

تأثیر استفاده از مکمل ال - کارنیتین در جیره‌های حاوی سطوح پایین پروتئین بر عملکرد و خصوصیات لاشه جوجه‌های گوشتی

الهام داری آرانی^{۱*}، محمود شیوازاد^۲، مجتبی زاغری^۳ و نبونید فامیل نمرود^۴
۱، ۲، ۳، ۴، دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد، دانشیار و دانشجوی دکتری
پرديس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
(تاریخ دریافت: ۸۸/۷/۲۷ - تاریخ تصویب: ۸۹/۳/۱۹)

چکیده

این آزمایش به منظور بررسی تأثیر استفاده از مکمل ال-کارنیتین بر عملکرد و خصوصیات لاشه جوجه‌های مصرف‌کننده جیره‌های حاوی سطوح پایین پروتئین و در عین حال تأمین کامل نیاز اسیدهای آمینه ضروری انجام شد. همچنین اثر کاهش سطح پروتئین جیره بر غلظت الکترولیت‌های موجود در پلاسما مورد بررسی قرار گرفت. این آزمایش در قالب طرح فاکتوریل و به صورت کاملاً تصادفی و با استفاده از ۱۴۴ قطعه جوجه خروس سویه راس ۳۰۸ انجام شد. در این آزمایش سه سطح پروتئین خام (۲۱، ۱۹/۵ و ۱۸ درصد) و دو سطح ال-کارنیتین (۰ و ۵۰ میلی‌گرم در کیلو گرم جیره) در دوره رشد (۱۰ تا ۲۸ روزگی) استفاده شد. صفات وزن نهایی بدن، ضریب تبدیل غذایی و مصرف خوراک در دو دوره ۱۹-۱۰ روزگی و ۲۸-۱۰ روزگی و خصوصیات لاشه در این آزمایش مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. همچنین غلظت الکترولیت‌های موجود در پلاسما شامل سدیم، پتاسیم و کلر مورد مطالعه قرار گرفت. بر اساس نتایج به دست آمده در این آزمایش، کاهش سطح پروتئین خام جیره تا سطح ۱۸ درصد با توجه به تأمین کامل نیاز اسیدهای آمینه ضروری تأثیری بر عملکرد پرندۀ نداشت اما میزان چربی لاشه و چربی محوطه شکمی به شکل معنی‌داری با کاهش سطح پروتئین جیره افزایش یافت ($p < 0/05$). استفاده از مکمل ال-کارنیتین در جیره‌ها تأثیری بر وزن بدن، مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی نداشت اما چربی موجود در ماهیچه ران، لاشه کامل پرندۀ و چربی محوطه شکمی را به شکل معنی‌داری کاهش داد ($p < 0/05$). همچنین کاهش سطح پروتئین جیره با توجه به تأمین نیاز اسیدهای آمینه ضروری، غلظت الکترولیت‌های موجود در پلاسما را به شکل معنی‌داری افزایش داد ($p < 0/05$).

واژه‌های کلیدی: پروتئین خام جیره، ال - کارنیتین، تعادل الکترولیتی جیره، اسیدهای آمینه، جوجه گوشتی.

مقدمه

مهم‌ترین مسائل و مشکلات غذایی جهان امروز، به ویژه در کشورهای جهان سوم است. صنعت پرورش طیور

کمبود غذا و به ویژه کمبود پروتئین حیوانی یکی از

برای پروتئین خام در نظر گرفته شود. سطح حداقل برای حفظ بازده جوجه های گوشتی تا سن ۲۴ روزگی ۱۹ درصد می باشد (Yamazaki et al., 2006; Namroud et al., 2008). در واقع کاهش سطح پروتئین جیره از ۲۱ به ۱۹ درصد با استفاده از اسیدهای آمینه مصنوعی بدون اینکه تأثیری بر عملکرد داشته باشد باعث کاهش دفع نیتروژن به میزان ۱۵ درصد می شود. اما استفاده از جیره های حاوی سطوح پایین پروتئین علاوه بر تأثیرات آن بر عملکرد، ترکیب لاشه و چربی موجود در آن را نیز تحت تأثیر قرار می دهد. در واقع در تمامی مطالعات انجام شده در این زمینه یک نتیجه گیری ثابت وجود دارد و آن افزایش چربی لاشه همزمان با کاهش سطح پروتئین جیره است.

با توجه به اینکه اصلی ترین نقش ال- کارنیتین در بدن، انتقال اسیدهای چرب بلند زنجیر از سیتوزول به میتوکندری به منظور بتا اکسیداسیون اسیدهای چرب می باشد، لذا افزودن ال- کارنیتین منجر به بهره گیری مؤثرتر از اسیدهای چرب موجود در جیره جهت سوخت و ساز و تولید انرژی می شود. در نتیجه اسیدهای چرب نمی توانند به شکل تری گلیسیرید در بافت چربی تجمع پیدا کنند که منجر به کاهش ذخیره چربی در بدن خواهد شد (Rabie & Szilagyi, 1998). بنابراین بررسی اثر ال- کارنیتین بر چربی لاشه طیور مصرف کننده جیره های حاوی پروتئین پایین و دارای مکمل اسیدهای آمینه ضروری جالب توجه می باشد. بر این اساس در این تحقیق اهداف زیر مدنظر قرار گرفت:

بررسی حداقل سطح پروتئین خام که می تواند حداکثر رشد و بازدهی جوجه های راس را در دوره رشد (۱۰ تا ۲۸ روزگی) تضمین نماید. بررسی اثرات افزودن مکمل ال- کارنیتین به جیره های حاوی پروتئین پایین بر عملکرد و خصوصیات لاشه. بررسی تغییرات الکترولیتی خون در جهت تشخیص علت احتمالی کاهش بازدهی رشد در اثر کاهش پروتئین خام جیره با حفظ سطح توصیه شده اسیدهای آمینه ضروری جیره.

