نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۵، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۲، ص. ۲۹۰-۲۸۱

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 5, No. 4, Winter 2014, p. 281-290

اثرات مکمل ال-آرژنین بر رشد، تولید ماهیچه و ذخیره چربی در جوجه‌های گوشتی

مرضیه ابراهیمی[1*]- احمد زارع شحنه[2]- محمود شیوازاد[3]- زربخت انصاری پیرسرائی[4]- مجید تبیانیان[5]- مسعود ادیب مرادی[6]- کرامت نوری جلیانی[7]

تاریخ دریافت:۱۳۹۲/۱/۱۹
تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۹/۹

چکیده

هدف از پژوهش حاضر بررسی اثرات تغذیه‌ای ال-آرژنین بر عملکرد، تولید و ترکیب شیمیایی ماهیچه، ذخیره چربی لاشه، ویژگی‌های ریخت-شناختی روده و فراسنجه‌های خون جوجه‌های گوشتی سویه راس به مدت ۴۶ روز بود. در این پژوهش تعداد ۱۹۲ جوجه مرغ گوشتی یک روزه سویه تجاری راس در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ جیره غذایی و ۴ تکرار استفاده شد. جیره‌های غذایی دارای ۱۰۰، ۱۵۳، ۱۶۸ و ۱۸۳ درصد آرژنین قابل هضم بر اساس توصیه کاتالوگ راس بودند. در روز ۴۶ پژوهش، تعداد سه جوجه از هر تکرار به صورت تصادفی انتخاب، نمونه‌های خون از هر کدام جمع‌آوری و سپس کشتار شدند تا صفات لاشه، ویژگی‌های ریخت شناسی روده و ترکیب شیمیایی گوشت مورد اندازه‌گیری قرار گیرند. نتایج نشان دادند که جیره‌های غذایی آرژنین سبب افزایش معنی‌دار وزن بدن، بازده لاشه، تولید ماهیچه، محتوای پروتئین و چربی ماهیچه، وزن قلب و رشد روده کوچک شد، ولی اثر کاهشی بر وزن چربی حفره شکمی داشت. مکمل آرژنین غلظت پلاسمایی تری‌یدوتیرونین و تیروکسین را افزایش داد، اما غلظت‌های پلاسمایی کلسترول، تری‌گلیسرید و اوره را کاهش داد. بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش، مصرف میزان ۱۶۸ درصد آرژنین قابل هضم بر اساس توصیه کاتالوگ راس، بهترین نتیجه را در بهبود رشد و تولید گوشت داشت، در حالی که مصرف جیره غذایی دارای ۱۸۳ درصد آرژنین قابل هضم بیشترین کاهش چربی لاشه مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: آرژنین، عملکرد رشد، تولید گوشت، ذخیره چربی، جوجه گوشتی

مقدمه

با توجه به گسترش چاقی بین انسان و گونه دام‌های اهلی و به منظور کاهش هدرروی انرژی به صورت چربی و بهبود بازده خوراک و کیفیت لاشه، شناسایی روش‌های جدید برای تحریک رشد ماهیچه اسکلتی و کاهش تجمع چربی ضروری است. آرژنین یک اسید آمینه ضروری در طیور است که به صورت مرسوم در مواد خوراکی وجود دارد (۵). در بین گونه‌های مختلف حیوانات مورد مطالعه، پرندگان بیشترین نیاز را به آرژنین دارند؛ زیرا از یک سو پرندگان قادر به سنتز درون‌زادی آرژنین نبوده و از سوی دیگر به دلیل سرعت رشد بالا، آرژنین مورد نیاز آنها برای ذخیره پروتئین بالا است (۵). احتیاجات غذایی آرژنین جوجه‌ها با افزایش سن و بهبود پوشش پر افزایش می‌یابد که به دلیل وجود میزان بالای آرژنین در پرها است (۱۶). نتایج مطالعات مختلف آثار مثبت آرژنین بر افزایش وزن، افزایش ماهیچه، بهبود ضریب تبدیل خوراک در طیور گوشتی (۹، ۱۰، ۱۳، ۱۵، ۱۷ و ۲۲) و بهبود رشد سلول‌های اندوتلیال روده‌ای، وزن نسبی روده کوچک و افزایش ارتفاع پرزهای دئودنوم، ژژنوم و ایلئوم را نشان داده‌اند (۶ و ۳۱). همچنین وو و همکاران (۲۹) گزارش کردند که مکمل آرژنین در اردک چربی پوستی و چربی شکمی و کل چربی لاشه را کاهش داده و چربی داخل ماهیچه‌ای و تولید پروتئین و ماهیچه را افزایش داده است. در خوک نیز مصرف آرژنین، چربی سفید لاشه را کاهش، محتوای چربی داخل ماهیچه‌ای را افزایش داده است (۲۶ و ۲۷)، این نتایج نشان می‌دهند که ماهیچه اسکلتی و بافت چربی سفید به صورت متفاوتی به جیره غذایی آرژنین پاسخ می‌دهند

۱- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
(*- نویسنده مسئول: Email: marzebrahimi@ut.ac.ir)
۲ و ۳- استادان گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج
۴- استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۵- استادیار موسسه تحققات سرم و واکسن رازی، کرج
۶- دانشیار دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران
۷- دانشیار دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

که به دلیل تنظیم وابسته به بافت بیان آنزیم‌های لیپوژنیک و لیپولایتیک به وسیله آرژنین است (۲۶). بنابراین به نظر می‌رسد استفاده از سطوح بالای آرژنین در طی دوره پرورش تأثیر مثبت بر رشد و کاهش چربی لاشه داشته باشد. بنابر موارد بیان شده و با توجه به این که در آزمایشی اخیراً تغذیه جوجه‌های گوشتی با ۵ سطح خوراکی آرژنین قابل هضم (۱/۳۹، ۱/۴۹، ۱/۵۸، ۱/۶۹ و ۱/۷۹ درصد جیره) موجب افزایش خطی وزن ماهیچه و فیله سینه‌ای شده است (۱۰)؛ در آزمایش حاضر از ۳ سطح بالاتر از نیاز آرژنین در دوره پرورش در جوجه‌های گوشتی راس استفاده شد تا اثرات سطوح بالای استفاده از آرژنین بر رشد، تولید و ترکیب شیمیایی ماهیچه و همچنین کاهش هدرروی انرژی به صورت چربی در دوره پرورش مشخص شود.

