

## اثرات سطوح بالای ال-آرژینین بر عملکرد، ریخت‌شناسی روده کوچک و اعضای دستگاه ایمنی در جوجه‌های گوشتی در طی دوره رشد

مرضیه ابراهیمی<sup>۱\*</sup>، احمد زارع شحنه<sup>۲</sup>، محمود شیوازاد<sup>۳</sup>، زریخت انصاری پیرسرائی<sup>۴</sup>، مجید تیبیانیان<sup>۵</sup>، مسعود ادیب مرادی<sup>۶</sup> و کرامت نوری جلیانی<sup>۶</sup>

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۹/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۲/۰۲

<sup>۱</sup> استادیار گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

<sup>۲</sup> استاد گروه علوم دامی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران-کرج

<sup>۳</sup> استادیار گروه علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

<sup>۴</sup> استادیار موسسه تحقیقات سرم و واکسن رازی-کرج

<sup>۵</sup> دانشیار دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران

<sup>۶</sup> دانشیار دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران

\*مسئول مکاتبه: Email:marzebrahimi@tabrizu.ac.ir

### چکیده

در مطالعه حاضر اثرات ۲۴ روزه استفاده از سطوح بالای اسید آمینه ال-آرژینین بر رشد، خصوصیات ریخت‌شناسی روده و سیستم ایمنی در جوجه مرغ‌های گوشتی سویه راس ۳۰۸ مورد بررسی قرار گرفت. در این پژوهش تعداد ۱۹۲ قطعه جوجه گوشتی یک روزه در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ جیره خوراکی، ۴ تکرار و ۱۲ مشاهده در هر تکرار تغذیه شدند. جیره‌های خوراکی دارای ۱۰۰٪، ۱۵۳٪، ۱۶۸٪ و ۱۸۳٪ آرژینین قابل هضم بر اساس توصیه کاتالوگ سویه راس بودند و از ۱ تا ۲۴ روزگی تغذیه شدند. در روزهای ۱۰ و ۲۴ پژوهش، جوجه‌ها وزن‌کشی شده و مصرف خوراک آنها اندازه‌گیری شد. در روز پایانی آزمایش، تعداد سه قطعه جوجه از هر تکرار به صورت تصادفی انتخاب و کشتار شدند تا شاخصه‌های وزنی، طولی و بافت‌شناسی روده کوچک تعیین شده و وزن اندام‌های مربوط به سیستم ایمنی اندازه‌گیری شوند. نتایج نشان دادند که سطوح بالای آرژینین خوراک اثر معنی‌دار افزایش (P < ۰/۰۵) بر وزن بدن، متوسط افزایش وزن روزانه، بازده خوراک، وزن نسبی تیموس و طحال و واکنش پوست به فیتوهمگلوتینین P، وزن نسبی و طول روده کوچک و طول پرزها و عمق کریپت‌های دندوم و ژژنوم داشت، در حالی که نسبت طول پرز به عمق کریپت، تعداد سلول‌های گابلت و ضخامت اپیتلیوم دندوم و ژژنوم کاهش یافت (P < ۰/۰۵). بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش، مصرف میزان ۱۶۸ درصد آرژینین قابل هضم بر اساس توصیه کاتالوگ سویه راس، بهترین نتیجه را در بهبود رشد جوجه‌های گوشتی داشت و همچنین بهبود ویژگی‌های طولی و وزنی و بافت‌شناسی بافت روده کوچک و صفات ایمنی را به همراه داشت. از این رو، توصیه می‌شود در خوراک جوجه‌ها از سن ۱ تا ۲۴ روزگی مقدار ۱۶۸ درصد آرژینین قابل هضم برای بهبود رشد و افزایش زنده‌مانی استفاده شود.

واژگان کلیدی: آرژینین، اعضای دستگاه ایمنی، جوجه گوشتی، رشد، ریخت‌شناسی روده کوچک

## مقدمه

(۱/۳۹، ۱/۴۹، ۱/۵۸، ۱/۶۹ و ۱/۷۹ درصد جیره) با نسبت‌های آرژینین به لایزین به ترتیب ۱/۱۸۳، ۱/۲۶۲، ۱/۳۴۱ و ۱/۴۲۱ (میزان ثابت لایزین ۱/۲۶ درصد) در مرحله آغازین (۱ تا ۲۱ روزگی)، افزایش خطی وزن ماهیچه سینه‌ای و فیله سینه‌ای را در جوجه‌های گوشتی گزارش کردند؛ در پژوهش حاضر از ۳ سطح بالاتر از نیاز آرژینین (بالاتر نسبت به پژوهش فرناندز و همکاران ۲۰۰۹) تا ۲۴ روزگی (دوره آغازین و رشد) در جوجه‌های گوشتی راس استفاده شد تا اثرات سطوح بالای آرژینین بر عملکرد رشد، ویژگی‌های بافت روده و سیستم ایمنی در طی ۲۴ روز مورد بررسی قرار گیرد.

## مواد و روش‌ها

به منظور تعیین اثرات سطوح بالای ال- آرژینین بر عملکرد رشد، ویژگی‌های بافت روده و سیستم ایمنی در جوجه‌های گوشتی راس ماده، سطوح مختلف آرژینین طبق جدول ۱ به جیره‌های خوراکی اختصاص یافت. تعداد ۱۹۲ قطعه جوجه مرغ گوشتی یک روزه سویه راس (انتخاب تنها یک جنس به منظور حذف اثر جنس بر نتایج) در این آزمایش مورد استفاده قرار گرفت. دوره آزمایشی از زمان تولد آغاز شده و تا انتهای ۲۴ روزگی در سالن پرورش جوجه گروه علوم دامی دانشگاه تهران ادامه یافت. جوجه‌های مورد استفاده در این آزمایش از جوجه‌هایی با میانگین وزن تولد یکسان (۴۰/۱۱±۰/۲۹) انتخاب شدند. زمان ورود به سالن، جوجه‌ها در گروه‌های ۱۲ قطعه‌ای (مشاهده) در ۴ تکرار در هر جیره خوراکی با میانگین وزن تقریبی یکسان به جیره‌های خوراکی اختصاص داده شدند.

با توجه به محدودیت مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها و بسیاری از محرک‌های رشد مصنوعی به دلیل مشاهده آثار جانبی و گاهی زیان‌آور آنها بر انسان، شناسایی روش‌های جدید و طبیعی به منظور بهبود رشد و تقویت سیستم ایمنی ضروری است. آرژینین یک اسید آمینه ضروری در طیور است که به صورت عادی در مواد خوراکی موجود می‌باشد (بال و همکاران ۲۰۰۷). نتایج پژوهش‌های پیشین، اثرات مثبت آرژینین بر رشد سلول‌های اندوتلیال روده‌ای، وزن نسبی روده کوچک، افزایش ارتفاع پرزهای دندوم، ژل‌نوم و ایلیموم و در نتیجه بهبود جذب و انتقال مواد مغذی از مسیر روده‌ای را گزارش کرده‌اند (بوچرت-تورت و همکاران ۲۰۱۰ و یاوو و همکاران ۲۰۱۱). با توجه به این که رشد و توسعه بافت روده کوچک از طریق بهبود هضم و جذب می‌تواند افزایش رشد جوجه را در پی داشته باشد (یاماوچی و همکاران ۱۹۹۶ و یونی ۱۹۹۹) و هر چه زودتر سیستم گوارشی به ظرفیت عملکردی خود برسد، جوجه‌های جوان زودتر خواهند توانست از مواد مغذی استفاده بهینه کنند و برابر ظرفیت ژنتیکی خود رشد کنند (یونی و همکاران ۲۰۰۳ و یونی و فرکت ۲۰۰۴)؛ بنابراین، به نظر می‌رسد استفاده از تیمار آرژینین در هفته‌های ابتدایی پرورش بتواند با بهبود رشد بافت روده، بهبود رشد جوجه‌های جوان را در پی داشته باشد. همچنین تعدادی از پژوهش‌ها اثرات مثبت آرژینین بر افزایش وزن، افزایش ماهیچه، بهبود ضریب تبدیل خوراک در طیور گوشتی (کواک و همکاران ۲۰۰۱؛ فرناندز و همکاران ۲۰۰۹؛ جیاوو و همکاران ۲۰۱۰ و الدراجی و صالح ۲۰۱۲) را گزارش کرده‌اند. از سوی دیگر، مشخص شده است که آرژینین بر سیستم ایمنی و به طور ویژه پاسخ‌های ایمنی سلولی اثر مثبت دارد؛ به طوری که وزن اندام‌های لمفوییدی (تیموس و طحال) و پاسخ آنتی‌بادی را بهبود می‌دهد (جهانیاں ۲۰۰۹ و مونیر و همکاران ۲۰۰۹). با توجه به این که در یک آزمایش پیشین فرناندز و همکاران (۲۰۰۹) با استفاده از ۵ سطح آرژینین قابل هضم