مواد و روش ها

آزمایش در سالن پرورش واقع در گروه علوم دامی

یکی از موثرترین مکانیسم های تولید پروتئین حیوانی در جهان می باشد. به همین جهت این دسته از تولیدات دامی در طی سال های اخیر توسعه بسیار زیادی داشته است. با توسعه صنعت پرورش طیور مشکل نیتروژن دفعی از طریق فضولات طیور و آلودگی ناشی از آن، تبدیل به یکی از بزرگ ترین مشکلات کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه شده است (Aletor et al., 2000).

در همین راستا تلاش های زیادی در جهت کاهش دفع نیتروژن انجام شده است. از بین تکنیک های متعدد تغذیه ای ارائه شده برای کاهش دفع نیتروژن، استفاده از جیره های حاوی پروتئین پایین و دارای مکمل اسیدهای آمینه ضروری از مناسب ترین و مؤثرترین روش ها می باشد (Fergouson et al., 1998). استفاده از جیره های حاوی پروتئین پایین و دارای مکمل اسیدهای آمینه مصنوعی، در کنار مزایای زیست محیطی آن، باعث صرفه جویی اقتصادی نیز می شود. در واحدهای پرورش طیور بخش اعظم هزینه ها مربوط به هزینه های خوراک است که حدوداً ۷۵ درصد هزینه ها را به خود اختصاص می دهد. پروتئین و انرژی مهم ترین مواد مغذی موجود در جیره هستند و تقریباً ۸۵ درصد از هزینه کل جیره را به خود اختصاص می دهند (Wijtten et al., 2004). با توجه به مسئله الحاق ایران به سازمان تجارت جهانی که باید بستر مناسب برای رقابت با سایر کشورها فراهم شود، توجه به قیمت تمام شده محصول بیشتر شده است. بنابراین کاهش سطح پروتئین جیره از طریق استفاده از اسیدهای آمینه مصنوعی موجب ارزان تر شدن قیمت جیره و همچنین کاهش آلودگی های زیست محیطی می گردد (Firman & Boling, 1998).

نکته حائز اهمیتی که در این زمینه وجود دارد این است که تا چه حد می توان سطح پروتئین خام جیره را بدون اینکه تأثیری بر عملکرد پرده داشته باشد، کاهش داد. بر اساس اغلب تحقیقات صورت گرفته در این زمینه، به هیچ وجه در سطوح بسیار پایین پروتئین خام، حتی در صورت غنی سازی جیره با اسیدهای آمینه کریستاله، سطح مطلوب عملکرد در دوره آغازین و رشد قابل دسترسی نخواهد بود (Bregendhal et al., 2002; Jiang et al., 2005). بر این اساس در جیره نویسی بر اساس تعادل اسیدهای آمینه باید همواره سطح حداقلی

تمام جیره‌های استفاده شده برای تیمارهای مختلف از نظر انرژی قابل متابولیسم و درصد کلسیم، فسفر قابل دسترس، سدیم و همچنین تعادل الکترولیتی کاملاً مشابه یکدیگر و مطابق کاتالوگ بودند. درصد کلر موجود در مواد خوراکی به منظور محاسبه تعادل الکترولیتی و مقدار سایر عناصر متعادل شده در جیره به غیر از مواردی که اندازه‌گیری صورت گرفت از جداول Feedstuffs 2006 استخراج شده است.

جدول ۱- درصد اقلام خوراکی جیره‌های آزمایشی

اجزای جیره (%)	تیمارها		
	۱	۲	۳
ذرت زرد	۵۴/۵	۵۸/۶۹	۶۲/۶۷
کنجاله سویا	۳۶/۳۹	۳۲/۴	۲۸/۴۶
روغن سویا	۴/۹۸	۴/۳۷	۳/۸۴
دی کلسیم فسفات	۱/۷۵	۱/۷۸	۱/۸
سنگ آهک	۱/۱	۱/۱۱	۱/۱۲
نمک کلرید سدیم	۰/۳۴	۰/۳۴	۰/۳۵
سولفات پتاسیم	۰/۱۸	۰/۳۴	۰/۴۹
مکمل ویتامین الف	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل مواد معدنی ^ب	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
دی ال متیونین	۰/۲۱	۰/۲۵	۰/۲۸
ال لایزین هیدروکلراید	۰/۰۳	۰/۱۶	۰/۲۸
ال ترئونین	۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۱۱
ال آرژنین	.	.	۰/۱
ال تریپتوفان	.	.	۰/۰۱
کل	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

میزان مصرف خوراک، وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک در انتهای روز نوزدهم و پایان دوره رشد (۲۸ روزگی) اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری میزان الکترولیت‌های پلاسما، خون‌گیری در روز پانزدهم و بیست و هشتم دوره پرورش انجام شد. از هر تکرار یک نمونه خون به میزان تقریبی ۱ میلی‌لیتر از ورید بازویی گرفته شد. هر نمونه گرفته شده به سرعت در داخل لوله آزمایشگاهی استریل هپارینه ونوجکت تخلیه شد. پس از پایان خون‌گیری، نمونه‌ها به سرعت به آزمایشگاه انتقال داده شدند و توسط دستگاه سانتریفیوژ مجهز به سردکننده، در دمای ۱ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۱۰ دقیقه عمل جداسازی پلاسما صورت گرفت. بلافاصله پلاسمای جدا شده توسط پیپت‌های پاستور یک بار مصرف به