مواد و روش‌ها

به منظور تعیین اثر سطوح مختلف ال-آرژنین بر عملکرد رشد و ترکیب لاشه جوجه‌های گوشتی، پژوهش حاضر با استفاده از ۱۹۲ قطعه جوجه مرغ گوشتی یک روزه سویه راس (انتخاب جنس ماده به دلیل قابلیت بالاتر ذخیره چربی نسبت به جنس نر) به مدت ۴۶ روز با استفاده از ۴ جیره غذایی، ۴ تکرار و ۱۲ پرنده در هر تکرار در سیستم قفس انجام پذیرفت. جوجه‌های مورد استفاده در این پژوهش از جوجه‌هایی با میانگین وزن تولد یکسان (۰/۲۹±۴۰/۱۱ گرم) انتخاب شدند. قبل از شروع پژوهش، تمام مواد خوراکی دارای پروتئین بر اساس ترکیب شیمیایی (۴) و محتوای اسید آمینه قابل هضم (۳) در پژوهشگاه مرکزی دگوسا در تهران آنالیز شده و پس از قرار دادن مقادیر حقیقی حاصل از آنالیز شیمیایی اقلام استفاده شده و محتوای اسیدهای آمینه قابل هضم (بر اساس نتایج ارسالی از پژوهشگاه مرکزی دگوسا) آنها در نرم افزار UFFDA، جیره پایه {فاقد ماده پرکننده (ماسه) و آرژنین} بر اساس این ارزش‌های حقیقی و بر اساس اسیدهای آمینه قابل هضم تنظیم و ترکیب مواد مغذی کل جیره پایه با استفاده از نرم فزار UFFDA گزارش شد (جدول ۱). پس از تنظیم جیره، بر اساس نوع جیره غذایی با اضافه کردن نسبت‌های مختلف آرژنین (W381918, Aldrich) به جای ماسه، میزان آرژنین جیره‌های غذایی تنظیم شد. جوجه‌ها در طول دوره پرورش میزان ۱۰۰، ۱۵۳، ۱۶۸ و ۱۸۳ درصد آرژنین قابل هضم توصیه شده بر اساس توصیه کاتالوگ راس را دریافت کردند. برنامه نوردهی در بردارنده ۲۳ ساعت روشنایی و یک ساعت تاریکی بود. در طول دوره پژوهش تلفات و وزن آنها اندازه‌گیری شد. همچنین، در روزهای ۱۰ و ۲۴ تعداد ۳ جوجه از هر قفسه صورت تصادفی انتخاب و حذف شدند. در روزهای ۱۰، ۲۴ و ۴۶ پژوهش (در پایان دوره آغازین، رشد و پایانی)، پرنده‌ها وزن‌کشی شدند و مصرف خوراک آنها اندازه‌گیری شد تا ضریب تبدیل غذایی (FCR) بر اساس روز مرغ مورد محاسبه قرار گیرد. در روز ۴۶ تعداد ۳ جوجه از هر تکرار (۱۲ جوجه در هر جیره غذایی) به صورت تصادفی انتخاب شدند. سپس پرنده‌ها به مدت ۳ ساعت تحت محدودیت خوراک‌دهی قرار گرفتند. در مرحله بعد، پرنده‌ها وزن‌کشی، از رگ گردنی خونگیری و کشتار شدند. نمونه‌های خون در لوله‌های آزمایشی دارای هپارین جمع‌آوری شد و پس از سانتریفیوژ با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه، پلاسمای نمونه‌ها جداسازی شده و در سرمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند. پس از کشتار، لاشه گرم فاقد محتویات شکم توزین شد و نسبت آن به وزن قبل از کشتار مورد محاسبه قرار گرفت. چربی‌های شکمی جداسازی و توزین شدند. پس از تفکیک لاشه، وزن ماهیچه سینه‌ای، ران و قلب و همچنین وزن و طول قسمت‌های مختلف روده (دوازدهه، ژژنوم و ایلئوم) مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند و وزن نسبی آنها نسبت به وزن زنده پرنده گزارش شد. فیله سینه‌ای سمت چپ[1] توزین شد و ضخامت، طول و عرض بر اساس سانتی‌متر گزارش شدند. همچنین گوشت ماهیچه سینه‌ای چرخ شد و درصد ماده خشک به وسیله قرار دادن نمونه‌ها در آون ۹۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت اندازه‌گیری شد. درصد چربی به روش عصاره اتری[2] و درصد پروتئین ماهیچه سینه‌ای به روش کلدال[3] تعیین شد. درصد خاکستر گوشت با قرار دادن نمونه‌های گوشت فاقد رطوبت در کوره ۶۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت تعیین شد. غلظت‌های گلوکز، کلسترول، تری گلیسرید و اوره پلاسما با روش آنزیمی-کالریمتری و با استفاده از کیت‌های شرکت زیست شیمی در یک مرحله با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند.

حساسیت و ضریب تغییرات داخل آزمایشی[4] به ترتیب برای گلوکز ۲ میلی‌گرم در دسی‌لیتر و ۳/۷ درصد، کلسترول ۵ میلی‌گرم در دسی‌لیتر و ۰/۷۹ درصد، تری‌گلیسرید ۵ میلی‌گرم در دسی‌لیتر و ۱/۶۸ درصد و اوره ۰/۲ میلی‌گرم در دسی‌لیتر و ۳/۵ درصد بودند. هورمون‌های T_3 و T_4 توسط کیت‌های شرکت ISOTOP مجارستان در یک مرحله و با استفاده از روش رادیوایمونواسی[5] به وسیله لوله‌های پوشش‌دار با آنتی‌بادی و با استفاده از دستگاه گاماکانتر ($WIZARD^2$ Automatic Gamma Counter, PerkinElmer,USA) مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند (۳۲). حساسیت و ضریب تغییرات داخل آزمایشی کیت T_4 به میزان ۷ نانومول بر لیتر و ۶/۳ درصد و کیت T_3 به میزان ۰/۳ نانومول بر لیتر و ۴/۷ درصد بودند.

1- Left major Pectoralis
2- Ether Extract
3- Kjeldahl
4- Intra-assay CV
5- Radioimmunoassay

جدول ۱-اجزاء و ترکیب مواد مغذی جیره‌های غذایی در آزمایش (بر حسب درصد)

مواد خوراکی (درصد)	۱۰۰درصد (جیره غذایی ۱)			۱۵۳ درصد (جیره غذایی ۲)			۱٦۸ درصد (جیره غذایی ۳)			۱۸۳ درصد (جیره غذایی ٤)		
	درصد آرژنین قابل هضم جیره‌*های* غذایی بر اساس کاتالوگ راس											
	۱۰-۱ روزگی	۲٤-۱۱ روزگی	٤٦-۲۵ روزگی	۱۰-۱ روزگی	۲٤-۱۱ روزگی	٤٦-۲۵ روزگی	۱۰-۱ روزگی	۲٤-۱۱ روزگی	٤٦-۲۵ روزگی	۱۰-۱ روزگی	۲٤-۱۱ روزگی	٤٦-۲۵ روزگی
ذرت	۱۶/۷۴	۲۳/۳۰	۳۰/۹۳	۱۶/۷۴	۲۳/۳۰	۳۰/۹۳	۱۶/۷۴	۲۳/۳۰	۳۰/۹۳	۱۶/۷۴	۲۳/۳۰	۳۰/۹۳
کنجاله سویا	۲۹/۱۱	۲۲/۵۱	۱۵/۷۵	۲۹/۱۱	۲۲/۵۱	۱۵/۷۵	۲۹/۱۱	۲۲/۵۱	۱۵/۷۵	۲۹/۱۱	۲۲/۵۱	۱۵/۷۵
کنجاله کانولا	۲۰	۲۰	۲۰/۰۰	۲۰	۲۰	۲۰/۰۰	۲۰	۲۰	۲۰/۰۰	۲۰	۲۰	۲۰/۰۰
گندم	۲۰	۲۰	۲۰/۰۰	۲۰	۲۰	۲۰/۰۰	۲۰	۲۰	۲۰/۰۰	۲۰	۲۰	۲۰/۰۰
روغن خوراکی	۸/۰۷	۸/۶۶	۸/۰۶	۸/۰۷	۸/۶۶	۸/۰۶	۸/۰۷	۸/۶۶	۸/۰۶	۸/۰۷	۸/۶۶	۸/۰۶
دی‌کلسیم فسفات	۱/۹۲	۱/۶۸	۱/۵۵	۱/۹۲	۱/۶۸	۱/۵۵	۱/۹۲	۱/۶۸	۱/۵۵	۱/۹۲	۱/۶۸	۱/۵۵
سنگ آهک	۱/۱۱	۰/۸۹	۰/۸۷	۱/۱۱	۰/۸۹	۰/۸۷	۱/۱۱	۰/۸۹	۰/۸۷	۱/۱۱	۰/۸۹	۰/۸۷
نمک	۰/۴۱	۰/۴۲	۰/۳۹	۰/۴۱	۰/۴۲	۰/۳۹	۰/۴۱	۰/۴۲	۰/۳۹	۰/۴۱	۰/۴۲	۰/۳۹
مکمل ویتامینه[1]	۰/۳	۰/۳	۰/۳۰	۰/۳	۰/۳	۰/۳۰	۰/۳	۰/۳	۰/۳۰	۰/۳	۰/۳	۰/۳۰
مکمل معدنی[2]	۰/۳	۰/۳	۰/۳۰	۰/۳	۰/۳	۰/۳۰	۰/۳	۰/۳	۰/۳۰	۰/۳	۰/۳	۰/۳۰
دی-ال-متیونین	۰/۲۵	۰/۲۰	۰/۱۴	۰/۲۵	۰/۲۰	۰/۱۴	۰/۲۵	۰/۲۰	۰/۱۴	۰/۲۵	۰/۲۰	۰/۱۴
ال-لایزین	۰/۲۳	۰/۱۹	۰/۱۷	۰/۲۳	۰/۱۹	۰/۱۷	۰/۲۳	۰/۱۹	۰/۱۷	۰/۲۳	۰/۱۹	۰/۱۷
ال-ترئونین	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۳
اینرت (ماسه)	۱/۵	۱/۵	۱/۴۴	۰/۸۱	۰/۸۶	۰/۹۲	۰/۶۱	۰/۷۱	۰/۷۵	۰/۴۱	۰/۵	۰/۵۹
ال آرژنین اضافه شده	۰	۰	۰/۰۶	۰/۶۹	۰/۶۴	۰/۵۸	۰/۸۹	۰/۷۹	۰/۷۵	۱/۰۹	۱	۰/۹۱
ال-آرژنین قابل هضم کل	۱/۳۱	۱/۲۱	۱/۰۴	۲	۱/۸۵	۱/۶۸	۲/۲	۲	۱/۸۵	۲/۴	۲/۲۱	۲/۰۱