**جدول ۱- اجزاء و ترکیب مواد مغذی جیره‌ها در آزمایش (بر حسب درصد)**

درصد آرژینین قابل هضم جیره‌ها بر اساس کاتالوگ راس								مواد خوراکی (%)
۱۸۳٪ آرژینین قابل هضم (جیره ۴)		۱۶۸٪ آرژینین قابل هضم (جیره ۳)		۱۵۳٪ آرژینین قابل هضم (جیره ۲)		۱۰۰٪ آرژینین قابل هضم (جیره ۱)		
۱۰-۱ روزگی	۲۴-۱۱ روزگی	۱۰-۱ روزگی	۲۴-۱۱ روزگی	۱۰-۱ روزگی	۲۴-۱۱ روزگی	۱۰-۱ روزگی	۲۴-۱۱ روزگی	
۲۳/۳۰	۱۶/۷۴	۲۳/۳۰	۱۶/۷۴	۲۳/۳۰	۱۶/۷۴	۲۳/۳۰	۱۶/۷۴	ذرت
۲۲/۵۱	۲۹/۱۱	۲۲/۵۱	۲۹/۱۱	۲۲/۵۱	۲۹/۱۱	۲۲/۵۱	۲۹/۱۱	کنجاله سویا (۴۴/۶۳ درصد پروتئین)
۲۰/۰۰	۲۰/۰۰	۲۰/۰۰	۲۰/۰۰	۲۰/۰۰	۲۰/۰۰	۲۰/۰۰	۲۰/۰۰	کانولا
۲۰/۰۰	۲۰/۰۰	۲۰/۰۰	۲۰/۰۰	۲۰/۰۰	۲۰/۰۰	۲۰/۰۰	۲۰/۰۰	گندم
۸/۶۶	۸/۰۷	۸/۶۶	۸/۰۷	۸/۶۶	۸/۰۷	۸/۶۶	۸/۰۷	روغن سویا
۱/۶۸	۱/۹۲	۱/۶۸	۱/۹۲	۱/۶۸	۱/۹۲	۱/۶۸	۱/۹۲	دی‌کلسیم فسفات
۰/۸۹	۱/۱۱	۰/۸۹	۱/۱۱	۰/۸۹	۱/۱۱	۰/۸۹	۱/۱۱	سنگ آهک
۰/۴۲	۰/۴۱	۰/۴۲	۰/۴۱	۰/۴۲	۰/۴۱	۰/۴۲	۰/۴۱	نمک طعام
۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	مکمل ویتامینه ۱
۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	مکمل معدنی ۲
۰/۲۰	۰/۲۵	۰/۲۰	۰/۲۵	۰/۲۰	۰/۲۵	۰/۲۰	۰/۲۵	دی-ال-متیونین
۰/۱۹	۰/۲۳	۰/۱۹	۰/۲۳	۰/۱۹	۰/۲۳	۰/۱۹	۰/۲۳	ال-لایزین هیدروکلراید
۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۷	ال-ترئونین
۰/۵۰	۰/۴۱	۰/۷۱	۰/۶۱	۰/۸۶	۰/۸۱	۱/۵۰	۱/۵۰	ماسه
۱/۰۰	۱/۰۹	۰/۷۹	۰/۸۹	۰/۶۴	۰/۶۹	۰	۰	ال آرژینین اضافه شده
۲/۲۱	۲/۴۰	۲/۰۰	۲/۲۰	۱/۸۵	۲/۰۰	۱/۲۱	۱/۳۱	ال-آرژینین قابل هضم کل

**ترکیب مواد مغذی جیره پایه (بر حسب درصد)**

دوره آغازین (۱۰-۱ روزگی) دوره رشد (۱۱-۲۴ روزگی)

۳۱۵۰	۳۰۲۵	انرژی قابل متابولیسم (Kcal/kg)
۲۱/۶۱	۲۴/۰۸	پروتئین خام
۱۸/۶۶	۲۰/۶۸	پروتئین قابل هضم
۰/۹۰	۱/۰۵	کلسیم
۰/۴۵	۰/۵۰	فسفر قابل دسترس
۱/۱	۱/۲۷	لیزین قابل هضم
۰/۵۰	۰/۵۸	متیونین قابل هضم
۰/۸۴	۰/۹۴	متیونین + سیستین قابل هضم
۰/۷۳	۰/۸۳	ترئونین قابل هضم
۰/۷۵	۰/۸۵	ایزولوسین قابل هضم
۱/۳۲	۱/۵۱	آرژینین کل
۱/۲۱	۱/۳۱	آرژینین قابل هضم
۰/۲۳	۰/۲۶	تریپتوفان قابل هضم
۱/۴۲	۱/۵۶	لوسین قابل هضم
۰/۸۷	۰/۹۷	والین قابل هضم

<sup>۱</sup> هر کیلوگرم مکمل ویتامینه شامل ۹ میلیون واحد بین‌المللی ویتامین A، ۲ میلیون واحد بین‌المللی D3، ۱۸ هزار واحد بین‌المللی ویتامین E، ۱۸۰۰ میلی‌گرم ویتامین B1، ۶۶۰۰ میلی‌گرم ویتامین B2، ۱۰ هزار میلی‌گرم ویتامین B3، ۲ هزار میلی‌گرم ویتامین B6، ۱۵ میلی‌گرم ویتامین B12، ۲ هزار میلی‌گرم ویتامین K3، هزار میلی‌گرم ویتامین B9، ۳۰ هزار میلی‌گرم ویتامین B5، ۱۰۰ میلی‌گرم ویتامین H2، ۵۰۰ هزار میلی‌گرم کلراید کولین و هزار میلی‌گرم آنتی‌اکسیدان بود.

<sup>۲</sup> هر کیلوگرم مکمل معدنی شامل ۱۰۰ هزار میلی‌گرم منگنز، ۵۰ هزار میلی‌گرم آهن، ۸۵ هزار میلی‌گرم روی، ۱۰ هزار میلی‌گرم مس، هزار میلی‌گرم ید و ۲۰۰ میلی‌گرم سلنیم بود.

سپس پرنده‌ها به مدت ۳ ساعت تحت محدودیت خوراک‌دهی قرار گرفتند، مصرف خوراک و وزن جوجه‌ها به صورت گروهی اندازه‌گیری شد و سپس افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک (FCR) بر حسب روزمرغ گزارش شدند. همچنین، در روز ۲۴ تعداد ۳ قطعه جوجه از هر تکرار (۱۲ قطعه جوجه در هر جیره خوراکی) به صورت تصادفی انتخاب، توزین و کشتار شدند. در زمان کشتار، وزن و طول سه بخش روده باریک؛ دندوم، ژژنوم و ایلیوم اندازه‌گیری و گزارش شدند. همچنین نمونه‌های سه قسمت روده در فرمالین ۱۰ درصد نگهداری شدند و به منظور تعیین طول پرزها، عمق شیارها، ضخامت اپی‌تلیوم و تعداد سلول‌های گابلت دندوم، ژژنوم و ایلیوم، نمونه‌ها به آزمایشگاه بافت‌شناسی دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران انتقال یافتند. به منظور پژوهش در مورد وضعیت بافت‌های مربوط به سیستم ایمنی، وزن همه لوب‌های تیموسی، بورس فابریسیوس و طحال جوجه‌های کشتار شده در ۲۴ روزگی (سه قطعه جوجه در هر تکرار، ۱۲ قطعه جوجه در هر جیره خوراکی)، توزین و گزارش شد. تعیین ایمنی سلولی، با استفاده از تست حساسیت بالای بازوفیلی جلدی<sup>۱</sup> بر موجود زنده<sup>۲</sup> با استفاده از فیتوهمگلوتینین P (PHA-P) ساخت شرکت گیبکو<sup>۳</sup> با شماره کاتالوگ ۱۰۵۷۶-۰۱۵ انجام گرفت. بدین منظور در روز ۲۳ پژوهش، شبکه پنجه‌ای<sup>۴</sup> پای راست (۳ جوجه در هر قفس) با یک میکرومتر حساس در اندازه‌های میلی‌متری تعیین شد. بلافاصله پس از اندازه‌گیری، ۱۰۰ میکروگرم از فیتوهمگلوتینین P (معلق<sup>۵</sup> در ۰/۱ میلی‌لیتر محلول نمک استریل) به درون شبکه پنجه‌ای تزریق شد. تورم شبکه پنجه‌ای ۱۲ و ۲۴ ساعت پس از تزریق مورد اندازه‌گیری

