



The effects of substitution of soybean meal by Amino-mix on growth performance, carcass characteristics, humoral immunity, and blood parameters of broilers

Hosna Hajati^{1*}, Seyyed Abdollah Hosseini¹, Amir Hossein Alizadeh Ghamsari¹, Houshang Lotfollahian¹

1. Animal Science Research Institute of Iran, Karaj, Iran

Received Date:2025.04.15 Accepted Date:2025.09.01

Abstract

The current study was conducted to investigate the effect of using the amino acid supplement Aminomix on the growth performance, carcass characteristics, humoral immunity, and blood parameters of broiler chickens. A total of 750 one-day-old Ross 308 broiler chicks (mixed sex) were used in a completely randomized design with 5 treatments, 5 replicates, and 30 birds per replicate. The experimental treatments were as follows: a control diet (a basal diet without Aminomix), a diet containing 1% Aminomix without a reduction in soybean meal, a diet containing 1% Aminomix and a 1.6% reduction in soybean meal, a diet containing 1% Aminomix and a 3.3% reduction in soybean meal, and a diet containing 1% Aminomix and a 5.0% reduction in soybean meal. The results showed that the use of Aminomix as a dietary additive reduced the feed conversion ratio in the 1 to 10 and 11 to 24-day-old periods, but had no effect on the overall growth performance of the broilers from 1 to 41 days of age ($P > 0.05$). Furthermore, the experimental treatments had no significant effect on blood parameters, carcass yield, thigh, back and neck, gizzard, bursa of Fabricius, gallbladder, liver, and heart weights of the broilers at 42 days of age ($P > 0.05$). However, birds fed with treatments 4 and 5 had a lower breast percentage compared to birds fed with treatment 2 ($P > 0.05$). The overall conclusion is that given the significant reduction in the feed conversion ratio during the starter and grower phases, the use of this amino acid supplement as a dietary additive in broiler diets is recommended.

Keywords: Amino-mix, soybean meal, growth performance, physiologic indexes

* hajati@asri.ir

EXTENDED ABSTRACT

Introduction: Current research demonstrates that by intelligently lowering dietary crude protein and supplementing with essential crystalline amino acids, it is possible to maintain broiler performance without compromising growth, while also significantly reducing nitrogen output. The use of amino acid supplements such as Aminomix allows nutritionists greater flexibility in reducing soybean meal inclusion in broiler diets, which not only addresses economic concerns but also helps decrease foreign currency outflow associated with soybean imports. So, this project was done to study the effects of lowering soybean meal in broilers diet and determination of the best level of soybean meal substitution by Aminomix, a product of Ofogh Kurosh Company.

Materials and methods: The study was done by using a total of 750 one-day-old broiler chicks (ROSS 308, mixed-sex) in a completely randomized design with 5 treatments, 5 replicates, and 30 birds each replicate. The experimental treatments were included: Control diet (basal diet without Amino-mix), diet contained 1 % Amino-mix without lowering soybean meal level, diet contained 1 % Amino-mix and 1.6 % lowering the soybean meal level, diet contained 1 % Amino-mi and 3.3 % lowering the soybean meal level, diet contained 1 % Amino-mix and 5 % lowering the soybean meal level. The experiment lasted 6 weeks. The considered traits included growth performance parameters such as feed intake, body weight gain, and feed conversion ratio, production efficiency, livability, feed cost per kilogram of weight gain. Immune response was measured through humoral immunity and differential white blood cell counts, red blood cell count, hemoglobin, hematocrit, and platelet levels, carcass characteristics, serum lipid profiles, and liver function biomarkers. All data were analyzed by SAS software using GLM procedure.

Results: The results showed that using Amino-mix in diet as an additive caused a reduction in FCR during 1 to 10 and 11 to 24 days of age, however, it did not have significant effect on broilers performance such as body weight, feed intake, and feed conversion ratio during 1 to 41 days of age. Also, the experimental treatments did not have significant effect on antibody titer against Newcastle and Influenza viruses, total protein, globulin, albumin, AST, cholesterol, tri-glyceride, HDL, LDL, WBC count, and also heterophile, lymphocyte, monocyte, eosinophil, H/L (stress biomarker), carcass yield, thigh, back + neck, gizzard, bursa of fabricius, gallbladder, liver, and heart of broilers on 42 d ($P>0.05$); however, birds fed with treatments 4 and 5 had lower breast percentage than the birds fed with treatment 2 ($P<0.05$).

Discussion: Supplementing broiler diets with amino acids improves feed conversion ratio (FCR) primarily by optimizing the balance of essential amino acids, which enhances protein utilization efficiency. When diets are supplemented with limiting amino acids such as lysine, methionine, valine, and isoleucine, birds can more effectively convert feed protein into muscle growth rather than excreting excess nitrogen, thereby reducing protein wastage and improving growth performance. Also, amino acid supplementation allows for the formulation of lower crude protein diets without compromising growth, which reduces intestinal protein fermentation and associated stress, leading to better gut health and nutrient absorption. This improved nutrient absorption extends beyond amino acids to other nutrients like energy, minerals, and vitamins, further supporting growth and feed efficiency.

