تولیدات دامی
دوره ۲۳ ■ شماره ٤ ■ زمستان ١٤٠٠
صفحه‌های ٥٤٨-٥٣٥
DOI: 10.22059/jap.2021.323616.623617

مقاله پژوهشی

پاسخ جوجه‌های گوشتی به سطوح مختلف پروتئین ایده‌آل و نسبت‌های والین به لیزین قابل هضم جیره در دوره آغازین

رضا صلاحی‌مقدم[1]، محمدحسین شهیر[2*]
۱. دانشجوی دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.
۲. دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۳/۰۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۵/۲۹

چکیده
به‌منظور بررسی پاسخ جوجه‌های گوشتی به سطوح مختلف پروتئین ایده‌آل جیره (توصیه سویه راس ۳۰۸ و ۱۰ درصد کم‌تر) و نسبت‌های والین به لیزین قابل‌هضم (۷۱، ۷٤، ۷۷، ۸۰ و ۸۳ درصد) در دوره آغازین (یک تا ۱۰ روزگی)، پژوهشی با استفاده از ۵۰۰ قطعه جوجه گوشتی نر یک‌روزه در قالب آرایش فاکتوریل ۵×۲ با طرح کاملاً تصادفی که شامل ۱۰ تیمار و پنج تکرار، انجام شد. نتایج نشان دادند کاهش سطح پروتئین ایده‌آل جیره سبب افزایش وزن بدن، مصرف خوراک و بهبود ضریب تبدیل غذایی شد (P<۰/۰۱). درصد خاکستر و کلسیم استخوان نیز با کاهش پروتئین ایده‌آل جیره به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (P<۰/۰۵). کاهش سطح پروتئین ایده‌آل جیره سبب کاهش غلظت کلسترول، گلوکز، پروتئین کل، آلبومین، گلوبولین و کلسیم سرم خون شد (P<۰/۰۵). بیش‌ترین میانگین وزن بدن در سن ۱۰ روزگی، افزایش وزن، درصد لاشه و سینه و کم‌ترین ضریب تبدیل خوراک در نسبت ٧٤ درصد والین به لیزین قابل‌هضم مشاهده شد (P<۰/۰۵). درحالی‌که، بیش‌ترین میانگین مصرف خوراک، درصد ران‌ها و درصد خاکستر و کلسیم استخوان در نسبت ۷۷ درصد والین به لیزین قابل‌هضم به‌دست آمد (P<۰/۰۵). اثر متقابل معنی‌داری بین دو فاکتور آزمایشی به‌غیر از صفات درصد لاشه و غلظت فسفر سرم خون مشاهده نشد (P<۰/۰۵). در مجموع براساس نتایج این پژوهش، کاهش ۱۰ درصدی سطح پروتئین ایده‌آل جیره با حفظ نسبت‌های ایده‌آل اسیدهای آمینه ضروری، امکان‌پذیر است. نسبت مناسب والین به لیزین قابل‌هضم براساس شاخص‌های عملکرد و صفات لاشه، ٧٤ درصد و براساس صفات استخوان، ۷۷ درصد پیشنهاد می‌شود.

کلیدواژه‌ها: اسید آمینه شاخه‌دار، جوجه گوشتی، جیره کم پروتئین، نسبت ایده‌آل، والین.

Response of broiler chicks to different levels of dietary ideal protein and digestible valine to lysine ratios in the starter period

Reza Salahi Moghaddam[1], Mohammad Hossein Shahir[2*]
1. Ph.D. Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran.
2. Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran.
Received: May 23, 2021 Accepted: August 20, 2021

Abstract
In order to evaluate the response of broiler chicks to different levels of dietary ideal protein (Ross 308 strain recommendation and 10% less) and digestible valine to lysine ratio (71, 74, 77, 80, and 83%) in the starter period (one to 10 days of age), a study was performed using 500-day-old male broilers in a 2×5 factorial arrangements based on a completely randomized design including 10 treatments and 5 replications. The results showed that reducing dietary ideal protein level increased body weight, feed intake and improved feed conversion ratio (P<0.01). The percentage of bone ash and calcium content also increased significantly with decreasing dietary ideal protein (P <0.05). The reduction of the dietary ideal protein level decreased the concentrations of serum cholesterol, glucose, total protein, albumin, globulin, calcium, and phosphorus (P<0.05). The highest average body weight at 10 day of age, weight gain, carcass and breast percentages and the lowest feed conversion ratio were observed at 74% of digestible valine to lysine ratio (P<0.05); while the highest average feed intake, thigh percentage, bone ash and calcium percentage were obtained at 77% of digestible valine to lysine ratio (P<0.05). No significant interaction was observed between the two experimental factors except for the carcass percentage traits (P<0.05) and serum phosphorus concentration (P<0.01). In conclusion, based on the results of this study, a 10% reduction in dietary ideal protein levels is possible by maintaining ideal ratios of essential amino acids. The proper ratio of digestible valine to lysine is recommended to be 74% based on performance indices and carcass traits, and 77% based on bone traits.

Keywords: Branched-chain amino acid, Broiler, Ideal ratio, Low protein diet, Valine.

* نویسنده مسئول
Email: shahir_m@znu.ac.ir

مقدمه

امروزه تغذیه پروتئین در طیور بر مبنای توازن اسیدهای آمینه ضروری قابل هضم جیره (نسبت‌های ایده‌آل) به‌همراه مقادیر مناسبی از اسیدهای آمینه غیرضروری بنا شده است و همانند گذشته، پروتئین خام مبنای جیره‌نویسی قرار نمی‌گیرد [۱۵]. تأمین دقیق مقادیر موردنیاز اسیدهای آمینه ضروری در جیره طیور، امری ضروری است چرا که کمبود حتی یک اسید آمینه ضروری می‌تواند باعث کاهش عملکرد و از طرف دیگر مصرف زیاد پروتئین سبب ایجاد فشار متابولیکی و دفع بیش‌تر اسید اوریک، افزایش مواد نیتروژنی در بستر و کاهش بازده استفاده از انرژی قابل سوخت‌وساز جیره شود [۱۰ و ۲۰]. استفاده از اسیدهای آمینه ضروری مصنوعی علاوه بر تأمین کمبودهای اسیدآمینه‌ای، منجر به کاهش پروتئین خام جیره و به حداقل رساندن دآمیناسیون اسیدهای آمینه و در نهایت سبب کاهش قیمت تمام‌شده خوراک و کاهش دفع نیتروژن به محیط می‌شود [۱۱]. نگرانی‌های زیست‌محیطی در مورد آثار زیان‌بار ترکیبات نیتروژنی موجود در فضولات طیور، سبب افزایش مطالعات در زمینه کاهش سطح پروتئین خام جیره و افزودن اسیدهای آمینه مصنوعی برای بهینه‌کردن تولید فرآورده‌های طیور و حداکثر کارایی استفاده از منابع پروتئین جیره شده است [۲٤].

بررسی‌ها بیانگر این است که کاهش ۲/۵ درصدی سطح پروتئین جیره می‌تواند بدون تأثیر قابل توجه بر عملکرد پرنده، سبب کاهش ۲۱ درصدی نیتروژن دفعی شود [۱۵ و ۲٤]. گزارش شده است مکمل‌کردن اسیدهای آمینه تجاری همانند متیونین، لیزین و ترئونین در جیره، ضمن کاهش هزینه‌های تولید، می‌تواند به مقدار قابل ملاحظه‌ای غلظت پروتئین خام خوراک را کاهش داده و در عین‌حال غلظت اسیدهای آمینه را فقط در حد تأمین احتیاجات پرنده نگه دارد [۱]. نشان داده شده است که در مرحله آغازین پرورش جوجه‌های گوشتی به شرط حفظ نسبت اسیدهای آمینه ضروری به لیزین، کاهش سطح پروتئین جیره تأثیری بر عملکرد پرنده ندارد [۱۵]. از سوی دیگر، کاهش سطح پروتئین در جیره‌های بر پایه ذرت- کنجاله سویا و افزودن اسیدهای آمینه لیزین، متیونین و ترئونین می‌تواند باعث در حاشیه قرارگرفتن میزان اسیدهای آمینه شاخه‌دار از جمله والین و ایزولوسین در جیره شده که در نهایت باعث محدودکنندگی این اسیدهای آمینه و کاهش عملکرد پرنده می‌شود [۲۱].