قبل از شروع آزمایش، تمام مواد خوراکی حاوی پروتئین بر اساس ترکیب شیمیایی (AOAC ۲۰۰۰) و محتوای اسید آمینه (اندروز و بالدار ۱۹۸۵) در آزمایشگاه مرکزی دگوسا در تهران آنالیز و محتوای اسید آمینه قابل هضم با استفاده از جداول NRC (۱۹۹۴) محاسبه شد. سپس با قرار دادن مقادیر حقیقی حاصل از آنالیز شیمیایی اقلام استفاده شده در جیره و محتوای اسیدهای آمینه قابل هضم آنها در نرم افزار UFFDA، جیره پایه فاقد ماده پرکننده (ماسه) و آرژینین<sup>۶</sup> بر اساس این ارزش‌های حقیقی و بر اساس اسیدهای آمینه قابل هضم تنظیم و ترکیب مواد مغذی کل جیره پایه با استفاده از نرم‌افزار UFFDA گزارش شد (جدول ۱). پس از تنظیم جیره، بر اساس نوع جیره خوراکی با اضافه کردن نسبت‌های مختلف آرژینین (Aldrich Sigma, W381918, 98.5%, USA) به جای ماسه، میزان آرژینین جیره‌های خوراکی تنظیم شد. گروه کنترل (جیره ۱) در این آزمایش میزان ۱/۳۱ درصد جیره آرژینین قابل هضم در کیلوگرم خوراک را در فاصله ۱ تا ۱۰ روزگی و ۱/۲۱ درصد جیره آرژینین قابل هضم در کیلوگرم خوراک را در فاصله ۱۱ تا ۲۴ روزگی دریافت کردند (۱۰۰ درصد آرژینین قابل هضم بر اساس توصیه کاتالوگ راس ۲۰۰۷). جوجه‌ها در گروه‌های ۲، ۳ و ۴ به ترتیب ۱۵۳، ۱۶۸ و ۱۸۳ درصد میزان آرژینین قابل هضم توصیه شده بر اساس توصیه کاتالوگ سویه راس دریافت کردند. آب بر اساس برنامه استاندارد پرورش جوجه گوشتی راس و برنامه نوردی در بردارنده ۲۳ ساعت روشنایی و یک ساعت تاریکی بود. در تمام مدت آزمایش تلفات، وزن تلفات و تعداد روزهای زنده‌مانی رکوردبرداری شد. در روز ۱۰ پژوهش، تعداد ۳ قطعه پرنده در هر تکرار به منظور کاهش تراکم حذف شدند. در روزهای ۱۰ و ۲۴ آزمایش، پرنده‌ها وزن‌کشی شدند و مصرف خوراک آنها اندازه‌گیری شد تا ضریب تبدیل خوراک (FCR) مورد محاسبه قرار گیرد. پایان دوره پژوهش تعداد ۳ قطعه جوجه از هر تکرار (۱۲ جوجه در هر جیره خوراکی) به صورت تصادفی انتخاب شدند.

<sup>1</sup> Cript

<sup>2</sup> Cutaneous basophil hypersensitivity test

<sup>3</sup>In vivo

<sup>4</sup>Phytohemagglutinin P

<sup>5</sup>Gibco

<sup>6</sup>Toe web

<sup>7</sup>Suspended

مصرف خوراک را با افزایش محتوای آرژینین جیره نشان دادند به طوری که کمترین مصرف خوراک در جوجه‌های جیره خوراکی چهارم مشاهده شد (جدول ۲). همچنین افزایش وزن روزانه ( $P < 0.01$ ) و بازده خوراکی ( $P < 0.05$ ) در سن ۱۰ و ۲۴ روزگی افزایش معنی‌داری را نسبت به گروه کنترل نشان دادند و در جیره خوراکی ۳ این افزایش بالاترین بود (جدول ۲). نتایج حاصل از این آزمایش مشابه با نتایج کواک و همکاران (۲۰۰۱)، مونیر و همکاران (۲۰۰۹)، نال و همکاران (۲۰۰۹) و یاوو و همکاران (۲۰۱۱) بود. نتایج جهانیان (۲۰۰۹) در مورد شاخصه‌های وزن و ضریب تبدیل خوراک مشابه با آزمایش حاضر بود، در حالی که نتایج مخالف با نتایج ما در مورد مصرف خوراک جوجه‌ها (افزایش معنی‌دار مصرف خوراک با افزایش آرژینین در جیره) گزارش کرد. یاوو و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که مکمل خوراکی آرژینین در خوک‌های ۲۱ روزه به میزان ۱٪ جیره به مدت ۷ روز، اثری بر روی مصرف خوراک نداشت، در حالی که میانگین افزایش وزن روزانه و بازده خوراک را افزایش داد. نال و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که مصرف آرژینین در موش صحرایی وزن پایانی بدن را افزایش داده است. کواک و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند که استفاده از ۱/۵۳ درصد آرژینین در جیره جوجه‌های گوشتی برای مدت ۲ هفته (از هفته دوم تا چهارم) در مقابل مصرف ۰/۵۳ درصد آرژینین در جیره، موجب بهبود بازده خوراک و افزایش وزن بدن در گروه دریافت کننده مکمل آرژینین شد. جهانیان (۲۰۰۹) گزارش کرد در جوجه‌های گوشتی که جیره‌های حاوی ۵ سطح آرژینین به ترتیب ۸۰، ۹۰، ۱۰۰، ۱۱۰، یا ۱۲۰ درصد میزان آرژینین توصیه شده براساس NRC (۱۹۹۴) دریافت کردند، کمبود آرژینین در جیره موجب کاهش مصرف خوراک، وزن بدن و افزایش ضریب تبدیل خوراک شد. مونیر و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که افزودن ۲ درصد آرژینین به خوراک جوجه‌های گوشتی از ۱ روزگی و در طول دوره پرورش، باعث افزایش وزن بدن در جوجه‌ها شد.

قرار گرفت. پاسخ سیستم ایمنی جوجه به وسیله کم کردن ضخامت پوست نخستین اندازه‌گیری (زمان صفر) از میانگین ضخامت پوست در ۱۲ و ۲۴ ساعت پس از تزریق پوستی محاسبه و گزارش شد (کوریر و دلوج ۱۹۹۰). مدل آماری: داده‌ها در قالب طرح کامل تصادفی با استفاده از مدل زیر و با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار آماری SAS 9.2 آنالیز شدند. اثر قفس، طبقه و همچنین اثر متقابل آنها در جیره خوراکی 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 آماری چند دامنه دانکن انجام و سطح معنی‌داری نهایی نیز ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. مدل نهایی پس از حذف فاکتورهای غیرمهم (قفس، طبقه و اثرات متقابل آنها) به صورت زیر می‌باشد:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + \alpha \bar{W}_{jk} + e_{ijkl}$$

$$i=1, 2, 3, 4$$

$$j=1, 2, 3, 4$$

$$k=1, 2, 3, 4$$

$l=1$  (میانگین ۳ مشاهده)

$Y_{ijkl}$ : I آمین مشاهده در ز آمین قفس در k آمین طبقه در i آمین سطح آرژینین،  $\mu$ : میانگین جمعیت،  $A_i$ : اثر سطوح مختلف آرژینین،  $\alpha$ : ضریب تابعیت خطی Y از میانگین وزن بدن جوجه‌ها در قفس ز اُم و طبقه k اُم،  $\bar{W}_{jk}$ : میانگین وزن بدن جوجه‌ها در قفس ز اُم و طبقه k اُم در ۱ روزگی،  $e_{ijkl}$ : خطای تصادفی یا باقی مانده

## نتایج و بحث

وزن جوجه‌ها در ۱۰ ( $P < 0.05$ ) و ۲۴ روزگی ( $P < 0.01$ ) به طور معنی‌داری تحت تأثیر جیره خوراکی آرژینین قرار گرفتند و جیره خوراکی دارای ۱۶۸ درصد آرژینین (جیره ۳) نسبت به گروه کنترل افزایش معنی‌داری را نشان داد (جدول ۲). اگرچه در آزمایش حاضر مصرف خوراک تحت تأثیر اثر کلی جیره‌های خوراکی آرژینین قرار نگرفت ( $P > 0.05$ )، ولی با مقایسه نتایج مربوط به خوراک ۱۱ تا ۲۴ روزگی با آزمون آماری چند دامنه دانکن، نتایج کاهش

جدول ۲- اثر جیره‌های خوراکی حاوی سطوح بالای آرژینین بر عملکرد رشد و شاخصه‌های مربوط به سیستم ایمنی در طی دوره رشد

