکی از رئوس این چندوجهی به حداقل مقدار خود برسد (که قابل‌محاسبه است).

> **نکته**
> برنامه‌نویسی خطی علت و معلول را به طور هم‌زمان در نظر می‌گیرد که آن را به ابزار قدرتمندی تبدیل می‌کند.

پیامدهای اقتصادی استفاده از برنامه‌نویسی خطی

گذشته از فراهم کردن یک روش ساده برای جیره‌نویسی، برنامه‌نویسی خطی اجراشده با الگوریتم ساده به نویسنده جیره اطلاعات اقتصادی بسیار ارزشمندی در مورد جیره نوشته‌شده ارائه می‌دهد. از آنجایی که هدف جیره‌نویسی بر اساس حداقل قیمت به حداقل رساندن هزینه است، هر چه یک قید حداقل (مثلا پروتئین باید بزرگ‌تر یا مساوی سطح حداقل باشد) کوچک‌تر باشد هزینه کمتری خواهد داشت. اغلب برنامه‌های جیره‌نویسی یک **تنزیل هزینه**[4] یا **قیمت سایه**[5] برای هر ماده مغذی محدودکننده دارند. این عدد نشان‌دهنده مقداری است که قیمت خوراک افزایش یا کاهش خواهد یافت چنانچه حداقل قید آن ماده مغذی یک واحد افزایش یا کاهش پیدا کند. ایراد این روش این

1. George Danzig
2. Dent
3. Miller
4. Reduced cost
5. Shadow price

است که برنامه‌نویسی خطی راهی برای دانستن اینکه یک واحد چقدر است ندارد و ممکن است تنزیل هزینه شامل کسری از درصد یا چندین درصد از یک ماده مغذی باشد. به طور مشابه، **تنزیل هزینه‌ها** و **مقادیر دامنه**[1] برای مواد خوراکی استفاده‌شده در جیره هم ارائه می‌شود. این اعداد بیان‌گر مقداری است که شما بالاتر یا پایین‌تر برای یک ماده خوراکی پرداخت می‌کنید، یا قیمتی است که در آن یک ماده خوراکی پذیرش یا رد خواهد شد. **قیمت پذیرش**[2] را می‌توان به صورت قیمتی تعریف کرد که در آن یک ماده خوراکی بخشی از راه‌حل خواهد شد (در ترکیب جیره قرار خواهد گرفت). پذیرش یک ماده خوراکی در راه‌حل توسط یک سری عوامل تعیین می‌شود:

- ترکیب مواد مغذی خود آن ماده خوراکی. برای مثال، پودر ماهی حاوی ۶۵ درصد پروتئین قیمت پذیرش بالاتری در مقایسه با پودر ماهی حاوی ۶۰ درصد پروتئین خواهد داشت.
- جیره‌ای که ماده خوراکی در آن استفاده می‌شود. سبوس گندم که انرژی نسبتا پایینی دارد در جیره مرغ‌های تخم‌گذار مقرون‌به‌صرفه است اما برای خوراک جوجه‌های گوشتی ارزش کمی دارد یا بی‌ارزش است.
- ترکیب مواد مغذی، دسترسی و قیمت دیگر اقلام خوراکی ارائه‌شده اثر مستقیمی بر قیمت پذیرش یک ماده خوراکی دارد.

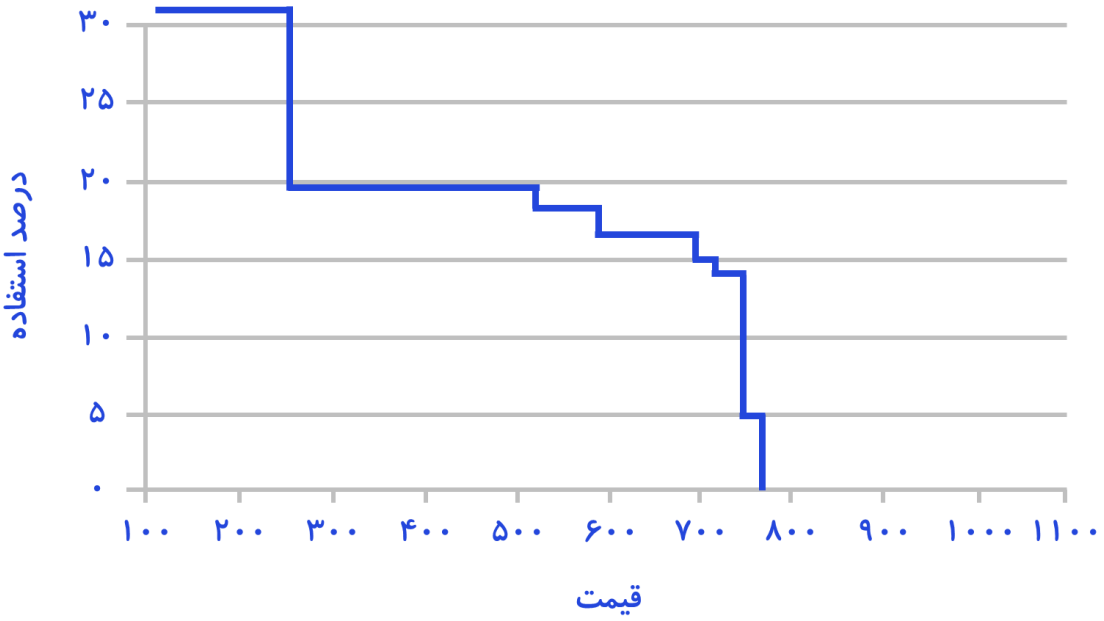
در بسیاری از موارد استفاده از یک ماده خوراکی در جیره با توجه به هزینه‌های خریدوفروش، انتقال، مدیریت و انبارداری آن هیچ صرفه‌جویی واقعی ایجاد نمی‌کند. به منظور یافتن قیمتی که در آن استفاده از یک ماده خوراکی در جیره امکان‌پذیر می‌گردد از برنامه‌نویسی پارامتری استفاده می‌شود. شیوه کار این برنامه این است که به سادگی به طور پیاپی تکرار می‌شود و مساله را با استفاده از قیمت‌های مختلف مواد خوراکی حل می‌کند. ترسیم نتایج این برنامه نموداری ایجاد می‌کند که به آن نقشه قیمت[3] گفته می‌شود (شکل ۱۶-۲). در اقتصاد محض این نمودارها منحنی‌های عرضه و تقاضا[4] هستند.

> **نکته**
> سیستم‌های جیره‌نویسی اطلاعات اقتصادی ایجاد می‌کنند که می‌توان از آنها برای اتخاذ تصمیمات مدیریتی بهره گرفت.

مولتی‌میکس

تاکنون در مورد روش حل یک مخلوط واحد یا فرمول‌بندی محصول بحث کرده‌ایم. هنگام انجام فرمول‌بندی‌های سینگل‌میکس® (یک برنامه جیره‌نویسی تک‌برد) فرض بر آن است که همه مواد خوراکی آزادانه در دسترس هستند. در اغلب شرایط تجاری داستان این گونه نیست و یک مولتی‌میکس® (یک برنامه جیره‌نویسی چندبرد) برای حل مساله استفاده می‌شود. مولتی‌میکس همه محصولاتی که قرار است تولید شوند، مقداری (تناژ) از آنها که قرار است تولید شود و قیمت و دسترسی به مواد خوراکی را همراه با هم در نظر می‌گیرد. مواد خوراکی محدود در جیره‌هایی استفاده می‌شوند که بهترین صرفه اقتصادی را داشته باشند. برای مثال، چنانچه مقادیر پودر ماهی محدود باشد، معمولا برای استفاده در جیره جوجه‌های گوشتی (تا جیره‌های تخم‌گذار) در نظر گرفته می‌شود. لازم به یاد‌آوری است که اگر شما قبلا سویایی با قیمت ۳۰۰ یورو خریده‌اید که در حال حاضر در انبار است و قیمت سویا به

---
1. Ranging values
2. Acceptance price
3. Price map
4. Supply and demand curves



شکل ۱۶–۲: نقشه قیمتی که نشان می‌دهد چگونه استفاده از کنجاله سویا در جیره جوجه‌های گوشتی با افزایش قیمت آن کاهش پیدا می‌کند

۳۳۰ یورو رسیده، سویایی که در انبار دارید یک ماد خوراکی محدودکننده است و شاید استفاده از مولتی‌میکس مقتضی باشد. موارد بسیار کمی وجود دارد که یک متخصص تغذیه بتواند بگوید که هیچ محدودیت مواد خوراکی وجود ندارد. مولتی‌میکس‌های مولتی‌میل[1] که با نام *گلوبال‌میکس*[2] شناخته می‌شوند نیز در دسترس است. اینها ابزار مناسبی برای تصمیم‌گیری در این مورد هستند که چه مواد خامی باید به کدام کارخانه بروند. در شمای کلی، از بین این برنامه‌ها، استفاده از مدل‌های گلوبال-میکس است که باعث می‌شود شرکت‌های بزرگ پول بیشتری پس‌انداز کنند.

جیره‌نویسی برای مرغ‌های تخم‌گذار و جوجه‌های گوشتی

فرآیند جیره‌نویسی به شکلی که در بالا خلاصه شد یک عمل کاملا ریاضی است. متخصص تغذیه تعیین می‌کند که کامپیوتر چه محاسباتی (شامل مقادیر مورد استفاده در ماتریکس مواد خوراکی و مختصات خوراک) انجام بدهد. چنانکه در فصل‌های قبلی روشن شد باید ملاحظات زیادی مدنظر قرار بگیرد. اگر شما جیره را برای یک واحد تولید خوراک می‌نویسید، قیمت جیره‌ها تا حد زیادی توسط قیمت‌های بازار حاکم و تحت تاثیر رقابت شرکت‌ها مشخص می‌شود. این مساله در اساس بدین معنی است که مختصات خوراک از قبل تعیین شده و کارخانه تنها علاقه-مند به جیره‌نویسی بر اساس حداقل قیمت است. از سوی دیگر، دارنده واحد یکپارچه علاقه‌مند به تولید واحد از محصول (مثلا جوجه گوشتی) در حداقل قیمت است. معمولا این دو ایده‌آل همپوشانی ندارند.

جیره‌های تخم‌گذار

پرنده‌های تخم‌گذار قادرند مصرف خوراک خود را بر اساس نیازهای مواد مغذی‌شان و به ویژه انرژی تنظیم کنند (به فصل ۹ مراجعه کنید). با دانستن مصرف خوراک مورد انتظار – در سطوح مختلف انرژی، امکان تعیین حداقل قیمت به ازای هر پرنده در روز به جای حداقل

[1]. Multi-mill
[2]. Global mixes

قیمت به ازای هر تن خوراک وجود دارد (شکل ۹-۶). معمولا اعمال این روش دشوار است، زیرا اغلب قیمت تعیین‌شده توسط کارخانه سطح انرژی مورد استفاده شما را تعیین می‌کند. به طور کلی، استفاده از جیره‌های دارای تراکم پایین‌تر (انرژی کمتر) در شرایطی که قیمت مواد خوراکی دارای تراکم پایین مواد مغذی (سبوس گندم و یا ترخنه ذرت) در مقایسه با ذرت ارزان‌تر است سودمند خواهد بود. در صورتی که پودر ماهی یا روغن ارزان و به سادگی در دسترس باشد، بهتر است مقادیر بیشتری از یک جیره با تراکم بالا مصرف شود. هزینه‌های حمل‌ونقل و ساخت دان نیز بر انتخاب مواد خوراکی تاثیر دارد و وقتی که قیمت اینها بالا است بهتر است از جیره‌های دارای تراکم بالاتر استفاده شود.

جوجه‌های گوشتی

در مورد جوجه‌های گوشتی نیز مانند مرغ‌های تخم‌گذار امکان نوشتن جیره‌هایی که حاوی سطوح مختلف انرژی و پروتئین در جهت بهینه‌سازی تولید باشند وجود دارد. اما متاسفانه پاسخ جوجه‌های گوشتی به پروتئین (اسید آمینه) قابل‌پیش‌بینی نیست. مشکل اصلی این است که شرایط در سالن‌های آزمایشی تا حد زیادی متفاوت از شرایط حاکم در واحدهای تجاری است. به علاوه، نرخ سریع پیشرفت ژنتیکی بدین معنا است که نتایجی که ۵ سال پیش به دست آمده ممکن است دیگر کاربردی نداشته باشد. ضروری است که آزمایشاتی با هدف حصول داده‌هایی که مختص به مجموعه معینی از شرایط هستند انجام شود. در حالت ایده‌آل، می‌توان چنین کاری را با استفاده از مدل شبیه‌سازی انجام داد. کار توسط صالح و همکاران (۲۰۰۴) نمونه‌ای از داده‌های پاسخ مورد نیاز و چگونگی استفاده از این نوع اطلاعات هنگام تصمیم‌گیری برای جیره مناسب جوجه‌های گوشتی ارائه می‌دهد (شکل ۱۰-۱۵).

پیامدهای عملی استفاده از کامپیوتر در تغذیه

احتمالا خلاصه کردن تحقیقات علمی در نرم‌افزارهای کامپیوتری به شکلی که به سادگی قابل‌دسترس و قابل-استفاده باشند، یکی از موثرترین راه‌هایی است که از طریق آن علم می‌تواند در یک واحد پرورش به کار گرفته شود. باید یادآوری کرد که هدف اصلی استفاده از هر مدل کامپیوتری کمک به پرورش‌دهنده برای حرکت به سمت مدیریت، تغذیه و سیستم‌های مدیریتی است که سودآوری را به حداکثر خواهند رساند. معمولا افراد از مدل‌های کامپیوتری انتقاد می‌کنند، زیرا پاسخی که از این مدل‌ها می‌گیرند متفاوت از پاسخ‌هایی است که در عمل مشاهده می‌کنند. شاید این مساله تا حد زیادی درست باشد، اما لازم است این گفته ویتمور در دانشگاه ادینبورگ[1] را یادآوری کنیم: «نیاز نیست یک مدل درست باشد، تنها کافی است اشتباه آن کمتر از روشی باشد که جایگزین آن می‌شود.»
به طور کلی، احتمالا مدل‌های برنامه‌نویسی خطی گسترده-ترین استفاده را دارند. ورودی این مدل‌ها ساده و تعداد زیادی بسته‌های نرم‌افزاری آسان‌کاربرد در بازار موجود است. مدل‌های شبیه‌سازی تولید جوجه‌های گوشتی در دسترس است، اما جای تاسف دارد که بسیاری از مدل‌های رشد توسعه‌یافته تا به امروز به صورت آزادانه در اختیار جامعه دامپروری قرار نگرفته‌اند. این امر نه تنها از تبادل ایده‌ها بلکه از جریان اطلاعات به مراکز پرورش (جایی که نیاز به آن بیشتر است) نیز جلوگیری می‌کند.

جیره‌نویسی عملی

اگرچه ممکن است اهداف جیره‌نویسی برای کارخانجات خوراک و سیستم‌های یکپارچه متفاوت باشد، به دلیل اینکه اولی بیشتر نگران حفظ کیفیت محصول با قیمت هرچه پایین‌تر و دومی در پی به حداکثر رساندن سود در کل تشکیلات اقتصادی پرورش حیوانات است، اما در مجموع

[1]. Edinburgh University

اصول پایه یکسانی به کار گرفته می‌شود. متخصص تغذیه باید آگاهی کافی از شیوه‌های جیره‌نویسی، مواد خوراکی، مقادیر ماتریکس و مختصات خوراک داشته باشد.

> **نکته**
> جیره‌ها را با استفاده از برنامه جیره‌نویسی نیز بررسی کنید و تنها به بررسی آنها روی کاغذ اکتفا نکنید.

جنبه‌های عملی

چشم‌اندازهای نو: بسیاری از متخصصین تغذیه تا حدی از نظر جیره‌نویسی خودآموخته هستند (فرمن[1]، ۲۰۰۳). دانشگاه‌ها امکان فراهم کردن انواع تجربیات مورد نیاز یک جیره‌نویس تجاری را ندارند. معمولا تجربه با سال‌ها کار و نوشتن صدها جیره ایجاد می‌شود و تحت تاثیر ایده‌های دیگر قرار نمی‌گیرد. یک چشم‌انداز نو همیشه باارزش است، اما غالبا نگرانی‌ها در رابطه با حساسیت داده‌های (محرمانه) یک شرکت از هرگونه تبادل قابل‌توجه ایده‌ها جلوگیری می‌کند. در واقعیت رازهای کمی در صنعت ما وجود دارد، تنها نگاه‌های متفاوتی به مشکلات یکسان وجود دارد. تعامل یک امر ضروری است.

ساده برخورد کنید: سیستم‌های جیره‌نویسی امروزی به متخصصین تغذیه اجازه می‌دهند که تقریبا بدون محدودیت از شمار زیادی قیدهای مواد مغذی استفاده کنند. همچنین امکان اعمال قید روی نسبت‌های مواد مغذی و گروه‌های مواد خوراکی وجود دارد و در برخی از موارد می‌توان از آنها به عنوان متغیرهای غیرتغذیه‌ای (به صورت ظاهری) استفاده کرد. با این حال، همه این قیدهای فرعی می‌توانند هزینه‌ها را افزایش بدهند. از سوی دیگر، گاهی اوقات تشخیص اینکه چرا یک جیره حل نمی‌شود یا اینکه یک قید (مثلا یک نسبت) چقدر هزینه ایجاد می‌کند به درستی روشن نیست. از دیدگاه عملی، تعداد زیاد قیدها بررسی مقادیر ماتریکس را و در حقیقت جیره‌نویسی را به طور قابل‌توجهی سخت می‌کند.

بازبینی منظم: ارزیابی منظم قیمت مواد خوراکی، کیفیت مواد خوراکی و عملکرد نهایی حیوان همیشه انگاره خوبی است. همیشه از خبره‌ترین متخصص تغذیه خود بخواهید که کار جیره‌نویس را مجددا بررسی کند. جیره‌نویسی یک فرآیند متعامل است و من باور ندارم که ارزیابی مجدد جیره‌های نوشته‌شده توسط شما به سادگی و با استفاده از یک گزارش پرینت‌شده ممکن باشد.

همه جیره‌های نوشته‌شده را چک کنید: فرض اینکه جیره‌های نوشته‌شده با کامپیوتر درست هستند گمراه‌کننده است. ممکن است یک جیره قیدهای تغذیه‌ای را برآورده کند اما از نظر هزینه کاملا اشتباه باشد، یا مهم‌تر از آن، ممکن است به طور قابل‌توجهی فراتر از مجموعه‌ای از قیدها باشد. همه جیره‌ها باید توسط یک نرم‌افزار هوشمند و یا به صورت دستی بررسی شوند.

- هزینه فعلی باید با هزینه جیره‌های قبلی مقایسه شود. اغلب یک اختلاف برجسته در قیمت حاکی از خطایی در فرمول جیره است.
- باید اطمینان حاصل کرد که همه مواد مغذی در دامنه مجاز طبیعی هستند. اغلب استفاده بیش از حد از یک ماده مغذی بیان‌گر وجود مشکلی در جای دیگری است.
- هیچ ماده خوراکی مضری نباید استفاده شود – مانند اوره در جیره خوک و طیور.
- سطوح استفاده از پیش‌مخلوط‌ها و داروها باید درست باشد.

شیوه جیره‌نویسی

از تعداد معدودی قید استفاده کنید: قیدهای مواد مغذی و مواد خوراکی بخشی از فرآیند جیره‌نویسی هستند که هر

[1]. Firman

یک به سهم خود باعث افزایش قیمت جیره می‌شود. می‌توان قیدها را پس از محاسبه اثر آنها روی قیمت جیره برگرداند. به علاوه، استفاده از تعداد مواد مغذی بیشتر در جیره‌نویسی باعث دشوارتر شدن بررسی مشکلات احتمالی می‌شود.

ارزیابی داده‌های حساسیت: همیشه گران‌ترین قیدهای مواد مغذی یک فرمول تنزیل هزینه یا حساسیت بالاتری دارند. در اغلب موارد متخصصین تغذیه نمی‌خواهند اینها را تغیر بدهند زیرا هر تغییری به عنوان **دزدی از کیسه**[1] تعبیر می‌شود. اما در برخی از موارد اعمال یک قید حداکثر غیرضروری (مانند فیبر خام در یک جیره جوجه گوشتی) موجب افزایش برجسته قیمت خوراک می‌شود. با در ذهن داشتن اختلافات گسترده در تعیین فیبر، باید مشخص کرد که آیا استفاده از یک حداکثر فیبر توجیه‌پذیر است.

قیدهای غیرضروری را حذف کنید: متخصصین تغذیه باید از حذف هرگونه قید غیرضروری مطمئن شوند. برای مثال، در صورت تنظیم جیره‌ها بر اساس اسید آمینه قابل‌هضم، باید همه قیدهای اسید آمینه کل حذف شوند. اینها هزینه را زیاد می‌کنند بدون آنکه اثری بر بهبود عملکرد حیوان داشته باشند.

حاشیه‌های اطمینان: اینها شیوه‌های متداول مورد استفاده برای اطمینان از تامین نیازهای مواد مغذی هستند که جهت غلبه بر تنوع سطوح مواد مغذی (ناشی از عوامل کنترل-نشده) به کار گرفته می‌شوند. با کاهش تنوع مواد خوراکی (مثلا خرید از یک منبع واحد) یا پایش دقیق کیفیت مواد خوراکی خریداری‌شده می‌توان حاشیه‌های اطمینان را کاهش داد یا حذف نمود. به علاوه، تنوع را می‌توان با توزین و بسته‌بندی دقیق و مخلوط کردن کامل به طور فزاینده‌ای کاهش داد.

نگاهی به نقاط فشار بیندازید: اعمال قید روی یک ماده خوراکی یا ماده مغذی می‌تواند تنزیل قیمت بالایی داشته باشد که ممکن است توسط خود مختصات و یا خطایی در ماتریکس ایجاد شده باشد. لازم است ماتریکس برای این مواد مغذی محدودکننده ارزیابی شود و مقادیر آنها باید در دامنه خطای مجاز باشد.

مواد خوراکی

از همه مواد خوراکی استفاده کنید: مهم‌ترین مفهوم جیره‌نویسی تامین مواد مغذی (به جای مواد خوراکی) برای حیوان است. مواد خوراکی ابزار فراهم کردن مواد مغذی قابل‌هضم در سطوح صحیح هستند. همیشه فرآیند جیره-نویسی را با انتخاب تعداد زیادی مواد خوراکی شروع کنید، شامل محصولات جانبی غیرمعمول، مواد خوراکی خالص مانند اسیدهای آمینه و هر گزینه دیگری که در دسترس است. باید در ذهن داشته باشید که تعداد زیاد مواد خوراکی مدیریت کارخانه را دشوار می‌کند و یکی از مسیر-هایی است که سرمایه مورد نیاز برای کار را افزایش می-دهد. به علاوه، مشخص نبودن ترکیب واقعی مواد خوراکی غیرمتداول می‌تواند چالش ایجاد کند.

مواد خوراکی باید مورد تایید باشند: همه مواد خوراکی باید از لحاظ پارامترهای کیفی مانند محتوا و تنوع مواد مغذی، شکل فیزیکی ماده خوراکی و ارزش زیستی آنها مورد تایید باشند. حیاتی است که نه تنها کشور بلکه کارخانه تامین‌کننده نیز مشخص باشد. احتمالا کیفیت پایین مواد خوراکی بزرگ‌ترین دلیل واحد خسارت‌های ناشی از خوراک است.

هنگام جیره‌نویسی از قیمت‌های صحیح استفاده کنید: اگرچه بحث در این مورد باز است، بهتر است که در جیره‌نویسی از قیمت‌های **جایگزین** مواد خوراکی استفاده شود. برای مثال، چنانچه قیمت یک ماده خوراکی به طور ناگهانی افزایش یابد: ۱) احتمال دارد که عرضه آن ماده خوراکی محدود شود و ۲) ارزش آنچه شما از آن ماده

[1]. Stealing out of the bag

خوراکی در انبار دارید به مراتب بالاتر از آن چیزی است که قبلا بوده است. در صورت استفاده از قیمت پایین‌تر، خطر استفاده بیش از حد از یک منبع نایاب گران‌قیمت وجود دارد و بالعکس.

مواد خوراکی مناسب را در جیره مناسب استفاده کنید: در شرایط تجاری، ممکن است مواد خوراکی به صورت محدود عرضه شوند یا خیلی گران باشند. بنابراین، متخصصین تغذیه باید تصمیم بگیرند که بهترین جا برای استفاده از این مواد خوراکی محدود کجاست. به عنوان مثال، اگر عرضه سویای پرچرب محدود شود دلیلی برای استفاده از آن در جیره‌های آغازین جوجه گوشتی و مرغ تخم‌گذار وجود ندارد - بلکه استفاده از آن در جیره‌های رشد و پایانی متراکم جوجه‌های گوشتی اولویت دارد. استفاده از شیوه‌های مولتی‌میکس از کار حدسی جلوگیری می‌کند. روش‌های مولتی‌میکس امکان بهینه‌سازی دامنه کاملی از جیره‌ها را با در نظر گرفتن هم‌زمان حجم نسبی همراه با دسترسی و قیمت مواد خوراکی فراهم می‌کنند. همچنین روش‌های مولتی‌میکس به صاحب کارخانه خوراک تصویری کلی از تجارت ارائه می‌دهند و امکان توسعه راهبردهای هدفمند خرید مواد خوراکی را ایجاد می‌کنند. تجربه نشان داده است که استفاده از مولتی‌میکس کل هزینه خوراک را ۲ تا ۳ درصد کاهش می‌دهد.

از دامنه داده‌ها استفاده کنید: برنامه‌های جیره‌نویسی اغلب دامنه‌ای از قیمت‌های مواد خوراکی را نشان می‌دهند که در آن دامنه، قیمت فرمول نوشته‌شده را تغییر نمی‌دهند. متخصص تغذیه می‌تواند از این اطلاعات برای تصمیمات خرید و جیره‌نویسی استفاده کند و ممکن است استفاده از شکل‌هایی از ارزیابی پارامتری در این مورد مفید باشد. ارزیابی پارامتری شیوه‌ای است که می‌توان با استفاده از آن تعدادی جیره در دامنه‌ای از قیمت‌ها نوشت. می‌توان از این اطلاعات برای ترسیم منحنی‌های عرضه مرحله‌ای استفاده کرد. بدین ترتیب می‌توان اثر تغییر قیمت روی یک جیره مشخص و کل مجموعه کارخانه خوراک را به روشنی مشخص کرد.

> **نکته**
> سیستم جیره‌نویسی را با اعمال محدودیت‌ها و قیدهای اضافی دشوار نکنید. ساده برخورد کنید.

جنبه‌های تغذیه‌ای

از مختصات خوراک صحیح استفاده کنید: از نظر عملی، متخصصین تغذیه با چالش انتخاب خوراک‌های مورد استفاده در تغذیه مواجه می‌شوند. شرکت‌های اصلاح‌نژاد (آنهایی که ژنوتیپ‌ها را برای استفاده ما فراهم می‌کنند) مقادیری را منتشر می‌کنند اما استفاده از این مقادیر راه را بر به حداکثر رسیدن درآمد می‌بندد و همچنین استفاده از این مقادیر در شرایط محلی به سادگی امکان‌پذیر نیست. دیگر منابع شامل منابع علمی اخیر و استانداردهای قدیمی مانند NRC (۱۹۹۴) است. این منابع نیز کمتر چاره‌ساز هستند، زیرا متخصصین تغذیه یا به دنبال سطحی از عملکرد حیوان هستند که منجر به حداکثر سودآوری می‌شود یا نوشتن جیره‌هایی که به شرکت آنها اجازه می‌دهد در فضای بازار رقابت کند. همه تصمیمات در رابطه با مختصات تغذیه‌ای جیره باید با در نظر گرفتن این دو نکته اخذ شود.

افزودنی‌های خوراکی را به دقت ارزیابی و استفاده کنید: دامنه گسترده‌ای از افزودنی‌های خوراکی در بازار موجود است و آنها را نباید نادیده گرفت. یک مثال خوب از افزودنی‌های جدید فیتاز است که امکان کاهش سطوح فسفر را در جیره فراهم می‌کند و صرفه‌جویی قابل‌توجهی در هزینه‌ها ایجاد می‌کند.

از مواد مغذی هدفمند استفاده کنید: هزینه‌ها را می‌توان با

استفاده از الگوهای مناسب مواد مغذی در هنگام جیره-نویسی کاهش داد. نوشتن جیره‌ها بر اساس اسید آمینه قابل‌هضم در حال حاضر عملی شده است. این کار باعث ذخیره پول می‌شود و امکان استفاده از مواد خوراکی جایگزین را آسان‌تر و قابل پیش‌بینی‌تر (از نظر عملکرد حیوان) می‌کند. این کار امکان تعیین و تامین دقیق‌تر نیازهای مواد مغذی حیوان را نیز فراهم می‌کند. استفاده از سیستم‌های پیشرفته‌تر انرژی منجر به صرفه‌جویی بیشتر خواهد شد.

از جیره‌های کافی استفاده کنید: استفاده از تعداد مناسب مرحله (فاز) تغذیه‌ای امکان برآورده شدن تغییرات نیاز-های مواد مغذی حیوانات همگام با حرکت آنها به سمت بلوغ را فراهم می‌کند. تغذیه مرحله‌ای از عرضه کمتر و بیشتر از حد پروتئین و انرژی در مراحل مختلف زندگی جلوگیری می‌نماید. افزایش تعداد مراحل منجر به کاهش هزینه‌های خوراک و بهبود عملکرد حیوان می‌شود. با این حال، افزایش تعداد جیره‌های مورد استفاده در مزرعه باعث ایجاد مشکلات مدیریتی بیشتر و احتمال افزایش بروز اشتباه می‌شود.

از تراکم صحیح مواد مغذی استفاده کنید: جیره‌هایی که حاوی تراکم بالای مواد مغذی (انرژی و اسید آمینه بالا) هستند اغلب موجب رشد بهتر و عملکرد تکنیکی بهتر می‌شوند. با این حال، این جیره‌ها ممکن است همیشه موجب سودمندترین سیستم تولید نشوند و بنابراین ضروری است که مقدار افزایش عملکرد در مقایسه با هزینه خوراک در نظر گرفته شود. از این رو، ماده مغذی بهینه باید در هر سیستم تولید تعریف شود.

قیدهای پروتئین خام را کاهش بدهید: قید پروتئین NRC (۱۹۹۴) برای جیره آغازین بوقلمون ۲۸ درصد است که می‌تواند با خیال آسوده چندین درصد کاهش پیدا کند. همین مورد برای مرغ‌های تخم‌گذار هم مصداق دارد (جداول ۹-۱۵ و ۹-۱۶). مختصات پروتئین جیره جوجه-های گوشتی نباید به میزان قابل‌توجهی کاهش یابد زیرا تحقیقات جاری نشان می‌دهد که یک نیاز معین پروتئین به فراخور سطح لیزین وجود دارد.

سطوح کلسیم و فسفر را ارزیابی کنید: از نگاه تغذیه‌ای، کلسیم و فسفر با یکدیگر در نظر گرفته می‌شوند. فشار فزاینده‌ای برای کاهش دفع فسفر از طریق فضولات حیوانی وجود دارد و در نتیجه تحقیقات بسیار زیادی در این حوزه در حال انجام است. دلایل مناسبی برای کاهش سطوح کلسیم و فسفر در جیره‌ها وجود دارد. با این حال، داده‌هایی که اخیرا توسط شرکت‌های اصلاح‌نژاد منتشر شده در تضاد با این یافته‌ها است و اغلب شرکت‌ها توصیه-های خود را افزایش داده‌اند. این جنبه ویژه با توجه به افزایش فزاینده قیمت فسفات خوراک حتی تاثیرگذارتر شده است.

> **نکته**
> برنامه‌نویسی خطی به رغم محدودیت‌هایش هنوز بهترین شیوه‌ای است که ما برای جیره‌نویسی در دسترس داریم.

داستان حداقل قیمت

اغلب از جیره‌نویسی بر اساس حداقل قیمت به عنوان ابزاری در دست متخصصین تغذیه نه تنها برای کاهش قیمت خوراک بلکه همچنین به طور ضمنی برای کاهش ضرر پرورش‌دهنده طیور یاد می‌شود. مطمئنا هیچ تولید-کننده خوراکی علاقه ندارد که به طور دانسته باعث ضرر مالی مرغدار شود. همه تجربیات و مهارت‌های متخصص تغذیه صرف ساختن ماتریکس مورد استفاده، مختصات خوراک و سطح استفاده از مواد خوراکی مختلف در جیره می‌شود. در واقعیت، برنامه‌های حداقل قیمت تنها ابزاری

هستند که می‌توان از آنها برای انجام دقیق ریاضیات پیچیده مورد نیاز برای جیره‌نویسی استفاده کرد.

اگرچه نوشتن جیره‌های مناسب حائز اهمیت است اما احتمالا تنها ۱۵ تا ۲۰ درصد برنامه تغذیه را شامل می‌شود. چیس[1] (۱۹۹۳) اعتقاد دارد که چهار جیره مختلف به حیوانات ارائه می‌شود که عبارتند از:

- *جیره‌ای که نوشته می‌شود*: جیره تنظیم‌شده تنها به اندازه اطلاعات مورد استفاده برای نوشتن آن صحیح است.
- *جیره‌ای که مخلوط می‌شود*: شیوه‌ای که مواد خوراکی مختلف با یکدیگر آمیخته می‌شوند و بسته نهایی را ایجاد می‌کنند به وضوح حائز اهمیت فراوانی است. ممکن است کارایی میکسر نیز در اینجا نقشی ایفا کند.
- *خوراکی که توزیع می‌شود*: به روشنی، مهم‌ترین مشکل توزیع نامناسب جیره به یک گروه مشخص از حیوانات است. با این حال، در مورد جیره‌های آردی تفکیک اجزای خوراک در سیستم‌های انتقال و توزیع نیز می‌تواند نقش مهمی بر جا بگذارد به ویژه در خوراک‌هایی که کلسیم آنها بالا است.
- *جیره‌ای که واقعا خورده می‌شود*: عوامل متعددی مصرف خوراک را تحت تاثیر قرار می‌دهد، احتمالا طراحی دانخوری و تعداد پرنده به ازای هر دانخوری مهم‌ترین نقش را در این مورد دارند اما مواردی نظیر سالن، مدیریت و به ویژه سلامتی پرنده نیز تاثیرگذار هستند.

نکات کلیدی

۰۱

جیره‌نویسی ابزاری است که متخصصین تغذیه از طریق آن علم خود را به عمل می‌گمارند؛ تجربه مهم‌ترین است.

۰۲

جیره‌نویسی موثر تنها در صورتی حاصل می‌شود که متخصص تغذیه شناختی از سیستم تولید مورد استفاده، مواد خوراکی در دسترس و فشارهای اقتصادی واردشده به سیستم داشته باشد.

۰۳

جیره‌نویسی اغلب با استفاده از نرم‌افزارهای مبتنی بر برنامه‌نویسی خطی انجام می‌شود، اگرچه ممکن است مدل شبیه‌سازی نیز مورد استفاده قرار بگیرد.