اسیدهای آمینه شاخه‌دار (والین، ایزولوسین و لوسین) نقش مهمی در رشد، تنظیم هموستاز انرژی، سوخت‌وساز لیپید و پروتئین، سلامت روده، عملکرد سلولی و ایمنی در حیوانات دارند [۱۹]. گزارش شده است که این دسته از اسیدهای آمینه به‌ویژه والین سبب بهبود توسعه دستگاه گوارش و تکثیر سلول‌های عضلانی در مراحل اولیه رشد می‌شوند [۲۱]. از سوی دیگر، محل اصلی متابولیسم اسید آمینه والین در ماهیچه است. بنابراین والین در پروتئین‌سازی و ساخت ماهیچه نقش مهمی دارد [۱۹]. والین در جیره جوجه‌های گوشتی به‌عنوان چهارمین اسید آمینه محدودکننده شناخته شده است. بنابراین می‌توان با تأمین اسیدهای آمینه شاخه‌دار محدودکننده نظیر والین سبب عملکرد بهینه در جوجه‌های گوشتی [۱۷] و کاهش بیش‌تر هزینه‌های تولید شد [۲۰]. از سوی دیگر، آثار منفی جیره‌های کم‌پروتئین بر جوجه‌های گوشتی را می‌توان از طریق افزودن والین که تأثیر مفیدی بر بهبود مورفولوژی روده و ساخت پروتئین دارد، برطرف نمود [٤ و ۱۷]. در پژوهشی با کاهش پروتئین جیره از ۲۲/۷ به ۲۱/۷ در روزهای ۸ تا ۲۱ دوره پرورش جوجه‌های گوشتی و افزودن اسید آمینه والین، کاهش معنی‌داری در افزایش وزن بدن مشاهده نشد [۹]. هم‌چنین گزارش شده است افزودن والین به جیره با پروتئین کاهش یافته در سن یک تا ۲۱ روزگی [۲۰] و یک تا ۱۲ روزگی [٤] سبب

بهبود قابل‌توجهی در افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی شد.

با توجه به این‌که در روش جیره‌نویسی براساس پروتئین ایده‌آل، نسبت اسیدهای آمینه قابل هضم ضروری جیره به لیزین مورداستفاده قرار می‌گیرد، اهمیت تعیین نسبت بهینه اسیدهای آمینه ضروری به لیزین مشخص می‌شود. مطالعات محدودی در مورد نسبت والین به لیزین قابل هضم در مرحله آغازین دوره پرورش جوجه‌های گوشتی صورت گرفته است. هم‌چنین اعداد متفاوت و گسترده‌ای از ۷۳ تا ۸۲ درصد برای این نسبت در منابع مختلف گزارش شده است [۲، ٤، ۸ و ۱۷]. دلایل متفاوتی برای این تغییرات در نسبت لیزین به والین گزارش شده است که شامل سطوح مختلف پروتئین در جیره‌های آزمایشی، سطوح استفاده از سایر اسیدهای آمینه، اقلام خوراکی مورداستفاده برای تهیه جیره، سویه، جنس، سن، شرایط آزمایشی، شاخص‌های موردبررسی و روش آماری تعیین نیاز می‌باشد [۲ و ۱۰].

در نتیجه با توجه به مطالب فوق، لازم است جهت تعیین نسبت بهینه والین به لیزین قابل هضم و نیز تأثیر سطح پروتئین جیره بر این نسبت، پژوهش‌های متعددی صورت گیرد. بنابراین هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر سطوح مختلف پروتئین ایده‌آل و نسبت والین به لیزین قابل هضم جیره بر عملکرد رشد، صفات لاشه، فراسنجه‌های خونی و خصوصیات شیمیایی استخوان جوجه‌های گوشتی در مرحله آغازین بود.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به‌صورت یک آرایش فاکتوریل ۵×۲ (دو سطح پروتئین ایده‌آل و پنج سطح نسبت والین به لیزین قابل هضم جیره) در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۰ تیمار، پنج تکرار و ۱۰ قطعه جوجه نر گوشتی در هر تکرار در دوره آغازین (سن یک تا ۱۰ روزگی) انجام شد. دو سطح پروتئین ایده‌آل جیره (حفظ نسبت اسیدهای آمینه ضروری به لیزین قابل هضم) در این آزمایش موردبررسی قرار گرفت که شامل لیزین قابل هضم در سطح توصیه سویه راس ۳۰۸ (RP) و ۱۰ درصد کم‌تر از توصیه (LP) بود (۱/۱۵ در مقابل ۱/۲۸ درصد). نسبت والین به لیزین قابل هضم در پنج سطح (۷۱، ۷٤، ۷۷، ۸۰ و۸۳ درصد) در نظر گرفته شد.

جیره‌های غذایی مطابق راهنمای تغذیه سویه راس ۳۰۸ (۲۰۱۸) و با استفاده از نرم‌افزار UFFDA [۲۳] تنظیم شدند (جدول ۱). نسبت سایر اسیدهای آمینه ضروری محدودکننده به لیزین قابل هضم جیره با استفاده از نسبت‌های ایده‌آل توصیه‌شده توسط راهنمای پرورش سویه راس، یکسان در نظر گرفته شدند [۸]. نسبت‌های ایده‌آل اسیدهای آمینه ضروری محدودکننده به لیزین قابل هضم در هر دو جیره پایه و آزمایشی، ثابت و یکسان بودند. با توجه به این‌که در راهنمای پرورش سویه راس، نسبت ایده‌آل برای گلیسین به لیزین مشخص نشده است، با استفاده از سایر منابع علمی این نسبت ۱۲٦ درصد در نظر گرفته شد.

برای تنظیم نسبت‌های ایده‌آل در جیره‌های RP و LP از اسیدهای آمینه سنتتیک آرژنین (CJ، کره)، ایزولوسین (BIOBASIC، کانادا) و گلیسین (BIOBASIC، کانادا) علاوه بر متیونین، لیزین و ترئونین استفاده شد. جیره‌های پایه دارای نسبت والین به لیزین قابل هضم ۷۱ بوده و سایر نسبت‌های والین به لیزین قابل هضم، از طریق افزودن والین سنتتیک (CJ، کره) به این جیره‌ها، تنظیم شدند. با افزودن نمک، جوش شیرین و کربنات‌پتاسیم، غلظت سدیم، پتاسیم و کلر جیره‌ها یکسان در نظر گرفته شد. به‌منظور تنظیم دقیق‌تر جیره پایه، مقدار اسیدهای آمینه مواد خوراکی به‌روش طیف‌سنجی انعکاسی مادون قرمز (طول موج ۲۵۰۰-۱۱۰۰ نانومتر) با دستگاه مدل ۵۰۰۰ پنج تاب (FOSS analytical

AB، سوئد) به‌وسیله شرکت ایوانیک- دگوسا اندازه‌گیری شد. تنظیم جیره‌ها براساس اسیدهای آمینه قابل هضم ایلئومی استانداردشده، انجام گرفت. برای برآورد اسیدهای آمینه قابل هضم ایلئومی استانداردشده خوراک‌ها از ضرایب قابلیت هضم پیشنهادی شرکت ایوانیک و نرم‌افزار Amino dat5® (نسخه ۱/۰۲) استفاده شد [۵].

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی (سن یک تا ۱۰ روزگی)