Conclusion: In conclusion, regards to significant reduction of FCR during starter and grower periods using Amino-mix as an additive in broilers diet is recommended.



تأثیر استفاده از مکمل اسید آمینه آمینومیکس بر عملکرد رشد، خصوصیات لاشه، ایمنی همورال و فراسنجه های خونی جوجه های گوشتی

حسنا حاجاتی^{*}، سید عبدالله حسینی^۱، امیرحسین علیزاده قمصری^۱، هوشنگ لطف الهیان^۱

۱. موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۱/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۱۰

چکیده

مطالعه حاضر به منظور بررسی تأثیر استفاده از مکمل اسید آمینه آمینومیکس بر عملکرد رشد، خصوصیات لاشه، ایمنی همورال و فراسنجه های خونی جوجه های گوشتی انجام شد. از تعداد ۷۵۰ قطعه جوجه گوشتی یک روزه سویه راس ۳۰۸ (مخلوط دو جنس) در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار، ۵ تکرار و تعداد ۳۰ قطعه پرنده در هر تکرار استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل موارد زیر بود: جیره شاهد (جیره پایه بدون آمینومیکس)، جیره حاوی یک درصد آمینومیکس بدون کاهش سطح کنجاله سویا، جیره حاوی یک درصد آمینومیکس و ۱/۶ درصد کاهش سطح کنجاله سویا، جیره حاوی یک درصد آمینومیکس و ۳/۳ درصد کاهش سطح کنجاله سویا، جیره حاوی یک درصد آمینومیکس و ۵/۰ درصد کاهش سطح کنجاله سویا. نتایج نشان داد که استفاده از آمینومیکس در جیره به صورت افزودنی سبب کاهش ضریب تبدیل غذایی در بازه سنی ۱ الی ۱۰ روزگی و ۱۱ الی ۲۴ روزگی شد، اما تأثیری بر عملکرد رشد جوجه های گوشتی در بازه زمانی ۱ الی ۴۱ روزگی نداشت ($P > 0.05$). هم چنین، تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی داری بر فراسنجه های خونی و راندمان لاشه، ران، پشت و گردن، سنگدان، بورس فابریسیوس، کیسه صفرا، کبد و قلب جوجه های گوشتی در سن ۴۲ روزگی نداشتند ($P > 0.05$)؛ اما پرنده های تغذیه شده با تیمارهای ۴ و ۵ درصد سینه کمتری نسبت به پرنده های تغذیه شده با تیمار ۲ بروز دادند ($P < 0.05$). نتیجه کلی اینکه با توجه به کاهش معنی دار ضریب تبدیل غذایی در دوران آغازین و رشد استفاده از مکمل اسید آمینه به صورت افزودنی در جیره جوجه گوشتی توصیه می شود.

کلید واژه ها: آمینومیکس، کنجاله سویا، عملکرد رشد، شاخص های فیزیولوژیک

* hajati@asri.ir

مقدمه

امروزه بیش از ۷۵ درصد هزینه های پرورش طیور مربوط به تغذیه می باشد و حدود ۴۰ درصد هزینه های خوراک مربوط به اقلام خوراکی است که احتیاجات پروتئین خام و اسید آمینه جوجه های گوشتی را تأمین می کنند. در حال حاضر کنجاله سویا منبع اصلی پروتئین در جیره جوجه های گوشتی است که بخش اعظم آن وارداتی می باشد، لذا علاوه بر قیمت زیاد این ماده خوراکی دسترسی به کنجاله سویا با کیفیت در بسیاری از مواقع برای پرورش دهندگان مشکل می باشد. مکمل کردن اسید آمینه ها به جیره جوجه های گوشتی حاوی سطح کمتر پروتئین می تواند راهکاری برای تولید جیره ها با حداقل قیمت و نیز کاهش دفع نیتروژن به محیط زیست باشد. لذا به نظر می رسد استفاده از مکمل اسید آمینه آمینومیکس بتواند تأثیر معنی داری بر کاهش سطح استفاده از کنجاله سویا در جیره مرغ های گوشتی و خروج ارز از کشور داشته باشد. انتظار می رود جمعیت جهان از ۷/۷ میلیارد در سال ۲۰۱۸ تا تقریباً ۱۰ میلیارد در سال ۲۰۵۰ افزایش یابد. این روند و افزایش مورد انتظار در رفاه، دلالت بر این دارد که تقاضای بازار نیز برای غذاهای با منشأ حیوانات روبه رشد خواهد بود (۱). انتظار می رود که تقاضا برای گوشت طیور در سراسر دنیا افزایش خواهد یافت. در نتیجه، تقاضا برای پروتئین گیاهی نظیر کنجاله سویا برای تهیه خوراک حیوانات نیز افزایش خواهد یافت (۲). کاهش پروتئین خام جیره های مرغ گوشتی می تواند به کاهش استفاده و واردات کنجاله سویا در کشور کم کند. به هر حال، کاهش پروتئین خام جیره های مرغ گوشتی هنگامیکه اسید آمینه های نیمه ضروری محدود کننده باشند، ممکن است با خطر کاهش عملکرد رشد همراه باشد. هنگامیکه میزان پروتئین خام جیره کاهش می یابد، سطوح گلايسين و سرين نیز در بین دیگر اسید آمینه های غیر ضروری کاهش می یابد.

