

اثر سطوح مختلف پروتئین و مکمل کولین در جیره غذایی بر صفات تولیدی، فراسنجه‌های لاشه، هماتولوژی و ریخت‌شناسی روده جوجه‌های گوشتی

- حسینعلی قاسمی (نویسنده مسئول)
دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اراک
- ایمان حاج خدادادی
استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اراک
- امیرحسین خلت آبادی فراهانی
استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اراک

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۷

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۸۶۳۲۶۲۳۶۲۰

Email: h-ghasemi@araku.ac.ir

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/asj.2018.122211.1719

چکیده

به منظور بررسی اثرات سطوح مختلف پروتئین و مکمل کولین در جیره بر صفات تولیدی، فراسنجه‌های لاشه، هماتولوژی و ریخت‌شناسی روده، از تعداد ۲۸۸ قطعه جوجه گوشتی نر یکروزه (سویه راس ۳۰۸) استفاده شد. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل 2×3 انجام شد. فاکتورهای آزمایشی شامل سه سطح پروتئین جیره (شاهد یا توصیه شده، متوسط یا ۱/۵ واحد کمتر از سطح توصیه شده و کم یا ۳ واحد کمتر از سطح توصیه شده) و ۲ سطح مکمل کولین (۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره) بودند. نتایج آزمایش نشان داد که استفاده از گروه با سطح کم پروتئین در مقایسه با گروه شاهد سبب کاهش وزن، کاهش طول پرز و نسبت طول پرز به عمق کریپت در ژژنوم و افزایش ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی شد ($P < 0/05$). همچنین افزایش وزن نسبی کبد و کاهش میزان گلبول قرمز خون در گروه متوسط پروتئین نسبت به گروه شاهد مشاهده شد ($P < 0/05$). اثر مکمل کولین و اثر متقابل بین سطوح مختلف پروتئین و مکمل کولین در جیره غذایی بر عملکرد رشد، فراسنجه‌های هماتولوژی خون و ریخت‌شناسی روده معنی‌دار نبود. اما مکمل کولین تمایل به افزایش بازده لاشه ($P = 0/087$) و کاهش وزن نسبی کبد ($P = 0/089$) نشان داد. با توجه به نتایج این مطالعه، کاهش میزان پروتئین جیره به ویژه ۳ واحد کمتر از سطح توصیه شده اثرات منفی بر صفات تولیدی و ریخت‌شناسی روده دارد، ولی استفاده از مکمل کولین در این جیره‌ها اثر مثبتی در جوجه‌های گوشتی ندارد.

واژه‌های کلیدی: پروتئین جیره، جوجه‌های گوشتی، مورفولوژی ژژنوم، صفات لاشه، کولین

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 123 pp: 95-110

Effect of different levels of dietary protein and choline supplementation on production traits, slaughter parameters, hematology and intestinal morphology in broilersBy: H. A. Ghasemi^{1*}, I. Hajkhodadadi², A. H. Khaltabadi Farahani²¹Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Arak University, 38156-8-8349 Arak, Iran.²Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Arak University, 38156-8-8349 Arak, Iran.**Received: June 2018****Accepted: August 2018**

A total number of 288 one-day-old male broiler chicks (Ross 308) were used to investigate the effect of different levels of protein and choline supplementation in the diet on production traits, carcass parameters, hematology and intestinal morphology. This experiment was conducted in a completely randomized design as factorial experiment (3 × 2). Experimental treatments consisted of three levels of protein (control or recommended level, medium or 1.5 units lower than recommended level and low or 3 units lower than recommended level) and 2 levels of choline supplementation (0 and 1000 mg/kg diet). The results showed that the use of low-protein group reduced body weight gain, villus height and villus height/crypt depth ratio in the jejunum and increased feed conversion ratio in broilers (P<0.05) when compared with control group. The higher relative liver weight and lower red blood cell counts were also observed in the medium-protein group compared with control group (P<0.05). The effect of choline supplementation and interaction between protein levels and choline supplementation in the diet on growth performance, blood hematological parameters and intestinal morphology were not significant. However, choline supplementation tended to increase carcass yield (P=0.087) and to decrease the relative liver weight (P=0.089). According to the results of current study, reducing the dietary protein level, especially 3 units lower than recommended level, negatively affected the production traits and intestinal morphology; but the use of choline supplementation in these diets has no positive effect in broiler chickens.

Key words: Broilers, Carcass characteristics, Choline, Dietary protein, Jejunal morphology.**مقدمه**

فیزیولوژیکی، سبب افزایش تولید آمونیاک، آلودگی محیط زیست و افزایش هزینه تولید نیز می شود (Leclercq, ۱۹۹۸). در سال های اخیر توجه زیادی به کاهش غلظت نیترژن در بستر طیور معطوف شده است، که اهمیت این کار از نظر زیست محیطی و کاهش آلودگی خاک و آب های سطحی و زیرزمینی به نیترژن مازاد می باشد. افزایش پروتئین جیره غذایی سبب افزایش تولید گرما در بدن جوجه ها و مصرف آب می شود که به دنبال آن مقدار رطوبت بستر افزایش می یابد (Kamran و همکاران، ۲۰۱۶؛ Habashy و همکاران، ۲۰۱۷). در مقابل اثرات مثبت استفاده از

نیاز پروتئین جوجه های گوشتی با افزایش سن بر حسب درصد در جیره کاهش می یابد، ولی به دلیل افزایش مصرف خوراک میزان پروتئین مصرفی در کل افزایش می یابد. وجود پروتئین کافی در جیره غذایی نه تنها تنظیم کننده رشد و عملکرد تولید مثل طیور است بلکه نقش مهمی در توسعه دستگاه گوارش دارد. مشخص شده است که رشد و توسعه مورفولوژیکی پرزهای مخاط روده به کمیت و کیفیت مواد مغذی هضم شده بویژه پروتئین در لومن روده بستگی دارد (Laudadio و همکاران، ۲۰۱۲). از طرف دیگر وجود پروتئین زیاد در جیره غذایی علاوه بر ایجاد مشکلات

ابتدا باید کولین به بتائین اکسید شده (Petronini و همکاران، ۱۹۹۲؛ Waldroup و همکاران، ۲۰۰۶). از آنجا که مطالعات تحقیقاتی کمی به بررسی اثرات غلظت بالای عوامل چربی سوز نظیر کولین در جیره‌های با نسبت انرژی به پروتئین بالا در جوجه‌های گوشتی وجود دارد، مطالعه حاضر به منظور بررسی اثر مقادیر متفاوت کولین بر صفات تولیدی، فراسنجه‌های لاشه، هماتولوژی و ریخت شناسی روده در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره غذایی حاوی سطوح مختلف پروتئین انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه آموزشی - پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه اراک انجام شد. در این مطالعه، از ۲۸۸ قطعه جوجه خروس گوشتی یک روزه سویه راس ۳۰۸ استفاده شد. سن گله مادر آنها ۴۱ هفته بود. هر قفس مجهز به یک دانخوری ناودانی و یک آبخوری کله قندی (گنبدی شکل) و سینی کشویی گالوانیزه جمع آوری کود بود. شرایط محیطی از نظر دما، رطوبت، نور و تهویه نیز یکسان بود. ۲۴ ساعت قبل از ورود جوجه‌ها، درجه حرارت ۳۴ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی تقریباً ۶۰ درصدی در سالن تأمین شد. دمای سالن هر هفته با افزایش سن ۲/۸ درجه سانتیگراد کاهش یافت. برنامه نوردهی به صورت ۲۳ ساعت روشنایی و یک ساعت تاریکی اجرا شد. برای جلوگیری از شیوع بیماری‌های برونشیت، آنفلوآنزا و نیوکاسل برنامه واکسیناسیون طبق توصیه اداره دامپزشکی استان مرکزی انجام گرفت. در این تحقیق از طرح کاملاً تصادفی در قالب فاکتوریل ۳ × ۲ استفاده شد. ۶ گروه آزمایشی شامل ۳ سطح پروتئین خام (شاهد یا توصیه شده، متوسط یا ۱/۵ واحد کمتر از سطح توصیه شده و کم یا ۳ واحد کمتر از سطح توصیه شده) و ۲ سطح مکمل کولین (۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره) بود. سطح انتخابی مکمل کولین بر اساس نتایج مطالعات سایر پژوهشگران و با استفاده از مکمل کولین کلراید^۱ بود (Waldroup و همکاران، ۲۰۰۶؛ Jahanian و Rahmani، ۲۰۰۸؛ Azadmanesh و Jahanian، ۲۰۱۴). برای هر گروه

جیره‌های کم پروتئین، کاهش پروتئین خام جیره در مقدار توصیه شده انرژی (افزایش نسبت انرژی به پروتئین) منجر به کاهش مقدار پروتئین لاشه و افزایش مقدار چربی لاشه خواهد شد (Rozenboim و همکاران، ۲۰۱۶). در پرندگان همانند پستانداران، تغییر سطح انرژی و پروتئین جیره سبب عدم توازن هورمون‌های متابولیکی می‌شود (Attia و Saber، ۲۰۱۷). محققان نشان دادند که انرژی جیره به تنهایی تأثیر چندانی بر انباشت چربی ندارد و نسبت انرژی به پروتئین عامل مؤثر بر انباشت چربی در بدن و همچنین در حفره بطنی می‌باشد (Kamran و همکاران، ۲۰۰۸).