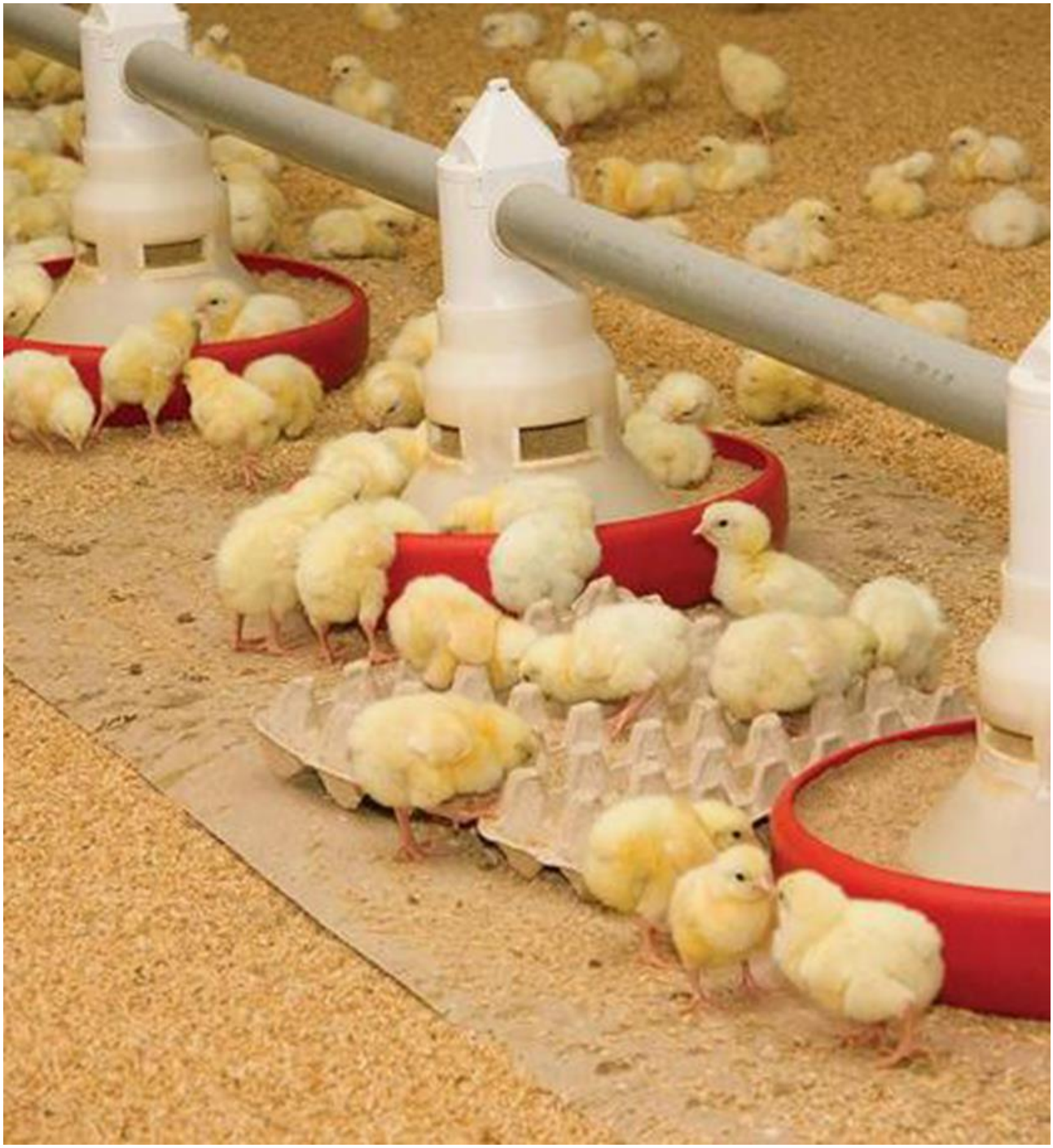
۰۴

اطلاعات تجاری حیاتی مستخرج از سیستم‌های جیره‌نویسی را می‌توان برای اهداف خرید و برنامه‌ریزی استفاده نمود.

۰۵

برای ارزیابی یک جیره نوشته‌شده باید دستی در این کار داشت (با استفاده از برنامه‌نویسی خطی). سیستم جیره‌نویسی بد وجود ندارد – تنها متخصص تغذیه بد داریم. متخصصین تغذیه خوب مطمئن می‌شوند که جیره‌ای که آنها نوشته‌اند آن چیزی است که به مصرف حیوان می‌رسد.

[1]. Chase



فصل ۱۷: تضمین کیفیت و خوراک طیور

حفظ پارامترهای کیفی متعارف در خوراک طیور از این جهت مهم است که به دستیابی به اهداف تولیدی کمک می‌کند. به علاوه، از آنجایی که خوراک حیوانات بخشی از زنجیره غذایی انسان را تشکیل می‌دهد، کنترل کیفیت آن در حفظ امنیت غذایی انسان حائز اهمیت است.

حامیان طلایی

ایده پردازان خوراک آریان

شرکت پگاه جهان نما

شرکت مهر بیستون

شرکت جوانه خراسان

شرکت آرونا

شرکت افزودنیهای ایتوک فردا

حامیان نقره‌ای

کیوان مرغ پر طلای مهاباد

شرکت کیمیا دارو مهر

حامیان برنزی

تهران مکمل پارس

گروه دانش بنیان مگافراور

حفظ کیفیت نه تنها از نگاه عملکردی بلکه به دلایل اقتصادی نیز برای هر مجموعه طیور حیاتی است. به علاوه، تولیدکنندگان خوراک و پرورش‌دهندگان طیور پی برده‌اند که صنایع آنها بخشی حیاتی از زنجیره غذایی انسان است و مساله امنیت غذایی اهمیتی دوچندان پیدا کرده است. در آفریقای جنوبی اتحادیه صنایع خوراک دام (AFMA[1]) شعار **خوراک دام ایمن غذای ایمن** را پیشه کرده است که نشان می‌دهد صنعت خوراک دام چقدر جدی این مسئولیت را پذیرفته است.

> ■ **نکته**
> برای آنکه یک برنامه تضمین کیفیت درست بچرخد باید توسط مدیریت ارشد اجرا شود.

مدیران ارشد باید برنامه تضمین کیفیت را در قالب یک چهارچوب مشخص در تشکیلات خود پیاده و کلیه بخش‌های کارخانه را ملزم به رعایت این چهارچوب کنند. در حقیقت، تجربه نشان داده که بعید است که بدون هدایت مدیریت ارشد فرآیند تضمین کیفیت موثر واقع شود. تضمین کیفیت یک فرآیند ساده نیست و در صورت عدم کنترل به سرعت ناکارآمد خواهد شد، دقیقا به همان شکلی که جریان پول نقد نیازمند مدیریت است. تضمین کیفیت فرآیند تایید و تعیین این موضوع است که آیا محصولات یا خدمات ارائه‌شده انتظارات مشتریان را برآورده می‌کنند (و یا بالاترند). این فرآیند دربرگیرنده تمامی مراحل طرح، توسعه، تولید و خدمات است. یکی از ابزارهای محبوب مورد استفاده در این فرآیند چرخه شوهارت[2] است که توسط دکتر ادوارد دمینگ[3] توسعه یافت. این چرخه شامل چهار مرحله است: **برنامه**[4]، **اجرا**[5]، **کنترل**[6]، **اقدام**[7] (باکا – PDCA)

- برنامه: مشخص کردن اهداف و راهبردها برای دستیابی به نتایج مطلوب ضرورت دارد.
- اجرا: پیاده‌سازی راهبردهای برنامه‌ریزی‌شده.
- کنترل: پایش و ارزیابی راهبردهای اجراشده به وسیله سنجش نتایج در مقایسه با اهداف مدنظر.
- اقدام: اعمال اقدامات ضروری برای بهبود نتایجی که نیاز به تغییر دارند.

باکا روش موثری برای کنترل تضمین کیفیت است، زیرا شرایط موجود و روش‌های مورد استفاده برای فراهم کردن محصولات یا ارائه خدمات به مشتریان را مورد تحلیل قرار می‌دهد. هدف اطمینان از القای کمال‌جویی به عنوان یک اصل اساسی در همه اجزای فرآیند است. همچنین تضمین کیفیت به تعیین تناسب اقدامات مورد استفاده جهت ارائه محصول یا خدمات با زمان و شرایط کمک می‌کند. برنامه‌های کنترل کیفیت سیستم‌های منفردی هستند که برای اطمینان از تامین دستورالعمل‌های برنامه تضمین کیفیت در بخش‌های مختلف فرآیند صنعت خوراک به کار گرفته می‌شوند.

تولید خوراک باکیفیت به معنی تولید محصولات کارآمدی است که به شکل صحیح و مطابق با برنامه به دست مشتری می‌رسند. محصولات باید یکنواخت و حاوی مواد مغذی مورد نیاز برای حیوانات جهت بروز عملکرد مناسب باشند. کارافزارهای مورد نیاز کارخانجات خوراک جهت دستیابی به این هدف عبارتند از:

- مواد (مواد خوراکی، سوخت، برق و غیره).
- ماشین‌آلات (سیستم‌های انتقال و توزیع خوراک،

---

1. Animal Feed Manufacturers Association
2. Shewhart
3. Edwards Deming
4. Plan
5. Do
6. Check
7. Act

تجهیزات انبار خوراک، تجهیزات آسیاب خوراک و غیره).

- افراد.
- روندها و شیوه‌نامه‌ها.

برنامه‌های کیفی باید این کارافزارها را به شکلی به کار بگمارند که همیشه بهترین جیره‌ها را تامین کنند و در عین حال مقدار مواد ناخواسته و سموم را به حداقل برسانند. یک برنامه تضمین کیفیت خوراک خوب هفت جزء اصلی دارد:

- کیفیت خوب مواد خوراکی.
- جیره‌نویسی.
- کنترل فرآیند.
- کیفیت خوراک نهایی.
- کنترل مواد سمی، شامل میکروارگانیسم‌های پاتوژن.
- امور اداری شامل نگهداری رکوردها، بدهکاران و بستانکاران.
- تحت نظر گرفتن بازخورد مشتریان.

برنامه‌های کنترل کیفیت از عناصر کلیدی هر سیستم تضمین کیفیت هستند که باید در هر بخشی از فرآیند ساخت خوراک اعمال شوند. یک برنامه تضمین کیفیت باید تمامی جنبه‌های فرآیند ساخت و نیز کمبودها و ازکارافتاد-گی‌های سیستم را مشخص، پایش و ردیابی کند (جدول ۱۷-۱).

یک برنامه تضمین کیفیت اهداف زیادی دارد که می‌توان آنها را به صورت زیر خلاصه کرد:

- جهت به حداکثر رساندن درآمد، باید خوراک مناسب با سندسازی مناسب و در زمان مناسب به واحد پرورش مناسب تحویل داده شود.
- مواد خوراکی باید با استانداردهای شیمیایی، زیستی و فیزیکی تعیین‌شده توسط ما همخوانی داشته باشند (به فصل ۱۳ مراجعه کنید).
- خوراک نباید حاوی هیچ ماده آلاینده یا سمی باشد.
- جیره‌نویسی باید درست انجام شود و جیره باید بر اساس فرمول تنظیم‌شده ساخته شود.
- خوراک باید به شکل مناسب مخلوط شود و تفکیک یا جداسازی خوراک در میکسر یا واحد پرورش نباید اتفاق بیفتد (و یا در کمترین حد باشد).
- خوراک نباید حاوی موادی نظیر سموم، داروها و آلود-گی‌های میکروبی باشد - که برای حیوان یا افراد مصرف‌کننده محصولات حیوانی مضر هستند.
- خوراک نباید به هیچ عنوان با آلودگی متقابل[1] [آلودگی متقابل فرایندی است که طی آن باکتری‌ها یا سایر میکروارگانیسم‌های مضر به طور غیرمستقیم از یک ماده یا یک شی به ماده یا شی دیگری انتقال می‌یابند؛ مترجمین] مواجه شود.
- کاهش یا از دست رفتن فعالیت مواد مغذی مانند ویتامین‌ها و افزودنی‌ها طی انبارداری یا فرآیند ساخت خوراک باید حداقل باشد.

اجزای برنامه تضمین کیفیت

یک برنامه تضمین کیفیت بخش‌های زیادی دارد (برنامه-های کنترل کیفیت مختلف) که هرکدام به طور مستقل کار می‌کنند و در عین حال زنجیروار به یکدیگر پیوسته‌اند.

> **نکته**
> خرید مواد خوراکی باید با آنچه متخصصین تغذیه از نظر کیفیت انتظار دارند مطابقت داشته باشد.

خرید مواد خوراکی

مواد خوراکی ۸۰ تا ۹۰ درصد هزینه جیره را در برمی‌گیرند و هرچه کارخانه خوراک بزرگ‌تر باشد این مقدار بیشتر می‌شود. به طور قابل توجیه، بخش اعظم تمرکز مربوط به خرید مواد خوراکی شامل اطمینان از این

[1]. Cross-contamination

جدول ۱۷–۱: اجزای کلیدی یک برنامه کنترل کیفیت و افراد مسئول اجرای آن

مسئولیت	کادر مسئول
خرید مواد خوراکی	متخصص تغذیه باید مقادیر، استانداردها و دامنه قیمت‌ها را تهیه کند. خریداران مواد خوراکی باید بررسی کنند که اقلام خوراکی مدنظر از نظر قانونی مجاز هستند. نیاز به گواهی آنالیز دارد. اداره لجستیک ورودی.
پذیرش و انبار کردن مواد خوراکی	بخش آسیاب خوراک (ورود و انبارداری مواد خوراکی). مدیریت چرخش انبار (معمولا اولین ورودی اولین خروجی است). کارکنان آزمایشگاه – بررسی کیفیت. کارکنان باسکول – وزن دقیق. کارکنان اداری – ثبت آمار مرسولات. پرداخت بدهی‌ها. سرآسیابان شیفت در کارخانه‌های خودکار – مسیرگزینی صحیح.
جیره‌نویسی	متخصصین تغذیه – نوشتن و بررسی صحت جیره‌ها. آزمایشگاه – فراهم کردن داده‌های مربوط به آنالیز مواد خوراکی. بخش اداری – فراهم کردن قیمت صحیح مواد خوراکی. گروه فروش – فراهم کردن مقدار فروش احتمالی. مدیر تولید (بررسی اجرای صحیح جیره نوشته‌شده).
اتاق پیش‌مخلوط	مدیر تولید – کنترل کلی. متخصص تغذیه – فراهم نمودن فرمول صحیح. متصدی پیش‌مخلوط – توزین صحیح مواد خوراکی صحیح برای هر جیره. اطمینان از عدم استفاده از مواد تاریخ گذشته.
کنترل فرآیند	مدیر تولید – استفاده از نسخه صحیح جیره. سرآسیابان شیفت – اطمینان از استفاده از فرمول صحیح و رعایت حدود مجاز در بسته‌بندی. گروه پیش‌مخلوط – ارسال پیش‌مخلوط‌های صحیح و استفاده صحیح از آنها.
محصول نهایی	مدیر تولید. سرآسیابان شیفت – مسیرگزینی صحیح. گروه بسته‌بندی – کیسه کردن و برچسب زدن صحیح. مدیر انبار – کنترل و چرخش انبار. گروه آزمایشگاه – بررسی ویژگی‌های آنالیتیک و فیزیکی. گروه توزیع – برچسب صحیح محصول.
ارسال	گروه لجستیک خروجی. بررسی بارگذاری محصول صحیح. کارکنان باسکول – بررسی وزن‌ها. گروه اداری – ارسال صورت‌حساب‌ها. راننده کامیون – رساندن محصول به محل صحیح. گروه ایمنی – بررسی نهایی محصولات، تشریفات اداری و وزن‌ها.
پس از ارسال	گروه فروش – پایش مصرف خوراک و عملکرد. متخصص تغذیه – تعدیل مختصات و یا مواد خوراکی در صورت نیاز. گروه اداری – جمع‌آوری پرداخت‌ها. بررسی رضایت مشتریان.
امنیت‌زیستی	متخصص تغذیه – کنترل کلی. اجرای صحیح برنامه کنترل سالمونلا. مدیر آسیاب – کنترل جوندگان و پرندگان وحشی. گروه توزیع – بررسی و اطمینان از تمیزی و ضدعفونی کردن وسایط نقلیه.

است که قیمت پرداخت‌شده برای آنها رقابتی‌ترین قیمت باشد. خریداران همچنین باید به یاد داشته باشند که متخصصین تغذیه انتظار دارند که مواد دارای کیفیت مناسب خریداری و دریافت شود و اینکه کیفیت مواد خوراکی را نمی‌توان بعد از رسیدن آنها به کارخانه بهبود داد.

مواد خوراکی عامل ۷۰ درصد تنوع جیره‌ها هستند. مقدار پروتئین و کربوهیدرات مواد خوراکی می‌تواند تا حدود ۱۵ درصد متغیر باشد. دانه‌ها ۸۰ درصد از انرژی و ۳۵ درصد از اسیدهای آمینه در حالی که سویاها تا حدود ۳۰ درصد از انرژی و ۷۵ درصد از اسیدهای آمینه را تامین می‌کنند. بنابراین، مواد خوراکی عمده باید عامل یکنواختی جیره باشند. محصولات جانبی تنوع بیشتری دارند. خرید از یک تامین‌کننده یا منبع شناخته‌شده منطقی است، با توجه به اینکه مواد خوراکی ارزان‌تر هزینه‌های پنهان ایجاد می‌کنند. کیفیت مواد خوراکی همیشه با قرارداد خرید آغاز می‌شود. مختصات محصول باید همیشه در قرارداد مشخص و محصول تامین‌شده باید از نظر قانونی قابل‌استفاده باشد. موارد زیر از جمله نکاتی هستند که ممکن است نیاز به تصریح در قرارداد خرید داشته باشد:

- موقع خرید دانه‌ها همیشه درجه آنها را معین کنید.
- مقدار دقیق یک ماده خوراکی نیاز است.
- تراکم حجمی و شکل فیزیکی (برای مثال پودر یا پلت) ماده خوراکی نیز باید معین شود.
- آنالیز مواد مغذی و روش قابل‌قبول آنالیز هم ضرورت دارد.
- جریمه‌های عدم تطبیق باید مشخص باشد. بهترین کار رد کردن (برگرداندن) محموله ماده خوراکی است، اما این کار همیشه میسر نیست.

کیفیت مواد خوراکی دریافت‌شده توسط یک کارخانه خوراک می‌تواند به خوبی منعکس‌کننده کیفیت مدنظر شما برای تامین‌کنندگان باشد. بنابراین اهمیت فراوان دارد که آنها بدانند کیفیت برای شما یک اولویت است. مدیر تدارکات ورودی باید اطمینان حاصل کند که وسایل حمل‌ونقل استفاده‌شده تمیز و عاری از آلودگی هستند. واضح است که باید از به‌کارگیری کانتینر مورد استفاده برای انتقال ضایعات صنعتی اجتناب کرد.

> **نکته**
> هر سازمانی باید یک برنامه تجزیه‌وتحلیل از پیش تعیین‌شده داشته باشد.

پذیرش مواد خوراکی

معمولا نقطه پذیرش اولین نقطه تماس شرکت با مواد خوراکی خریداری‌شده و همچنین اولین خط دفاعی در کنترل کیفیت است. لازم است وزن دریافتی بررسی و نمونه بدون خطایی از هر بار برداشته شود. اطلاعات زیر باید همراه با نمونه به آزمایشگاه ارائه شود:

- مشخصات تماس.
- شماره سری ساخت.
- مشخصات وسایط نقلیه.
- نوع نمونه.
- روز نمونه‌برداری.
- محل نمونه‌برداری (کیسه، کامیون، سیلو و غیره).
- روش نمونه‌برداری.
- آزمایشات مورد نیاز روی نمونه.

به محض اینکه نمونه برداشته شد، باید از نظر ظاهر تحت بررسی قرار بگیرد و نتایج آن یادداشت شود (پیوست B را ببینید). اغلب انگاره خوبی است که یک نمونه مرجع به کارکنان داده شود تا بتوانند کیفیت ماده ورودی را در مقایسه با آن بررسی کنند. جدول ۱۷-۲ دستورالعمل‌هایی را در رابطه با آنالیزهای آزمایشگاهی مورد نیاز ارائه کرده است.

مدیر انبار باید اطمینان حاصل کند که مواد خوراکی ورودی به شکلی ذخیره شوند که مواد قدیمی‌تر زودتر از مواد خوراکی جدید استفاده شوند (قاعده اولین ورودی/اولین خروجی). وقتی که مواد به صورت فله‌ای انبار می‌شوند، مسئول شیفت باید مطمئن شود که هر محصول در مخزن، بونکر یا سیلوی مربوط به خود ذخیره شده است. از نظر اداری، سندسازی مناسب در رابطه با مقدار ماده خوراکی دریافتی، تامین‌کننده آن، قیمت قرارداد (و اینکه آیا این قیمت شامل هزینه‌های حمل‌ونقل بوده یا خیر؟) و بالاخره شرایط قرارداد (پرداخت چگونه و کی باید صورت بگیرد؟) ضرورت دارد.

جیره‌نویسی

متخصصین تغذیه و سیستم جیره‌نویسی نقطه مرکزی بسیاری از اجزای فرآیند تضمین کیفیت را تشکیل می‌دهند. با این حال، حتی اگر متخصص تغذیه جیره‌های عالی بنویسد اما حلقه دیگری از زنجیره تضمین کیفیت پاره شود نتایج مایوس‌کننده خواهد بود.

نقطه آغاز فرآیند جیره‌نویسی مشخص کردن اقلام خوراکی در دسترس، قیمت‌ها و محتوای مواد مغذی آنها است. متخصصین تغذیه باید مقادیر ماتریکس خود را بر اساس پروتئین، چربی، فیبر، خاکستر و رطوبت مواد خوراکی تنظیم کنند.

متخصص تغذیه باید تصمیم بگیرد که کدام مختصات باید استفاده شوند. این عمل برآیندی از هزینه، عملکرد مورد انتظار و نفوذ تجاری (چه کسانی قرار است این جیره را بخرند) است.

تخصیص مواد خوراکی باید بهینه باشد. شناخت مواد خوراکی مورد نیاز و قیمت مواد خوراکی جایگزین بخش مهمی از وظایف متخصص تغذیه است. احتمالا برای واحد-های کوچک تولید خوراک یک برنامه جیره‌نویسی تک‌برد (مانند سینگل‌میکس®) کافی باشد. اما در صورت تولید محصولات بیشتر و قابل‌توجه بودن حجم‌ها، یک سیستم جیره‌نویسی چندبرد مانند مولتی‌میکس® فرآیند را موثر-تر می‌کند.

قبل از آنکه دستورات ساخت برای اتاق پیش‌مخلوط یا سیستم کنترل فرآیند مشکل ایجاد کنند باید به دقت برای خطاهای احتمالی بررسی شوند. این کار را می‌توان به صورت دستی انجام داد اما برنامه‌هایی مانند بیو-سکوریتی®[1] می‌توانند حداقل بخشی از این فرآیند را به صورت خودکار انجام بدهند.

یکی از مهم‌ترین بخش‌های آنچه متخصص تغذیه باید انجام بدهد نگهداری و ثبت نسخه‌های مختلف جیره استفاده‌شده است. این کار برای ردیابی ضروری است.

یکی از بخش‌های مهم تضمین کیفیت که متخصصین تغذیه می‌توانند در آن وارد شوند، اما به ندرت صورت می‌گیرد، محاسبه مقادیر تئوری استفاده از مواد خوراکی و مقایسه آنها با مقادیر واقعی موجود در انبار است. این کار در تشخیص مشکلات متنوعی مانند افت بار یا خطاهای توزین قابل‌استفاده است.

> ■ **نکته**
> دقت و قابلیت ردیابی در انبار پیش‌مخلوط دارای اهمیت صدچندان است.

انبار پیش‌مخلوط

انبار کردن پیش‌مخلوط بخش کوچکی از فرآیند ساخت خوراک را در برمی‌گیرد اما برای موفقیت حیاتی است. نه تنها برخی از اجزای سازنده پیش‌مخلوط مانند داروها یا آنزیم‌ها، به رغم مقادیر اندک خود، نقش مهمی در بروز عملکرد حیوان ایفا می‌کنند بلکه به علاوه این اجزاء خیلی گران هستند. اگرچه استفاده کمتر از حد آنها باعث

[1]. Bio-security®

آسیب‌های مالی می‌شود اما از نظر تاثیر روی عملکرد حیوان استفاده بیش از حد آنها می‌تواند حتی بیش از این هزینه ایجاد کند. مواردی وجودی دارد که استفاده بیش از حد آنها به حیوان هدف نیز آسیب می‌زند (مانند داروی بیش از حد). قابلیت ردیابی در اتاق پیش‌مخلوط ضروری است (حتی اگر از نظر قانونی اجباری نباشد). برای مثال، باید مشخص باشد که کدام بسته دارو وارد کدام بسته خوراک شده است و نیز باید از اضافه شدن اجزایی که به صورت دستی افزوده می‌شوند به همه بسته‌های خوراک اطمینان حاصل کرد. بهترین راه برای حذف خطاها در اتاق پیش‌مخلوط اطمینان از این است که همه مواد خوراکی بارکد خورده باشند. ترازوهای الکترونیک می‌توانند طوری برنامه‌ریزی شوند که تنها مواد دارای بارکد صحیح را بپذیرند. خطاهای توزین باید تا حد امکان کوچک باشد. یکی از ساده‌ترین راه‌ها برای این کار توزین مقادیر بیشتر و مخلوط کردن آنها با تعداد بیشتری بسته است: برای مثال، به جای ۳۰۰ گرم دارو برای یک بسته، ۳۰۰۰ گرم برای ۱۰ بسته وزن شود.

کنترل فرآیند

کنترل فرآیند دربرگیرنده هر فعالیت دخیل در بسته-بندی، مخلوط کردن، آماده‌سازی و انتقال خوراک به مکان-های مختلف ذخیره‌سازی است. در گذشته این کار اغلب به صورت دستی انجام می‌شد اما امروزه کارخانه‌های کمی هستند که شکلی از کنترل کامپیوتری را استفاده نکنند. مدیر تولید و سرآسیاب شیفت مسئول حرکت کارخانه هستند. حوزه‌های خاص مسئولیت آنها دربرگیرنده موارد زیر خواهد بود:

- اطمینان از اینکه نسخه صحیح هر جیره‌ای ساخته می-شود.
- اطمینان از اینکه پیش‌مخلوط صحیح اضافه می‌شود (اغلب به صورت دستی اضافه می‌شود). سیستم بارکد به جلوگیری از بروز خطا در اینجا کمک می‌کند.
- تمام بسته‌ها باید برای خطای وزن‌کشی بررسی شوند و پایگاه داده تمام این اطلاعات باید به شکل صحیح نگهداری شود.
- مطمئن شوید که همه ترازوها به صورت مرتب، با وزن‌های مرجع، استاندارد و به صورت هفتگی تمیز شوند. کالیبراسیون ترازو باید طبق یک برنامه و توسط یک شخص باتجربه انجام شود.
- اهمیت زیادی برای جداسازی خوراک قائل شوید و با شستن ته‌مانده خوراک‌ها امکان وارد شدن خوراک-های حاوی دارو به خوراک‌های بدون داروی بعدی را به حداقل برسانید.
- احتمالا پلت کردن و سرد کردن پلت پیچیده‌ترین فرآیندهای کارخانه خوراک هستند. به طور پیوسته دمای آمایش (دمای کاندیشنر)، دمای پلت سردشده، میزان جذب رطوبت، بافت کرامبل و پایداری پلت (خرد شدن و کیفیت پلت) را بررسی کنید. این کار باید به صورت کمی انجام شود.
- رعایت اصول بهداشت و کنترل حیوانات موذی و حشرات: برنامه‌ای با جزئیات دقیق تهیه کنید که در آن مشخص شده باشد که چه چیزی باید در چه زمانی تمیز شود و فعالیت‌ها و وقایع را ثبت کنید.
- بونکرها، انبارها، کانتینرها و تانک‌ها باید به طور پیوسته شناسایی و تمیز بشوند. نقاله‌ها، اوگرها، پایه‌ها، انتقال‌دهنده‌های سقفی و غیره باید عاری از رسوبات باشند. میکسرها را باید به صورت هفتگی برای اطمینان از آنکه محورها، پدال‌های نواری و پروانه‌ها در وضعیت تعمیر خوبی قرار دارند و عاری از رسوب هستند مورد بررسی قرار داد.
- زمان مخلوط کردن باید کافی باشد. این عمل می‌تواند

با استفاده از محصولاتی مانند میکروذره‌ها[1] یا دیگر آزمایشات انجام شود.

- یک برنامه و نظام رخدادانگاری نگهداری پیش‌گیرانه ایجاد کنید.
- اطمینان حاصل کنید که محصولات نهایی به محل‌های صحیح کارخانه ارسال شده است.
- هرگونه تغییری در هر بخشی از کل فرآیند باید ثبت شود به شکلی که امکان ردیابی مشکلات فراهم باشد.
- ساخت خوراک مناسب به تجهیزات مناسب نیاز دارد. مدیران تولید باید از اجرای برنامه نگهداری (برای مثال، روغن‌کاری و بلبرینگ) در کارخانه خود اطمینان حاصل کنند. تجهیزات باید در چهارچوب توصیه‌های سازنده بهره‌برداری شوند اما همیشه به ظرفیت مجاز خود دست یابند.

محصول نهایی

در انبار محصول نهایی، مدیر باید مطمئن شود که محصول به طرز صحیح و در وسیله نقلیه مناسب بارگیری می‌شود. میزان خرد شدن و قوام پلت را در حین این عمل بررسی و ثبت کنید. وقتی محصول کیسه شد، مطمئن شوید که برچسب صحیح می‌خورد و چرخش محصول در انبار به درستی صورت می‌گیرد. مسئول ارسال کالا باید یک نمونه ذخیره معرف از هر نوبت از هر محصول بردارد. سپس نمونه باید مورد آزمایش قرار بگیرد. در صورت انجام آنالیز طیف‌سنجی نزدیک مادون‌قرمز (NIR) می‌توان ارسال محصول را تا زمان حصول نتیجه آنالیز به تعویق انداخت. بسیاری از شرکت‌ها دو نمونه برمی‌دارند که یکی از آنها همراه با بار برای پرورش‌دهنده ارسال می‌شود.

ارسال

حائز اهمیت است که راننده نگاه روشنی از محل و زمان تحویل خوراک داشته باشد. اگر دستورالعمل‌های ویژه‌ای وجود دارد مطمئن شوید که روی رسید محصول چاپ شده باشند. قبل از حرکت، بخش انتظامات و نگهبانی باید مطمئن شود که همه وسایط نقلیه توزین و به درستی مهروموم شده‌اند و جز با اطمینان از انجام همه تشریفات اداری مربوطه به آنها اجازه ترک کارخانه را ندهد.

پس از ارسال

اغلب جنبه تضمین کیفیت خدمات پس از ارسال نادیده گرفته می‌شود. هیات مدیره خوب باید صحت انتقال صورت‌گرفته و مرتب بودن تشریفات اداری مربوطه را مورد بررسی قرار دهد. کارکنان فنی وظیفه دارند که عملکرد پرنده‌های مصرف‌کننده خوراک را بررسی کنند. آنها باید در درجه نخست اطمینان حاصل کنند که پرنده‌ها خوراک را به درستی مصرف می‌کنند. مدیریت دانخوری نقش مهمی در اینجا ایفا می‌کند، در عین حال، چنانچه اشتباهی در خوراک وجود داشته باشد پرنده‌ها از خوردن آن اجتناب خواهند کرد. متخصص تغذیه باید عملکرد نهایی هر پرورش‌دهنده را ارزیابی و در صورت نیاز نسبت به تغییر فرمول و مواد خوراکی مورد استفاده در جیره تصمیم‌گیری کند. یکی از بخش‌های مهم تضمین کیفیت نگه داشتن رکوردی از هر بازدید از هر مزرعه است. تنظیم نمونه‌ای از برگه بازدید بسیار مناسب خواهد بود. این کار از بخش‌های ضروری قابلیت ردیابی جامع مورد نیاز برنامه تضمین کیفیت هر کارخانه است.

امنیت‌زیستی

اعمال یک برنامه امنیت‌زیستی برای کاهش یا جلوگیری از انتقال پاتوژن‌های بالقوه مضر از کارخانه (از طریق خوراک) به پرنده‌های مصرف‌کننده خوراک ضروری است. به علاوه، این عمل از حلقه‌های مهم زنجیره امنیت غذایی انسان

[1]. Micro-tracers

است. این امر با اطمینان از مدیریت صحیح ساختمان، کنترل جوندگان و حیوانات وحشی، تمیز کردن و ضدعفونی کردن وسایط نقلیه و داشتن یک برنامه خوب **کنترل سالمونلا در محل** تحقق می‌یابد.

ابزارهای مورد نیاز برنامه تضمین کیفیت

همان گونه که قبلا ذکر شد، هر برنامه تضمین کیفیت یک فرآیند فعال است که جز با اعمال مدیریت با استفاده از ابزار صحیح کارایی خود را از دست خواهد داد.

> ■ **نکته**
> همه اعضای گروه مدیریت و کارکنان در تضمین کیفیت نقش دارند.

افراد

یک برنامه تضمین کیفیت تنها به خوبی افرادی است که آن را می‌چرخانند. به طور ایده‌آل، مدیران کیفی باید درک کنند که چرا کیفیت محصول مهم است، به صورت گروهی عمل کنند و قادر باشند همکاران خود را به حفظ استاندارد کیفی تشویق کنند. کارگران باید در آغاز کار آموزش داده شوند و به صورت دوره‌ای به آنها یادآوری شود که شغل آنها چه نقش مهمی در موفقیت کل فعالیت‌های کیفی ایفا می‌کند و چگونه نحوه عمل آنها با شرح وظایفشان مقایسه می‌شود. تعهد شرکت برای کیفیت باید توسط هر کسی از مدیران بالایی تا پایین‌ترین رده‌ها مورد حمایت قرار بگیرد. کارکنانی که سیاست شرکت در مورد کیفیت را دنبال نمی‌کنند باعث تضعیف برنامه خواهند شد. مدیرانی که مواد خوراکی دارای مختصات پایین‌تر از استانداردهای شرکت را می‌پذیرند این پیام را به کارکنان ارسال می‌کنند که استانداردهای کیفی مهم نیست. ارتباط منظم با کارکنان در رابطه با مسائل کیفی مهم است. همچنین آنها باید از تغییرات در فرآیند تولید و نتایج اختلال در کیفیت آگاه شوند.

> ■ **نکته**
> ارتباط منظم در مورد مسائل کیفی برای همه افراد ذی‌نفع حیاتی است.

شیوه اجرایی استاندارد

شاید مهم‌ترین بخش هر برنامه تضمین کیفیت نیاز به تنظیم شیوه‌های اجرایی استاندارد مدون قابل‌اجرا برای هر عملیات حیاتی در فرآیند ساخت خوراک باشد. این اسناد تصریح می‌کنند که هر فرد چه نقشی در دستیابی کارخانه به یک هدف معین ایفا می‌کند. اجرای شیوه‌نامه‌ها نیازمند اقداماتی است. شیوه‌نامه‌های اجرایی استاندارد باید در آموزش کارکنان جدید و فرآیند اعطای گواهینامه به اپراتورها گنجانده شوند و باید دربرگیرنده موارد زیر باشند:

- *ارتباط*: آیا شخص اجراکننده شیوه‌نامه شناخت کافی از انتظارات دارد؟ اگر شخص یا اشخاص دیگری مجبور باشند کار او را به عهده بگیرند آیا آنها از این انتظارات آگاهی دارند؟
- *شناخت*: آیا نحوه نظارت روی تجهیزات به وضوح مشخص است؟ آیا مواد خوراکی کیسه‌شده به طور واضح برچسب خورده و به یک شیوه منظم ذخیره شده‌اند؟
- *قابلیت ردیابی*: آیا شیوه‌نامه به شما امکان می‌دهد که مشکلات را تا رسیدن به منشأ آنها رهگیری کنید؟
- *صحت‌سنجی*: آیا نمونه‌های مورد نیاز جهت فراهم کردن امکان شناسایی منشأ مشکلات برداشته و ذخیره شده‌اند؟
- *رکوردها*: آیا همه رکوردها برداشته شده است؟ آیا

برداشتن رکوردهایی که قابل‌استفاده نیست (یا احتمالا قابل‌استفاده نیست) متوقف شده است؟ رکوردهای قابل‌استفاده باید در یک محل تمیز، امن و قابل-دسترس ذخیره شود.

- *ایمنی*: آیا شیوه‌نامه اجرایی استاندارد اصول ایمنی (قفل‌وبست ایمنی، جوازها و غیره) و تجهیزات حفاظتی مناسب مورد نیاز کارکنان را جهت تکمیل عملیات معین کرده است؟

■ **نکته**

اغلب امکانات و منابع آزمایشگاهی باید صرف حفظ کیفیت مواد خوراکی خریداری‌شده گردد.