بنابراین، ممکن است که سطوح حاشیه ای گلايسين و سرين جیره سبب کاهش عملکرد جوجه های گوشتی به هنگام تغذیه با جیره های با سطح پائین پروتئین شود، حتی اگر این جیره ها با اسید آمینه های ضروری تا حد مورد نیاز پرند مکمل شوند (۳). مطالعات زیادی نشان دادند که مکمل کردن گلايسين از اثرات مضر جیره های حاوی سطح پائین پروتئین بر عملکرد جوجه های گوشتی پیشگیری می کند. بخش بزرگی از نیتروژن مصرفی از طریق جیره توسط حیوان ابقا نمی شود و به محیط دفع می شود. لذا کاهش سطح پروتئین خام جیره می تواند یک راهکار برای کاهش دفع نیتروژن و انتشار گاز آمونیاک از سالن های پرورش جوجه گوشتی باشد (۴). هم چنین کاهش سطح پروتئین خام جیره می تواند سبب کاهش سطح مصرف آب شود زیرا نیاز دفع نیتروژن اضافی کاهش می یابد (۵). کاهش مصرف آب می تواند سبب کاهش خطر بستر مرطوب و مزاحمت در رفاه حیوان شود، زیرا بستر مرطوب دلیل اصلی تورم پوستی نظیر اختلالات بالشتک کف پا، سوختگی مفصل خرگوشی و سینه است. هم چنین، بستر مرطوب می تواند منجر به افزایش حذفی لاشه در کشتارگاه شود (۶)، زیرا احتمال تماس دائم جوجه های گوشتی با بستر مرطوب و چسبناک و توسعه تورم پوستی ناشی از رطوبت زیاد، مواد سوزش آور در فضولات و آمونیاک وجود دارد. به علاوه، تجربه فارمی نشان داد که سطح کم پروتئین خام در جیره جوجه گوشتی می تواند خطر مشکلات هضمی و تورم نکروتیک روده را کاهش دهد (۷). مطالعات زیادی در مورد احتمال کاهش سطح پروتئین خام به همراه مکمل کردن اسید آمینه های سنتتیک وجود دارد (۸). اختلاف زیادی در نتایج مکمل کردن اسید آمینه ها وجود دارد که به دلیل تفاوت ها در نوع اسید آمینه های مکمل شده، نظیر اسید آمینه های محدود کننده اول و دوم، اسید آمینه های درجه خوراک حیوانی، تمامی اسید آمینه های ضروری یا هر دوی اسید آمینه های ضروری و غیر ضروری می باشد. گزارش شده است که سطوح پروتئین خام در جیره جوجه های گوشتی به همراه تأمین اسید آمینه ها برابر با سطوح اسید آمینه های آزاد در جیره استاندارد می تواند به میزان ۳ الی ۴ درصد

بدون اختلال در عملکرد کاهش یابد (۹). مطالعات نشان داد که کاهش سطح پروتئین خام به میزان ۵ یا ۱۰ درصد به همراه مکمل کردن اسید آمینه‌های ضروری کریستاله به میزان ۱۱۰، ۱۲۰ و ۱۳۰ درصد بیشتر از سطح توصیه شده، عملکرد رشد را حمایت نمی‌کند. ون هارن^۱ و همکاران (۷) بیان کردند که سطح پروتئین خام جیره‌های رشد و پایانی می‌تواند به میزان ۲/۲-۲/۳ درصد بدون تأثیر منفی بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی کاهش یابد درحالی‌که به نظر می‌رسد کاهش سطح پروتئین خام سبب کاهش دفع نیترژن در سالن جوجه‌های گوشتی، بهبود رفاه پرند و کاهش وابستگی به منابع پروتئین گیاهی می‌شود. پروتئین دومین جزء مهم و گران‌قیمت جیره‌های طیور است. پروتئین در پرورش جوجه‌گوشتی امروزی اغلب توسط کنجاله سویا تأمین می‌شود (۱۰). کنجاله سویا یک منبع خوراکی غنی از پروتئین است که حاوی پروتئین با قابلیت هضم بالا و پروفایل اسید آمینه متعادل است. کنجاله سویا در حدود ۸۰ درصد احتیاجات پروتئین و اسید آمینه تمام انواع طیور در تمامی مراحل زندگی را تأمین می‌کند (۱۰). اما قابلیت هضم پروتئین کنجاله سویا باید بهبود یابد زیرا ارزش تغذیه‌ای آن عموماً توسط حضور عوامل ضد تغذیه‌ای نظیر بازدارنده‌های تریپسین، لکتین‌ها و پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای کاهش می‌یابد (۱۱). به علاوه، مقادیر سنتز شده پروتئاز در دستگاه گوارش می‌تواند سبب بهبود هیدرولیز پروتئین در حضور عوامل ضد تغذیه شود و برای بهینه‌سازی استفاده از پروتئین و افزایش کارایی مصرف اسید آمینه‌ها در طیور مناسب است (۱۲). قسمتی از پروتئین سویا بدون اینکه کامل هضم شود از دستگاه گوارش عبور می‌کند (۱۳)، که سبب آلودگی محیط زیست می‌شود (۱۴). مکمل کردن اسید آمینه‌های سنتتیک و آنزیم پروتئاز با منشأ خارجی نقش مثبتی در کاهش سطح پروتئین خام با هزینه تولید کمتر بدون دفع مقادیر زیاد نیترژن دارد (۱۲). جوجه‌هایی که با جیره‌های حاوی سطوح استاندارد پروتئین تغذیه می‌شوند می‌توانند اسید آمینه‌های غیر ضروری را از اسید آمینه‌های ضروری مازاد سنتز کنند. بنابراین هنگامی که جیره‌های حاوی سطح پائین