P-value	درصد آرژینین قابل هضم جیره‌های خوراکیبر اساس کاتالوگ راس				صفات مورد اندازه گیری <sup>۱</sup>
	۱۸۳٪ آرژینین قابل هضم (جیره ۴)	۱۶۸٪ آرژینین قابل هضم (جیره ۳)	۱۵۳٪ آرژینین قابل هضم (جیره ۲)	۱۰۰٪ آرژینین قابل هضم (جیره ۱)	
	<b>صفات مربوط به عملکرد رشد<sup>۲</sup></b>				
۰/۰۱	۱۸/۷۹±۰/۱۱ <sup>bc</sup>	۱۹/۲۹±۰/۱۰ <sup>a</sup>	۱۸/۹۲±۰/۱۲ <sup>ab</sup>	۱۸/۴۴±۰/۱۱ <sup>c</sup>	افزایش وزن روزانه از ۱۰-۱ روزگی (گرم) <sup>۲</sup>
۰/۱۴	۲۸/۵۹±۰/۱۵	۲۸/۷۳±۰/۱۵	۲۸/۹۱±۰/۱۷	۲۹/۱۵±۰/۱۶	مصرف خوراک روزانه از ۱-۱۰ روزگی (گرم) <sup>۲</sup>
۰/۰۴	۱/۵۲±۰/۰۲ <sup>ab</sup>	۱/۴۹±۰/۰۲ <sup>b</sup>	۱/۵۳±۰/۰۲ <sup>ab</sup>	۱/۵۸±۰/۰۲ <sup>a</sup>	ضریب تبدیل خوراک از ۱-۱۰ روزگی <sup>۲</sup>
۰/۰۴	-۰/۶۶±۰/۰۱ <sup>a</sup>	-۰/۶۷±۰/۰۱ <sup>a</sup>	-۰/۶۵±۰/۰۱ <sup>ab</sup>	-۰/۶۳±۰/۰۱ <sup>b</sup>	بازده خوراک از ۱-۱۰ روزگی <sup>۲</sup>
۰/۰۳	۲۲۷/۰۸±۱/۱۴ <sup>ab</sup>	۲۳۰/۳۳±۱/۱۲ <sup>a</sup>	۲۲۸/۷۵±۱/۲۵ <sup>a</sup>	۲۲۵/۰۸±۱/۱۷ <sup>b</sup>	وزن زنده بدن در ۱۰ روزگی (گرم) <sup>۲</sup>
<۰/۰۱	۵۲/۵۵±۰/۷۴ <sup>b</sup>	۵۷/۰۷±۰/۷۳ <sup>a</sup>	۵۵/۵۹±۰/۸۳ <sup>a</sup>	۵۰/۳۶±۰/۷۶ <sup>b</sup>	افزایش وزن روزانه از ۱۱-۲۴ روزگی (گرم) <sup>۲</sup>
۰/۰۹	۸۲/۹۲±۲/۲۵ <sup>b</sup>	۸۷/۴۲±۲/۲۱ <sup>ab</sup>	۸۷/۴۴±۲/۴۸ <sup>ab</sup>	۹۳/۴۲±۲/۳۲ <sup>a</sup>	مصرف خوراک روزانه از ۱۱-۲۴ روزگی (گرم)
۰/۰۱	۱/۵۸±۰/۰۴ <sup>b</sup>	۱/۵۳±۰/۰۴ <sup>b</sup>	۱/۵۷±۰/۰۴ <sup>b</sup>	۱/۸۶±۰/۰۴ <sup>a</sup>	ضریب تبدیل خوراک از ۱۱-۲۴ روزگی <sup>۲</sup>
۰/۰۲	-۰/۶۳±۰/۰۲ <sup>a</sup>	-۰/۶۵±۰/۰۲ <sup>a</sup>	-۰/۶۴±۰/۰۲ <sup>a</sup>	-۰/۵۴±۰/۰۲ <sup>b</sup>	بازده خوراک از ۱۱-۲۴ روزگی <sup>۲</sup>
<۰/۰۱	۹۴۳/۹۲±۱۰/۳۷ <sup>c</sup>	۱۰۱۲/۰۰±۱۰/۱۷ <sup>a</sup>	۹۷۵/۸۳±۱۱/۴۴ <sup>b</sup>	۹۴۸/۴۲±۱۰/۶۶ <sup>bc</sup>	وزن زنده بدن در ۲۴ روزگی (گرم) <sup>۲</sup>
	<b>شاخصه‌های مربوط به سیستم ایمنی<sup>۳</sup></b>				
۰/۴۷	۱/۸۴±۰/۰۹	۱/۷۵±۰/۰۹	۱/۷۴±۰/۱۰	۱/۷۰±۰/۰۹	وزن بورس فابریسیوس (گرم)
۰/۲۶	۰/۱۹±۰/۰۱	۰/۱۷±۰/۰۱	۰/۱۸±۰/۰۱	۰/۱۸±۰/۰۱	نسبت وزن بورس فابریسیوس به وزن بدن
<۰/۰۱	۱/۱۵±۰/۰۳ <sup>a</sup>	۰/۹۹±۰/۰۳ <sup>b</sup>	۰/۹۴±۰/۰۴ <sup>b</sup>	۰/۷۹±۰/۰۳ <sup>c</sup>	وزن طحال (گرم)
<۰/۰۱	۰/۱۲±۰/۰۳ <sup>a</sup>	۰/۰۹±۰/۰۳ <sup>b</sup>	۰/۰۹±۰/۰۳ <sup>b</sup>	۰/۰۸±۰/۰۰۴ <sup>c</sup>	نسبت وزنطحال به وزن بدن (درصد)
<۰/۰۱	۵/۰۸±۰/۱۴ <sup>a</sup>	۴/۷۹±۰/۱۴ <sup>a</sup>	۳/۵۳±۰/۱۶ <sup>b</sup>	۳/۲۲±۰/۱۴ <sup>b</sup>	وزن تیموس (گرم)
<۰/۰۱	۰/۵۴±۰/۰۱ <sup>a</sup>	۰/۴۷±۰/۰۱ <sup>b</sup>	۰/۳۶±۰/۰۲ <sup>c</sup>	۰/۳۴±۰/۰۱ <sup>c</sup>	نسبت وزنتیموس به وزن بدن (درصد)
<۰/۰۱	۱/۴۹±۰/۰۳ <sup>a</sup>	۱/۳۲±۰/۰۳ <sup>b</sup>	۱/۱۷±۰/۰۳ <sup>c</sup>	۰/۹۲±۰/۰۳ <sup>d</sup>	CBH-Test (میلی‌متر)

<sup>۱</sup> داده‌ها شامل میانگین  $\pm$  SEM می‌باشند. در هر سطر میانگین‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری به لحاظ آماری ندارند ( $P < 0.05$ ).

<sup>۲</sup> داده‌ها به صورت گروهی آنالیز و بیان شده است.

<sup>۳</sup> داده‌ها به صورت میانگین ۳ جوجه کشتار شده در هر گروه آنالیز و بیان شده است.

طوری که کواک و همکاران (۱۹۹۹) نشان دادند که آرژینین به طور چشمگیری رشد بافت‌های لمفوییدی را افزایش داده و این اثرات در تیموس و طحال قابل ملاحظه‌تر از بورس فابریسیوس جوجه‌های گوشتی بوده است. کید و همکاران (۲۰۰۱) دریافتند افزایش آرژینین جیره از ۱۰۰٪ به ۱۲۰٪ مقدار توصیه شده بر اساس NRC (۱۹۹۴) بهبود ایمنی همورال و سلولی را در پی داشته است. مونیر و همکاران (۲۰۰۹) مشاهده کردند که مصرف ۲ درصد آرژینین در خوراک جوجه‌های گوشتی

اثر جیره خوراکی آرژینین بر وزن طحال ( $P < 0.01$ )، وزن نسبی طحال به وزن بدن ( $P < 0.01$ )، وزن تیموس ( $P < 0.01$ )، وزن نسبی تیموس به وزن بدن ( $P < 0.01$ ) و CBH-Test ( $P < 0.01$ ) افزایش داد، به طوری که با افزایش مقدار آرژینین این افزایش بیشتر شده و بالاترین مقدار در جیره خوراکی ۴ آرژینین مشاهده شد. جیره خوراکی آرژینین بر وزن بورس و وزن نسبی بورس به وزن بدن اثری نداشت ( $P > 0.05$ )، (جدول ۲). سایر پژوهش‌ها یافته‌های مشابهی با پژوهش حاضر مشاهده کردند به

میانجی‌گری شده ماکروفاژ وابسته به آرژینین<sup>۴</sup> است (کوری و همکاران ۱۹۷۸، رودریگس و اوچوا ۲۰۰۸، جهانیان ۲۰۰۹). دوم: آرژینین تنها سوبسترای اصلی برای تولید اکسید نیتریک در سیستم‌های بیولوژیکی است. اکسید نیتریک از آرژینین به وسیله عمل اکسید نیتریک سنتاز تولید می‌شود. اکسید نیتریک یک میانجی‌گر پاراکرین ویژه عمل‌کردهای ایمنولوژیکی و محصول سیتوتوکسیتی ماکروفاژهای فعال شده پرندگان است (قریشی ۲۰۰۳).

