دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشهای تولیدات دامی

بررسی اثر سطوح مختلف پروتئین خام، متیونین و بتائین بر عملکرد و شاخص‌های لاشه جوجه‌های گوشتی

احمد حسن آبادی[۱]، هادی مرادی پرشکوه[۲] و حسنا حاجاتی[۳]

۱- استاد، گروه علوم دامی، دانشگاه فردوسی مشهد، (نویسنده مسوول: hassanabadi@um.ac.ir)
۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشدگروه علوم دامی، دانشگاه زنجان
۳- دانشجوی سابق دکتری گروه علوم دامی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۹۴/۸/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۶/۲/۶

چکیده

این آزمایش به‌منظور بررسی اثر سطوح مختلف پروتئین خام، متیونین و بتائین بر عملکرد و خصوصیات لاشه جوجه‌های گوشتی انجام شد. ۶۴۰ قطعه جوجه گوشتی یک روزه از سویه راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار و به‌صورت فاکتوریل ۲×۲×۲ مورد استفاده قرار گرفت. جوجه‌ها تا سن ۷ روزگی به‌صورت متداول پرورش داده شدند و از سن ۷ تا ۴۲ روزگی با ۲ سطح پروتئین خام (بالا و متوسط)، ۲ سطح متیونین (بالا و متوسط) و ۲ سطح بتائین (صفر و ۰/۰۸ درصد) تغذیه شدند. هر جایگاه بستری (پن) شامل ۲۰ قطعه جوجه بود. شاخص‌های مورد اندازه‌گیری عبارت بودند از: میانگین خوراک مصرفی روزانه، میانگین افزایش وزن روزانه و ضریب‌تبدیل غذایی که به‌صورت هفتگی اندازه‌گیری شد. در سن ۴۲ روزگی یک قطعه جوجه از هر تکرار انتخاب و برای تجزیه لاشه ذبح گردید. نتایج آزمایش نشان داد اثرات متقابل دوتایی تفاوت معنی‌داری باهم نداشتند. در سن ۴۲-۷ روزگی بین تیمار شاهد با سایر تیمارها از نظر میزان خوراک مصرفی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. جوجه‌های دریافت‌کننده بتائین خوراک مصرفی روزانه بالاتری نسبت به جوجه-هایی داشتند که بتائین دریافت نکرده بودند ولی این اختلاف فقط در سن ۲۱-۱۴ روزگی معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). از نظر میانگین افزایش وزن روزانه تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده گردید. جوجه‌های دریافت‌کننده بتائین و سطح بالای پروتئین، افزایش وزن روزانه بالاتری نسبت به جوجه‌هایی داشتند که با جیره غذایی حاوی بتائین و سطح متوسط پروتئین خام تغذیه شدند. در هیچ‌کدام از دوره‌های آزمایش اثرات اصلی سطوح پروتئین خام، متیونین و بتائین بر میانگین ضریب تبدیل خوراک جوجه‌ها از نظر آماری معنی‌دار نبود. مقدار چربی محوطه بطنی در جوجه‌های تغذیه شده با تیمار ۳ (پروتئین بالا، متیونین بالا، بدون بتائین) کمتر از سایر تیمارها بود. به‌طور کلی با توجه به نتایج این آزمایش، بتائین را می‌توان جایگزین بخشی از متیونین خوراک جوجه‌های گوشتی نمود.

واژه‌های کلیدی: پروتئین خام، متیونین، بتائین، عملکرد، جوجه گوشتی

مقدمه

متیونین از جمله اسیدهای آمینه ضروری برای طیور محسوب می‌شود که نقش اصلی آن شرکت در سنتز پروتئین است. این اسید آمینه به‌عنوان منبع گوگرد در بدن ایفای نقش می‌نماید. همچنین مشخص گردیده است که کمبود این اسید آمینه در جیره غذایی موجب پردرآوری ضعیف می‌گردد. متیونین در یک واکنش غیر قابل برگشت با آدنوزین موجود در ساختمان ATP متراکم شده و ترکیبی به نام S- آدنوزین متیونین را به‌وجود می‌آورد که این ترکیب به‌عنوان یک دهنده کلیدی گروه متیل آزاد در بیش از ۱۰۰ واکنش مهم بدن از قبیل ساخته شدن آدرنالین، DNA، RNA و کارنیتین شرکت می‌نماید. از سوی دیگر گروه‌های متیل آزاد در بسیاری از فعالیت‌های سیستم عصبی، ایمنی، کلیه و قلب دخالت دارد. به‌همین جهت تأمین متیونین مورد نیاز جوجه‌های گوشتی از طریق خوراک سبب افزایش سرعت رشد و بهبود بازده غذایی در آن‌ها می‌شود (۱۸).

به طور کلی باید توجه داشت که عوامل مختلفی بر میزان جایگزین شدن بتائین با متیونین در جیره‌های غذایی مؤثر است که از جمله این عوامل می‌توان به میزان و شدت عوامل استرس‌زای محیطی و همچنین مقدار سیستین موجود در جیره غذایی اشاره نمود (۲۲). در صورت وجود عوامل استرس‌زا مقدار تولید S-آدنوزین متیونین در بدن افزایش یافته و بدین ترتیب میزان هموسیستئین در بدن بیشتر می‌شود و در نتیجه بر مقدار هموسیستئین قابل دسترس برای فعالیت بتائین افزوده می‌شود و در نهایت میزان تولید متیونین افزایش می‌یابد، از سوی دیگر چنانچه میزان سیستین در جیره غذایی در سطح بالایی باشد میزان سنتز کبدی این اسید آمینه از منشأ متیونین کاهش پیدا می‌کند و یا به عبارت دیگر هموسیستئین کمتری به سیستئین تبدیل شده و قابلیت دسترسی هموسیستئین برای بتائین بالا می‌رود. در نتیجه فعالیت بتائین برای متیله کردن هموسیستئین و تبدیل آن به متیونین افزایش می‌یابد (۲۲).

بتائین یک عصاره طبیعی گیاهی است که از فرآیند جداسازی بر اساس کروماتوگرافی از ملاس چغندر قند به دست می‌آید و چون در تهیه و تولید آن به غیر از آب و دیگر مواد طبیعی از هیچ گونه مواد شیمیایی استفاده نمی‌شود به عنوان ماده‌ای صد درصد طبیعی و خالص شناخته شده است. گارسیا و همکاران (۴) اشاره نمودند که بتائین با داشتن گروه‌های متیل به‌عنوان یک اسمولیت آلی عمل می‌کند. بتائین در کبد و کلیه ساخته شده ولی در دسترس سایر اندام‌ها قرار نمی‌گیرد. بتائین با منشأ خوراک در تنظیم فشار اسمزی موثر است. این امر در هنگام تنش گرمایی و افزایش اسیدیته خون مهم می‌باشد (۹). هاشمی و همکاران (۸) نتیجه گرفتند که سطح پروتئین تأثیر معنی‌داری بر افزایش وزن جوجه‌ها دارد اما سطح بتائین اثر معنی‌داری بر افزایش وزن جوجه‌های گوشتی نداشت. پرندگانی که از جیره‌های غذایی حاوی بتائین به میزان ۰/۱۵ درصد استفاده کرده بودند در دوره ۲۱ تا ۴۹ روزگی افزایش وزن بیشتری داشتند. مقایسه میانگین‌ها در دوره ۲۱ تا ۴۲ روزگی نشان داد که در جیره‌های غذایی فاقد بتائین افزایش وزن پرندگان در جیره‌های غذایی کم پروتئین کمتر از جیره‌های غذایی با پروتئین متعادل بود. در عین حال، افزایش بتائین به جیره‌های غذایی با پروتئین متعادل سبب بهبود چشمگیر افزایش وزن پرندگان شد. مصرف خوراک پرندگان تغذیه شده با جیره غذایی حاوی سطح پروتئین متعادل نسبت به جیره غذایی کم پروتئین بیشتر بود. ایشابیشی و یونموچی (۱۰) اشاره نمود که افزودن بتائین به جیره غذایی جوجه‌های گوشتی سبب بهبود افزایش وزن آن‌ها می‌شود. بتائین به دلیل خاصیت متیل‌دهندگی خود و تأمین

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.29252/rap.8.18.1]

گروه‌های متیل مورد نیاز باعث می‌شود سهم بیشتری از متیونین صرف ساخته شدن پروتئین به‌ویژه در عضلات مهمی چون سینه و ران شود. محققان دریافتند که با کاهش سطح پروتئین جیره غذایی، خوراک مصرفی در طول دوره پرورش به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد (۱۹،۲۵). کید و همکاران (۱۱) یک کیلوگرم بتائین با درجه خلوص ۹۷ درصد را معادل ۱/۲۵ کیلو گرم دی ال- متیونین با درجه خلوص ۹۹ درصد و ۱/۶۵ کیلوگرم کولین کلراید ۷۰ درصد و یا ۱/۹۲کیلوگرم کولین کلراید ۶۰ درصد ذکر کرده است. روستاگنو و پک (۲۱) پیشنهاد نمود که بتائین برای جوجه‌های گوشتی تحت شرایط ابتلا به کوکسیدیوز مؤثرتر از متیونین است. موریس و همکاران (۱۷) افزایش رشد را با مکمل ۱ درصد بتائین در جوجه‌های آلوده به آیمریا آسروولینا مشاهده نمودند، در صورتی که بتائین افزایش وزن روزانه را در جوجه‌های سالم بهبود نداد.