اسید آمینه مورد استفاده قرار می‌گیرند، اسید آمینه‌های ضروری کمتری برای سنتز اسید آمینه‌های غیر ضروری در دسترس هستند (۱۰). کاهش پروتئین خام جیره غذایی جوجه‌های گوشتی با کاهش دفع نیترژن همراه است و افزودن سطح اسید آمینه‌هایی نظیر متیونین به عنوان اولین اسید آمینه محدود کننده در جیره‌های با پروتئین خام کم می‌تواند به طور معنی‌داری به بهبود عملکرد جوجه‌های گوشتی کمک کند (۱۵). متیونین، لیزین، آرژنین، ترئونین و والین از اسید آمینه‌های محدود کننده رشد در جوجه‌های گوشتی هستند که بخشی از پروتئین خام جیره جهت تأمین این اسید آمینه‌ها مصرف می‌شود. با توجه به پیشرفت‌های اخیر در علوم بیوتکنولوژی، امروزه امکان استفاده از اسید آمینه‌ها با درجه خلوص بالا در جیره‌های طیور وجود دارد. در جیره‌های بر پایه ذرت-کنجاله سویا مخصوصاً هنگام کاهش پروتئین جیره علاوه بر لیزین، متیونین و ترئونین به عنوان اولین تا سومین اسید آمینه، والین نیز بعنوان چهارمین اسید آمینه محدود کننده مطرح است (۱۶). امروزه استفاده از مفهوم پروتئین ایده آل در در جیره‌نویسی با خوراکهای مرسوم طیور، موضوع مهمی بنظر میرسد زیرا در این روش تمامی نیازهای اسید آمینه‌های طیور نسبت به اسید آمینه ایده آل لیزین تنظیم می‌شود و همچنین تأمین دقیق‌تر و مطمئن‌تر اسید آمینه‌های جیره‌های خوراکی را فراهم می‌کند. حفظ نسبت اسید آمینه‌های ضروری به صورت قابل هضم به میزان لیزین قابل هضم مورد نیاز و نیز در نظر داشتن نسبت مجموع گلیسین و سرین قابل هضم به لیزین قابل هضم امکان کاهش پروتئین خام جیره‌های غذایی را بدون اثرات نامطلوب بر عملکرد فراهم مینماید. در ضمن علاوه بر اسید آمینه‌های ضروری حفظ نسبت اسید آمینه‌های ضروری به غیر ضروری می‌تواند به موفقیت آمیز بودن جیره‌های حاوی سطح پائین پروتئین کمک نماید (۱۷). لذا در این تحقیق تأثیر استفاده از مکمل آمینومیکس (حاوی اسید آمینه‌های متیونین، لیزین، ترئونین، آرژنین، ایزولوسین، تریتوفان، والین) همراه با کاهش سطح پروتئین خام جیره بواسطه کاهش سطح کنجاله

¹ Van harn

سویا بر عملکرد رشد، خصوصیات لاشه، ایمنی همورال و برخی فراسنجه های خونی جوجه ها گوشتی مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش ها