دانشکده علوم زراعی دامی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران انجام شد. به منظور مطالعه اثرات سطح پروتئین خام بدون تغییر میزان اسیدهای آمینه ضروری جیره و همچنین استفاده از مکمل ال - کارنیتین در جیره، آزمایش در قالب طرح فاکتوریل کاملاً تصادفی به صورت متعادل با شش تیمار در چهار تکرار و ۲۴ واحد آزمایشی که در هر واحد شش قطعه جوجه خروس راس ده روزه قرار داشت، انجام شد. بنابراین در مجموع $6 \times 4 \times 6 = 144$ جوجه استفاده گردید. شش تیمار آزمایشی شامل سه سطح پروتئین (۲۱، ۱۹/۵ و ۱۸ درصد) و دو سطح (۰ و ۵۰ میلی گرم در کیلوگرم) ال - کارنیتین بود. جهت یکسان سازی وزن جوجه‌های گوشتی مورد استفاده در مرحله اصلی آزمایش، یک دوره ده روزه پیش از آزمایش از سن یک تا ده روزگی در نظر گرفته شد و در این دوره تغذیه با جیره متداول آغازین انجام شد. پس از ده روز نگهداری و پرورش جوجه‌ها، جهت آغاز دوره اصلی آزمایش، توزین جوجه‌ها و تقسیم بندی بین تکرارهای آزمایشی صورت گرفت.

میزان مواد مغذی اقلام خوراکی مورد استفاده بر اساس روش‌های AOAC (1998) و در آزمایشگاه گروه علوم دامی تعیین گردید. ذرت و سویا از نظر درصد ماده خشک به روش استفاده از آون، پروتئین خام به روش کدال، چربی خام، خاکستر و یاف خام مورد آزمایش قرار گرفتند. در مورد تمام مواد خوراکی به جز مکمل اسیدهای آمینه، مکمل ویتامینی و مکمل مواد معدنی که اطلاعات مربوط به مواد تشکیل‌دهنده آنها کاملاً مشخص است، آزمایشات مربوط به تعیین درصد مواد معدنی شامل کلسیم، فسفر، سدیم و پتاسیم توسط دستگاه جذب اتمی بر روی مواد خوراکی انجام گرفت.

پس از تجزیه تقریبی مواد خوراکی مورد استفاده، جیره‌ها مطابق جدول ۱ تهیه گردیدند. سطح مواد مغذی جیره‌ها بر اساس جدیدترین راهنمای پرورش جوجه‌های گوشتی سویه راس ۳۰۸ تنظیم شد و اسیدهای آمینه ضروری جیره بر اساس قابلیت هضم ایلنومی استاندارد شده متعادل شدند. برای این منظور از مقادیر قابلیت هضم استاندارد شده ایلنومی اسیدهای آمینه اقلام خوراکی متداول در تغذیه طیور استفاده شد (Lemme et al., 2004).

میکروتیوب‌های دردار ۵ میلی‌لیتری انتقال و در دمای ۲۰- منجمد گردید. غلظت سدیم و پتاسیم پلازما با روش ISE تعیین گردید و میزان کلر موجود در پلازما با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر اندازه‌گیری شد.

جدول ۲- ترکیب مواد مغذی جیره‌ها در سطوح متفاوت پروتئین خام. مقادیر استفاده شده برای اسیدهای آمینه ضروری بر اساس قابلیت هضم ایلئومی استاندارد شده می‌باشد.

تیمارها			مواد مغذی
۳	۲	۱	
۳۱۷۵	۳۱۷۵	۳۱۷۵	انرژی قابل متابولیسم ظاهری (kcal/kg)
۱۸	۱۹/۵	۲۱	پروتئین خام (%)
۰/۹	۰/۹	۰/۹	کلسیم (%)
۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵	فسفر در دسترس (%)
۲۵۰	۲۵۰	۲۵۰	تعادل الکترولیتی (meq/kg)
۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	سدیم (%)
۰/۲۹	۰/۲۷	۰/۲۴	کلر (%)
۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	پتاسیم (%)
اسیدهای آمینه بر اساس قابلیت هضم ایلئومی استاندارد			
۱/۰۹	۱/۰۹	۱/۰۹	لایزین (%)
۰/۵۴	۰/۵۳	۰/۵۱	متیونین (%)
۰/۸۱	۰/۸۱	۰/۸۱	متیونین + سیستین
۱/۲۳	۱/۲۴	۱/۳۵	آرژنین (%)
۰/۷۱	۰/۷۱	۰/۷۱	ترئونین (%)
۱/۵۱	۱/۶۱	۰/۷۱	لوسین (%)
۰/۷۹	۰/۸۷	۰/۹۴	ایزولوسین (%)
۰/۸۰	۰/۸۷	۰/۹۴	والین (%)
۰/۴۹	۰/۵۲	۰/۵۶	هیستیدین (%)
۰/۸۱	۰/۸۷	۰/۹۴	فنیل آلانین (%)
۰/۱۹	۰/۲۰	۰/۲۲	تریپتوفان (%)

الف: تأمین‌کننده در هر صد کیلوگرم خوراک: ویتامین A ۷۷۱۴ واحد بین‌المللی (استات)، کوله کلسیفرول ۲۲۰۴ واحد بین‌المللی، ویتامین E (از استات توکوفرل) ۱۶/۵۳ واحد بین‌المللی، ویتامین B₁₂ ۰/۰۱۳ میلی گرم، ریوفلاوین ۶/۶ میلی گرم، نیاسین ۳۹ میلی گرم، پانتوتنیک اسید ۱۰ میلی گرم، کولین ۴۶۵ میلی گرم، اسید فولیک ۰/۹ میلی گرم، تیامین (از تیامین مونو نیترات) ۱/۵۴ میلی گرم، پیریدوکسین (از پیریدوکسین هیدروکلراید) ۲/۷۶ میلی گرم، D-بیوتین ۰/۰۶۶ میلی گرم.