آزمایشگاه

آزمایشگاه در دو و یا شاید سه محل وارد برنامه کنترل کیفیت می‌شود. اما باید بیشتر (برخی می‌گویند ۸۰ درصد) منابع خود را صرف اطمینان از تطابق مواد خوراکی ورودی به کارخانه نماید. معمولا منظور از تطابق همخوانی با استانداردهای تعیین‌شده توسط خود شرکت است اما باید شروط و قیود قرارداد خرید را نیز برآورده کند. در حال حاضر، بسیاری از کارخانجات هر محموله خوراک را قبل از ارسال آن آنالیز می‌کنند. سرانجام، ممکن است کارکنان بخش تولید از آزمایشگاه برای اندازه‌گیری جنبه‌های تولیدی دخیل در فرآیند ساخت خوراک استفاده کنند. چنین جنبه‌هایی می‌تواند شامل میزان خرد شدن مواد آسیاب-شده، ساختار و کیفیت پلت و حتی کیفیت مواد خوراکی در زمان مصرف باشد. یک سری موارد کلیدی وجود دارد که انتظار می‌رود در یک آزمایشگاه خوب اجرا شوند:

نمونه‌های ذخیره: در اغلب کشورها نگهداری نمونه‌هایی از همه خوراک‌های فراهم‌شده اجباری است و اینها نمونه‌های ذخیره نامیده می‌شوند. نمونه‌ها باید حداقل برای یک دوره سه‌ماهه نگه داشته شوند. نمونه‌های مواد خوراکی نیز باید نگهداری شوند. چگونگی برداشتن نمونه مهم است و دستورالعمل‌های زیر می‌تواند در این مورد به کار گرفته شود:

- از تجهیزات مناسب برای گرفتن نمونه استفاده کنید. یک میله نمونه‌برداری ساده می‌تواند برای برداشتن نمونه‌های خارج از کیسه استفاده شود. ابزارهای نمونه-برداری خودکار پیچیده‌تری وجود دارد که می‌توان از آنها برای نمونه‌برداری از توده محصولات اصلی (گندم، جو و غیره) استفاده کرد.
- برداشتن نمونه‌های **چنگک**[1] ساده ضروری است (۶ تا ۱۰ نمونه از هر محموله). هر چنگک باید وزنی حدود چند صد گرم داشته باشد. آنها باید با یکدیگر ترکیب و به شکل یک نمونه همنهشت مخلوط شوند. در این مرحله می‌توان نمونه را به هر تعداد نمونه همسان تقسیم کرد. نمونه همنهشت باید حدود ۵۰۰ گرم وزن داشته باشد (یک شیشه مرباخوری پر). [انواع مختلفی از نمونه‌بردارهای چنگکی در بازار وجود دارد که نحوه کارکرد آنها با توجه به نوع و دستور-العمل‌های اجرایی دستگاه متفاوت است. مهم‌ترین مزایای چنگک‌ها ارزان بودن، سهولت کاربرد و سرعت بالای آنها برای نمونه‌برداری فوری از تقریبا هر نوع بافت ریز و درشتی است؛ مترجمین].
- هر نمونه باید به طور مشخص تاریخ و برچسب بخورد (ادامه مطالب را ببینید).

جدول ۱۷-۲ آنالیزهای مورد نیاز را با فرض استفاده از آنالیز غربال‌گری NIR ارائه کرده است. اگر هدف ایجاد یک ماتریکس باشد، ممکن است انجام آزمایشات دیگری جهت تعیین سطح انرژی، ترکیب اسیدهای آمینه، ترکیب اسیدهای چرب ضروری و الگوی مواد معدنی مواد خوراکی ضروری باشد.

[1]. Grab sample

جدول ۱۷–۲: آزمایشات پیشنهادی مورد نیاز برای اهداف تضمین کیفیت

	درجه	رطوبت	پروتئین خام	چربی	فیبر	کلسیم	فسفر	سدیم	خاکستر	پختن	غربال پلت	فراوانی
مواد خوراکی												
ذرت	✓	✓	✓									هر محموله
ذرت روغنی	✓	✓	✓	✓								هر محموله
گندم	✓	✓	✓									هر محموله
سورگوم*	✓	✓	✓									هر محموله
کنجاله سویا		✓	✓									هر بار
سویای پرچرب		✓	✓	✓								هر بار
کنجاله آفتابگردان		✓	✓		✓							هر بار
ضایعات گندم		✓	✓		✓							هر بار
پودر ماهی†		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓			هر بار
پودر لاشه		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓			هر بار
پودر خون		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓			هر بار
ضایعات طیور		✓	✓	✓		✓	✓					هر بار
چربی‌ها‡		✓		✓								هر بار
نمک		✓				✓	✓	✓				گهگداری
سنگ آهک		✓				✓	✓					گهگداری
مونوکلسیم فسفات						✓	✓					گهگداری
دی‌کلسیم فسفات						✓	✓					گهگداری
پیش‌مخلوط‌ها§												گهگداری
اسیدهای آمینه#												گهگداری
محصولات نهایی												
مرغ‌های مادر¶			✓			✓	✓	✓	✓		✓	هر دوره هر بار
جوجه‌های گوشتی			✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓	هر بار هر بار
مرغ‌های تخم‌گذار			✓			✓	✓	✓	✓		✓	هر دوره هر بار

* سورگوم باید برای تعیین محتوای تانن نیز تحت آزمایش قرار بگیرد.

† پودر ماهی و دیگر محصولات حیوانی را برای آلودگی سالمونلا نیز بررسی کنید.

‡ چربی‌ها باید برای فساد، ناخالصی‌ها و ترکیبات غیرقابل‌صابونی نیز بررسی شوند.

§ آزمایش ویتامین‌ها دشوار است. مواد معدنی معینی (مثلا روی) را آنالیز کنید.

خلوص اسیدهای آمینه را نیز بررسی کنید. یک تست ساده پروتئین در این مورد توصیه می‌شود.

¶ طیف‌سنجی نزدیک مادون‌قرمز قادر به اندازه‌گیری دقیق مواد معدنی نیست و ممکن است دستگاه‌ها تنها خاکستر را بخوانند.

طیف‌سنجی نزدیک مادون‌قرمز (NIR): این تکنولوژی به حدی توسعه یافته است که هر کارخانه خوراک با هر اندازه‌ای می‌تواند یک دستگاه از آن را تهیه کند. همه انواع دستگاه‌های NIR باید با آنالیز نمونه‌های شناخته‌شده مواد خوراکی مختلف و محصولات نهایی کالیبره شوند. امکان فراهم آمدن فوری نتایج آنالیز NIR این تکنولوژی را به ابزاری ارزشمند برای کنترل کیفیت تبدیل می‌کند. این تکنولوژی برای آنالیز اجزای آلی مانند پروتئین، چربی و کربوهیدرات عالی است اما دقت آن برای اندازه‌گیری مواد معدنی مانند سدیم و کلسیم کمتر است. این نقص باعث می‌شود که تکنولوژی NIR نه به عنوان یک آزمایش کمی دقیق بلکه بیشتر به صورت یک آزمایش غربال‌گری طبقه‌بندی شود. یک دستگاه NIR باید مواد و محصولات نهایی مختلف را **فرا بگیرد** که بدین معنی است که این دستگاه‌ها باید با مقایسه خوانش‌های NIR و نتایج شیمی تر کالیبره شوند.

شیمی تر: شیمی تر روشی است که به طور مرسوم برای آزمایش مواد و محصولات خوراکی استفاده می‌شود. نتایج حاصل از آن دقیق هستند، اگرچه ممکن است اختلافاتی بین نمونه‌ها و آزمایشگاه‌ها وجود داشته باشد، اما این روش را می‌توان به عنوان یک روش دقیق و کمی ارزیابی کرد. ایراد آن این است که گران و زمان‌بر است اما کالیبره کردن NIR بدون این داده‌ها ممکن نیست.

آزمایشات فیزیکی: این آزمایشات (آزمون‌های کشش) و آزمایشات غربال (تست الک) برای اندازه‌گیری کیفیت پلت‌هایی که از کارخانه خارج می‌شوند و نیز درصد آردینه موجود در آن پلت‌ها مورد نیاز هستند. ممکن است برخی از گونه‌ها به مقداری سنگریزه نیاز داشته باشند – برای مثال، مرغ‌های تخم‌گذار و این مقدار باید اندازه‌گیری شود.

سنجش میکروسکوپی خوراک: این روش سریع‌ترین و عملی‌ترین روش تضمین کیفیت در صنعت خوراک دام است که می‌تواند برای بررسی مواد خوراکی خریداری‌شده و نیز خوراک نهایی تولیدی استفاده شود. اگرچه روش صحیحی نیست، اما نیروهای باتجربه می‌توانند با یک نگاه به مخلوط خوراک نظر صحیحی در رابطه با ترکیب آن ارائه بدهند. این روش می‌تواند به شکل موثری برای بررسی مواد خوراکی از نظر آلودگی‌ها استفاده شود. بنا به دلایلی تولیدکنندگان پودرهای رندر (ضایعات حیوانی) نیاز به کمی کنترل دارند و من از وجود پودر ماهی اطلاع دارم که حاوی ۳۰ درصد پودر ضایعات طیور است و پودر لاشه‌ای که حاوی کنجاله سویای سوخته است. ارزیابی میکروسکوپی می‌تواند در هر آزمایشگاهی با یک میکروسکوپ مناسب (دستگاه مجهز به دوربین دیجیتال بهتر است) و یک اپراتور آموزش‌دیده و باتجربه انجام شود (کاجارن و کاجارن[1]، ۱۹۹۹؛ کلین و مرکوآد[2]، ۲۰۰۵).

آزمایشات پختن: بررسی کفایت پخت محصولات سویا قبل از استفاده از آنها ضروری است. روش‌های مورد استفاده در فصل ۱۳ تشریح شده است.

آزمایشات ویژه: علاوه بر ارزیابی میکروسکوپی خوراک، آزمایشات فیزیکی دیگری هم وجود دارد که آزمایشگاه می‌تواند از آنها برای ارزیابی کیفیت مواد خوراکی استفاده کند. کاجارن و کاجارن (۱۹۹۹) در مورد آزمایشاتی مانند بررسی آلودگی‌های موجود در مواد خوراکی و آزمایشات فوری جهت بررسی آلودگی دارویی گزارش کرده‌اند.

آنالیز میکروبیولوژیک: نمونه‌برداری‌ها و آزمایشات مربوط به ارزیابی میکروبیولوژیک ساختمان‌ها و تجهیزات باید توسط یک شخص مناسب، متخصص و کارکشته انجام شود که بتواند در مواقع لزوم اقدامات ضروری را اعمال نماید. کنترل سالمونلا در خوراک (به ویژه در جیره‌های مادر) دارای اهمیت ویژه‌ای است (ادامه فصل را ببینید).

---

1. Khajaren
2. Klein and Marquard

نرم‌افزار آزمایشگاهی: آزمایشگاه‌های مدرن قادرند در یک مدت زمان کوتاه مقادیر زیادی داده تولید کنند، اما چنانچه این داده‌ها به طور دقیق مدیریت نشود، از ثبت هر نمونه گرفته تا نصب برچسبی جهت تحلیل داده‌ها و مقایسه روندها، بیشتر استفاده آزمایشگاه از بین خواهد رفت. هر آزمایشگاه باید یک پایگاه اطلاعات قابل جستجو داشته باشد. یک نظام آزمایشگاهی مناسب از اجزای ضروری هر برنامه ردیابی است (ادامه مطلب را ببینید).

رسیدگی به عدم انطباق

وقوع عدم انطباق و رسیدگی به آن حائز اهمیت است. ایجاد یک شیوه‌نامه عدم انطباق مدون و معتبر در هر تشکیلات ضروری است و باید شامل موارد زیر باشد:

- تشخیص بسته‌های/توده‌های متاثر.
- مستندسازی جهت مدیریت و ثبت محصولات غیر-منطبق (دارای مشکل).
- ارزیابی دلایل عدم انطباق.
- جداسازی بسته‌های/توده‌های متاثر.
- ارتباط با اشخاص یا گروه‌های دخیل در بروز اشتباه.
- اقدام پیش‌گیرانه یا اصلاحی برای اجتناب از تکرار عدم تطابق.

مسئولیت بررسی و حذف محصولات غیرمنطبق باید به شکل روشن تعریف شده باشد و همه موارد عدم تطابق مواد خوراکی یا محصولات تولیدی باید به صورت کامپیوتری ثبت شود. مشکل مواد خوراکی غیر منطبق (دارای مشکل) را باید به یکی از شیوه‌های زیر حل‌وفصل کرد.

- به عنوان ضایعات در نظر گرفته شوند.
- مجددا استفاده شوند (اگر خطر ندارد).
- با اخذ تخفیف از تامین‌کننده پذیرفته شوند (چنانچه در متن قرارداد خرید قید شده باشد).
- درجه‌بندی پایین‌تری به آنها داده شود (چنانچه استاندارد مورد نیاز برای استفاده در محصول خوراکی دیگری را برآورده می‌کنند).
- مشتریان داخلی را نباید نادیده گرفت. ارائه خدمات با کیفیت بالا به مشتریان داخلی می‌تواند توانایی شرکت را برای راضی کردن مشتریان خارجی بهبود بدهد.

قابلیت ردیابی

در صورتی که مدیر تضمین کیفیت قادر به یافتن و زیر نظر گرفتن مشکلات نباشد نظام تضمین کیفیت به درستی کار نخواهد کرد. خروجی همه فعالیت‌هایی که تاکنون بحث شد باید ذخیره شود و قابل بازیابی (ردیابی) باشد. برای مثال، فرمت اینترناسیونال[1] برنامه‌ای به نام تریسر®[2] دارد که همه اطلاعات مورد استفاده برای اجرای یک فرمول-بندی در هر زمان معین را ثبت می‌کند. سیستم‌های دریافت، کنترل فرآیند و ارسال باید اطلاعات مربوط به هر بسته، بار و یا محموله را ثبت کنند. خلاصه آنکه بدون قابلیت ردیابی برنامه تضمین کیفیتی وجود نخواهد داشت.

نکته

رضایت مشتری بخش مهمی از برنامه تضمین کیفیت است.

رضایت مشتری

نگه داشتن مشتری یکی از دلایل مهم موفقیت سازمان‌هایی است که موفق باقی می‌مانند. رضایت مشتری باید برجسته-ترین نکته در ذهن مدیریت ارشد، عوامل فروش، گروه بازاریابی، گروه تولید، منابع انسانی، سرپرست‌ها، اپراتور-ها و کارگران جزء کارخانه باشد. خلاصه آنکه هر عضوی

[1]. Format International
[2]. Tracer®

از مجموعه که به نوعی با مشتری (چه داخلی و چه خارجی) ارتباط داشته باشد نماینده‌ای رسمی برای تشکیلات خواهد بود. کیفیت هر و همه ارتباطات برای حفظ و ادامه رهبری شما به همه مشتریان ضروری است.

کارخانجات خوراک باید از یک سازوکار بازخورد [مانند صدای مشتری] برای زیر نظر گرفتن میزان رضایت مرغداران از کیفیت و نحوه توزیع خوراک، خدمات اداری، عملکرد تولیدی و حمایت‌ها و توصیه‌های انجام‌شده توسط کارکنان فنی استفاده کنند. سیستم‌هایی که به دقت اجرا می‌شوند قادر به تولید داده‌های کمی خواهند بود که می‌توان از آنها برای پایش موفقیت برنامه تضمین کیفیت و برنامه‌ریزی‌های آتی استفاده کرد. راه‌حل نباید ضرورتا روی مناطقی متمرکز باشد که رضایت آنها کمتر است و تعیین میزان اهمیت نیازهای مختلف حیاتی است. میزان رضایت در مناطقی که تعداد مشتریان زیاد است باید حداکثر باشد. یکی از روش‌های موثر برای توسعه هدفمند، تمرکز اولیه روی مناطقی است که شکاف‌های رضایتمندی بزرگ اما پر کردن آنها نسبتا ساده و ارزان است. این کار یک روش عالی برای بهبود سریع رضایت مشتری است و به مشتریان پیام می‌دهد که تغییرات در پی بازدیدها و یافتن ریشه مشکلات آغاز می‌شود. لازم است دلایل رضایت و عدم رضایت و نیز اولویت‌های کارخانه برای ایجاد بهبود مورد شناسایی قرار بگیرند. تلاش نکنید که چیزهای زیادی را به یک‌باره بهبود بدهید، زیرا ایجاد بهبودهای بزرگ و قابل‌توجه در موارد اندکی امکان‌پذیر است. غالبا بهبودهای کوچک به چشم مشتریان نمی‌آید و سطح رضایت آنها ثابت باقی می‌ماند.

نظارت خارجی

برای آنکه یک برنامه تضمین کیفیت قابل‌اعتماد باشد باید تحت بررسی دقیق یک ناظر خارجی (شخص مستقل) قرار بگیرد. روش‌های مختلفی برای دستیابی به این مهم وجود دارد اما همه آنها ضرورتا مستلزم نظارت یک مرجع استاندارد هستند. این مراجع نه تنها صحت کارکرد سیستم را بررسی می‌کنند بلکه مهر تاییدی بر فعالیت تشکیلات می‌زنند که می‌توان از آن برای نشان دادن رعایت استانداردها توسط مجموعه استفاده کرد. اغلب مراجع استاندارد بر انجام یک بازرسی سالانه جهت تمدید گواهینامه موسسات اصرار دارند. از مزایای فرعی نظارت شخص ثالث این است که تشکیلات آگاه می‌شود که یک بازرسی در آینده نزدیک وجود دارد و به اهمیت بهبود سیستم‌ها در دوره باقیمانده تا زمان بازدید بعدی پی می‌برد.

نکته

کنترل سالمونلا بخش مهمی از صنعت خوراک دام شده است.

کنترل سالمونلا

کنترل سالمونلا به دلیل تاثیری که این ارگانیسم بر سلامتی انسان و طیور دارد یکی از موارد کلیدی هر برنامه تضمین کیفیتی است. جونز (۲۰۱۱) یک مقاله مروری در مورد کنترل سالمونلا نوشته است که خواندن آن برای هر کسی که در صنایع خوراک یا طیور درگیر است ضرورت دارد. سالمونلا ممکن است تقریبا در هر جایی یافت شود و در دامنه وسیعی از مواد از محصولات کارخانه گرفته تا مدفوع ماندگار است. به علاوه، سالمونلا قادر است برای دوره‌های طولانی دوام بیاورد. این مساله به روشنی هم تشخیص و هم کنترل میکروارگانیسم در خوراک حیوان را دشوار می‌کند. مشخص شده است که نمونه‌برداری از گردوخاک موجود در مخازن ورودی مواد خوراکی، فیلترهای هوا و بخش‌های آسیاب و پلت کارخانه خوراک، همراه با

خوراکی که از دستگاه‌ها بیرون ریخته است و یا بقایای خوراک در مسیر خط تولید، در مقایسه با نمونه‌برداری مستقیم از خوراک روش موثرتری است. جمع‌آوری نمونه-ها به شیوه سترون برای جلوگیری از اشتباهات مثبت حائز اهمیت است.

در کنترل سالمونلا باید از تمامی ابزارهای موجود استفاده شود و تلاش پیوسته برای حصول کنترل بلندمدت ضروری است. کنترل باید دربرگیرنده پیش‌گیری از آلودگی، کاهش فرصت ارگانیسم برای تکثیر و کشتن خود پاتوژن باشد. آلودگی با خرید مواد خوراکی تمیز (وقتی میسر باشد)، کنترل سطوح گردوخاک و جلوگیری از انتقال گردوخاک از قسمت‌های کثیف به نقاط تمیز قابل‌پیش-گیری است. معمولا خود خوراک و آسیاب‌ها فاقد رطوبتی هستند که میکروارگانیسم‌ها برای رشد نیاز دارند، با این حال قطعات مرطوب جای امنی برای رشد سالمونلا فراهم می‌کنند و مسئولین خط تولید باید از این امر جلوگیری کنند. مشخص شده است که روغن‌ها و چربی‌ها میکرو-ارگانیسم‌ها را هم از محیط ناخوشایند و هم از اقدام کنترلی مورد استفاده، حفاظت می‌کنند.

سالمونلا می‌تواند به طور موثر توسط گرما کشته شود و گزارش شده است که سیستم‌های پلت کردن مقادیر ارگانیسم‌ها را بین ۵۰ تا ۹۳ درصد کاهش می‌دهند. اما زمان اعمال یک دمای مشخص و سطح رطوبت همگی نقشی در فرآیند پلت کردن و میزان از بین رفتن پاتوژن ایفا می‌کنند. مواد شیمیایی مورد استفاده برای کشتن سالمونلا در خوراک‌ها در درجه نخست عبارتند از مخلوط اسیدهای آلی و فرمالدهید که باید خوراک را از آلودگی مجدد حفظ کنند. با این حال، ممکن است کاهش سالمونلا در خوراک نیاز به گنجاندن سطح ۱ درصد و یا بالاتر از این مخلوط داشته باشد و ممکن است تخریب باکتری که در حال حاضر در خوراک وجود دارد مدت زمان زیادی طول بکشد. استفاده از سطوح بالای اسیدها پر هزینه است، باعث خوردگی آسیاب و تجهیزات دانخوری می‌شود، خوشخوراکی را تحت تاثیر قرار می‌دهد، با دسترسی ویتامین‌ها تداخل می‌کند و کارگران را در معرض خطر قرار می‌دهد.

نکات کلیدی

۰۱

حفظ کیفیت خوراک برای هر مجموعه پرورش طیور یا تولید خوراک حیاتی است. به علاوه، از آنجایی که خوراک طیور بخشی از زنجیره غذایی انسان را تشکیل می‌دهد، کنترل کیفیت آن در حفظ امنیت غذایی انسان حائز اهمیت است. خوراک مناسب باید با مستندسازی مناسب در زمان مناسب به واحد پرورش مناسب انتقال یابد.

۰۲

تضمین کیفیت فرآیند تایید و تعیین این موضوع است که آیا محصولات یا خدمات ارائه‌شده انتظارات مشتریان را برآورده می‌کنند (و یا بالاترند). برنامه‌های کنترل کیفیت سیستم‌های منفردی هستند که برای اطمینان از تامین دستورالعمل‌های برنامه تضمین کیفیت در بخش‌های مختلف فرآیند صنعت خوراک به کار گرفته می‌شوند.

۰۳

یک برنامه کیفیت خوراک شامل شش جزء اصلی است: کیفیت مواد خوراکی، جیره‌نویسی، کنترل فرآیند تولید، کیفیت خوراک نهایی، کنترل مواد سمی و دریافت بازخورد مشتری از محصولات.

۰۴

برای آنکه یک برنامه کنترل کیفیت موفقیت‌آمیز باشد باید توسط مدیریت ارشد اجرا شود و همه کارکنان به منظور همکاری در اجرای آن مورد تشویق قرار بگیرند.

۰۵

برخی از کارافزارهای مورد نیاز در یک برنامه کنترل کیفیت عبارتند از: شیوه‌های اجرایی استاندارد، قابلیت ردیابی آزمایشگاهی، ابزارهایی جهت حل‌وفصل عدم انطباق و شیوه‌ای برای اندازه‌گیری رضایت مشتری.

۰۶

کنترل سالمونلا در خوراک به دلیل تاثیر مستقیم این ارگانیسم بر سلامتی طیور و انسان (به عنوان مصرف‌کننده محصولات طیور) یکی از موارد کلیدی برنامه تضمین کیفیت است.

فصل ۱۸: سنجش عملکرد، ریشه‌یابی و حل مشکلات

بعد از آنکه جیره نوشته و ساخته شد و به مزرعه انتقال پیدا کرد، انتظار می‌رود که عملکرد خوبی را در واحد پرورش مشاهده کنیم. واحدهای پرورش سیستم‌های بیولوژیکی هستند که تنوع گسترده‌ای در شرایط و پتانسیل‌های عملکردی آنها حاکم است. متخصصین تغذیه ضرورتا در جنبه‌های مدیریتی پرورش طیور دخالت دارند.

حامیان طلایی

ایده پردازان خوراک آریان

شرکت پگاه جهان نما

شرکت مهر بیستون

شرکت جوانه خراسان

شرکت آرونا

شرکت افزودنیهای ایتوک فردا

حامیان نقره‌ای

کیوان مرغ پر طلای مهاباد

شرکت کیمیا دارو مهر

حامیان برنزی

تهران مکمل پارس

گروه دانش بنیان مگافراور

ضعف عملکرد ممکن است مربوط به خود پرنده، محیط (مدیریت) و سلامتی و یا تغذیه باشد. اگرچه بررسی ضعف عملکرد در هر یک از رده‌های طیور نیازمند ارزیابی پارا-مترهای منحصربه‌فردی است، از منظر تغذیه نکته مهم اندازه‌گیری کیفیت و یکنواختی خوراک است.

در صورت مطرح شدن ادعای آسیب به عملکرد دو شرط کاملا مشخص وجود دارد که باید برآورده شوند. اول، باید مشخص شود که آیا خوراک فراهم‌شده برای واحد به نحوی دچار مشکل و مهم‌ترین عامل ضعف عملکرد بوده است و دوم، وظیفه مرغدار است که میزان خسارات تحمیلی را به یک شیوه واضح و قابل راستی‌آزمایی ارزیابی کند.

اثر خوراک روی عملکرد

مجموعه‌ای از عوامل مربوط به خوراک اثر مستقیمی روی عملکرد پرنده دارد که برخی از آنها در صورت انجام اقدامات منطقی قابل‌کنترل است.

> ■ **نکته**
> مشکلات مربوط به خوراک ممکن است قابل‌توجه باشند اما معمولا پنهان هستند و تشخیص آنها دشوار است.

اختلالات خوراک

تعداد معدودی اختلالات مربوط به خوراک (تغذیه‌ای) وجود دارد که موجب خسارت شدید به تولید و یا افزایش مرگ‌ومیر می‌شوند. به طور کلی، یک کمبود تغذیه‌ای با افت عمومی و تدریجی عملکرد مشخص می‌شود. چنانچه خوراک یا آب به طور کامل قطع شود عملکرد شدیدا و فوری کاهش پیدا می‌کند. این کاهش در مرغ‌های تخم-گذار برجسته‌تر است. جالب آنکه عملکرد می‌تواند خیلی سریع به حد طبیعی برگردد. همواره هنگام بررسی مشکلات مربوط به خوراک الگوها را در نظر بگیرید. آیا مشکل هم‌زمان با توزیع خوراک رخ داده است و آیا دیگر سالن‌ها/واحدها به طور مشابه تحت تاثیر قرار گرفته‌اند؟ کمبود مواد مغذی به هر شکلی ولو در کوتاه‌مدت تحمل نمی‌شود و منجر به کاهش تولید می‌گردد. منحنی تولید آورده‌شده در شکل ۱۸-۱ انحرافات معمول مشاهده‌شده در گله‌های تخم‌گذار را نشان می‌دهد.

در رابطه با مشکلات جوجه‌های گوشتی شرایط پیچیده‌تر است. یک خطای چشم‌گیر در خوراک (برای مثال، یونوفر در ۱۰ برابر سطح توصیه) موجب کاهش ناگهانی مصرف خوراک و رشد و افزایش تلفات می‌شود. تلفات به راحتی تشخیص داده و درمان می‌شود، ولی افت تولید مشکل جدی‌تری است. در مورد داده‌های پاسخ پروتئین و انرژی که در فصل ۱۰ آمده است، می‌توان مشاهده کرد که اختلافات نسبتا بزرگی در مختصات این متغیرها باعث اختلافات نسبتا کوچکی در عملکرد می‌شود. بنابراین، گاهی نمی‌توان مشخص کرد که آیا کاهش عملکرد مشاهده‌شده ناشی از خوراک است و یا برخی عوامل دیگر در بروز آن دخالت دارد. برخی از عواملی که موجب اختلال فوری در عملکرد می‌شوند عبارتند از:

- *نمک*: در صورت گنجاندن سطوح بالای نمک در جیره، مصرف آب افزایش خواهد یافت و بستر خیس و لجن‌زار خواهد شد. دومین اثر مصرف سطوح بالای نمک این است که می‌تواند باعث آغاز مرگ‌ومیر و رسیدن آن به یک حد نگران‌کننده طی یک مدت زمان کوتاه شود. معمولا با اصلاح خوراک تلفات متوقف می‌شود اما رشد و تولید به سطوح طبیعی آنها باز نمی‌گردد. در صورت پایین بودن سطوح نمک علائم دیگری توسعه می‌یابد. گله عصبی می‌شود (اضطراب و سروصدای تنش‌زا)، پنجه کشیدن (طوری که انگار پرنده دنبال چیزی می‌گردد) و نوک زدن

افزایش می‌یابد و پر در دستگاه گوارش و سالن دیده می‌شود.

- *سنگ آهک*: چنانچه سنگ آهک (کلسیم) یک جیره تخم‌گذار یا گوشتی از قلم بیفتد، در کوتاه‌مدت تولید تخم‌های بدون پوسته به شکل قابل‌توجهی افزایش می‌یابد و بعد از چند روز عملکرد به شدت افت می‌کند. به علاوه، خالی شدن ذخایر کلسیم بدن می‌تواند باعث افزایش مرگ‌ومیر شود (قفس رنجوری مرغ‌های تخم‌گذار). استفاده از پوسته صدف و یا دانه سنگ آهک به صورت سرک روی جیره می‌تواند مشکل را تقریبا به سرعت برطرف کند. در ریکتز جوجه‌های گوشتی استخوان سینه صاف می‌شود و نوک حالت ارتجاعی پیدا می‌کند. در این مورد بیشبود کلسیم می‌تواند به اندازه کمبود آن مشکل‌ساز باشد (به فصل ۱۲ مراجعه نمایید).
- *فسفر*: فسفر خیلی پایین جیره باعث کاهش مشهود مصرف خوراک می‌شود. بیشبود کلسیم می‌تواند این مشکل را پیچیده‌تر کند. مطمئن شوید که نسبت کلسیم به فسفر صحیح برقرار شده است (فصل ۱۰ را ببینید).
- *پروتئین*: چنانچه سطح پروتئین خیلی پایین باشد (برای مثال، تنها دانه غلات تغذیه شود)، گله عصبی و میزان نوک زدن بیشتر می‌شود، کیفیت سفیده افت می‌کند و آنالیز جیره حکایت از پایین بودن سطح پروتئین آن خواهد داشت. در جوجه‌های گوشتی ممکن است پرهای ژولیده و شکسته مشاهده شود. پرهای اولیه به حالت ویژه‌ای از روی بال بیرون می‌زنند و به این دلیل است که گاهی به این پرنده‌ها جوجه‌های هلیکوپتری می‌گویند.
- *چربی*: سطوح پایین چربی در بلندمدت (و نه در کوتاه‌مدت) موجب افت افزایش وزن بدن، کاهش اندازه تخم‌مرغ و اندازه‌گیری چربی پایین در هنگام آنالیز جیره می‌شود. از سوی دیگر، چربی فاسد به طور ناگهانی و شدید باعث اجتناب از مصرف خوراک می‌شود – یکی از معدود عواملی که چنین اثری دارد.
- *افزودنی‌ها*: تقریبا همه افزودنی‌های خوراکی مورد استفاده در کارخانه خوراک در صورت استفاده در سطوح بالا باعث آسیب‌های جبران‌ناپذیری خواهند شد. معمولا سطوح بالای افزودنی‌ها باعث اجتناب از مصرف خوراک می‌شود و پرنده‌ها علائمی مشابه با کمبود سدیم یا پروتئین بروز می‌دهند. احتمالا بروز این علائم به کاهش مصرف خوراک برمی‌گردد. نیکاربازین باعث تولید تخم‌های بدون پوسته، از دست رفتن رنگیزه تخم‌های قهوه‌ای، جوجه‌درآوری پایین تخم‌های بارور و آزمایش مثبت خوراک برای نیکاربازین می‌شود. مونسین باعث کاهش مصرف خوراک، از دست رفتن تعادل پرنده‌ها و بروز علائم فلجی و آزمایش مثبت مونسین در خوراک می‌شود.
- *مواد خوراکی*: استفاده از پودر ماهی و دیگر منابع پروتئینی غیراستاندارد می‌تواند باعث کاهش سریع رشد و تولید گردد اما به ندرت باعث افزایش مرگ‌ومیر می‌شود.
- *مایکوتوکسین‌ها*: اینها باعث مشکلات عصبی، آسیب‌های دهانی، کبد چرب، هیپرپلازی صفرا[1] در بافت کبد، کاهش مصرف خوراک، نازک شدن پوسته تخم‌مرغ و سنجش سطوح بالاتر از حد متعارف مایکوتوکسین در خوراک می‌شوند.

یکنواختی خوراک

شاید مهم‌ترین جزء کیفیت خوراک یکنواختی آن در بلندمدت باشد. این یکنواختی نه تنها از نظر مواد خام مورد استفاده بلکه از نظر سطوح مواد مغذی هم مدنظر است.

[1]. Biliary hyperplasia

پراکندگی خوراک تابعی از عدم یکنواختی مواد خوراکی، خطاهای جیره‌نویسی و خطاهای وزن‌کشی و مخلوط کردن است. قبلا تصور می‌شد که پراکندگی حاصل جمع این اجزاء است (جمع‌پذیری) اما در حال حاضر می‌دانیم که حاصل‌ضرب این عوامل است (ضرب‌پذیری). چنانچه هرگونه تغییری در هر یک از این اجزاء ایجاد شود کاهش معنی‌داری در یکنواختی ایجاد خواهد شد.

متخصصین تغذیه باتجربه همیشه سعی می‌کنند با استفاده از دامنه‌ای از مواد خام در جیره بر این پراکندگی غلبه کنند، اما استفاده از تعداد زیادی ماده خوراکی مختلف که هر یک خطای وزنی بالقوه‌ای دارد خطرناک است و می‌تواند به نوبه خود پراکندگی خوراک را افزایش بدهد. در پژوهشی که روی مرغ‌های تخم‌گذار در کانادا انجام شد، مشخص گردید که مرگ‌ومیر در گروهی از پرنده‌ها که جیره‌های حاوی مواد خام مختلف را در هر ماه دریافت می‌کردند در مقایسه با پرنده‌های دریافت‌کننده خوراک‌های یکنواخت بسیار بالاتر بود. اثر یکنواختی خوراک در جدول ۱۸-۱ مشاهده می‌شود. یکنواختی پایین از طریق مخلوط کردن جیره‌ها در زمان ناکافی ایجاد شد. اثر مخلوط کردن ناکافی و نامناسب، بر مصرف خوراک، رشد و ضریب تبدیل خوراک بسیار چشمگیر است. چنانچه مختصات جیره پایین‌تر از میزان مورد نیاز پرنده باشد، امکان ایجاد پاسخ‌های خارج از انتظار وجود دارد.

- **نکته**

نمونه‌های خوراک باید معرف بسته اصلی خوراک باشند.

پذیرش خوراک

وقتی که مرغداران با مشکلاتی در رابطه با خوراک مواجه می‌شوند در درجه نخست اقدام به ارسال نمونه‌ای از خوراک برای آنالیز می‌کنند. نمونه‌های برداشته‌شده باید معرف کل توده خوراک باشند و نمونه تحت آزمایش باید مخلوطی همنهشت از نمونه‌های مختلف باشد. کارخانجات خوراک باید نمونه‌ای از تک‌تک بارهای خوراک ارسالی خود بردارند و آنها را در محل مناسبی ذخیره کنند.

اندازه‌گیری انرژی که مهم‌ترین جزء جیره است، سخت‌ترین اندازه‌گیری نیز هست. به طور معمول مقادیر انرژی تعیین‌شده با استفاده از روش سیبالد (۱۹۷۶) یک ضریب تغییرات بین ۵ تا ۱۰ درصدی دارند. با احتساب ضریب تغییرات ۵ درصدی، مقدار انرژی یک جیره آغازین جوجه گوشتی که باید ۱۳/۰۰ مگاژول در کیلوگرم باشد می‌تواند در دامنه ۱۲/۳۵ تا ۱۳/۶۵ مگاژول در کیلوگرم متغیر باشد. از نظر عملی، چنین تفاوتی بدین معنی است که این اندازه‌گیری سودمندی کمی دارد. در اروپا تا ۰/۷ مگاژول در کیلوگرم اختلاف در سطوح انرژی محاسبه‌شده با استفاده از فرمول اتحادیه اروپا مجاز است. بر اساس کاب این اختلاف متناظر با ۲۰ گرم اختلاف در نیازهای خوراک مرغ‌های مادر در پیک تولید است.