در این آزمایش، تمام روش های مربوط به حیوانات و ملاحظات اخلاقی مطابق با راهنمای نگهداری و پرورش حیوانات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی انجام شد. همچنین، این مطالعه طبق روش های مصوب وزارت جهاد کشاورزی ایران (مجوز انجام آزمایش به شماره 4-13-13-026-030204 انجام گرفت. این تحقیق با استفاده از تعداد ۷۵۰ قطعه جوجه گوشتی یک روزه سویه راس ۳۰۸ (مخلوط دو جنس) در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار، ۵ تکرار و تعداد ۳۰ قطعه پرنده در هر تکرار انجام شد. جوجه های گوشتی از یک واحد جوجه کشی تجاری در استان البرز تهیه شدند. پیش از ورود جوجه ها به داخل سالن، تمام قسمت های سالن، ظروف آبخوری، دانخوری و پن ها به طور کامل با مواد شوینده تجاری شسته شد. بعد از خشک شدن سالن، در کف سالن پوشال پخش شد و ظروف آبخوری و دانخوری در داخل هر پن تنظیم شد. سپس سیستم های گرمایشی سالن روشن شد و کل فضای سالن با استفاده از محلول فرمالین و پرمنگنات پتاسیم گاز داده شد (۴۰ میلی لیتر فرمالین و ۲۰ گرم پرمنگنات به ازای هر ۲/۸۳ متر مکعب فضا) و درب سالن و کلیه منافذ (هواکش ها، پنجره ها) به مدت ۴۸ ساعت بسته شد. پس از آن هواکش ها

روشن شد تا گاز به خوبی از سالن خارج شود. ۲۴ ساعت قبل از ورود جوجه ها به سالن سیستم های گرمایشی سالن طوری تنظیم شد تا دمای سالن در محدوده ۳۳ تا ۳۵ درجه سانتی گراد قرار گیرد. برای هر یک از واحدهای آزمایشی یک آبخوری و یک دانخوری متناسب با سن جوجه ها در نظر گرفته شد. در جلوی هر واحد آزمایشی پلاکی نصب شد که نشان دهنده نوع تیمار و شماره تکرار آن بود. مکمل آمینومیکس حاوی اسید آمینه های متیونین، لیزین، ترئونین، آرژنین، ایزولوسین، تربیتوفان، والین و محصول شرکت افق کورس بود که به دلیل محرمانه بودن فرمول آن افشا نشد. آنالیز شیمیایی این محصول به صورت ۹۸/۳ درصد ماده خشک، ۱۱/۵ درصد پروتئین خام، ۱۰ درصد چربی خام، ۲/۷ درصد الیاف خام، ۰/۲ درصد سدیم، ۰/۷ درصد منیزیم، ۱/۴۶ درصد کلسیم و ۰/۶ درصد فسفر بود. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱) شاهد (جیره پایه فاقد آمینومیکس) و تیمارهای ۲ تا ۵ به ترتیب کاهش کنجاله سویا در سطوح صفر، ۱/۶، ۳/۳ و ۵ درصد به همراه استفاده از آمینومیکس (به میزان یک کیلوگرم در هر تن) در جیره بود. طول دوره آزمایشی ۶ هفته بود. تنظیم اجزای جیره ها مطابق راهنمای تغذیه سویه راس ۳۰۸ انجام شد.

جدول ۱- اجزای تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی جیره غذایی جوجه‌های گوشتی در دوره ۱ تا ۱۰ روزگی

تیمارهای آزمایشی	شاهد	آمینومیکس	آمینومیکس و ۱/۶ درصد	آمینومیکس و ۳/۳ درصد	آمینومیکس و ۵ درصد
اجزای تشکیل دهنده (درصد)	آمینومیکس (درصد)	کنجاله سویا	کاهش کنجاله سویا	کاهش کنجاله سویا	کاهش کنجاله سویا
دانه ذرت	۵۲/۶۵	۵۲/۵۵	۵۴/۱۵	۵۵/۸۵	۵۷/۵۵
کنجاله سویا	۳۷/۰	۳۷/۰	۳۵/۴۰	۳۳/۷۰	۳۲/۰
گلوتن ذرت	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۳/۵
روغن سویا	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳
آمینومیکس	-	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
المین - ۸	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
بتنویت	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
کنسانتره ۵ درصد (ویژه آغازین)	۵/۰	۵/۰	۵/۰	۵/۰	۵/۰
انرژی قابل متابولیسم (کیلو کالری/کیلو گرم)	۲۹۷۵	۲۹۷۵	۲۹۷۵	۲۹۷۵	۲۹۷۵
پروتئین خام (درصد)	۲۲/۰	۲۲/۰	۲۱/۶	۲۱/۰	۲۰/۵
لیزین قابل هضم (درصد)	۱/۲۶	۱/۲۶	۱/۲۶	۱/۲۶	۱/۲۶
متیونین قابل هضم (درصد)	۰/۵۲	۰/۵۲	۰/۵۲	۰/۵۲	۰/۵۲
ترئونین قابل هضم (درصد)	۰/۸۰	۰/۸۰	۰/۸۰	۰/۸۰	۰/۸۰