هدف از انجام این آزمایش بررسی اثر سطوح مختلف پروتئین خام، متیونین و بتائین بر میانگین خوراک مصرفی روزانه، میانگین افزایش وزن روزانه، ضریب تبدیل غذایی و شاخص‌های لاشه جوجه‌های گوشتی بود.

مواد و روش‌ها

پرندگان و جایگاه پرورش

آشیانه تحقیقاتی مرغ گوشتی مورد استفاده در این تحقیق دارای ۳۲ جایگاه بستری (پن) به ابعاد ۱/۵×۱/۵ متر و به ارتفاع ۱ متر بود. ۶۴۰ قطعه جوجه گوشتی سویه راس ۳۰۸ تا ۷ روزگی به صورت گروهی پرورش یافتند، سپس جوجه‌ها در سن ۷ روزگی توزین و به‌طوری که میانگین وزن جوجه‌ها در هر تکرار حداقل تفاوت را داشته باشد به‌صورت تصادفی در ۳۲ جایگاه بستری توزیع شدند. در هر جایگاه ۲۰ قطعه جوجه گوشتی (مرغ و خروس به تعداد مساوی) قرار گرفت. برنامه نوردهی در این آزمایش به صورت ۲۳ ساعت روشنایی و یک ساعت تاریکی بود.

جیره‌های مصرفی و تیمارهای آزمایشی

جوجه‌ها با جیره غذایی متداول بر پایه ذرت-سویا در دوره آغازین (۷-۰روزگی) تغذیه شدند. این خوراک دارای ۳۲۰۰ کیلوکالری انرژی قابل متابولیسم و ۲۳ درصد پروتئین خام بود. در سنین ۸ تا ۴۲ روزگی، ۲ سطح پروتئین خام (بالا و متوسط)، ۲ سطح متیونین (بالا و متوسط) و ۲ سطح بتائین (صفر و ۰/۰۸ درصد) مورد استفاده قرار گرفت. به‌طور کلی تیمارهای مورد آزمایش عبارت بودند از: تیمار (۱) جیره غذایی بدون بتائین، متیونین ۰/۵۳ درصد و پروتئین ۲۳ درصد یا P1×M1×B1، تیمار (۲) جیره غذایی حاوی بتائین، متیونین ۰/۵۳ درصد و پروتئین ۲۳ درصد یا P1×M1×B2، تیمار (۳) جیره غذایی بدون بتائین، متیونین ۰/۶۴ درصد و پروتئین ۲۳ درصد یا P1×M2×B1، تیمار (۴) جیره غذایی حاوی بتائین، متیونین ۰/۶۴ درصد و پروتئین ۲۳ درصد یا P1×M2×B2؛ تیمار (۵) جیره غذایی بدون بتائین، متیونین ۰/۵۳ درصد و پروتئین ۲۱ درصد یا P2×M1×B1، تیمار (۶) جیره غذایی حاوی بتائین، متیونین ۰/۵۳ درصد و پروتئین ۲۱ درصد یا P2×M1×B2، تیمار (۷) جیره غذایی بدون بتائین، متیونین ۰/۶۴ درصد و پروتئین ۲۱ درصد یا P2×M2×B1 و تیمار (۸) جیره غذایی حاوی بتائین، متیونین ۰/۶۴ درصد و پروتئین خام ۲۱ درصد یا P2×M2×B2 بود. در کل دوره آزمایش جوجه‌ها به صورت آزاد تغذیه شدند و آب در اختیار داشتند. جیره‌های غذایی مورد آزمایش بر طبق توصیه انجمن ملی تحقیقات (۱۹) با انرژی قابل متابولیسم یکسان و با استفاده از برنامه نرم‌افزاری UFFDA تنظیم شد (جدول ۱).

جدول ۱- اجزای تشکیل‌دهنده جیره‌های غذایی مورد آزمایش در سن ۲۱-۷ روزگی بر حسب درصد

Table 1. Ingredients and nutrient composition (%) of experimental diets for 7-21 days of age

اجزای خوراک	تیمار۱	تیمار۲	تیمار۳	تیمار۴	تیمار۵	تیمار۶	تیمار۷	تیمار۸
دانه ذرت	۴۶/۲۹	۴۶/۱۳	۴۶/۳۹	۴۶/۲۳	۵۳/۶۰	۵۳/۴۴	۵۳/۶۷	۵۳/۵۱
کنجاله سویا	۴۵/۱۶	۴۵/۲۰	۴۴/۹۹	۴۵/۰۲	۳۸/۸۴	۳۸/۸۸	۳۸/۷۲	۳۸/۷۵
روغن آفتابگردان	۴/۵۹	۴/۶۴	۴/۵۵	۴/۶۰	۳/۴۷	۳/۵۲	۳/۴۵	۳/۵۰
دی کلسیم فسفات	۱/۶۶	۱/۶۶	۱/۶۶	۱/۶۶	۱/۷۱	۱/۷۲	۱/۷۲	۱/۲
سنگ آهک	۱/۳۳	۱/۳۳	۱/۳۳	۱/۳۳	۱/۳۴	۱/۳۴	۱/۳۴	۱/۳۴
نمک طعام یددار	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰
مکمل مواد معدنی[1]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل ویتامینی[2]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
دی ال- متیونین	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۳۰	۰/۳۰
بتائین	-	۰/۰۸	-	۰/۰۸	-	۰/۰۸	-	۰/۰۸
ترکیبات محاسبه شده (٪)								
انرژی قابل متابولیسم (kcal/kg)	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰
پروتئین خام	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱
کلسیم	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
فسفر قابل دسترس	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵
متیونین	۰/۵۳	۰/۵۳	۰/۶۴	۰/۶۴	۰/۵۳	۰/۵۳	۰/۶۴	۰/۶۴
متیونین+سیستین	۰/۹	۰/۹	۱	۱	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۹۹	۰/۹۹
لیزین	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱

۱- در هر کیلوگرم از جیره غذایی ویتامین‌های زیر را تأمین می‌کرد: ویتامین A ۱۱۰۰۰ واحد بین‌المللی، کوله کلسیفرول ۲۲۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین E ۳۰ واحد بین‌المللی، ویتامین K به میزان ۰/۰۵ میلی‌گرم، ویتامین B۱۲ به میزان ۰/۰۲ میلی‌گرم، تیامین به میزان ۱/۵ میلی‌گرم، ریبوفلاوین به میزان ۶ میلی‌گرم، اسید فولیک به میزان ۰/۰۶ میلی‌گرم، بیوتین به میزان ۰/۱۵ میلی‌گرم، نیاسین به میزان ۶۰ میلی‌گرم، پیریدوکسین به میزان ۵ میلی‌گرم و کولین کلراید به میزان ۷۸۸ میلی‌گرم.