مواد خوراکی (درصد)	جیره‌های آزمایشی		ترکیب مواد مغذی[۳]	جیره‌های آزمایشی	
	RP[۱]	LP[۲]		RP	LP
ذرت	۵۱/۰۴۴۸	۵۷/۸۸۸۶	انرژی متابولیسمی (کیلوکالری در هر کیلوگرم)	۳۰۰۰	۳۰۰۰
کنجاله سویا (۴۲/۸ درصد پروتئین)	۴۰/۱۴۳۹	۳۴/۱۷۸۲	پروتئین خام (درصد)	۲۲/۱۳۱۱	۱۹/۹۹۲۹
روغن سویا	۴/۰۱۲۸	۳/۰۵۱۰	لیزین (درصد)	۱/۴۰۹۶	۱/۲۶۳۷
دی‌کلسیم فسفات	۱/۹۳۷۷	۱/۹۷۸۶	متیونین+ سیستئین (درصد)	۱/۰۱۰۳	۰/۹۰۴۸
کربنات کلسیم	۱/۰۹۲۴	۱/۱۰۷۵	ترئونین (درصد)	۰/۹۸۷۵	۰/۸۸۹۷
نمک	۰/۲۶۱۲	۰/۲۲۹۰	لوسین (درصد)	۱/۷۸۴۴	۱/۶۴۹۱
بیکربنات سدیم	۰/۱۳۰۰	۰/۱۷۸۶	والین (درصد)	۱/۰۲۹۲	۰/۹۲۰۵
کربنات پتاسیم	۰/۰۲۰۰	۰/۰۹۰۷	آرژنین (درصد)	۱/۴۶۳۳	۱/۳۰۹۸
مکمل ویتامینی[۴]	۰/۲۵۰۰	۰/۲۵۰۰	تریپتوفان (درصد)	۰/۲۶۶۴	۰/۲۳۴۰
مکمل معدنی[۵]	۰/۲۵۰۰	۰/۲۵۰۰	لیزین قابل هضم (درصد)	۱/۲۸۰۰	۱/۱۵۲۰
دی ال- متیونین	۰/۳۷۹۲	۰/۳۲۴۱	متیونین+ سیستئین قابل هضم (درصد)	۰/۹۴۷۲	۰/۸۵۲۵
ال- لیزین هیدروکلراید	۰/۲۶۳۸	۰/۲۶۲۲	ترئونین قابل هضم (درصد)	۰/۸۵۷۶	۰/۷۷۱۸
ال- ترئونین	۰/۱۵۵۰	۰/۱۳۷۶	لوسین قابل هضم (درصد)	۱/۶۴۴۲	۱/۵۳۵۶
ال- والین	۰	۰	والین قابل هضم (درصد)	۰/۹۰۸۸	۰/۸۱۷۹
ال- ایزولوسین	۰/۰۲۹۵	۰/۰۲۷۹	آرژنین قابل هضم (درصد)	۱/۳۴۴۰	۱/۲۰۹۶
ال- آرژنین	۰/۰۳۰	۰/۰۳۶	تریپتوفان قابل هضم (درصد)	۰/۲۳۴۳	۰/۲۰۶۷
ال- گلیسین	۰	۰/۱۱۰	سدیم (درصد)	۰/۱۸۰۰	۰/۱۸۰۰
			پتاسیم (درصد)	۰/۸۹۰۰	۰/۸۹۰۰
جمع	۱۰۰	۱۰۰	کلر (درصد)	۰/۲۵۰۰	۰/۲۵۰۰

۱. پروتئین ایده‌آل توصیه‌شده

۲. پروتئین ایده‌آل کاهش‌یافته

۳. برآوردشده براساس مقادیر اندازه‌گیری‌شده پروتئین خام، کلسیم و فسفر اجزای تشکیل‌دهنده خوراک. برای برآورد سایر مواد مغذی، اطلاعات انجمن ملی تحقیقات آمریکا (NRC, 1994) مورداستفاده قرار گرفت.

۴. هر ۲/۵ کیلوگرم از مکمل ویتامینی شامل ویتامین A، ۹۰۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین D_3، ۲۰۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین E، ۱۸۰۰۰ میلی‌گرم؛ ویتامین K، ۲۰۰۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B_1، ۱۷۵۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B_2، ۶۶۰۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B_3، ۹۸۰۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B_5، ۲۹۶۲۵ میلی‌گرم؛ ویتامین B_6، ۲۹۴۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین B_9، ۱۰۰۰ میلی‌گرم؛ ویتامین B_{12}، ۱۵ میلی‌گرم؛ ویتامین H_2، ۱۰۰ میلی‌گرم بود.

۵. هر ۲/۵ کیلوگرم از مکمل مواد معدنی شامل کولین کلراید، ۵۰۰۰۰۰ میلی‌گرم؛ اکسید منگنز، ۱۹۸۴۰۰ میلی‌گرم؛ سولفات آهن، ۵۰۰۰۰ میلی‌گرم؛ اکسید روی، ۸۵۰۰۰ میلی‌گرم؛ سولفات مس، ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم؛ یدات کلسیم، ۹۹۲ میلی‌گرم و سلنیوم، ۲۰۰ میلی‌گرم بود.

برای انجام این آزمایش، تعداد ۵۰۰ قطعه جوجه گوشتی نر یک‌روزه سویه تجاری راس ۳۰۸ در داخل پن و بر روی بستر پرورش داده شدند. درجه حرارت، رطوبت و برنامه نوری در طول دوره پرورش کاملاً کنترل شده بود و جوجه‌ها به‌طور تمام وقت و آزادانه به آب و خوراک دسترسی داشتند. در طول دوره آزمایش، هیچ تلفاتی مشاهده نشد. در انتهای دوره آزمایش، با اعمال پنج ساعت گرسنگی، همه پرنده‌های هر پن وزن‌کشی شدند. میزان افزایش وزن و مقدار خوراک مصرفی در طی دوره آزمایش، اندازه‌گیری و ضریب تبدیل غذایی هر پن محاسبه شد. پس از وزن‌کشی، دو قطعه پرنده از هر پن انتخاب و کشتار شدند. قطعات لاشه، سینه، ران‌ها و چربی بطنی، اندازه‌گیری و نسبت آن‌ها به وزن زنده محاسبه شد. هم‌چنین استخوان تارسومتاتارسوس پای راست پرنده‌های کشتارشده جهت تعیین درصد خاکستر و غلظت کلسیم استخوان، جمع‌آوری شد. استخوان‌ها در داخل آون خشک و بعد از توزین، داخل کوره الکتریکی قرار گرفتند. با استفاده از نسبت وزن خاکستر به وزن استخوان، درصد خاکستر استخوان محاسبه شد. برای اندازه‌گیری غلظت کلسیم استخوان طبق روش توصیه‌شده [٦]، ابتدا عصاره اسیدی از نمونه‌های خاکستر استخوان، تهیه شد. غلظت کلسیم محلول آماده‌شده، از طریق دستگاه جذب اتمی (Varian مدل SpectrAA 220، ایالات متحده آمریکا) اندازه‌گیری شد. جهت مقایسه اثر جیره‌های آزمایشی بر فراسنجه‌های خونی، در زمان کشتار، نمونه خون دو قطعه پرنده از هر تکرار (۱۰ پرنده از هر تیمار) گرفته شد. نمونه‌های جمع‌آوری‌شده با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۱۰ دقیقه، سانتریفیوژ شدند تا سرم آن‌ها جدا شود. نمونه‌های سرم تا زمان آنالیز در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. فراسنجه‌های خونی با استفاده از کیت‌های شرکت پارس‌آزمون (تهران، ایران) و به‌روش اسپکتروفتومتری (Apel مدل PD-3000UV، ژاپن) و منطبق با دستورالعمل کیت، اندازه‌گیری شدند. سطح گلوبولین کل سرم خون، از تفاوت غلظت آلبومین با پروتئین کل سرم محاسبه شد. داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) [۲۲] طبق رابطه (۱) تجزیه و میانگین‌ها به‌کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + V_j + PV_{ij} + e_{ijk} \quad \text{(رابطه ۱)}$$

به‌طوری‌که، Y_{ijk}، مقدار هر مشاهده؛ μ، میانگین جامعه؛ P_i، اثر مربوط به سطح پروتئین ایده‌آل جیره؛ V_j، اثر مربوط به نسبت والین به لیزین قابل هضم جیره؛ PV_{ij}، اثر متقابل سطح پروتئین× نسبت والین به لیزین قابل هضم؛ e_{ijk}، اثر خطای آزمایشی است.

نتایج و بحث

اثر جیره‌های آزمایشی بر صفات عملکرد جوجه‌های گوشتی، در (جدول ۲) آورده شده است. جوجه‌هایی که با جیره‌های حاوی سطح کاهش‌یافته پروتئین ایده‌آل جیره تغذیه شدند افزایش وزن بالاتر، مصرف خوراک بیش‌تر و ضریب تبدیل کم‌تری نسبت به سطح توصیه سویه راس ۳۰۸ داشتند ($P<۰/۰۱$). افزایش نسبت والین به لیزین جیره از ۷۱ تا ۷۷ درصد سبب بهبود افزایش وزن، مصرف خوراک بالاتر و بهبود ضریب تبدیل شد ($P<۰/۰۵$). اثر متقابل بین سطح پروتئین ایده‌آل و نسبت والین به لیزین قابل هضم جیره، تأثیری بر عملکرد پرندگان نداشت.