ترکیب مواد مغذی جیره پایه (بر حسب درصد)

	دوره آغازین (۱-۱۰ روزگی)	دوره رشد (۱۱-۲٤ روزگی)	دوره پایانی (۲۵-٤٦ روزگی)
انرژی قابل متابولیسم (Kcal/kg)	۳۰۲۵	۳۱۵۰	۳۲۰۰
پروتئین خام	۲۴/۰۸	۲۱/۶۱	۱۹/۱۶
پروتئین قابل هضم	۲۰/۶۸	۱۸/۶۶	۱۶/۶۷
کلسیم	۱/۰۵	۰/۹	۰/۸۵
سدیم	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۸
فسفر قابل دسترس	۰/۵	۰/۴۵	۰/۴۲
لیزین قابل هضم	۱/۲۷	۱/۱	۰/۹۴
متیونین قابل هضم	۰/۵۸	۰/۵	۰/۴۲
متیونین+سیستئین قابل هضم	۰/۹۴	۰/۸۴	۰/۷۳
ترئونین قابل هضم	۰/۸۳	۰/۷۳	۰/۶۳
ایزولوسین قابل هضم	۰/۸۵	۰/۷۵	۰/۶۵
آرژنین کل	۱/۵۱	۱/۳۲	۱/۱۳
آرژنین قابل هضم	۱/۳۱	۱/۲۱	۱/۰۴
تریپتوفان قابل هضم	۰/۲۶	۰/۲۳	۰/۲۰
لوسین قابل هضم	۱/۵۶	۱/۴۲	۱/۲۸
والین قابل هضم	۰/۹۷	۰/۸۷	۰/۷۷

۱ – هر کیلوگرم مکمل ویتامینه شامل ۹ میلیون واحد بین المللی ویتامین A، ۲ میلیون واحد بین المللی D3، ۱۸ هزار واحد بین المللی ویتامین E، ۱۸۰۰ میلی گرم ویتامین B1، ۶۶۰۰ میلی گرم ویتامین B2، ۱۰ هزار میلی گرم ویتامین B3، ۳ هزار میلی گرم ویتامین B6، ۱۵ میلی گرم ویتامین B12، ۲ هزار میلی گرم ویتامین K3، هزار میلی گرم ویتامین B9، ۳۰ هزار میلی گرم ویتامین B5، ۱۰۰ میلی گرم ویتامین H2، ۵۰۰ هزار میلی گرم کلراید کولین و هزار میلی گرم آنتی اکسیدان بود.

۲ – هر کیلو گرم مکمل معدنی شامل ۱۰۰ هزار میلی گرم منگنز، ۵۰ هزار میلی گرم آهن، ۸۵ هزار میلی گرم روی،۱۰ هزار میلی گرم مس، هزار میلی گرم ید و ۲۰۰ میلی گرم سلنیم بود.

معادله‌های مورد استفاده در قسمت عملکرد بدین شرح می باشند:
(تعداد روزهایی که مرغ‌های تلف شده زنده بودند) + (تعداد روزهای آن دوره× تعداد مرغ‌های زنده در پایان هر دوره) = روز مرغ
(وزن گروهی جوجه‌ها در اول دوره پرورش)-(وزن تلفات+ وزن گروهی پایان دوره پرورش)=افزایش وزن جوجه‌ها در هر دوره
روز مرغ/افزایش وزن گروهی جوجه‌ها در پایان هر دوره پرورش=میانگین افزایش وزن روزانه هر قطعه
روز مرغ/ مقدار خوراک مصرفی هر گروه در هر دوره پرورش=میانگین خوراک مصرفی روزانه هر قطعه
میانگین افزایش وزن روزانه هر قطعه/ میانگین خوراک مصرفی روزانه هر قطعه=ضریب تبدیل غذایی جوجه‌ها در هر دوره
میانگین خوراک مصرفی روزانه هر قطعه/ میانگین افزایش وزن روزانه هر قطعه= بازده غذایی جوجه‌ها در هر دوره

داده‌ها در قالب طرح کامل تصادفی برای دوره آغازین با استفاده از مدل زیر و با استفاده از رویه GLM نرم افزار آماری SAS 9.2 آنالیز شدند. اثر قفس، طبقه و همچنین اثر متقابل آنها در جیره غذایی مورد بررسی قرار گرفت که هیچ یک معنی‌دار نبودند. در طی آنالیز اثر وزن اولیه به عنوان عامل کواریت در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه دانکن انجام و سطح معنی‌داری نهائی نیز ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. مدل نهائی پس از حذف فاکتورهای غیر مهم (قفس، طبقه و اثرات متقابل آنها) بصورت زیر می‌باشد:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + \alpha W_{jk} + e_{ijkl}$$

i=1, 2, 3, 4
j= 1, 2, 3, 4
k=1, 2, 3, 4
l=1 (میانگین ۳ مشاهده)

Y_{ijkl}: l اُمین مشاهده در j اُمین قفس در k اُمین طبقه در i اُمین سطح آرژنین، μ: میانگین جمعیت، A_i: اثر سطوح مختلف آرژنین، α: ضریب تابعیت خطی Y از میانگین وزن بدن جوجه‌ها در قفس j اُم و طبقه k اُم، W_{jk} : میانگین وزن بدن جوجه‌ها در قفس j اُم و طبقه k اُم در ۱ روزگی، e_{ijkl}: خطای تصادفی یا باقی مانده

نتایج و بحث

افزودن مکمل آرژنین به جیره غذایی افزایش معنی‌دار (۰/۰۵>P) وزن زنده بدن، افزایش وزن روزانه و بازده غذایی ۱۰، ۲۴ و ۴۶ روزگی را در پی داشت و در جیره غذایی حاوی ۱۶۸ درصد آرژنین قابل هضم بیشترین افزایش مشاهده شد (جدول۲). در پژوهش حاضر اگر چه اثر کلی جیره غذایی آرژنین بر مصرف خوراک در۱۰، ۲۴ و ۴۶ روزگی معنی‌دار نبود، در مقایسه جیره‌های غذایی آرژنین با آزمون آماری چند دامنه‌ای دانکن، کاهش مصرف خوراک ۲۴ روزگی بین جوجه‌ها مشاهده شد (جدول۲). نتایج حاصل از این پژوهش مشابه با نتایج کواک و همکاران (۱۷)، جهانیان (۱۲) و منیر و همکاران (۲۰) بود. کواک و همکاران (۱۷) نشان دادند که استفاده از ۱/۵۳ درصد آرژنین در جیره جوجه‌های گوشتی برای مدت ۲ هفته موجب بهبود بازده خوراک و افزایش وزن بدن در گروه دریافت کننده مکمل آرژنین شد. جهانیان (۱۲) نتایج مشابهی با پژوهش حاضر در مورد شاخص‌های وزن و ضریب تبدیل خوراک گزارش کرد، اما برخلاف پژوهش حاضر، جهانیان (۱۲) افزایش معنی‌دار مصرف خوراک را با افزایش آرژنین در جیره گزارش کرد. منیر و همکاران (۲۰) گزارش کردند که افزودن ۲ درصد آرژنین به خوراک جوجه‌های گوشتی باعث افزایش وزن بدن در جوجه‌ها شد.