۲-در هر کیلوگرم از جیره غذایی مواد معدنی زیر را تأمین می‌کرد: مس ۲۰ میلی‌گرم، آهن ۸۰ میلی‌گرم، منگنز ۲۱/۸ میلی‌گرم، سلنیوم ۰/۱ میلی‌گرم، ید ۰/۳۵ میلی‌گرم و روی ۱۰۰ میلی‌گرم.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.29252/rap.8.18.1]

جدول ۲- اجزای تشکیل‌دهنده جیره‌های غذایی مورد آزمایش در سن ۴۲- ۲۲ روزگی بر حسب درصد
Table 2. Ingredients and nutrient composition (%) of experimental diets for 22-42 days of age

اجزای خوراک	تیمار۱	تیمار۲	تیمار۳	تیمار۴	تیمار۵	تیمار۶	تیمار۷	تیمار۸
دانه ذرت	۵۴/۳۰	۵۴/۱۲	۵۴/۲	۵۴/۲۲	۵۹/۸۰	۵۹/۵۱	۵۹/۷۰	۵۹/۵۲
کنجاله سویا	۳۷/۵	۳۷/۵	۳۷/۴	۳۷/۳	۳۲/۴۹	۳۲/۷۰	۳۲/۵۰	۳۲/۶۰
روغن آفتابگردان	۴/۶۰	۴/۷۰	۴/۷۰	۴/۷۰	۳/۹۰	۳/۹۰	۳/۹۰	۳/۹۰
دی کلسیم فسفات	۱/۴۰	۱/۴۰	۱/۴۰	۱/۴۰	۱/۴۰	۱/۴۰	۱/۴۰	۱/۴۰
سنگ آهک	۱/۲۰	۱/۲۰	۱/۲۰	۱/۲۰	۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۲۵
نمک طعام یددار	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰
مکمل مواد معدنی[۱]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل ویتامینی[۲]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
دی ال- متیونین	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۳۶	۰/۳۶
ال-لیزین هیدروکلراید	–	–	–	–	۰/۱۵۶	۰/۱۵۶	۰/۱۵۸	۰/۱۵۸
بتائین	-	۰/۰۸	-	۰/۰۸	-	۰/۰۸	-	۰/۰۸
ترکیبات محاسبه شده (٪)								
انرژی قابل متابولیسم (kcal/kg)	۳۱۵۰	۳۱۵۰	۳۱۵۰	۳۱۵۰	۳۱۵۰	۳۱۵۰	۳۱۵۰	۳۱۵۰
پروتئین خام	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	۱۹/۵	۱۹/۵	۱۹/۵	۱۹/۵
کلسیم	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹
فسفر قابل دسترس	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴
متیونین	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۴۰	۰/۴۰
متیونین+سیستین	۰/۶۴	۰/۶۴	۰/۷۴	۰/۷۴	۰/۶۴	۰/۶۴	۰/۷۴	۰/۷۴
لیزین	۱/۱۵	۱/۱۵	۱/۱۵	۱/۱۵	۱/۱۵	۱/۱۵	۱/۱۵	۱/۱۵

۱- در هر کیلوگرم از جیره غذایی ویتامین‌های زیر را تأمین می‌کرد: ویتامین A ۱۱۰۰۰ واحد بین‌المللی، کوله کلسیفرول ۲۲۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین E ۳۰ واحد بین‌المللی، ویتامین K به میزان ۰/۰۵ میلی‌گرم، ویتامین B۱۲ به میزان ۰/۰۲ میلی‌گرم، تیامین به میزان ۱/۵ میلی‌گرم، ریبوفلاوین به میزان ۶ میلی‌گرم، اسید فولیک به میزان ۰/۰۶ میلی‌گرم، بیوتین به میزان ۰/۱۵ میلی‌گرم، نیاسین به میزان ۶۰ میلی‌گرم، پیریدوکسین به میزان ۵ میلی‌گرم و کولین کلراید به میزان ۷۸۸ میلی‌گرم.
۲- در هر کیلوگرم از جیره غذایی مواد معدنی زیر را تأمین می‌کرد: مس ۲۰ میلی‌گرم، آهن ۸۰ میلی‌گرم، منگنز ۲۱/۸ میلی‌گرم، سلنیوم ۰/۱ میلی‌گرم، ید ۰/۳۵ میلی‌گرم و روی ۱۰۰ میلی‌گرم.

رکوردبرداری

مصرف خوراک روزانه، وزن بدن، افزایش وزن روزانه، ضریب تبدیل خوراک به‌صورت هفتگی تا انتهای آزمایش تعیین شد. در سن ۴۲ روزگی ۱ قطعه جوجه خروس با وزن بدن نزدیک به میانگین گروه از هر تکرار ذبح شد و وزن اجزای لاشه شامل محصول سینه، ران‌ها، بال‌ها، کبد، قلب، سنگدان و پیش معده و چربی محوطه شکمی اندازه‌گیری گردید. تلفات احتمالی روزانه به منظور تصحیح شاخص‌های اندازه‌گیری شده ثبت می‌شد.

آنالیز آماری نتایج

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی متعادل به‌صورت فاکتوریل ۲×۲×۲ با ۸ تیمار و ۴ تکرار در هر تیمار انجام شد. و مدل آماری مورد استفاده به شرح زیر بود:

$$Y_{ijkl}= \mu + P_i+M_j+B_k+PM_{ij}+PB_{ik}+MB_{jk}+PMB_{ijk}+e_{ijkl}$$

Y_{ijkl} = مقدار هر مشاهده
μ = میانگین جامعه
P_i = اثر سطح پروتئین شامل ۲ سطح (بالا و متوسط)
M_j = اثر سطح متیونین شامل ۲ سطح (بالا و متوسط)
B_k = اثر سطح بتائین (صفر و ۰/۰۸ درصد)
PM_{ij} = اثر متقابل سطح پروتئین و سطح متیونین
PB_{ik} = اثر متقابل سطح پروتئین و سطح بتائین
MB_{jk} = اثر متقابل سطح متیونین و سطح بتائین
PMB_{ijk} = اثر متقابل سطح پروتئین و سطح متیونین و سطح بتائین
e_{ijk} = معرف خطای آزمایش

اطلاعات بدست آمده از آزمایش توسط برنامه نرم‌افزاری SAS (۲۳) و با رویه مدل خطی عمومی (GLM) تجزیه و تحلیل گردید. برای مقایسه میانگین‌ها نیز از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و سطح معنی‌داری ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

در این آزمایش، اثرات متقابل دوتایی (سطح پروتئین و سطح متیونین، سطح پروتئین و سطح بتائین، سطح متیونین و سطح بتائین) تفاوت معنی‌داری نداشتند ($P< ۰/۰۵$). میانگین خوراک مصرفی روزانه جوجه‌های گوشتی در جدول ۳ گزارش شده است.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-17]
[DOI: 10.29252/rap.8.18.1]

جدول ۳- اثر سطوح پروتئین خام، متیونین و بتائین بر میانگین خوراک مصرفی روزانه (گرم) جوجه‌های گوشتی در سنین مختلف
Table 3. Effect of crude protein, methionine and betaine levels on feed intake (g) of broiler chickens in different ages

تیمار		سن (روز)						
		۷ -۱۴	۱۴ -۲۱	۲۱ -۲۸	۲۸ -۳۵	۳۵ -۴۲	۷ -۲۱	۴۲ -۲۱	۴۲ -۷
	اثرات اصلی								
پروتئین خام	۲۳	۳۳/۷۳	۸۳/۵۱	۱۱۹/۵۵	۱۳۶/۶۶	۱۹۶/۳۴^{a}	۵۸/۶۲	۱۴۷/۶۶	۱۱۳/۹
	۲۱	۳۴/۹۲	۸۴/۲۴	۱۲۲/۶۰	۱۳۱/۶۰	۱۸۸/۷۸^{b}	۵۹/۵۸	۱۵۰/۸۶	۱۱۲/۴
SEM		۰/۹۶	۱/۲۳	۱/۵	۱/۸۶	۱/۳۲	۰/۸۳	۱/۳۸	۰/۸۴
متیونین	۰/۵۳	۳۳/۹۲	۸۴/۶۷	۱۲۲/۲۴	۱۳۵/۸۹	۱۸۹/۲۳^{b}	۵۹/۳۰	۱۴۹/۱۲	۱۱۳/۱
	۰/۶۴	۳۴/۷۲	۸۳/۰۸	۱۱۹/۹۱	۱۳۲/۳۷	۱۹۵/۹۳^{a}	۵۸/۹۰	۱۴۹/۴۰	۱۱۳/۲
SEM		۰/۹۴	۱/۲۴	۱/۵۲	۱/۸۴	۱/۳۵	۰/۸۱	۱/۳۵	۰/۸۲
بتائین	صفر	۳۴/۰۳	۸۰/۷۳^{wb}	۱۲۰/۶۳	۱۳۳/۴۲	۱۹۲/۳۷	۵۷/۳۷	۱۴۸/۸۱	۱۱۲/۱
	۰/۰۸	۳۴/۶۲	۸۷/۰۲^{a}	۱۲۱/۵۰	۱۳۴/۸۴	۱۹۲/۷۹	۶۰/۸۲	۱۴۹/۷۱	۱۱۴/۱
SEM		۰/۹۵	۱/۲۰	۱/۴۸	۱/۸۳	۱/۳۰	۰/۸۴	۱/۳۴	۰/۸۱
	اثرات متقابل								
P1×M1×B1		۳۳/۷۹	۷۹/۱^{b}	۱۲۰/۱۸	۱۳۴/۴۶	۱۹۱/۶^{ab}	۵۶/۴^{bc}	۱۴۸/۷	۱۱۱/۸
P1×M1×B2		۳۱/۴۹	۹۱/۶^{a}	۱۲۰/۲۸	۱۳۵/۹۷	۱۹۶/۲^{a}	۶۱/۵^{b}	۱۵۰/۸	۱۱۵/۱
P1×M2×B1		۳۴/۲۱	۸۲/۵^{ab}	۱۱۴/۵۷	۱۴۴/۲۰	۱۹۸/۴^{a}	۵۸/۳^{bc}	۱۵۲/۴	۱۱۴/۷
P1×M2×B2		۳۵/۴۱	۸۰/۸^{b}	۱۲۳/۱۵	۱۳۲/۰۲	۱۹۹/۱^{a}	۵۸/۱^{bc}	۱۵۱/۴	۱۱۴/۱
P2×M1×B1		۳۵/۰۵	۸۳/۷^{ab}	۱۲۴	۱۳۳/۱۵	۱۸۷/۸^{ab}	۵۹/۷^{abc}	۱۴۸/۳	۱۱۲/۷
P2×M1×B2		۳۵/۳۶	۸۴/۲^{ab}	۱۲۴/۵۳	۱۴۰	۱۸۱/۱^{b}	۵۵/۳^{c}	۱۴۸/۵	۱۱۳/۰۵
P2×M2×B1		۳۳/۰۶	۷۷/۵^{b}	۱۲۳/۸۵	۱۲۲	۱۹۱/۵^{ab}	۶۳/۸^{a}	۱۴۵/۷	۱۰۹/۵
P2×M2×B2		۳۶/۲۱	۹۱/۴^{a}	۱۱۸/۰۴	۱۳۱/۴	۱۹۴/۶^{a}	۶۳/۸^{a}	۱۴۸/۰۱	۱۱۴/۳
SEM		۰/۹۹	۱/۲۶	۱/۵۷	۱/۹۰	۱/۳۶	۰/۹۷	۱/۲۱	۰/۹۸