کنسانتره مورد استفاده به ازای هر کیلو گرم جیره مقادیر ذیل را تأمین نمود: ویتامین A، ۱۱۰۰۰ واحد بین المللی؛ ویتامین D₃، ۱۸۰۰ واحد بین المللی؛ ویتامین E، ۳۶ میلی گرم؛ ویتامین K₃، ۵ میلی گرم؛ ویتامین B₁₂، ۱/۶ میلی گرم؛ تیامین ۱/۵۳ میلی گرم؛ ریبوفلاوین، ۷/۵ میلی گرم؛ نیاسین ۳۰ میلی گرم؛ پیریدوکسین، ۱/۵۳ میلی گرم؛ بیوتین، ۰/۰۳ میلی گرم؛ اسید فولیک، ۱ میلی گرم؛ اسید پانتوتنیک، ۱۲/۲۴ میلی گرم و اتوکسی کوئین، ۰/۱۲۵ میلی گرم. آهن، ۲۵۰ میلی گرم؛ سولفات روی، ۸۴ میلی گرم؛ سولفات منگنز، ۱۶۰ میلی گرم؛ ید، ۱/۶ میلی گرم؛ سولفات مس، ۲۰ میلی گرم؛ سلنیوم، ۰/۲ میلی گرم و کبالت، ۰/۴ میلی گرم.

جدول ۲- اجزای تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی جیره غذایی جوجه های گوشتی در دوره ۱۱ تا ۲۴ روزگی

تیمارهای آزمایشی	شاهد	آمینومیکس	آمینومیکس و	آمینومیکس و ۳/۳	آمینومیکس و ۵
اجزای تشکیل دهنده (درصد)	آمینومیکس	کنجاله سویا	کاهش ۱/۶ درصد	کاهش ۳/۳ درصد	کاهش ۵ درصد
دانه ذرت	۵۷/۹۵	۵۷/۸۵	۵۹/۴۵	۶۱/۱۵	۶۲/۸۵
کنجاله سویا	۳۳/۰	۳۳/۰	۳۱/۴	۲۹/۷	۲۸/۰
گلوتن ذرت	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰
روغن سویا	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
آمینومیکس	-	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
المین - ۸	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
بتونیت	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
کنسانتره ۵ درصد (ویژه رشد)	۵/۰	۵/۰	۵/۰	۵/۰	۵/۰
انرژی قابل متابولیسم (کیلو کالری/کیلو گرم)	۳۰۵۰	۳۰۵۰	۳۰۵۰	۳۰۵۰	۳۰۵۰
پروتئین خام (درصد)	۲۰/۵	۲۰/۵	۲۰/۰	۱۹/۵	۱۹/۰
لیزین قابل هضم (درصد)	۱/۱۴	۱/۱۴	۱/۱۴	۱/۱۴	۱/۱۴
متیونین قابل هضم (درصد)	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۷
ترئونین قابل هضم (درصد)	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵

کنسانتره مورد استفاده به ازای هر کیلو گرم جیره مقادیر ذیل را تأمین نمود: ویتامین A، ۱۱۰۰۰ واحد بین المللی؛ ویتامین D₃، ۱۸۰۰ واحد بین المللی؛ ویتامین E، ۳۶ میلی گرم؛ ویتامین K₃، ۵ میلی گرم؛ ویتامین B₁₂، ۱/۶ میلی گرم؛ تیامین ۱/۵۳، میلی گرم؛ ریبوفلاوین، ۷/۵ میلی گرم؛ نیاسین ۳۰، میلی گرم؛ پیریدوکسین، ۱/۵۳ میلی گرم؛ بیوتین، ۰/۰۳ میلی گرم؛ اسید فولیک، ۱ میلی گرم؛ اسید پانتوتنیک، ۱۲/۲۴ میلی گرم و اتوکسی کوئین، ۰/۱۲۵ میلی گرم. آهن، ۲۵۰ میلی گرم؛ سولفات روی، ۸۴ میلی گرم؛ سولفات منگنز، ۱۶۰ میلی گرم؛ ید، ۱/۶ میلی گرم؛ سولفات مس، ۲۰ میلی گرم؛ سلنیوم، ۰/۲ میلی گرم و کبالت، ۰/۴ میلی گرم.

جدول ۳- اجزای تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی جیره غذایی جوجه‌های گوشتی در دوره ۲۵ تا ۴۲ روزگی