اثر جیره غذایی آرژنین بر ترکیب لاشه شامل وزن لاشه پوست کنده (۰/۰۱>P)، وزن لاشه فاقد محتویات شکمی (۰/۰۱>P)، بازده لاشه (۰/۰۵>P)، وزن نسبی ماهیچه سینه‌ای به وزن بدن (۰/۰۱>P)، ضخامت ماهیچه سینه‌ای سمت چپ (۰/۰۱>P) و وزن نسبی ران به وزن بدن (۰/۰۱>P) معنی‌دار و افزاینده بود. همچنین در مقایسه بین جیره‌های غذایی مختلف آرژنین، جیره غذایی سوم بهترین نتیجه را در بهبود بازده لاشه، تولید ماهیچه سینه‌ای و ران داشت (جدول۲). وزن نسبی چربی شکمی به وزن بدن (۰/۰۱>P) تحت تاثیر جیره غذایی آرژنین کاهش معنی‌داری یافت و در جیره غذایی چهارم با ۱۸۳ درصد آرژنین قابل هضم بر اساس برنامه غذایی راس بیشترین کاهش در میزان چربی شکمی لاشه مشاهده شد (جدول۲).

نتایج پژوهش حاضر مشابه با نتایج جوبگن و همکاران (۱۵)، فرناندز و همکاران (۱۰)، جیاوو و همکاران (۱۳)، تن و همکاران (۲۶)، وو و همکاران (۲۹) و الدراجی و صالیح (۲) بود. جوبگن و همکاران (۱۵) گزارش کردند که مکمل آرژنین در آب خوراکی موش‌های چاق موجب کاهش معنی‌دار افزایش وزن چربی و کاهش اندازه آدیپوسیت‌ها و افزایش معنی‌دار وزن ماهیچه شد. فرناندز و همکاران (۱۰) نشان دادند که ۵ سطح خوراکی آرژنین (۱/۳۹، ۱/۴۹، ۱/۵۸، ۱/۶۹ و ۱/۷۹ درصد) با میزان ثابت لایزین ۱/۲۶ درصد، موجب افزایش وزن ماهیچه سینه‌ای، فیله سینه‌ای و قطر میوفیبریل شد. جیاوو و همکاران (۱۳) با مقایسه سطوح مختلف آرژنین (۸۰، ۱۰۰، ۱۲۰ و ۱۴۰٪ احتیاجات NRC) نشان دادند که مکمل آرژنین به طور معنی‌داری رشد ماهیچه‌های ران و سینه را افزایش می‌دهد و با افزایش سطح آرژنین این افزایش به طور ویژه در ماهیچه سینه‌ای بیشتر مشاهده می‌شود.

جدول۲- اثر جیره‌های غذایی دارای سطوح مختلف آرژنین بر عملکرد رشد و صفات لاشه

صفات مورد اندازه گیری[1]	درصد آرژنین قابل هضم جیره‌های غذایی بر اساس کاتالوگ راس				P-value
	۱۰۰ درصد (جیره غذایی ۱)	۱۵۳ درصد (جیره غذایی ۲)	۱۶۸ درصد (جیره غذایی ۳)	۱۸۳ درصد (جیره غذایی ٤)	
افزایش وزن روزانه از ۱-۱۰ روزگی (گرم)[2]	۱۸/۴۴±۰/۱۱ c	۱۸/۹۲±۰/۱۲ ab	۱۹/۲۹±۰/۱۰ a	۱۸/۷۹±۰/۱۱ bc	۰/۰۱
مصرف خوراک روزانه از ۱-۱۰ روزگی (گرم)[2]	۲۹/۱۵±۰/۱۶	۲۸/۹۱±۰/۱۷	۲۸/۷۳±۰/۱۵	۲۸/۵۹±۰/۱۵	۰/۱۴
ضریب تبدیل خوراک از ۱-۱۰ روزگی[2]	۱/۵۸±۰/۰۲ a	۱/۵۳±۰/۰۲ ab	۱/۴۹±۰/۰۲ b	۱/۵۲±۰/۰۲ ab	۰/۰۴
بازده خوراک از ۱-۱۰ روزگی[2]	۰/۶۳±۰/۰۱ b	۰/۶۵±۰/۰۱ ab	۰/۶۷±۰/۰۱ a	۰/۶۶±۰/۰۱ a	۰/۰۴
وزن زنده بدن در ۱۰ روزگی (گرم)[2]	۲۲۵/۰۸±۱/۱۷ b	۲۲۸/۷۵±۱/۲۵ a	۲۳۰/۳۳±۱/۱۲ a	۲۲۷/۰۸±۱/۱۴ ab	۰/۰۳
افزایش وزن روزانه از ۱۱-۲۴ روزگی (گرم)[2]	۵۰/۳۶±۰/۷۶ b	۵۵/۵۹±۰/۸۲ a	۵۷/۰۷±۰/۷۳ a	۵۲/۵۵±۰/۷۴ b	<۰/۰۱
مصرف خوراک روزانه از ۱۱-۲۴ روزگی (گرم)[2]	۹۳/۴۲±۲/۳۲ a	۸۷/۴۴±۲/۴۸ ab	۸۷/۴۲±۲/۲۱ ab	۸۲/۹۲±۲/۲۵ b	۰/۰۹
ضریب تبدیل خوراک از ۱۱-۲۴ روزگی[2]	۱/۸۶±۰/۰۴ a	۱/۵۷±۰/۰۴ b	۱/۵۳±۰/۰۴ b	۱/۵۸±۰/۰۴ b	۰/۰۱
بازده خوراک از ۱۱-۲۴ روزگی[2]	۰/۵۴±۰/۰۲ b	۰/۶۴±۰/۰۲ a	۰/۶۵±۰/۰۲ a	۰/۶۳±۰/۰۲ a	۰/۰۲
وزن زنده بدن در ۲۴ روزگی (گرم)[2]	۹۴۸/۴۲±۱۰/۶۶ bc	۹۷۵/۸۳±۱۱/۴۴ b	۱۰۱۲/۰۰±۱۰/۱۷ a	۹۴۳/۹۲±۱۰/۳۷ c	<۰/۰۱
افزایش وزن روزانه از ۲۵-۴۶ روزگی (گرم)[2]	۷۹/۸۱±۱/۰۳ bc	۸۲/۹۳±۱/۱۱ b	۸۶/۶۵±۰/۹۸ a	۷۷/۷۷±۱/۰۰ c	<۰/۰۱
مصرف خوراک روزانه ۲۵-۴۶ روزگی (گرم)[2]	۱۵۴/۵۷±۱/۶۲	۱۵۰/۶۸±۱/۷۵	۱۴۹/۹۴±۱/۵۵	۱۴۹/۲۴±۱/۵۸	۰/۲۰
ضریب تبدیل خوراک از ۲۵-۴۶ روزگی[2]	۱/۹۴±۰/۰۳ a	۱/۸۲±۰/۰۳ b	۱/۷۳±۰/۰۲ b	۱/۹۲±۰/۰۳ a	۰/۰۱
بازده خوراک از ۲۵-۴۶ روزگی[2]	۰/۵۲±۰/۰۱ c	۰/۵۵±۰/۰۱ b	۰/۵۸±۰/۰۲ a	۰/۵۲±۰/۰۱ c	<۰/۰۱
وزن زنده بدن در ۴۶ روزگی (گرم)[2]	۲۷۶۶/۲۵±۱۴/۱۹ c	۲۸۳۹/۵۸±۱۵/۲۲ b	۲۹۳۱/۹۲± ۱۳/۵۴ a	۲۷۲۹/۳۳±۱۳/۸۰ c	<۰/۰۱
وزن لاشه پوست کنده (گرم)	۲۱۹۰/۴۰±۳/۲۴ c	۲۲۶۰/۰۰±۳/۴۷ b	۲۳۲۰/۶۸±۳/۰۹ a	۲۱۷۷/۰۸±۳/۱۵ d	<۰/۰۱
وزن لاشه فاقد محتویات شکمی (گرم)	۱۶۵۶/۶۷±۸/۱۴ c	۱۷۶۰/۶۷±۸/۷۴ b	۱۸۲۶/۵۰±۷/۷۷ a	۱۶۷۸/۵۰±۷/۹۲ c	<۰/۰۱
بازده لاشه (درصد)	۵۹/۸۹±۰/۳۴ b	۶۱/۷۷±۰/۳۷ a	۶۲/۳۱±۰/۳۳ a	۶۱/۴۹±۰/۳۳ a	۰/۰۲
وزن نسبی ماهیچه سینه‌ای به وزن زنده بدن (درصد)	۲۲/۴۶±۰/۱۷ c	۲۳/۰۹±۰/۱۸ b	۲۵/۱۲±۰/۱۶ a	۲۳/۵۱±۰/۱۶ b	<۰/۰۱
ضخامت ماهیچه سینه‌ای سمت چپ (سانتی متر)	۴/۴۴±۰/۰۲ d	۴/۷۸±۰/۰۲ b	۵/۳۶±۰/۰۲ a	۴/۶۰±۰/۰۲ c	<۰/۰۱
وزن نسبی ران به وزن زنده بدن (درصد)	۱۶/۱۹±۰/۱۱ c	۱۷/۰۱±۰/۱۲ b	۱۷/۶۲±۰/۱۰ a	۱۶/۸۶±۰/۱۱ b	<۰/۰۱
وزن نسبی چربی شکمی به وزن زنده بدن (درصد)	۲/۲۵±۰/۰۳ a	۲/۰۷±۰/۰۳ b	۱/۷۹±۰/۰۳ c	۱/۵۷±۰/۰۳ d	<۰/۰۱
وزن نسبی قلب به وزن زنده بدن (درصد)	۰/۴۲±۰/۰۰۳ b	۰/۴۲±۰/۰۰۳ b	۰/۴۸±۰/۰۰۳ a	۰/۴۲±۰/۰۰۳ b	<۰/۰۱