^{abcd} حروف غیرمشابه در هر ستون نمایانگر اختلاف معنی‌دار بین میانگین تیمارها است ($P<۰/۰۵$).
SEM: خطای استاندارد میانگین

جدول ۴- اثر سطوح پروتئین خام، متیونین و بتائین بر میانگین افزایش روزانه وزن بدن (گرم) جوجه‌های گوشتی در سنین مختلف
Table 4. Effect of crude protein, methionine and betaine levels on weight gain (g) of broiler chickens in different ages

تیمار		سن (روز)						
		۷ -۱۴	۱۴ -۲۱	۲۱ -۲۸	۲۸ -۳۵	۳۵ -۴۲	۷ -۲۱	۴۲ -۲۱	۴۲ -۷
	اثرات اصلی								
پروتئین خام	۲۳	۱۹/۴۷	۳۹/۶۰	۵۶/۱۲	۷۳/۹۷	۸۶/۶۴	۲۹/۵۴	۷۲/۲۴	۵۵/۱۶
	۲۱	۱۸/۷۳	۳۸/۱۵	۵۵/۵۱	۷۷/۰۱	۸۳/۹۳	۲۸/۴۴	۷۲/۱۵	۵۴/۶۶
SEM		۰/۸۵	۰/۸۹	۱/۱۳	۱/۴۹	۱/۶۸	۰/۵۳	۰/۹۴	۰/۶۶
متیونین	۰/۵۳	۱۸/۹۳	۴۰/۲۲^{a}	۵۶/۱۴	۷۴/۳۶	۸۶/۹۹	۲۹/۵۷	۷۲/۵۰	۵۵/۳۳
	۰/۶۴	۱۹/۲۷	۳۷/۵۳^{b}	۵۵/۴۲	۷۶/۶۱	۸۳/۵۸	۲۸/۴۰	۷۱/۸۹	۵۴/۵۰
SEM		۰/۸۱	۰/۸۳	۱/۱۱	۱/۵۱	۱/۶۵	۰/۵۵	۰/۹۸	۰/۶۳
بتائین	صفر	۱۸/۶۸	۳۸/۲۱	۵۳/۹۷	۷۳/۹۰	۸۵/۲۹	۲۸/۴۵	۷۱/۰۵	۵۴/۰۱
	۰/۰۸	۱۹/۵۲	۳۹/۵۳	۵۷/۶۷	۷۷/۰۷	۸۵/۲۸	۲۹/۵۳	۷۳/۳۴	۵۵/۸۲
SEM		۰/۸۳	۰/۸۷	۱/۱۴	۱/۵۱	۱/۶۵	۰/۵۷	۰/۹۲	۰/۶۴
	اثرات متقابل								
P1×M1×B1		۲۰/۱۱	۴۱/۲^{a}	۵۸/۹۲	۷۳/۷۰	۹۶/۷۱^{a}	۳۰/۶^{a}	۷۶/۴^{ab}	۵۸/۱۴^{ab}
P1×M1×B2		۱۸/۱۷	۴۰/۰۴^{a}	۵۵/۷۸	۷۵/۹۷	۸۵/۸^{ab}	۲۹/۱^{a}	۷۲/۵^{bc}	۵۵/۱۶^{abc}
P1×M2×B1		۱۸/۹۸	۳۷/۶^{a}	۵۰/۷۳	۶۸/۸۱	۸۱/۹۵^{ab}	۲۸/۲^{ab}	۶۷/۱^{c}	۵۱/۶^{dc}
P1×M2×B2		۲۰/۶۳	۳۹/۵^{a}	۵۹/۰۵	۷۷/۳۹	۸۲/۰۹^{ab}	۳۰/۰۸^{a}	۷۲/۸^{abc}	۵۵/۷^{abc}
P2×M1×B1		۱۷/۸۷	۴۱/۳^{a}	۵۲/۹۷	۷۶/۳۰	۸۶/۳۲^{ab}	۲۹/۵۹^{a}	۷۱/۸^{bc}	۵۴/۹^{bcd}
P2×M1×B2		۱۹/۵۶	۳۸/۳^{a}	۵۶/۹۰	۷۱/۴۸	۷۹/۱۱^{ab}	۲۸/۹۲^{a}	۶۹/۱^{c}	۵۳/۰۷^{cd}
P2×M2×B1		۱۷/۷۶	۳۲/۵^{b}	۵۳/۲۴	۷۶/۸۰	۷۶/۱۷^{b}	۲۵/۲۳^{wb}	۶۷/۸^{c}	۵۱/۳۴^{d}
P2×M2×B2		۱۹/۷۳	۴۰/۲۸^{a}	۵۸/۹۴	۸۳/۴۵	۹۴/۱۰^{ab}	۳۰^{a}	۷۸/۸^{a}	۵۹/۳۰^{a}
SEM		۰/۹۱	۰/۹۸	۱/۲۱	۱/۵۳	۱/۷۵	۰/۶۱	۱/۱۴	۰/۷۱

^{abc} حروف غیرمشابه در هر ستون نمایانگر اختلاف معنی‌دار بین میانگین تیمارها است ($P<۰/۰۵$).
SEM: خطای استاندارد میانگین

در دورهٔ ۲۱- ۱۴ روزگی اثر اصلی سطح بتائین بر میانگین خوراک مصرفی روزانه معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$)، بطوریکه استفاده از بتائین در جیره سبب افزایش مصرف خوراک روزانه جوجه‌های گوشتی شد. در سنین ۴۲-۳۵ روزگی، اثر اصلی سطح پروتئین خام و نیز اثر اصلی سطح متیونین بر خوراک مصرفی روزانه معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$)، بطوریکه کاهش سطح پروتئین جیره سبب کاهش مصرف خوراک روزانه جوجه‌های گوشتی و افزایش سطح متیونین جیره سبب افزایش مصرف خوراک روزانه جوجه‌های گوشتی در سنین ۴۲-۳۵ روزگی شد. اثرات متقابل سه فاکتور مورد آزمایش بر میانگین خوراک مصرفی جوجه‌ها در دوره های ۲۱-۱۴، ۴۲-۳۵ و ۲۱-۷ روزگی معنی‌دار بود. جوجه‌های دریافت‌کننده بتائین خوراک مصرفی روزانه بالاتری نسبت به جوجه‌هایی که بتائین دریافت نکردند مصرف کردند.