نتایج اندازه‌گیری پروتئین ممکن است در حدی به کمی ۰/۵ درصد اختلاف داشته باشد، اما در مورد اسیدهای آمینه این طور نیست. آنالیز یک نمونه واحد در تنها یک آزمایشگاه برای مقدار اسیدهای آمینه بی‌فایده است. پژوهشگران اروپایی نشان داده‌اند که ضریب تغییرات برای آنالیز لیزین ۸/۵ درصد است (اوونیک دگوسا، بدون تاریخ). اندازه‌گیری اسیدهای آمینه گوگرددار به دلیل ناپایداری آنها تحت هیدرولیز اسیدی دشوار است و منجر به سطوح کمتر از حد انتظار همراه با ضریب تغییرات بالاتر از این می‌شود. سطوح سیستین اغلب نصف حد انتظار خواهد بود. به طور کلی، آنالیز نمونه‌های خوراک برای اسیدهای آمینه یا انرژی حاصل کمی خواهد داشت و باید تاکید روی ایجاد پایگاه داده صحیحی از مقادیر اینها در

جدول ۱۸-۱: اثر یکنواختی آمیختن خوراک بر عملکرد جوجه‌های گوشتی از ۰-۳ هفتگی با استفاده از ۸۰ درصد نیازهای NRC (۱۹۸۴)

مورد	یکنواختی مخلوط خوراک		
	ضعیف	متوسط	کافی
ضریب تغییرات (درصد)	۴۰/۵	۱۲/۱	۹/۷
افزایش وزن روزانه (گرم)	۲۳/۶	۳۰/۰	۳۰/۳
مصرف روزانه خوراک (گرم)	۴۳/۱	۵۱/۵	۵۲/۷
ضریب تبدیل خوراک (گرم/گرم)	۱/۸۲[a]	۱/۷۲[b]	۱/۷۴[b]
تلفات (درصد)	۱۲/۰	۰	۰

مواد خام باشد. سطح اسیدهای آمینه در مواد خام به طور مستقیم با مقدار کل پروتئین آنها در ارتباط است و بنابراین اگر حداقل امکانات اندازه‌گیری دقیق و منظم پروتئین فراهم نباشد به سادگی می‌توان پول بیشتری برای اندازه‌گیری اسیدهای آمینه تلف نکرد. اغلب آزمایشگاه‌ها قادرند پروتئین، کلسیم و فسفر را با یک دستگاه و در یک رانش واحد اندازه‌گیری کنند. در صورت کمبود یکی از اینها، احتمال اینکه خوراک تحت آزمایش به نوعی مواجه با کمبود باشد وجود دارد. به یاد داشته باشید که کلسیم و فسفر در اندازه‌گیری بسیار متغیر هستند.

مدتی است که طیف‌سنجی نزدیک مادون‌قرمز (NIR) به عنوان یک ابزار آنالیز در صنعت خوراک استفاده می‌شود و دقت و استفاده آسان از دستگاه‌های موجود در بازار به طور قابل‌توجهی بهبود پیدا کرده است. کالیبره کردن دستگاه‌ها برای به دست آوردن نتایج دقیق یکی از مشکلات اصلی است، اما امروزه این مشکل تا حد زیادی مرتفع شده است، زیرا شرکت‌ها مجموعه داده کاملی را همراه با انواع دستگاه‌ها می‌فروشند. بلک و اسپراگ (۲۰۱۰) مقاله‌ای را در کنفرانس تغذیه خوک غرب میانی[1] ارائه کردند که در آن از NIR برای پیش‌بینی مقادیر انرژی مواد خوراکی و مقادیر مصرف انرژی مورد انتظار گونه‌های هدف (چیز یکسانی نیست) استفاده شده بود. به علاوه، آنها قابلیت دسترسی اسیدهای آمینه در کنجاله‌های سویا و کلزا را تعیین کردند. طیف‌های NIR را می‌توان برای اندازه‌گیری مقدار انرژی، شاخص مصرف انرژی قابل‌دسترس و ترکیب شیمیایی دانه‌های غلات برای انواع مختلف دام‌ها کالیبره کرد. این کار روشی سریع برای اندازه‌گیری کیفیت تغذیه‌ای مواد خوراکی به ما ارائه می‌دهد که منجر به بهبود تصمیمات خرید و جیره‌نویسی دقیق‌تر می‌شود.

> ■ **نکته**
> از یک استاندارد برای سنجش کیفیت خوراک استفاده نمایید و با جیره‌نویسی شروع کنید.

معمولا عدم تطبیق یک خوراک با مختصات تنظیم‌شده نتیجه تصادف یا خطا است. موارد زیر اقداماتی است که باید برای کشف علت عدم تطبیق انجام داد:

- آیا آزمایش به شکل صحیح انجام شده است؟ این مساله را با آزمایشگاه بررسی کنید و از آنها بخواهید که نمونه‌ها را مجددا آزمایش کنند.
- آیا نمونه گرفته‌شده معرف خوراک بوده است؟ از گرفتن نمونه از هاپرهای خوراک اجتناب کنید.
- آیا نمونه به طور مستقیم به آزمایشگاه فرستاده شده

[1]. Midwest Swine Nutrition Conference

یا آنقدر مانده تا فاسد شده است؟

- آیا تنها یک یا تعدادی ماده مغذی خارج از مختصات است؟ این می‌تواند بیان‌گر از قلم افتادن یک ماده خوراکی معین از فرمول باشد. بسته‌های مواد خوراکی را بررسی کنید. آیا گروه ثابتی کارخانه را چرخانده است؟ مقدار خوراکی را که ساخته شده با مقداری از آن که ارسال شده است تطبیق بدهید. با این کار می‌توانید اشتباه در ارسال خوراک را متوجه شوید.
- فرمول جیره را بررسی کنید. آیا تخمین‌های دقیقی از کیفیت مواد خوراکی استفاده شده است؟ استفاده از سطوح کیفی به‌دست‌آمده از جداول به خوبی نتایج آزمایش مواد خوراکی نیست. این مساله با جزئیات بیشتر در فصل ۱۷ بحث شده است.
- مقادیر مواد خوراکی موجود در انبار را چک کنید. آیا اختلافی بین موجودی قابل‌انتظار و موجودی واقعی آنها وجود دارد؟ چنین اختلافی می‌تواند نشانه‌ای از اشتباه در کاربرد ماده خوراکی باشد. همچنین بررسی کنید که هر ماده خوراکی در مخزن یا بونکر خودش باشد.
- ترازوها و ابزارهای اندازه‌گیری را بررسی کنید. آیا به درستی تنظیم شده‌اند؟
- مخزن‌های مواد خوراکی را بررسی کنید. آیا مشکلی در پل‌های میانی مخازن به وجود نیامده است؟ چنین مشکلی گاهی بدین معنا است که یک ماده خوراکی معین به جیره اضافه نشده یا در مقدار صحیح اضافه نشده است.
- بررسی کنید که زمان مخلوط شدن کافی باشد. اگر امکان‌پذیر است نمونه‌هایی از قسمت‌های مختلف یک بسته مشکوک بگیرید و پراکندگی آنها را بررسی کنید. ضریب تغییرات بالا بیان‌گر مشکلی در مخلوط شدن خواهد بود.
- کیفیت مواد خوراکی خریداری‌شده را بررسی کنید. آیا اخیرا یک ماده خوراکی مواجه با کمبود خریداری شده است؟ چنانچه یک ماده خوراکی خارج از حد مختصات مورد انتظار دریافت شده است، تامین‌کننده آن را خبر و بر اهمیت شرکت شما به کیفیت بالای خوراک تاکید کنید.

حتی اگر بعد از یک بررسی جامع دلیل مشکل پیدا نشود و یا در حقیقت مشکل اصلا به خاطر خوراک ایجاد نشده باشد، کارکنان آزمایشگاه، کارکنان بخش آسیاب، کارکنان بخش اداری، تامین‌کنندگان مواد خوراکی و متخصصین تغذیه از تاکید شما بر تولید خوراک با کیفیت آگاه شده‌اند. چنانچه این عمل در هر بار مواجهه با مشکل پیگیری شود، تصویر ذهنی تاکید بر کیفیت بخشی از آموزش کارخانه خواهد شد که به تنهایی سودمند است. حتی در مواردی که مشخص شود خوراک به شکلی کمبود داشته اما مشکلات مربوط سلامتی و مدیریت هم وجود داشته، ممکن است تولیدکننده مشکل را به خوراک نسبت بدهد. اگر متخصص درگیر در این مورد قادر به تفکیک نقش عوامل مختلف در کاهش عملکرد نباشد، در تمام احتمالات هیچ توجیهی برای طرح یک ادعا وجود نخواهد داشت.

عملکرد واحد پرورش

هر از چند گاهی پرورش‌دهندگان از عملکرد ضعیف و کاهش غیرقابل‌توضیح تولید شکایت خواهند کرد. به جز خوراک که قبلا در مورد آن بحث کردیم، چهار دلیل دیگر برای این موضوع وجود دارد که در ادامه به آنها خواهیم پرداخت. این قسمت از کتاب به مشکلات متداول در همه رده‌های طیور و سپس به طور ویژه در مرغ‌های تخم‌گذار و جوجه‌های گوشتی می‌پردازد. بر خلاف مشکلات خوراک که معمولا خود را در قالب یک الگوی خاص (مثلا، همه سالن‌های تامین‌شده با یک محموله) نشان می‌دهد، اغلب

موارد تشریح‌شده در ادامه متن به صورت تصادفی رخ می‌دهند.

رکود کاذب

معمولا رکودهای کاذب نتیجه رکوردبرداری اشتباه، اشتباهات محاسباتی و/یا دزدی (به مفهوم حسابداری) هستند و اغلب هنگام تعیین تعداد تخم‌مرغ‌ها در مرغ‌های تخم‌گذار و ضریب تبدیل خوراک در جوجه‌های گوشتی اتفاق می‌افتند.

کیفیت پرنده

کیفیت و وزن جوجه (فصل ۱۰ را ببینید) تصویر خوبی از چگونگی عملکرد قابل‌بروز گله فراهم می‌کند. وزن و یکنواختی پولت‌ها در زمان آغاز تخم‌گذاری نشانه‌ای است از اینکه آنها با چه کیفیتی به پیک خواهند رسید و تولید آنها با چه کیفیتی در باقیمانده دوره تخم‌گذاری ادامه خواهد یافت.

محیط و مدیریت

عوامل مزرعه‌ای متعددی وجود دارد که باید مدنظر قرار بگیرند. تغییرات دما یا جریان هوا، آب ناکافی یا کثیف، ترس پرنده چه توسط صدا یا ملاقات‌کننده‌های ناآشنا (مارها یکی از مثال‌های ناخوشایند هستند)، عفونت‌های انگلی و هرگونه تغییری در روال همیشگی (زمان خوراک دادن) می‌تواند موجب کاهش عملکرد شود. در ادامه همه این موارد تحت سرنام FFLLAWSS مورد بحث قرار گرفته است.

بیماری

برای آنکه بدانیم آیا مشکلی وجود دارد ضروری است که بدانیم حالت طبیعی چگونه است (جدول ۱۸-۲). ارزیابی

> **نکته**
> برای تشخیص یک پرنده بیمار باید دانست که پرنده سالم چگونه است.

فیزیکی تعداد زیادی پرنده زنده از حداقل چهار ناحیه مختلف سالن برای آلودگی به حشرات و نیز باز کردن پرنده‌های تلف‌شده برای تشخیص علت مرگ ضروری است. جهت تشخیص بیماری‌ها انجام آزمایشات دیگری، مانند آنچه در جدول ۱۸-۳ نشان داده شده، ضروی است. تقریبا همه بیماری‌ها باعث کاهش عملکرد می‌شوند. در صورت احتمال وجود بیماری با دامپزشک خود مشورت کنید. در فصل ۹ چند جدول عالی وجود دارد که می‌توان از آنها برای ریشه‌یابی و حل مشکلات در مرغ‌های تخم‌گذار استفاده کرد (جداول ۹-۳۳ و ۹-۳۴).

> **نکته**
> نگهداری منظم سوابق برای حل مشکلات ضروری است.

سنجش عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار

تنها یک راه برای ارزیابی عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار وجود دارد و آن اطمینان از این است که مرغدار به صورت روزانه و به شکل صحیح نمودارهای گله را ترسیم کند. این نمودارها نشان خواهند داد که سطوح عملکرد هفتگی چگونه است و حتی کوچک‌ترین انحراف از روی آنها قابل‌ردیابی است. این نمودارها همچنین باید دربرگیرنده جزئیات مصرف خوراک و احتمالا جزئیات اندازه تخم‌مرغ و رکوردی از کل تخم‌مرغ‌های تولیدی به ازای مرغ‌های واردشده به سالن تخم‌گذاری باشند. این تنها راه ساده مقایسه گله‌های مختلف است. ده سال پیش، ۲۲۰ تخم-مرغ به ازای مرغ‌های واردشده به سالن تخم‌گذاری در سن

جدول ۱۸–۲: علائم سلامتی در مرغ‌ها

شاخص	طبیعی	ناسالم
طرز ایستادن	پرنده راست می‌ایستد و دم را فراز می‌گیرد.	سر نزدیک بدن می‌آید، دم و احتمالا بال‌ها آویزان هستند، گردن پیچ‌خورده و سر به سمت بین پاها پایین آمده است.
سر	تاج و ریش قرمز روشن به نظر می‌رسند. صورت برجسته است. چشم‌ها برجسته و مشخص هستند. سوراخ‌های بینی تمیز و بدون ترشحات هستند.	تاج و ریش چروکیده و بی‌رنگ یا آبی‌رنگ هستند. صورت فرورفته است. چشم‌ها خسته هستند – ممکن است فقط کمی باز باشند. سوراخ‌های بینی کثیف و کبره‌بسته هستند. ناحیه سینوسی زیر چشم‌ها همراه با تنفس متورم یا مرتعش می‌شوند.
ماهیچه‌بندی	موقع برداشتن مرغ‌ها سنگین به نظر می‌رسند و هنگام فعالیت قدرت در راه رفتن آنها مشخص است.	ماهیچه‌ها وزن و قدرت خود را از دست می‌دهند. ماهیچه ناحیه سینه و نزدیک چینه‌دان آب می‌رود و باعث کوچک شدن سینه می‌شود.
پاها و ساق پاها	پوست ساق پا تمیز و براق است. پاها پرگوشت، مفاصل صاف و موقع لمس خنک هستند.	پاها و ساق پاها دهیدارته و تاندون‌ها برجسته می‌شوند. مفصل‌ها موقع لمس گرم هستند. کف پاها ترک‌خورده، کبره‌بسته یا بی‌رنگ است. پوست این نواحی بزرگ و خشک است.
پرها	پرها نرم، مرتب و تمیز هستند.	پرها آراسته نیستند و پف‌کرده یا شکسته‌اند. در قسمت‌های ناحیه شکمی کثیف هستند. پرنده به طور کلی ظاهر ژولیده‌ای دارد.
رنگیزگی	برای هر سویه یا نژاد بسته به دوره تولید متفاوت است.	شدت رنگ کاهش پیدا می‌کند. در مرغ‌های بالغ ممکن است بیشبود رنگ‌دانه زرد موجب بیماری یا کاهش تخم‌گذاری شود.
اشتها و میل به آب	خوردن و آشامیدن متناوب	از دست دادن اشتها و نوشیدن بیش از حد آب.
تنفس	تنفس بی‌صدا است و از طریق سوراخ‌های بینی جریان دارد. حرکات دیواره شکم به ندرت محسوس است. در دماهای بالاتر پرنده‌ها از طریق دهان نفس می‌کشند.	غل‌غل کردن، خس‌خس کردن، شیهه کشیدن و نفس‌نفس زدن همراه با جابجایی آشکار دیواره شکم.
فضولات	توده فضولات شکل مشخصی دارد، قهوه‌ای خاکستری است و توده سفیدرنگ مشخصی دارد. مدفوع باقوام و چسبنده است نه فقط باقوام. ممکن است فضولات موقع خروج از سکوم کف‌آلود باشند.	فضولات سفید شیری، سبز، زرد و قرمز هستند. مدفوع خیلی آبکی یا خیلی چسبنده است و قوام ندارد.

۶۰ هفتگی خوب در نظر گرفته می‌شد، اما در حال حاضر ۲۶۰ تخم‌مرغ برای کل دوره مورد انتظار است. ضریب تبدیل خوراک (کیلوگرم خوراک به ازای کیلوگرم تخم‌مرغ تولیدی) و سرانجام قیمت تولید یک کیلوگرم تخم‌مرغ باید محاسبه شود. مشکلات رایج در گله‌های تخم‌گذار در جدول ۱۸–۴ گنجانده شده است.

جدول ۱۸–۳: علائم تشخیص بیماری‌های شایع در طیور

بیماری	علائم تشخیص
برونشیت عفونی	افزایش قابل‌توجه در تیتر آنتی‌بادی همگام با کاهش تولید، جداسازی ویروس برونشیت عفونی از نای، کاهش کیفیت پوسته یا از نظر بافت‌شناسی التهاب زکامی نای همراه با نفوذ لنفوسیت‌ها. پوسته‌های تخم‌مرغ چروکیده و بی‌رنگ می‌شوند.
بیماری نیوکاسل	افزایش قابل‌توجه در تیتر آنتی‌بادی همگام با کاهش تولید، کاهش کیفیت پوسته و افزایش تلفات. پوسته تخم‌مرغ‌ها بی‌رنگ می‌شود.
آنفلوانزای طیور	افزایش قابل‌توجه در تیتر آنتی‌بادی همگام با کاهش تولید، علائم بالینی و ضایعه شدید آن سپتیسمی و افزایش تلفات است.
عارضه سر متورم	افزایش قابل‌توجه در تیتر آنتی‌بادی همگام با کاهش تولید و سر متورم.
عارضه کاهش تولید تخم‌مرغ ۷۶`	افزایش قابل‌توجه در تیتر آنتی‌بادی همگام با کاهش تولید، افزایش تخم‌مرغ‌های بدون پوسته و دارای پوسته نازک و دست رفتن رنگ‌دانه تخم‌مرغ‌های قهوه‌ای.
انسفالومیلیت طیور	افزایش قابل‌توجه در تیتر آنتی‌بادی همگام با کاهش تولید.
مایکوپلاسما گالیسپتیکوم	افزایش قابل‌توجه در تیتر آنتی‌بادی همگام با کاهش تولید، علائم تنفسی و التهاب زکامی نای. پوسته‌های تخم‌مرغ ممکن است خالخالی و از ناحیه رئوس تغییر شکل بدهند.
کوریزای مرغی	جداسازی باکتری هموفیلوس پاراگالیناروم از بافت‌های تنفسی، ضایعات معمول آن متورم شدن صورت و علائم افسردگی است.

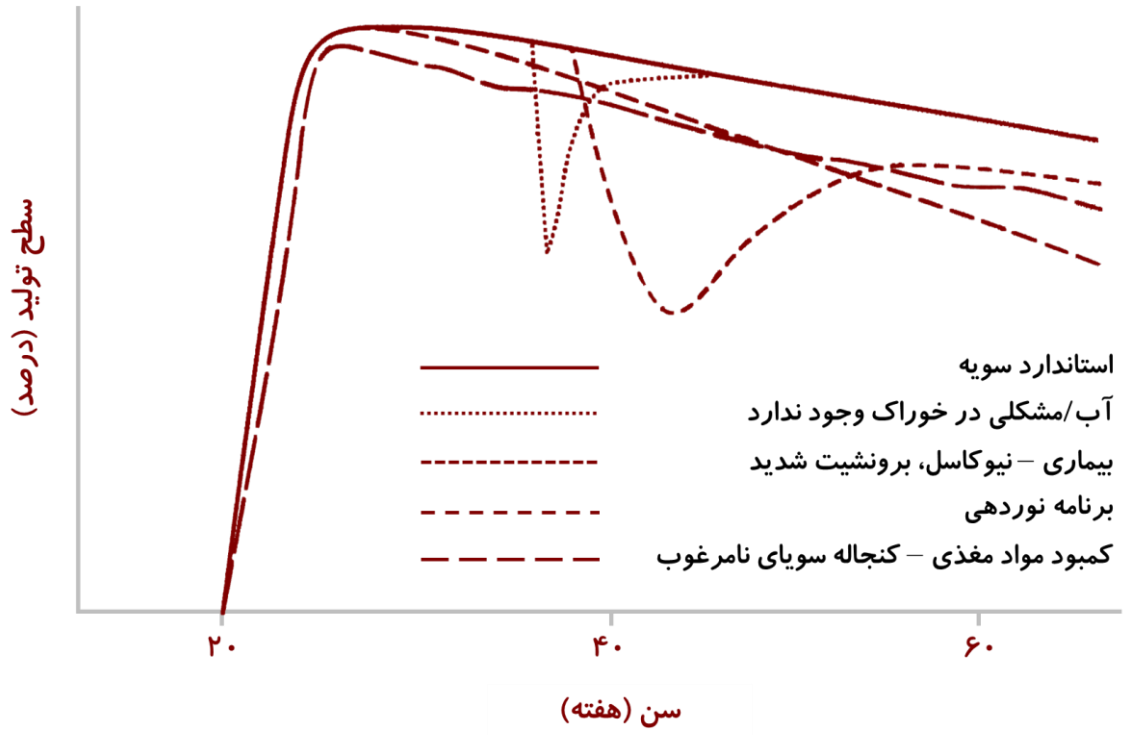
جهت برآورده شدن امکان بررسی موثر کاهش تولید تخم‌مرغ به اطلاعات معینی نیاز داریم که عبارتند از:

- تاریخچه گله: وزن بدن، وزن تخم‌مرغ، کیفیت پوسته، نرخ تلفات، مصرف آب و خوراک و نرخ تولید با استفاده از داده‌های نواحی، سالن‌ها یا ردیف‌های مختلف در طول یک دوره سه‌ماهه.
- مشاهدات بالینی: برنامه‌های نوردهی، خوراک دادن، برنامه واکسیناسیون، گزارشات مربوط به وضعیت سلامتی، رکوردهای مشاهدات صورت‌گرفته توسط رانندگان و پرسنل ماشین حمل جوجه یا مرغ زنده، بازدیدکننده‌ها و کنتورخوان‌ها و غیره.
- آنالیزهای آزمایشگاهی: اندازه‌گیری‌هایی از خوراک، مواد خام و مرگ‌ومیر می‌تواند مفید باشد.
- تعیین تیتر آنتی‌بادی یک کمک اساسی در اندازه-گیری درجه تاثیر برنامه واکسیناسیون است.

سنجش عملکرد جوجه‌های گوشتی

سنجش عملکرد جوجه‌های گوشتی دشوارتر از مرغ‌های تخم‌گذار است. نه تنها جوجه‌های گوشتی خیلی پویاتر هستند (پرنده‌ها به صورت روزانه تغییر می‌کنند) بلکه انحرافات کوچک بلافاصله جلب توجه می‌کند. به دلیل دوره رشد کوتاه، چنانچه در روزهای ابتدایی اشتباهی پیش بیاید پرنده‌ها به ندرت برای جبران کامل آن زمان دارند. جوجه‌های گوشتی مانند دونده‌های دوی سرعت در حالی که مرغ‌های تخم‌گذار بیشتر شبیه دونده‌های ماراتن هستند. یک صفحه گسترده خوب (مانند اکسل) نیاز خواهیم داشت و داده‌های نموداری کمک‌ساز خواهد بود:

- روز جوجه‌ریزی و تعداد جوجه‌های ریخته‌شده.
- وزن جوجه، ضریب تغییرات و مشخصات گله مادر.
- دمای مورد انتظار و حداقل و حداکثر دمای اندازه-گیری‌شده.



شکل ۱۸–۱: مشکلات متداولی که در نمودار تولید قابل رویت است (الهام‌گرفته از لیسون و سامرز، ۲۰۰۵)

- برنامه نوردهی اعمال‌شده.
- وزن ۷ روزگی، تلفات و نسبت بین وزن جوجه‌ها و وزن ۷ روزگی. اندازه‌گیری ضریب تغییرات در این مرحله مفید است. این داده‌ها امکان تعیین کیفیت جوجه و مدیریت پرورش را فراهم می‌کنند. اعداد پیش‌بینی‌شده تلفات کمتر از ۱ درصد و وزن ۷ روزگی حداقل ۴ برابر وزن روز اول است.
- الگوی مرگ‌ومیر هفتگی که دامپزشکان علاقه زیادی به آن دارند.
- توزین هفتگی امکان ارزیابی مناسب الگوی رشد گله‌ها و انجام اقدامات اصلاحی از نظر مدیریت، تخصیص خوراک یا مختصات خوراک را در صورت نیاز فراهم می‌کند.
- سن دقیق در زمان کشتار. هر پرورش‌دهنده یک وزن هدف خواهد داشت. ثبت **زمان خاموشی** سالن (فاصله بین دوره‌ها) نیز مهم است.
- وزن نهایی در کشتارگاه و تعداد پرنده‌های فرآوری‌شده شامل آنهایی که در هنگام رسیدن به کشتارگاه تلف شده‌اند، پرنده‌های حذف‌شده و پرنده‌هایی که درجه‌بندی پایین دریافت کرده‌اند.
- داده‌های ترکیب لاشه ممکن است در برخی از شرایط مناسب باشد.
- نرخ رشد روزانه و تولید جوجه به ازای هر مترمربع از فضای سالن باید محاسبه شود.
- کل خوراک خریداری‌شده همراه با قیمت و مصرف خوراک باید به منظور محاسبه ضریب تبدیل خوراک و شاخص کارایی تولید ثبت شود.
- تنظیم رشد و ضریب تبدیل خوراک برای یک سن مشخص برای اهداف مقایسه‌ای مفید خواهد بود.
- محاسبه اختلاف بین قیمت فروش مرغ و قیمت خوراک امکان تعیین سود و زیان را فراهم می‌کند.

علاوه بر خلاصه وضعیت گله (در بالا توضیح داده شد)، مدیر باید رکوردهای روزانه تلفات، مصرف آب، تجویز دارو، واکسیناسیون یا هر عامل دیگر موثر بر عملکرد را ثبت کند

جدول ۱۸–۴: اشتباهات مدیریتی و انگل‌هایی که در مرغ‌های تخم‌گذار به وقوع می‌پیوندد

اشتباهات مدیریتی	
قطع خوراک	مصرف خوراک گله عصبی کاهش پیدا می‌کند. کاهش ناگهانی تولید.
قطع آب	کاهش مصرف آب. کاهش ناگهانی تولید.
خاموش شدن زمان‌سنج روشنایی	الگوی نامعمول تخم‌گذاری، رکوردهای زمان‌سنج روشنایی مشابه برنامه نوردهی نیست. کاهش تدریجی در تولید. گله‌های جدید دیر به تخم می‌آیند.
دمای بالای سالن	کاهش اندازه تخم‌مرغ، کیفیت پایین پوسته، کاهش مصرف خوراک، رکوردهای دمای سالن دماهایی بالاتر از حد طبیعی را نشان می‌دهد.
شیوع بیماری‌ها	اختلال در امنیت‌زیستی. برنامه ناصحیح واکسیناسیون. کاربرد ناصحیح واکسن‌ها – با یک دامپزشک مشورت کنید.
تنش (ترس)	پرنده‌هایی که دچار تنش ناگهانی می‌شوند (مانند ترس از مارها) ممکن است قبل از کامل شدن پوسته تخم بگذارند.
انگل‌های خارجی	
کنه مرغی	عصبانیت و پیدا شدن کنه روی پرنده (معمولا اطراف کلوآک) یا تخم‌مرغ.
شپش‌ها	عصبانیت، از دست دادن وزن و کاهش مصرف خوراک.
پشه‌ها	پشه‌ها ناقل آبله هستند.
انگل‌های داخلی	
کوکسیدیوز	ضایعات معمول در دستگاه گوارش و مرگ‌ومیر بالا در برخی از موارد. گرچه معمول نیست، می‌تواند در صورت عدم مدیریت صحیح فضولات در مرغ‌های تخم‌گذار نگهداری‌شده در قفس نیز رخ بدهد.
کرم‌های گرد	آلودگی به کرم‌های گرد در پرنده‌های نگهداری‌شده روی بستر (مرغ‌های مادر و تخم‌گذار) نیز متداول است.

یکی از محدودیت‌های بزرگ یک صفحه گسترده واحد این است که مقایسه واحدهای پرورش با یکدیگر و شاید مهم‌تر از آن مقایسه عملکرد در طول زمان دشوار است. یک سری خلاصه داده نیز باید نگه داشته شود. امکان استفاده از **جداول محوری**[1] [این جداول ابزاری بسیار قدرتمند جهت تحلیل داده‌ها و تفسیر بانک‌های اطلاعاتی هستند که با استفاده از آنها می‌توانید حجم عظیمی از داده‌ها را به اشکال مختلف کنار هم قرار بدهید و در زمان بسیار کوتاهی مشابهت‌ها و تفاوت‌های آنها را پیدا کنید. امکان ایجاد این جداول در صفحه گسترده اکسل نیز فراهم است؛ مترجمین] هم وجود دارد، اما تنظیم این جداول برای انجام مقایسه به مهارت زیادی نیاز دارد. شاید ایجاد یک سیستم نگهداری رکورد روی یک پایگاه داده SQL مناسب‌تر باشد. این کار امکان جستجوی پایگاه داده‌ها برای اطلاعات و ارتباطات را میسر می‌کند.

سیستم FFLLAWSS

سرنام FFLLAWSS را می‌توان برای کمک به بررسی عوامل محیطی موثر بر تولید طیور (هر دو مرغ‌های تخم‌گذار و جوجه‌های گوشتی) استفاده نمود.

[1]. Pivot Tables

جدول ۱۸–۵: اشتباهات مدیریتی و انگل‌هایی که در جوجه‌های گوشتی به وقوع می‌پیوندد

اشتباهات مدیریتی	
وزن ۷ روزگی پایین	به طور عمده بر اثر دسترسی نامناسب به خوراک و آب، کیفیت پایین جوجه و خطاهای پرورشی روی می‌دهد.
تلفات ۷ روز اول	برآوردی از کیفیت جوجه است. معمولا موجی از مرگ‌ومیر در پنج هفتگی نیز دیده می‌شود.
مشکلات مصرف خوراک	مصرف پایین خوراک منجر به کاهش رشد می‌شود. طراحی دانخوری، فضای دانخوری، مقدار خوراک موجود در دانخوری‌ها، شکل خوراک (پلت) و دسترسی به آب می‌تواند روی آن تاثیر بگذارد.
مشکلات آب	دسترسی به (مصرف) آب تحت تاثیر عوامل مختلفی قرار می‌گیرد: فضای آبخوری، کیفیت آب، مدیریت آبخوری (ارتفاع و نظافت) و جریان آب. کاهش مصرف آب باعث کاهش مصرف خوراک و رشد می‌شود.
برنامه نوردهی	نور خیلی کم باعث کاهش مصرف خوراک و رشد می‌شود.
پردرآوری ضعیف	پردرآوری ضعیف ممکن است در اثر کمبود متیونین و پرورش ضعیف رخ بدهد.
شیوع بیماری‌ها	اختلال در امنیت‌زیستی. برنامه واکسیناسیون ناصحیح. کاربرد ناصحیح واکسن‌ها – با یک دامپزشک مشورت کنید.
دمای بالای سالن	دمای خیلی گرم مصرف خوراک را کم می‌کند و باعث کاهش رشد می‌شود.
بستر ضعیف	مدیریت ضعیف و تهویه نامناسب، مواد معدنی آب و مشکلات خوراک.
انگل‌های خارجی	
سوسک بستر	ناقل انواع بیماری‌ها.
انگل‌های داخلی	
کوکسیدیوز	ضایعات معمول در دستگاه گوارش و مرگ‌ومیر بالا در برخی از موارد. گرچه معمول نیست، می‌تواند در صورت عدم مدیریت صحیح فضولات در جوجه‌های گوشتی نگهداری‌شده در قفس هم رخ بدهد.

- **نکته**

  از یک روش نظام‌مند برای حل مشکلات پیش‌آمده در مزرعه استفاده کنید.

مرغ (Fowl)؛ خوراک (Feed)؛ نور (Light)؛ هوا (Air)؛ آب (Water)؛ فضا (Space)؛ بیماری (Sickness)؛ رعایت اصول بهداشت (Sanitation).

مرغ

مرغ نماینده خود پرنده است. در مورد مرغ‌های تخم‌گذار، آیا پولت در آغاز تخم‌گذاری وزن مناسبی دارد؟ و آیا گله یکنواختی خوبی دارد؟ در جوجه‌های گوشتی، این مورد بیشتر به کیفیت و وزن جوجه در روز اول ورود به سالن مربوط است. این موضوع با جزئیات در فصل ۱۰ بحث شده است.

خوراک

زمان‌های مصرف خوراک، مقدار خوراک مصرفی، بهداشت دانخوری و مصرف خوراک جاری مواردی است که نیاز به بررسی دارند. کنترل کیفیت خوراک باید به شکلی که در

پیوست نشان داده شده است انجام بگیرد (پیوست B). نمونه‌ها باید در زمان رسیدن خوراک به مزرعه برداشته شوند. در صورت کاهش عملکرد می‌توان نمونه‌ها را برای رطوبت، پروتئین، کلسیم، فسفر و نمک آنالیز کرد. علائم ذکرشده در بالا را بررسی کنید و وجود الگوهای خاص بین سالن‌ها و واحدهای پرورش مختلف را مدنظر داشته باشید.

نور

برنامه نوردهی طرح‌ریزی‌شده را دنبال کنید. به طور منظم شدت نور را اندازه‌گیری کنید و مطمئن شوید که ثابت است. مراقب مشکلات مکانیکی باشید (جدول ۱۸-۴). زمان‌سنج‌ها و شدت نور را به صورت فیزیکی بررسی کنید.

بستر

کیفیت بستر، چه تر چه خشک یا پر از خوراک هضم‌نشده باشد، می‌تواند اطلاعات زیادی در مورد گله به شما بدهد (جدول ۱۸-۵). کیفیت بستر تا حدودی در فصل ۱۰ بحث شده است.

هوا

مشاهدات دمایی مانند حداقل و حداکثر دمای روزانه یا رکوردهای ۲۴ ساعته می‌تواند اطلاعات زیادی در مورد کیفیت تهویه و مقدار آمونیاک موجود در هوا فراهم کند. بررسی کنید که فن‌ها و ناظرها در حالت کار کردن باشند. از برقراری حداقل نرخ تهویه اطمینان حاصل کنید و در عین حال مطمئن شوید که سرعت هوا خیلی بالا نیست. این شرایط در سطح پرنده مهم هستند.

آب

رعایت اصول بهداشت و کارکرد مناسب سیستم آبرسانی در بالاترین درجه اهمیت است. کیفیت و ترکیب آب باید اندازه‌گیری و آنالیز و نیز رکوردهای مصرف آب (کنتور آب)، تجویز دارو، واکسیناسیون و افزودنی‌های مورد استفاده در آب ثبت شود. مطمئن شوید که نسبت پرنده به آبخوری صحیح است.

فضا

مقدار فضای کف، آبخوری و دانخوری را با استانداردهای سویه مقایسه کنید. فضای خیلی کم باعث تنش در گله می‌شود. تراکم گله نیز بخشی از فضا است (فصل ۱۰ را ببینید).

بیماری و اصول بهداشت

بیماری را می‌توان به صورت هرگونه انحراف از وضعیت طبیعی تعریف کرد. جوجه‌ها در فضای تحقیقاتی بدون بیماری ۱۰ تا ۱۵ درصد سریع‌تر از محیط متداول رشد می‌کنند. رعایت اصول بهداشت دربرگیرنده پیش‌گیری از بیماری‌ها است. امنیت‌زیستی ایمنی واقعی موجودات زنده یا رهایی از بیم بیماری‌ها است. اساسا این کار با نگهداری یک مکان به شکلی که واجد حداقل تبادل ارگانیسم‌های بیولوژیک (ویروس‌ها، باکتری‌ها، قارچ‌ها، جوندگان و غیره) در طول مرزهای آن باشد صورت می‌گیرد و ارزان‌ترین و مهم‌ترین ابزار در دسترس برای کنترل بیماری‌ها است. هیچ برنامه پیش‌گیری بدون امنیت‌زیستی کار نخواهد کرد.

> ■ **نکته**
> یک برنامه مناسب امنیت‌زیستی از اجزای ضروری برنامه مدیریتی هر مزرعه است.

امنیت‌زیستی

امنیت‌زیستی به طور گسترده و با سخت‌گیری زیاد در تمام

شاخه‌های حیوانات کشاورزی اعمال می‌شود. این ابزار اساس کنترل بیماری‌ها است و با افزایش تعداد پرنده‌ها در یک مکان، افزایش تراکم گله یا تعداد ساختمان‌ها و واحدهای پرورش در یک منطقه به طور فزاینده‌ای اهمیت پیدا می‌کند. بیماری‌ها می‌توانند به روش‌های مختلفی از مکانی به مکان دیگر یا در داخل یک مکان انتقال پیدا کنند:

- تخم‌های/جوجه‌های پرنده‌های مبتلا.
- دست و پا و لباس انسان.
- گردوخاک، پرها، وجود کود روی تجهیزات و منابعی مانند مواد بستری.
- پرندگان وحشی، حیوانات درنده، جوندگان، مگس‌ها و حشرات.
- خوراک و کیسه‌های خوراک آلوده.
- وسایط نقلیه آلوده.
- آب کثیف.
- هوا (باد غالب).