۱- داده‌ها شامل میانگین ±خطای استاندارد میانگین می‌باشند. میانگین های هر ردیف با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی دار می باشند (p <۰/۰۵).

۲- بر اساس روز مرغ

تن و همکاران (۲۶) نشان دادند که با اضافه کردن ۱ درصد آرژنین به جیره خوک‌ها، میزان بافت چربی لاشه کاهش می‌یابد. وو و همکاران (۲۹) گزارش کردند که مکمل آرژنین در اردک ذخیره چربی لاشه و اندازه سلول‌های چربی بافت شکمی را کاهش داده و تولید ماهیچه و پروتئین را افزایش داده است. الدراجی و صالیح (۲) با اضافه کردن ۰/۰۴ و ۰/۰۶ درصد آرژنین به خوراک جوجه‌های گوشتی، افزایش معنی‌دار وزن لاشه، درصد لاشه، درصد ماهیچه سینه‌ای و ران را گزارش کردند.

بررسی ترکیب شیمیایی گوشت اثر افزاینده و معنی‌دار آرژنین بر میزان پروتئین خام (P<۰/۰۵)، ماده خشک (P<۰/۰۵) و چربی (P<۰/۰۱) ماهیچه سینه‌ای را نشان داد و این افزایش در جیره غذایی حاوی ۱۸۳ درصد آرژنین قابل هضم بیشترین بود (جدول ۳). اگر چه اثر کلی جیره غذایی آرژنین بر خاکستر ماهیچه معنی‌دار نبود، در مقایسه جیره‌های غذایی آرژنین با آزمون آماری چند دامنه‌ای دانکن، افزایش خاکستر ماهیچه با افزایش آرژنین مشاهده شد به طوری که بیشترین مقدار در جیره غذایی چهارم مشاهده شد (جدول ۳). مشاهده افزایش محتوای چربی و پروتئین ماهیچه سینه‌ای و از سوی دیگر کاهش ذخیره چربی در بافت چربی در نتایج پژوهش حاضر، نشان می‌دهد آرژنین توزیع انرژی را در بافت چربی و ماهیچه به گونه‌ای تغییر می‌دهد تا انرژی به سمت ساخت پروتئین و چربی در بافت ماهیچه رفته و از ذخیره انرژی در بافت چربی جلوگیری می‌کند. همچنین نتایج مربوط به بیان ژن‌های مسئول سنتز چربی نیز نشان داد که آرژنین از طریق کاهش در بیان ژنهای لیپوژنیک در بافت چربی و افزایش آنها در بافت ماهیچه این اثرات را اعمال کرده است (۳۳). مشابه با نتایج پژوهش حاضر، ما و همکاران (۱۹) با مصرف ۱ درصد آرژنین در جیره خوک‌ها افزایش محتوای چربی داخل

ماهیچه‌ای و تن و همکاران (۲۷) در پژوهش مشابهی افزایش محتوای چربی و پروتئین ماهیچه را گزارش کردند. وو و همکاران (۲۹) نیز گزارش کردند مصرف آرژنین در اردک، چربی و پروتئین داخل ماهیچه‌ای را افزایش داده است.

اثر جیره غذایی آرژنین بر وزن و طول قسمت‌های مختلف روده شامل وزن نسبی دوازدهه به وزن بدن، طول دوازدهه (P<۰/۰۱)، وزن نسبی ژژنوم به وزن بدن (P<۰/۰۱)، طول ژژنوم (P<۰/۰۱)، وزن نسبی ایلئوم به وزن بدن (P<۰/۰۱) و طول ایلئوم (P<۰/۰۱) معنی‌دار بود و نتایج برتری جیره غذایی ۳ را در وزن و طول هر سه قسمت دوازدهه، ژژنوم و ایلئوم نشان دادند (جدول۳). در تمام شاخصه‌های وزنی و طولی مربوط به روده کوچک، تیمار سوم بالاترین میزان را نشان داد؛ بنابراین به نظر می‌رسد جیره غذایی سوم بالاترین بهبود در شاخصه‌های وزنی و طولی روده و در نتیجه بهترین هضم و جذب را دارا باشد. نتایج پژوهش حاضر مشابه با نتایج بوچرت–تورت و همکاران (۶)، وو و همکاران (۳۰) و یاوو و همکاران (۳۱) بود، در حالی که مخالف نتایج موراکمی و همکاران (۲۱) بود. بوچرت–تورت و همکاران (۶) نشان دادند که آرژنین رشد سلول‌های اندوتلیال روده‌ای خوک‌های تازه متولد شده را افزایش داد. وو و همکاران (۳۰) با مصرف ۰/۶ درصد آرژنین در خوک‌ها نشان دادند مکمل آرژنین رشد روده کوچک، طول پرزها در دوازدهه، ژژنوم و ایلئوم و عمق کریپت در ژژنوم و ایلئوم را افزایش داد. یاوو و همکاران (۳۱) نشان دادند که مکمل خوراکی آرژنین در خوک‌های ۲۱ روزه به میزان ۱ درصد جیره به مدت ۷ روز، وزن نسبی روده کوچک را افزایش داد و ارتفاع پرزهای دوازدهه، ژژنوم و ایلئوم در خوک‌های دریافت‌کننده مکمل آرژنین بالاتر از گروه کنترل بود. از سوی دیگر، موراکمی و همکاران (۲۱) با افزایش آرژنین جیره از ۱/۳۹ تا ۱/۷۹ درصد آرژنین قابل هضم در دوره آغازین گزارش کردند که آرژنین بر وزن و طول روده اثری نداشت.

مشخص شده است که آرژنین از طریق مسیرهای مختلفی رشد را تحت تأثیر قرار می‌دهد: مسیر اول) این اسید آمینه یکی از اجزای اصلی پروتئین‌ها است و به طور مستقیم بر سنتز پروتئین اثر می‌گذارد (۱۲). مسیر دوم) آرژنین ترشح انسولین را از سلول‌های بتا پانکراس و ترشح هورمون رشد را از هیپوفیز افزایش می‌دهد (۸ و ۱۱) و از این طریق اثرات آنابولیک بر ماهیچه اسکلتی دارد (۱۰). مسیر سوم) آرژنین با افزایش فعالیت آرژیناز تشکیل اورنیتین (یک پیش‌ساز پلی‌آمینی) را در پی دارد (۱۶). اورنیتین دکربوکسیلاز (ODC) اورنیتین را به پوترسین[1] تبدیل می کند. سپس اسپرمیدین[2] و اسپرمین[3] به وسیله اضافه‌شدن توالی گروه آمینوپروپیل[4] و از طریق عملکرد اسپرمیدین سنتاز[5] و اسپرمین سنتاز[6] حاصل می‌شوند. پلی‌آمین‌ها (پوترسین، اسپرمیدین و اسپرمین) عملکردهای آنابولیکی شامل سنتزDNA، RNA و پروتئین و همچنین جذب اسیدهای آمینه به وسیله سلول‌ها را در بدن تقویت می‌کنند (۲۵). مسیر چهارم) از طریق تولید اکسید نیتریک به وسیله فعالیت آنزیم اکسید نیتریک سنتاز بر روی ال– آرژنین و اثرات آن بر رشد و متابولیسم بدن اعمال می‌شود (۱۴). اکسید نیتریک از طریق فعال کردن مسیرهای چندگانه وابسته به گوانوزین منوفسفات حلقوی (cGMP) موجب سوق انرژی از بافت چربی به بافت ماهیچه جهت سنتز پروتئین می‌شود (۱۴). بنابراین به نظر می‌رسد در پژوهش حاضر نیز آرژنین از طریق این مسیرها رشد را در جوجه‌های گوشتی تحریک کرده باشد.