رضایی و همکاران (۲۰) دریافتند که با کاهش سطح پروتئین جیره غذایی خوراک مصرفی به‌طور معنی‌داری کاهش

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-17]
[DOI: 10.29252/rap.8.18.1]

می‌یابد و همچنین کاهش پروتئین جیره غذایی مصرف خوراک را در دوره آغازین کاهش داد. سی و همکاران (۲۴) بیان نمودند که با کاهش سطح پروتئین جیره، مصرف خوراک نیز به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. چایاپوم و ناتیکان (۲) گزارش نمودند که با کمبود اسیدهای آمینه گوگرددار خوراک مصرفی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. از این رو افزودن LMA (آنالوگ متیونین مایع) یا DLM (آنالوگ متیونین خشک) باعث افزایش خوراک مصرفی شد. هاشمی و همکاران (۸) گزارش نمودند که مصرف خوراک پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی سطح پروتئین متداول نسبت به جیره کم پروتئین بیشتر بود.

همان‌طورکه در جدول ۳ گزارش شده است، میانگین افزایش وزن روزانه بین سطوح مختلف متیونین در سن ۲۱-۱۴ روزگی تفاوت معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵) و افزایش سطح متیونین جیره بر افزایش وزن روزانه پرنده‌ها تأثیر منفی داشت. اثرات متقابل سه فاکتور مورد آزمایش بر افزایش وزن روزانه جوجه‌ها در سنین ۲۱-۱۴، ۴۲-۳۵ و ۲۱-۷ روزگی نیز معنی‌دار بود. این نتایج نشان می‌دهد که جوجه‌های دریافت‌کننده بتائین و با پروتئین ۲۳ درصد افزایش وزن روزانه بالاتری نسبت به جوجه‌هایی که بتائین در جیره غذایی با سطح متوسط پروتئین خام دریافت کردند داشتند. این نتایج با نتایج حاصل از تحقیق ایشابیشی و یونموچی (۱۰) مطابقت داشت. این محققان نشان دادند که افزایش وزن بدن جوجه های گوشتی با افزایش سطح پروتئین خام جیره افزایش می‌یابد و همچنین افزودن بتائین به جیره غذایی جوجه‌های گوشتی تا ۴۲ روزگی سبب بهبود افزایش وزن آن‌ها شده ولی این میزان معنی‌دار نبود (۱۳). بر اساس نتایج تحقیقات گارسیا نتو و همکاران (۷)، در پایان سن ۲۱ روزگی بیشترین میانگین افزایش وزن به گروه دریافت‌کننده جیره‌غذایی کم متیونین + ۰/۰۴ درصد بتائین و کمترین میانگین وزن به گروه تغذیه شده با جیره غذایی کم متیونین (فاقد بتائین) اختصاص داشت (۷). گزارش شده است که وقتی بتائین به جیره‌های طیور افزوده می‌شود سبب بهبود افزایش وزن آن‌ها می‌شود (۷). نتایج مطالعات مدیر صانعی و کیایی (۱۵) نشان داد که در پایان سن ۲۱ روزگی بیشترین میانگین وزن به گروه دریافت کننده جیره غذایی کم متیونین+ ۰/۰۴ درصد بتائین و کمترین میانگین وزن به گروه تغذیه شده با جیره غذایی کم متیونین (فاقد بتائین) اختصاص داشت. رضایی و همکاران (۲۰) بیان نمودند که کاهش پروتئین جیره افزایش وزن را در دوره آغازین، رشد و کل دوره به ترتیب ۶، ۴/۶ و ۴/۶ درصد کاهش داد (P<۰/۰۵). چایاپوم و ناتیکان (۲) نشان دادند که طی دوره آغازین افزایش وزن جوجه‌های تغذیه شده با LMA یا DLM نسبت به افزایش وزن جوجه‌های دریافت‌کننده با کمبود متیونین معنی‌دار بود. LMA به‌طور معنی‌داری افزایش وزن را نسبت به DLM بهبود داد. افزایش وزن وقتی DLM و LMA نسبت به جیره با کمبود متیونین افزوده شد به ترتیب ۱۶/۰۷ و ۲۸/۶٪ بهبود یافت (۲).

هاشمی و همکاران (۸) گزارش نمودند که سطح پروتئین بر افزایش وزن جوجه‌ها در دوره ۴۲-۲۱ و ۴۹-۲۱ روزگی معنی‌دار بود. سطح بتائین اثر معنی‌داری بر افزایش وزن جوجه‌های گوشتی در دوره ۴۲-۲۱ روزگی نداشت. اما پرندگانی که از جیره‌های حاوی بتائین به میزان ۰/۱۵ درصد استفاده کرده بودند در دوره ۴۹-۲۱ روزگی دارای افزایش وزن بیشتری بودند. مقایسه میانگین‌ها در دوره ۴۲- ۲۱ روزگی نشان داد که در جیره‌های فاقد بتائین افزایش وزن پرندگان در جیره‌های کم پروتئین ۳۷/۶ گرم در روز و در جیره‌های با پروتئین متعادل ۳۸/۵ گرم در روز بود که اختلاف معنی‌داری نداشتند. اما افزایش بتائین به جیره‌های با پروتئین متعادل سبب بهبود چشم‌گیر افزایش وزن پرندگان از ۳۸/۵ به ۴۱/۳ گرم در روز شد (۱۱).

وزن بدن با افزایش سطح پروتئین خام جیره غذایی افزایش می‌یابد و همچنین افزودن بتائین به جیره غذایی جوجه‌های گوشتی تا ۴۲ روزگی سبب بهبود افزایش وزن آن‌ها شده ولی این میزان معنی‌دار نبود.

در هیچ کدام از دوره‌های آزمایش اثر سطوح پروتئین خام، متیونین و بتائین بر میانگین ضریب تبدیل خوراک جوجه‌ها از نظر آماری معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). اثرات متقابل سه فاکتور مورد آزمایش بر ضریب تبدیل خوراک جوجه‌ها در سنین ۲۱-۱۴، ۳۵-۲۸، ۲۱-۷، ۴۲-۲۱ و ۴۲-۷ روزگی معنی‌دار بود که با نتایج ایشابیشی و یونموچی (۱۰) مشابه بود. نتایج نشان داد که پایین آوردن میزان متیونین جیره غذایی به مقدار ۱۰ درصد موجب نامطلوب‌تر شدن معنی‌دار ضریب تبدیل غذایی نسبت به گروه شاهد (تغذیه شده با جیره غذایی حاوی مقدار کافی متیونین) گردید ولی تفاوت ضریب تبدیل غذایی بین این دو گروه در پایان آزمایش معنی‌دار نبود. فرگوسن و همکاران (۶) گزارش نمودند که ضریب تبدیل با افزایش متیونین جیره ۱۱ درصد بهتر بود. در جیره‌های با پروتئین کم، متیونین بازده خوراک را بهبود می‌بخشد. نتایج مطالعات مدیر صانعی و کیایی (۱۵) نشان داد که در پایان سن ۲۱ روزگی کمترین و بیشترین ضریب‌تبدیل غذایی به ترتیب به ۲ گروه تغذیه شده با جیره‌های غذایی کم متیونین + ۰/۰۴ درصد بتائین و کم متیونین (فاقد بتائین) اختصاص داشته است با این حال هیچ گونه اختلاف معنی‌داری بین ضریب تبدیل غذایی در گروه‌های دریافت‌کننده جیره‌های غذایی کم متیونین (فاقد بتائین) یا حاوی سطوح مختلف آن با گروه شاهد و همچنین بین این گروه‌ها با یکدیگر مشاهده نگردید (۷). در پایان سن ۴۲ روزگی کمترین ضریب‌تبدیل غذایی مربوط به گروه شاهد و بیشترین ضریب تبدیل غذایی مربوط به گروه دریافت کننده جیره کم متیونین + ۰/۰۲ درصد بتائین بود.

در آزمایش گارسیا نتو و همکاران (۷)، کاهش مقدار متیونین جیره به میزان ۱۰ درصد نسبت به سطح مورد نیاز سبب افزایش معنی‌دار ضریب تبدیل غذایی شد اما افزودن بتائین به جیره کمبود متیونین را جبران نمود، به‌طوری که ضریب‌تبدیل غذایی در ۲ گروه دریافت‌کننده جیره‌های غذایی کم متیونین + ۰/۰۴ درصد بتائین و کم متیونین + ۰/۰۸ درصد بتائین با گروه شاهد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در خاتمه آزمایش گروه‌های تغذیه شده با جیره‌های غذایی کم

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.29252/rap.8.18.1]

متیونین + ۰/۰۴ درصد بتائین و کم متیونین + ۰/۰۲ درصد بتائین به‌ترتیب کمترین و بیشترین ضریب تبدیل غذایی را به خود اختصاص دادند (۷).