یک برنامه امنیت‌زیستی موثر با کنترل یک سری موارد قابل حصول است:

ایزولاسیون (جداسازی) به محدود کردن حیوانات به داخل یک محیط کنترل‌شده اشاره دارد. این اقدام به عمل جداسازی گروه‌های سنی پرنده‌ها نیز اطلاق می‌شود. در پرورش طیور، سیستم‌های مدیریتی مبتنی بر **ورود و خروج همزمان**[1] امکان خالی شدن هم‌زمان واحدهای پرورش و انجام ضدعفونی برای شکستن چرخه بیماری را فراهم می‌کنند. برای جلوگیری از انتقال جوندگان و حشرات به ساختمان‌ها یک **منطقه پاک** عاری از پوشش گیاهی پیرامون ساختمان‌ها ایجاد کنید.

کنترل رفت‌وآمد شامل کنترل ورود به مزرعه و کنترل الگوی رفت‌وآمد در مزرعه است و همه افراد و وسایط نقلیه را در برمی‌گیرد. به طور کلی، امنیت‌زیستی نیاز به کنترل رفت‌وآمد افراد دارد، به طوری که ورود همه بازدیدکننده‌ها را ممنوع می‌کند و به کارکنان مورد تایید تنها پس از استحمام و پوشیدن لباس‌ها و چکمه‌های تمیز اجازه ورود می‌دهد. باید با نصب یک حصار سیمی مناسب در ورودی ساختمان‌ها از ورود پرندگان و درندگان جلوگیری به عمل آورد. علف‌ها و بوته‌ها را می‌توان به اندازه چند پا در هر دو طرف پرچین کوتاه کرد. این کار امکان تشخیص نقب زدن جوندگان را فراهم می‌کند و نیز مانع از پنهان شدن درندگان در اطراف پرچین می‌شود.

واکسیناسیون فراتر از اهداف این کتاب است اما یک برنامه واکسیناسیون موثر نقش مهمی در هر برنامه امنیت-زیستی ایفا می‌کند.

رعایت اصول بهداشت به نظافت عمومی مکان اشاره دارد و به ضدعفونی کردن مواد و تجهیزات ورودی به واحد و نظافت کارکنان نیز مرتبط است. دانخوری‌ها و آبخوری‌ها را به صورت منظم تمیز و ضدعفونی کنید. به یاد داشته باشید که خشک کردن و نور خورشید در کشتن بسیاری از ارگانیسم‌های بیماری‌زا بسیار موثر هستند. برای ضد-عفونی کردن واحد مراحل زیر را دنبال کنید:

نظافت

- همه مواد بستری، خوراک، تجهیزات دانخوری، لانه-های تخم‌گذاری و کود را از سالن خارج کنید.
- کل بستر را از محل خارج کنید.
- آلودگی‌های سطحی و تارهای عنکبوت را جارو بزنید.
- تمام سطوح را آغشته به شوینده/ضدعفونی‌کننده نمایید.
- همه شوینده و مواد آلی را با آب از روی سطح بشویید.
- یک شلنگ بخار با آب پرفشار می‌تواند کمک‌کننده باشد.

---

[1]. All-in/All-out

سترون کردن

- ضدعفونی‌کننده را استفاده کنید.
- اجازه بدهید ضدعفونی‌کننده به طور کامل خشک شود.
- هرگونه مواد بستری را با مواد تازه جایگزین کنید.
- مواد بستری جدید را با یک پودر ضدعفونی‌کننده مانند استالوزان® F[1] ضدعفونی کنید.
- همه تجهیزات آبخوری و دانخوری را قبل از پر کردن دوباره شست‌وشو دهید.

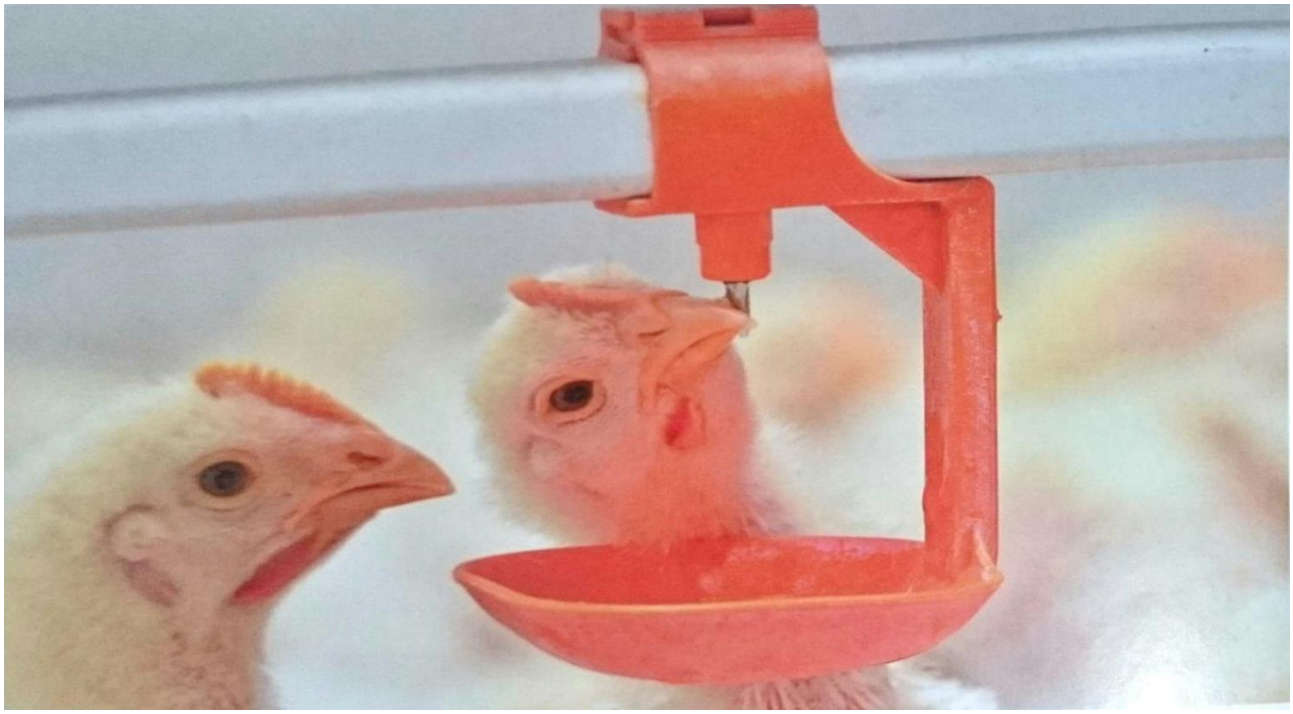
همه چیز را تمیز نگهدارید

- یک برنامه منظم نظافت داشته باشید.
- پرنده‌های تلف‌شده را بلافاصله خارج کنید.
- وسایط نقلیه را قبل از ورود اسپری کنید.
- حوضچه‌های ضدعفونی موثر داشته باشید.
- لانه‌های تخم‌گذاری را با استفاده از محصولاتی مانند استالوزان® F یا فرمالین ضدعفونی کنید.

شوینده‌ها اثر میکروب‌کشی ملایمی دارند و تمیزکننده-های خوبی هستند، اما برای ضدعفونی کردن اماکن مناسب نیستند و بیشتر آنها در حضور مواد آلی مانند کود کارایی ندارند. در این مورد دامنه گسترده‌ای از محصولات شامل هالوژن‌ها، اسیدهای فنولی و ترکیبات چهارگانه آمونیم در بازار وجود دارد و باید موارد زیر را در هنگام انتخاب آنها مدنظر داشت: کارایی آنها علیه ویروس‌ها، باکتری‌ها و قارچ‌ها، واکنش با مواد آلی و سمیت (ایمنی نسبی برای حیوانات).

> **نکته**
> امنیت‌زیستی با مکان‌یابی صحیح برای احداث واحد آغاز می‌شود.

طراحی مکان باید دربرگیرنده تمام وجوه امنیت‌زیستی باشد. اولین و مهم‌ترین سوال هنگام طراحی یک مکان موقعیت آن است. دلیلی برای ساخت یک واحد طیور در محلی خیلی نزدیک به محل پرورش سایر طیور یا پرندگان وحشی وجود ندارد. ورودی مرغداری را به یک نقطه قابل‌کنترل محدود کنید.



[1]. Stalosan® F

نکات کلیدی

۰۱
ارزیابی عملکرد ناشی از مصرف خوراک، ریشه‌یابی مشکل و یافتن راه‌حل یکی از بخش‌های مهم وظایف متخصص تغذیه است.

۰۲
چهار دلیل عمده برای عملکرد پایین وجود دارد: خود پرنده (کیفیت جوجه یا پولت در نقطه آغاز تخم‌گذاری)، شرایط محیطی و مدیریتی، بیماری‌ها و تغذیه.

۰۳
مراقب رکود کاذب باشید - مواردی که در ثبت داده یا محاسبات اشتباه صورت می‌گیرد. این مساله می‌تواند سایر مشکلاتی را که در واحد پرورش رخ می‌دهد نیز در بربگیرد، مانند قطعی برقی که به اطلاع تامین‌کننده خوراک یا مدیر واحد نرسیده است.

۰۴
مشکلات برجسته و شدید خوراک در حالت طبیعی به راحتی دیده می‌شوند و قابل‌ردیابی هستند، توجیه یک کاهش آهسته در تولید دشوارتر است. خوراک باید به شیوه‌ای ساخته شود که مختصات تنظیم‌شده توسط متخصص تغذیه را برآورده کند. همه بخش‌های فرآیند ساخت نیازمند نظارت هستند. متخصصین تغذیه باید صحت فرمول جیره، ساخت جیره و توزیع جیره را بررسی کنند. قابلیت ردیابی در کارخانه خوراک نقش مهمی در ریشه‌یابی مشکلات ایفا می‌کند.

۰۵
اگرچه آسان نیست، اما متخصص تغذیه باید مختصات جیره را ارزیابی و آنها را به گونه‌ای تنظیم کند که عملکرد جیره در حد قابل‌انتظار باشد.

۰۶
انحراف از عملکرد طبیعی در گله‌های تخم‌گذار به سادگی دیده می‌شود. اول، صرف‌نظر از سیستم تولید، همه گله‌ها عملکرد تقریبا مشابهی دارند و دوم، تغییرات عملکرد به سادگی از روی نمودارهای تولید قابل‌مشاهده است.

۰۷
انحراف در عملکرد جوجه‌های گوشتی متداول‌تر و مشکل دشوارتری است. در اینجا، نمودارهای استاندارد وجود ندارد، سیستم‌های تولید خیلی متفاوت هستند و اثرات فصل می‌تواند خیلی قابل‌توجه باشد.

۰۸
از سیستم FFLLAWSS به عنوان یک پشتیبان برای بررسی مشکلات تاثیرگذار بر تولید طیور (هر دو مرغ‌های تخم‌گذار و جوجه‌های گوشتی) استفاده کنید. داشتن یک چک‌لیست رسمی مفید است.

۰۹
امنیت‌زیستی یکی از پایه‌های پرورش طیور امروزی است. مهم‌ترین وجوه آن طراحی مکان و موقعیت، کنترل رفت‌وآمد (افراد و حیوانات) و نظافت است.

پیوست‌ها

حامیان طلایی

ایده پردازان خوراک آریان

شرکت پگاه جهان نما

شرکت مهر بیستون

شرکت جوانه خراسان

شرکت آرونا

شرکت افزودنیهای ایتوک فردا

حامیان نقره‌ای

کیوان مرغ پر طلای مهاباد

شرکت کیمیا دارو مهر

حامیان برنزی

تهران مکمل پارس

گروه دانش بنیان مگافراور

پیوست A

سطوح ویتامین‌ها و مواد معدنی

سطوح توصیه‌شده ویتامین و مواد معدنی مورد استفاده توسط اسپسفید (به ازای هر کیلوگرم خوراک)

		تخم‌گذار	مرغ مادر	آغازین جوجه گوشتی	رشد جوجه گوشتی	آغازین جوجه	رشد جوجه
ویتامین A	واحد بین‌المللی	۸۰۰۰	۱۳۰۰۰	۱۲۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۷۵۰۰
ویتامین D_3	واحد بین‌المللی	۳۵۰۰	۴۵۰۰	۳۵۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰	۲۰۰۰
ویتامین E	میلی‌گرم	۲۰	۸۰-۴۰	۸۰-۴۰	۳۰	۲۰	۱۰
ویتامین K	میلی‌گرم	۳	۴	۴	۲	۲	۲
ویتامین B_1	میلی‌گرم	۰/۵	۳	۲	۲	۲	۲
ویتامین B_2	میلی‌گرم	۳	۸	۶	۵	۵	۵
ویتامین B_6	میلی‌گرم	۲	۴	۴	۳	۳	۳
ویتامین B_{12}	میلی‌گرم	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۱۵	۰/۰۱
اسیدفولیک	میلی‌گرم	۰/۵	۲	۲/۵	۲	۰/۸	۰/۵
نیاسین	میلی‌گرم	۲۰	۴۰	۴۰	۳۰	۲۰	۲۰
اسید پانتوتنیک	میلی‌گرم	۴	۱۲	۱۵	۱۲	۱۰	۱۰
کولین (۶۰ درصد)	میلی‌گرم	۲۵۰	۶۰۰	۶۰۰	۵۰۰	۴۰۰	۲۵۰
بیوتین	میلی‌گرم	۰/۰۵	۰/۲۵	۰/۰۷۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
ویتامین C	میلی‌گرم	۰	۱۰۰	۰	۰	۰	۰
منگنز	میلی‌گرم	۱۰۰	۱۲۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
روی	میلی‌گرم	۸۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
مس	میلی‌گرم	۸	۸	۸	۸	۸	۶
آهن	میلی‌گرم	۷۰	۷۰	۷۰	۷۰	۷۰	۷۰
ید	میلی‌گرم	۱	۱	۱	۱	۱	۱
سلنیم	میلی‌گرم	۰/۲۵	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
کبالت	میلی‌گرم	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵

پیوست B

چک‌لیست کنترل کیفیت

نمونه‌ای از چک‌لیست مورد نیاز برای کنترل کیفیت فیزیکی مواد خوراکی

ماده خوراکی: تاریخ:

	بله	خیر	ملاحظات
ظاهر			
رنگ بد			
آلودگی به حشرات			
مواد خارجی			
غیریکنواختی بافت			
خصوصیات جریانی			
کلوخه‌ها			
میزان پودرشدگی			
درجه			
طعم			
فاسد			
کپک‌زده			
سوخته			
بی‌مزه			
بو			
فاسد			
کپک‌زده			
سوخته			
بی‌بو			
احساس			
رطوبت			
دمای بالا			
تراکم حجمی			

پیوست C

آزمون کرسول قرمز برای سنجش درجه پختن سویا

۱. یک گرم از معرف کرسول قرمز را با ۱ لیتر آب مقطر دریک بطری مخلوط کنید و آن را به خوبی تکان دهید. کرسول قرمز حل نمی‌شود اما آب قرمز خواهد شد.

۲. دو گرم اوره (درجه آزمایشگاهی) را در یک پتری‌دیش وزن کنید.

۳. ده میلی‌لیتر از محلول کرسول را به اوره اضافه و با یک قاشق کوچک مخلوط نمایید.

۴. سه گرم سویا (کنجاله سویا یا سویای پرچرب) وزن کرده و به پتری‌دیش اضافه نمایید و آن به خوبی هم بزنید.

۵. کرنومتر را روشن کنید.

۶. تغییر رنگ.

۷. در صورتی سویا بعد از ۹۰ ثانیه شروع به تغییر رنگ نکرد بیش از حد حرارت دیده است.

۸. اگر تغییر رنگ بعد از ۳۰۰ ثانیه دیده نشد محصول قطعا بیش از حد حرارت دیده است.

۹. چنانچه ظرف ۹۰ ثانیه – شروع به تغییر رنگ کرد و ظرف ۳۰۰ ثانیه کاملا قرمز شد – محصول خام است و اصلا مناسب نیست (حرارت دیدن کمتر از حد).

قوانین سرانگشتی

- پرنده‌ها حدود ۲ برابر خوراک مصرفی خود آب مصرف می‌کنند.

جوجه‌های گوشتی

- وزن هدف جوجه‌های گوشتی در ۷ روزگی باید ۴ برابر وزن روز اول آنها باشد (۴ × ۴۰ = ۱۶۰ گرم).
- یک پرنده چهار برابر سن خود خوراک مصرف می‌کند. برای مثال، یک جوجه گوشتی ده روزه ۴۰ گرم خوراک در روز مصرف می‌کند.
- ده گرم اختلاف وزن در ۷ روزگی به ۴۵ گرم اختلاف وزن در ۳۵ روزگی ترجمه می‌شود.
- افزایش ضریب تبدیل خوراک به رقمی فراتر از سن مقرون‌به‌صرفه نخواهد بود.
- ده نقطه اختلاف در ضریب تبدیل خوراک (برای مثال، ۱/۹–۱/۸) برابر با ۲۰ یورو اختلاف به ازای هر تن خوراک است.

۱. انرژی

- تغییری در سطح انرژی به اندازه ۰/۱ مگاژول در کیلوگرم باعث ۲/۵ نقطه تغییر در ضریب تبدیل خوراک می‌شود.
- تغییری در سطح انرژی به اندازه ۰/۱ مگاژول در کیلوگرم موجب افت رشد به اندازه ۰/۴ گرم در روز می‌شود.
- افزودن ۱ درصد چربی به جیره باعث ۸ تا ۱۰ درصد کاهش در کیفیت پلت می‌شود.
- ده درصد محتوای آردینه (برخلاف پلت) باعث ۰/۰۷ مگاژول در کیلوگرم کاهش در انرژی می‌شود.
- به ازای هر ۱۰ گرم افزایش وزن، یک جوجه گوشتی به ۲۰۰ کیلوژول انرژی نیاز دارد.

۲. پروتئین

نتیجه ۵ درصد کاهش در سطح پروتئین جیره عبارت خواهد بود از:

- چاقی حدود ۱ درصد افزایش می‌یابد.

- راندمان خوراک ۲ نقطه تضعیف می‌شود.
- وزن نهایی حدود ۲۵ گرم به ازای هر پرنده کاهش می‌یابد.

۳. تعدیل

- ضریب تبدیل خوراک را می‌توان برای وزن بدن تعدیل کرد (در ۳۵ روزگی): هر ۴۰ گرم وزن بدن نشان‌دهنده ۰/۰۱ ضریب تبدیل خوراک است (۱ نقطه)
- ضریب تبدل خوراک را می‌توان برای سن تنظیم کرد: هر روز بالا یا پایین ۳۵ روزگی ۰/۰۲ (۲ نقطه)
- هر درصد تغییر در تلفات ضریب تبدیل خوراک را ۱/۲۵ نقطه تغییر می‌دهد (۴ درصد تلفات ضریب تبدیل خوراک را ۵ واحد بدتر می‌کند).

مرغ‌های تخم‌گذار

- هزار مرغ تخم‌گذار حدود ۱ تن خوراک در هر هفته مصرف می‌کنند.
- هر ۰/۱ مگاژول تغییر در سطح انرژی منجر به ۱ گرم در روز تغییر در مصرف خوراک می‌شود.

پیوست D

نمونه‌ای از جیره جوجه‌های گوشتی (اسپسفید، ۲۰۱۲)

	پیش‌آغازین	آغازین	رشد	پایانی	بارگیری
سن (روز)	۷-۱	۱۴-۷	۲۳-۱۵	۳۰-۲۴	۵ روز آخر
شکل خوراک	کرامبل	کرامبل	ابتدا کرامبل پلت ۳-۳/۵ میلی‌متری	پلت ۴-۶ میلی‌متری	پلت ۴-۶ میلی‌متری
مختصات مواد مغذی					
انرژی قابل‌متابولیسم (مگاژول/کیلوگرم)	۱۲/۵	۱۳/۰	۱۳/۲	۱۳/۴	۱۳/۶
انرژی قابل‌متابولیسم (کیلوکالری/کیلوگرم)	۳۰۰۰	۳۱۰۰	۳۱۵۰	۳۲۰۰	۳۲۵۰
پروتئین خام (گرم/کیلوگرم)	۲۴۰	۲۳۰	۲۰۰	۱۸۵	۱۸۰
لیزین کل (گرم/کیلوگرم)	۱۴/۵	۱۳/۲۵	۱۱/۵	۱۰/۵	۱۰/۰
لیزین قابل‌هضم (گرم/کیلوگرم)	۱۲/۵	۱۱/۵	۱۰/۰	۹/۲۵	۹/۰
کلسیم (گرم/کیلوگرم)	۱۰	۹	۸	۷	۶
فسفر قابل‌دسترس (گرم/کیلوگرم)	۴/۶	۴/۴	۴/۰	۳/۸	۳/۵
سدیم (گرم/کیلوگرم)	۲/۳	۲/۲	۱/۸	۱/۸	۱/۸
ویتامین A (بین‌المللی/کیلوگرم)	۱۳۰۰۰	۱۲۰۰۰	۱۰۰۰۰	۸۰۰۰	۸۰۰۰ اختیاری
ویتامین E (میلی‌گرم/کیلوگرم)	۱۰۰-۸۰	۶۰	۴۰	۳۰	۳۰اختیاری
ویتامین B_1 (میلی‌گرم/کیلوگرم)	۶	۳	۲/۵	۲	۲ اختیاری
روی (میلی‌گرم/کیلوگرم)	۱۲۰	۱۰۰	۸۰	۶۰	۴۰اختیاری
افزودنی‌ها					
آنتی‌بیوتیک محرک رشد (ممنوع در اروپا)	✓	✓	✓	✓	
ضدکوکسیدیوز	✓	✓	✓	✓	
پری‌بیوتیک	✓	✓			اختیاری
پروبیوتیک	✓	✓			اختیاری
فیتاز	✓	✓	✓	✓	✓
دیگر آنزیم‌ها	اختیاری	اختیاری	اختیاری	اختیاری	اختیاری
محدودیت مواد خوراکی					
ذرت	۱۰۰-۰	۱۰۰-۰	۱۰۰-۰	۱۰۰-۰	۱۰۰-۰
گندم	۱۵-۰	۴۵-۰	۶۰-۰	۶۰-۰	۶۰-۰
کنجاله سویا	۳۰-۰	۳۰-۰	۳۰-۰	۳۰-۰	۳۰-۰
پودر ماهی	۱۰-۵	۱۰-۲/۵	۷/۵-۰	۵-۰	۰
کنجاله آفتابگردان (۳۸ درصد پروتئین خام)	۰-	۷/۵-۰	۱۰-۰	۱۵-۰	۱۵-۰
سویای پرچرب	۵-۰	۱۰-۰	۱۵-۰	۱۷/۵-۰	۲۰-۰
پودر ضایعات طیور	۰	۰	۲/۵-۰	۵-۰	۶-۰
مکمل چربی یا روغن	۰	۳-۰	۳-۰	۳-۰	۳-۰

پیوست E

نمونه‌ای از جیره مرغ‌های تخم‌گذار (اسپسفید، ۲۰۱۲)

	آغازین	رشد	پرورش (اختیاری)	پیش‌تخم‌گذاری (اختیاری)	ابتدای تخم‌گذاری (جیره ۹۰)	اواسط تخم‌گذاری (جیره ۱۰۰)
سن (هفته)	۱-۵	۶-۱۲	۱۳-۱۷	۱۶-۱۷	۱۸-۳۰	۳۰-
شکل خوراک	آردی/کرامبل	آردی	آردی	آردی	آردی	آردی
مختصات مواد مغذی						
انرژی قابل‌متابولیسم (مگاژول/کیلوگرم)	۱۲/۰	۱۱/۵-۱۱/۷۵	۱۱/۵	۱۱/۵	۱۱/۵	۱۱/۵
انرژی قابل‌متابولیسم (کیلوکالری/کیلوگرم)	۲۸۵۰	۲۷۵۰-۳۱۰۰	۲۷۵۰	۲۷۵۰	۲۷۵۰	۲۷۵۰
پروتئین خام (گرم/کیلوگرم)	۲۰۰	۱۶۰	۱۵۰	۱۵۰	۱۶۰	۱۵۰
لیزین کل (گرم/کیلوگرم)	۱۱/۳	۹/۰	۸/۵	۸/۵	۹/۰	۸/۱
لیزین قابل‌هضم (گرم/کیلوگرم)	۱۰/۰	۸/۰	۷/۵	۷/۵	۷/۹	۷/۱
کلسیم (گرم/کیلوگرم)	۹	۸	۸	۲۰	۳۸	۳۶
فسفر قابل‌دسترس (گرم/کیلوگرم)	۴/۵	۳/۷۵	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۳/۲
سدیم (گرم/کیلوگرم)	۲/۲	۲/۰	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۷
ویتامین A (بین‌المللی/کیلوگرم)	۱۲۰۰۰	۱۰۰۰۰	۸۰۰۰	۸۰۰۰	۸۰۰۰	۸۰۰۰
ویتامین E (میلی‌گرم/کیلوگرم)	۸۰-۱۰۰	۶۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
ویتامین B_1 (میلی‌گرم/کیلوگرم)	۴	۳	۲	۲	۲	۲
روی (میلی‌گرم/کیلوگرم)	۸۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰
افزودنی‌ها						
فیتاز	✓	✓	✓	✓	✓	✓
دیگر آنزیم‌ها	اختیاری	اختیاری	اختیاری	اختیاری	اختیاری	اختیاری
محدودیت مواد خوراکی						
ذرت	۰-۱۰۰	۰-۱۰۰	۰-۱۰۰	۰-۱۰۰	۰-۱۰۰	۰-۱۰۰
گندم	۰-۱۵	۰-۴۵	۰-۶۰	۰-۶۰	۰-۶۰	۰-۶۰
کنجاله سویا	۰-۳۰	۰-۳۰	۰-۳۰	۰-۳۰	۰-۳۰	۰-۳۰
پودر ماهی	۱-۵	۰	۰	۰	۰	۰
کنجاله آفتابگردان (۳۸ درصد پروتئین خام)	۰-۵	۰-۷/۵	۰-۱۰	۰-۱۵	۰-۱۵	۰-۱۵
سویای پرچرب	۰-۵	۰-۵	۰-	۰-۵	۰-۵	۰-۵
مکمل چربی یا روغن	۰	۰-۳	۰-	۰-۳	۰-۳	۰-۳

پیوست F

نمونه‌ای از جیره مرغ‌های مادر گوشتی (اسپسفید، ۲۰۱۲)

	آغازین	رشد	پیش‌تخم‌گذاری اختیاری	مادر تخم‌گذار ۱	مادر تخم‌گذار ۲
سن (هفته)	۱-۵	۶-۲۱	۱۹-۲۱	۲۱-۴۰	۴۱-
شکل خوراک	آردی/کرامبل	آردی	آردی	آردی	آردی
مختصات مواد مغذی					
انرژی قابل‌متابولیسم (مگاژول/کیلوگرم)	۱۲/۰	۱۱/۵-۱۱/۷۵	۱۱/۵-۱۱/۷۵	۱۱/۵-۱۱/۷۵	۱۱/۵-۱۱/۷۵
انرژی قابل‌متابولیسم (کیلوکالری/کیلوگرم)	۲۸۵۰	۲۷۵۰-۳۱۰۰	۲۷۵۰-۳۱۰۰	۲۷۵۰-۳۱۰۰	۲۷۵۰-۳۱۰۰
پروتئین خام (گرم/کیلوگرم)	۲۰۰	۱۵۰	۱۴۵	۱۴۵	۱۴۰
لیزین کل (گرم/کیلوگرم)	۱۱/۳	۸/۵	۸/۵	۷/۰	۶/۵
لیزین قابل‌هضم (گرم/کیلوگرم)	۱۰/۰	۷/۵	۷/۵	۶/۱	۵/۶
کلسیم (گرم/کیلوگرم)	۹	۸	۲۰	۲۸	۳۲
فسفر قابل‌دسترس (گرم/کیلوگرم)	۴/۵	۳/۷۵	۳/۵	۳/۱	۲/۸
سدیم (گرم/کیلوگرم)	۲/۲	۲/۰	۱/۸	۱/۸	۱/۷
ویتامین A (بین‌المللی/کیلوگرم)	۱۲۰۰۰	۱۰۰۰۰	۸۰۰۰	۱۲۰۰۰	۱۲۰۰۰
ویتامین E (میلی‌گرم/کیلوگرم)	۸۰-۱۰۰	۶۰	۲۰	۸۰-۱۲۰	۸۰-۱۲۰
ویتامین B_1 (میلی‌گرم/کیلوگرم)	۴	۳	۲	۳	۳
روی (میلی‌گرم/کیلوگرم)	۸۰	۶۰	۶۰	۸۰	۸۰
افزودنی‌ها					
ضدکوکسیدیوز	✓	نیم دوز			
فیتاز	✓	✓	✓	✓	✓
دیگر آنزیم‌ها	اختیاری	اختیاری	اختیاری	اختیاری	اختیاری
محدودیت مواد خوراکی					
ذرت	۰-۱۰۰	۰-۱۰۰	۰-۱۰۰	۰-۱۰۰	۰-۱۰۰
گندم	۰-۱۵	۰-۶۰	۰-۶۰	۰-۶۰	۰-۶۰
کنجاله سویا	۰-۳۰	۰-۳۰	۰-۳۰	۰-۳۰	۰-۳۰
پودر ماهی	۱-۵	۰	۰	۰	۰
کنجاله آفتابگردان (۳۸ درصد پروتئین خام)	۰-۵	۰-۷/۵	۰-۱۵	۰-۱۵	۰-۱۵
سویای پرچرب	۰-۵	۰-۵	۰-۵	۰-۵	۰-۵
مکمل چربی یا روغن	۰	۰-۳	۰-۳	۰-۳	۰-

پیوست G

مقادیر مواد مغذی مواد خوراکی مختلف

شماره	ماده خوراکی	انرژی قابل‌متابولیسم (مگاژول/کیلوگرم)	پروتئین خام (گرم/کیلوگرم)	لیزین (گرم/کیلوگرم)	لیزین قابل‌دسترس (گرم/کیلوگرم)	اسیدهای آمینه گوگرددار (گرم/کیلوگرم)	ایزولوسین (گرم/کیلوگرم)
۱	ذرت زرد ۸ درصد CP	۱۴/۴	۸۰/۰	۲/۳	۱/۹	۳/۴	۳/۰
۲	ترخنه ذرت	۱۱/۶	۹۰/۰	۴/۰	۳/۲	۳/۸	۳/۵
۳	کنجاله گلوتن ذرت	۱۵/۷	۶۴۰/۰	۱۰/۰	۹/۰	۲۸/۰	۲۴/۵
۴	خوراک گلوتن ذرت	۸/۵	۲۱۰/۰	۶/۵	۴/۷	۹/۰	۶/۵
۵	سورگوم	۱۳/۸	۹۰/۰	۲/۳	۱/۸	۳/۲	۴/۲
۶	گندم	۱۳/۰	۱۱۵/۰	۳/۲	۲/۶	۴/۴	۴/۳
۷	سبوس گندم ۱۵ درصد CP	۷/۹	۱۵۰/۰	۵/۸	۴/۵	۵/۳	۵/۰
۸	سویا پرچرب اکسترووده	۱۴/۷	۳۶۰/۰	۲۲/۵	۱۹/۶	۱۰/۵	۱۷/۵
۹	کنجاله سویای ۴۴ درصد CP	۱۰/۱	۴۴۰/۰	۲۷/۸	۲۴/۴	۱۲/۹	۲۱/۰
۱۰	کنجاله سویای ۴۸ درصد CP	۱۰/۵	۴۸۰/۰	۳۰/۳	۲۷/۳	۱۴/۱	۲۲/۹
۱۱	کنجاله آفتابگردان ۳۸ درصد CP	۸/۶	۳۸۰/۰	۱۴/۸	۱۳/۰	۱۵/۵	۱۵/۸
۱۲	کنجاله پنبه‌دانه	۹/۴	۳۸۰/۰	۱۶/۸	۱۱/۸	۱۱/۵	۱۳/۰
۱۳	کنجاله بادام زمینی	۱۰/۸	۴۷۰/۰	۱۶/۵	۱۳/۲	۱۱/۴	۱۷/۰
۱۴	پودر ماهی ۶۵ درصد CP	۱۲/۸	۶۵۰/۰	۵۰/۶	۴۵/۰	۲۵/۶	۲۹/۰
۱۵	پودر ضایعات طیور ۵۰ درصد CP	۱۶/۵	۵۲۰/۰	۲۴/۰	۱۸/۷	۲۰/۰	۲۲/۰
۱۶	پودر لاشه ۵۰ درصد CP	۱۰/۳	۵۰۰/۰	۲۳/۹	۱۸/۴	۱۰/۵	۱۴/۵
۱۷	پودر خون	۱۱/۶	۹۴۰/۰	۸۷/۵	۴۲/۰	۲۲/۶	۹/۰
۱۸	دی‌ال-متیونین	۱۵/۶	۵۹۰/۰	۰/۰	۰/۰	۹۸۰/۰	۰/۰
۱۹	هیدروکسی آنالوگ متیونین	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۸۸۰/۰	۰/۰	۰/۰
۲۰	لیزین-HCl	۱۵/۶	۹۶۰/۰	۷۸۴/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰
۲۱	مونوکلسیم فسفات	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰
۲۲	دی‌کلسیم فسفات	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰
۲۳	سنگ آهک	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰
۲۴	نمک	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰

شماره	تریپتوفان (گرم/کیلوگرم)	ترئونین (گرم/کیلوگرم)	والین (گرم/کیلوگرم)	آرژنین (گرم/کیلوگرم)	هیستیدین (گرم/کیلوگرم)	چربی (گرم/کیلوگرم)	فیبر (گرم/کیلوگرم)
۱	۰/۶	۳/۰	۳/۹	۳/۹	۲/۳	۴۰/۰	۲۶/۰
۲	۰/۹	۴/۰	۵/۰	۶/۰	۳/۱	۸۰/۰	۹۰/۰
۳	۳/۱	۲۲/۰	۲۹/۰	۲۰/۰	۱۳/۰	۳۶/۴	۱۵/۰
۴	۱/۴	۸/۵	۱۰/۵	۱۰/۰	۷/۰	۱۵/۰	۹۰/۰
۵	۱/۰	۳/۲	۵/۵	۳/۷	۲/۳	۲۶/۰	۲۵/۰
۶	۱/۲	۳/۳	۵/۰	۵/۵	۲/۵	۲۰/۰	۲۰/۰
۷	۲/۳	۴/۹	۷/۰	۱۰/۰	۳/۹	۴۰/۰	۱۰۰/۰
۸	۵/۰	۱۴/۴	۱۷/۵	۲۶/۲	۹/۵	۱۸۰/۰	۵۰/۰
۹	۶/۱	۱۷/۵	۲۱/۹	۳۲/۵	۱۱/۵	۲۰/۰	۵۰/۰
۱۰	۶/۶	۱۹/۱	۲۳/۹	۳۵/۴	۱۲/۶	۲۰/۰	۳۰/۰
۱۱	۴/۸	۱۴/۰	۲۱/۱	۳۲/۷	۹/۵	۲۵/۰	۱۷۰/۰
۱۲	۵/۰	۱۲/۸	۱۷/۳	۴۰/۰	۰/۰	۲۴/۰	۱۳۵/۰
۱۳	۴/۷	۱۳/۴	۱۹/۰	۵۱/۰	۰/۰	۲۰/۰	۷۰/۰
۱۴	۷/۱	۲۷/۸	۳۳/۸	۳۸/۲	۱۸/۰	۸۸/۰	۸/۰
۱۵	۵/۰	۲۲/۰	۲۵/۵	۳۵/۰	۸/۰	۳۰۰/۰	۱۰/۰
۱۶	۳/۰	۱۵/۵	۲۲/۵	۳۴/۰	۹/۰	۱۲۰/۰	۱۰/۰
۱۷	۱۲/۲	۴۶/۰	۷۰/۰	۳۵/۰	۴۵/۰	۱۰/۰	۰/۰
۱۸	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰
۱۹	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰
۲۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰
۲۱	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰
۲۲	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰
۲۳	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰
۲۴	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰

شماره	کلسیم (گرم/کیلوگرم)	فسفر کل (گرم/کیلوگرم)	فسفر قابل‌دسترس (گرم/کیلوگرم)	سدیم (گرم/کیلوگرم)	کلر (گرم/کیلوگرم)	پتاسیم (گرم/کیلوگرم)	اسید لینولئیک (گرم/کیلوگرم)
۱	۰/۲	۲/۷	۰/۸	۰/۲	۰/۵	۳/۲	۲۰/۰
۲	۰/۴	۳/۵	۱/۳	۰/۱	۰/۵	۶/۵	۳۰/۰
۳	۰/۴	۴/۸	۱/۹	۰/۳	۰/۵	۰/۳	۱۲/۰
۴	۲/۰	۸/۰	۳/۲	۱/۰	۲/۲	۱۰/۰	۱۳/۰
۵	۰/۳	۳/۰	۰/۹	۰/۱	۰/۸	۳/۴	۱۲/۰
۶	۰/۵	۳/۲	۱/۲	۰/۲	۰/۶	۴/۲	۸/۰
۷	۱/۳	۹/۰	۲/۴	۰/۵	۰/۶	۱۳/۰	۱۸/۰
۸	۲/۵	۶/۰	۲/۵	۰/۲	۰/۳	۱۶/۰	۹۵/۰
۹	۳/۱	۶/۵	۲/۷	۰/۳	۰/۴	۲۱/۰	۵/۵
۱۰	۳/۱	۶/۵	۲/۷	۰/۳	۰/۴	۲۱/۰	۵/۵
۱۱	۳/۵	۹/۰	۲/۴	۰/۵	۱/۲	۱۱/۰	۱۶/۰
۱۲	۲/۰	۹/۰	۲/۷	۰/۳	۰/۳	۱۲/۴	۶/۰
۱۳	۲/۴	۶/۵	۲/۵	۰/۱	۰/۳	۱۲/۰	۴/۰
۱۴	۳۲/۰	۲۱/۰	۱۵/۵	۸/۰	۱۲/۰	۸/۰	۲/۳
۱۵	۷/۵	۵/۰	۴/۰	۳/۵	۵/۰	۶/۰	۲/۴
۱۶	۱۰۰/۰	۴۵/۰	۲۷/۹	۷/۰	۷/۵	۵/۴	۰/۲
۱۷	۲/۰	۱/۸	۱/۴	۳/۲	۴/۵	۱/۵	۱/۰
۱۸	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰
۱۹	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰
۲۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۱۵۰/۰	۰/۰	۰/۰
۲۱	۲۱۰/۰	۲۱۰/۰	۱۷۱/۲	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰
۲۲	۲۳۰/۰	۱۸۰/۰	۱۴۰/۴	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰
۲۳	۳۶۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰
۲۴	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۳۸۰/۰	۶۰۰/۰	۰/۰	۰/۰

پیوست H

لیست حروف اختصاری

مورد	معادل	معادل فارسی
ADF	Acid detergent fiber	فیبر نامحلول در شوینده اسیدی
AME	Apparent metabolizable energy	انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری
CF	Crude fiber	فیبر خام
CP	Crude protein	پروتئین خام
CV	Coefficient of variance	ضریب تغیرات
DDGS	Dried distillers grains and solubles	پسماندهای خشک تقطیر
DE	Digestible energy	انرژی قابل‌هضم
EE	Ether extract	عصاره اتری
FFLLAWSS	Fowl, Feed, Lights, Litter, Air, Water, Space, Sanitation	مرغ، خوراک، نور، بستر، هوا، آب، فضا، اصول بهداشت
GE	Gross energy	انرژی خام
IP_6	Inositol phosphate (phytic acid)	اینوزیتول فسفات (اسید فیتیک)
NDF	Neutral detergent fiber	فیبرنامحلول در ش.ینده خنثی
NIR	Near infrared spectroscopy	طیف‌سنجی نزدیک مادون‌قرمز
NPP	Non-phytate phosphorus	فسفر غیرفیتاتی
NSP	Non-starch polysaccharide	پلی‌ساکارید غیرنشاسته‌ای
ME	Metabolizable energy	انرژی قابل‌متابولیسم
NE	Net Energy	انرژی خالص
PDCA	Plan, Do, Control, Act	برنامه، اجرا، کنترل، اقدام (باکا)
SID	Standardized ileal digestibility	قابلیت هضم ایلئومی استانداردشده
TME	True metabolizable energy	انرژی قابل‌متابولیسم حقیقی

منابع

حامیان طلایی

ایده پردازان خوراک آریان

شرکت پگاه جهان نما

شرکت مهر بیستون

شرکت جوانه خراسان

شرکت آرونا

شرکت افزودنیهای ایتوک فردا

حامیان نقرهای

کیوان مرغ پر طلای مهاباد

شرکت کیمیا دارو مهر

حامیان برنزی

تهران مکمل پارس

گروه دانش بنیان مگافراور

Aburto, A., Vazquez, M., Dale, N.M., 1998. Strategies for utilizing over processed soybean meal: I. Amino acid supplementation, choline content, and metabolizable energy. Journal of Applied Poultry Research, 7: 189-195

ADAS (Agricultural Development and Advisory Service), 1983. Feeding the laying hen. Booklet 2440, MAFF Publications, Northumberland, UK

Adba, J.C., 2011. Quality of day old chicks. Cobb Breeders. www.cobb-vantress.com

Adedokun, S.A., Parsons, C.M., Lilburn, M.S., Adeola, O., Applegate, T.J., 2007. Endogenous amino acid flow in broiler chicks is affected by the age of birds and method of estimation. Poultry Science, 86: 2590-2597

Adeola, O., Cowieson., A.J., 2011. Opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve nonruminant animal production. Journal of Animal Science, 89: 3189-3218

Ajakaiye, A., Atteh, J.O., Leeson, S., 1997. Effects of calcium source, particle size and time on in-vitro calcium solubility of some indigenous Nigerian mineral ingredients for poultry diets. Animal Feed Science and Technology, 65: 293-298

Anderson, K.E., 2010. Effects of dietary regimens and brown-egg pullet strain on growth and development. International Journal of Poultry Science, 9: 205-211

Angel, R., 2011a. Calcium and phosphorus requirements in broilers and laying hens. Pages 32-35 In: Proceedings of 22nd Annual Australian Poultry Science Symposium. Sydney, New South Wales, Australia

Angel, R., 2011b. DSM Satellite Seminar. In: Proceedings of 18th European Symposium on Poultry Nutrition'. Çeşme, İzmir, Turkey

Ao, Z., Choct, M., 2004. Effect of early feeding and grain type on growth and performance of broilers. Pages 116-119 In: Proceedings of 16th Annual Australian Poultry Science Symposium. Sydney, New South Wales, Australia

Apajalahti, J., Rinttilä, T., Kettunen, A., 2012. Does the composition of intestinal microbiota determine or reflect feed conversion efficiency?. Pages 32-37 In: Proceedings of the 23rd Australian Poultry Science Symposium. Sydney, New South Wales, Australia

Applegate, T.J., 2005. The nutritional value of dehulled-degermed corn for broiler chickens and its impact on nutrient excretion. Poultry Science, 84: 742-747

Applegate, T.J., Klose, V., Steiner, T., Ganner, A., Schatzmayr, G., 2010. Probiotics and phytogenics for poultry: Myth or reality?. Journal of Applied Poultry Research, 19: 194-210

Araba, M., Dale, N.M., 1990. Evaluation of protein solubility as an indicator of overprocessing soybean meal. Poultry Science, 69: 76-83

ARC (Agricultural Research Council), 1975. Nutrient requirement of farm livestock. No 1 Poultry. ARC, London, UK

Ashwell, C.M., 2011. Nutrigenomics and epigenetics in poultry. Pages 69-85 In: Proceedings of 18th European Symposium on Poultry Nutrition. Çeşme, İzmir, Turkey

Avila-Gonzalez, E., Rámirez-Peña, C., Chárraga, S., Rosales, E., Fernández, S.R., 2011. Productive performance of laying hens fed different Ca & available P levels. Poultry Science, 90: 39(E-Suppl. 1)

Bach Knudsen, K.E., 1997. Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding. Animal Feed Science and Technology, 67: 319-338

Baker, D.H., Parsons, C.M., Fernandez, S., Aoyagi, S, Han, Y., 1996. Digestible amino acid requirements of broiler chickens based upon ideal protein considerations. Zootecnica International, 19: 60-65

Barletta, A., 2011. Introduction: Current market and expected developments. Pages 1-11 In: Bedford, M.R., Partridge, G.G. (editors) *Enzymes in Farm Animal Nutrition*. 2nd Edition. CABI Publishing, Wallingford, UK

Batal, A., Dale, N.I., Persia, M., 2011. Ingredient analysis table: 2012 edition. Feedstuffs, 83: 16-19

Batal, A.B., Parsons, C.M., 2002. Effects of age on nutrient digestibility in chicks fed different diets. Poultry Science, 81: 400-407

Batal, A.B., Parsons, C.M., 2004. Utilization of various carbohydrate sources as affected by age in the chick. Poultry Science, 83: 1140-1147

Bedford, M.R., 2000. Removal of antibiotic growth promoters from poultry diets: Implications and strategies to minimise subsequent problems. World's Poultry Science Journal, 56: 347-365

Bedford, M.R., Cowieson A.J., 2009. Phytase and phytate interactions. Pages 7-13 In: Proceedings of 17th European Symposium on Poultry Nutrition. Edinburgh, Scotland, UK

Bedford, M.R., O'Neill, H.V., 2012. Mythbusters-Enzymes in the spotlight. Pages 112-119 In: Proceedings of the 23rd Australian Poultry Science Symposium. Sydney, New South Wales, Australia

Bell, D.D., 1993. Management systems for egg production. Poultry International, August

Bell, D.D., Weaver, W.D., (editors) 2002. Commercial chicken meat and egg production. 5th Edition. Kluwer Academic publishers, Norwell, Massachusetts, USA

Benabdeljelil, K., 2002. Personal Communication

Berri, C., Besnard, J., Relandeau, C., 2008. Increasing dietary lysine increases final pH and decreases drip loss of broiler breast meat. Poultry Science, 87: 480-484

Bertechini, A.G., Carvalho, J.C., Mesquita, F.R., Castro, S.F., Meneghetti, C., Sorbara, J.O., 2009. Use of a protease to enhance the utilization of soybean meal amino acids by broilers. Poultry Science, 88: 69(E-Suppl. 1)

Beyer, R.S., 2001. AFMA Forum. Sun City, South Africa

Black, J.L., Hughes, R.J., Nielsen, S.G., Tredrea, A.M., MacAlpine, R., Van Barneveld, R.J., 2005. The energy value of cereal grains, particularly wheat and sorghum, for poultry. Pages 21-29 In: Proceedings of the 17th Australian Poultry Science Symposium. Sydney, New South Wales, Australia

Black, J.L., Spragg, J.C., 2010. NIR of feedstuffs and enhancement of NIR prediction of nutrient availability. Pages 24-30 In: Proceedings of the Midwest Swine Nutrition Conference. Indianapolis, Indiana, USA

Blake, J.P., Hess, J.B., Saenmahayak, B., Thanissery, R.R., Dong, X., Shaw, A.L., 2009. Influence of starter feed allocation on broiler performance and processing yield. Poultry Science, 88: 44(E-suppl. 1)

Blanco, O.A., Gous, R.M., 2005. A model for estimating the effect of micro-environmental conditions above least thermoregulatory effort on the heat balance of a chicken. In: Proceedings of the 6th European Conference of Mathematical and Theoretical Biology. Dresden, Germany.

Boorman, K.N., Burgess, A.D., 1986. Responses to amino acids. Pages 99-123 In: Fisher, C., Boorman, K.N. (editors) *Nutrient Requirements of Poultry and*

Nutritional Research. Butterworth, London, UK

Boorman, K.N., Ellis, G.M., 1996. Maximum nutritional response to poor-quality protein and amino acid utilisation. British Poultry Science, 37: 145-156

Borges, S.A., de Oliveira, J.P., da Silva, A.V., dos Santos, T.T., 2011. Use of electrolytes for birds-the practice of theory. Pages 170-183 In: Proceedings of the 22nd Annual Australian Poultry Science Symposium. Sydney, New South Wales, Australia

Bowmaker, J.E., 1994. Personal Communication

Bowmaker, J.E., Gous, R.M., 1991. The response of broiler breeder hens to dietary lysine and methionine. British Poultry Science, 32: 1069-1088

Brake, J., 1995. Management for optimum fertility of broiler breeders. 5. Increasing broiler breeder male body weight and feed allocation during the laying period maintains fertility. Poultry Science, 74: 47 (E-Suppl. 1)

Bregendahl, K., Roberts, S.A., Kerr, B., Hoehler, D., 2008. Ideal ratios of isoleucine, methionine, methionine plus cystine, threonine, tryptophan, and valine relative to lysine for white leghorn-type laying hens of twenty-eight to thirty-four weeks of age. Poultry Science, 87: 744-758

Broz, J., Ward, N.E., 2007. The role of vitamins and feed enzymes in combating metabolic challenges and disorders. Journal of Applied Poultry Research, 16: 150-159

Burley, H.K., 2009: Effects of reduced crude protein, amino acid balanced diets on performance, economics, and ammonia emission in a large-scale commercial laying hen flock. MSc thesis, Pennsylvania State University, Pennsylvania, USA

Carré, B., Lessire, M., Juin, H., 2002. Development of the net energy system for broilers. Pages 140-149 In: Proceedings of the 38th Eastern Nutrition Conference. Guelph, Ontario, Canada

Casey, N.H., Meyer, J.A., Coetzee, C.B., 2001. An extension to and further refinement of a water quality guideline index system for livestock watering: Poultry production systems and water quality for ostrich production (volume 2). Report No: 857/2/01. Water Research Commission, Pretoria, South Africa

Chase, L.E., 1993: Developing nutrition programs for high producing dairy herds. Journal of Dairy Science, 76: 3287-3293

Choct, M., 2010. Australia's poultry farmers to benefit from net energy feed system. Poultry International, July

Christal, P.C., 2004. Limestone quality. SPESFEED News, Winter

Clunies, M., Parks, D., Leeson, S., 1992. Calcium and phosphorus metabolism and eggshell formation of hens fed different amounts of calcium. Poultry Science, 71: 482-489

Cobb, 2000. Broiler management guide. www.cobb-vantress.com

Cobb, 2012. Cobb 500 broiler performance and nutrition supplement. www.cobb-vantress.com

Coetzee, C.B., 2006. The development of water quality guidelines for poultry production in southern Africa. PhD Dissertation, University of Pretoria, Pretoria, South Africa

Cole, D.J.A., Haresign, W., (editors) 1989. Recent development in poultry nutrition. Butterworth, London, UK

Collett, S.R., 2009. The role of carbohydrates, protein and fat in litter quality. Pages 40-46 In: Proceedings of the 17th European Symposium on Poultry Nutrition. Edinburgh, Scotland, UK

Coon, C., Zhang, B., 1999. Ideal amino acid profile for layers examined. Feedstuffs, 71: 13-15

Coon, C.N., Seo, S., Manangi, M.K., 2007. The determination of retainable phosphorus, relative biological availability, and relative biological value of phosphorus sources for broilers. Poultry Science, 86: 857-868

Coultate, T., 2009: Food: The chemistry of it components. 5th Edition. RSC Publishing, London, UK

Cowieson, A.J., 2010. Strategic selection of exogenous enzymes for corn/soy-based poultry diets. Journal of Poultry Science, 47: 1-7

Cowieson, A.J., Bedford, M.R., 2009. The effect of phytase and carbohydrase on ileal amino acid digestibility in monogastric diets: Complimentary mode of action?. World's Poultry Science Journal, 65: 609-624

Cowieson, A.J., Bedford, M.R., Ravindran, V., 2010. Interactions between xylanase and glucanase in maize-soy-based diets for broilers. British Poultry Science, 51: 246-257

Cowieson, A.J., O'Neil, H.M., Bedford, M.R., 2012. Enzymes beyond phytase in poultry nutrition. Faculty of Veterinary Science, University of Sydney, Poultry Research Foundation, Sydney, Australia Google Scholar

Cowieson, A.J., Ravindran, V., 2008. Effect of exogenous enzymes in maize-based diets varying in nutrient density for young broilers: Growth performance and digestibility of energy, minerals and amino acids. British Poultry Science, 49: 37-44

Cowieson, A.J., Wilcock, P., Bedford, M.R., 2011. Super-dosing effects of phytase in poultry and other monogastrics. World's Poultry Science Journal, 67: 225-236

Crabtree, J.R., 1985. Computer diet formulation and feed evaluation. Outlook on Agriculture, 14: 104-108

Crawley, M.J., 2008. Statistics: An introduction using R. Wiley, London, UK

Creswell, D., 2006. Optimum production and nutrition of layers. ASA technical supports series: Nutrition and management

CVB, 1996. Aminozurenbehoefte van leghennen en vleeskuikens. Documentation Report NR. 18 Lelystad, the Netherlands

CVB, 1997. Veevoedertable. Lelystad, the Netherlands

Dale, N., 2004. The challenge of evaluating feed additives. NuTec Poultry Day, South Africa

Dale, N., 2012. Personal Communication

Dale, N., Batal, A., 2003. Nutritional value of distillers dried grains and solubles for poultry. Pages 1-6 In: Proceedings of the 19th Annual Carolina Nutrition Conference. Research Triangle, Park, North Carolina, USA

Dawkins, R., 2009. The Oxford book of modern science writing. Oxford University Press, London, UK

Dawson, K.A., 2010. A vision of nutrigenomics – ten years of advances and the promise for the next 10 years. In: Proceedings of the Arkansas Nutrition Conference. Fayetteville, Arkansas, USA

de Brum, P.A., Guidoni, A.L., Albino, L.F., Fialho, F.B., 1996. Effect of protein level of broiler breeder hens diets on offspring performance. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 25: 458-469

de los Mozos, J., Gutierrez, D.A., Gerwe, T.V., Sacranie, A., Perez, D.A., 2012. Oviposition feeding compared to normal feeding: Effect on performance and egg shell quality. Pages 180-183 In: Proceedings of the 23rd Annual Australian Poultry Science Symposium. Sydney, New South Wales, Australia

De Verdal, H., Mignon-Grasteau, S., Jeulin, C., Le Bihan-Duval, E., Leconte, M., Mallet, S., Martin, C., Narcy, A.,

2010. Digestive tract measurements and histological adaptation in broiler lines divergently selected for digestive efficiency. Poultry Science, 89: 1955-1961

Debonne, M., Baarendse, P.J., van den Brand, H., Kemp, B., Bruggeman, V., Decuypere, E., 2008. Involvement of the hypothalamic-pituitary-thyroid axis and its interaction with the hypothalamic-pituitary-adrenal axis in the ontogeny of avian thermoregulation: A review. World's Poultry Science Journal, 64: 309-321

Delezie, E., Bruggeman, V., Swennen, Q., Decuypere, E., Huyghebaert, G., 2010. The impact of nutrient density in terms of energy and/or protein on live performance, metabolism and carcass composition of female and male broiler chickens of two commercial broiler strains. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 94: 509-518

Dent, J.B., Casey, H., 1967. Linear programming and animal nutrition. No. SF95 D42. Lippincott, Philadelphia, USA

Deyhim, F., Stoecker, B.J., Teeter, R.G., 1996. Vitamin and trace mineral withdrawal effects on broiler breast tissue riboflavin and thiamin content. Poultry Science, 75: 201-202

Dibner, J.J., Knight, C.D., Kitchell, M.L., Atwell, C.A., Downs, A.C., Ivey, F.J., 1998. Early feeding and development of the immune system in neonatal poultry. Journal of Applied Poultry Research, 7: 425-436

Dilger, R.N., Garrow, T.A., Baker, D.H., 2007. Betaine can partially spare choline in chicks but only when added to diets containing a minimal level of choline. Journal of Nutrition, 137: 2224-2228

Donato, D.C.Z., de Albuquerque, R., Garcia, P.D.S.R., de Carvalho, B.J.C., 2011. Desempenho de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de cálcio suplementadas com fitase. Revista Brasileira de Zootecnia, 40: 2161-2166

Dozier, W.A., Behnke, K.C., Gehring, C.K., Branton, S.L., 2010. Effects of feed form on growth performance and processing yields of broiler chickens during a 42-day production period. Journal of Applied Poultry Research, 19: 219-226

Dozier, W.A., Thaxton, J.P., Branton, S.L., Morgan, G.W., Miles, D.M., Roush, W.B., Lott, B.D., Vizzier-Thaxton, Y., 2005. Stocking density effects on growth performance and processing yields of heavy broilers. Poultry Science, 84: 1332-1338

DSM, undated. Broiler fan. DSM nutritional products, Switzerland

DSM, undated. Yolk color fan. DSM nutritional products, Switzerland

Ducatelle, R., van Immerseel, F., 2010. Necrotic enteritis: emerging problem in broilers. Poultry International, May

Duclos, M.J., 2011. Combining functional and positional genomics for understanding nutrient-gene interactions. Pages 86-91 In: Proceedings of 18th European Symposium on Poultry Nutrition. Çeşme, İzmir, Turkey

Durali, T., Groves, P., Cowieson, A.J., 2012. Comparison of performance of commercial conventional and free range broilers. Pages 28-31 In: Proceedings of the 23rd Annual Australian Poultry Science Symposium. Sydney, New South Wales, Australia

EFG, undated. Broiler growth model. http://www.efgsoftware.not/poultry-programs/broiler-growth-model.html

Eits, R.M., Kwakkel, R.P., Verstegen, M.W., Emmans, G.C., 2003. Responses of broiler chickens to dietary protein: Effects of early life protein nutrition on later responses. British Poultry Science, 44: 398-409

Eklund, M., Bauer, E., Wamatu, J., Mosenthin, R., 2005. Potential nutritional and physiological functions of betaine in livestock. Nutrition Research Reviews, 18: 31-48

Ekmay, R.D., Coon, C.N., 2010a. An examination of the P requirements of broiler breeders for performance, progeny quality and P balance 1. Nonphytate phosphorus. International Journal of Poultry Science, 9: 1043-1049

Ekmay, R.D., Coon, C.N., 2010b. The effect of limestone particle size on the performance of three broiler breeder purelines. International Journal of Poultry Science, 9: 1038-1042

Elliot, M.A., 2012. New concepts in layer nutrition. Pages 217-231 In: Proceedings of the 23rd Annual Australian Poultry Science Symposium'. Sydney, New South Wales, Australia

Emmans, G.C., 1994. Effective energy: A concept of energy utilization applied across species. British Journal of Nutrition, 71: 801-821

Emmans, G.C., 1974. The effect of temperature on performance of laying hens. Pages 79-90 In: Morris, T.R., Freeman, B.M. (editors) *Energy Requirements of Poultry*. British Poultry Science, Edinburgh, Scotland, UK

Emmert, J.L., Baker, D.H., 1997. A chick bioassay approach for determining the bioavailable choline concentration in normal and overheated soybean meal, canola meal and peanut meal. Journal of Nutrition, 127: 745-752

Enting, H., 2005. Effect of low-density feeds on performance of broiler breeders and their offspring. Pages 175-179 In: Proceedings of the 17th Annual Australian Poultry Science Symposium. Sydney, New South Wales, Australia

Enting, H., Mozos, J., Gutiérrez, D.Á., Pérez, D.A., 2009. Influence of minerals on litter moisture. Pages 47-52 In: Proceedings of the 17th European Symposium on Poultry Nutrition. Edinburgh, Scotland, UK

Estevez, I., 1999. Density: How it can affect the behavior and health of your birds?. Maryland Cooperative Extension. Fact Sheet 758

Evonik Degussa, 2010. AminoDat® 4.0. Amino acid composition of feedstuffs. Evonik Degussa GmbH, Hanau, Germany

Ewing, W.N., 1997. The feeds directory: Commodity products. Context Publications, Leicestershire, UK

Farrell, D.J., 1994. The fortification of hens' eggs with omega-3 fatty acids and their effects in humans. Pages 386-401 In: Sim, J.S., Nakai, S. (editors) *Egg Uses and Processing Technologies: New Developments*. CAB International, Oxon, UK

Farrell, D.J., 2002: A comparison of total and digestible amino acids in diets for broilers and layers. Australian Rural industries research and Development Corporation. Project No UQ-52A

Farrell, D.J., Smulders, A., Mannion, P.F., Smith, M., Priest, J., 1997. The effective energy of six poultry diets measured in young and adult birds. Pages 371-374 In: McCracken, K.J., Unsworth, E.F., Wylie, A.R.G. (editors) Energy Metabolism of Farm Animals. CABI Publishing, Wallingford, UK

Feddes, J.J., Emmanuel, E.J., Zuidhoft, M.J., 2002. Broiler performance, body weight variance, feed and water intake, and carcass quality at different stocking densities. Poultry Science, 81: 774-779

Ferket, P.R., Gernat, A., 2002. Nutritional factors that affect gut health. Pages 73-89 In: Proceedings of Multi-State Poultry Meeting. Research Triangle Park, North Carolina, USA

Ferket, P.R., Uni, Z., Tako, E., Foye, O., de

Oliveira, J., 2005. In ovo nutrition: Impact on gene expression, gut development, and growth performance. In: Proceedings of Arkansas Nutrition Conference. Fayetteville, Arkansas, USA

Firman, J.D., 2003. Computer formulation of low protein diets. Pages 1-13 In: Proceedings of Multi-state Poultry Meeting. Cincinnati, Ohio, USA

Fisher, C., 1998. AFMA Forum. Sun City, South Africa

Fisher, C., Morris, T.R., Jennings, R.C., 1973. A model for the description and prediction of the response of laying hens to amino acid intake. British Poultry Science, 14: 469-484

Forbes, M., Slade, R.D., Yalda, A.Y., 2005. Wet feeding of young chickens. Pages 44-47 In: Proceedings of the 17th Annual Australian Poultry Science Symposium. Sydney, New South Wales, Australia

Format International, undated. Single-Mix®, Multi-Mix®, Bio-Security® and Tracer®. Working England, UK

Frankfurt, H., 2005. On bullshit. Princeton University Press, Princeton, USA

Fraps, G.S., 1946. Composition and productive energy of poultry feeds and rations. Texas Agricultural Experiment Station Bulletin, NO. 678

Fuller, M.F., Wang, T.C., 1987. Amino acid requirements of the growing pig. Pages 97-111 In: APSA Committee (editor) *Manipulating Pig Production*. Australasian Pig Science Association Grondalen, Werribee, Australia

Gabarrou, J.F., Geraert, P.A., Francois, N., Guillaumin, S., Picard, M., Bordas, A., 1998. Energy balance of laying hens selected on residual food consumption. British Poultry Science, 39: 79-89

Goldacre, B., 2008. Bad Science. Fourth Estate, London, UK

Gous, R.M., 1998. Optimizing amino acid intake, amino acid balance and nutrient density of feeds laying hens. In: Proceeding of 17th WPSA Scientific Day. Pretoria, South Africa

Gous, R.M., 2010a. An effective alternative to the metabolisable energy system. Pages 36-43 In: Proceedings of the 21st Annual Australian Poultry Science Symposium. Sydney, New South Wales, Australia

Gous, R.M., 2010b. Nutritional implications on growth and development of poultry. In: Proceedings of the 29th WPSA Scientific Day. Pretoria, South Africa

Gous, R.M., Griessel, M., Morris, T.R., 1987. Effect of dietary energy concentration on the response of laying hens to amino acids. British Poultry Science, 28: 427-436

Gous, R.M., Morris, T.R., 1985. Evaluation of a diet dilution technique for measuring the response of broiler chickens to increasing concentrations of lysine. British Poultry Science, 26: 147-161

Greiner, R., Bedford, M., 2010. Phytase analysis, pitfalls and interpretation of FTU for efficacy in the animal: In vitro tools to assess the efficacy of phytase and phosphorus availability. Pages 14-26 In: Proceedings of the 1st International Phytase Summit. Washington DC, USA

Greiner, R., Farouk, A.E., 2007. Purification and characterization of a bacterial phytase whose properties make it exceptionally useful as a feed supplement. Protein Journal, 26: 467-474

Greiner, R.A., Konietzny, U.R., 2011. Phytases: Biochemistry, enzymology and characteristics relevant to animal feed use. Pages 96-128 In: Bedford, M.R. Partridge, G.G. (editors) *Enzymes in Farm Animal Nutrition*. 2nd Edition. CABI Publishing, Wallingford, UK

Halevy, O., Nadel, Y., Barak, M., Rozenboim, I., Sklan, D., 2003. Early posthatch feeding stimulates satellite cell proliferation and skeletal muscle

growth in turkey poults. Journal of Nutrition, 133: 1376-1382

Hamilton, C.R., Kirstein, D., 2008. Does rancidity, as measured by peroxide value, affect animal performance?. Darling International, Inc., Private Company Paper

Hammond, J., 1984. Hammond's farm animals. 5th Edition. St Martin's Press, London, UK

Harms, R.H., Douglas, C.R., Sloan, D.R., 1996. Midnight feeding of commercial laying hens can improve eggshell quality. Journal of Applied Poultry Research, 5: 1-5

Harms, R.H., Ivey, F.J., 1992. An evaluation of the protein and lysine requirement for broiler breeder hens. Journal of Applied Poultry Research, 1: 308-314

Harms, R.H., Olivero, V., Russell, G.B., 2000. A comparison of performance and energy intake of commercial layers based on body weight or egg weight. Journal of Applied Poultry Research, 9: 179-184

Harms, R.H., Ruiz, N., Miles, R.D., 1990. Conditions necessary for a response by the commercial laying hen to supplemental choline and sulfate. Poultry Science, 69: 1226-1229

Härtel, H., 1990. Evaluation of the dietary interaction of calcium and phosphorus in the high producing laying hen. British Poultry Science, 31: 473-494

Hatch Tech Incubation Technology, 2010. The HatchBrood System. www.hatchbrood.nl

Havenstein, G.B., Ferket, P.R., Qureshi, M.A., 2003. Carcass composition and yield of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. Poultry Science, 82: 1509-1518

Hocking, P.M., Bernard, R., 1997. Effects of male body weight, strain and dietary protein content on fertility and musculo-skeletal disease in naturally mated broiler breeder males. British Poultry Science, 38: 29-37

Huang, K., Acamovic, T., Offer, J., Kemp, C., 2009. Effects of feed restriction and strains on modern broiler performance. Pages 67-68 In: Proceedings of the 20th Annual Australian Poultry Science Symposium. Sydney, New South Wales, Australia

Hubbard, 2004. Performance Summary. Hubbard breeders. www.hubbardbreeders.com

Hubbard, 2006. Broiler management guide. Hubbard breeders. www.hubbardbreeders.com

Humphrey, B.D., 2005. Nutrient needs of the immune system. Pages 58-69 In: Proceedings of the 3rd Mid-Atlantic Nutrition Conference. Timonium, Maryland, USA

Humphrey, N.B., Roura, E., 2012. Nutritional immunity: Possible challenges in free range production. Pages 14-19 In: Proceedings of the 23rd Annual Australian Poultry Science Symposium. Sydney, New South Wales, Australia

Huyghebaert, G., Bleukx, W., Ruyseveldt, F., Delezie, E., Maertens, L., 2009. Phosphorus supply and usage. Pages 21-32 In: Proceedings of 17th European Symposium on Poultry Nutrition. Edinburgh, Scotland, UK

Hy-line, 2001. W98 Commercial Management Guide. A publication of Hyline International. 1755 West Lakes Parkwy, West Des Moines, Iowa, USA

Hy-Line, 2002. Variety W−36 Commercial Management Guide. A publication of Hy-line International, West Lakes Parkwy, West Des Moines, Iowa, USA

Hy-Line, 2010. International Online Management Guide. Hy-Line International, Dallas Center, Iowa, USA

Hy-line, 2011. Brown/white performance standard manual. www.hyline.com

INRA, 1997. Feeding of non-ruminant live-

stock. Butterworth, London, UK

INRA, 2002. Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage. Sauvant, D., Perez J.M., Coord T.G. INRA Edition, Paris, France

ISA, 1999. Energy levels and feed presentation for laying hens effects on performance and intake. www.isapoultry.com

Jackson, M.E., 2011: Mannanase, alpha-galactosidase and pectinase. Pages 54-84 In: Bedford, M.R., Partridge, G.G. (editors) *Enzymes in Farm Animal Nutrition*. 2nd Edition. CABI Publishing, Wallingford, UK

Jansen, W.M.M.A., 1976. Research on gizzard erosion. Instituut voor pluimveeonderzoek Het Spelderholt, Beekbergen, the Nederlands

Jensen, L.S., Merrill L.H., Reddy C.V., McGinnis J., 1962. Observations on eating patterns and rate of food passage of birds fed pelleted and unpelleted diets. Poultry Science, 41: 1414-1419

Jones, F.T., 2011. A review of practical *Salmonella* control measures in animal feed. Journal of Applied Poultry Research, 20: 102-113

Jones, T.A., Donnelly, C.A., Stamp Dawkins, M., 2005. Environmental and management factors affecting the welfare of chickens on commercial farms in the United Kingdom and Denmark stocked at five densities. Poultry Science, 84: 1155-1165

Jongbloed, A.W., Mroz, Z., Kemme, P.A., Geerse, C., van der Honing, Y., 1993. The effect of dietary calcium level on microbial phytase efficacy in growing pigs. Journal of Animal Science, 71: 166 (Suppl. 1)

Kalmendal, R., Tauson, R., 2012. Effects of a xylanase and protease, individually or in combination, and an ionophore coccidiostat on performance, nutrient utilization, and intestinal morphology in broiler chickens fed a wheat-soybean meal-based diet. Poultry Science, 91: 1387-1393

Karimi, A., Bedford, M.R., Sadeghi, G.H., Ghobadi, Z., 2011. Influence of dietary non-phytate phosphorous levels and phytase supplementation on the performance and bone characteristics of broilers. Brazilian Journal of Poultry Science, 13: 43-51

Keshavarz, K., 1999. Phosphorus requirement of laying hens with and without phytase. Pages 81-92 In: Proceedings of the Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers. Cornell University Press, Ithaca, USA

Keshavarz, K., 2003. The effect of different levels of nonphytate phosphorus with and without phytase on the performance of four strains of laying hens. Poultry Science, 82: 71-91

Keshavarz, K., Austic, R.E., 1985. An investigation concerning the possibility of replacing supplemental methionine with choline in practical laying rations. Poultry Science, 64: 114-118

Khajaren, J., Khajaren, S., 1999. Manual of feed microscopy control. 3rd Edition. Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand

Kidd, M.T., 2003. A treatise on chicken dam nutrition that impacts on progeny. World's Poultry Science Journal, 59: 475-494

Klasing, K.C., 1998. Comparative avian nutrition. CAB International, Wallingford, UK

Klein, J., Marquard, R., 2005. Feed microscopy: Atlas for the microscopic examination of feed containing vegetable and animal products. Agrimedia, GmbH, Germany

Kleyn, F.J., 1985. A systems approach to egg production. MSc dissertation, University of Natal, Durban, South Africa

Koch, F., Wijtten, P.J., Lemme, A., Langhout, D.J., 2002. Impact of a bal-

feed neophobia in turkeys. Poultry Science, 90: 1-9

Leeson S., Summers, J.D., 1991. Commercial poultry nutrition. 1st Edition. Nottingham University Press, Nottingham, UK

Leeson, S., 2010. AFMA Forum. Sun City, South Africa

Leeson, S., 2012. Broiler master class. Johannesburg, South Africa

Leeson, S., Caston, L., Summers, J.D., 1996. Broiler response to energy or energy and protein dilution in the finisher diet. Poultry Science, 75: 522-528

Leeson, S., Caston, L.J., 1997. A problem with characteristics of the thin albumen in laying hens. Poultry Science, 76: 1332-1336

Leeson, S., Diaz, G., Summers, J.D., 1995. Poultry metabolic disorders and mycotoxins. University Books, Guelph, Ontario, Canada

Leeson, S., Summers, J.D., 2000. Broiler breeder production. University Books, Guelph, Ontario, Canada

Leeson, S., Summers, J.D., 2001. 'Scott's nutrition of the chicken. University Books, Guelph, Ontario, Canada

Leeson, S., Summers, J.D., 2005. Commercial poultry nutrition. 3rd Edition. Nottingham University Press, Nottingham, UK

Leksrisompong, N., Brake, J.T., Oviedo-Rondon, E., 2008. Effect of feed space during the growing and laying periods and the rate of feed increase at the onset of lay on reproductive performance and mortality of broiler breeder females. Poultry Science, 87: 45-46

Lemme, A., 2009. Amino acid recommendations for laying hens. Lohmann Information, 44: 21-32

Lemme, A., Ravindran, V., Bryden, W.L., 2004. Ileal digestibility of amino acids in feed ingredients for broilers. World's Poultry Science Journal, 60: 423-438

Lemme, A., Wijtten, P.J., van Wichen, J.,

anced amino acid profile on broiler performance. Cellulose, 4: 1-3

Koreleski, J., Świątkiewicz, S., 2004. Calcium from limestone meal and grit in laying hen diets-effect on performance, eggshell and bone. Journal of Animal and Feed Sciences, 13: 635-645

Korsbak, A., 2011. Personal Communication

Krabbe, E.L., 2000. Efeito do peso ao nascer, de níveis e formas físicas de administração de sódio e do diâmetro geométrico médio das partículas sobre o desempenho de frangos de corte até 21 dias de idade. Universidade Federal do Rio Grande do Sul publication, Porto Alegre, Brazil