یکی از بهترین راهکارهای تغذیه برای جلوگیری از اثرات منفی جیره غذایی با انرژی بالا برای جوجه‌های گوشتی استفاده از عوامل چربی سوز است. عوامل چربی سوز ترکیباتی هستند که شاید به استفاده بهتر از جیره‌های غذایی دارای انرژی زیاد در گونه‌های طیور با رشد سریع کمک کنند. کولین، ال-کارنیتین، متیونین و بتائین به عنوان عوامل مهم چربی سوز شناخته شده است (Leeson و Summers، ۲۰۰۵). بتا هیدروکسی اتیل تری متیل هیدروکسید آمونیوم یا کولین یک ماده مغذی ضروری برای رشد مطلوب حیوانات خصوصاً طیور، خوک و حیوانات خانگی است. کولین در بسیاری از مواد غذایی یافت می‌شود و مقدار استاندارد آن به وسیله انجمن ملی تحقیقات (NRC، ۱۹۹۴) گزارش شده است. نیاز کولین بدن حیوانات از طریق جیره و سنتز آن در بدن تأمین می‌شود. اگرچه مواد اولیه طبیعی خوراک محتوی مقادیر مشخصی از کولین هستند اما این مقادیر نمی‌توانند احتیاجات حیوان را برای رشد سریع تأمین کنند. از این رو افزودن کولین کلراید به جیره راحت‌ترین و اقتصادی‌ترین راه تأمین نیاز کولین است (Verhoef و Olthof، ۲۰۰۵؛ Wen و همکاران، ۲۰۱۶). کولین به عنوان یک واسطه چربی سوز اصلی با تحریک انتقال چربی و یا افزایش تجزیه بیولوژیکی اسیدهای چرب و جلوگیری از ذخیره چربی در بافت‌ها، نقش مهمی در سوخت و ساز چربی بدن دارد. یکی از کارکردهای مهم کولین نقش حیاتی خود به عنوان دهنده متیل (transmethylation) است، برای این کار،

جوجه‌ها در دوره‌های مختلف پرورش و برآورد مواد مغذی اجزاء جیره از راهنمای نیازمندی‌های سویه راس (Ross 308 Broiler Nutrition Specs 2014 EN - Aviagen)، و برای جیره نویسی از نرم‌افزار UFFDA استفاده شد. مکمل کولین به صورت یک محصول پودری حاوی کولین کلراید ۶۰٪ استفاده شد.

آزمایشی ۶ تکرار و برای هر تکرار ۸ قطعه جوجه در نظر گرفته شد. میانگین وزن جوجه‌ها در زمان ورود به سالن $43/6 \pm 1/25$ گرم بود. جوجه‌ها از ۱ تا ۱۰ روزگی با جیره آغازین و از ۱۱ تا ۲۴ روزگی با جیره رشد و از ۲۵ تا ۴۲ روزگی با جیره پایانی تغذیه شدند (جدول ۱). همه جوجه‌ها تا پایان دوره پرورش، به صورت آزادانه به آب و خوراک دسترسی داشتند. برای تعیین نیاز غذایی

جدول ۱- ترکیبات مواد خوراکی و اجزای شیمیایی جیره‌های آزمایشی

پروتئین جیره	۱۰ تا ۱۰ روزگی			۱۱ تا ۲۴ روزگی			۲۵ تا ۴۲ روزگی		
	توصیه شده	۱/۵ واحد کمتر	۳ واحد کمتر	توصیه شده	۱/۵ واحد کمتر	۳ درصد کمتر	توصیه شده	۱/۵ واحد کمتر	۳ واحد کمتر
ذرت	۴۸/۸۱	۵۴/۵۴	۶۰/۲۵	۵۲/۲۳	۵۷/۹۶	۶۳/۷۰	۵۷/۴۵	۶۳/۱۷	۶۸/۹۰
کنجاله سویا (۴۴٪ پروتئین خام)	۴۱/۴۳	۳۶/۴۱	۳۱/۴۰	۳۷/۵۹	۳۲/۵۸	۲۷/۵۷	۳۲/۰۶	۲۷/۰۴	۲۲/۰۳
روغن سویا	۴/۷۴	۳/۷۳	۲/۷۳	۵/۶۰	۴/۵۹	۳/۵۸	۶/۱۸	۵/۱۷	۴/۱۶
دی کلسیم فسفات	۱/۹۰	۱/۹۵	۱/۹۹	۱/۶۴	۱/۶۹	۱/۷۴	۱/۵۲	۱/۵۷	۱/۶۲
کربنات کلسیم	۱/۱۲	۱/۱۳	۱/۱۳	۱/۰۵	۱/۰۶	۱/۰۷	۰/۹۷	۰/۹۸	۰/۹۹
نمک	۰/۳۴	۰/۳۴	۰/۳۴	۰/۳۴	۰/۳۴	۰/۳۴	۰/۳۴	۰/۳۴	۰/۳۴
L-لایزین هیدروکلراید	۰/۱۹	۰/۳۴	۰/۴۹	۰/۱۳	۰/۲۸	۰/۴۳	۰/۱۴	۰/۲۹	۰/۴۳
DL-متیونین	۰/۳۱	۰/۳۵	۰/۴۰	۰/۳۱	۰/۳۳	۰/۳۵	۰/۲۵	۰/۲۹	۰/۳۳
L-ترئونین	۰/۱۶	۰/۲۱	۰/۲۷	۰/۱۱	۰/۱۷	۰/۲۲	۰/۰۹	۰/۱۵	۰/۲۰
مکمل ویتامینی ^۱	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل معدنی ^۲	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
شن شسته ساختمانی	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰
ترکیب محاسبه شده									
انرژی قابل متابولیسم (E) Kcal/kg	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۱۰۰	۳۱۰۰	۳۱۰۰	۳۲۰۰	۳۲۰۰	۳۲۰۰
پروتئین خام (CP) %	۲۳	۲۱/۵	۲۰/۰	۲۱/۵	۲۰/۰	۱۸/۵	۱۹/۵	۱۸/۰	۱۶/۵
کلسیم %	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۷۹	۰/۷۹	۰/۷۹
فسفر قابل دسترس %	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۴	۰/۴۴	۰/۴۴	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰
لیزین قابل هضم %	۱/۲۸	۱/۲۸	۱/۲۸	۱/۱۵	۱/۱۵	۱/۱۵	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۳
متیونین + سیستئین قابل هضم %	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۸۰	۰/۸۰	۰/۸۰
ترئونین قابل هضم %	۰/۸۶	۰/۸۶	۰/۸۶	۰/۷۷	۰/۷۷	۰/۷۷	۰/۶۹	۰/۶۹	۰/۶۹
کولین (میلی گرم در کیلوگرم)	۱۵۸۰	۱۴۷۶	۱۳۷۱	۱۴۹۴	۱۳۹۰	۱۲۸۵	۱۳۷۲	۱۲۶۷	۱۱۶۳

^۱ غلظت مواد معدنی در هر کیلوگرم جیره: منگنز، ۱۲۰ میلی‌گرم؛ روی، ۱۰۰ میلی‌گرم؛ آهن، ۴۰ میلی‌گرم؛ مس، ۱۶ میلی‌گرم؛ ید، ۱ میلی‌گرم و سلنیوم، ۰/۸ میلی‌گرم می‌باشد.

^۲ غلظت ویتامین‌ها در هر کیلوگرم جیره: ویتامین A، ۶۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ D₃، ۸۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین E، ۸۳ میلی‌گرم؛ K₃، ۲/۲ میلی‌گرم؛ B₁، ۱/۸۰ میلی‌گرم؛ B₂، ۶/۶ میلی‌گرم؛ B₃، ۳۰ میلی‌گرم؛ کلسیم-د-پنتوتات، ۱۰ میلی‌گرم؛ B₆، ۳ میلی‌گرم؛ B₉، ۱ میلی‌گرم؛ B₁₂، ۰/۱۵ میلی‌گرم و H₂، ۰/۱۰ میلی‌گرم می‌باشد.