جیره خوراکی آرژینین اثر افزایشدهنده ( $P < 0.05$ ) بر وزن، وزن نسبی (به جز وزن نسبی ددنوم) و طول قسمت‌های مختلف روده (ددنوم، ژژنوم و ایلیوم) و همچنین نسبت طول کل روده کوچک به وزن بدن در ۲۴ روزگی داشت و نتایج برتری جیره خوراکی ۳ را در این شاخص‌ها نشان دادند (جدول ۳). در بافت ددنوم و ژژنوم اثر افزایشدهنده ( $P < 0.01$ ) جیره خوراکی آرژینین بر عمق کریپت‌ها و طول پرزها مشاهده شد که این افزایش در جیره خوراکی حاوی ۱۸۳ درصد آرژینین قابل هضم (جیره چهارم) بیشترین بود. از سوی دیگر، جیره خوراکی آرژینین ضخامت اپی‌تلیوم ( $P < 0.01$ ) و تعداد سلول‌های گابلت (به جز ایلیوم)، ( $P < 0.01$ ) را کاهش داد و این کاهش در جیره خوراکی چهارم بیشترین بود (جدول ۳). جیره خوراکی آرژینین اثر کاهشدهنده ( $P < 0.01$ ) بر نسبت طول پرز به عمق کریپت در بافت ددنوم و ژژنوم داشت و در مقایسه بین جیره‌های خوراکی آرژینین، در جیره خوراکی چهارم کمترین نسبت مشاهده شد (جدول ۳). مشابه با نتایج پژوهش حاضر، وو و همکاران (۲۰۱۰) با مصرف ۰/۶ درصد آرژینین در خوک‌های از شیر گرفته شده نشان دادند مکمل آرژینین غلظت آرژینین پلاسمائی، رشد روده کوچک، طول پرزها در ددنوم، ژژنوم و ایلیوم، عمق کریپت در ژژنوم و ایلیوم، تعداد سلول‌های گابلت در

از ۱ روزگی و در طول دوره پرورش، افزایش وزن اندام‌های لمفوییدی در جوجه‌ها را در پی داشته است. کواک و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند که استفاده از ۱/۵۳ درصد آرژینین در جیره (سطح بالای آرژینین) جوجه‌های گوشتی برای مدت ۲ هفته (از هفته دوم تا چهارم) در مقابل مصرف ۰/۵۳ درصد آرژینین در جیره (سطح ناکافی آرژینین)، بهبود وزن نسبی تیموس و طحال، افزایش تعداد کل لمفوسیت‌های تیموسی، فعالیت بالاتر میتوژنی در پاسخ به فیتوهماگلوتینین و تولید اکسید نیتریک بالاتر در گروه دریافت‌کننده مکمل آرژینین را در پی داشته است. جهانیان (۲۰۰۹) دریافتند که کمبود آرژینین در جیره جوجه‌های گوشتی اثر کاهش‌دهنده بر وزن اندام‌های لمفوییدی (تیموس و طحال)، و اثر تخریبی بر واکنش پوست به فیتوهماگلوتینین<sup>۱</sup> دارد و نشان دادند از بین اندام‌های لمفوییدی، آن‌هایی که در پاسخ‌های ایمنی سلولی شرکت دارند، به کمبود آرژینین جیره حساس‌تر هستند؛ به طور که اضافه‌کردن آرژینین به جیره در سطحی بالاتر از نیاز برای عملکرد مناسب رشد (جهانیان ۲۰۰۹) موجب افزایش وزن تیموس (و به نوبه خود، افزایش پاسخ‌های ایمنی سلولی) شد و درصدهای بالای مکمل آرژینین، واکنش حساسیت بالای سلولی پوست و پاسخ آنتی‌بادی علیه ویروس بیماری نیوکاسل را افزایش داد. دو مسیر در متابولیسم آرژینین شناسایی شده‌اند که برای عملکرد سیستم ایمنی ضروری هستند. نخست: مسیر آرژیناز هست (آرژینین به اوره و اورنیتین تبدیل می‌شود) که پلی‌آمین‌ها<sup>۲</sup> را به وسیله عمل اورنیتین دکربوکسیلاز<sup>۳</sup> (ODC) تولید می‌کند. این مسیر تولید پلی‌آمینی، مکانیسمی است که به وسیله آن آرژینین میتوژنز لمفوسیتی را تقویت می‌کند (کلین و موریس ۱۹۷۸). همچنین پیشنهاد شده است تحریک آرژیناز یک مسیر کاربردی در سیتوتوکسیتی سلول تومور

<sup>1</sup> Phytohemagglutinin P

<sup>2</sup> Polyamines

<sup>3</sup> Ornithine decarboxylase

<sup>4</sup> Arginine dependent macrophage-mediated tumor cell cytotoxicity

ایمنی در جوجه‌ها و با توجه به مشاهده آثار محافظتی آرژینین بر انتروسیت‌های بافت روده در پژوهش تن و همکاران (۲۰۱۰) و اثرات مثبت آرژینین بر ایمنی اپیتلیوم روده‌ای (تایاده و همکاران ۲۰۰۶)، به نظر نمی‌رسد آرژینین اثر تخریبی بر عملکرد ایمنی بافت روده داشته باشد و کاهش تعداد سلول‌های گابلت تنها ترشح اضافی موکوس را کاهش داده است و بنابراین در کاهش هدررفت انرژی نقش داشته است. همچنین تعداد پایین‌تر سلول‌های گابلت در اپیتلیوم روده کوچک نشان‌دهنده عدم وجود شرایط تنش‌زا در روده است که نیاز به لایه موکوسی محافظ را کاهش داده است (نویدشاد و همکاران ۲۰۱۰).

در پژوهش حاضر کاهش ضخامت اپیتلیوم روده کوچک مشاهده شد. با توجه به نتایج مطالعات پیشین (ویسک ۱۹۷۸ و بدفورد ۲۰۰۰) کاهش ضخامت اپیتلیوم روده کوچک موجب آسان‌شدن فرایند جذب، افزایش جذب مواد خوراکی و کاهش انرژی نگه‌داری مسیر روده‌ای می‌شود و بدین ترتیب انرژی بیشتری به سمت تولید گوشت می‌رود.

در پژوهش حاضر افزایش طول پرز و عمق کریپت رفته رفته با افزایش آرژینین مشاهده شد. افزایش طول پرز با افزایش سطح جذبی در افزایش جذب مواد مغذی از مسیر روده‌ای نقش دارد (کاسپاری ۱۹۹۲). همچنین کریپت به عنوان کارخانه تولید پرز در نظر گرفته می‌شود (یارسون و همکاران ۱۹۸۷). نسبت طول پرز به عمق کریپت به عنوان یک شاخص برای تخمین ظرفیت هضمی روده کوچک در نظر گرفته می‌شود. پلاسکه و همکاران (۱۹۹۷) نشان دادند که طول پرز همبستگی مثبتی با افزایش وزن زنده بدن و مصرف خوراک دارد. کاهش در نسبت طول پرز به عمق کریپت به عنوان یک عامل مضر در هضم و جذب در نظر گرفته می‌شود. همچنین کاهش نسبت طول پرز به عمق کریپت با افزایش سرعت تکثیر سلول‌های کریپتی و تعداد سلول‌های دارای DNA تجزیه شده (نشان‌دهنده مرگ برنامه‌ریزی شده سلولی) همراه است

موکوس روده (ژنوم و ایلیوم) و وزن کلی بدن را افزایش داد، در حالی که نسبت طول پرز به عمق کریپت تحت تأثیر جیره خوراکی آرژینین قرار نگرفت. افزایش طول پرز و عمق کریپت با کاهش تجزیه روده‌ای همراه بود. همچنین، یاوو و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که مکمل خوراکی آرژینین در بچه خوک‌های ۲۱ روزه به مقدار ۱٪ جیره به مدت ۷ روز، وزن نسبی روده کوچک و ارتفاع پرزهای دندوم، ژنوم و ایلیوم را افزایش داد. این در حالی است که موراکمی و همکاران (۲۰۱۲) نتایج متفاوتی گزارش کردند به طوری که آنها با افزایش آرژینین جیره از ۱/۳۹ تا ۱/۷۹٪ آرژینین قابل هضم در دوره آغازین، افزایش نسبت پرز دندوم به عمق کریپت و کاهش عمق کریپت در پاسخ به آرژینین را گزارش کردند. تن و همکاران (۲۰۱۰) در پژوهش خود پایه ملکولی اثر آرژینین بر بافت روده را تشریح کردند و نشان دادند اضافه کردن آرژینین به محیط کشت بافت روده خوک، مرگ سلولی القا شده با لیپوپلی‌ساکاریدهای باکتری (LPS) را کاهش، تولید پروتئین را افزایش و تجزیه پروتئین را در هر دو گروه کنترل و تیمار شده با LPS کاهش داد. همچنین نشان دادند آرژینین با فعال کردن مسیر سیگنالی mTOR (افزایش سطوح فسفریله شده mTOR، S6K1 و 4EBP1) در سلول‌های انتروسیت روده (مکانیسم درون سلولی تجمع پروتئین در سلول‌های روده‌ای) افزایش تولید پروتئین را در پی دارد. از سوی دیگر، آرژینین سطوح TLR4 و سطوح فسفریله NFκB در سلول‌های تیمار شده با LPS را کاهش داده و بدین ترتیب آرژینین اثرات محافظتی بر علیه صدمه القاء شده توسط LPS بر انتروسیت‌ها از طریق مسیر سیگنالی mTOR و TLR4 دارد.