Lan, Y., Verstegen, M.W., Tamminga, S., Williams, B.A., 2005. The role of the commensal gut microbial community in broiler chickens. World's Poultry Science Journal, 61: 95-104

Lanham-New, S.A., Macdonald, I.A., Roche, H.M., (editors) 2011. Nutrition and metabolism. Wiley Blackwell, London, UK

Larbier, M., LeClercq, B., 1994. Nutrition and feeding of poultry. Nottingham University Press, Nottingham, UK

Latshaw, J.D., Moritz, J.S., 2009. The partitioning of metabolizable energy by broiler chickens. Poultry Science, 88: 98-105

Laughlin, K.F., 2009. Breeder management: How did we get there?. Pages 10-25 In: Hocking, P.M. (editor) *Biology of Breeding Poultry*. CAB International, Wallingford, UK

LeClercq, B., Escartin, R., 1987. Further investigations on the effects of metabolisable energy content of diet on broiler performances. Archiv fuer Gefluegelkunde, 51: 93-96

Lecuelle, S., Bouvarel, I., Chagneau, A.M., Laviron, F., Lescoat, P., Leterrier, C., 2011. Early visual experience of food does not appear to reduce subsequent

Petri, A., Langhout, D.J., 2006. Responses of male growing broilers to increasing levels of balanced protein offered as coarse mash or pellets of varying quality. Poultry Science, 85: 721-730

Lemme, A., Wijtten, P.J.A., Langhout, D.J., Petri, A., 2003. Interactions between ideal protein and dietary energy in growing broiler chicken. Pages 304-305 In: Proceedings of the 14th European Symposium on Poultry Nutrition. Lillehammer, Norway

Lister, S.A., 2009. Effects of litter moisture on performance, health and welfare. Pages 33-39 In: Proceedings of the 17th European Symposium on Poultry Nutrition. Edinburgh, Scotland, UK

Lohmann, 2007. Lohmann-LSL Lite Management Guide. Lohmann Tierzucht GmbH, Cuxhaven, Germany

Lopez, G., Leeson, S., 2005. Utilization of metabolizable energy by young broilers and birds of intermediate growth rate. Poultry Science, 84: 1069-1076

Lorenzoni, G., 2010. Poultry diseases influenced by gastrointestinal health: Traditional treatments and innovative solutions. Nottingham University Press, Nottingham, UK

Macdonald, I.A., Gibney, M.J., 2011. Core concepts of nutrition. Pages 1-6 In: Lanham-New, S.A., Macdonald, I.A., Roche, H.M. (editors) *Nutrition and Metabolism*. 2nd Edition. Wiley-Blackwell, London, UK

Machado, L.P., Vieira, S.L., Quadros, V.R., 2003. Source level and age differences in fat utilization by broilers. Poultry Science, 82: 39(E-Suppl. 1)

MacNab, J.M., Brooman, K.N., (editors) 2002. Poultry feedstuffs: Supply, composition, and nutritive value. CAB International, Wallingford, UK

Magro, N., Penz, A., 1998. Efeito da granulometria da ração no desempenho e nas características teciduais de frangos de corte alimentados dos 21 aos 42 dias de idade. Pages 1-22 In: Congreso Brasileiro de frangos. Porto Alegre, Brazil

Maiorka, A., Dahlke, F., Santin, E., Bruno, L.D., Macari, M., 2008. Energy and oil levels in broiler starter diets. Ciência Rural, 38: 1099-1104

Maiorka, A., Magro, N., Bartels, H.A., Kessler, A.D., Penz, A.M., 2004. Different sodium levels and electrolyte balances in pre-starter diets for broilers. Brazilian Journal of Poultry Science, 6: 143-146

Marangos, T., 2013. Feeding Hy–Line brown layers: A practical approach. March 5, 6 and 7 of 2013, Bogotá, Colombia Amevea Headquarters

Martin, A., Dunnington, E.A., Gross, W.B., Briles, W.E., Briles, R.W., Siegel, P.B., 1990. Production traits and alloantigen systems in lines of chickens selected for high or low antibody responses to sheep erythrocytes. Poultry Science, 69: 871-878

Martins, I.B., 1995. Efeito do tratamento térmico sobre a qualidade nutricional do grão de soja no desempenho e na composiçao da carcaça de frangos de corte. Tesis de Máster. Universidade Federal do Rio Grande do Sul publication, Porto Alegre, Brazil

Mateos, G.G., Jiménez-Moreno, E., Serrano, M.P., Lázaro, R.P., 2012. Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics. Journal of Applied Poultry Research, 21: 156-174

McDaniel, G.R., 1986. Feeding systems found to improve broiler performance. Feedstuffs, 58 (49)

McDonald, M.W., 1984. The effect on profit of optimising nutrient density for laying hens. British Poultry Science, 25: 139-144

McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F., Morgan, C.A., 2011. Animal nutrition. 7th Edition. Pearson Education

Publishers, Essex, UK

Michard, J., Benzoni, G., 2010. Practical testing of poultry feeds under commercial conditions. International Poultry Production, 8: 23-25

Monteiro, M.R., Costa, N.M., de Almeida Oliveira, M.G., Pires, C.V., Moreira, M.A., 2004. Qualidade protéica de linhagens de soja com ausência do inibidor de tripsina kunitz e das isoenzimas lipoxigenases protein quality of soy lines lacking kunitz's trypsin inhibitor and lipoxygenase isozymes. Revista de Nutrição, 17: 195-205

Moritz, J.S., Parsons, A.S., Buchanan, N.P., Calvalcanti, W.B., Cramer, K.R., Beyer, R.S., 2005. Effect of gelatinizing dietary starch through feed processing on zero-to three-week broiler performance and metabolism. Journal of Applied Poultry Research, 14: 47-54

Morris, T.R., 1968. The effect of dietary energy level on the voluntary calorie intake of laying birds. British Poultry Science, 9: 285-295

Morris, T.R., Blackburn, Q.A., 1982. The shape of the response curve relating protein intake to egg output for flocks of laying hens. British Poultry Science, 23: 405-424

Morris, T.R., Gous, R.M., 1988. Partitioning of the response to protein between egg number and egg weight. British Poultry Science, 29: 93-99

Morris, T.R., Gous, R.M., Fisher, C., 1999. An analysis of the hypothesis that amino acid requirements for chicks should be stated as a proportion of dietary protein. World's Poultry Science Journal, 55: 7-22

Morris, T.R., Njuru, D.M., 1990. Protein requirement of fast-and slow-growing chicks. British Poultry Science, 31: 803-809

Narcy, A., Letourneau-Montminy, M.P., Magnin, M., Lescoat, P., Jondreville, C., Sauvant, D., Nys, Y., 2009. Phosphorus utilisation in broilers. Pages 14-20 In: Proceedings of the 17th European Symposium on Poultry Nutrition. Edinburgh, Scotland, UK

Narváez-Solarte, W., Rostagno, H.S., Soares, P.R., Uribe-Velasquez, L.F., Silva, M.A., 2006. Nutritional requirement of calcium in white laying hens from 46 to 62 wk of age. International Journal of Poultry Science, 5: 181-184

Newcombe, M., Summers, J.D., 1985. Effect of increasing cellulose in diets fed as crumbles or mash on the food intake and weight gains of broiler and leghorn chicks. British Poultry Science, 26: 35-42

Neyra, N., 2006. Personal Communication

Noblet J., van Milgen, J., Dubois, S., 2010. Utilisation of metabolisable energy of feeds in pigs and poultry: Interest of net energy systems. Pages 26-35 In: Proceedings of the 21st Annual Australian Poultry Science Symposium. Sydney, New South Wales, Australia

Noll, S.L., Brannon, J., Parsons, C., 2007. Nutritional value of corn distiller dried grains with solubles (DDGs): Influence of solubles addition. Poultry Science, 86: 68(E-Suppl. 1)

Novus International Inc., 2006. Oasis® Hatching Supplement. www.alimet.com/Public/Products/Oasis.asp

Noy, Y., Geyra, A., Sklan, D., 2001. The effect of early feeding on growth and small intestinal development in the posthatch poult. Poultry Science, 80: 912-919

Noy, Y., Sklan, D., 2005. Management of early nutrition and its effect on gastro intestinal and broiler development. In: Proceedings of Poultry Beyond 2010. Auckland, New Zealand

NRC (National Research Council), 1980. Mineral tolerance of domestic animals. (National Academies Press, Washington DC, USA

NRC (National Research Council), 1984.

1982. True metabolizable energy corrected to nitrogen equilibrium. Poultry Science, 61: 2241-2246

Parsons, C.M., Zimmerman, R.A., Koelkebeck, K.W., Zhang, Y., 1994. Effect of abrupt dietary energy changes on daily caloric intake and performance of young laying hens. Journal of Applied Poultry Research, 3: 133-140

Pavan, A.C., Móri, C., Garcia, E.A., Scherer, M.R., Pizzolante, C.C., 2005. Levels of protein and sulfur amino acids on performance, egg quality and nitrogen excretion of brown egg laying hens. Revista Brasileira de Zootecnia, 34: 568-574

Pearson, R.A, Herron, K.M., 1981. Effects of energy and protein allowances during lay on the reproductive performance of broiler breeder hens. British Poultry Science, 22: 227-239

Peisker, M., 2011. Feed processing impacts on nutritive value and hygienic status of poultry feeds. Pages 127-137 In: Proceedings of the 18th European Symposium on Poultry Nutrition. Çeşme, İzmir, Turkey

Penz, A.M., 2003. Recent Advances in broiler nutrition. NuTec Poultry Day, South Africa

Pesti, G.M., Bakalli, R.I., Driver, J.P., Atencio, A., Foster, E.H., 2005. Poultry nutrition and feeding: A textbook. Victoria BC, Trafford, UK

Pesti, G.M., Miller, B.R., 1993. Animal feed formulation: Economic and computer applications. Van Nostrand Reinhold, New York, USA

Petri, A., Lemme, A., 2007. Trends and latest issues in broiler diet formulation. Lohmann Information, 42: 25-37

Picard, M., Melcion, J.P., Bertrand, D., Faure, J.M., 2002. Visual and tactile cues perceived by chickens. Pages 279-300 In: MacNab, J.M., Brooman, K.N., (editors) *Poultry Feedstuffs: Supply, Composition, and Nutritive Value*.

Nutrient requirements of poultry. 8th Revised Edition. National Academies Press, Washington DC, USA

NRC (National Research Council), 1994. Nutrient requirements of poultry. 9th Revised Edition. National Academies Press, Washington DC, USA

Nusairat, B.M., Plumstead, P.W., Kwaanyuen, P., Leytem, A.B., Brake, J., 2011. Phytase affects the optimum calcium:phosphorus ration in broilers. Poultry Science, 90: 36(E-Suppl.)

Olukosi, O.A., Cowieson, A.J., Adeola, O., 2007. Age-related influence of a cocktail of xylanase, amylase, and protease or phytase individually or in combination in broilers. Poultry Science, 86: 77-86

Palliyeguru, M.C., Rose, S.P., Mackenzie, A.M., 2011. Effect of trypsin inhibitor activity in soya bean on growth performance, protein digestibility and incidence of sub-clinical necrotic enteritis in broiler chicken flocks. British Poultry Science, 52: 359-367

Parr, J.F., Summers, J.D., 1991. The effect of minimizing amino acid excesses in broiler diets. Poultry Science. 70: 1540-1549

Parsons, C.M., 1999 (unpublished): Assessment of nutritional quality of soy products for animals. Pages 90-105 In: Drackley, J.K. (editor) *Soy in Animal Nutrition*. Savoy, Illinois, USA

Parsons, C.M., 2011. Energy and amino acid digestibility assays: Where have we been, where are we now and what does the future hold?. In: Proceedings of Arkansas Nutrition Conference. Fayetteville, Arkansas, USA

Parsons, C.M., Koelkebeck, K.W., Zhang, Y., Wang, X., Leeper, R.W., 1993. Effect of dietary protein and added fat levels on performance of young laying hens. Journal of Applied Poultry Research, 2: 214-220

Parsons, C.M., Potter, L.M., Bliss, B.A.,

CAB International, Wallingford, UK

Pirgozliev, V., Bedford, M.R., Acamovic, T., Mares, P., Allymehr, M., 2011. The effects of supplementary bacterial phytase on dietary energy and total tract amino acid digestibility when fed to young chickens. British Poultry Science, 52: 245-254

Pirgozliev, V., Rose, SP., 1999. Net energy systems for poultry feeds: A quantitative review. World's Poultry Science Journal, 55: 23-36

Pizzolante, C.C., Kakimoto, S.K., Saldanha, E.S., Laganá, C., Souza, H.B., Moraes, J.E., 2011. Limestone and oyster shell for brown layers in their second egg production cycle. Brazilian Journal of Poultry Science, 13: 103-111

Plumstead, P.W., 2005. Response of young broilers to graded levels of dietary protein and amino acids. MSc thesis, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, USA

Plumstead, P.W., Leytem, A.B., Maguire, R.O., Spears, J.W., Kwanyuen, P., Brake, J., 2008. Interaction of calcium and phytate in broiler diets. 1. Effects on apparent prececal digestibility and retention of phosphorus. Poultry Science, 87: 449-458

Plumstead, P.W., Romero-Sanchez, H., Maguire, R.O., Gernat, A.G., Brake, J., 2007b. Effects of phosphorus level and phytase in broiler breeder rearing and laying diets on live performance and phosphorus excretion. Poultry Science, 86: 225-231

Plumstead, P.W., Romero-Sanchez, H., Paton, N.D., Spears, J.W., Brake, J., 2007a. Effects of dietary metabolizable energy and protein on early growth responses of broilers to dietary lysine. Poultry Science, 86: 2639-2648

Pollan, M., 2008. In defence of food. Penguin, London, UK

Pottgüter, R., 2008. Fiber in layer diets. Lohmann Information, 43: 22-31

Rao, K.S., Roland, D.A., 1989. Influence of dietary calcium level and particle size of calcium source on in vivo calcium solubilization by commercial Leghorns. Poultry Science, 68: 1499-1505

Rao, S., 2012. Practical utilization of NIR technology in poultry feed formulation. Daniel Jones, personal communication, 25 July 2011.

Ratcliff, J., 2002. The role of mycotoxins in food and feed safety. Presented at AFMA (Animal Feed Manufacturers Association) on 16th August, 2002. http://www.facs.org.uk.

Ravindran, R., 2005. Perspectives on early nutrition–development of digestive function and possible physiological limitations in neonatal poultry. In: Proceedings of Poultry Beyond 2010. Auckland New Zealand

Ravindran, V., Morel, P.C., Partridge, G.G., Hruby, M., Sands, J.S., 2006. Influence of an *Escherichia coli*-derived phytase on nutrient utilization in broiler starters fed diets containing varying concentrations of phytic acid. Poultry Science, 85: 82-89

Reece, F.N., Lott, B.D., Deaton, J.W., 1986. Effects of environmental temperature and corn particle size on response of broilers to pelleted feed. Poultry Science, 65: 636-641

Relandeau, C., 2010. Personal Communication

Relandeau, C., Le Bellego, L., 2004. Amino acid nutrition of the broiler chicken: Update on lysine, threonine and other amino acids. Ajinomoto Eurolyisne Information, Bulletin 27

Renema, R.A., Robinson, F.E., Zuidhof, M.J., 1998. Management and feeding of broiler breeders. In 'Proceedings of XXIIIrd World's Poultry Congress'. Brisbane, Queensland, Australia

Revington, W.H., Moran, E.T., McDaniel, G.R., 1991. Performance of broiler breeder males given low protein feed. Poultry Science, 70: 139-145

Robinson, D., 2002. Improvements in laying flock management to optimize performance in a changing industry. RIRDC undated. www.rirdc.infoservices.com.au

Robinson, F.E., Robinson, N.A., Hardin, R.T., Wilson, J.L., 1995. The effects of 20-week body weight and feed allocation during early lay on female broiler breeders. Journal of Applied Poultry Research, 4: 203-210

Robinson, F.E., Wilson, J.L., Yu, M.W., Fasenko, G.M., Hardin, R.T., 1993. The relationship between body weight and reproductive efficiency in meat-type chickens. Poultry Science, 72: 912-922

Roche, H.M., Popeijus, H.E., Mensink, R.P., 2011: Molecular aspects of nutrition. Pages 7-34 In: Lanham-New, S.A., Macdonald, I.A., Roche, H.M. (editors) *Nutrition and Metabolism*. 2nd Edition. Wiley Blackwell, London, UK

Rodehutscord, M., 2009. Approaches and challenges for evaluating phosphorus sources for poultry. Pages 2-6 In: Proceedings of the 17th European Symposium on Poultry Nutrition. Edinburgh, Scotland, UK

Roland, D.A., 1986. Egg shell quality III: Calcium and phosphorus requirements of commercial leghorns. World's Poultry Science Journal, 42: 154-165

Rose, S.P., 1997. Principles of poultry science. CAB International, Wallingford, UK

Rosen, G.D., 1995. Antibacterials in poultry and pig nutrition. Pages 143-172 In: Wallace, R.J., Chesson, A. (editor) *Biotechnology in Animal Feeds and Animal Feeding*. 1st Edition. VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim, Germany

Rosen, G.D., 2003. Setting and meeting standards for the efficient replacement of pronutrient antibiotics in broiler, turkey and pig nutrition. Pages 72-88 In: Proceedings of Gesunde Nutztiere: Heutiger stellewert der futterzusatzstoffe in der tierernaehrung. ETH-Zentrum, Zurich, Switzerland

Ross, 1999. Ross broiler management manual. Aviagen, Midlothian, UK

Ross, 2004. Broiler management handbook. Aviagen, Midlothian, UK

Ross, 2008. Ross nutrition supplement. Aviagen, Midlothian, UK

Ross, 2009. Ross nutrition supplement. Aviagen, Midlothian, UK

Rostagno, H.S., Albino, L.T., Donzele, J.L., Gomes, P.C., Oliveira, R.T., Lopes, D.C., Ferreira, A.S., Barreto, S.D., Euclides, R.F., 2011. Brazilian tables for poultry and swine: Composition of feedstuffs and nutritional requirements. 3rd Edition. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brazil

Roura, E., Baldwin, M.W., Klasing, K.C., 2012. The avian taste system: An update. Pages 97-104 In: Proceedings of the 23rd Annual Australian Poultry Science Symposium. Sydney, New South Wales, Australia

Ruiz, N., 2009. Some field observations on feed passage in broilers and breeders. Pages 150-153 In: Proceedings of 7th Mid-Atlantic Nutrition Conference. University of Maryland, College Park, Maryland, USA

Sainsbury, D., 2000. Poultry health and management: Chickens, turkeys, ducks, geese and quail. 4th Edition. Blackwell Science, London, UK

Saleh, E.A., Watkins, S.E., Waldroup, A.L., Waldroup, P.W., 2004. Consideration for dietary nutrient density and energy feeding programs for growing large male broiler chickens for further processing. International Journal of Poultry Science, 3: 11-16

Sbanotto, P., 2011. Achieving persistent production of breeder flocks. Poultry International, August

Scheideler, S.E., 1998. Eggshell calcium effects on egg quality and Ca digestibility in first-or third-cycle laying hens. Journal of Applied Poultry Research, 7: 69-74

Schiemann, R., Nehring, K., Hoffmann, L., Jentsch, W., Chudy, A., 1972. Energetische Futterbevertung und Energienormen. VEB Deutscher Landwirtschatsverlag, Berlin, Germany, Page 344

Schlegel, P., Nys, Y., Jondreville, C., 2010. Zinc availability and digestive zinc solubility in piglets and broilers fed diets varying in their phytate contents, phytase activity and supplemented zinc source. Animal, 4: 200-209

Schothorst Feed Research, 2010. Separate matrix values for an *Aspergillus* 3-phytase and an *E. coli* 6-phytase in poultry diets. SFR 2010-20, Lelystad, the Netherlands

Scott, M.L., 1991. Nutrition of humans and selected animal species. Wiley, Ithaca, New York, USA

Scott, T.A., Wilkinson, S.J., 2005. Perspective of early nutrition – opportunities via the breeder. In: Proceedings of Poultry Beyond 2010. Auckland, New Zealand

Sell, J.L., 1996. Physiological limitations and potential for improvement in gastrointestinal tract function of poultry. Journal of Applied Poultry Research, 5: 96-101

Selle, P.H., Cadogan, D.J., Ru, Y.J., Partridge, G.G., 2010. Impact of exogenous enzymes in sorghum-or wheat-based broiler diets on nutrient utilization and growth performance. International Journal of Poultry Science, 9: 53-58

Selle, P.H., Cowieson, A.J., Ravindran, V., 2009. Consequences of calcium interactions with phytate and phytase for poultry and pigs. Livestock Science, 124: 126-141

Selle, P.H., Ravindran V., 2007. Microbial phytase in poultry nutrition. Animal Feed Science and Technology, 135: 1-41

Selle, P.H., Ravindran, V., Cowieson, A.J., Bedford, M.R., 2011. Phytate and phytase. Pages 160-205 In: Bedford M.R., Partridge G.G. (editor) Enzymes in Farm Animal Nutrition. 2nd Edition. CABI Publishing, Wallingford, UK

Sibbald, I.R., 1976. The true metabolizable energy values of several feedingstuffs measured with roosters, laying hens, turkeys and broiler hens. Poultry Science, 55: 1459-1463

Singh, D.N., Perez-Maldonado, R., 2000. Nutritional value of pearl millet as poultry feed. Australian Rural Industries Research and Development Corporation, Project No. DAQ J. 243

Singh, Y., Thomas, D.V., Wester, T.W., Ravindran, G., Ravindran, V., 2012. Influence of whole wheat inclusion and pellet diameter on the performance and gizzard development of broilers. Pages 20-23 In: Proceedings of the 23rd Annual Australian Poultry Science Symposium. Sydney, New South Wales, Australia

Sklan, D., 2001. Small intestinal development in the post hatch bird. In: Proceeding of 20th WPSA Scientific Day. Pretoria, South Africa

Sklan, D., 2004. Early gut development: The interaction between feed, gut health and immunity. Pages 9-31 In: Tucker, L.A., Taylor-Pickard, J.A. (editors) *Interfacing Immunity, Gut Health and Performance*. Nottingham University Press, Nottingham, UK

Sklan, D., Noy, Y., 2003. Crude protein and essential amino acid requirements in chicks during the first week posthatch. British Poultry Science, 44: 266-274

Smith, J.A., 2011. Experiences with drug-free broiler production. Poultry Science, 90: 2670-2678

Snow, J.L., Rafacz, K.A., Utterback, P.L., Utterback, C.W., Leeper, R.W., Parsons, C.M., 2005. Hy-Line W-36 and Hy-Line W-98 laying hens respond similarly to dietary phosphorus levels. Poultry Science, 84: 757-763

Solomon, S.E., 2010. The eggshell: Strength, structure and function. British Poultry Science, 51: 52-9(Suppl.)

Sondakh, L.W., Hardaker, J.B., Farrell, D.J., 1978. Economic choice of an energetic evaluation system for formulating broiler diets: A comparison of net energy and metabolizable energy systems. Pages 215-219 In: Proceedings of the 2nd Australian Poultry and Stock Feeding Convention. Sydney, New South Wales, Australia

SPESFEED, 2012. Current commercial practice

Spratt, R.S., Leeson, S., 1987. Broiler breeder performance in response to diet protein and energy. Poultry Science, 66: 683-693

Steggerda, M., Hollander, W.F., 1944. Observations on certain shell variations of hens' eggs. Poultry Science, 23: 459-461

Steiner, T., 2006 Managing gut health: Natural growth promoters as a key to animal performance. Nottingham University Press, Nottingham, UK

Sterling, K.G., Pesti, G.M., Bakalli, R.I., 2006. Performance of different broiler genotypes fed diets with varying levels of dietary crude protein and lysine. Poultry Science, 85: 1045-1054

Sterling, K.G., Vedenov, D.V., Pesti, G.M., Bakalli, R.I., 2005. Economically optimal dietary crude protein and lysine levels for starting broiler chicks. Poultry Science, 84: 29-36

Sturkie, P.D., 1976. Avian physiology. 3rd Edition. Springer-Verlag, New York, USA

Sultan, A., Gan, Y.T., Li, X., Zhang, D., Bryden, W.L., 2011. Dietary enzyme combinations improve sorghum ileal protein and starch digestibility during the broiler starter phase. Page 82 In: Proceedings of the 22nd Annual Australian Poultry Science Symposium. Sydney, New South Wales, Australia

Sultan, A., Li, X., Zhang, D., Cadogan, D.J., Bryden, W.L., 2010. Dietary enzymes alter sorghum protein digestibility and AME content. Page 94 In: Proceedings of the 21st Annual Australian Poultry Science Symposium. Sydney, New South Wales, Australia

Summers, J.D., Spratt, D., Atkinson, J.L., 1992. Broiler weight gain and carcass composition when fed diets varying in amino acid balance, dietary energy, and protein level. Poultry Science, 71: 263-273

Surai P.F., Sparks, N.H.C., 2001. Comparative evaluation of two maternal diets on fatty acids, vitamin E and carotenoids in the chick embryo. British Poultry Science, 38: S19-S20(Suppl.)

Suttle, N.F., 2010. Mineral nutrition of livestock. 4th Edition. CABI Publishing, Wallingford, UK

Svihus, B., 2010. Challenging current poultry feeding dogmas by feed intake restriction and the use of coarse feed ingredients. Pages 9-16 In: Proceedings of the 21st Annual Australian Poultry Science Symposium. Sydney, New South Wales, Australia

Svihus, B., 2011a. Effect of digestive tract conditions, feed processing and ingredients on response to NSP enzymes. Pages 129-159 In: Bedford, M.R., Partridge, G.G. (editors) *Enzymes in Farm Animal Nutrition*. 2nd Edition. CABI Publishing, Wallingford, UK

Svihus, B., 2011b. The interaction between

starch, pelleting and broiler performance. Pages 138-145 In: Proceedings of 18th European Symposium on Poultry Nutrition. Çeşme, İzmir, Turkey

Svihus, B., 2012. Gastrointestinal tract development: Implications for free-range and conventional production. Pages 7-13 In: Proceedings of the 23rd Annual Australian Poultry Science Symposium. Sydney, New South Wales, Australia

Swatson, H.K., Gous, R., Iji, P.A., Zarrinkalam, R., 2002. Effect of dietary protein level, amino acid balance and feeding level on growth, gastrointestinal tract, and mucosal structure of the small intestine in broiler chickens. Animal Research, 51: 501-515

Swennen, Q., Everaert, N., Debonne, M., Verbaeys, I., Careghi, C., Tona, K., Janssens, G.P., Decuypere, E., Bruggeman, V., Buyse, J., 2010. Effect of macronutrient ratio of the pre-starter diet on broiler performance and intermediary metabolism. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 94: 375-384

Syafwan, S., Wermink, G.J., Kwakkel, R.P., Verstegen, M.W., 2012. Dietary self-selection by broilers at normal and high temperature changes feed intake behavior, nutrient intake, and performance. Poultry Science, 91: 537-549

Tahir, M., Pesti, GM., 2012. A comparison of digestible amino acid databases: Relationship between amino acid concentration and digestibility. Journal of Applied Poultry Research, 21: 1-12

Tahir, M., Shim, M.Y., Ward, N.E., Smith, C., Foster, E., Guney, A.C., Pesti, G.M., 2012. Phytate and other nutrient components of feed ingredients for poultry. Poultry Science, 91: 928-935

Tamim, N.M., Angel, R., Christman, M., 2004. Influence of dietary calcium and phytase on phytate phosphorus hydrolysis in broiler chickens. Poultry Science, 83: 1358-1367

Teeter, R.G., Smith, M.O., Owens, F.N., Arp, S.C., Sangiah, S., Breazile, J.E., 1985. Chronic heat stress and respiratory alkalosis: Occurrence and treatment in broiler chicks. Poultry Science, 64: 1060-1064

Teeter, R.G., Smith, M.O., Sangiah, S., Mather, F.B., 1987. Effects of feed intake and fasting duration upon body temperature and survival of thermostressed broilers. Nutrition Reports International, 35: 531-537

Thaxton, J.P., Dozier, W.A., Branton, S.L., Morgan, G.W., Miles, D.W., Roush, W.B., Lott, B.D., Vizzier-Thaxton, Y., 2006. Stocking density and physiological adaptive responses of broilers. Poultry Science, 85: 819-824

Thomas, D.V., Ravindran, V., 2006. Influence of age on the apparent metabolizable energy of diets containing wheat or maize for broilers. Page 47 In: Proceedings of the 18th Annual Australian Poultry Science Symposium. Sydney, New South Wales, Australia

Tiwari, S.P., Gendley, M.K., Pathak, A.K., Gupta, R., 2010. Influence of an enzyme cocktail and phytase individually or in combination in Ven Cobb broiler chickens. British Poultry Science, 51: 92-100

Tona K., Onagbesan, O.M., Kamers, B., Everaert, N., Bruggeman, V., Decuypere, E., 2010. Comparison of Cobb and Ross strains in embryo physiology and chick juvenile growth. Poultry Science, 89: 1677-1683

Tona, K., Bamelis, F., De Ketelaere, B., Bruggeman, V., Moraes, V.M., Buyse, J., Onagbesan, O., Decuypere, E., 2003. Effects of egg storage time on spread of hatch, chick quality, and chick juvenile growth. Poultry Science, 82: 736-741

Uni, Z., Ferket, P.R., Tako, E., Kedar, O., 2005. In ovo feeding improves energy

status of late-term chicken embryos. Poultry Science, 84: 764-770

USDA (United States Department of Agriculture), 2011. International egg and poultry review. August 23, 2011

van der Klis J.D., Versteegh, H.A.J., 1996. Phosphorus nutrition in broilers. Pages 71-83 In: Garnsworty, P.C., Wiseman, J., Haresign, W. (editors) *Recent Advances in Animal Nutrition*. Nottingham University Press, Nottingham, UK

van der Klis, J.D., Blok, M.C., 1997. Definitief systeem opneembaar fosfor pluimvee. CVB, Lelystad, the Netherlands

van der Klis, J.D., Kwakernaak, C., Jansman, A., Blok, M., 2010. Energy in poultry diets: Adjusted AME or net energy. Pages 127-134 In: Doppenberg, J., van der Aar, P. (editors) *Dynamics in Animal Nutrition*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, the Netherlands

van Eys, J.E., Offner, A., Bach, A., 2004. Manual of quality analyses for soybean products in the feed industry. 1st Edition. American Soybean Association, Brussels, Belgium

van Middlekoop, J., 2004. Light programme and ventilation in controlling broiler performance. In: Proceeding of 23rd WPSA Scientific Day. Pretoria, South Africa

van Soest, P.V., Robertson, J.B., Lewis, BA., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74: 3583-3597

Velleman, S.G., Nestor, K.E., Coy, C.S., Harford, I., Anthony, N.B., 2010. Effect of posthatch feed restriction on broiler breast muscle development and muscle transcriptional regulatory factor gene and heparan sulfate proteoglycan expression. International Journal of Poultry Science, 9: 417-425

Vieira, S.L., 2008. Chelated minerals for poultry. Brazilian Journal of Poultry Science, 10: 73-79

Vieira, S.L., Angel, C.R., 2012. Optimizing broiler performance using different amino acid density diets: What are the limits?. Journal of Applied Poultry Research, 21: 149-155

Vieira, S.L., Viola, E.S., Berres, J., Olmos, A.R., Conde, O.R., Almeida, J.G., 2006. Performance of broilers fed increased levels energy in the pre-starter diet and on subsequent feeding programs having with acidulated soybean soapstock supplementation. Brazilian Journal of Poultry Science, 8: 55-61

Viola, E.S., 2006. Uso de acidificantes em dietas de frangos de corte: Resíduos no trato digestivo e efeitos sobre o desempenho animal e morfologia intestinal. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil

Walk, C.L., Bedford, M.R., McElroy, A.P., 2012. In vitro evaluation of limestone, dicalcium phosphate, and phytase on calcium and phosphorus solubility of corn and soybean meal. Poultry Science, 91: 674-82

Walk, C.L., McElroy, A.P., Bedford, M.R., 2011. Influence of dietary calcium from limestone on broiler performance, bone ash and crude protein digestibility. Poultry Science, 90: 38(E-Suppl. 1)

Ward, N.E., 1993. Vitamin supplementation rates for US commercial broilers, turkeys, and layers. Journal of Applied Poultry Research, 2: 286-296

Ward, N.E., 1995. With dietary modifications, wheat can be used for poultry. Feedstuffs, 67: 14-17

Warren, T., 2011. Personal Communication

Warren, W.A., Emmert, J.L., 2000. Efficacy of phase-feeding in supporting growth performance of broiler chicks

during the starter and finisher phases. Poultry Science, 79: 764-770

Whittemore, C.T., 1983. Development of recommended energy and protein allowances for growing pigs. Agricultural Systems, 11: 159-186

Whittemore, C.T., 1986. The need for future research priorities in applied nutrition. Pages 201-208 In: Fisher, C., Brooman, K.N. (editors) Nutrient Requirement of Poultry and Nutritional Research. Butterworth, London, UK

Wijtten, P.J., Hangoor, E., Sparla, J.K., Verstegen, M.W., 2010. Dietary amino acid levels and feed restriction affect small intestinal development, mortality, and weight gain of male broilers. Poultry Science, 89: 1424-1439

Wijtten, P.J., Lemme, A., Langhout, D.J., 2004a. Effects of different dietary ideal protein levels on male and female broiler performance during different phases of life: Single phase effects, carryover effects, and interactions between phases. Poultry Science, 83: 2005-2015

Wijtten, P.J., Prak, R., Lemme, A., Langhout, D.J., 2004b. Effect of different dietary ideal protein concentrations on broiler performance. British Poultry Science, 45: 504-511

Wilkinson, S.J., Selle, P.H., Bedford, M.R., Cowieson, A.J., 2012. Exploiting the calcium specific appetite of broilers. Pages 48-51 In: Proceedings of the 23rd Annual Australian Poultry Science Symposium. Sydney, New South Wales, Australia

Willemsen, H., Debonne, M., Swennen, Q., Everaert, N., Careghi, C., Han, H., Bruggeman, V., Tona, K., Decuypere, E., 2010. Delay in feed access and spread of hatch: Importance of early nutrition. World's Poultry Science Journal, 66: 177-188

Wilson, H.R., Harms, R.H., 1984. Evaluation of nutrient specifications for broiler breeders. Poultry Science, 63: 1400-1406

Wiseman, J., 1991. Variability in the nutritive value of fats for non-ruminants: Feedstuff evaluation. Butterworth, London, UK

Wiseman, J., 2003 (unpublished). The effect of nucleotides (ascogen) on intestinal morphology and the performance of broiler chicken. Nottingham University, Nottingham, UK

Woyengo, T.A., Nyachoti, C.M., 2011. Supplementation of phytase and carbohydrases to diets for poultry. Canadian Journal of Animal Science, 91: 177-192

Woyengo, T.A., Slominski, B.A., Jones, R.O., 2010. Growth performance and nutrient utilization of broiler chickens fed diets supplemented with phytase alone or in combination with citric acid and multicarbohydrase. Poultry Science, 89: 2221-2229

Wu, G., Liu, Z., Bryant, M.M., Roland, D.A., 2006. Comparison of Natuphos and Phyzyme as phytase sources for commercial layers fed corn-soy diet. Poultry Science, 85: 64-69

Wu, Y.B., Ravindran, V., Hendriks, W.H., 2003. Effects of microbial phytase, produced by solid-state fermentation, on the performance and nutrient utilisation of broilers fed maize-and wheat-based diets. British Poultry Science, 44: 710-718

Wu, Y.B., Ravindran, V., Morel, P.C., Hendriks, W.H., Pierce, J., 2004. Evaluation of a microbial phytase, produced by solid-state fermentation, in broiler diets. 1. Influence on performance, toe ash contents, and phosphorus equivalency estimates. Journal of Applied Poultry Research, 13: 373-383

Yi, G.F., Allee, G.L., Knight, C.D., Dibner, J.J., 2005. Impact of glutamine and oasis hatchling supplement on growth performance, small intestinal morphol-

ogy, and immune response of broilers vaccinated and challenged with *Eimeria maxima*. Poultry Science, 84: 283-293

Yu, Y., Lu, L., Wang, R.L., Xi, L., Luo, X.G., Liu, B., 2010. Effects of zinc source and phytate on zinc absorption by in situ ligated intestinal loops of broilers. Poultry Science, 89: 2157-2165

Zanella, I., Sakomura, N.K., Silversides, F.G., Fiqueirdo, A., Pack, M., 1999. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybeans. Poultry Science, 78: 561-568