شمارش تعداد گلبول‌های قرمز از لام هماسیتومتر استفاده گردید. اندازه‌گیری هموگلوبین با استفاده از کیت شرکت پارس آزمون به روش رنگ‌سنجی و سیانمت هموگلوبین انجام شد. جهت تعیین هماتوکریت، نمونه‌های خون موجود در لوله‌های موئین با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ و سپس با استفاده از خط‌کش هماتوکریت درصد هماتوکریت تعیین شدند. همچنین با استفاده از فرمول‌های مختلف، شاخص‌های گلبول قرمز شامل حجم متوسط گلبول قرمز (MCV)، مقدار متوسط هموگلوبین (MCH) و غلظت متوسط هموگلوبین یک گلبول قرمز (MCHC) محاسبه شدند.

برای بررسی صفات مورفولوژیکی روده باریک، مقاطع روده در فرمالین ۱۰ درصد جهت تثبیت غوطه‌ور شدند. پس از آن مراحل آماده‌سازی و پساژ بافتی شامل آبیگری، شفاف‌سازی و غوطه‌ورسازی در پارافین صورت گرفت و سپس با استفاده از میکروتوم، برش‌های ۶ میکرومتری از قالب‌های پارافینی تهیه و گسترش‌های بافتی بوسیله هماتوکسیلین-ائوزین رنگ‌آمیزی شدند. پس از آن با استفاده از میکروسکوپ نوری مجهز به دوربین و نرم افزار هیستومورفومتری ارتفاع پرزه، عمق کریپت و ضخامت اپیتلیوم روده‌ها اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری‌ها در میدان‌های دید میکروسکوپی تصادفی صورت گرفت. طول پرز از نوک پرز تا محل تقاطع پرز-کریپت اندازه‌گیری شد.

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت آزمایش فاکتوریل اجرا شد. داده‌های جمع‌آوری شده توسط نرم افزار SAS (۲۰۱۰) و با استفاده از رویه GLM مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و بررسی معنی دار بودن اختلافات بین میانگین داده‌ها با استفاده از LSMEANS صورت گرفت.

مدل آماری طرح به صورت زیر بود:

$$Y_{ijl} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + e_{ijl}$$

در این فرمول Y_{ijl} نشان دهنده مقدار عددی هر مشاهده در آزمایش، μ میانگین مشاهدات، A_i نشان دهنده اثرات سطح پروتئین و B_j نشان دهنده اثر مکمل کولین، AB_{ij} اثر متقابل سطح پروتئین و مکمل کولین و e_{ijl} اثرات باقیمانده می‌باشد.

برای محاسبه افزایش وزن هر واحد در کل، اختلاف وزن انتها و ابتدای دوره پرورش تعیین شد. در سن ۴۲ روزگی کلیه جوجه‌های هر واحد آزمایشی به صورت انفرادی وزن کشی شدند. قبل از توزین، خوراک پرندگان به مدت ۳ ساعت قطع شد تا از لحاظ وضعیت دستگاه گوارش یکسان باشند. در دوره‌های مختلف پرورش، مقدار خوراک مصرفی و افزایش وزن روزانه بر اساس روز مرغ و همچنین ضریب تبدیل غذایی محاسبه شدند. در طول آزمایش، روزانه و قبل از تخصیص خوراک به هر واحد آزمایشی، تعداد و وزن تلفات هر واحد آزمایشی ثبت و از میزان تلفات روزانه در تعیین روز مرغ هر واحد آزمایشی استفاده گردید. یکنواختی گله در سن ۴۲ روزگی توسط روش Jackson و همکاران (۲۰۰۴) و شاخص تولید به روش Swain و Sundaram (۲۰۰۰) محاسبه شدند.

در سن ۴۲ روزگی، ۲ پرنده به ازای هر تکرار به طور تصادفی انتخاب و سپس با قطع ورید و داج کشتار شدند. پس از پرکنی، قطع سرو پاها و خروج امعا و احشا وزن لاشه کامل و قطعات مختلف آن (سینه، کعب ران، ساق، بال، گردن و پشت) رکورد برداری شد. سپس با استفاده از تقسیم وزن سینه و ران به لاشه و سایر بخش‌های لاشه به وزن زنده قبل از کشتار، بازده هر بخش محاسبه شد. پس از باز کردن شکم، اندام‌های قلب، کبد (بدون کیسه صفرا)، سنگدان، پیش معده، پانکراس، دئودنوم، ژژنوم، ایلتوم و سکوم جدا و وزن آنها اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن بخش‌های مختلف روده باریک و سکوم، کلیه اندام‌های ضمیمه، روده بندها و غیره از آن جدا و قبل از خشک شدن محتویات آن خارج شد.

در ۴۲ روزگی آزمایش جهت هماتولوژی از هر تکرار دو قطعه جوجه به صورت تصادفی انتخاب و خون‌گیری از طریق سیاهرگ زیر بال انجام گرفت. نمونه‌های خون به داخل لوله‌های ونوجکت محتوی ۰/۵ سی‌سی ماده ضد انعقاد اتیلن دی‌آمین تترا-استیک اسید (EDTA) جمع‌آوری و به منظور اندازه‌گیری فراسنجه‌های هماتولوژی خون (میزان گلبول قرمز، گلبول سفید، هموگلوبین، هماتوکریت) به آزمایشگاه منتقل شدند. به منظور

نتایج

مقایسه میانگین وزن بدن، افزایش وزن، خوراک مصرفی، ضریب تبدیل غذایی و درصد یکنواختی در جدول ۲ گزارش شده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد که در کل دوره (۱ تا ۴۲ روزگی) جیره حاوی سطح کم پروتئین (۳ واحد کمتر از سطح توصیه شده) سبب کاهش میانگین افزایش وزن و شاخص تولید و افزایش ضریب تبدیل غذایی جوجه‌ها شد ($P < 0/05$). افزودن مکمل کولین و اثرات متقابل آن با سطوح پروتئین جیره اثر معنی‌داری در کل دوره بر صفات عملکردی پرورش نداشت ($P > 0/05$). همچنین اثرات سطح پروتئین جیره، مکمل کولین و اثرات متقابل آنها بر خوراک مصرفی و درصد یکنواختی گله معنی‌دار نبود.

جدول ۳ و ۴ اثر سطوح مختلف پروتئین و کولین جیره بر درصد صفات لاشه و درصد اندام‌های داخلی جوجه‌های گوشتی را نشان می‌دهد. اثرات سطوح مختلف پروتئین و کولین جیره و همچنین اثرات متقابل آنها بر صفات لاشه جوجه‌های گوشتی معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). با توجه به جدول ۴، اثر سطوح مختلف پروتئین جیره بر درصد اندام‌های داخلی تنها بر درصد کبد معنی‌داری بود ($P < 0/05$) به طوری که کاهش سطح پروتئین جیره از مقدار توصیه شده سبب افزایش معنی‌دار درصد کبد جوجه‌ها شد. افزودن کولین به جیره غذایی و اثر متقابل آن با سطح پروتئین جیره اثر معنی‌داری بر درصد اندام‌های داخلی نداشت ($P > 0/05$).

تأثیر سطوح مختلف پروتئین و مکمل کولین در جیره غذایی بر فراسنجه‌های هماتولوژی و جمعیت تفریقی گلبول‌های سفید خون در سن ۴۲ روزگی در جدول ۵ نشان داده شده است. سطح پروتئین جیره غذایی تنها بر تعداد گلبول‌های قرمز خون اثر معنی‌داری داشت به طوری که کاهش سطح پروتئین از مقدار توصیه شده سبب کاهش تعداد گلبول‌های قرمز خون شد ($P < 0/05$). اثر مکمل کولین و اثر متقابل آن با سطوح پروتئین جیره بر فراسنجه‌های هماتولوژی خون شامل تعداد گلبول سفید، میزان هموگلوبین، درصد هماتوکریت، تعداد ترومبوسیت و همچنین شاخص‌های گلبول قرمز (MCV، MCH و MCHC) معنی‌دار نبود ($P > 0/05$).

اثر سطوح مختلف پروتئین و مکمل کولین در جیره بر فراسنجه‌های مورفولوژیکی ژنوم در ۴۲ روزگی در جدول ۶ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد اثر سطوح مختلف پروتئین جیره بر طول پرز و نسبت طول پرز به عمق کریپت معنی‌دار می‌باشد ($P < 0/05$). کاهش سطح پروتئین جیره سه واحد کمتر از مقدار توصیه شده سبب کاهش معنی‌داری در شاخص طول پرز و نسبت طول پرز به عمق کریپت شد ($P < 0/05$). مکمل کولین و اثرات متقابل آن با سطح پروتئین جیره اثر معنی‌داری بر فراسنجه‌های مورفولوژیکی ژنوم نداشتند ($P > 0/05$).