ب: تأمین‌کننده در هر صد کیلوگرم خوراک: Mn(MnSO₄.H₂O) ۱۰۰ میلی گرم، Zn (ZnSO₄.7H₂O) ۱۰۰ میلی گرم، Fe (FeSO₄.7H₂O) ۵۰ میلی گرم، Cu (CuSO₄.5H₂O) ۱۰ میلی گرم، I (Ca(IO₃).H₂O) یک میلی گرم.

کشتار و سپس در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد منجمد گردید. در زمان انجام آزمایش لاشه‌ها به روش بیکر و سل (Bregendahl et al., 2002; Baker & Sell, 1994) هموزینه و سپس نمونه‌هایی از آن‌ها تهیه گردید. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها در قالب یک آزمایش فاکتوریل با استفاده از نرم‌افزار SAS و رویه GLM انجام شد. جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (SAS, 1998) استفاده گردید.

در پایان آزمایش (روز ۲۸) از هر واحد آزمایشی دو قطعه جوجه گوشتی با وزن نزدیک به میانگین انتخاب و کشتار شدند. قسمتی از بافت‌های داخلی بدن شامل قلب، کبد، گوشت سینه و ران و چربی محوطه شکمی جدا و توزین شدند. میزان پروتئین و چربی در ماهیچه سینه، ران و لاشه کامل پرنده اندازه‌گیری شد. به منظور تعیین درصد پروتئین و چربی لاشه، از هر تکرار یک قطعه جوجه در سن ۲۸ روزگی به روش قطع نخاعی

نتایج و بحث

است؛ بنابراین می‌توان ادعا کرد که تحت این شرایط، کاهش سطح پروتئین جیره تا سطح ۱۸ درصد در دوره رشد، بدون اینکه تأثیری بر عملکرد پرنده داشته باشد، امکان‌پذیر است.

بر اساس جدول ۳ و ۴ استفاده از ال - کارنیتین در جیره، تأثیر معنی داری بر ضریب تبدیل خوراک، میزان خوراک مصرفی و وزن بدن جوجه‌ها در دو دوره زمانی ۱۰ تا ۱۹ روزگی و ۱۰ تا ۲۸ روزگی نداشت. Xu et al. (2003) گزارش کردند که سطوح ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌گرم ال - کارنیتین در هر کیلوگرم از جیره‌های آغازین، رشد و پایانی تأثیر معنی‌داری بر ضریب تبدیل غذایی، خوراک مصرفی و وزن بدن ندارد. Barker & Sell (1994) نیز تأثیر افزودن سطوح ۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم ال - کارنیتین در هر کیلوگرم از جیره‌هایی که از نظر میزان چربی متفاوت بودند را بر عملکرد جوجه‌های گوشتی مورد بررسی قرار دادند و هیچ اثر معنی‌داری از ال - کارنیتین بر ضریب تبدیل غذایی در سن ۱ تا ۴۵ روزگی مشاهده نکردند. در تحقیقات دیگر نیز چنین نتایجی مشاهده گردید (Leibetseder, 1995; Buyse et al., 2001; Lein & Horng, 2001; Xu et al., 2003).

نتایج صفات مربوط به عملکرد ظاهری شامل ضریب تبدیل غذایی، مصرف خوراک و وزن نهایی بدن در جداول ۳ و ۴ ارائه شده است. بر اساس این مطالعه، کاهش سطح پروتئین جیره تا ۱۸ درصد در دوره رشد تأثیر معنی داری بر ضریب تبدیل غذایی، میزان خوراک مصرفی و وزن بدن جوجه‌ها در دوره‌های زمانی ۱۰ تا ۱۹ روزگی و ۱۰ تا ۲۸ روزگی نداشت است ($p < 0.05$). بر اساس تحقیقات انجام شده، در زمان جیره‌نویسی بر اساس تعادل اسیدهای آمینه باید سطح حداقلی برای پروتئین خام در نظر گرفته شود. سطح حداقل برای حفظ بازده مطلوب جوجه‌های گوشتی تا سن ۲۴ روزگی، ۱۹ درصد اعلام شده است. اما با توجه به اینکه در تمامی این مطالعات از نیاز اسیدهای آمینه ضروری براساس جدول NRC 1994 استفاده شده است و در این تحقیق از سطوح بالاتر نیاز اسیدهای آمینه ضروری (پیشنهاد شرکت تولیدکننده جوجه گوشتی راس) در تنظیم جیره‌ها استفاده شد و همچنین برای متعادل نمودن اسیدهای آمینه جیره به جای مقادیر کل که در اغلب مطالعات گذشته مورد استفاده قرار می‌گرفت از مقادیر قابلیت هضم ایلنومی استاندارد شده استفاده شده

جدول ۳- تأثیر سطوح مختلف مکمل ال - کارنیتین و پروتئین خام بر میزان ضریب تبدیل غذایی، وزن نهایی و مصرف خوراک در دوره ۱۰ تا ۱۹ روزگی

خوراک مصرفی گرم/پرنده	افزایش وزن گرم/ پرنده	ضریب تبدیل خوراک/ افزایش وزن	تیمار	
			ال - کارنیتین	پروتئین
۵۸۳	۴۵۶	۱/۲۷	۰	۲۱
۵۸۶	۴۴۸	۱/۳۰	۵۰	۲۱
۵۸۰	۴۴۴	۱/۳۱	۰	۱۹/۵
۵۸۱	۴۳۳	۱/۳۴	۵۰	۱۹/۵
۵۹۳	۴۴۹	۱/۳۱	۰	۱۸
۶۱۶	۴۵۹	۱/۳۵	۵۰	۱۸
۲۳	۱۰	۰/۰۳		SEM
NS	NS	NS		احتمال <P
سطوح پروتئین (%)				
۵۸۵	۴۵۲	۱/۲۹		۲۱
۵۸۱	۴۳۹	۱/۳۲		۱۹/۵
۶۰۴	۴۵۲	۱/۳۳		۱۸
۱۶	۱۲/۹۱	۰/۰۲		SEM
NS	NS	NS		احتمال <P
سطوح ال - کارنیتین (mg/kg)				
۵۸۵	۴۴۹	۱/۳۰		۰
۵۷۲	۴۴۵	۱/۳۳		۵۰
۱۳	۱۸	۰/۰۱		SEM
NS	NS	NS		احتمال <P