غلظت تری‌یدوتیرونین (P<۰/۰۱) و تیروکسین (P<۰/۰۱) پلاسمایی با افزایش میزان آرژنین جیره افزایش معنی‌دار داشت، به طوری که در پلاسمای جوجه‌های جیره غذایی ۴، بیشترین غلظت هورمون‌های تیروئیدی مشاهده شد (جدول ۳). نتایج پژوهش حاضر موافق با نتایج رایلی و همکاران (۲۳) بود که نشان دادند کمبود تغذیه‌ای آرژنین در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان، کاهش سطوح T_3 و T_4 پلاسمایی و کاهش فعالیت دی‌یدیناز کبدی ($5'D$) که مسئول تبدیل T_4 به T_3 است، را در پی دارد. نتایج پژوهش‌های پیشین اثر آرژنین را بر افزایش هورمون رشد نشان داده‌اند (۱۱) و نشان داده شده است که هورمون رشد با کاهش فعالیت دی‌یدیناز نوع III (5DIII) و در نتیجه کاهش تجزیه T_3 و افزایش فعالیت دی‌یدیناز نوع I ($5'DI$) که مسئول تولید T_3 از T_4 می‌باشد، قادر است میزان T_3 جریان خون را به میزان زیادی افزایش دهد (۲۸). بنابراین، اگرچه در پژوهش حاضر غلظت هورمون رشد اندازه‌گیری نشد، ولی با توجه به افزایش چشمگیر هورمون‌های تیروئیدی و به طور ویژه T_3 در جیره غذایی چهارم، به نظر می‌رسد افزایش غلظت آرژنین رفته رفته غلظت هورمون رشد و به دنبال آن هورمون‌های تیروئیدی را افزایش داده است.

جیره غذایی آرژنین کاهش غلظت کلسترول (P<۰/۰۱) و تری‌گلیسرید (P<۰/۰۱) پلاسمایی را در پی داشت و بیشترین کاهش در جیره غذایی ۴ مشاهده شد (جدول ۳). با توجه به مشاهده اثر آرژنین بر افزایش هورمون‌های تیروئیدی، به نظر می‌رسد پاره‌ای از این اثرات با میانجی‌گری هورمون‌های تیروئیدی انجام گیرد، به طوری که مشخص شده است افزایش هورمون‌های تیروئیدی موجب کاهش غلظت کلسترول و تری گلیسیرید در پلاسما می‌شوند (۱).

1- Putrescine
2- Spermidine
3- Spermine
4- Amino propyl
5- Spermidine synthase
6- Spermine synthase

جدول۳- اثر جیره‌های غذایی دارای آرژنین بر خصوصیات روده، ترکیب شیمیایی گوشت و غلظت متابولیت‌های پلاسمایی

صفات مورد اندازه گیری	درصد آرژنین قابل هضم جیره‌های غذایی بر اساس کاتالوگ راس				P-value
	۱۰۰ درصد (جیره غذایی ۱)	۱۵۳ درصد (جیره غذایی ۲)	۱٦۸ درصد (جیره غذایی ۳)	۱۸۳ درصد (جیره غذایی ٤)	
خصوصیات روده					
وزن نسبی دوازدهه به وزن زنده بدن (درصد)	۰/۳۷±۰/۰۰۲ c	۰/۴۱±۰/۰۰۲ b	۰/۴۷±۰/۰۰۲ a	۰/۳۵±۰/۰۰۲ d	<۰/۰۱
طول دوازدهه (سانتی متر)	۳۱/۴۴±۰/۲۲ c	۳۴/۴۶±۰/۲۴ b	۳۷/۹۸±۰/۲۱ a	۳۱/۹۲±۰/۲۲ c	<۰/۰۱
وزن نسبی ژژنوم به وزن زنده بدن (درصد)	۰/۶۹±۰/۰۱ d	۰/۷۶±۰/۰۱ b	۰/۸۳±۰/۰۱ a	۰/۷۲±۰/۰۱ c	<۰/۰۱
طول ژژنوم (سانتی متر)	۷۳/۷۸±۰/۴۰ d	۸۱/۸۳±۰/۴۳ b	۸۸/۱۲±۰/۳۸ a	۷۵/۲۵±۰/۳۹ c	<۰/۰۱
وزن نسبی ایلئوم به وزن زنده بدن (درصد)	۰/۴۷±۰/۰۰۲ d	۰/۵۴±۰/۰۰۲ b	۰/۵۸±۰/۰۰۲ a	۰/۴۹±۰/۰۰۲ c	<۰/۰۱
طول ایلئوم (سانتی متر)	۷۵/۶۹±۰/۲۷ c	۸۱/۲۵±۰/۲۹ b	۸۶/۴۲±۰/۲۵ a	۷۶/۳۷±۰/۲۶ c	<۰/۰۱
ترکیب شیمیایی گوشت					
خاکستر ماهیچه (درصد)	۶/۲۲±۰/۳۱ b	۶/۶۳±۰/۳۳ ab	۷/۱۶±۰/۲۹ ab	۷/۳۹±۰/۲۹ a	۰/۱۰
پروتئین خام ماهیچه (درصد)	۸۲/۲۵±۱/۴۳ b	۸۸/۱۹±۱/۵۳ a	۸۸/۳۵±۱/۳۶ a	۹۰/۳۳±۱/۳۹ a	۰/۰۳
ماده خشک ماهیچه (درصد)	۲۴/۹۹±۰/۳۳ b	۲۶/۴۷±۰/۳۶ a	۲۶/۷۵±۰/۳۲ a	۲۷/۱۹±۰/۳۲ a	۰/۰۲
چربی ماهیچه(درصد)	۲/۵۹±۰/۳۰ b	۳/۵۳±۰/۳۲ b	۴/۷۴±۰/۲۹ a	۵/۶۱±۰/۲۹ a	<۰/۰۱
غلظت متابولیت‌های پلاسمایی					
کلسترول (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	۹۶/۰۲±۰/۶۳ a	۸۵/۶۸±۰/۶۷ b	۸۳/۹۱±۰/۵۹ b	۷۸/۱۷±۰/۶۱ c	<۰/۰۱
گلوکز (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	۱۹۸/۱۴±۷/۵۲	۲۱۴/۳۴±۸/۰۷	۲۱۵/۴۴±۷/۱۷	۲۰۶/۵۱±۷/۳۱	۰/۴۷
تری‌گلیسرید (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	۷۴/۲۱±۰/۵۳ a	۶۸/۱۰±۰/۵۷ b	۶۳/۵۱±۰/۵۰ c	۶۰/۳۴±۰/۵۱ d	<۰/۰۱
اوره (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	۱۱/۵۷±۰/۳۵ a	۸/۰۹±۰/۳۷ b	۶/۵۱±۰/۳۳ c	۱۲/۶۴±۰/۳۴ a	<۰/۰۱
تری‌یدوتیرونین (نانومول در لیتر)	۱/۱۳±۰/۱۳ c	۱/۷۰±۰/۱۴ b	۲/۰۷±۰/۱۲ b	۲/۵۱±۰/۱۲ a	<۰/۰۱
تیروکسین (نانومول در لیتر)	۴۳/۶۹±۰/۵۸ d	۴۹/۵۱±۰/۶۲ c	۵۲/۰۷±۰/۵۵ b	۵۷/۰۳±۰/۵۶ a	<۰/۰۱

*- داده‌ها شامل میانگین ±خطای استاندارد میانگین می‌باشند. میانگین های هر ردیف با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی دار می باشند ($p <$ ۰/۰۵).