جدول ۲- اثرات سطوح مختلف پروتئین و مکمل کولین جیره غذایی بر عملکرد رشد جوجه های گوشتی از ۱ تا ۴۲ روزگی

شاخص تولید	یکنواختی	ضریب تبدیل غذایی	خوراک مصرفی	افزایش وزن	وزن بدن	سطح پروتئین جیره
۸۱۹/۹ ^a	۸۴/۷۳	۱/۷۱ ^b	۴۱۸۷	۲۴۵۱ ^a	۲۴۹۹	توصیه شده
۸۳۰/۵ ^a	۸۵/۸۶	۱/۷۳ ^b	۴۱۲۶	۲۳۸۶ ^{ab}	۲۴۳۵	۱/۵ واحد کمتر
۶۸۰/۹ ^b	۸۵/۷۹	۱/۸۵ ^a	۴۰۴۸	۲۱۹۳ ^b	۲۲۴۰	۳ واحد کمتر
۵۱/۷۹	۱/۴۰	۰/۰۳۴	۴۱/۹	۴۵/۸	۵۰/۸	SEM
۰/۰۳۷	۰/۸۳۷	۰/۰۱۷	۰/۳۲۰	۰/۰۳۹	۰/۰۶۱	P-value
سطح کولین کلراید (mg/kg)						
۷۷۷/۹	۸۴/۶۴	۱/۷۸	۴۱۴۲	۲۳۲۹	۲۳۷۷	۰
۷۷۶/۹	۸۶/۲۸	۱/۷۴	۴۰۹۸	۲۳۵۸	۲۴۰۶	۱۰۰۰
۴۱/۹۸	۱/۱۴	۰/۰۲۸	۳۳/۵	۳۶/۶	۴۰/۹	SEM
۰/۶۸۲	۰/۳۲۶	۰/۷۲۶	۰/۴۲۶	۰/۸۷۸	۰/۶۲۸	P-value
سطح پروتئین × کولین						
۸۲۱/۷	۸۴/۰۳	۱/۷۰	۴۲۶۲	۲۵۱۰	۲۵۵۸	۰
۸۱۸/۱	۸۵/۴۴	۱/۷۲	۴۱۱۳	۲۳۹۲	۲۴۴۱	۱۰۰۰
۸۲۹/۷	۸۴/۷۶	۱/۷۷	۴۰۹۸	۲۳۱۵	۲۳۶۵	۰
۸۳۱/۲	۸۶/۹۷	۱/۶۹	۴۱۵۳	۲۴۵۷	۲۵۰۶	۱۰۰۰
۶۸۲/۵	۸۵/۱۴	۱/۸۸	۴۰۶۶	۲۱۶۱	۲۲۰۹	۰
۶۷۹/۴	۸۶/۴۵	۱/۸۱	۴۰۳۱	۲۲۲۳	۲۲۷۱	۱۰۰۰
۷۴/۳۶	۲/۰۱	۰/۰۴۹	۵۹/۸	۶۵/۴	۷۲/۵	SEM
۰/۸۵۳	۰/۹۷۰	۰/۳۵۴	۰/۸۲۴	۰/۸۵۳	۰/۸۶۳	P-value

- حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر تفاوت معنی دار آماری در سطح ۰/۰۵ است.
^۱ خطای استاندارد میانگین (standard error of the mean)

جدول ۳- اثرات سطوح مختلف پروتئین و مکمل کولین جیره غذایی بر درصد صفات لاشه جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی

پشت	بال	گردن	ساق	کعب ران	سینه	لاشه	
درصد							
							سطح پروتئین جیره
۱۱/۷۷	۵/۹۵	۲/۵۴	۱۲/۵۴	۱۴/۰۹	۳۴/۱۲	۷۳/۸۳	توصیه شده
۱۱/۷۲	۵/۷۷	۲/۵۸	۱۲/۴۴	۱۳/۸۱	۳۳/۱۸	۷۴/۰۷	۱/۵ واحد کمتر
۱۲/۳۲	۶/۰۳	۲/۶۵	۱۲/۰۸	۱۳/۳۸	۳۲/۱۳	۷۳/۴۷	۳ واحد کمتر
۰/۳۵۸	۰/۱۱۷	۰/۰۹۹	۰/۱۴۷	۰/۲۴۳	۰/۴۸۹	۰/۳۳۷	SEM ^۱
۰/۴۳۳	۰/۷۱۳	۰/۷۰۸	۰/۱۲۴	۰/۱۹۸	۰/۰۷۳	۰/۴۵۰	P-value
							سطح کولین کلراید (mg/kg)
۱۲/۱۸	۶/۰۷	۲/۵۴	۱۲/۲۷	۱۳/۸۲	۳۲/۷۲	۷۳/۴۵	۰
۱۱/۶۹	۵/۷۷	۲/۶۴	۱۲/۴۴	۱۳/۷۰	۳۳/۵۶	۷۴/۱۳	۱۰۰۰
۰/۲۹۳	۰/۱۹۱	۰/۰۸۱	۰/۱۲۱	۰/۱۹۹	۰/۴۰۱	۰/۲۷۵	SEM
۰/۲۴۴	۰/۲۷۵	۰/۳۹۸	۰/۲۱۷	۰/۹۹۰	۰/۱۳۶	۰/۰۸۷	P-value
							سطح پروتئین × کولین
۱۱/۴۹	۵/۹۹	۲/۳۶	۱۲/۴۹	۱۴/۴۴	۳۳/۴۵	۷۳/۲۳	۰
۱۲/۰۶	۵/۹۲	۲/۷۱	۱۲/۶۰	۱۳/۷۳	۳۴/۷۷	۷۴/۴۳	۱۰۰۰
۱۲/۰۶	۶/۱۲	۲/۷۰	۱۲/۴۱	۱۴/۱۱	۳۲/۹۵	۷۳/۸۵	۰
۱۱/۳۷	۵/۴۱	۲/۴۵	۱۲/۴۸	۱۳/۵۰	۳۳/۴۱	۷۴/۳۰	۱۰۰۰
۱۲/۹۹	۶/۰۹	۲/۵۶	۱۱/۹۱	۱۲/۹۲	۳۱/۷۵	۷۳/۲۷	۰
۱۱/۶۵	۵/۹۸	۲/۷۴	۱۲/۲۵	۱۳/۸۳	۳۲/۵۰	۷۳/۶۷	۱۰۰۰
۰/۵۰۷	۰/۳۳۲	۰/۱۴۰	۰/۲۰۹	۰/۳۴۵	۰/۶۹۴	۰/۴۷۷	SEM
۰/۱۷۴	۰/۵۷۲	۰/۱۰۱	۰/۸۸۶	۰/۱۵۸	۰/۷۸۰	۰/۶۵۵	P-value

- حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر تفاوت معنی دار آماری در سطح ۰/۰۵ است.

^۱ خطای استاندارد میانگین (standard error of the mean)

جدول ۴- اثرات سطوح مختلف پروتئین و مکمل کولین جیره غذایی بر درصد اندامهای داخلی جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی

سکوم	ایلئوم	ژژنوم	دئودنوم	سنگدان	پیش معده	پانکراس	کبد	قلب	سطح پروتئین جیره	
درصد										
۰/۵۱۸	۱/۰۵	۱/۱۹	۰/۵۸۱	۱/۷۱	۰/۴۲۸	۰/۱۹۷	۱/۷۷ ^b	۰/۴۹۸	توصیه شده	
۰/۴۶۰	۱/۰۲	۱/۲۴	۰/۵۵۶	۱/۶۷	۰/۴۰۴	۰/۱۹۹	۱/۹۲ ^a	۰/۴۴۴	۱/۵ واحد کمتر	
۰/۵۰۱	۱/۰۳	۱/۲۳	۰/۶۱۲	۱/۸۴	۰/۴۱۹	۰/۲۰۹	۲/۰۱ ^a	۰/۴۵۵	۳ واحد کمتر	
۰/۰۳۳	۰/۰۴۱	۰/۰۴۴	۰/۰۲۷	۰/۰۷۰	۰/۰۲۵	۰/۰۰۶	۰/۰۴۷	۰/۰۱۸	SEM	
۰/۴۶۹	۰/۸۸۱	۰/۷۱۹	۰/۳۴۹	۰/۱۹۴	۰/۸۰۹	۰/۳۶۲	۰/۰۰۳	۰/۱۰۸	P-value	
سطح کولین کلراید (mg/kg)										
۰/۵۰۷	۱/۰۳	۱/۲۲	۰/۵۸۰	۱/۷۳	۰/۴۰۹	۰/۲۰۷	۱/۹۴	۰/۴۵۷	۰	
۰/۴۷۸	۱/۰۳	۱/۲۲	۰/۵۸۶	۱/۷۴	۰/۴۲۴	۰/۱۹۶	۱/۸۵	۰/۴۷۴	۱۰۰۰	
۰/۰۲۷	۰/۰۳۳	۰/۰۳۶	۰/۰۲۲	۰/۰۵۷	۰/۰۲۱	۰/۰۰۵	۰/۰۳۹	۰/۰۱۵	SEM	
۰/۴۵۴	۰/۹۱۷	۰/۹۲۹	۰/۸۵۹	۰/۸۶۲	۰/۶۳۰	۰/۱۳۸	۰/۰۸۹	۰/۴۴۸	P-value	
سطح پروتئین × کولین										
۰/۵۵۸	۱/۰۶	۱/۱۸	۰/۵۶۱	۱/۷۳	۰/۳۹۵	۰/۲۰۴	۱/۸۲	۰/۵۰۴	۰	توصیه شده
۰/۴۷۷	۱/۰۳	۱/۲۱	۰/۶۰۱	۱/۶۸	۰/۴۶۰	۰/۱۸۹	۱/۷۲	۰/۴۹۲	۱۰۰۰	توصیه شده
۰/۴۶۶	۱/۰۷	۱/۲۸	۰/۵۹۵	۱/۷۲	۰/۴۰۳	۰/۲۰۱	۱/۹۹	۰/۴۲۳	۰	۱/۵ واحد کمتر
۰/۴۵۵	۰/۹۷	۱/۱۹	۰/۵۱۷	۱/۶۱	۰/۴۰۶	۰/۱۹۶	۱/۸۶	۰/۴۶۵	۱۰۰۰	۱/۵ واحد کمتر
۰/۴۹۹	۰/۹۷	۱/۱۹	۰/۵۸۴	۱/۷۳	۰/۴۳۲	۰/۲۱۶	۲/۰۵	۰/۴۴۵	۰	۳ واحد کمتر
۰/۵۰۲	۱/۰۹	۱/۲۷	۰/۶۳۹	۱/۹۵	۰/۴۰۵	۰/۲۰۲	۱/۹۸	۰/۴۶۵	۱۰۰۰	۳ واحد کمتر
۰/۰۴۷	۰/۰۵۸	۰/۰۶۲	۰/۰۳۸	۰/۰۹۹	۰/۰۳۶	۰/۰۰۹	۰/۰۶۷	۰/۰۲۶	SEM	
۰/۶۳۸	۰/۱۶۹	۰/۳۹۹	۰/۱۷۶	۰/۲۲۴	۰/۴۲۵	۰/۸۳۵	۰/۸۸۵	۰/۵۹۲	P-value	

- حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر تفاوت معنی دار آماری در سطح ۰/۰۵ است.

^۱ خطای استاندارد میانگین (standard error of the mean)

جدول ۵- اثرات سطوح مختلف پروتئین و مکمل کولین جیره غذایی بر فراسنجه‌های هماتولوژی^۱ جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی

MCHC	MCH	MCV ^۱	ترومبوسیت	هماتوکریت	هموگلوبین	گلبول‌های سفید	گلبول‌های قرمز	
g/dL	پیکوگرم (pg)	فمتولیترا (fl)	10 ³ /μL	%	g/dL	10 ³ /μL	10 ⁶ /μL	
سطح پروتئین جیره								
۳۳/۶۱	۴۶/۰۲	۱۳۷/۳	۳۴/۹۴	۳۸/۶۲	۱۲/۹۶	۱۷/۸۳	۲/۸۲ ^a	توصیه شده
۳۳/۱۹	۴۷/۶۹	۱۴۳/۸	۳۲/۷۵	۳۸/۶۸	۱۲/۸۳	۱۸/۵۶	۲/۶۹ ^b	۱/۵ واحد کمتر
۳۳/۶۹	۴۸/۴۴	۱۴۴/۳	۳۳/۵۶	۳۸/۰۹	۱۲/۸۰	۱۷/۸۹	۲/۶۶ ^b	۳ واحد کمتر
۰/۴۵۲	۰/۹۱۵	۳/۱۸	۰/۶۳۷	۰/۴۶۳	۰/۱۲۷	۰/۴۱۰	۰/۰۴۱	SEM ^۲
۰/۷۰۸	۰/۱۷۲	۰/۲۳۲	۰/۰۵۹	۰/۶۰۹	۰/۶۵۷	۰/۳۸۸	۰/۰۱۹	P-value
سطح کولین کلراید (mg/kg)								
۳۳/۵۹	۴۷/۲۵	۱۴۱/۰	۳۳/۳۳	۳۸/۳۳	۱۲/۸۵	۱۸/۱۷	۲/۷۴	۰
۳۳/۴۱	۴۷/۵۲	۱۴۲/۶	۳۴/۱۷	۳۸/۶۰	۱۲/۸۸	۱۸/۰۱	۲/۷۲	۱۰۰۰
۰/۳۶۹	۰/۷۴۸	۲/۶۰	۰/۵۲۰	۰/۳۷۸	۰/۱۰۳	۰/۳۳۵	۰/۰۳۴	SEM
۰/۷۳۴	۰/۷۹۳	۰/۶۶۸	۰/۲۶۴	۰/۶۱۵	۰/۸۶۵	۰/۷۴۰	۰/۶۷۲	P-value
سطح پروتئین × کولین								
۳۳/۵۹	۴۶/۳۱	۱۳۷/۸	۳۴/۷۵	۳۸/۸۳	۱۳/۰۴	۱۸/۴۶	۲/۸۳	۰
۳۳/۶۲	۴۵/۷۲	۱۳۶/۸	۳۵/۱۲	۳۸/۴۲	۱۲/۸۸	۱۷/۲۰	۲/۸۲	۱۰۰۰
۳۳/۲۸	۴۸/۳۴	۱۴۵/۴	۳۳/۰۰	۳۸/۷۱	۱۲/۸۸	۱۸/۴۱	۲/۶۷	۰
۳۳/۱۱	۴۷/۰۵	۱۴۲/۲	۳۲/۵۰	۳۸/۶۵	۱۲/۷۹	۱۸/۷۰	۲/۷۲	۱۰۰۰
۳۳/۹۰	۴۷/۰۹	۱۳۹/۹	۳۲/۲۵	۳۷/۴۵	۱۲/۶۴	۱۷/۶۴	۲/۷۲	۰
۳۳/۴۹	۴۹/۸۰	۱۴۸/۸	۳۴/۸۷	۳۸/۷۲	۱۲/۹۶	۱۸/۱۴	۲/۶۰	۱۰۰۰
۰/۶۴۰	۱/۳۰	۴/۵۰	۰/۹۰۱	۰/۶۵۴	۰/۱۷۹	۰/۵۸۰	۰/۰۵۸	SEM
۰/۹۴۰	۰/۲۶۸	۰/۳۶۴	۰/۲۱۴	۰/۴۰۸	۰/۳۵۲	۰/۲۶۴	۰/۳۵۴	P-value

- حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر تفاوت معنی دار آماری در سطح ۰/۰۵ است.

^۱ مولفه‌های گلبول قرمز شامل (Mean Corpuscular Volume) MCV معادل حجم متوسط گلبول قرمز، (Mean Corpuscular Hemoglobin) MCH معادل هموگلوبین متوسط گلبول قرمز، (Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration) MCHC معادل غلظت متوسط هموگلوبین گلبول قرمز می‌باشد.