Zhang, B., Coon, C.N., 1997. The relationship of calcium intake, source, size, solubility in vitro and in vivo, and gizzard limestone retention in laying hens. Poultry Science, 76: 1702-1706

Zhou, Y., Jiang, Z., Lv, D., Wang, T., 2009. Improved energy-utilizing efficiency by enzyme preparation supplement in broiler diets with different metabolizable energy levels. Poultry Science, 88: 316-322

Zhou, Z., Wan, H.F., Li, Y., Chen, W., Qi, Z.L., Peng, P., Peng, J., 2010. The influence of the amylopectin/amylose ratio in samples of corn on the true metabolizable energy value for ducks. Animal Feed Science and Technology, 157: 99-103

Zuidhof, M.J., Pishnamazi, A., Quellette, C., Paul, D., Renema, R.A., 2010. Diet × temperature Interactions in broiler breeders and broilers. In: Proceedings of California Animal Nutrition Conference. Fresno, California, USA

راهنما

حامیان طلایی

ایده پردازان خوراک آریان

شرکت پگاه جهان نما

شرکت مهر بیستون

شرکت جوانه خراسان

شرکت آرونا

شرکت افزودنیهای ایتوک فردا

حامیان نقرهای

کیوان مرغ پر طلای مهاباد

شرکت کیمیا دارو مهر

حامیان برنزی

تهران مکمل پارس

گروه دانش بنیان مگافراور

واژگان

آ

آب

آشامیدنی ۱۶

آلودگی شیمیایی ۱۹

آلودگی میکروبی ۱۹

اسیدی و قلیایی ۲۳

خوراک ۱۷

دفع ۱۷

رفع مشکلات ۲۶

رهنمودهای عمومی ۲۳

سختی ۲۲

شوری ۲۳

ضدعفونی کردن ۲۰

عدم تعادل ۳۲۶

متابولیک ۱۷

محتوای مواد معدنی ۲۱

مصرف ۱۷

مصرف خوراک ۱۸

منابع ۱۶

نقش‌ها ۱۶

نمونه‌برداری ۲۶

نیترات‌ها و نیتریت‌ها ۲۱

آزمایش کرسول قرمز ۳۴۶

آزمایشات درجه پخت ۳۴۶

آزمایشگاه ۴۴۲

آستازانتین ۱۷۳

آسیاب چکشی ۲۵۵

آسیاب غلتکی ۲۵۵

آسیت

علل ۳۲۲

علائم ۳۲۲

آفتابگردان ۷۲، ۳۵۱

آفلاتوکسین ۳۱۲

آلفا-توکوفرول (ویتامین E را ببینید)

آمیلوپکتین ۳۲، ۴۷، ۴۹، ۳۹۰

آمیلوز ۳۲، ۴۷، ۴۹، ۳۹۰

آناتومی

دستگاه گوارش ۱۱۴

آنالیز میکروبیولوژیک ۴۴۴

آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد ۳۳۶، ۳۶۳، ۳۹۳، ۳۹۸

سازوکار عمل ۳۶۳

آنزیم‌ها

اثر پری‌بیوتیک ۳۷۲

اعداد (مقادیر) ماتریکس ۳۹۹

استفاده از محصولات چندگانه ۳۹۴

بازار جهانی ۳۷۲

بازده نزولی ۳۷۳

پروتئاز ۳۹۱

جیره‌نویسی ۳۹۹

سازوکار عمل ۳۷۲

سن پرنده ۳۷۴

سویا ۳۹۰

محل فعالیت ۳۷۳

مقدار تخمینی ۴۰۲

آنزیم‌های برون‌زادی ۳۷۳

أ

اپی‌ژنتیک ۱۲

اتحادیه صنایع خوراک دام (AFMA) ۴۳۴

اثر دینامیکی ویژه ۲۹

اثر کالری مازاد ۳۸

اجتناب از مصرف خوراک ۵

اختلالات متابولیک ۳۲۰

ادراک حسی ۴
ارزش زیستی ۶۹
ارزش کاست مرغ ۱۷۰
ارزن ۳۴۲
اسپیکول‌ها (سوزن‌ها) ۱۵۵
استالوزان® ۴۶۳
استخوان‌های غشایی ۳۲۹
استخوان‌های مدولاری ۳۳۰
استروژن ۱۸
استئوپروزیس ۹۸
اسهال ۳۰۶
اسهال چرب ۳۰۶
اسهال مرغی ۳۰۶
اسید اروسیک ۳۵۲
اسید آسکوربیک (ویتامی C را ببینید)
اسید آمینه
الگوی ایده‌آل ۶۹، ۱۳۳
پاسخ ۷۳
توصیه برای مرغ‌های تخم‌گذار ۱۵۲
ضروری و غیرضروری ۶۱
نسبت اسید آمینه به پروتئین ۷۱
نیاز برای رشد پرها ۶۹
نیاز رشد ۶۷
نیاز نگهداری ۶۵
فیتاز ۳۸۳
قاعده بشکه ۷۰
کمبود ۷۳، ۳۰۵
مصرف خوراک ۴۱۹
اسید آمینه محدود کننده ۶۵
اسید اوریک ۳۲
اسید پانتوتنیک ۷۹، ۸۳
اسید چرب ضروری ۵۱
اسید دوکوزاهگزانوئیک ۱۷۵
اسید فولیک ۷۹، ۸۴
اسید فیتیک (فیتات را ببینید)
اسید لاکتیک ۲۴۴، ۳۶۸، ۳۸۹
اسید لینولئیک ۷، ۵۱
اسید لینولنیک ۷
اسید نیکوتینیک (نیاسین را ببینید)
اسیدهای آلی ۳۸۲، ۳۹۸
اسیدهای چرب آزاد ۳۵۳
اسیدهای چرب امگا-۳ ۱۷۴
اسیدهای چرب فرار ۱۰
افزودنی خوراکی سیمبیوتیک ۳۳۷، ۳۶۹
افزودنی‌های خوراکی ۳۶۳
تنش گرمایی ۲۲۲
افزودنی‌های غیرمغذی ۲
التهاب نکروتیک روده ۲۶۰، ۳۰۸، ۳۳۶، ۳۴۷، ۳۶۴
امنیت‌زیستی ۳۰۹، ۴۴۰، ۴۶۱
انبار پیش‌مخلوط ۴۳۸
اندازه چهارچوب ۱۲۶
اندازه ذرات ۱۵۷، ۲۳۶، ۲۵۴
انرژی
اثر ژنوتیپ ۴۲
انرژی قابل‌متابولیسم ۳۲
تعادل ۴۳
تعیین ۴۵۲
پروتئین ۵۱
پولت‌ها ۱۳۱
جوجه‌های گوشتی ۱۹۹
چربی ۵۱
سیستم ME هلندی ۳۷
سیستم‌های عملی ۳۱
ضریب تبدیل ۲۰۱

عدم تعادل ۵۷
فیتاز ۳۸۳
کربوهیدرات‌ها ۲۰۱
کمبود ۳۰۶
کمبودها و بیشبودها ۵۷
محتوای انرژی بافت‌ها ۵۵
مرغ‌های تخم‌گذار ۱۴۲
مشخصات سیستم ۳۱
مصرف خوراک ۲۱۳
نارسایی‌های سیستم ۴۳
نرخ متابولیسم پایه ۵۳
ویژگی‌های حیوانی ۴۲
انرژی خالص (NE) ۳۴
انرژی خام (GE) ۲۹
انرژی قابل‌متابولیسم (ME) ۳۲
ابقای صفر ازت ۳۲
ایرادات ۳۳
درجه‌بندی ذرت ۳۴۲
سیستم برزیلی ۳۸
انرژی قابل‌متابولیسم حقیقی (TME) ۲۹
انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری (AME) ۲۹
فیبر جیره ۳۶
مصرف خوراک ۴۰
انرژی قابل‌هضم (DE) ۲۹
انرژی موثر ۳۷
انسفالومالاشیا ۸۱
انسولین ۴۶
آهن ۱۰۲
اوکراتوکسین ۳۱۳
ایلئوم ۳۷۲
ایمریا ۳۰۹
ایمنی ۳۱۹

ب

بادام زمینی ۳۵۱
بافت چربی
محتوای انرژی ۵۵
بافت لخم
محتوای انرژی ۵۵
باکا (PDCA) ۴۳۴
بتا-گلوکان ۳۸۸
بتا-گلوکاناز ۳۸۸
بتا-مانان ۳۹۰
بتا-ماناناز ۳۹۰
بتائین ۸۵، ۲۴۲
برتاختگرهای درون‌زادی ۳۸۳
برنامه شاتل ۳۶۷
برنامه‌های چرخشی ۳۶۷
برونشیت عفونی ۱۷۷
بستر ۴۲، ۲۵۸، ۳۹۱
بنتونیت سدیم ۳۶۳
بیان ژن ۱۱
بیفیدوباکتر ۲۴۴، ۳۶۹
بیماری نیوکاسل ۱۴۱، ۱۷۷
بینایی ۴
بیوتکنولوژی ۱۱
بیوتین ۸۴، ۲۹۵، ۳۲۵

پ

پاتولوژی تغذیه‌ای ۳۰۴
پاسخ به تغییرات فصلی نور ۱۲۷
پانکراس ۱۱۷
پتاسیم ۱۰۱، ۳۲۷
مرغ‌های مادر ۲۹۴
پراکنش تفریخ ۲۳۲

پرواکت ۳۷۵
پرویوتیک ۳۳۶، ۳۶۷
پروتوپورفیرین‌ها ۱۴۰
پروتئاز ۲۶۰، ۳۹۱
پروتئوزنز ۶۴
پروتئین ۷
پروتئین خام ۸
جذب ۱۲۱
حیوانی ۶۲، ۱۲۱
رشد پر ۲۰۴
رشد جوجه گوشتی ۲۰۴
کیفیت بستر ۲۶۰
گیاهی ۶۲، ۱۲۱
مشارکت در تامین انرژی ۵۱
مصرف خوراک ۲۰۷
نسبت اسید آمینه ۲۰۴
پروتئین ایده آل ۱۴۹
پروتئین خام ۸
پروتئین متعادل (پروتئین ایده‌آل را ببینید)
پرولین ۶۳، ۲۶۳
پری‌بیوتیک ۲۴۴، ۳۳۷، ۳۶۹
پسماند خشک دانه‌های تقطیری (DDGS) ۳۴۴
پشته ذرت سوخته ۳۴۱
پلت ۴۲
پلت‌چسبان ۲۵۸
پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای (NSP) ۴۶، ۳۸۷
پنبه‌دانه ۳۵۲
پنتوزها ۴۶
پودر خون ۳۵۳
پودر ضایعات طیور ۳۵۳
پودر گوشت و استخوان ۳۵۳
پودر لاشه (پودر گوشت و استخوان را ببینید)
پودر ماهی ۳۵۲
پودرهای بازیافتی ۳۵۲، ۴۴۴
پوسته تخم‌مرغ
تشکیل ۱۴۰
رنگ ۱۷۵
رنگ‌دانه ۱۴۰، ۱۷۵
کثیف ۱۵۴، ۳۲۶
کیفیت ۱۷۱
کیفیت آب ۲۱
نیکاربازین ۱۷۶
وزن مخصوص ۱۷۲
پوسته خشک تخم‌مرغ (منبع کلسیم) ۳۵۸
پولت‌ها
انرژی ۱۳۱
اهداف تغذیه‌ای ۱۲۶
برنامه نوردهی ۱۲۷
بلوغ جنسی ۱۲۸
پروتئین ۱۳۳
پرورش در قفس ۱۳۰
پرورش روی بستر ۱۳۰
تحریک نوری ۱۲۸
ترکیب بدن ۱۳۱
فیبر ۱۳۵
کلسیم و فسفر ۱۳۵
پیریدوکسین (ویتامین B_6 را ببینید)
پیش‌مخلوط‌های ویتامینه و معدنی ۳۶۱
پیش‌معده ۴۲، ۱۱۵، ۳۷۲

ت

تحلیل آماری ۴۰۸
آنالیز کوواریانس ۴۰۸
آنالیز واریانس ۴۰۸

پراکندگی و احتمال ۴۰۸
خطای استاندارد ۴۰۹
رگرسیون ۴۰۸
شواهد نامعتبر ۴۱۴
ضریب تغییرات (CV) ۴۰۹
معنی‌داری ۴۰۹
مقادیر p (سطوح احتمال) ۴۰۹
همبستگی ۴۱۰
تحلیل عضلانی ۸۱
تخم‌مرغ
آبکی ۱۷۷
بو و طعم ۱۷۸
پودر ماهی ۱۷۸
تخم‌خوری ۱۸۱
ترکیب ۱۷۴
خوراک‌های فراسودمند ۱۷۴
غنی‌سازی با امگا-۳ ۱۷۴
کلزا ۱۷۸
کیفیت سفیده ۱۷۷
لکه‌های خونی ۱۶۴
تراکم گله ۲۶۴
ترخنه ذرت ۳۴۳
ترکیب پر ۲۶۳
ترمودینامیک ۲
تریپتوفان ۶۳، ۶۷، ۷۲، ۸۳، ۳۲۰
تریتیکاله (چاودم) ۳۴۰
تریسر® ۴۴۵
تری‌متیل‌آمین ۱۷۸، ۳۵۲
ترئونین ۶۱، ۶۵، ۳۲۰، ۳۸۰
تضمین کیفیت ۴۳۴
ابزارها ۴۴۱
اجزای برنامه ۴۳۵
اهداف ۴۳۴
تعادل ۱۰۷
تعادل آنیون-کاتیون ۲۲۱
تعادل آنیون-کاتیون جیره ۲۲۱
تعادل پروتئین ۷۳
تعادل مواد مغذی ۹
تغذیه
جیره متعادل ۴
تغذیه درون تخم‌مرغی ۲۳۱
تغذیه‌گرایی ۳
تنش
رنگ پوسته ۱۷۶
تنش گرمایی
راهکارهای تغذیه‌ای ۲۲۰
علائم ۲۲۰
عوامل ۲۱۸
توکسین بیندر (جاذب سم) ۳۱۶
تیامین (ویتامین B_1 را ببینید)

ج

جمع‌پذیری
آنزیم‌ها ۳۹۲
سیستم‌های انرژی ۳۱
جمعیت میکروبی دستگاه گوارش ۱۵۴، ۲۳۴
جو ۳۴۳
جوجه‌ها
انرژی ۲۳۵
پروتئین ۲۳۵
تعادل آنیون-کاتیون ۲۲۱
تغذیه عملی ۲۳۵
زرده تخم‌مرغ ۲۳۰
کلسیم و فسفر ۲۴۰

کیفیت ۲۳۰
گرفتگی چینه‌دان ۲۵۵
مدیریت در مزرعه ۲۴۴
مواد خوراکی ۲۴۱
جوجه‌های گوشتی
آبسه کف پا ۳۳۳
اثر پیشرفت ژنتیکی روی سیستم ایمنی ۱۹۴
اختلالات اسکلتی ۳۲۹
اقتصاد زیستی ۲۶۹
انرژی ۱۹۹
بافت جیره ۴۱
برنامه‌های تغذیه‌ای (خوراک دادن) ۲۲۲
بورس فابریسیوس ۲۳۵
به حداکثر رساندن درآمد ۲۶۹
پاره شدن پوست ۲۶۳
تراکم گله ۲۶۴
تغذیه دانه کامل ۲۲۶
تغذیه مرحله‌ای ۲۲۳
تلفات ۷ روز اول ۲۳۱
تنش گرمایی ۲۱۸
توسعه آنزیمی ۲۳۴
توسعه و تغییرات در جوجه یک‌روزه ۲۳۲
تولید گرما ۲۱۹
جوجه جوان ۲۲۹
جیره آردی ۲۵۵
رشد پرها ۲۶۲
رشد جبرانی ۲۴۹
رطوبت بستر ۳۰۶
رنگ پوست ۲۶۲
ژنوتیپ و نیاز پروتئین ۲۰۵
سنجش عملکرد ۴۵۷
سویه‌ها ۲۰۷
سیستم چرای آزاد ۲۵۲
شاخص کارایی تولید ۲۳۳، ۲۶۹، ۴۵۸
فیبر جیره ۲۱۲
فیتاز ۳۸۵
کنترل رشد ۲۴۹
کنترل رفت‌وآمد ۴۶۲
کیفیت بستر ۲۵۸
محو تدریجی ۲۶۶
مدیریت جوجه‌ها ۲۴۴
مشکلات پا ۳۸۵
مصرف آب ۱۹
مصرف خوراک ۲۱۳
نیاز پروتئین برای رشد ۲۰۴
نیاز پروتئین برای نگهداری ۲۰۴
نیازهای کلسیم و فسفر ۲۱۷
وزن ۷ روزگی ۲۲۹
جوجه هلیکوپتری ۳۰۷، ۴۵۱
جیره آردی ۲۰۷
جیره پیش‌تخم‌گذاری ۱۳۸
جیره‌نویسی
برنامه‌نویسی پارامتری ۴۲۹
برنامه‌نویسی خطی ۴۲۲
سینگل‌میکس® ۴۲۴
شرایط بازار ۲۰۳، ۴۲۱
قیدها ۴۲۷
مدل‌های ترکیبی ۴۲۳

چ

چربی ۷، ۱۰، ۵۱
استفاده در جیره ۳۵۴
جذب ۱۲۱
جوجه‌های جوان ۳۵۳

فساد ۲۸۶، ۳۵۵، ۴۵۱
مشارکت در تامین انرژی ۵۱
مقادیر AME ۳۵۶
ناخالصی‌ها ۳۵۵
نیاز ۷
چربی اشباع ۳۵۴
چرخه شوهارت ۴۳۴
چرخه کربس ۱۱، ۲۸
چیدن گیلاس ۴۱۵
چینه‌دان ۱۱۵، ۱۱۸، ۳۷۳

ح

حداقل اختلاف معنی‌دار ۴۰۹
حداکثر سطوح قابل‌تحمل ۳۱۷
حداکثر سودآوری ۴۱۸
حرکات برگشتی (ضددودی) ۱۱۷، ۳۳۵
حساسیت بساوایی ۴
حشره‌کش‌ها ۳۶۷
حفره دهانی (دهان را ببینید)
حلالیت در هیدروکسید پتاسیم ۳۴۶
حلق ۱۱۴

خ

خاکستر ۵
خروس‌های مادر ۲۹۶
خطاهای وزن‌کشی ۴۳۸
خوراک گلوتن ذرت ۳۴۴

د

داروهای ضدکرم ۳۶۷
داستان حداقل قیمت ۴۳۰
دانخوری زنجیری ۱۶۰، ۲۴۷
دانخوری سطلی ۲۴۵، ۲۴۷
دانه‌ها
ارزش نسبی ۳۴۳
استفاده از آنزیم ۳۸۷
دستگاه گوارش
جمعیت میکروبی ۲۳۴
دهان ۱۱۴
دیس‌باکتریوز ۲۵۳، ۲۵۸، ۴۱۲
دیسکوندروپلازی درشت‌نی ۳۳۱
دی‌کلسیم فسفات ۹۷
دیورز (دفع بیش از حد ادرار) ۳۰۶

ذ

ذرت ۳۴۱
انرژی قابل متابولیسم ۳۸۸
بدون پوسته ۲۴۲
درجه‌بندی ۳۴۲
قابلیت هضم ۳۹۰
محتوای انرژی ۳۴۲

ر

راس ۲۳۰، ۲۷۶
رافینوز ۳۹۰
رتینول (ویتامین A را ببینید)
رضایت مشتری ۴۴۵
رطوبت بستر ۲۵۸، ۲۶۵، ۳۸۵
سدیم ۳۲۶
رفاه
پرریزی اجباری ۱۷۰
تراکم گله ۲۶۴
رنگ پوست ۲۶۲
رنگ خوراک ۴

رنگ‌دانه‌ها ۱۷۳
رود آیلند رد ۱۲۶
روده بزرگ ۱۱۵
روده کوچک ۱۱۵، ۱۲۰
روز تفریخ ۲۳۲
روغن اسیدی ۲۳۹، ۲۴۰، ۳۲۳، ۳۵۳، ۳۵۴
روغن سویا ۲۳۹
روغن مار ۴۱۳
روغن‌های رستورانی ۳۵۵
رونوزایم NP ۳۷۸
رونوزایم P ۳۷۸
روی ۱۰۲، ۲۳۰، ۲۶۴، ۳۸۴
ریبوفلاوین (ویتامین B_2 را ببینید)
ریکتز ۳۳۳

ز
زایلان‌ها ۳۸۸
زایلاناز ۳۸۸
زخم بالشتک پا ۳۳۳
زیست‌فراهمی
زئولیت

ژ
ژنوم ۱۱
ژنومیکس کاربردی ۱۱

س
ساختار خرد ۲۵۳
ساختار درشت ۲۵۳
سالمونلا ۴۴۶
سبوس برنج ۳۴۴
سبوس گندم ۷۲، ۳۴۳
سدیم ۱۰۱، ۳۲۷، ۳۸۴
آسیت ۳۲۴
کمبود ۳۰۵
سطح گلوکز خون ۴۶
سلامتی دستگاه گوارش ۳۳۴
سلسله مراتب (بین پرندگان) ۲۶۷
سلنیم ۱۰۳، ۲۳۰
سموم ۳۱۰
سنجش میکروسکوپی خوراک ۴۴۴
سنگ آهک ۳۵۸، ۳۸۲
حلالیت ۳۵۹
ناخالصی ۳۵۸
سنگ فسفات ۹۷
سنگ کلیه ۳۲۵
سنگدان ۴۱، ۱۱۵، ۱۱۷، ۲۱۲، ۲۲۸، ۳۳۵، ۳۷۳
سنگریزه ۱۲۰
سورگوم ۳۴۲
سوکروز ۴۶
سویا ۷۲
سویاها
بیش‌فرآوری ۳۴۶
پرنده‌های جوان ۲۴۲
خام ۳۴۶
محتوای پتاسیم ۳۲۷
سیانوکوبالامین (ویتامین B_{12} را ببینید)
سیتیدین ۳۳۵
سیستم ایمنی ۳۱۹
سیستم چرای آزاد ۱۳۰، ۲۵۲
سیستم FFLLAWSS
سیستین ۶۲، ۶۳، ۶۷، ۶۹، ۴۵۲
سیناپین ۳۵۲
سینگل‌میکس® ۳۹۹، ۴۲۴

ش

شاخص رطوبت-دما ۲۱۸

شاخص قابلیت هضم پروتئین ۳۴۶

شاخص کارایی تولید ۲۳۳، ۲۶۹، ۴۵۸

شوینده‌ها ۴۶۲

شیمی تر ۴۴۴

شیوه اجرایی استاندارد ۴۴۱

ضدکوکسیدیوزها ۳۶۵

طرح آزمایشی ۳۹۷، ۴۰۶

ارزیابی اقتصادی ۴۱۳

اصل امساک ۴۰۷

شاهد منفی یا مثبت ۴۰۷

طرح بلوک‌های تصادفی ۴۰۷

کفایت تحقیق ۴۱۲

ط

طیف‌سنجی نزدیک مادون‌قرمز (NIR) ۳۴، ۳۴۰، ۴۴۰، ۴۵۳

ع

عارضه پرنده چرب ۳۲۶

عارضه سوءجذب ۳۰۷

عارضه فلاشینگ ۳۰۶

عارضه کاهش و توقف رشد (عارضه سوءجذب را ببینید)

عارضه کبد چرب هموراژیک ۳۲۴

عارضه کبد و کلیه چرب ۳۲۵

عارضه مرگ ناگهانی ۳۲۱

عبور خوراک ۲۵۸

عدد پراکسید ۳۵۵

عدم انطباق ۴۴۵

عصاره اتری (EE) ۷

عصاره عاری از ازت (NFE) ۷

عملکرد واحد پرورش ۴۵۴

عناصر سنگین ۱۰۴، ۳۵۸

غ

غیرمعنی‌دار ۴۰۹

ف

فرسایش سنگدان ۳۱۰

فرض (فرضیه) ۴۰۷، ۴۱۵

فرمالین ۴۶۳

فروکتوالیگوساکارید ۳۲۷

فروکتوز ۳۹۰

فسفر ۹۴

غیرآلی ۳۶۱

فیتاز ۳۷۵

قابل‌دسترس ۹۵

کمبود ۳۰۵

مرغ‌های تخم‌گذار ۱۶۲

مرغ‌های مادر ۲۹۳

فعالیت اوره‌آز ۳۴۶

فلیپ اورز (عارضه مرگ ناگهانی را ببینید)

فنوتیپ ۱۱

فوت کندل ۱۲۸

فولیکول پر ۲۶۲

فومونیسین ۳۱۴

فیبر

پولت ۱۳۵

جوجه گوشتی ۲۱۲

مرغ تخم‌گذار ۱۵۴

فیبر خام ۷

فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) ۴۸

فیبر نامحلول در شوینده خنثی (NDF) ۴۸

فیبروزه شدن پانکراس ۱۰۳
فیتات
ماده ضدتغذیه‌ای ۳۷۹
فیتاز ۹۵، ۳۷۵، ۳۸۰
اسید آمینه ۳۸۳
انرژی ۳۸۳
انرژی خالص ۳۷۹
انواع ۳۷۷
حصول مواد مغذی ۳۸۳
روی ۳۸۴
سدیم ۳۸۴
فراسطح یا ابرسطح ۳۷۹
فسفر ۳۷۷
کارایی ۳۸۰
کلسیم ۳۷۷
کلسیم و فسفر ۳۷۷
کیفیت محصول ۳۸۵
مرغ‌های تخم‌گذار ۱۶۳، ۳۷۶
فیزایم ۳۷۸
فیناز ۳۷۸
قابلیت ردیابی ۳۶۲، ۴۴۵
قابلیت هضم ایلئومی ۳۷۳
قابلیت هضم ایلئومی استانداردشده ۶۹
قارچ‌ها (کپک‌ها را ببینید)
قفس‌رنجوری مرغ‌های تخم‌گذار ۳۳۳

ق
قوام پلت ۴۴۰

ک
کاب ۴۱، ۱۰۰، ۲۰۵، ۴۱۹
کاروتنوئیدها ۱۷۲
کامپیوترها
جیره‌نویسی ۴۲۳
مدل‌سازی ۴۲۱
کانتازانتین ۲۳۲
کانولا (کلزا را ببینید)
کبالت ۱۰۳
کبد ۱۱۶
کپک‌ها ۳۱۲
کتان (بذرک) ۱۷۵
کربوهیدرات
پیچیده ۷
جذب ۱۲۱
غیرقندی ۶
کیفیت بستر ۲۶۰
محتوای انرژی ۴۶
کرم‌های گرد ۳۶۷
کرم‌های نواری ۳۶۷
کشتار مقایسه‌ای ۳۶
کلاچ ۱۴۱
کلر ۱۰۱
کلرزنی ۲۰
کلزا ۳۵۲
کلستریدیوم پرفرژنس ۳۰۹، ۳۶۵
کلسیم ۹۵، ۳۵۸
آزمایش خوراک ۱۵۹
ابقا ۱۵۸
پوسته خردشده تخم‌مرغ (به عنوان مکمل) ۱۵۷
تتانی ۲۸۲
تفکیک کلسیم (از جیره) ۱۶۱
توصیه‌های عملی برای مرغ‌های تخم‌گذار ۱۵۸
رسوب در پوسته تخم‌مرغ ۱۵۹
فیتاز ۳۷۷

کمبود ۳۰۵
مرغ‌های مادر ۲۹۳
نارسایی ۱۵۹
نیازها ۹۷
کمبود
انرژی ۳۰۵
سدیم ۳۰۵
فسفر ۳۰۵
کلسیم ۳۰۵
کمبود خوراک ۳۰۴
کنترل حشرات ۳۲۶
کنترل فرآیند ۴۳۹
کنترل کیفیت ۴۳۵، ۴۴۶
برنامه‌ها ۴۳۵
کنجاله گلوتن ذرت ۳۴۴
کوانتوم ۳۷۸
کوتیکول ۱۴۰، ۱۷۵
کوکسیدیوز ۳۰۹، ۳۶۵
کولین ۸۵، ۲۳۱، ۳۶۲
کوندرودیستروفی ۳۳۲
کیفیت پلت ۲۵۶
کیلومیکرون‌ها ۱۰

گ
گالاکتوز ۴۶، ۳۹۰
گزانتوفیل ۱۷۲، ۲۶۲
گلوکز ۹، ۴۶
گلوکوزینولات ۱۰۳
گلوکونئوژنز ۴۶
گلیکوژن ۴۶، ۵۷
گندم ۳۴۲
محتوای انرژی ۳۴۰
گوآتروژن‌ها ۳۵۲
گوانیدین ۳۳۵
گوسیپول ۱۷۴
گونه‌های ایمریا ۳۶۵

ل
لاروادکس ۳۶۷
لاکتوباسیلوس ۲۳۴، ۳۳۶، ۳۶۸
لایه مخروطی (لایه نرده‌ای را ببینید)
لایه نرده‌ای ۱۴۰
لکه‌های خونی (تخم‌مرغ) ۷۹، ۱۶۴، ۱۷۸، ۱۷۹، ۳۱۳
لگهورن ۱۲۶
لیپوژنز ۶۴
لیپید (چربی را ببینید)
لیزین ۶۰، ۱۲۲، ۱۳۴، ۱۴۶، ۲۰۴، ۲۸۹، ۳۵۷، ۳۸۳، ۴۰۰، ۴۳۰، ۴۵۲، ۴۷۰، ۴۷۱، ۴۷۲
لیگنوسولفونات‌ها ۳۶۳

م
ماتریکس ۴۴۲
ماده آلی ۵
ماده غیرآلی ۵
مایکوتوکسین‌ها ۲۴۱، ۲۶۳، ۲۸۶، ۳۱۱
حداکثر سطوح قابل‌قبول ۳۱۷
متابولیسم
آنابولیسم ۹
کاتابولیسم ۹
متیونین ۶۳
دی‌ال-متیونین ۳۵۷
مخازن مواد مغذی ۹
مخاط ۱۱۸
مخاط روده ۱۱۴

مختصات خوراک ۱۱۰
مرغ‌های تخم‌گذار
ابقای کلسیم ۱۵۵
اثر پاییز ۱۲۹
ارزش کاست ۱۷۰
انرژی ۱۴۲
برنامه نوردهی ۱۲۷
پرریزی ۱۴۱
پرریزی اجباری ۱۷۰
پروتئین ۱۴۹
پروتئین ایده‌آل ۱۴۹
پیشرفت ژنتیکی ۱۳۰
تغذیه در نیمه‌شب ۱۷۰
جیره‌های عملی ۱۴۳
رنگ‌پریدگی تاج و ریش ۱۷۸
ژنوتیپ ۱۲۶
فسفر ۱۶۲
فیبر ۱۵۴
فیتاز ۱۶۳
قفس‌رنجوری ۳۳۳
کانیبالیسم ۱۷۸
کلاچ تخم ۱۴۱
مصرف آب ۱۹
مصرف خوراک ۱۴۲
مصرف خوراک مازاد ۱۴۴
نارسایی کلسیم ۱۵۹
نوسانات فصلی ۱۶۹
نوک زدن ۱۸۱
وزن بدن ۱۶۹
ویتامین D_3 ۱۵۹
مرغ‌های حذفی ۱۲۶
مرغ‌های مادر
امتناع از مصرف خوراک ۲۸۶
پروتئین در دوره پرورش ۲۸۰
پیشرفت ژنتیکی ۲۷۶
پتاسیم ۲۹۴
تخصیص خوراک ۲۷۶
تخصیص خوراک و دمای محیط ۲۸۷
تغذیه اضافی ۲۸۴
تغذیه ذرات درشت در دوره پرورش ۲۸۲
توصیه‌های عملی برای پروتئین ۲۹۲
جوجه‌درآوری ۲۹۵
جیره‌های پیش‌تخم‌گذاری ۲۸۲
دوره پرورش ۲۷۶
سدیم ۲۹۴
فسفر ۲۹۳
فضای دانخوری ۲۹۳
کلسیم ۲۹۳
کمبود مواد معدنی ۲۹۵
کمبود ویتامین‌ها ۲۹۵
گوشت گرفتن ۲۷۹
محدودیت آب ۲۸۲
مصرف آب ۲۸۲
مواد معدنی ۲۹۳
ویتامین‌ها ۲۹۴
یکنواختی ۲۸۱
مرگ‌موش ۱۶۴
مری ۱۱۵
مزه ۴
مس ۱۰۲، ۲۶۴
مسمومیت ۱۰۳، ۳۱۰
مشاهده و فرضیه ۴۰۶
مصرف خوراک
اسید آمینه ۴۲۰

انرژی ۴۱۹
انرژی خالص جیره ۴۱
جیره‌نویسی ۴۱۹
دما ۴۲۰
متابولیسم انرژی ۴۰
مقبولیت خوراک ۴۲۰
ملاس ۳۴۵
منافتون (ویتامین K را ببینید)
منداب (کلزا را ببینید)
منگنز ۱۰۱
منیزیم ۱۰۱
مواد خام (مواد خوراکی را ببینید)
مواد خوراکی ۳۴۰
آزمون‌های ویژه ۴۴۲
سطوح استفاده ۳۶۴
کیفیت بستر ۲۶۱
مواد معدنی
جذب ۹۲، ۱۲۲
سمیت ۱۰۳
کیفیت بستر ۲۶۱
متالوآنزیم ۹۲
مرغ‌های مادر ۲۹۳
مصرف آب ۱۸
منابع ۹۲
منابع آلی ۱۰۴
نیازها ۹۳
مواد مغذی ضروری و غیرضروری ۲
مولتی‌میکس® ۴۲۴، ۴۲۹، ۴۳۸
مونسین ۴۵۱
مونوساکارید ۴۶
مونوکلسیم فسفات ۹۷
میکرواری‌ها (ریزآرایه) ۱۲
میکروب‌های مستقیم خوراکی ۳۳۶، ۳۶۷
میکروذره‌ها ۴۴۰
میواینوزیتول هگزاکیس‌فسفات (فیتات را ببینید)

ن

ناتافوس ۳۷۸
نسبت DE به ME ۳۴
نسبت DE به ME ۳۴
نشاسته ۴۷
نقرس ۳۲۵
نکروزه شدن سر استخوان ران ۳۳۲
نمونه مرجع ۴۳۷
نمونه‌برداری ۲۶، ۱۶۰، ۴۴۲
نمونه‌های ذخیره ۴۴۲
نوتری‌ژنومیکس ۱۲
نوک زدن ۳
نوکلئوتیدها ۲۴۲
نور ۴۶۱
نیاز انرژی
اندازه ۵۳
ایمنی ۵۶
تولیدمثل ۵۵
درجه عایق‌سازی (پرها) ۵۴
دما ۵۴
فعالیت ۵۵
روش فاکتوریل ۵۶
نیاسین ۷۹، ۸۳
نیترات‌ها ۲۱
نیتروژن غیرپروتئینی (NPN) ۶۰
نیتریت ۲۱
نیکاربازین ۱۷۶، ۴۵۱
نئوفوبیا ۴

و

واکسن کوکسیدیوز ۳۶۷

واکسیناسیون ۴۶۲

واکنش میلارد ۳۴۸

والین ۶۱، ۶۳، ۷۵، ۳۵۸

وزن متابولیک بدن ۵۳

ویتامین A ۷۸، ۷۹

ویتامین B_1 ۷۸، ۸۲

ویتامین B_2 ۷۸، ۸۲

ویتامین B_6 ۷۹، ۸۳

ویتامین B_{12} ۷۹، ۸۴، ۱۰۳

ویتامین C ۷۹، ۸۵، ۹۳، ۲۶۴، ۲۹۵

ویتامین D ۷۸، ۸۰

ویتامین D_3 ۱۵۹، ۳۳۳

ویتامین E ۷۸، ۸۱، ۲۳۱، ۲۹۵

ویتامین K ۷۸، ۸۱

ویتامین‌ها ۸

انبارداری ۳۶۲

تنش ۸۷

توصیه‌های عملی ۸۷

جوجه‌درآوری ۸۸

مرغ‌های مادر ۲۹۴

ه

های‌لاین ۱۳۱

هضم

کنترل هضم ۱۱۷

هضم در دستگاه گوارش ۱۱۷

هگزوزها ۴۶

همی‌سل ۳۹۰

هورمون لوتئیزکننده (LH) ۱۲۷

هیپوتالاموس ۱۲۷

ی

ید ۱۰۲

یکنواختی ۱۳۶

یونجه ۱۷۲، ۳۵۲

یونوفرها ۳۶۶

Chicken Nutrition

A guide for nutritionists and poultry professionals

By Rick Kleyn

Translated By
Amirali Sadeghi
Mahmood Habibian

University of Kurdistan Press