همچنین آرژنین با تولید اکسید نیتریک، قادر است بر تولید و متابولیسم چربی در بدن اثر بگذارد و کاهش غلظت‌های کلسترول و تری گلیسرید و سایر متابولیت‌های چربی را به همراه داشته باشد (۱۴). بنابراین در پژوهش حاضر ترکیب اثرات آرژنین بر هورمون‌های تیروئیدی و اکسید نیتریک، کاهش زیاد در کلسترول و تری گلیسیرید پلاسمایی را در پی داشته است. کاهش معنی‌دار غلظت اوره پلاسمایی (P<۰/۰۱) با افزایش سطح آرژنین جیره تا ۱۶۸ درصد آرژنین قابل هضم بر اساس برنامه غذایی راس (جیره غذایی ۳) مشاهده شد، این در حالی است که افزایش بیشتر آرژنین تا سطح ۱۸۳ درصد آرژنین قابل هضم بر اساس برنامه غذایی راس (جیره غذایی ۴) این روند کاهش را معکوس کرد (جدول ۳). کاهش مشاهده شده در غلظت اوره پلاسمایی به دلیل اثر آرژنین بر تولید اکسید نیتریک و افزایش ترشح هورمون‌های تیروئیدی در حد متعادل است که هر دو با هم از رشد و تولید پروتئین ماهیچه‌ای حمایت کرده‌اند (۱ و ۱۴). اما از آنجا که افزایش بیش از اندازه هومون‌های تیروئیدی، کاتابولیسم ماهیچه‌ای را افزایش می‌دهد (۱) و با توجه به کاهش وزن مشاهده شده در جیره غذایی چهارم، به نظر می‌رسد این افزایش اوره به دلیل تجزیه پروتئین‌های ماهیچه‌ای در اثر افزایش نامتعادل هورمون‌های تیروئیدی رخ داده باشد. نتایج پژوهش حاضر مشابه با نتایج جوبگن و همکاران (۱۵)، و یاوو و همکاران (۳۱) بود. جوبگن و همکاران (۱۵) گزارش کردند که مکمل آرژنین در آب خوراکی موش‌های چاق به مدت ۱۲ هفته، کاهش غلظت سرمی تری‌گلیسرید و اوره را در پی داشت. یاوو و همکاران (۳۱) نشان دادند که مکمل خوراکی آرژنین در خوک‌های ۲۱ روزه به میزان ۱٪ جیره به مدت ۷ روز، غلظت پلاسمایی آمونیاک و اوره را کاهش داد.

به طور کلی نتایج پژوهش حاضر نشان دادند که آرژنین موجب افزایش رشد ماهیچه‌ای و محتوای چربی درون ماهیچه‌ای شد، در حالی که از ذخیره چربی در محوطه شکمی کاست؛ بنابراین به نظر می‌رسد آرژنین با تغییر توزیع انرژی، انرژی را از سمت بافت چربی به بافت ماهیچه سوق داده است. علت این که در پژوهش حاضر جیره غذایی ۳ بهترین نتیجه را در مورد افزایش وزن و تولید ماهیچه داشته است می‌تواند به این دلایل باشد: ۱- این سطح آرژنین بهترین تعادل اسید آمینه‌ای را ایجاد کرده و بنابراین رشد بهتری داشته است. ۲- در تیمار سوم وزن و طول روده‌ای بیشترین است که به نوعی نشان

دهنده افزایش جذب مواد مغذی و افـزایش رشـد مـی‌باشـد. ۳- ایـن سطح آرژنین ممکن است با تحریک مسـیر اکسـید نیتریـک سـنتاز و مسیر هورمون رشد اثرات خـود را بـر رشـد اعمـال کـرده باشـد. ۴- افزایش هورمون‌های تیروئیدی تا سـطح ۳ جیـره غـذایی آرژنـین بـه صورت متعادل بوده است و افزایش رشد ماهیچه‌ای را در پـی داشـته است.

در جیره غذایی چهارم، روند افزایش وزن معکوس شـد و کـاهش یافت. همچنین، کاهش چربی محوطه شکمی و چربی‌های پلاسمایی مشاهده شد و سطح اوره پلاسمایی افزایش یافت. این تغییـر رونـد را می توان به افزایش چشـمگیر هورمـون T_3 در جیـره غـذایی چهـارم مربوط دانست. در سطح جیره غذایی چهارم تحریـک بـیش از انـدازه هورمون‌های تیروئیدی از میزان رشد در این گروه کاسته و ترکیب اثر آرژنین و هورمون های تیروئیدی (افزایش سوخت و سـاز کلـی بـدن) کاهش شدید چربی و متابولیت‌های مربوط به چربی در این گروه را در پی داشته است و افزایش اوره در گروه چهارم به دلیل افزایش سوخت و ساز ناشی از افزایش هورمون‌های تیروئیدی و کاتابولیسم ماهیچه‌ای است. از سویی دیگر، ۱۸۳ درصد آرژنین قابل هضم بـر وزن و طـول روده‌ای نیز اثر منفی گذاشته و در تیمـار چهـارم وزن و طـول روده‌ای کاهش یافته است که به نوعی نشان دهنده کاهش جذب مواد مغـذی و کاهش رشد بود.

اثر جیره غذایی آرژنین بر وزن نسبی قلب به وزن بدن جوجـه‌هـا قبل از کشتار ($P< ۰/۰۱$) نیز معنی‌دار بود، به طوری‌که بهترین پاسخ افزایش وزن در جیره غذایی ۳ مشاهده شـد (جـدول۲). بـا توجـه بـه حساس بودن سویه‌های مدرن جوجه‌های گوشتی نسبت بـه آسـیت و در نظر گرفتن این نکته که سایر مطالعات مانند لورنزونی و رویز فریـا (۱۸)، رویز فریا (۲۴) و باتیس اورتگا و رویز فریـا (۷) بهبـود عملکـرد سیستم قلبی –عروقی و کاهش آسیت پرنـدگان را در اثـر اسـتفاده از آرژنین نشان داده‌اند، به نظر می‌رسد سطح ۳ جیره غذایی آرژنین قادر باشد بهترین مقاومت را نسبت به آسیت در جوجه‌های گوشـتی ایجـاد کند.

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان دادند که افزودن ۱۶۸ درصـد آرژنـین قابل هضم بر اساس توصیه برنامه غذایی راس، به جیـره جوجـه‌هـای گوشتی، بهبود وزن و ضریب تبدیل غـذایی، افـزایش تولیـد ماهیچـه سینه‌ای، افزایش وزن نسبی قلب و ران، بهبود وزن نسبی و طول سـه قسمت روده کوچک، افزایش محتوای چربی و پـروتئین ماهیچـه بـه همراه بهبود فراسنجه‌های خونی را در پی داشت، در حالی کـه چربـی لاشه کاهش یافت. بنابراین با توجه به مشاهده این اثـرات مثبـت بـر تولید ماهیچه و رشد و با توجه به این که روند افـزایش وزن در جیـره غذایی چهارم معکوس شده است، به نظر می‌رسد جیره غـذایی سـوم بهترین سطح تغذیه‌ای قابل توصیه آرژنین بـه منظـور تحریـک رشـد ماهیچه‌ای و کاهش ذخیره چربی است. اگرچه با افزودن ۱۸۳ درصـد آرژنین قابل هضم بـر اسـاس توصـیه برنامـه غـذایی راس، در جیـره غذایی جوجه‌های گوشتی بیشترین کاهش چربی لاشه مشـاهده شـد، ولی با توجه به این که این سطح آرژنین قادر نبود از رشد جوجه‌هـای گوشتی حمایت کند بنابراین برای جنبه‌های رشد استفاده از این سطح آرژنین قابل توصیه نیست.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از حمایت مالی معاونـت محتـرم پژوهشـی دانشـکده کشاورزی دانشگاه تهران و صندوق حمایت از پژوهشگران و فنـاوران کشور که امکان انجام این پژوهش را میسر ساختند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

۱- گایتون و هال. ترجمه، نیاورانی، احمد رضا و محمد رخشان. ۲۰۰۰. فیزیولوژی پزشکی. انتشاراط سماط.