در این آزمایش، اثر سطوح پروتئین خام، متیونین و بتائین بر میانگین وزن لاشه قابل مصرف جوجه‌ها در سن ۴۲ روزگی از نظر آماری معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵) (جدول ۵).

جدول ۵- اثر سطوح پروتئین خام، متیونین و بتائین بر اجزای لاشه جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی (بر حسب درصد وزن زنده بدن)

Table 5. Effect of crude protein, methionine and betaine levels on carcass characteristics (% of live body weight) of broiler chickens at 42 days of age

تیمار		ران‌ها	سینه	گردن و پشت	سنگدان و پیش معده	کبد وکیسه صفرا	قلب	دستگاه گوارش خالی	بال‌ها	چربی شکمی	لاشه قابل مصرف
اثرات اصلی											
پروتئین‌خام	۲۳	۲۰/۴	۲۰/۰۱	۱۷/۵	۲/۴	۲/۱	۰/۵۸	۶/۴	۷/۱	۱/۳	۶۴/۷
	۲۱	۱۹/۶	۲۰/۰۳	۱۷/۶	۲/۲	۲/۰۳	۰/۵۳	۵/۹	۷/۰۸	۱/۵	۶۸/۴
SEM		۰/۳۷	۰/۴۲	۰/۲۹	۰/۶۸	۰/۰۶۱	۰/۰۲۶	۰/۲۹	۰/۱۰۸	۰/۰۹۲	۱/۱۹
متیونین	۰/۵۳	۲۰/۴	۱۹/۴	۱۷/۸	۲/۳	۲/۱	۰/۵۵	۶/۵	۷/۲	۱/۷	۶۷/۳
	۰/۶۴	۱۹/۶	۲۰/۶	۱۷/۲	۲/۲	۲/۰۴	۰/۵۷	۵/۸	۷/۰۴	۱/۲	۶۵/۹
SEM		۰/۳۴	۰/۴۵	۰/۲۶	۰/۶۶	۰/۰۵۸	۰/۰۲۳	۰/۳۴	۰/۱۳۱	۰/۱۰۲	۱/۰۹
بتائین	صفر	۲۰/۲	۲۰/۰۳	۱۷/۸	۲/۳	۲/۲	۰/۵۸	۶/۳	۷/۲	۱/۵	۶۶/۵
	۰/۰۸	۱۹/۸	۲۰/۰۲	۱۷/۳	۲/۲	۲	۰/۵۴	۶/۰۳	۶/۹	۱/۴	۶۶/۷
SEM		۰/۳۵	۰/۳۸	۰/۲۵	۰/۶۵	۰/۰۶۸	۰/۰۳۱	۰/۲۴	۰/۱۴۸	۰/۰۸۸	۱/۰۴
اثرات متقابل											
P1×M1×B1		۲۱/۲۵^{a}	۱۹/۸۴	۱۸/۴۸	۲/۱۳	۲/۱۸^{ab}	۰/۵۴^{ab}	۵/۵۸^{b}	۷/۳۳^{a}	۱/۹۱^{a}	۶۹/۴۱
P1×M1×B2		۱۹/۵۹^{b}	۱۹/۷۱	۱۷/۷۳	۲/۴۵	۲/۰۲^{ab}	/۰۵۲^{ab}	۶/۵۲^{ab}	۷/۰۵^{ab}	۱/۴۲^{ab}	۶۷/۹۳
P1×M2×B1		۱۹/۳۲^{ab}	۲۰/۱۵	۱۷/۲۳	۲/۳۱	۲/۲۱^{ab}	۰/۶۷^{a}	۶/۵۲^{ab}	۷/۰۵^{ab}	۰/۸۳^{c}	۶۷/۴۵
P1×M2×B2		۲۱/۲۵^{ab}	۲۰/۵	۱۷/۹	۲/۱۵	۲/۲۱^{ab}	۰/۶۱^{a}	۵/۰۸^{b}	۷/۱۶^{ab}	۱/۳۹^{ab}	۶۹/۷۹
P2×M1×B1		۲۰/۶۸^{a}	۱۸/۹	۱۷/۹	۲/۵۶	۲/۳۱^{a}	۰/۵۷^{ab}	۷/۶۳^{a}	۷/۲۵^{a}	۱/۷۸^{a}	۶۶/۸۸
P2×M1×B2		۲۰/۳۸^{ab}	۱۹/۳	۱۷/۵۹	۲/۳۵	۲/۲۶^{a}	۰/۵۴^{ab}	۶/۲۹^{ab}	۷/۱۵^{ab}	۱/۸۰^{a}	۶۵/۵۹
P2×M2×B1		۱۹/۷۷^{ab}	۲۱/۳	۱۷/۹	۲/۵۳	۲/۲۳^{ab}	۰/۵۴^{ab}	۵/۶۹^{ab}	۷/۴۴^{a}	۱/۷۲^{a}	۶۲/۴۷
P2×M2×B2		۱۸/۱۷^{b}	۲۰/۵	۱۶/۹	۲/۲۳	۲/۰۱^{ab}	۰/۴۴^{b}	۶/۲۲^{ab}	۶/۴۹^{b}	۱/۱۱^{b}	۶۴/۳۷
SEM		۰/۶۱	۰/۶۵	۰/۵۲	۰/۲۲	۰/۲۴	۰/۱۵	۰/۵۴	۰/۳۲	۰/۳۰	۳/۰۰

^{abc} حروف غیرمشابه در هر ستون نمایانگر اختلاف معنی‌دار بین میانگین تیمارها است (P<۰/۰۵).

SEM: خطای استاندارد میانگین

با توجه به جدول ۵ مشخص می‌شود که از لحاظ عددی بیشترین وزن لاشه مربوط به تیمار با سطوح پروتئین کمتر، متیونین و بتائین بیشتر بود، هرچند اختلاف بین گروه‌های آزمایشی معنی‌دار نبوده است. اثرات متقابل سه فاکتور مورد آزمایش بر وزن ران، کبد، قلب، روده، بال و چربی معنی‌دار بود. بین تیمارهای تغذیه شده از نظر وزن سینه، گردن و پشت، پیش معده و سنگدان و کبد و کیسه صفرا تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. بتائین به‌دلیل خاصیت متیل‌دهندگی خود و تأمین گروه‌های متیل مورد نیاز باعث می‌شود سهم بیشتری از متیونین صرف ساخته شدن پروتئین به‌ویژه عضلات مهمی چون سینه و ران شود. گوشت سینه عمده‌ترین بخش لاشه جوجه‌های گوشتی می‌باشد. بررسی‌های انجام شده نشان داده است که اسیدآمینه متیونین نقش مهمی در رشد گوشت سینه نسبت به بسیاری از اسیدهای آمینه دارد (۲۶). نتایج مطالعات تائید می‌کند که احتیاجات اسید آمینه متیونین برای ضریب تبدیل مناسب و حداکثر رشد گوشت سینه بیشتر از میزان مورد نیاز برای افزایش وزن می‌باشد (۲۶) .

بررسی‌های انجام شده نشان داده است که استفاده از بتائین در جیره جوجه‌های گوشتی تولید گوشت سینه را حدوداً ۳ درصد افزایش می‌دهد (۷). موریس و همکاران (۱۸) گزارش نمودند که اسیدهای آمینه گوگرددار رشد گوشت سینه را تا بیشترین مقدار نسبت به دیگر اسید آمینه‌ها تحریک می‌کند. موران (۱۶) گزارش نموده که رشد ماهیچه بیرونی سینه به مکمل DLM نسبت به گوشت‌های قابل خوردن دیگر حساس‌تر است. در مطالعه کنونی مکمل DLM به طور معنی‌دار گوشت بیرونی ماهیچه سینه را بهبود داد. ماندال و همکاران (۱۴) گزارش نموده که تولید ماهیچه در جوجه‌های تغذیه شده با دی-ال-متیونین هیدروکسی آنالوگ مایع بالاتر بود. وقتی متیونین به جیره افزوده شد نسبت وزن بدن حاوی اندام‌های احشایی اندکی کاهش یافت ولی اختلافات معنی‌دار نبود. همچنین، دی-ال-متیونین هیدروکسی آنالوگ مایع به طور معنی‌دار وزن اسکلت را کاهش داد (۱۴).