پروتئین جیره یکی از عوامل مؤثر بر افزایش وزن جوجه‌های گوشتی بوده و تأثیر منفی کاهش سطح پروتئین خام جیره بر افزایش وزن، گزارش شده است [۲۰]. درحالی‌که برخی از مطالعات نشان می‌دهند که با کاهش سطح پروتئین خوراک و حفظ سطح و نسبت اسیدهای آمینه، کاهشی در رشد رخ نمی‌دهد که با نتایج به‌دست‌آمده در این مطالعه، مطابقت دارند [۱، ٤، ۱۰ و ۲٤].

جدول ۲. اثر سطوح مختلف پروتئین ایده‌آل و نسبت والین به لیزین قابل هضم جیره بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در مرحله آغازین دوره پرورش (سن یک تا ۱۰ روزگی)

منابع تغییرات	افزایش وزن (گرم)	وزن بدن (گرم)	مصرف خوراک (گرم)	ضریب تبدیل خوراک
سطح پروتئین ایده‌آل جیره				
پروتئین توصیه شده	۱۷۱^{b}	۲۱٤^{b}	۲۳۷^{b}	۱/۳۹۰^{a}
پروتئین کاهش یافته	۱۸۸^{a}	۲۳۲^{a}	۲٤۹^{a}	۱/۳۲٤^{b}
خطای استاندارد میانگین‌ها	۱۱/۳	۱۱/۳	۲/۵٤۰	۰/۰۱۸
نسبت والین به لیزین قابل هضم جیره (درصد)				
۷۱	۱٦۸^{b}	۲۱۲^{b}	۲٤٤^{abc}	۱/٤۵۲^{a}
۷٤	۱۸۹^{a}	۲۳۳^{a}	۲٤۹^{ab}	۱/۳۰۲^{b}
۷۷	۱۸٦^{a}	۲۳۰^{a}	۲۵۳^{a}	۱/۳٦۲^{b}
۸۰	۱۷۵^{ab}	۲۱۸^{ab}	۲۳٦^{bc}	۱/۳۵۰^{ab}
۸۳	۱۷۹^{ab}	۲۲۲^{ab}	۲۳۳^{c}	۱/۳۰۲^{b}
خطای استاندارد میانگین‌ها	٤/٦۳	٤/٦۹	۳/۸۳	۰/۰۲۸
سطح پروتئین ایده‌آل× نسبت والین به لیزین قابل هضم				
توصیه× ۷۱	۱۵۷	۲۰۱	۲۳۹	۱/۵۲۲
توصیه× ۷٤	۱۸۱	۲۲٦	۲٤۲	۱/۳۳۷
توصیه× ۷۷	۱۷٤	۲۱۹	۲٤۳	۱/۳۹٦
توصیه× ۸۰	۱٦٦	۲۰۹	۲۲۷	۱/۳٦۷
توصیه× ۸۳	۱۷۵	۲۱۵	۲۳٦	۱/۳٤۸
کاهش‌یافته× ۷۱	۱۷۹	۲۲۳	۲٤۸	۱/۳۸۵
کاهش‌یافته× ۷٤	۱۹٦	۲٤۱	۲۵۷	۱/۳۱۱
کاهش‌یافته× ۷۷	۱۹۷	۲٤۲	۲٦۲	۱/۳۲۹
کاهش‌یافته× ۸۰	۱۸٤	۲۲۸	۲٤٦	۱/۳۳۷
کاهش‌یافته× ۸۳	۱۸٤	۲۲۸	۲۳۱	۱/۲۵۵
خطای استاندارد میانگین‌ها	٦/۵۵	٦/٦٤۰	۵/٤۱	۰/۰۳۹
		P_Value		
سطح پروتئین ایده‌آل جیره	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰٤	۰/۰۰۸
نسبت والین به لیزین قابل هضم جیره	۰/۰۳۱	۰/۰۲۳	۰/۰۰۸	۰/۰۲۵
سطح پروتئین ایده‌آل× نسبت والین به لیزین قابل هضم	۰/۸۸۲	۰/۹٤۷	۰/۱۸۵	۱

a-c: تفاوت ارقام با حروف متفاوت در هر ستون، معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

در جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره‌های کم پروتئین، علاوه بر افزایش توانایی پرندگان در هضم و جذب پروتئین، سرعت اکسیداسیون اسیدهای آمینه نیز کاهش می‌یابد [۱۷ و ۲٤]، که این واکنش آن‌ها به‌عنوان مکانیسم جبرانی، سبب افزایش بازده استفاده از پروتئین و بهبود عملکرد رشد می‌شود [۱۵]. هم‌چنین با توجه به تجزیه کم‌تر اسیدهای آمینه در جیره‌های با پروتئین کاهش‌یافته، انرژی مصرفی برای دفع نیتروژن مازاد نیز کاهش می‌یابد که این امر سبب افزایش انرژی در دسترس پرنده برای تولید بیش‌تر می‌گردد [۱۸].

از سوی دیگر، سلامت روده نیز می‌تواند بر رشد و عملکرد پرندگان تأثیرگذار باشد. به‌خوبی مشخص شده است که جیره‌های با پروتئین بالا، اثرات منفی بر سلامت دستگاه گوارش دارند [۷]. پروتئینی که تا انتهای روده کوچک هضم نشده باشد، به‌طور بالقوه می‌تواند در انتهای روده بزرگ توسط باکتری‌های هوازی موجود در روده‌های کور، تخمیر شود. فرآورده‌های تخمیر که شامل ترکیبات مضر و سمی مانند آمین‌ها، ایندول‌ها، فنل‌ها و آمونیاک هستند، در غلظت‌های بالا ممکن است اثرات سوئی بر رشد و عملکرد پرنده داشته باشند [۷]. با این‌حال به‌نظر می‌رسد، فعلا سطح مشخصی برای کاهش سطح پروتئین جیره وجود دارد که ممکن است در سطوح پایین‌تر از آن حتی با استفاده از مکمل اسیدهای آمینه نتوان افزایش وزن جوجه‌های گوشتی را بهبود داد [۲۱]. بنابراین براساس یافته‌های پژوهش حاضر، می‌توان سطح اسیدهای آمینه ضروری جیره را تا حد ۱۰ درصد نسبت به توصیه سویه راس ۳۰۸ با حفظ نسبت‌های ایده‌آل، کاهش داد. البته این کاهش مستلزم استفاده از اسیدهای آمینه مصنوعی نظیر ایزولوسین و گلیسین می‌باشد که در حال حاضر با قیمت تجاری قابل‌قبول، در دسترس نمی‌باشند، اما در آینده با کاهش قیمت این اسیدهای آمینه می‌توان کاهش بیش‌تری را در سطح پروتئین جیره جوجه‌های گوشتی انجام داد.

تأثیر نسبت والین به لیزین قابل هضم جیره بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی نیز معنی‌دار بود که این یافته‌ها با نتایج پژوهش‌های جدید [۲، ٤ و ۱۲] تطابق دارد و نشان می‌دهد مصرف جیره‌های حاوی مکمل والین در دوره آغازین سبب افزایش وزن روزانه جوجه‌های گوشتی می‌شود. در مطالعه حاضر، نسبت ۷۱ درصد والین به لیزین قابل هضم (جیره پایه)، ضعیف‌ترین عملکرد را از نظر صفات مورد بررسی داشت که نشان از محدودکنندگی اسیدآمینه والین در این نسبت می‌باشد. هم‌چنین، مطابق با نتایج مطالعه حاضر، گزارش شده است که در سطوح بالای نسبت والین به لیزین (بیش از ۸۰ درصد)، عملکرد پرندگان کاهش می‌یابد که نشان‌دهنده حساسیت پرندگان به نسبت بالای والین، به‌دلیل صرف انرژی بیش‌تر برای تجزیه و دفع مقدار اضافی والین است [۲]. از سوی دیگر، نسبت والین به لیزین قابل هضم جهت بهبود رشد و عملکرد در سن یک تا ۱۲ روزگی، ۷۷/۵ درصد گزارش شده است [٤] که با نتایج پژوهش حاضر که بهبود عملکرد تا نسبت ۷۷ درصد مشاهده شد، تطابق کامل دارد.

عدم وجود اثر متقابل بین سطح پروتئین ایده‌آل و نسبت والین به لیزین قابل هضم جیره نشان داد که در دامنه کاهش پروتئین انجام‌گرفته در این پژوهش، نسبت والین به لیزین عدد ثابتی می‌باشد و می‌توان نسبت ۷٤ تا ۷۷ درصد را به‌عنوان سطح بهینه برای نسبت والین به لیزین قابل هضم در دوره آغازین پرورش جوجه‌های گوشتی با توجه به یافته‌های این پژوهش در سطوح مختلف پروتئین ایده‌آل، توصیه نمود.