سلول‌های گابلت مسئول ترشح میوسین و سایر ملکول‌های زیست‌فعال هستند تا سد فیزیکی در سطح موکوس روده ایجاد کنند (لا و همکاران ۲۰۰۷؛ وانگ و همکاران ۲۰۰۷). اگر چه در پژوهش حاضر افزایش آرژینین با کاهش تعداد سلول‌های گابلت همراه بود، اما با توجه به مشاهده آثار مثبت آرژینین بر رشد و سیستم



که هر دو نشان دهنده ترن‌آور بالاتر انتروسیست‌ها است (پلاسکه و همکاران ۱۹۹۷).

جدول ۳- اثر جیره‌های خوراکی دارای سطوح بالای آرژینین بر ویژگی‌های بافت روده در پایان دوره رشد (۲۴ روزگی)

P-value	درصد آرژینین قابل هضم جیره‌های خوراکبر اساس کاتالوک راس				صفات مورد اندازه گیری <sup>۲</sup>
	۱۸۳٪ آرژینین قابل هضم (جیره ۴)	۱۶۸٪ آرژینین قابل هضم (جیره ۳)	۱۵۳٪ آرژینین قابل هضم (جیره ۲)	۱۰۰٪ آرژینین قابل هضم (جیره ۱)	
<./۰.۵	۷/۷۴±۰/۳۵ <sup>ab</sup>	۸/۷۸±۰/۳۴ <sup>a</sup>	۸/۰۳±۰/۳۹ <sup>ab</sup>	۶/۸۶±۰/۳۶ <sup>b</sup>	وزن دندوم (گرم)
<./۰.۱۴	۰/۸۲±۰/۰.۴ <sup>ab</sup>	۰/۸۷±۰/۰.۴ <sup>a</sup>	۰/۸۲±۰/۰.۴ <sup>ab</sup>	۰/۷۲±۰/۰.۴ <sup>b</sup>	نسبت وزن دندوم به وزن بدن (درصد)
<./۰.۱	۲۶/۱۲±۰/۲۴ <sup>c</sup>	۲۹/۴۲±۰/۲۴ <sup>a</sup>	۲۷/۴۶±۰/۲۷ <sup>b</sup>	۲۵/۶۶±۰/۲۵ <sup>c</sup>	طول دندوم (سانتی متر)
<./۰.۱	۱۲/۶۴±۰/۲۴ <sup>c</sup>	۱۵/۲۴±۰/۲۴ <sup>a</sup>	۱۳/۵۸±۰/۲۷ <sup>b</sup>	۱۱/۵۲±۰/۲۵ <sup>d</sup>	وزن ژژنوم (گرم)
<./۰.۱	۱/۳۴±۰/۰.۳ <sup>b</sup>	۱/۵۰±۰/۰.۳ <sup>a</sup>	۱/۳۹±۰/۰.۳ <sup>b</sup>	۱/۲۲±۰/۰.۳ <sup>c</sup>	نسبت وزن ژژنوم به وزن بدن (درصد)
<./۰.۱	۶۱/۳۷±۰/۵۳ <sup>bc</sup>	۶۷/۵۲±۰/۵۳ <sup>a</sup>	۶۳/۲۵±۰/۵۸ <sup>b</sup>	۶۰/۶۷±۰/۵۴ <sup>c</sup>	طول ژژنوم (سانتی متر)
<./۰.۱	۸/۹۸±۰/۱۱ <sup>c</sup>	۱۰/۵۳±۰/۱۱ <sup>a</sup>	۹/۶۵±۰/۱۲ <sup>b</sup>	۸/۷۹±۰/۱۱ <sup>c</sup>	وزن ایلیموم (گرم)
<./۰.۱	۰/۹۵±۰/۰.۱ <sup>bc</sup>	۱/۰.۴±۰/۰.۱ <sup>a</sup>	۰/۹۹±۰/۰.۱ <sup>b</sup>	۰/۹۲±۰/۰.۱ <sup>c</sup>	نسبت وزن ایلیموم به وزن بدن (درصد)
<./۰.۱	۶۲/۳۲±۰/۴۴ <sup>b</sup>	۷۰/۱۹±۰/۴۳ <sup>a</sup>	۶۳/۷۱±۰/۴۸ <sup>b</sup>	۶۲/۱۷±۰/۴۵ <sup>b</sup>	طول ایلیموم (سانتی متر)
<./۰.۱	۲۹/۳۶±۰/۴۳ <sup>c</sup>	۳۴/۵۳±۰/۴۱ <sup>a</sup>	۳۱/۰۸±۰/۴۶ <sup>b</sup>	۲۷/۰۸±۰/۴۳ <sup>d</sup>	وزن روده کوچک (گرم)
<./۰.۱	۳/۱۱±۰/۰.۵ <sup>b</sup>	۳/۴۲±۰/۰.۵ <sup>a</sup>	۳/۱۸±۰/۰.۶ <sup>b</sup>	۲/۸۶±۰/۰.۵ <sup>c</sup>	نسبت وزن روده کوچک به وزن بدن
<./۰.۱	۱۴۹/۸۳±۰/۵۶ <sup>c</sup>	۱۶۷/۱۳±۰/۵۵ <sup>a</sup>	۱۵۴/۴۲±۰/۶۲ <sup>b</sup>	۱۴۸/۴۹±۰/۵۸ <sup>c</sup>	طول روده کوچک (سانتی متر)
<./۰.۱	۱۵/۸۸±۰/۰.۵ <sup>b</sup>	۱۶/۵۳±۰/۰.۴ <sup>a</sup>	۱۵/۸۴±۰/۰.۵ <sup>b</sup>	۱۵/۶۶±۰/۰.۵ <sup>c</sup>	نسبت طول روده کوچک به وزن بدن
<./۰.۱	۱۶۳/۵۶±۱/۳۶ <sup>a</sup>	۱۵۴/۶۲±۱/۳۴ <sup>b</sup>	۱۴۵/۵۶±۱/۵۰ <sup>c</sup>	۱۳۸/۵۰±۱/۵۰ <sup>d</sup>	عمق کریپت‌های دندوم (میکرومتر)
<./۰.۱	۳۷/۸۱±۱/۲۱ <sup>b</sup>	۳۷/۵۰±۱/۱۹ <sup>b</sup>	۴۲/۹۴±۱/۳۳ <sup>a</sup>	۴۷/۱۹±۱/۲۴ <sup>a</sup>	ضخامت‌لایه اپی‌تلیوم دندوم (میکرومتر)
<./۰.۱	۴/۲۵±۰/۳۷ <sup>b</sup>	۵/۳۷±۰/۳۶ <sup>b</sup>	۹/۷۵±۰/۴۱ <sup>a</sup>	۱۰/۶۲±۰/۳۸ <sup>a</sup>	تعداد سلول‌های گابلت دندوم
<./۰.۱	۱۸۲۰/۳۱±۳/۹۷ <sup>a</sup>	۱۸۲۰/۳۱±۳/۸۹ <sup>a</sup>	۱۸۱۵/۹۴±۴/۳۸ <sup>a</sup>	۱۷۳۰/۵۶±۴/۰۹ <sup>b</sup>	طول پرزهای دندوم (میکرومتر)
<./۰.۱	۱۱/۱۳±۰/۱۳ <sup>c</sup>	۱۱/۷۸±۰/۱۳ <sup>b</sup>	۱۲/۴۹±۰/۱۵ <sup>a</sup>	۱۲/۵۰±۰/۱۴ <sup>a</sup>	نسبت طول پرز دندوم به عمق کریپت
<./۰.۱	۱۳۱/۷۵±۱/۰.۵ <sup>a</sup>	۱۳۰/۲۵±۱/۰.۳ <sup>ab</sup>	۱۲۷/۱۹±۱/۱۶ <sup>b</sup>	۱۱۲/۰۰±۱/۰.۸ <sup>c</sup>	عمق کریپت‌های ژژنوم (میکرومتر)
<./۰.۱	۲۸/۷۵±۱/۱۶ <sup>b</sup>	۳۱/۲۵±۱/۱۴ <sup>b</sup>	۳۱/۰۰±۱/۲۸ <sup>b</sup>	۴۰/۱۲±۱/۱۹ <sup>a</sup>	ضخامت‌لایه اپی‌تلیوم ژژنوم (میکرومتر)
<./۰.۱	۵/۵۰±۰/۲۳ <sup>c</sup>	۶/۰۰±۰/۲۲ <sup>bc</sup>	۶/۳۷±۰/۲۵ <sup>b</sup>	۹/۸۷±۰/۲۳ <sup>a</sup>	تعداد سلول‌های گابلت ژژنوم
<./۰.۱	۸۸۹/۰۰±۵/۱۴ <sup>a</sup>	۸۷۸/۳۷±۵/۰.۴ <sup>ab</sup>	۸۶۳/۲۵±۵/۶۷ <sup>bc</sup>	۸۴۷/۵۰±۵/۲۹ <sup>c</sup>	طول پرزهای ژژنوم (میکرومتر)
<./۰.۱	۶/۷۴±۰/۰.۴ <sup>b</sup>	۶/۷۵±۰/۰.۴ <sup>b</sup>	۶/۷۹±۰/۰.۵ <sup>b</sup>	۷/۵۷±۰/۰.۴ <sup>a</sup>	نسبت طول پرز ژژنوم به عمق کریپت
<./۰.۶۸	۱۳۴/۶۲±۱/۲۷	۱۳۳/۲۵±۱/۲۴	۱۳۳/۱۹±۱/۳۹	۱۳۲/۵۶±۱/۳۰	عمق کریپت‌های ایلیموم (میکرومتر)
<./۰.۱	۳۶/۰۰±۰/۶۱ <sup>c</sup>	۳۶/۸۷±۰/۶۰ <sup>bc</sup>	۳۸/۳۷±۰/۶۸ <sup>ab</sup>	۴۰/۲۵±۰/۶۳ <sup>a</sup>	ضخامت‌لایه اپی‌تلیوم ایلیموم (میکرومتر)
<./۰.۶۴	۶/۵۰±۰/۲۷	۶/۶۲±۰/۲۶	۶/۶۲±۰/۲۹	۶/۸۷±۰/۲۷	تعداد سلول‌های گابلت ایلیموم
<./۰.۷	۸۱۵/۷۵±۶/۱۰ <sup>a</sup>	۸۰۸/۷۵±۶/۹۷ <sup>a</sup>	۸۰۴/۳۷±۶/۸۴ <sup>ab</sup>	۷۸۰/۳۷±۶/۳۰ <sup>b</sup>	طول پرزهای ایلیموم (میکرومتر)
<./۰.۳۵	۶/۰.۶±۰/۰.۷	۶/۰.۷±۰/۰.۷	۶/۰.۴±۰/۰.۸	۵/۸۹±۰/۰.۷	نسبت طول پرز ایلیموم به عمق کریپت ایلیموم