تیمارهای آزمایشی	شاهد	آمینومیکس بدون کاهش	آمینومیکس و ۱/۶ درصد کاهش کنجاله سویا	آمینومیکس و ۳/۳ درصد کاهش کنجاله سویا	آمینومیکس و ۵ درصد کاهش کنجاله سویا
اجزای تشکیل دهنده (درصد)	آمینومیکس (درصد)	کنجاله سویا	کنجاله سویا	کنجاله سویا	کنجاله سویا
دانه ذرت	۶۱/۸۵	۶۱/۷۵	۶۳/۳۵	۶۵/۰۵	۶۶/۷۵
کنجاله سویا	۳۱/۰	۳۱/۰	۲۹/۴	۲۷/۷	۲۶/۰
روغن سویا	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶
آمینومیکس	-	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
المین - ۸	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
بتونیت	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
کنسانتره ۵ درصد (ویژه پایانی)	۵/۰	۵/۰	۵/۰	۵/۰	۵/۰
انرژی قابل متابولیسم (کیلو کالری/کیلو گرم)	۳۰۷۵	۳۰۷۵	۳۰۷۵	۳۰۷۵	۳۰۷۵
پروتئین خام (درصد)	۱۹/۰	۱۹/۰	۱۸/۵	۱۸/۰	۱۷/۵
لیزین قابل هضم (درصد)	۱/۰۵	۱/۰۵	۱/۰۵	۱/۰۵	۱/۰۵
متیونین قابل هضم (درصد)	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵
ترئونین قابل هضم (درصد)	۰/۷۰	۰/۷۰	۰/۷۰	۰/۷۰	۰/۷۰

کنسانتره مورد استفاده به ازای هر کیلو گرم جیره مقادیر ذیل را تأمین نمود: ویتامین A، ۱۱۰۰۰ واحد بین المللی؛ ویتامین D₃، ۱۸۰۰ واحد بین المللی؛ ویتامین E، ۳۶ میلی گرم؛ ویتامین K₃، ۵ میلی گرم؛ ویتامین B₁₂، ۱/۶ میلی گرم؛ تیامین ۱/۵۳ میلی گرم؛ ریبوفلاوین، ۷/۵ میلی گرم؛ نیاسین ۳۰ میلی گرم؛ پیریدوکسین، ۱/۵۳ میلی گرم؛ بیوتین، ۰/۰۳ میلی گرم؛ اسید فولیک، ۱ میلی گرم؛ اسید پانتوتیک، ۱۲/۲۴ میلی گرم و اتوکسی کوئین، ۰/۱۲۵ میلی گرم. آهن، ۲۵۰ میلی گرم؛ سولفات روی، ۸۴ میلی گرم؛ سولفات منگنز، ۱۶۰ میلی گرم؛ ید، ۱/۶ میلی گرم؛ سولفات مس، ۲۰ میلی گرم؛ سلنیوم، ۰/۲ میلی گرم و کبالت، ۰/۴ میلی گرم.

خوراک، افزایش وزن بدن، ضریب تبدیل غذایی، هزینه هر کیلو گرم خوراک، هزینه خوراک به ازای هر کیلو گرم افزایش وزن، شاخص کارایی تولید بود. مقدار خوراک مصرفی در پایان هر هفته آزمایش، با توزین خوراک باقیمانده هر واحد آزمایشی با ترازوی دیجیتالی با دقت ± 5 گرم و تفاضل آن از مقدار خوراک اولیه در نظر گرفته شده برای هر واحد آزمایشی محاسبه شد. برای محاسبه مقدار افزایش وزن هر واحد آزمایشی بر حسب گرم به ازای هر پرنده در روز،

فراسنجه های مورد اندازه گیری شامل عملکرد رشد (افزایش وزن بدن، مصرف خوراک، ضریب تبدیل غذایی، ماندگاری، شاخص تولید)، خصوصیات لاشه (درصد لاشه، ران و سینه)، پاسخ ایمنی هومورال (شمارش تفریقی گلبول-های سفید، عیار آنتی بادی علیه نیوکاسل و آنفلوآنزا)، فراسنجه های خونی (پروتئین تام، آلبومین، گلوبولین، کلسترول، تری گلیسرید، HDL، LDL و آنزیم های کبدی ALT و AST) بود. صفات مورد سنجش شامل مصرف

توزین جوجه های هر واحد آزمایشی به صورت گروهی و در پایان هر هفته آزمایشی با ترازوی دیجیتالی با دقت ± 5 گرم انجام گرفت. قبل از وزن کشی پرندگان، دانخوری به مدت ۴ ساعت از دسترس جوجه های هر پن دور می شد تا پرندگان از لحاظ وضعیت دستگاه گوارش شرایط تقریباً مشابهی داشته باشند. جوجه های موجود در هر واحد آزمایشی به صورت گروهی در ابتدا و انتهای هر هفته توزین شده و با تفاضل وزن گروهی جوجه ها در انتهای دوره از وزن گروهی جوجه ها در ابتدای دوره و اضافه کردن وزن جوجه های تلف شده میانگین افزایش وزن روزانه محاسبه شد. ضریب تبدیل غذایی از تقسیم میانگین مصرف خوراک به میانگین افزایش وزن به صورت هفتگی با در نظر گرفتن تلفات محاسبه شد. هزینه خوراک به ازای هر کیلوگرم اضافه وزن از ضرب ضریب تبدیل غذایی در قیمت هر کیلوگرم خوراکی که پرنده در هر دوره مصرف کرده بود، بدست آمد و مجموع آن برای کل دوره آزمایش محاسبه شد. در پایان آزمایش، شاخص کارایی تولید اروپایی جوجه های گوشتی مطابق ماوروماتی^۱ و همکاران (۱۸) محاسبه شد.