نتایج مربوط به تأثیر جیره‌های آزمایشی بر صفات لاشه، سینه، ران‌ها و چربی محوطه بطنی، در جدول (۳) نشان داده شده است. کاهش سطح پروتئین ایده‌آل جیره بر هیچ‌یک از صفات لاشه تأثیری نداشت.

جدول ۳. اثر سطوح مختلف پروتئین ایده‌آل و نسبت والین به لیزین قابل هضم جیره بر صفات لاشه جوجه‌های گوشتی در مرحله آغازین دوره پرورش (سن یک تا ۱۰ روزگی)

منابع تغییرات	لاشه	سینه	رانها	چربی بطنی
	(درصد از وزن زنده بدن)			
سطح پروتئین ایده‌آل جیره				
پروتئین توصیه شده	٥٤/١٢٦	١٧/٨٢٦	١٥/١٩٠	١/٠٧٥
پروتئین کاهش یافته	٥٣/٤٨٢	١٧/٣٨٦	١٥/٠١٠	١/١٣٧
خطای استاندارد میانگین‌ها	٠/٣٢٢	٠/١٨٧	٠/١٥٦	٠/٠٨٦
نسبت والین به لیزین قابل هضم جیره (درصد)				
٧١	٥٣/٣٥٨^{c}	١٦/٩٣٦^{c}	١٤/٦٣٢^{b}	١/١٦٩
٧٤	٥٤/٩٤٨^{a}	١٨/٠٣٥^{a}	١٥/٢٧٣^{ab}	١/٠٩٣
٧٧	٥٤/٢٨٨^{ab}	١٧/٨٨٦^{ab}	١٥/٦٦٦^{a}	٠/٩٦٢
٨٠	٥٣/٦١٣^{ab}	١٧/٦٦٤^{abc}	١٤/٨٤٦^{b}	١/١٥٤
٨٣	٥٢/٨١٥^{c}	١٧/٥١٠^{bc}	١٥/٠٨٣^{ab}	١/١٥٤
خطای استاندارد میانگین‌ها	٠/٥١١	٠/٢٩٨	٠/٢٤٧	٠/١٣٦
سطح پروتئین ایده‌آل× نسبت والین به لیزین قابل هضم				
توصیه× ٧١	٥٤/٥٤٢^{abc}	١٧/٢٧	١٤/٨١٠	١/٢١٧
توصیه× ٧٤	٥٦/٠٣٦^{a}	١٨/٢٢	١٥/٤٥٦	١/٠٢٠
توصیه× ٧٧	٥٣/٥٨١^{bc}	١٧/٩٨	١٥/٧٠٢	١/٠١١
توصیه× ٨٠	٥٣/٦٣٩^{bc}	١٧/٩٥	١٥/٠٨٩	١/٠٨٦
توصیه× ٨٣	٥٢/٨٣٢^{bc}	١٧/٧٢	١٤/٨٩٢	١/٠٤٢
کاهش‌یافته× ٧١	٥٢/١٧٤^{bc}	١٦/٦٠	١٤/٤٥٣	١/٢١
کاهش‌یافته× ٧٤	٥٣/٨٦٠^{abc}	١٧/٨٦	١٥/٠٩٠	١/١٦٥
کاهش‌یافته× ٧٧	٥٤/٩٩٤^{ab}	١٧/٧٩	١٥/٦٣٠	٠/٩١٣
کاهش‌یافته× ٨٠	٥٣/٥٨٧^{bc}	١٧/٣٨	١٤/٦٠٣	١/٢٢١
کاهش‌یافته× ٨٣	٥٢/٧٩٨^{bc}	١٧/٣٠	١٥/٢٧٤	١/٢٦٥
خطای استاندارد میانگین‌ها	٠/٧٠٤	٠/٤١٩	٠/٣٤٩	٠/١٨٧
	P-Value			
سطح پروتئین ایده‌آل جیره	٠/١٧	٠/٠٩١	٠/٤٢	٠/٦١٦
نسبت والین به لیزین قابل هضم جیره	٠/٠٤٨	٠/٠٤٥	٠/٠٤٤	٠/٨١٩
سطح پروتئین ایده‌آل× نسبت والین به لیزین قابل هضم	٠/٠٥	٠/٩٨٢	٠/٧٣٧	٠/٨٧٧

a-c: تفاوت ارقام با حروف متفاوت در هر ستون، معنی‌دار است (P< ٠/٠٥).

بیش‌ترین درصد لاشه و سینه در جوجه‌های تغذیه‌شده با نسبت ۷٤ درصد والین به لیزین قابل هضم و بالاترین درصد گوشت ران در نسبت ۷۷ درصد والین به لیزین قابل هضم جیره به‌دست آمد (P<۰/۰۵) هرچند که تفاوت معنی‌داری بین دو سطح ۷٤ و ۷۷ درصد نسبت والین به لیزین قابل هضم جیره در مورد صفات لاشه، مشاهده نگردید. افزودن والین تا نسبت ۷٤ درصد سبب بهبود درصد لاشه جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی سطح پروتئین توصیه‌شده، شد، اما پس از آن کاهش درصد لاشه مشاهده شد (P<۰/۰۵). در حالی‌که، در جوجه‌هایی که با جیره‌های حاوی سطح کاهش یافته پروتئین ایده‌آل جیره تغذیه شدند، افزودن والین تا سطح ۷۷ درصد سبب بهبود درصد لاشه و پس از آن سبب کاهش درصد لاشه شد (P<۰/۰۵). بیش‌ترین درصد لاشه در تیمار حاوی سطح توصیه‌شده پروتئین ایده‌ال و نسبت والین به لیزین قابل هضم ۷٤ مشاهده شد، هر چند از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با پرندگان تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی سطح کاهش‌یافته پروتئین ایده‌آل جیره و نسبت والین به لیزین قابل هضم ۷٤ و ۷۷ نداشت.

بیان شده است که سطح پروتئین جیره، اثر مستقیمی بر صفات لاشه دارد [۲٤]. درحالی‌که پژوهش‌گران دیگر تأثیر کاهش سطح پروتئین جیره بر صفات لاشه را معنی‌دار گزارش نکردند [۱۱ و ۱۸]، که موافق با نتایج این پژوهش است. هم‌چنین گزارش شده است که مصرف جیره‌های کم‌پروتئین، منجر به افزایش درصد چربی بطنی می‌شود [٤]، درحالی‌که در پژوهش حاضر، این مسأله مشاهده نشد. می‌توان دلیل عدم تأثیر کاهش سطح پروتئین جیره بر صفات لاشه را در پژوهش حاضر به نوع فرمولاسیون بخش پروتئین جیره، مرتبط دانست زیرا نسبت اسیدهای آمینه ضروری و گلیسین به لیزین قابل هضم با کاهش سطح پروتئین جیره، حفظ شد و پرندگان در جیره با پروتئین کاهش‌یافته، مخلوط متوازنی از اسیدهای آمینه را مصرف نمودند.

اسیدهای آمینه شاخه‌دار (والین، لوسین و ایزولوسین) تقریباً ۱۸ درصد از کل پروتئین عضلات را تشکیل می‌دهند و بنابراین نقش مهمی در ترکیب لاشه جوجه‌های گوشتی دارند [۱۹]. گزارش شده است که مکمل‌کردن والین در جیره آغازین، به‌طور معنی‌داری سبب افزایش گوشت سینه شد [۱۲]. هم‌چنین نشان داده شده است که استفاده از مکمل والین در جیره پایه کم‌پروتئین، سبب افزایش درصد گوشت سینه شد [٤]. نشان داده شده است که افزودن والین به جیره کم‌پروتئین، سبب افزایش معنی-دار درصد گوشت سینه شده و در نسبت ۷٤ درصد والین به لیزین، بالاترین درصد گوشت سینه تولید شد [۱۰]. بنابراین، جهت حصول اطمینان از استفاده بهینه از لیزین، تأمین نیاز پرنده به اسید آمینه والین، از اهمیت اساسی برخوردار می‌باشد [۲]. برخلاف یافته‌های این پژوهش، در برخی از پژوهش‌ها گزارش شده است که سطح والین جیره تأثیری بر درصد لاشه و گوشت سینه نداشت [۲ و ۲۱]. به‌طوری‌که عنوان شده است والین، سرعت رشد را افزایش می‌دهد، اما تأثیری بر صفات لاشه جوجه‌های گوشتی ندارد. علت وجود این تفاوت‌ها چنین توجیه شده است که به‌نظر می‌رسد سطح والین قابل هضم موردنیاز برای بهبود تولید گوشت سینه و ران، کم‌تر از میزان موردنیاز برای عملکرد رشد مطلوب می‌باشد [۲۱].