<sup>۱</sup> داده‌ها شامل میانگین ± خطای استاندارد میانگین می‌باشند. میانگین‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری به لحاظ آماری ندارند (P<./۰.۰۵).  
<sup>۲</sup> داده‌ها به صورت میانگین ۳ جوجه کشتار شده در هر گروه آنالیز و بیان شده است.

برخلاف نظر پلاسکه و همکاران (۱۹۹۷) که تنها به بیان همبستگی طول پرز با افزایش وزن زنده بدن و مصرف خوراک اشاره داشته‌اند و با توجه به نتایج تن و همکاران (۲۰۱۰)، پژوهش حاضر نشان داد که مجموعه عوامل وزنی، طولی و بافت شناسی، همگی در افزایش وزن نقش داشته‌اند و برآیند اثرات آرژینین بر شاخصه‌های وزنی و طولی و همچنین بافت شناسی، بیان‌کننده اثرات مثبت یا منفی آرژینین خواهد بود. همچنین با توجه به افزایش طول

وزن بدن و طول پرزهای روده‌ای با افزایش آرژینین تا سطح ۱۶۸٪، نشان دهنده اثر مثبت آرژینین بر افزایش سطح هضم و جذب بوده و بنابراین، افزایش آرژینین تا ۱۶۸٪ از رشد در جوجه‌ها حمایت کرده است. این در حالی است که ۱۸۳٪ آرژینین قابل هضم بر وزن و طول بافت روده‌ای اثر کاهش‌دهنده داشته است که به نوعی نشان دهنده کاهش جذب مواد مغذی و کاهش رشد می‌باشد.

### نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان دادند که افزودن ۱۶۸ درصد آرژینین قابل هضم بر اساس توصیه برنامه خوراکی جوجه‌های گوشتی راس، بهبود وزن و ضریب تبدیل خوراکی، بهبود وزن نسبی و طول روده کوچک و بهبود شاخصه‌های ایمنی را در پی داشت. بنابراین، با توجه به مشاهده این اثرات مثبت بر رشد و با توجه به این که روند افزایش وزن در جیره خوراکی چهارم معکوس شده است، به نظر می‌رسد جیره خوراکی سوم بهترین سطح تغذیه‌ای قابل توصیه آرژینین به منظور تحریک رشد و تقویت سیستم ایمنی است.

### تشکر و سپاسگزاری

بدین وسیله از حمایت مالی معاونت محترم پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران و صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (شماره طرح: ۹۰۰۰۰۸۸۳) که امکان انجام این پژوهش را میسر ساختند، صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.

ویلوس و عمق کریپت به صورت همزمان و با توجه به نتایج تن و همکاران (۲۰۱۰)، به نظر نمی‌رسد کاهش ایجاد شده در نسبت طول ویلوس به عمق کریپت ناشی از افزایش آپوپتوزیس بوده باشد و همچنین نتایج این پژوهش نیز بدون پی‌آیند بودن این کاهش بر افزایش وزن بدن را نشان داد. به نظر می‌رسد افزایش در عمق کریپت به دلیل ماندگاری بالاتر نیتروژن در اثر افزایش آرژینین ایجاد شده است. در نتیجه، اگرچه افزایش عمق کریپت و کاهش نسبت طول پرز به عمق کریپت، مبین افزایش تولید سلول‌های کریپتی است، حتمی به عنوان یک عامل مضر در هضم و جذب نبوده و با افزایش تجزیه سلولی نیز همراه نخواهد بود. به طور کلی، در سطح ۳ جیره خوراکی آرژینین با توجه به نتایج مثبت آن بر افزایش طول روده باریک، وزن نسبی روده باریک، نسبت طول روده باریک به وزن بدن، طول پرزهای روده باریک و کاهش ضخامت اپی‌تلیوم و تعداد سلول‌های گابلت و با توجه به مشاهده نتایج مثبت این سطح آرژینین بر رشد بدن، بهترین هضم و جذب را داشته است. این در حالی است که افزایش بیشتر آرژینین تا سطح ۴ جیره خوراکی آرژینین، همزمان با کاهش طول، وزن و وزن نسبی قسمت‌های مختلف روده کوچک بود، که برآیند این اثرات موجب کاهش سطح جذبی در روده کوچک شده است و به همین دلیل در این گروه کاهش وزن مشاهده شد.

علت این که در پژوهش حاضر جیره خوراکی ۳ بهترین نتیجه را در مورد افزایش وزن داشته است می‌تواند به این دلیل باشد که این سطح آرژینین ممکن است قادر بوده از یک سو بهترین تعادل اسید آمینه‌ای را ایجاد کند و رشد بهتری داشته باشد. از سوی دیگر، این سطح آرژینین احتمالاً قادر بوده با تحریک مسیر نیتریک اکساید سینتاز (جوبگن و همکاران ۲۰۰۶)، سنتز پلی‌آمین‌ها (خواجعی و وایدمن ۲۰۱۰) و مسیر هورمون رشد (فلوید و همکاران ۱۹۶۶) اثرات خود را بر رشد اعمال کند. از سویی دیگر، با توجه به افزایش وزن نسبی روده کوچک، طول روده کوچک، نسبت طول روده کوچک به