جدول ۴- تاثیر سطوح مختلف مکمل ال- کارنیتین و پروتئین خام بر میزان ضریب تبدیل غذایی، وزن نهایی و مصرف خوراک در دوره ۱۰ تا ۲۸ روزگی

خوراک مصرفی گرم/ پرنده	افزایش وزن گرم/ پرنده	ضریب تبدیل خوراک/ افزایش وزن	تیمار	
			ال- کارنیتین	پروتئین
۱۵۸۵	۱۰۳۴	۱/۵۵	۰	۲۱
۱۶۱۴	۱۰۳۹	۱/۵۵	۵۰	۲۱
۱۶۱۴	۱۰۷۰	۱/۵۱	۰	۱۹/۵
۱۵۹۱	۱۰۳۷	۱/۵۶	۵۰	۱۹/۵
۱۵۸۲	۱۰۰۵	۱/۵۷	۰	۱۸
۱۶۷۴	۱۰۷۰	۱/۵۶	۵۰	۱۸
۳۶	۱۲	۰/۰۲	SEM	
NS	NS	NS	احتمال P <	
سطوح پروتئین (/)				
۱۵۹۹	۱۰۳۷	۱/۵۵	۰	۲۱
۱۶۱۵	۱۰۵۳	۱/۵۳	۵۰	۱۹/۵
۱۶۲۸	۱۰۳۸	۱/۵۶	۰	۱۸
۲۵	۱۴	۰/۰۱	SEM	
NS	NS	NS	احتمال P <	
سطوح ال- کارنیتین (mg/kg)				
۱۵۹۳	۱۰۳۶	۱/۵۴	۰	۰
۱۶۲۶	۱۰۴۸	۱/۵۶	۵۰	۵۰
۲۱	۸/۸	۰/۰۱	SEM	
NS	NS	NS	احتمال P <	

شکمی در جوجه‌های گوشتی را گزارش کردند (Lettner et al., 1992; Rabie & Szilagyi, 1998; Buyse et al., 2001; Xu et al., 2003). بر اساس تحقیقات انجام شده ال- کارنیتین از طریق کاهش فعالیت آنزیم‌های مؤثر در سنتز اسیدهای چرب باعث کاهش چربی محوطه شکمی می‌گردد. این آنزیم‌ها شامل گلوکز - ۶ - فسفات دهیدروژناز، مالیک دهیدروژناز و ایزوسیترات دهیدروژناز می‌باشند (Xu et al, 2003). با کاهش فعالیت این آنزیم‌ها در سلول‌های بافت چربی زیر جلدی، از میزان سنتز اسیدهای چرب کاسته شده و در نتیجه از میزان ذخیره چربی نیز کاسته می‌شود.

ماده خشک، چربی و پروتئین موجود در ماهیچه سینه، ماهیچه ران و لاشه کامل پرنده، از دیگر صفات مورد مطالعه بودند که در این میان تنها تفاوت معنی‌دار بین تیمارها، در مورد چربی مشاهده گردید (جدول ۶، ۷ و ۸). همچون نتایج مربوط به چربی محوطه شکمی، با کاهش سطح پروتئین خام جیره، میزان چربی موجود در ماهیچه سینه، ران و لاشه کامل پرنده به شکل

تأثیر سطح پروتئین خام با حفظ پروفیل توصیه شده اسیدهای آمینه ضروری بر درصد وزن قلب و کبد، درصد وزن ران‌ها و سینه از کل بدن، در هیچیک از تیمارها معنی‌دار نبود اما چربی محوطه شکمی به شکل معنی‌داری تحت تأثیر پروتئین خام جیره قرار گرفت (جدول ۵) که با نتایج سایر تحقیقات مطابقت دارد (Namroud et al., 2000; Yamazaki, 2006; Aletor et al., 2008). احتمالاً علت افزایش میزان چربی محوطه شکمی در اثر کاهش سطح پروتئین خام جیره این است که با کاهش سطح پروتئین جیره از میزان اسیدهای آمینه مازاد موجود در جیره کاسته می‌شود و در نتیجه انرژی کمتری برای دفع آن‌ها به شکل اسید اوریک مصرف خواهد شد که منجر به افزایش ذخیره چربی در محوطه شکمی می‌گردد.

در مورد میزان چربی محوطه شکمی، استفاده از مکمل ال- کارنیتین در جیره به شکل معنی‌داری میزان آن را کاهش داد (جدول ۵). تحقیقات دیگری اثر استفاده از مکمل ال- کارنیتین بر کاهش چربی محوطه