^۲ خطای استاندارد میانگین (standard error of the mean)

جدول ۶- اثرات سطوح مختلف پروتئین و مکمل کولین جیره غذایی بر ریخت شناسی
ژژنوم جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی

ضخامت ایپتلیوم	طول پرز/ عمق کریپت	عمق کریپت	طول پرز		
μm	μm	μm	μm		
سطح پروتئین جیره					
۴۶/۴۹	۷/۴۲ ^a	۱۲۳/۲۲	۹۵۸/۱۰ ^a	۰	توصیه شده
۴۹/۳۷	۶/۸۳ ^a	۱۳۷/۱۱	۹۳۶/۶۹ ^a	۱۰۰۰	۱/۵ واحد کمتر
۴۹/۶۲	۵/۶۸ ^b	۱۴۵/۷۱	۸۲۴/۴۲ ^b	۰	۳ واحد کمتر
۴/۴۶	۰/۳۹	۶/۱۷	۲۸/۹۹		SEM
۰/۶۷۱	۰/۰۲۰	۰/۱۰۲	۰/۰۰۸		P-value
سطح کولین کلراید (mg/kg)					
۴۹/۱۴	۶/۴۹	۱۳۹/۰۰	۸۹۱/۶۵	۰	توصیه شده
۴۷/۸۴	۶/۸۰	۱۳۵/۶۸	۹۲۱/۱۵	۱۰۰۰	توصیه شده
۳/۶۶	۰/۳۲	۵/۰۶	۲۳/۷۸	۰	۱/۵ واحد کمتر
۰/۸۳۴	۰/۳۱۹	۰/۸۳۲	۰/۵۲۳	۱۰۰۰	۱/۵ واحد کمتر
					SEM
					P-value
سطح پروتئین × کولین					
۴۸/۷۳	۷/۴۷	۱۲۴/۲۴	۹۲۸/۱۶	۰	توصیه شده
۴۴/۲۵	۷/۳۶	۱۳۴/۱۹	۹۸۸/۰۴	۱۰۰۰	توصیه شده
۵۱/۳۵	۶/۷۲	۱۴۰/۴۵	۹۴۳/۲۲	۰	۱/۵ واحد کمتر
۴۷/۳۸	۶/۹۵	۱۳۳/۷۶	۹۳۰/۱۵	۱۰۰۰	۱/۵ واحد کمتر
۴۷/۳۴	۵/۲۸	۱۵۲/۳۲	۸۰۳/۵۸	۰	۳ واحد کمتر
۵۱/۹۰	۶/۰۸	۱۳۹/۱۰	۸۴۵/۲۵	۱۰۰۰	۳ واحد کمتر
۶/۳۲	۰/۵۷	۸/۷۶	۴۱/۱۶		SEM
۰/۵۲۵	۰/۴۰۸	۰/۴۳۶	۰/۳۲۵		P-value

- حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر تفاوت معنی دار آماری در سطح ۰/۰۵ است.
^۱ خطای استاندارد میانگین (standard error of the mean)

بحث

در جیره‌های پرانرژی، سبب راندمان پایین‌تر انرژی خواهد شد. این موضوع می‌تواند به این دلیل باشد که کمبود مواد مغذی اثر انرژی برای افزایش وزن را محدود خواهد کرد (Kamran و همکاران، ۲۰۱۶). در پژوهشی با بررسی اثر سطوح مختلف پروتئین خام (۱۶، ۱۸، ۲۰، ۲۲ و ۲۴ درصد) در تغذیه جوجه‌های گوشتی، بهبود معنی‌دار ضریب تبدیل غذایی را با افزایش سطوح پروتئین جیره

مشابه نتایج این آزمایش، نتایج تحقیقات سایر محققان نیز بر این امر دلالت دارد که کاهش مقدار پروتئین در جیره‌های هم‌انرژی، مقدار افزایش وزن و بازده خوراک را کاهش می‌دهد (Nukreaw و همکاران، ۲۰۱۱؛ Jariyahatthakij و همکاران، ۲۰۱۸). در یک پژوهشی بیان شده است که نسبت نامتعادل انرژی قابل متابولیسم به پروتئین خام در جیره‌ها، به ویژه

سینه و ران دارای همبستگی بسیار بالایی با بازده کل لاشه می‌باشد، بنابراین عدم اثر گروه‌های آزمایشی بر بازده کل لاشه قابل تعمیم برای قطعات مذکور می‌باشد (Ajuyah و همکاران، ۱۹۹۱). به طور مشابه گزارش شد که حداکثر بازده تولید گوشت با یک جیره غذایی حاوی مقدار زیاد پروتئین حاصل می‌شود (Aletor و همکاران، ۲۰۰۰). در میان مواد مغذی مختلف در جیره غذایی، پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه مهمترین مواد اولیه اصلی برای سنتز بافتهای ساختاری بدن می‌باشند. مشخص شده در حیوانات در حال رشد، ذخیره اسیدهای آمینه در عضله نشان دهنده جذب ۶۵ درصدی از کل مصرف پروتئین روزانه است (Siyadati و همکاران، ۲۰۱۱). از آنجا که کبد مرکز اصل سنتز لیپید یا لیپوژنز در جوجه محسوب می‌شود (Nukreaw و همکاران، ۲۰۱۱)، می‌توان نتیجه گرفت که افزایش وزن کبد در جیره‌های کم پروتئین (یا با نسبت بالاتر انرژی به پروتئین) ممکن است با افزایش فعالیت لیپوژنز در کبد همراه باشد. گزارش شده است که افزایش درصد چربی بدن با تغذیه جیره‌های کم پروتئین شاید به دلیل افزایش مصرف خوراک و یا بهره‌گیری کمتر از انرژی برای سنتز پروتئین و افزایش سنتز چربی از انرژی مازاد باشد (Kobayashi و همکاران، ۲۰۱۳). تفسیر دیگر ممکن است به این موضوع مرتبط باشد که پرنده‌های تغذیه شده با جیره کم پروتئین، انرژی کمتری برای دفع اسید اوریک از ادرار نیاز داشته باشند و بنابراین انرژی بیشتری صرف سنتز چربی در بدن و به‌ویژه در کبد می‌شود (Kamran و همکاران، ۲۰۱۰). مشابه نتایج این آزمایش، افزودن مکمل کولین کلراید سبب افزایش معنی‌داری بازده لاشه و درصد سینه و ران در جوجه‌های گوشتی نشد (Fouladi و همکاران، ۲۰۰۸).

شاخص‌های خون‌شناسی فراسنجه‌های مهمی برای ارزیابی وضعیت یک جاندار می‌باشد. تغذیه متعادل در حیوانات با ارزیابی نرمال

گزارش کردند (Thim و همکاران، ۱۹۹۷). از آن جا که در آزمایش حاضر سطح پروتئین جیره متناسب با سطح انرژی تنظیم نبود (نسبت متغیر پروتئین به ازای سطوح ثابت انرژی)، بنابراین در گروه حاوی سطح پایین پروتئین جیره (۳ واحد کمتر از سطح توصیه شده)، اگرچه مقدار زیاد انرژی سبب افزایش مقدار انرژی دریافتی شد، به موازات آن مقدار پروتئین دریافتی افزایش نیافت. اثر مثبت بالا بردن سطح پروتئین جیره بر افزایش وزن را می‌توان به تأمین کافی احتیاجات پروتئین و اسیدهای آمینه ضروری یا استفاده از انرژی حاصل از اسکلت کربنی اسیدهای آمینه مازاد نسبت داد.

در آزمایش حاضر افزودن مکمل کولین بر افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی اثری نداشت. در مورد اثر کولین بر عملکرد رشد بدن نتایج متناقضی وجود دارد. به عنوان مثال، در مطالعه‌ای هیچ تغییری در افزایش وزن بدن با افزودن ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم از مکمل کولین در جیره جوجه‌های گوشتی مشاهده نشد که در توافق با نتایج آزمایش حاضر بود (Johri و Swain، ۲۰۰۰). در مقابل، اضافه کردن مکمل کولین به جیره جوجه‌های گوشتی بیش از حد نیاز سبب افزایش وزن بدن شد (Gangane و همکاران، ۲۰۱۰). اگرچه در یک مطالعه در جوجه‌های گوشتی، افزودن مکمل کولین در سطح ۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم به تنهایی یا همراه با مکمل بتائین در جیره غذایی سبب رشد و ضریب تبدیل غذایی بهتر جوجه‌ها شد (Jahaniان و Rahmani، ۲۰۰۸)، ولی در مطالعه حاضر مکمل کولین در سطوح مختلف انرژی به پروتئین، اثر معنی‌داری بر عملکرد رشد و ضریب تبدیل غذایی نداشت.