در این آزمایش، مقدار چربی محوطه بطنی در جوجه‌های تغذیه شده با تیمار ۳ (پروتئین بالا، متیونین بالا، بدون بتائین) کمتر از سایر تیمارها بود. چایاپوم و ناتیکان (۲) گزارش نمودند که درصد وزن بدن و وزن نسبی کبد در جوجه‌های تغذیه شده با مکمل متیونین کاهش یافت. همچنین، چربی کبد در جوجه‌های دریافت‌کننده جیره با کمبود متیونین اندکی کم شد. علاوه بر این فعالیت اسید چرب سنتتاز کبد (میکرومول در دقیقه) که یکی از آنزیم‌های مهم لیپوژنیک است وقتی اسیدآمینه گوگرددار افزوده شد به‌طور معنی‌دار افزایش یافت. دلایل برای افزایش چربی کبد عبارتند از:

۱- افزودن متیونین ممکن است اثر بالقوه بر تحریک ذخیره انرژی به‌صورت چربی داشته باشد. ۲- افزایش در مصرف خوراک در ارتباط با افزودن متیونین حداکثر عملکرد رشد را ایجاد می‌نماید (۲).

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.29252/rap.8.18.1]

در این آزمایش تفاوت معنی‌داری از نظر وزن ران‌ها در بین تیمارها مشاهده نگردید، اما تفاوت میانگین اثرات متقابل بین تیمارها معنی‌دار بود. جوجه‌های دریافت‌کننده جیره با بتائین و متیونین ۰/۶۴ و پروتئین ۲۳٪ وزن ران بالاتری نسبت به بقیه گروه‌ها داشتند. بتائین به دلیل خاصیت متیل دهندگی خود و تأمین گروه‌های متیل مورد نیاز باعث می‌شود سهم بیشتری از متیونین صرف ساخته شدن پروتئین به‌ویژه عضلات مهمی چون سینه و ران شود. هاشمی و همکاران (۸) گزارش نمودند که بیشترین مقدار درصد ران مربوط به جیره با پروتئین متعادل همراه با بتائین و کمترین مقدار مربوط به جیره‌های کم پروتئین همراه با بتائین بود (۳۰/۵ در مقابل ۲۷/۸ درصد). وزن بال‌ها نیز همانند سایر اجزای لاشه در جدول ۶ نشان داده شده است.

جدول ۶- اثر سطوح پروتئین خام، متیونین و بتائین بر ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی در سنین مختلف

Table 6. Effect of crude protein, methionine and betaine levels on feed conversion ratio of broiler chickens in different ages

تیمار		سن (روز)						
		۷-۱۴	۱۴-۲۱	۲۱-۲۸	۲۸-۳۵	۳۵-۴۲	۷-۲۱	۲۱-۴۲	۷-۴۲
اثرات اصلی									
پروتئین خام	۲۳	۱/۷۳	۲/۱۰	۲/۱۳	۱/۸۴	۲/۲۶	۱/۹۸	۲/۰۴	۲/۰۶
	۲۱	۱/۸۶	۲/۲۰	۲/۲۰	۱/۷۰	۲/۲۴	۲/۰۹	۲/۰۹	۲/۰۵
SEM		۰/۰۹۱	۰/۰۵۶	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰۴۹	۰/۰۳۴	۰/۰۳۸
متیونین	۰/۵۳	۱/۷۹	۲/۱۰	۲/۱۷	۱/۸۲	۲/۱۷	۲	۲/۰۵	۲/۰۴
	۰/۶۴	۱/۸۰	۲/۲۱	۲/۱۶	۱/۷۲	۲/۳۴	۲/۰۷	۲/۰۸	۲/۰۷
SEM		۰/۰۸۶	۰/۰۵۹	۰/۰۵	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۰۴۱	۰/۰۳۷	۰/۰۴۵
بتائین	صفر	۱/۸۲	۲/۱۱	۲/۲۳	۱/۸۰	۲/۲۵	۲/۰۱	۲/۰۹	۲/۰۷
	۰/۰۸	۱/۷۷	۲/۲۰	۲/۱۰	۱/۷۴	۲/۲۶	۲/۰۵	۲/۰۴	۲/۰۴
SEM		۰/۰۹۳	۰/۰۵۴	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۳۸	۰/۰۳۰	۰/۰۳۴
اثرات متقابل									
P1×M1×B1		۱/۶۸	۱/۹۱^{b}	۲/۰۳	۱/۸۲^{ab}	۱/۹۸	۱/۷۷^{b}	۱/۹۴^{bc}	۱/۹۲
P1×M1×B2		۱/۷۳	۲/۲۸^{a}	۲/۱۵	۱/۷۸^{ab}	۲/۲۸	۲/۱۱^{a}	۲/۰۸^{abc}	۲/۰۸
P1×M2×B1		۱/۸۰	۲/۱۹^{ab}	۲/۲۵	۲/۰۹^{a}	۲/۴۲	۲/۰۶^{ab}	۲/۲۶^{a}	۲/۲۲
P1×M2×B2		۱/۷۱	۲/۰۴^{ab}	۲/۰۸	۱/۷۳^{ab}	۲/۴۳	۱/۹۴^{ab}	۲/۰۷^{abc}	۲/۰۴
P2×M1×B1		۱/۹۶	۲/۰۳^{ab}	۲/۳۶	۱/۷۵^{ab}	۲/۱۸	۳^{ab}	۲/۰۶^{abc}	۲/۰۵
P2×M1×B2		۱/۸۲	۲/۱۴^{ab}	۲/۱۵	۳^{ab}	۲/۲۹	۱/۹۲^{ab}	۲/۰۶^{ab}	۲/۱۳
P2×M2×B1		۱/۸۶	۲/۳۸^{a}	۲/۳۲	۱/۵۸^{b}	۲/۵۲	۲/۱۸^{a}	۲/۱۴^{ab}	۲/۱۳
P2×M2×B2		۱/۸۳	۲/۲۶^{ab}	۲	۱/۵۷^{b}	۲/۰۶	۲/۱۲^{a}	۱/۸۷^{c}	۱/۹۲
SEM		۰/۹۶	۱/۲	۱/۵	۱/۸۶	۱/۳۲	۰/۹۱	۱/۱۷	۰/۹۲

^{abc} حروف غیرمشابه در هر ستون نمایانگر اختلاف معنی‌دار بین میانگین تیمارها است (P< ۰/۰۵).

SEM: خطای استاندارد میانگین

در این آزمایش هیچ تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها مشاهده نشد، اما اثر متقابل بین تیمارها معنی‌دار بود. برای تعیین مقدار چربی شکمی، چربی دور سنگدان و اطراف روده‌ها جمع‌آوری و توزین شد. در این آزمایش جوجه‌های دریافت‌کننده جیره دارای بتائین چربی محوطه شکمی کمتری نسبت به جوجه‌های دریافت‌کننده جیره بدون بتائین داشتند ولی هیچ تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد. اثر متقابل بین تیمارها بررسی گردید و مشاهده گردید جوجه‌های دریافت کننده بتائین چربی محوطه شکمی کمتری نسبت به جوجه‌هایی که بتائین دریافت نکردند داشتند و تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید (P<۰/۰۵). فرگوسن و همکاران (۶) اشاره نمود که مکمل اسیدهای آمینه گوگرددار ذخیره چربی شکمی را کاهش داد . مطالعات نشان داده است که مکمل DL- متیونین ذخیره چربی را کاهش داده است (۲). بتائین متابولیسم چربی را از طریق نقشی که در سنتز کارنی‌تین دارد، افزایش داده و باعث کاهش ذخیره چربی می‌شود. کاهش در چربی شکمی در پاسخ به مکمل متیونین و زیادی پروتئین جیره مشاهده شده است (۲).

گزارش‌ها حاکی از آن است که بتائین ممکن است عامل موثرتری نسبت به کولین برای کاهش چربی در طیور باشد. تحقیقات دیگر نشان داد که متیونین به تنهایی می‌تواند چربی شکمی جوجه‌های گوشتی را کاهش دهد و در این بین بتائین چندان نقشی ندارد (۲). رضایی و همکاران (۲۰) نشان دادند که کاهش پروتئین جیره به‌طور معنی‌داری چربی شکمی را افزایش داد (P<۰/۰۵). کاهش معنی‌دار در درصد چربی شکمی با پروتئین بالاتر جیره مشاهده گردید. همچنین گزارش نمودند که کاهش پروتئین جیره نسبت انرژی به پروتئین را افزایش داد که منجر به افزایش مصرف انرژی گردید بنابراین منجر به درصد چربی بالاتر لاشه مشابه با نتایج فارل (۵) و لیسون و همکاران (۱۲) گردید.