جدول ۵- تاثیر سطوح مختلف مکمل ال- کارنیتین و پروتئین خام بر درصد اجزای لاشه

چربی محوطه شکمی (%)	ران (%)	سینه (%)	کبد (%)	قلب (%)	تیمار	
					ال- کارنیتین	پروتئین
۱/۹۳ ^{ab}	۱۹/۴۸	۲۱/۶۷	۲/۱۸	۰/۵۴	۰	۲۱
۱/۶۹ ^b	۱۹/۹۴	۲۲/۷۵	۲/۲۰	۰/۵۶	۵۰	۲۱
۱/۹ ^{ab}	۱۹/۸۴	۲۱/۰۸	۲/۱۱	۰/۵۵	۰	۱۹/۵
۱/۸۳ ^{ab}	۱۸/۸۶	۲۱/۰۲	۲/۱۲	۰/۵۸	۵۰	۱۹/۵
۲/۰۵ ^a	۱۹/۳۸	۲۰/۶۶	۲/۱۳	۰/۵۲	۰	۱۸
۱/۸ ^{ab}	۱۸/۷	۲۰/۷۶	۱/۹۷	۰/۵۵	۵۰	۱۸
۰/۰۴	۰/۵۸	۰/۷۲	۰/۰۹	۰/۰۲		SEM
۰/۰۵	NS	NS	NS	NS		P< احتمال
سطوح پروتئین (%)						
۱/۸۱ ^b	۱۹/۷۱	۲۲/۲۱	۲/۱	۰/۵۵		۲۱
۱/۸۶ ^{ab}	۱۹/۳۶	۲۱/۰۵	۲/۱	۰/۵۶		۱۹/۵
۱/۹۳ ^a	۱۹/۰۵	۲۰/۷۱	۲/۱	۰/۵۴		۱۸
۰/۰۳	۰/۴۱	۰/۵۱	۰/۰۶	۰/۰۱		SEM
۰/۰۵	NS	NS	NS	NS		P< احتمال
سطوح ال- کارنیتین (mg/kg)						
۱/۹۳ ^a	۱۹/۵۷	۲۱/۱۳	۲/۱	۰/۵۴		۰
۱/۷۹ ^b	۱۹/۱۷	۲۱/۵۱	۲/۱	۰/۵۶		۵۰
۰/۰۲	۰/۳۳	۰/۴۱	۰/۰۵	۰/۰۱		SEM
۰/۰۵	NS	NS	NS	NS		P< احتمال

جدول ۶- تاثیر سطوح مختلف مکمل ال- کارنیتین و پروتئین خام بر بردرصد پروتئین،

چربی و ماده خشک ماهیچه ران

پروتئین ران (%)	چربی ران (%)	ماده خشک ران (%)	تیمار	
			ال- کارنیتین	پروتئین
۲۰/۴۴	۶/۴۵ ^{ab}	۷۳/۳۹	۰	۲۱
۲۰/۲۲	۵/۵۱ ^b	۷۳/۷۸	۵۰	۲۱
۲۰/۲۳	۶/۹۲ ^{ab}	۷۲/۷۵	۰	۱۹/۵
۱۹/۰۸	۵/۸۲ ^b	۷۳/۹۹	۵۰	۱۹/۵
۱۹/۷۰	۷/۷۱ ^a	۷۲/۷۱	۰	۱۸
۲۰/۱۳	۶/۶۹ ^{ab}	۷۳/۲۱	۵۰	۱۸
۰/۰۴	۰/۵	۰/۵		SEM
NS	۰/۰۵	NS		P< احتمال
سطوح پروتئین (%)				
۲۰/۳۳	۵/۹۸ ^b	۷۳/۵۹		۲۱
۱۹/۶۶	۶/۳۷ ^{ab}	۷۳/۳۷		۱۹/۵
۱۹/۹۱	۷/۲۱ ^a	۷۲/۹۶		۱۸
۰/۲۸	۰/۳۵	۰/۳۵		SEM
NS	۰/۰۵	NS		P< احتمال
سطوح ال- کارنیتین (mg/kg)				
۲۰/۱۲	۷/۰۳ ^a	۷۲/۹۵		۰
۱۹/۸۱	۶/۰۱ ^b	۷۳/۶۶		۵۰
۰/۲۳	۰/۲۹	۰/۲۸		SEM
NS	۰/۰۵	NS		P< احتمال

جدول ۷- تاثیر سطوح مختلف مکمل ال- کارنیتین و پروتئین خام بر درصد پروتئین، چربی و ماده خشک ماهیچه سینه

پروتئین سینه (%)	چربی سینه (%)	ماده خشک سینه (%)	تیمار	
			ال- کارنیتین	پروتئین
۲۳/۷۶	۱/۲۴ ^b	۷۴/۶۸	.	۲۱
۲۳/۸۳	۱/۳۲ ^b	۷۴/۴۷	۵۰	۲۱
۲۳/۸۹	۱/۳۵ ^b	۷۴/۲۹	.	۱۹/۵
۲۳/۳۵	۱/۵۶ ^{ab}	۷۴/۵۳	۵۰	۱۹/۵
۲۳/۷۵	۱/۸۱ ^{ab}	۷۴/۱۳	.	۱۸
۲۳/۴۱	۲/۱۸ ^a	۷۴/۳۲	۵۰	۱۸
-/۲۴	-/۲۴	-/۲۸		SEM
NS	-/۰.۵	NS		P< احتمال
سطوح پروتئین (%)				
۲۳/۸	۱/۲۸ ^b	۷۴/۶		۲۱
۲۳/۶۲	۱/۴۶ ^b	۷۴/۴		۱۹/۵
۲۳/۵۸	۱/۹۹ ^a	۷۴/۲		۱۸
-/۱۷	-/۱۷	-/۱۹		SEM
NS	-/۰.۵	NS		P< احتمال
سطوح ال- کارنیتین (mg/kg)				
۲۳/۸	۱/۴۷	۷۴/۳۷		.
۲۳/۵۴	۱/۶۸	۷۴/۴۷		۵۰
-/۱۴	-/۱۴	-/۱۶		SEM
NS	NS	NS		P< احتمال

جدول ۸- تاثیر سطوح مختلف مکمل ال- کارنیتین و پروتئین خام بر درصد پروتئین، چربی و ماده خشک لاشه کامل