در مورد صفات لاشه، تنها تمایل به افزایش وزن نسبی لاشه در سطح بالا (توصیه شده) و متوسط (۱/۵ واحد کمتر از سطح توصیه شده) پروتئین جیره مشاهده شد. از آنجائیکه بازده قطعاتی مانند

نشان داده شد که استفاده از سطوح مختلف پروتئین (از ۱۶ تا ۲۲ درصد جیره)، اثرات معنی داری بر فراسنجه‌های ریخت شناسی روده ندارد (Buwjoom و همکاران، ۲۰۱۰). در مقابل، کاهش سطح پروتئین جیره منجر به کاهش طول پرز و افزایش عمق کریپت در روده باریک جوجه‌های گوشتی شد (Laudadio و همکاران، ۲۰۱۲). دلایل اختلاف این یافته‌ها می‌تواند مرتبط با سطح کاهش پروتئین، مدت زمان مصرف جیره‌های کم پروتئین و یا حتی عوامل محیطی باشد. در مطالعه حاضر افزایش طول پرز و نسبت طول پرز به عمق کریپت در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های حاوی سطح بالا (توصیه شده) و متوسط نسبت به گروه تغذیه شده با جیره حاوی سطح کم پروتئین مشاهده شد. افزایش طول پرز ممکن است سبب افزایش سطح جذب پرزها در لومن روده و بدنبال آن افزایش فعالیت آنزیمی گوارشی و انتقال مواد مغذی در سطح پرز شود (Tufarelli و همکاران، ۲۰۱۰). علاوه بر این، افزایش نسبت طول پرز به عمق کریپت در جوجه‌های گوشتی سبب کاهش سوخت و ساز مخاط روده می‌شود. سوخت و ساز کمتر ایتیلوم روده منجر به کاهش نیازهای نگهداری شده که در نهایت می‌تواند منجر به افزایش رشد یا بازده بهتر رشد حیوان شود (Van Nevel و همکاران، ۲۰۰۵). بنابراین، تغییرات در مورفولوژی روده ممکن است بر سوخت و ساز مواد مغذی و عملکرد حیوان اثر مستقیم داشته باشد. باتوجه به سطح ثابت سه اسیدآمین محدود کننده خوراک (لازین، متیونین و ترئونین) یکی از دلایل بهبود خصوصیات مورفولوژیک روده در جوجه‌های تغذیه شده با سطوح بالاتر پروتئین می‌تواند فراهم‌آوری اسیدهای آمینه غیرضروری به ویژه گلوتامین برای سوخت و ساز سلول‌های روده باشد. در مطالعه‌ای گزارش شده است که گلوتامین از نظر کمی مهمترین منبع انرژی برای بافت روده محسوب می‌شود (Batal و Bartell، ۲۰۰۷). افزودن گلوتامین

شاخص‌های خونی مرتبط است. خون شناسی در تشخیص بالینی بیماری‌های انسان و دام کاربرد ویژه‌ای دارد و اخیراً در ارزیابی‌های بالینی، متابولیسم و تشخیصی طیور هم کاربرد زیادی پیدا کرده است. برخی نقایص تغذیه‌ای و ناکارایی پروتئین‌های خاص و مواد معدنی که شاید سبب کم خونی شدید شود به خاطر کاهش هماتوکریت و هموگلوبین می‌باشد (وحدت پور و صندوقچیان، ۱۳۹۰). در این آزمایش اثر سطوح مختلف پروتئین (در سطح ثابت انرژی) بر تعداد گلبول‌های قرمز خون معنی دار بود که نشان از ارتباط مستقیم سطوح مختلف پروتئین با میزان گلبول قرمز دارد. این نتایج در توافق با یافته‌های سایر پژوهشگران می‌باشد که گزارش کردند که جیره غذایی یکی از عوامل موثر بر تعداد گلبول‌های قرمز خون می‌باشد (Talebi و همکاران، ۲۰۰۵). ولی سطوح مختلف پروتئین جیره اثری بر میزان هموگلوبین خون نداشت، که شاید دلیل آن مربوط به این موضوع باشد که افزایش پروتئین جیره ممکن است بخش گلوبین هموگلوبین را افزایش دهد ولی بر بخش "هم" اثری ندارد (Mohamed و همکاران، ۲۰۱۲).

بررسی ریخت شناسی روده مهمترین شاخص ارزیابی سلامت روده است. پروتئین‌ها علاوه بر تأمین انرژی برای عملکردهای طبیعی روده، پایداری و زنده‌مانی بافت روده را نیز حفظ می‌کنند. بافت‌های دستگاه گوارش دارای سوخت و ساز زیادی برای پروتئین هستند و جیره با پروتئین بالا مواد مغذی (به‌ویژه پروتئین) مناسبی را برای سوخت و ساز پایه و توسعه ساختار روده فراهم می‌سازد (Abbasi و همکاران، ۲۰۱۴). مطالعات قبلی برای ارزیابی اثر سطح مختلف پروتئین بر ریخت شناسی روده در گونه‌های دیگر مانند خوک و خرگوش انجام شده است. با این حال، مطالعات نسبتاً اندکی در جوجه‌های گوشتی انجام شده است. برخلاف نتایج آزمایش حاضر، در مطالعه‌ای بر جوجه‌های گوشتی

پانویس

- 1- Choline (as 60% choline chloride, Miavit Co., Germany)

منابع

وحدت پور، ت. و صندوقچیان، س. (۱۳۹۰). خون شناسی طیور.

انتشارات پرپور تبریز. ص ص. ۱۲۰.

- Abbasi, M.A., Mahdavi, A.H., Samie, A.H. and Jahanian, R. (2014). Effects of different levels of dietary crude protein and threonine on performance, humoral immune responses and intestinal morphology of broiler chicks. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 16: 35-44.
- Ajuyah, A.O., Lee, K.H., Hardin, R.T. and Sim, J.S. (1991). Changes in the yield and in the fatty acid composition of whole carcass and selected meat portions of broiler chickens fed full-fat oil seeds. *Poultry Science*. 70: 2304-2314.
- Aletor, V.A., Hamid, I.I., Niess, E. and Peffer, E. (2000). Low protein amino acid supplemented diets in broiler chickens: Effects on performance, carcass characteristics, whole-body composition and efficiencies of nutrient utilization. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 80: 547-554.
- Attia, Y.A. and Saber, S.H. (2017). Broiler tolerance to heat stress at various dietary protein/energy levels. *European Poultry Science*. 81: 171.
- Azadmanesh, V. and Jahanian, R. (2014). Effect of supplemental lipotropic factors on performance, immune responses, serum metabolites and liver health in broiler chicks fed on high-energy diets. *Animal Feed Science and Technology*. 195: 92-100.
- Bartell, S.M. and Batal, A.B. (2007). The Effect of Supplemental Glutamine on Growth Performance, Development of the Gastrointestinal Tract and Humoral Immune Response of Broilers. *Poultry Science*. 86: 1940-1947.
- Buwjoom, T., Yamauchi, K., Erikawa, T. and Goto, H. (2010). Histological intestinal alterations in chickens fed low-protein diet. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 94: 354-361.

به جیره غذایی موش (Khan و همکاران، ۱۹۹۹)، خوگ Domenechini و همکاران، ۲۰۰۴) و جوجه‌های گوشتی (Yi و همکاران، ۲۰۰۵) سبب توسعه و گسترش دستگاه گوارش و به تبع آن عملکرد بهتر شد. گلوتامین در بیوسنتز هگزوز آمین دخالت دارد و این ماده برای حفظ یکپارچگی دیواره روده از طریق تشکیل میوسین و گلیکوپروتئین ضروری است (Fischer da Silva و همکاران، ۲۰۰۷؛ Soltan، ۲۰۰۹).

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی یافته‌های این آزمایش نشان داد که کاهش سطح پروتئین به میزان ۱/۵ درصد کمتر از حد توصیه شده اثر منفی بر صفات تولیدی و مورفولوژیکی روده در جوجه‌های گوشتی ندارد، اما سبب کاهش میزان گلوبول‌های قرمز و افزایش وزن نسبی کبد ناشی از افزایش احتمالی ذخیره چربی می‌شود. ولی استفاده از جیره‌های کم پروتئین (۳ واحد کمتر از حد توصیه شده) به جای جیره‌های با پروتئین بالا (سطح توصیه شده) سبب کاهش وزن بدن، افزایش ضریب تبدیل غذایی و کاهش شاخص جذب روده‌ای از طریق کاهش نسبت طول پرز به عمق کریپت می‌شود. افزودن مکمل کولین به جیره جوجه‌های گوشتی تنها در افزایش وزن لاشه و کاهش وزن نسبی کبد مفید بود. با توجه به عدم اثر متقابل بین سطوح پروتئین جیره و مکمل کولین بر صفات اندازه‌گیری شده در این مطالعه، می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از مکمل کولین در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های کم پروتئین اثرات مثبتی ندارد.

تشکر و قدردانی

هزینه و امکانات مورد استفاده در این پژوهش از محل اعتبارات معاونت پژوهشی دانشگاه اراک (طرح شماره ۹۴/۹۹۷۹) تأمین شده است که بدین وسیله نگارندگان مراتب قدردانی خود را ابراز می‌دارند.