اثر متقابل سطح پروتئین و اسید آمینه والین بر درصد لاشه، نتایج مختلفی در مقالات داشته است. در بیش‌تر مطالعات، اثر متقابل سطح پروتئین و والین، غیرمعنی‌دار و بدون روند مشخص، گزارش شده است [۱ و ٤]، که به‌جز در مورد درصد لاشه، همسو با نتایج این پژوهش است. این احتمال وجود دارد که اختلافات مشاهده‌شده در نتایج آزمایش‌های مختلف، به‌دلیل سطوح مختلف

کاهش پروتئین جیره باشد که ممکن است بر پاسخ والین تأثیر بگذارد [٤].

نتایج مربوط به تأثیر جیره‌های آزمایشی بر فراسنجه‌های خونی، در جدول (٤) گزارش شده است. جوجه‌هایی که با جیره‌های حاوی سطح کاهش یافته پروتئین ایده‌آل جیره تغذیه شدند کاهش معنی‌داری در غلظت کلسترول، گلوکز، پروتئین کل، آلبومین، گلوبولین و کلسیم سرم خون نسبت به سطح پروتئین توصیه‌شده داشتند (P<۰/۰۵). پروتئین کل سرم خون، نشان‌دهنده سطح اسیدهای آمینه جیره است و می‌تواند در برآورد نیاز اسیدهای آمینه ضروری، استفاده شود. گزارش شده است که استفاده از جیره‌های کم‌پروتئین منجر به کاهش غلظت سرمی آلبومین و پروتئین کل می‌شود [۲۱]. این کاهش را می‌توان این گونه توجیه کرد که پرندگان با کاهش ساخت کبدی آلبومین و دیگر پروتئین‌های خون در هنگام استفاده از جیره‌های کم‌پروتئین، این فاکتورها را جهت تأمین اسیدهای آمینه موردنیاز برای سنتز پروتئین در بافت‌های عضلانی، مصرف و موجب کاهش سطح آن‌ها در سرم خون پرنده می‌شوند [۱۸]. گزارش شده است که با کاهش سطح پروتئین جیره، سطح اسید اوریک سرم خون کاهش یافت [۱۱ و ۱۵]، اما مطالعاتی نیز وجود دارند که هماهنگ با پژوهش حاضر، چنین اثری را گزارش نکرده‌اند [۲۰]. عنوان شده است هنگامی‌که سطح پروتئین در جیره زیاد باشد یا اسیدهای آمینه جیره نسبت به هم متعادل نباشند، اسیدهای آمینه اضافی دآمینه شده و با تبدیل‌شدن به اسید اوریک، دفع می‌شوند که خود فرایندی انرژی‌بر است [۱۱].

نتایج مطالعه حاضر نشان دادند که غلظت کلسترول سرم خون با کاهش سطح پروتئین جیره، کاهش یافت که می‌توان مکانیسم احتمالی آن را چنین توجیه نمود که با کاهش سطح پروتئین جیره، غلظت تری‌گلیسرید و کلسترول در کبد افزایش می‌یابد که این امر به‌واسطه کمبود پروتئین برای ساخت لیپوپروتئین‌ها جهت انتقال کلسترول و تری گلیسرید به خارج از کبد می‌باشد [۳]. از سوی دیگر، در مطالعه حاضر با کاهش سطح پروتئین، مقدار چربی استفاده شده در جیره کاهش یافت (٤ در مقابل ۳ درصد، جدول ۱) که این موضوع می‌تواند دلیل دیگری برای کاهش سطح کلسترول سرم خون باشد. کاهش سطح گلوکز سرم خون در جیره‌های با پروتئین ایده‌آل کاهش‌یافته را می‌توان به کاهش فرایند گلوکونئوژنز از اسیدهای آمینه اضافی جیره و هم‌چنین به افزایش برداشت گلوکز توسط بافت‌های بدن به‌دلیل بیش‌تربودن رشد پرنده در جیره کم‌پروتئین، نسبت داد. کاهش سطح پروتئین ایده‌آل جیره سبب کاهش معنی‌داری نیز در غلظت کلسیم و فسفر سرم خون شد که این نتیجه با بهبود درصد خاکستر استخوان در جیره‌های با پروتئین ایده‌آل کاهش‌یافته در پژوهش حاضر، ارتباط دارد. نکته دیگر می‌تواند این باشد که در جیره‌های با پروتئین بالا به دلیل دفع اسید اوریک زیاد، بخش مهمی از کاتیون‌ها از جمله یون کلسیم به‌صورت نامحلول در این مولکول به دام افتاده و از طریق ادرار، دفع می‌شوند. به‌عبارت دیگر، یون‌ها به‌صورت الکترواستاتیکی، جذب مولکول اسیداوریک شده و به همراه آن دفع می‌شوند [١٦].

نسبت والین به لیزین قابل هضم جیره، تأثیر معنی‌داری بر فراسنجه‌های خونی نداشت. موافق با نتایج پژوهش حاضر، مکمل سازی والین در جیره کم پروتئین، تأثیر معنی‌داری بر پروتئین کل و آلبومین سرم خون نداشت [٤ و ۲۰]. در حالی‌که این نتایج با گزارش برخی از مطالعات، در تضاد است [۱۲]. اثر متقابل سطح پروتئین ایده‌آل و نسبت والین به لیزین قابل هضم جیره تنها بر غلظت فسفر سرم خون، معنی‌دار بود (P<۰/۰۱) و افزایش نسبت والین به لیزین قابل هضم جیره در تیمارهای با پروتئین ایده‌آل کاهش‌یافته، سبب کاهش غلظت فسفر سرم خون شد،اما در تیمار با سطح پروتئین ایده‌آل توصیه‌شده، این اثر مشاهده نشد. این نتیجه را

می‌توان در راستای تأثیر والین بر افزایش خاکستر استخوان دانست که افزایش سطح والین جیره از طریق افزایش انتقال فسفر به استخوان، سبب کاهش غلظت فسفر سرم خون در جیره‌های با پروتئین کاهش‌یافته شد.

جدول ٤. اثر سطوح مختلف پروتئین ایده‌آل و نسبت والین به لیزین قابل هضم جیره بر فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی در مرحله آغازین دوره پرورش (سن یک تا ١٠ روزگی)