پروتئین لاشه (%)	چربی لاشه (%)	ماده خشک لاشه (%)	تیمار	
			ال- کارنیتین	پروتئین
۱۶/۲۷	^b ۹/۱۹	۳۴/۶۲	.	۲۱
۱۶/۱۵	^b ۹/۱۸	۳۴/۵۲	۵۰	۲۱
۱۶/۱۴	^b ۹/۵۵	۳۵/۲۵	.	۱۹/۵
۱۶/۵۶	^b ۹/۳۳	۳۴/۴۵	۵۰	۱۹/۵
۱۵/۷۱	^a ۱۰/۳۸	۳۴/۷	.	۱۸
۱۵/۵۷	^b ۹/۲۹	۳۴/۰.۵	۵۰	۱۸
-/۷	-/۲۴	-/۵		SEM
NS	-/۰.۵	NS		P< احتمال
سطوح پروتئین (%)				
۱۶/۲۱	^a ۹/۱۸	۳۴/۵۷		۲۱
۱۶/۳۳	^{ab} ۹/۴۴	۳۴/۸۵		۱۹/۵
۱۵/۶۴	^a ۹/۸۴	۳۵/۳۷		۱۸
-/۴۹	-/۱۷	-/۳۶		SEM
NS	-/۰.۵	NS		P< احتمال
سطوح ال- کارنیتین (mg/kg)				
۱۶/۰.۳	^a ۹/۷۱	۳۴/۸		.
۱۶/۰.۹	^b ۹/۲۶	۳۵		۵۰
-/۴	-/۱۴	-/۳۱		SEM
NS	-/۰.۵	NS		P< احتمال

(Fergousen et al., 1998; al., 2008). از آنجا که دفع بخش قابل توجهی از یون‌های سدیم و پتاسیم از طریق اتصال به اسید اوریک با بار منفی انجام می‌شود و سپس وارد ادرار می‌شود، بنابراین در شرایطی که تولید اسید اوریک کاهش پیدا کند میزان دفع دو الکترولیت فوق نیز کاهش می‌یابد و با نوعی تجمع آن‌ها در بدن روبرو می‌شویم. لذا پیشنهاد می‌شود در جیره‌های با سطوح پایین پروتئین خام، سطح تعادل الکترولیتی جیره نیز باید کاهش یابد. مصداق کامل این فرضیه در تحقیق انجام شده توسط Namroud et al. (2008) و نتایج به دست آمده در این تحقیق نمود پیدا می‌کند. به این صورت که در تحقیق حاضر سطح تعادل الکترولیتی جیره پایین‌تر از مطالعه انجام شده توسط Namroud et al. (2008) بوده است و طبق مطالبی که ذکر شد احتمال بسیار قوی وجود دارد که عدم کاهش عملکرد مشاهده شده در تحقیق حاضر بر خلاف کاهش عملکرد مشاهده شده بر اثر کاهش سطح پروتئین در مطالعه Namroud et al. (2008) مربوط به کاهش سطح تعادل الکترولیتی در جیره‌های استفاده شده در تحقیق حاضر باشد.

جدول ۹- تأثیر سطح پروتئین جیره با حفظ پروفیل اسیدهای آمینه ضروری بر غلظت الکترولیت‌های پلاسما در سن ۱۵ و ۲۸ روزگی

کلر mEq/L	پتاسیم mEq/L	سدیم mEq/L	سطح پروتئین خام (%)
۱۵ روزگی			
۱۰۰ ^b	۷/۱۴ ^b	۱۳۲ ^b	۲۱
۱۰۶ ^a	۷/۹۴ ^a	۱۳۶ ^a	۱۹/۵
۱۰۴ ^a	۷/۹۴ ^a	۱۳۶ ^a	۱۸
۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	P<
۰/۶۷	۰/۱۵	۰/۷۲	SEM
۳/۲	۱۰	۲/۶	CV
۲۸ روزگی			
۱۰۱ ^b	۶/۲	۱۳۷ ^b	۲۱
۱۰۲ ^{ab}	۵/۹	۱۳۹ ^a	۱۹/۵
۱۰۵ ^a	۶/۲	۱۳۹ ^a	۱۸
۰/۰۵	NS	۰/۰۵	P<
۰/۷۳	۰/۱	۰/۳۸	SEM
۳/۵	۸/۳	۱/۳	CV

در نهایت، بر اساس نتایج به دست آمده در این آزمایش، کاهش پروتئین خام جیره تا ۱۸ درصد با حفظ

معنی‌داری افزایش یافت. به این صورت که با کاهش پله‌ای پروتئین خام جیره، مقدار چربی نیز به شکل پله‌ای افزایش می‌یابد.

در واقع افزایش مشاهده شده در مورد چربی موجود در ماهیچه ران و لاشه کامل پرنده در بین تیمارهای دارای ۲۱ و ۱۹/۵ درصد پروتئین خام معنی دار نبود اما با کاهش سطح پروتئین به ۱۸ درصد، به شکل معنی‌داری بیشتر از جیره‌های حاوی ۲۱ درصد پروتئین خام گردید. در مورد چربی موجود در ماهیچه سینه نه تنها این اختلاف در بین تیمارهای دارای ۲۱ و ۱۸ درصد پروتئین خام مشاهده شد، بلکه بین تیمارهای دارای ۱۹/۵ درصد پروتئین خام و ۱۸ درصد نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. اثرات کاهش سطح پروتئین خام جیره بر افزایش ذخیره چربی در بدن طیور توسط مطالعات متعددی تأیید شده است (Parr & Summers, 1990; Aletor et al., 2000; Bregendhal et al., 2002; Yamazaki, 2006; Namroud et al., 2008).

استفاده از ال - کارنیتین در جیره صرف نظر از سطح پروتئین جیره، به شکل معنی‌داری سبب کاهش چربی موجود ماهیچه ران و چربی کل لاشه می‌گردد ($p < 0/05$).