- Nutrients retention, nitrogen excretion, litter composition and plasma biochemical profile in broilers fed low crude protein diets with constant metabolizable energy to crude protein ratio. *Archiva Zootechnica*. 19: 77-89.
- Kamran, Z., Sarwar, M., Nisa, M., Nadeem, M.A., Mahmood, S., Babar, M.E. and Ahmed, S. (2008). Effect of low- protein diets having constant energy-to-protein ratio on performance and carcass characteristics of broiler chickens from one to thirty-five days of age. *Poultry Science*. 87: 468-474.
- Kamran, Z., Sarwar, M., Nisa, M.U., Nadeem, M.A. and Mahmood, S. (2010). Effect of low levels of dietary crude protein with constant metabolizable energy on nitrogen excretion, litter composition and blood parameters of broilers. *International Journal of Agriculture and Biology*. 12: 401-405.
- khan, J., Liboshi, Y., Cui, L., Wasa, M., Sando, k., Takagi, Y. and Okada, A. (1999). Alanyl-glutamine-supplemented parenteral nutrition increases luminal mucus gel and decreases permeability in the rat small intestine. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*. 23: 24-31.
- Kobayashi, H., Nakashima, K., Ishida, A., Ashihara, A. and Katsumata, M. (2013). Effects of low protein diet and low protein diet supplemented with synthetic essential amino acids on meat quality of broiler chickens. *Animal Science Journal*. 84: 489-495.
- Laudadio, V., Passantino, L., Perillo, A., Lopresti, G., Passantino, A., Khan, R.U. and Tufarelli, V. (2012). Productive performance and histological features of intestinal mucosa of broiler chickens fed different dietary protein levels. *Poultry Science*. 91: 265-270.
- Leclercq, B. (1998). Specific of lysine on broiler production: comparison with theronine and valine. *Poultry Science*. 77: 118-123.
- Leeson, S. and Summers, J.D. (2005). *Commercial Poultry Nutrition*, third ed. Nottingham Univ. Press, Nottingham, UK.
- Mohamed, E.A.A., Ali, O.H.A., Huwaida, Malik, E.E. and Yousif, I.A. (2012). Effect of season and dietary protein level on some haematological parameters and blood biochemical compositions of three broiler strains. *International Journal of Poultry Science*. 11: 787-793.
- Domeneghini, C., Giancamillo, A.D., Savoini, G., Paratte, R., Bontempo, V. and Dell'Orto, V. (2004). Structural patterns of swine ileal mucosa following L-glutamine and nucleotides administration during the weaning period. A histochemical and histometrical study. *Histology and Histopathology*. 19: 49-58.
- Fischer da Silva, A.V., Majorca, A., Borges, S.A, Santin, E., Boleli, I.C. and Macari, M. (2007). Surface area of the tip of the enterocytes in small intestine mucosa of broilers submitted to early feed restriction and supplemented with glutamine. *International Journal of Poultry Science*. 6: 31-35.
- Fouladi, P., Salamat-Doust Nobar R. and Ahmadzade, A. (2008). Effect of choline chloride supplement on the internal organ and carcass weight of broiler chickens. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 7: 1164-1167.
- Gangane, G.R., Moregaonkar, S.D., Khan, M.A., Ravikanth, K., Maini, S. and Gaikwad, N.Z. (2010). Effect of different sources of choline on performance and carcass characteristics of broilers. *Veterinary Practitioner*. 11: 130-133.
- Habashy, W.S., Milfort, M.C., Fuller, A.L., Attia, Y.A., Rekaya, R. and Aggrey, S.E. (2017). Effect of heat stress on protein utilization and nutrient transporters in meat-type chickens. *International Journal of Biometeorology*. 61: 2111-2118.
- Jackson, M.E., Geronian, K., Knox, A., McNab, J. and McCartney, E. (2004). A dose-response study with the feed enzyme β -mannanase in broilers provided with corn-soybean meal based diets in the absence of antibiotic growth promoters. *Poultry Science*. 83: 1992-1996.
- Jahanian, R. and Rahmani, H.R. (2008). The effect of dietary fat level on the response of broiler chicks to betaine and choline supplements. *Journal of Biological Sciences*. 8: 362-367.
- Jariyahatthakij, P., Chomtee, B., Poekhampha, T., Loongyai, W. and Bunchasak, C. (2018). Effects of adding methionine in low-protein diet and subsequently fed low-energy diet on productive performance, blood chemical profile, and lipid metabolism-related gene expression of broiler chickens. *Poultry Science*. 97: 2021-2033.
- Kamran, Z., Sarwar, M., Nisa, M., Nadeem, M.A., Ahmad, S., Nawaz, H., Koutoulis, K., Sohail, M.U., Iqbal, Z. and Shahzad, M.I. (2016).

- Swain, B.K. and Sundaram, R.N.S. (2000). Effect of different types of litter material for rearing broilers. *British Poultry Science*. 41: 261-262.
- Talebi, A., Asri-Rezaei, S., Raszeh-chai, R. and Sahraei, R. (2005). Comparative studies on haematological values of broiler strains (Ross, Cobbs, Acres and Avian). *International Journal of Poultry Science*. 4: 573-579.
- Thim, K.C., Hamre, M.L. and Coon, C.N. (1997). Effect of environmental temperature, dietary protein and energy levels on broiler performance. *Journal of Applied Poultry Research*. 6: 1-17.
- Tufarelli, V., Desantis, S., Zizza, S., and Laudadio, V. (2010). Performance, gut morphology, and carcass characteristics of fattening rabbits as affected by particle size of pelleted diets. *Archives of Animal Nutrition*. 64: 373-382.
- Van Nevel, C.J., Decuyper, J.A., Dieric, N.A. and Moll, K. (2005). Incorporation of galactomannans in the diet of newly weaned piglets: Effect on bacteriological and some morphological characteristics of the small intestine. *Archives of Animal Nutrition*. 59: 123-138.
- Waldrup, P.W., Motl, M.A., Yan, F. and Fritts, C.A. (2006). Effects of betaine and choline on response to methionine supplementation to broiler diets formulated to industry standards. *Journal of Applied Poultry Research*. 15: 58-71.
- Wen, Z.G., Tang, J., Xie, M., Yang, P.L. and Hou, S.S. (2016). Effects of dietary methionine levels on choline requirements of starter white pekin ducks. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 29: 1742-1747.
- Yi, G.F., Allee, G.L., Knight, C.D. and Dibner, J.J. (2005). Impact of glutamine and oasish hatchling supplement on growth performance, small intestinal morphology, and immune response of broilers vaccinated and challenged with *Eimeria maxima*. *Poultry Science*. 84: 283-293.
- NRC. (1994). Nutrients requirements of domestic animals. Nutrient requirements of poultry. 9th rev. ed. National Research council, National Academy Press: Washington, DC.
- Nukreaw, R., Bunchasak, C., Markvichitr, K., Choothesa, A., Prasanpanich, S. and Loongyai, W. (2011). Effects of methionine supplementation in low protein diets and subsequent re-feeding on growth performance, liver and serum lipid profile, body composition and carcass quality of broiler chickens at 42 days of age. *Journal of Poultry Science*. 48: 229-238.
- Olthof, M.R. and Verhoef, P. (2005). Effects of betaine intake on plasma homocysteine concentrations and consequences for health. *Current Drug Metabolism*. 6: 15-22.
- Petronini, P.G., DeAngelis, E.M., Borghetti, P. and Borghetti, A.F. (1992). Modulation by betaine of cellular responses to osmotic stress. *Journal of Biochemistry*. 282: 69-73.
- Rozenboim, I., Mahato, J., Cohen, N.A. and Tirosh, O. (2016). Low protein and high-energy diet: a possible natural cause of fatty liver hemorrhagic syndrome in caged White Leghorn laying hens. *Poultry Science*. 95: 612-621.
- SAS Institute. (2010). SAS OnlineDoc® Version 9.1.3. SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA.
- Siyadati, S.A., Mirzaei-Aghsaghali, A. and Ghazvinian, K. (2011). Effect of varying ratio of energy and protein on live performance and viscera organs of male Japanese quail. *Annals of Biological Research*. 2: 137-144.
- Soltan, M.A. (2009). Influence of dietary glutamine supplementation on growth performance, Small intestinal morphology, immune response and some blood parameters of broiler chickens. *International Journal of Poultry Science*. 8: 60-68.
- Swain, B.K. and Johri, T.S. (2000). Effect of supplemental methionine, choline and their combinations on the performance and immune response of broilers. *British Poultry Science*. 41: 83-88.

▪ ▪ ▪ ▪ ▪ ▪ ▪ ▪ ▪ ▪ ▪ ▪ ▪ ▪ ▪ ▪