## منابع مورد استفاده

- Al-Daraji HJ and Salih AM, 2012. Effect of dietary L-arginine on carcass traits of broilers. *Res Opin Anim Vet Sci* 2: 40-44.
- Andrews RP and Baldar NA, 1985. Amino acid analysis of feed constituents. *Science Tools* 32: 44-48.
- AOAC, 2000, Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists. EUA.
- Ball RO, Urschel KL and Pencharz PB, 2007. Nutritional consequences of interspecies differences in arginine and lysine metabolism. *J Nutr* 137:1626-1641.
- Bauchart-Thevret C, Cui L, Wu G and Burrin DG, 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.
- Bedford M, 2000. Removal of antibiotic growth promoters from poultry diets: Implications and strategies to minimize subsequent problems. *World Poult Sci J* 56: 347-365.
- Caspary WF, 1992. Physiology and pathophysiology of intestinal absorption. *Am J Clin Nutr* 55: 299S-308S..
- Corrier DE and DeLoach JR, 1990. Evaluation of cell-mediated, cutaneous basophil hypersensitivity in young chickens by an interdigital skin test. *Poult Sci* 69: 403-408.
- Currie GA, 1978. Activated macrophages kill tumour cells by releasing arginase. *Nature* 273:758.
- FernandesJ IM, Murakami AE, Martins E, Sakamoto MI and Garcia ERM, 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.
- Floyd JCJ, Fajans SS and Conn JW, 1966. Stimulation of insulin secretion by amino acids. *J Clin Invest* 45: 1487-1502.
- Jahanian R, 2009. Immunological responses as affected by dietary protein and arginine concentrations in starting broiler chicks. *Poult Sci* 88: 1818-1824.
- Jiao P, Guo Y, Yang X and Long F, 2010. Effect of dietary arginine and methionine levels on broiler carcass traits and meat quality. *J Anim Vet Adv* 9: 1546-1551.
- Jobgen WS, Fried SK, Fu WJ, Meininger CJ and Wu G, 2006. Regulatory role for the arginine-nitric oxide pathway in metabolism of energy substrates. *J Nutr Biochem* 17: 571-588.
- Khajali F and Widerman RF, 2010. Dietary arginine: metabolic, environmental, immunological and physiological interrelationships. *Worlds Poult Sci J* 66: 751-766.
- Kidd MT, Peebles ED, Whitmarsh SK, Yeatman JB and Wideman RF, 2001. Growth and immunity of broiler chicks as affected by dietary arginine. *Poult Sci* 80: 1535-1542.
- Klein D and Morris DR, 1978. Increased arginase activity during lymphocyte mitogenesis. *Biochem Biophys Res Commun* 81: 199.
- Kwak H, Austic RE and Dietert RR, 1999. Influence of dietary arginine concentration on lymphoid organ growth in chickens. *Poult Sci* 78: 1536-1541.
- Kwak H, Austic RE and Dietert RR, 2001. Arginine-genotype interactions and immune status. *Nutr Res* 21: 1035-1044.
- Law GK, Bertolo RF, Adjiri-Awere A, Pencharz PB and Ball RO, 2007. Adequate oral threonine is critical for mucin production and gut function in neonatal piglets. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol* 292: G1293-G1301.
- Munir K, Muneer MA, Masaoud E, Tiwari A, Mahmud A, Chaudhry RM and Rashid A, 2009. Dietary arginine stimulates humoral and cell-mediated immunity in chickens vaccinated and challenged against hydropericardium syndrome virus. *Poult Sci* 88: 1629-1638.
- Murakami AE, Fernandes JIM, Hernandez L and Santos TC, 2012. Effects of starter diet supplementation with arginine on broiler production performance and on small intestine morphometry. *Pesq Vet Bras* 32: 259-266.
- Nall JL, Wu G, Kim KH, Choi CW and Smith SB, 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.

- Navidshad B, Adibmoradi M and Ansari Pirsaraei Z, 2010. Effects of dietary supplementation of *Aspergillus* originated prebiotic (Fermacto) on performance and small intestinal morphology of broiler chickens fed diluted diets. *Ital J Anim Sci* 9: 55-60.
- NRC, 1994. Nutrient requirements of poultry, 9th ed. (Washington, DC, National Academy Press).
- Pluske JR, Hampson DJ and Williams IH, 1997. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig – a review. *Livest Prod Sci* 51: 215- 236.
- Qureshi MA, 2003. Avian Macrophage and Immune Response: An Overview. *Poult Sci* 82: 691-698.
- Rodríguez PC, Ochoa AC, 2008. Arginine availability regulates T-cell function in cancer. D. I. Gabrilovich, A. A. Hurwitz (eds.), *Tumor-Induced Immune Suppression*. Springer 219-233.
- Tan B, Yin Y, Kong X, Li P, Li X, Gao H, Li X, Huang R and Wu G, 2010. L-Arginine stimulates proliferation and prevents endotoxin-induced death of intestinal cells. *Amino Acids* 38: 1227–1235.
- Tayade C, Koti M and Mishra SC, 2006. L-arginine stimulates intestinal intraepithelial lymphocyte functions and immune response in chickens orally immunized with live intermediate plus strain of infectious bursal disease vaccine. *Vaccine* 24: 5473- 5480.
- Uni Z, 1999. Functional development of the small intestine in domestic birds: Cellular and molecular aspects. *Poult Avian Biol Rev* 10:167-179.
- Uni Z and Ferket PR, 2004. Methods for early nutrition and their potential. *World's Poult Sci J* 60: 101–111.
- Uni Z, Tako E, Gal-Garber O and Sklan D, 2003. Morphological, molecular, and functional changes in the chicken small intestine of the late-term embryo. *Poult Sci* 82:1747–1754.
- Visek WJ, 1978. The mode of growth promotion by antibiotics. *J Anim Sci* 46: 1447-1469.
- Wang X, Qiao S, Yin Y, Yue L, Wang Z and Wu G, 2007. Deficiency or excess of dietary threonine reduces protein synthesis in jejunum and skeletal muscle of young pigs. *J Nutr.* 137: 1442-1446.
- Wu X, Ruan Z, Gao Y, Yin Y, Zhou X, Wang L, Geng M, Hou Y and Wu G, 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.
- Yamauchi K, Kamisoyama H and Isshiki Y, 1996. Effects of fasting and refeeding on structures of the intestinal villi and epithelial cells in White Leghorn hens. *Br Poult Sci* 37: 909– 921.
- Yao K, Guan S, Li T, Huang R, Wu G, Ruan Z and Yin Y, 2011. Dietary L-arginine supplementation enhances intestinal development and expression of vascular endothelial growth factor in weanling piglets. *Br J Nutr* 105: 703-709.
- Yason CV, Summers BA and Schat KA, 1987. Pathogenesis of rotavirus infection in various age groups of chickens and turkeys: pathology. *Am J Vet Res* 48: 927-938.

## The effects of high levels of L-arginine on performance, morphology of small intestine and immune system organs of broilers during the growth period

M Ebrahimi<sup>1\*</sup>, A Zare Shahneh<sup>2</sup>, M Shivazad<sup>2</sup>, Z Ansari Pirsaraei<sup>3</sup>, M Tebianian<sup>4</sup>, M Adibmoradi<sup>5</sup> and K Nourijelyani<sup>6</sup>

Received: December 08, 2013 Accepted: February 21, 2014

<sup>1</sup>Assistant Professor, Department of Animal Science, University of Tabriz-Tabriz, Iran

<sup>2</sup>Professor, Department of Animal Science, University of Tehran-Karaj, Iran

<sup>3</sup>Assistant Professor, Department of Animal Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Mazandaran, Iran

<sup>4</sup>Assistant Professor, Razi Vaccine and Serum Research Institute-Karaj, Iran

<sup>5</sup>Associate Professor, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran

<sup>6</sup>Associate Professor, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

\*Corresponding author: marzebrahimi@tabrizu.ac.ir

### Abstract

The objective of the present study was to investigate the effects of using 24 days high dietary levels of L-arginine on growth, intestine morphology and immune system of female Ross broiler chicks. In this experiment, 192 day old chicks were fed with 4 dietary treatments, 4 replications and 12 observations in each replication in a completely randomized design. Dietary treatments included 100%, 153%, 168% and 183% of digestible arginine, based on the Ross catalogue recommendation, and were fed from day 1 to 24. On 10<sup>th</sup> and 24<sup>th</sup> days of experiment, chicks were weighed and feed consumption was recorded. At the end of experiment, three chicks per replication were selected randomly and were slaughtered in order to determine weight, length and histology of small intestine, and to measure immune system tissues' weight. The results showed that high dietary levels of arginine had a significant increasing effect ( $P < 0.05$ ) on body weight, average daily weight gain, feed efficiency, thymus and spleen relative weight, and skin reaction to phytohemagglutinin P, relative weight and length of small intestine, and villous height and crypt depth of duodenum and jejunum; while it decreased ( $P < 0.05$ ) villous height/crypt depth ratio, goblet cell number, and epithelium thickness of duodenum and jejunum. According to the results of this study, consumption level of 168% digestible arginine, based on the Ross catalogue recommendation, had the best results on growth improvement of broiler chicks and it also improved weight, length and histology of small intestine, and immune characteristics. Therefore, it is advised to use 168% digestible arginine in broiler chicks' feeding from day one to 24 in order to improve growth and viability.

**Keywords:** Arginine, Broiler chick, Growth, Immune system organ, Morphology of small intestine