2- Al-Daraji, H. J., and A. M. Salih. 2012. Effect of dietary L-arginine on carcass traits of broilers. Res. Opin. Anim. Vet. Sci. 2: 40-44.

3- Andrews, R. P., and N. A. Baldar. 1985. Amino acid analysis of feed constituents. Science Tools. 32: 44-48.

4- AOAC. 2000. Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists. EUA.

5- Ball, R. O., K. L. Urschel, and P. B. Pencharz. 2007. Nutritional consequences of interspecies differences in arginine and lysine metabolism. J. Nutr. 137:1626–1641.

6- Bauchart-Thevret, C., L. Cui, G. Wu, and D. G. Burrin. 2010. Arginine-induced stimulation of protein synthesis and survival in IPEC-J2 cells is mediated by mTOR but not nitric oxide. Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab. 299: E899-909.

7- Bautista-Ortega, J., and C. A. Ruiz-Feria. 2010. L-Arginine and antioxidant vitamins E and C improve the cardiovascular performance of broiler chickens grown under chronic hypobaric hypoxia. Poult. Sci. 89: 2141-2146.

8- Davis, S. L. 2011. Plasma levels of prolactin, growth hormone, and insulin in sheep following the infusion of arginine, leucine and phenylalanine. Endocrinology. 91: 549-555.

9- De Boo, H. A., P. L. Van Zijl, D. E. Smith, W. Kulik, H. N. Lafeber, and J. E. Harding. 2005. Arginine and mixed amino acids increase protein accretion in the growth-restricted and normal ovine fetus by different mechanisms. Pediatr. Res. 58: 270-277.
10- Fernandes, J. I. M., A. E. Murakami, E. N. Martins, M. I. Sakamoto, and E. R. M. Garcia. 2009. Effect of arginine on the development of the pectoralis muscle and the diameter and the protein: deoxyribonucleic acid rate of its skeletal myofibers in broilers. Poult. Sci. 88: 1399–1406.
11- Floyd, J. C. J., S. S. Fajans, and J. W. Conn. 1966. Stimulation of insulin secretion by amino acids. J. Clin. Invest. 45:1487–1502.
12- Jahanian, R. 2009. Immunological responses as affected by dietary protein and arginine concentrations in starting broiler chicks. Poult. Sci. 88:1818–1824.
13- Jiao, P., Y. Guo, X. Yang, and F. Long. 2010. Effect of dietary arginine and methionine levels on broiler carcass traits and meat quality. J. Anim. Vet. Adv. 9: 1546-1551.
14- Jobgen, W. S., S. K. Fried, W. J. Fu, C. J. Meininger, and G. Wu. 2006. Regulatory role for the arginine–nitric oxide pathway in metabolism of energy substrates. J. Nutr. Biochem. 17: 571-588.
15- Jobgen, W., C. J. Meininger, S. C. Jobgen, P. Li, M. J. Lee, S. B. Smith, T. E. Spencer, S. K. Fried, and G. Wu. 2009. Dietary L-arginine supplementation reduces white fat gain and enhances skeletal muscle and brown fat masses in diet-induced obese rats. J. Nutr. 139: 230–237.
16- Khajali, F., and R. F. Widerman. 2010. Dietary arginine: metabolic, environmental, immunological and physiological interrelationships. World's Poult. Sci. J. 66:751-766.
17- Kwak, H., R. E. Austic, and R. R. Dietert. 2001. Arginine-genotype interactions and immune status. Nutr. Res. 21:1035–1044.
18- Lorenzoni, A. G., and C. A. Ruiz-Feria. 2006. Effects of vitamin E and L-arginine on cardiopulmonary function and ascites parameters in broiler chickens reared under subnormal temperatures. Poult. Sci. 85: 2241-2250.
19- Ma, X. Y., Y. C. Lin, Z. Y. Jiang, C. T. Zheng, G. L. Zhou, and D. Q. Yu. 2010. Dietary arginine supplementation enhances antioxidative capacity and improves meat quality of finishing pigs. Amino Acids. 38: 95-102.
20- Munir, K., M. A. Muneer, E. Masaoud, A. Tiwari, A. Mahmud, R. M. Chaudhry, and A. Rashid. 2009. Dietary arginine stimulates humoral and cell-mediated immunity in chickens vaccinated and challenged against hydropericardium syndrome virus. Poult. Sci. 88: 1629–1638.
21- Murakami, A. E., J. I. M. Fernandes, L. Hernandes, and T. C. Santos. 2012. Effects of starter diet supplementation with arginine on broiler production performance and on small intestine morphometry. Pesq. Vet. Bras. 32:259-266.
22- Nall, J. L., G. Wu, K. H. Kim, C. W. Choi, and S. B. Smith. 2009. Dietary supplementation of L-arginine and conjugated linoleic acid reduces retroperitoneal fat mass and increases lean body mass in rats. J. Nutr. 139: 1279-1285.
23- Riley, W. W., D. A. Higgs, B. S. Dosanjh, and J. G. Eales. 1996. Influence of dietary arginine and glycine content on thyroid function and growth of juvenile rainbow trout, Oncorhynchus mykiss (Walbaum). Aquacult. Nutr. 2: 235-242.
24- Ruiz-Feria, C. A. 2009. Concurrent supplementation of arginine, vitamin E, and vitamin C improve cardiopulmonary performance in broilers chickens. Poult. Sci. 88: 526-535.
25- Smith, T. K. 1990. Effect of dietary putrescine on whole body growth and polyamine metabolism. Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine 194: 332-336.
26- Tan, B., Y. Yin, Z. Liu, W. Tang, H. Xu, X. Kong, X. Li, K. Yao, W. Gu, S. B. Smith, and G. Wu. 2010. Dietary L-arginine supplementation differentially regulates expression of lipid-metabolic genes in porcine adipose tissue and skeletal muscle. J. Nutri. Biochem. doi:10.1016/j.jnutbio.2010.03.012.
27- Tan, B., Y. Yin, Z. Liu, X. Li, H. Xu, X. Kong, R. Huang, W. Tang, I. Shinzato, S. B. Smith, and G. Wu. 2009. Dietary L-arginine supplementation increases muscle gain and reduces body fat mass in growing-finishing pigs. Amino Acids. 37:169–175.
28- Vasilatos-Younken, R., Y. Zhou, X. Wang, J.P. McMurtry, R.W. Rosebrough, E. Decuypere, N. Buys, V.M. Darras, S. Van der Geyten and F. Tomas. 2000. Altered chicken thyroid hormone metabolism with chronic GH enhancement in vivo: Consequences for skeletal muscle growth. J. Endocrinol. 166: 609-620.
29- Wu, L. Y., Y. J. Fang, and X. Y. Guo. 2011. Dietary L-arginine supplementation beneficially regulates body fat deposition of meat-type ducks. Br. Poult. Sci. 52:221-226.
30- Wu, X., Z. Ruan, Y. Gao, Y. Yin, X. Zhou, L. Wang, M. Geng, Y. Hou and G. Wu. 2010. Dietary supplementation with L-arginine or N-carbamyl glutamate enhances intestinal growth and heat shock protein-70 expression in weanling pigs fed a corn- and soybean meal-based diet. Amino Acids. 39:831-839.
31- Yao, K., S. Guan, T. Li, R. Huang, G. Wu, Z. Ruan, and Y. Yin. 2011. Dietary L-arginine supplementation enhances intestinal development and expression of vascular endothelial growth factor in weanling piglets. Br. J. Nutr. 105: 703–709.
32- Ebrahimi, M., A. Towhidi, and A. Nikkhah. 2009. Effect of organic selenium (Sel-Plex) on thermometabolism, blood chemical composition and weight gain in holstein suckling calves. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 22: 984 – 992.

33- Ebrahimi, M., A. Zare Shahneh, M. Shivazad, Z. Ansari Pirsaraei, M. Tebianian, C. A. Ruiz-Feria, M. Adibmoradi, K. Nourijelyani, F. Mohamadnejad. 2013. The effect of feeding arginine on lipogenic gene expressions and growth performance in broilers. Br. Poult. Sci. In press.