بر اساس نتایج تحقیق حاضر، کاهش سطح پروتئین جیره با توجه به حفظ پروفیل اسیدهای آمینه ضروری غلظت الکترولیت‌های موجود در پلاسما را در سنین ۱۵ و ۲۸ روزگی تحت تأثیر قرار می‌دهد. در واقع در سن ۱۵ روزگی میزان یون‌های سدیم، پتاسیم و کلر با کاهش سطح پروتئین در جیره‌ها به شکل معنی‌داری در دو سطح ۱۹/۵ و ۱۸ درصد افزایش یافت. در سن ۲۸ روزگی نیز چنین نتایجی در مورد میزان سدیم و کلر موجود در پلاسما مشاهده شد اما میزان پتاسیم موجود در پلاسما، در بین تیمارهای موجود تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۹).

افزایش میزان الکترولیت‌ها در پلاسما نشان می‌دهد میزان این مواد در جیره، بیش از حد طبیعی احتیاجات پرنده می‌باشد. در واقع در سطوح پایین پروتئین خام اگر پروفیل اسیدهای آمینه کاملاً متعادل باشد، میزان متابولیت‌های دفعی نیتروژن مانند آمونیاک، اوره و به خصوص اسید اوریک کاهش پیدا می‌کند (Namroud et

اساس قابلیت هضم ایلتومی استاندارد شده برای استفاده در جیره‌های کاربردی در دوره سنی ۱۰ تا ۲۸ روزگی جوجه‌های گوشتی سویه تجاری راس ۳۰۸ پیشنهاد می‌شود.

سطح توصیه شده کلیه اسیدهای آمینه ضروری (براساس قابلیت هضم ایلتومی) تأثیر نامطلوبی بر عملکرد پرنده نداشت. بنابراین سطح ۱۸ درصد پروتئین خام در کنار اسیدهای آمینه ضروری متعادل شده بر

REFERENCES

1. Aletor, V. A., Hamid, I. I., Niess, E. & Pfeffer, E. (2000). Low protein amino acid-supplemented diets in broiler chickens: Effects on performance, carcass characteristics, whole-body composition and efficiencies of nutrient utilisation. *Journal Science Food Agriculture*, 80, 547-554.
2. AOAC. (1995). Official Methods of Analysis. 16th ed. AOAC Int., Arlington, VA.
3. Barker, D. L. & Sell, J. L. (1994). Dietary carnitine did not influence performance and carcass composition of broiler chickens and young turkeys fed low- or high-fat diets. *Poultry Science*, 73, 281-287.
4. Bregendahl, K., Sell, J. L. & Zimmerman, D. R. (2002). Effect of Low-Protein Diets on Growth Performance and Body Composition of Broiler Chicks. *Poultry Science*, 81, 1156-1167.
5. Buyse, J., Janssens, G. P. J. & Decuypere, E. (2001). The effects of dietary L-carnitine supplementation on the performance, organ weights and circulating hormone and metabolite concentrations of broiler chickens reared under a normal or low temperature schedule. *British Poultry Science*, 42, 230-241.
6. Feedstuffs ingredient analysis table. (2006). university of Georgia, Athens, Ga.
7. Ferguson, N. S., Gates, R. S., Taraba, J. L., Cantor, A. H., Pescatore, A. J., Ford, M. J. & Burnham, D. J. (1998). The effect of dietary crude protein on growth, ammonia concentration, and litter composition in broilers. *Poultry Science*, 77, 1481-1487.
8. Firman, J. D. & Boling, S. D. (1998). Lysine: Ideal Protein in turkeys. *Poultry Science*, 77, 105-110.
9. Jiang, Q., Waldroup, P. W. & Fritts, C. A. (2005). Improving the utilization of diets low in crude protein. 1. Evaluation of special amino acid supplementation. *International Journal of Poultry Science*, 4, 115-122.
10. Leibetseder, J. (1995). Studies on the effects of L-carnitine in poultry. *Archives of Animal Nutrition*, 48, 97-108.
11. Lemme, A., Ravindran, V. & Bryden, W. L. (2004). Ileal digestibility of amino acids in feed ingredients for broilers. *World's Poultry Science Journal*, 60, 423-437.
12. Lettner, F., Zollitsch, W. & Halbmayer, E. (1992). L-carnitine in broilers. *Bodencultur*, 43, 161-167.
13. Lien, T. F. & Horng, Y. M. (2001). The effect of supplementary dietary L-carnitine on the growth performance, serum components, carcass traits and enzyme activities in relation to fatty acid β -oxidation of broiler chickens. *British Poultry Science*, 42, 92-95.
14. Namroud, N. F., Shivazad, M. & Zaghari, M. (2008). Effects of fortifying low crude protein diet with crystalline amino acids on performance, blood ammonia level, and excreta characteristics of broiler chicks. *Poultry Science*, 87, 2250-2258.
15. Parr, J. F. & Summers, J. D. (1991). The effect of minimizing amino acid excess in broiler diets. *Poultry Science*, 70, 1540-1549.
16. Rabie, M. H. & Szilagyi, M. (1998). Effects of L-carnitine supplementation of diets differing in energy levels on performance, abdominal fat content and yield and composition of edible meat of broilers. *British Journal of Nutrition*, 80, 391-400.
17. SAS Institute. (1998). SAS® (Statistical Analysis System). User's Guide: Statistics. Cary, NC: SAS Institute Inc.
18. Wijtten, P. J. A., Prak, R., Lemme, A. & Langhout, D. J. (2004). Effect of different dietary ideal protein concentrations on broiler performance. *British Poultry Science*, 45(4), 504-511.
19. Xu, Z. R., Wang, M. Q., Mao, H. X., Zhan, X. A. & Hu, C. H. (2003). Effects of L-carnitine on growth performance, carcass composition, and metabolism of lipids in male broilers. *Poultry Science*, 82, 408-413.
20. Yamazaki, M. (2006). Effect of excess essential amino acids in low protein diet on abdominal fat deposition and nitrogen excretion of the broiler chicks. *Poultry Science*, 43, 150-155.