نتایج این آزمایش نشان داد که جوجه‌های دریافت‌کننده بتائین و با سطح بالای پروتئین، افزایش وزن روزانه بالاتری نسبت به جوجه‌هایی که با جیره حاوی بتائین با سطح متوسط پروتئین خام تغذیه شدند داشتند. در هیچ کدام از دوره‌های سنی فوق اثر سطوح پروتئین خام، متیونین و بتائین بر میانگین وزن لاشه قابل مصرف جوجه‌ها از نظر آماری معنی‌دار نبود. جوجه‌هایی که از پروتئین بالا و بتائین استفاده کرده بودند چربی شکمی کمتری داشتند.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.29252/rap.8.18.1]

منابع

1. Andrews, R.P. and N.A. Baldar. 1985. Amino acid analysis of feed constituents. Science Tools, 32: 44-48.
2. Chaiyapoom, B. and K. Natikan. 2006. Effect of methionine hydroxy analog-free acid on growth performance and chemical composition of liver of broiler chicks fed a corn–soybean based diet from 0 to 6 weeks of age. Journal of Animal Science, 77(1): 95-102.
3. Esteve-Garcia, E. and S. Mack. 2000. The effect of DL-methionine and betaine on growth performance and carcass characteristics in broilers. Animal Feed Science and Technology, 87(1): 85-93.
4. Fancher B.I. and L.S. Jensen. 1989. Dietary protein level and essential amino acid content: influence upon female broiler performance during the grower period. Poultry Science, 68(7): 897-908.
5. Farrell, D.J. 1974. Effects of dietary energy concentration on utilisation of energy by broiler chickens and on body composition determined by carcass analysis and predicted using tritium. British Journal of Poultry Science, 15(1): 25-41.
6. Ferguson, N.S., R.S. Gates, J.L. Taraba, A.H. Cantor, A.J. Pescatore, M.L. Straw, M.J. Ford and D.J. Burnham.1998. The effect of dietary protein and phosphorous on ammonia concentration and litter composition in broilers. Poultry Science, 77(8): 1085-1093.
7. Garcia Neto, M., G.M. Pesti and R.I. Bakalli. 2000. Influence of dietary protein level on the broiler chickens response to methionine and betaine supplements. Poultry Science, 79(10): 1478-1484.
8. Hashemi, R., B. Dastar, S. Hassani and Y. Jafari Ahangari. 2006. Effect of supplementing betaine on the performance of broilers fed different quantities of protein. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 13 (Supplement, Special Issue in Animal Science): 81-90 (In Persian).
9. Hashemi, S.R., B. Dastar, S. Hassani and Y. Jafari Ahangari. 2014. Effect of Trimethylglycine and Dietary Protein Levels on Blood Electrolytes and Lipids Concentrations in Broiler Chickens Subjected to Heat Stress. Research on Animal Production, 5(9): 13-24 (In Persian).
10. Ishibashi, T. and C. Yonemochi. 2002. Possibility of amino acid nutrition in broiler. Animal Science Journal, 73(3): 155-165.
11. Kidd, M.T., B.Y. Ken and P.W. Waldroup. 1997. Performance and carcass composition of Large White toms as affected by dietary crude protein and threonine supplements. Poultry Science, 76(10): 1392-1397.
12. Leeson, S., L.J. Caston and J.D. Summers. 1988. Response of male and female broiler to diet protein. Canadian Journal of Animal Science, 68: 882-998.
13. Lemme, A., D. Hoehler, J.J. Brennan and P.F. Mannion. 2002. Relative effectiveness of methionine hydroxyl analog compared to DL-methionine in broiler chickens. Poultry Science, 81(6): 838-845.
14. Mandal, A.B., A.V. Elangovan and T.S. Johri. 2004. Comparing bio-efficacy of liquid DL-methionine Hydroxy Analogue free acid with DL-methionine in broiler chickens. Asian-Australian Journal of Animal Science, 17(1):102-108.
15. Modirsanei, M. and S.M.M. Kiaie. 2002. Study the possibility of using betaine in order to spare methionine requirement in broiler chick rations. Journal of Veterinary Research, 57(3): 87-92 (In Persian).
16. Moran, E.T.Jr. 1994. Response of broiler strains differing in body fat to inadequate methionine: live performance and processing yields. Poultry Science, 73(7): 1116-1126.
17. Morris, T.R., K. AL-Azzawi, R.M. Gous and L. Simpson. 1987. Effects of protein concentration on responses to dietary lysine by chicks. British Journal of Poultry Science, 28(2): 185-195.
18. Morris, T.R., R.M. Gous and S. Abebe. 1992. Effect of dietary protein concentration on the response of growing chickens to methionine. British Journal of Poultry Science, 33(4): 795-903.
19. National Research Council. 1994. Nutrient requirements of poultry. 9th ed. Nat. Acad. Press, Washington, DC.
20. Rezaei, M., H. Nassiri Moghaddam, J. Pour Reza and H. Kermanshahi. 2004. The effects of dietary protein and lysine levels on broiler performance, carcass characteristics and N excretion. International Journal of Poultry Science, 3(2): 148-152.
21. Rostagno, H.S. and M. Pack. 1996. Can betaine replace supplemental DL-methionine in broiler diets? Journal of Applied Poultry Research, 5(2): 150-154.
22. Rostagno, H.S. and W.A. Barbosa. 1995. Biological efficacy and absorption of DL methionine hydroxy analogue free acid compared to DL-methionine in chickens as affected by heat stress. British Journal of Poultry Science, 36(2): 303-312.
23. SAS Institute, 1991. SAS User's Guide: Statistics, Version 5. Cary, NO.
24. Si, J., C.A. Fritts, P.W. Waldroup and D.J. Burnham. 2004. Extent to which crude protein may be reduced in corn-soybean meal broiler diets through amino acid supplementation. International Journal of Poultry Science, 3(1): 46-50.
25. Yousefi, S., M. Rezaei and Z. Ansari Pirsaraii. 2013. Effect of density of protein and time of pre-starter feeding on performance, digestive system development, body composition, carcass characteristics and some blood parameters in broiler chicks. Research on Animal Production, 4(8): 12-23 (In Persian).
26. Zhang, S. 2016. Physiological and biochemical aspects of methionine isomers and precursors in broilers. PhD dissertation. Blacksburg, VA.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.29252/rap.8.18.1]

The Effect of Crude Protein, Methionine and Betaine Levels on Performance and Carcass Characteristics of Broiler Chickens

Ahmad Hassanabadi[1], Hadi Moradi Porshokoh[2] and Hosna Hajati[3]

1- Professor, Department of Animal Science, Ferdowsi University of Mashhad
(Corresponding author: hassanabadi@um.ac.ir)
2- Graduated M.Sc. Student, Department of Animal Science, University of Zanjan
3- Graduated PhD Student, Department of Animal Science, Ferdowsi University of Mashhad
Received: November 15, 2014 Accepted: April 26, 2017

Abstract

This experiment was conducted to evaluate the effects of dietary levels of crude protein, methionine and betaine on performance and carcass characteristics of broiler chickens. A total of 640 one-day-old broiler chicks from Ross 308 strain were used. Each pen (1.5 ×1.5m) was assumed as experimental unit and was included 20 male and female chicks. The experiment was conducted based on completely randomized design as a 2×2×2 factorial arrangement. The chicks were reared on the basis of regular brooding procedures until 7 days of age and then were fed with diets containing 2 levels of crude protein (high and medium), 2 levels of methionine (high and medium) and 2 levels of betaine (0 and 0.08%) from 7 to 42 days of age. All experimental diets were prepared isocaloric. Average daily feed intake, average daily weight gain and feed conversion ratio was measured weekly. At day 42 of age, one male bird from each pen was selected and slaughtered for carcass analysis. Results of this experiment showed that none of treatments had a significant effect on feed intake in 7 to 42 days of age ($P> 0.05$). Betaine fed groups showed more daily feed consumption in compare to other groups but this effect was only significant during 14-21 days of age ($P< 0.05$). Higher level of crude protein and 0.08% betaine significantly improved body weight of the birds ($P< 0.05$). Birds fed diets containing betaine and high level of crude protein had higher daily weight gain than other groups. The main effects of crude protein, methionine and betaine had no significant effect on performance characteristics of broiler chickens. The abdominal fat pad of broilers fed with treatment 3 (high protein, high methionine, no betaine) was lower than other treatments. In general, according to the result of this study some part of methionine can be replaced by betaine in broilers diet.

Keywords: Betaine, Broiler, Crude protein, Methionine, Performance

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.29252/rap.8.18.1]