منابع تغییرات	اسید اوریک (mg/dl)[1]	تری‌گلیسرید (mg/dl)	کلسترول (mg/dl)	گلوکز (mg/dl)	پروتئین کل (g/dl)[2]	آلبومین (g/dl)	گلوبولین (g/dl)	کلسیم (mg/dl)	فسفر (mg/dl)
سطح پروتئین ایده‌آل جیره									
پروتئین توصیه شده	٦/٩٠	٦٨/٦٦	١٥٧/٣٠^{a}	٢٤٥/٠٤^{a}	٣/٦٨^{a}	١/٨٦^{a}	١/٨٢^{a}	٩/٤٦^{a}	٦/٠٠٩
پروتئین کاهش یافته	٦/٩٢	٦٦/٨٦	١٣٨/٩٤^{b}	٢٣٢/٣٠^{b}	٣/٣٥^{b}	١/٦٢^{b}	١/٧٤^{b}	٩/١١^{b}	٥/٩٦٢
خطای استاندارد میانگین‌ها	٠/١٦٧	٣/٧٥	٢/٦٣٧	٣/٣٩٥	٠/٠٣٦	٠/٠٢٥	٠/٠٣٤	٠/١٠٧	٠/٠٧٥
نسبت والین به لیزین قابل هضم جیره (درصد)									
٧١	٦/٨٧١	٦٠/٩٥٠	١٤١/٦٠٠	٢٣٥/٤٨٩	٣/٥٥٩	١/٧٣٤	١/٨٢٥	٩/٣٠٤	٦/١٠١
٧٤	٦/٨٦٥	٦٥/٨٠٠	١٤٤/٠٥٠	٢٣٤/٠٠٠	٣/٤٤١	١/٧٤٧	١/٦٩٤	٩/٣٨٥	٦/٠٢٢
٧٧	٦/٩١٠	٦٩/٦٥٠	١٤٩/٠٥٠	٢٤٠/٤٠٠	٣/٤٩٦	١/٧٢٠	١/٧٧٦	٩/٤٠٦	٥/٨٥٥
٨٠	٦/٩٤٠	٦٨/٣٥٠	١٤٩/٧٠٠	٢٤١/٢٠٠	٣/٤٧٩	١/٧٣٣	١/٧٤٦	٩/٢٧٠	٦/٠٤٠
٨٣	٦/٩٦٨	٧٤/٠٥٠	١٥٦/٢٠٠	٢٤٢/٢٥٠	٣/٥٩٥	١/٧٤٦	١/٨٤٩	٩/٠٨١	٥/٩١٠
خطای استاندارد میانگین‌ها	٠/٢٦١	٥/٩٢٩	٤/١٧٠	٥/٣٦٨	٠/٠٥٦	٠/٠٤٠	٠/٠٥٣	٠/١٦٩	٠/١٢٠
سطح پروتئین ایده‌آل × نسبت والین به لیزین قابل هضم									
توصیه × ٧١	٧/١٣٠	٥٧/٤٠٠	١٤٩/٤٠٠	٢٤٢/٢٠٠	٣/٦٦٩	١/٨٣٢	١/٨٣٧	٩/٤١٣	٥/٩٨٩^{ab}
توصیه × ٧٤	٦/٦٣٠	٦٧/٩٠٠	١٤٨/٢٠٠	٢٣٥/٩٠٠	٣/٦٦٩	١/٨٥٥	١/٨١٤	٩/٥٤٤	٥/٧٨٠^{ab}
توصیه × ٧٧	٦/٩٢٠	٦٩/٧٠٠	١٦١/٥٠٠	٢٤٨/٩٠٠	٣/٦٧٠	١/٨٤٨	١/٨٢٢	٩/٥٢٦	٦/٠٠٩^{ab}
توصیه × ٨٠	٦/٨٤٠	٧٠/٣٠٠	١٦٠/٨٠٠	٢٤٧/٥٠٠	٣/٦٨٧	١/٨٧٩	١/٨٠٨	٩/٤١١	٦/٢٥٠^{ab}
توصیه × ٨٣	٦/٩٦٧	٧٨/٠٠٠	١٦٦/٦٠٠	٢٥٠/٧٠٠	٣/٦٨٨	١/٨٦٦	١/٨٢٢	٩/٣٨٦	٦/٠١٧^{ab}
کاهش یافته × ٧١	٦/٦١٢	٦٤/٥٠٠	١٣٣/٨٠٠	٢٢٨/٧٧٨	٣/٤٤٩	١/٦٣٥	١/٨١٤	٩/١٩٥	٦/٢١٣^{ab}
کاهش یافته × ٧٤	٧/١٠٠	٦٣/٧٠٠	١٣٩/٩٠٠	٢٣٢/١٠٠	٣/٢١٤	١/٦٣٩	١/٥٧٥	٩/١٧٢	٦/٢٦٤^{a}
کاهش یافته × ٧٧	٦/٩٠٠	٦٩/٦٠٠	١٣٦/٦٠٠	٢٣١/٩٠٠	٣/٣٢٣	١/٥٩٢	١/٧٣١	٩/٢٨٦	٥/٧٠١^{b}
کاهش یافته × ٨٠	٧/٠٤٠	٦٦/٤٠٠	١٣٨/٦٠٠	٢٣٤/٩٠٠	٣/٢٧٠	١/٥٨٧	١/٦٨٣	٩/١٢٩	٥/٨٣٠^{ab}
کاهش یافته × ٨٣	٦/٩٧٠	٧٠/١٠٠	١٤٥/٨٠٠	٢٣٣/٨٠٠	٣/٥٠٢	١/٦٢٦	١/٨٧٦	٨/٧٧٥	٥/٨٠٣^{ab}
خطای استاندارد میانگین‌ها	٠/٣٦٩	٨/٣٨٥	٥/٨٩٧	٧/٥٩٢	٠/٠٨٠	٠/٠٥٦	٠/٠٧٥	٠/٢٣٩	٠/١٦٩
			P-Value						
سطح پروتئین ایده‌آل جیره	٠/٩١٠	٠/٧٣٥	٠/٠٠١	٠/٠١٠	٠/٠٠١	٠/٠٠١	٠/٠٢٠	٠/٠٢٥	٠/٦٦٢
نسبت والین به لیزین قابل هضم جیره	٠/٩٩٩	٠/٦١٧	٠/١٢٩	٠/٧٦١	٠/٣٣٤	٠/٩٨٩	٠/٤٧٦	٠/٧٠٢	٠/٥٩٩
سطح پروتئین × نسبت والین به لیزین	٠/٧٧٨	٠/٩٢١	٠/٦٥٠	٠/٩٠٨	٠/٣٨٢	٠/٩٣٠	٠/١١٨	٠/٩٢٤	٠/٠٤٤

a-c: تفاوت ارقام با حروف متفاوت در هر ستون، معنی‌دار است ($P < ٠/٠٥$).

١. برحسب میلی‌گرم/ دسی‌لیتر ٢. برحسب گرم/ دسی‌لیتر

نتایج مربوط به تأثیر جیره‌های آزمایشی بر ویژگی‌های استخوان، در جدول (۵) نشان داده شده است. در جوجه‌هایی که با جیره‌های حاوی سطح کاهش یافته پروتئین ایده‌آل جیره تغذیه شدند، درصد خاکستر و کلسیم استخوان افزایش یافت (P<۰/۰۵). با افزایش سطح پروتئین جیره، مقدار دفع اسیداوریک و به همراه آن دفع کلسیم افزایش می‌یابد. به‌دنبال کاهش میزان کلسیم خون، برداشت کلسیم از استخوان تحت تأثیر هورمون پاراتیروئید افزایش می‌یابد که این امر هم در نهایت منجر به کاهش درصد خاکستر و کلسیم استخوان می‌شود [۱٤ و ۱٦] که با نتایج پژوهش حاضر، مطابقت دارد.

جدول ۵. اثر سطوح مختلف پروتئین ایده‌آل و نسبت والین به لیزین قابل هضم جیره بر ویژگی‌های استخوان جوجه‌های گوشتی در مرحله آغازین دوره پرورش (سن یک تا ۱۰ روزگی)

منابع تغییرات	خاکستر (درصد)	کلسیم (میلی‌گرم بر گرم ماده خشک)
سطح پروتئین ایده‌آل جیره		
پروتئین توصیه‌شده	٤١/٦٢٩^{b}	٣٦/٣٠٤^{b}
پروتئین کاهش‌یافته	٤٤/١٦٧^{a}	٣٧/٨٩٣^{a}
خطای استاندارد میانگین‌ها	۰/۳۸	۰/۵۰۷
نسبت والین به لیزین قابل هضم جیره (درصد)		
۷۱	٤٢/٥٨٥^{bc}	٣٦/٧٩١^{b}
۷٤	٤٣/٦٦٤^{ab}	٣٧/٤٣٧^{a}
۷۷	٤٤/٥٨٥^{a}	٣٩/٣٠٢^{a}
۸۰	٤١/٢٣٢^{c}	٣٤/٩١١^{b}
۸۳	٤٢/٤٢٤^{bc}	٣٧/٠٥٣^{ab}
خطای استاندارد میانگین‌ها	۰/٦۰۰	۰/۸۰۳
سطح پروتئین ایده‌آل × نسبت والین به لیزین قابل هضم		
توصیه × ۷۱	٤١/١٨١	٣٦/٧٠٤
توصیه × ۷٤	٤١/٦٢١	٣٧/٣٢٣
توصیه × ۷۷	٤٤/١٧١	٣٨/٤٧٧
توصیه × ۸۰	٣٩/٨٣٦	٣٣/٢٢٨
توصیه × ۸۳	٤١/٣٣٦	٣٥/٧٩١
کاهش یافته × ۷۱	٤٣/٩٩٠	٣٦/٨٧٨
کاهش یافته × ۷٤	٤٥/٧٠٦	٣٧/٥٥٢
کاهش یافته × ۷۷	٤٤/٩٩٩	٤٠/١٢٧
کاهش یافته × ۸۰	٤٢/٦٢٩	٣٦/٥٩٤
کاهش یافته × ۸۳	٤٣/٥١٣	٣٨/٣١٥
خطای استاندارد میانگین‌ها	۰/۸۲٦	١/٠٥١
	P-Value	
سطح پروتئین ایده‌آل جیره	۰/۰۰۱	۰/۰۳۹
نسبت والین به لیزین قابل هضم جیره	۰/۰۰۱	۰/۰۱۰
سطح پروتئین ایده‌آل × نسبت والین به لیزین قابل هضم	۰/٤۲۵	۰/۵۹۲

a-c: تفاوت ارقام با حروف متفاوت در هر ستون، معنی‌دار است (P < ۰/۰۵).

بیش‌ترین درصد خاکستر و کلسیم استخوان در جوجه‌های تغذیه‌شده با نسبت ۷۷ درصد والین به لیزین قابل هضم، به دست آمد که با جیره پایه، تفاوت معنی‌داری داشت (P<۰/۰۱). در توافق با این نتایج، گزارش شده است که با افزایش سطح والین جیره، غلظت کلسیم در استخوان ران و درشت‌نی افزایش می‌یابد، اما تأثیر معنی‌داری بر غلظت فسفر استخوان ندارد [۱٤]. در نتیجه، استفاده از والین در جیره باعث افزایش کلسیفیکاسیون در استخوان ران و درشت‌نی می‌شود. هم‌چنین گزارش شده است که کمبود والین باعث افزایش دفع کلسیم از طریق ادرار می‌شود، به‌طوری‌که میزان دفع کلسیم در پرندگان تغذیه‌شده با جیره‌های دارای کمبود والین، سه برابر بیش‌تر از پرندگان دریافت‌کننده مکمل والین است. استئوبلاست‌ها برای سنتز ماتریکس آلی استخوان به نسبت مناسبی از اسیدهای آمینه شاخه‌دار نیاز دارند تا قادر به تقویت کلسیفیکاسیون و تکثیر استخوان باشند. اگر با کاهش سطح والین جیره این نسبت مختل شود، فعالیت استئوکلاست‌ها غالب بوده و شرایطی مانند ریکتز ایجاد می‌شود. به‌نظر می‌رسد کمبود والین باعث افزایش ناهنجاری‌های اسکلتی، غیرطبیعی‌بودن پرها، کاهش کلسیم استخوان و میزان پروتئین موجود در پرهای پرنده می‌شود [۱۳].

در مجموع براساس نتایج این پژوهش، کاهش ۱۰ درصدی سطح پروتئین جیره با حفظ نسبت‌های ایده‌آل اسیدهای آمینه ضروری امکان‌پذیر است. هم‌چنین با توجه به نتایج این پژوهش، نسبت مناسب والین به لیزین قابل هضم جیره براساس شاخص‌های عملکرد و صفات لاشه، ۷٤ درصد و براساس صفات استخوان، ۷۷ درصد پیشنهاد می‌شود.

تشکر و قدردانی

از پرسنل زحمت‌کش مزرعه آموزشی و پژوهشی دانشگاه زنجان به‌ویژه آقای دکتر مصطفی حاجیلو و مسئولین آزمایشگاه‌های گروه علوم دامی دانشگاه زنجان که در اجرا و پیشبرد این پژوهش نهایت همکاری را نمودند و جناب آقای دکتر حسین محمدزاده کراتی، تشکر و قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان مقاله وجود ندارد.

منابع مورد استفاده

1. Abdallah AG, Refaie AM, Khosht AR, Abdel Magied HA, Habib HH, Waly AH and Shaban SAM (2017) Response of broiler chicks to low-protein-L-valine supplemented diets formulated based on digestible amino acids. Journal of Animal and Poultry Production, 8: 13-19.
2. Agostini PS, Santos RR, Khan DR, Siebert D and van der Aar P (2019) The optimum valine: lysine ratios on performance and carcass traits of male broilers based on different regression approaches. Poultry Science, 98: 1310-1320.
3. Aletor VA, Eder K, Becker K, Paulicks BR, Roth FX and Roth-Maier DA (2003) The effects of conjugated linoleic acids or an alpha-glucosidase inhibitor on tissue lipid concentrations and fatty acid composition of broiler chicks fed a low-protein diet. Poultry Science, 82: 796-804.
4. Allameh S and Toghyani M (2019) Effect of dietary valine supplementation to low protein diets on performance, intestinal morphology and immune responses in broiler chickens. Livestock Science, 229: 137-144.
5. AMINODat® 5.0 (2017) The animal nutritionist's information edge. Version 1.02. Evonik, Germany.
6. AOAC (2005) Association of Official Agriculture Chemist. Official methods analysis. Washington. D.C.
7. Apajalahti J and Vienola K (2016) Interaction between chicken intestinal microbiota and protein digestion. Animal Feed Science and Technology, 221: 323-330.
8. Aviagen (2018) Ross 308 Broiler Nutrition Specification. Aviagen Group. Huntsville Alabama, USA.
9. Berres J, Vieira SL, Favero A, Freitas DM, Pena JEM and Nogueira ET (2011) Digestible valine requirements in high protein diets for broilers from 21 to 42 days of age. Animal Feed Science and Technology, 165: 120-124.
10. Corzo A, Kidd MT, Dozier WA and Vieira SL (2007) Marginality and needs of dietary valine for broilers fed certain all-vegetable diets. Journal of Applied Poultry Research, 16: 546-554.

11. Darsi E, Shivazad M, Zaghari M, Famil Namroud N, and Mohammadi R (2012) Effect of reduced dietary crude protein levels on growth performance, plasma uric acid and electrolyte concentration of male broiler chicks. Journal of Agricultural Science and Technology, 14: 789-797.
12. Daware AG, Lonkar VD, Ranade AS, Patodkar VR, Mote CS, Bhalerao SM and Doiphode AY (2018) Effect of dietary supplementation of L-Valine on carcass characteristics, immunity and serum biochemicals of broilers. International Journal of Agriculture Sciences, 10: 7150-7155.
13. Farran MT and Thomas OP (1992) Valine deficiency: 1. The effect of feeding a valine-deficient diet during the starter period on performance and feather structure of male broiler chicks. Poultry Science, 71: 1879-1884.
14. Foroudi F and Rezamand P (2014) The effects of dietary valine on performance, serum antibody titre and bone mineralization in broiler chicks. Iranian Journal of Applied Animal Science, 4: 405-409.
15. Hofmann P, Siegert W, Naranjo VD and Rodehutscord M (2020) Effects of supplemented nonessential amino acids and nonprotein nitrogen on growth and nitrogen excretion characteristics of broiler chickens fed diets with very low crude protein concentrations. Poultry Science, 99: 6848-6858.
16. McNabb RA, McNabb FA and Hinton AP (1973) The excretion of urate and cationic electrolytes by the kidney of the male domestic fowl (*Gallus domesticus*). Journal of Comparative Physiology, 82: 47-57.
17. Nascimento GR, Murakami AE, Ospina-Rojas IC, Diaz-Vargas M, Picoli KP and Garcia RG (2016) Digestible valine requirements in low-protein diets for broilers chicks. Brazilian Journal of Poultry Science, 18: 381-386.
18. Nawaz H, Mushtaq T and Yaqoob M (2006) Effect of varying levels of energy and protein on live performance and carcass characteristics of broiler chicks. The Journal of Poultry Science, 43: 388-393.
19. Nie C, He T, Zhang W, Zhang G and Ma X (2018) Branched chain amino acids: beyond nutrition metabolism. International Journal of Molecular Sciences, 19 (4): 1-16.
20. Ospina-Rojas IC, Murakami AE, Duarte CRA, Eyng C, Oliveira CAL and Janeiro V (2014) Valine, isoleucine, arginine and glycine supplementation of low-protein diets for broiler chickens during the starter and grower phases. British Poultry Science, 55: 766-773.
21. Ospina-Rojas IC, Murakami AE, Duarte CRA, Nascimento GR, Garcia ERM, Sakamoto MI and Nunes RV (2017) Leucine and valine supplementation of low-protein diets for broiler chickens. Poultry Science, 96: 914-922.
22. SAS (2003) SAS User's Guide: Statistics. SAS Inst. Inc., Cary, NC, US.
23. UFFDA (1992) User Friendly Feed Formulation. University of Georgia, Athens, GA.
24. Van Harn J, Dijkslag MA and Van Krimpen MM (2019) Effect of low protein diets supplemented with free amino acids on growth performance, slaughter yield, litter quality, and footpad lesions of male broilers. Poultry Science, 98: 4868-4877.