$100 \times ((\text{تعداد روزهای پرورش} \times \text{ضریب تبدیل خوراک} / (\text{درصد زنده مانی} \times \text{وزن زنده})) = \text{شاخص کارایی تولید اروپایی}$

به منظور شمارش تفریقی گلبول های سفید، در روز ۳۵ پرورش از ورید بال دو قطعه پرنده به ازای هر تکرار خون گیری به عمل آمد و در لوله های آزمایش حاوی ماده ضد انعقاد هپارین ریخته شد. سپس بلافاصله به آزمایشگاه انتقال داده شد. شمارش تعداد کل گلبول های سفید با استفاده از محلول رقیق کننده نات و هریک (Herrick-Natt) و لام ثوبار توسط میکروسکوپ نوری انجام گرفت و شمارش تفریقی گلبول های سفید شامل تعداد هتروفیل و لنفوسیت با استفاده از روش رنگ آمیزی گیمسا انجام شد (۱۹).

برای مطالعه فراسنجه های خونی، در روز ۴۲ پرورش از ورید بال دو قطعه پرنده به ازای هر تکرار خون گیری به عمل آمد. نمونه های سرم پس از جداسازی (با دور سانتریفیوژ ۳۰۰۰ به

مدت ۵ دقیقه) و انتقال آن ها به میکروتیوب، تا زمان انجام آزمایش در دمای 20°C - درجه سلسیوس نگهداری شدند. فراسنجه های مورد نظر با استفاده از کیت های پارس آزمون و زیست شیمی و دستگاه اسپکتروفوتومتر مورد سنجش قرار گرفتند. در روز ۴۲ پرورش، دو جوجه از هر واحد آزمایشی کشتار و خصوصیات لاشه (وزن لاشه، سینه، ران، پشت و گردن، قلب و چربی حفره شکمی)، وزن اندام های لنفوییدی (طحال) و وزن اندام های هضمی کیسه صفرا، سنگدان و کبد با استفاده از ترازوهای با دقت ± 5 گرم و ± 0.01 گرم اندازه گیری شد (۲۰).

تجزیه و تحلیل داده ها

این تحقیق به صورت طرح کاملاً تصادفی اجرا شد و مدل آماری طرح به صورت زیر بود:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

در این فرمول Y_{ij} : مقدار هر مشاهده، μ میانگین کل جامعه، T_i اثر تیمار غذایی آزمایشی، e_{ij} خطای آزمایشی می باشد. کلیه داده ها با استفاده از نرم افزار Excel وارد رایانه شد. محاسبات لازم برای صفات مورد اندازه گیری و گروه بندی و مرتب کردن داده ها جهت آنالیز با استفاده از نرم افزار Excel انجام شد. نتایج بدست آمده با استفاده از نرم افزار SAS (۲۱) و با استفاده از رویه مدل خطی عمومی (GLM) و سطح معنی داری ۵ درصد ($P < 0.05$) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن^۲ انجام شد. داده هایی که در محدوده صفر تا ۳۰ و ۷۰ تا ۱۰۰ درصد بودند پیش از تجزیه آماری به روش Arcsin به صورت نرمال در آمده سپس مورد ارزیابی قرار گرفتند.

برای ارزیابی مدیریتی از مدل تصمیم گیری چند شاخصی TOPSIS استفاده شد که شامل مراحل ذیل است: کمی کردن و بی مقیاس سازی ماتریس تصمیم (N): برای بی-مقیاس سازی، از بی مقیاس سازی نرمال استفاده می شود.

۲- به دست آوردن ماتریس بی مقیاس موزون (V): ماتریس بی مقیاس شده (N) در ماتریس قطری وزن ها، ضرب می شود:

$$V = N \times W_n$$

تعیین راه حل ایده آل مثبت و ایده آل منفی: راه حل ایده آل

^۲ Duncan's multiple range test

^۱ Mavromati

مثبت و ایده آل منفی به صورت زیر تعریف می شوند:

[بردار بهترین مقادیر هر شاخص ماتریس V] = راه حل ایده -

آل مثبت (V_j^+)

[بردار بهترین مقادیر هر شاخص ماتریس V] = راه حل ایده -

آل منفی (V_j^-)

بهترین مقادیر برای شاخص های مثبت، بزرگ ترین و برای

شاخص های منفی، کوچک ترین مقادیر بوده و بدترین برای

شاخص های مثبت، کوچک ترین و برای شاخص های منفی،

بزرگ ترین مقادیر هستند.

به دست آوردن میزان فاصله هر گزینه تا ایده آل های مثبت و

منفی: فاصله اقلیدسی هر گزینه تا ایده آل مثبت (V_j^+) و

ایده آل منفی (V_j^-) بر اساس این فرمول ها حساب می شود.

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}$$

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}$$

V_{ij} = مقدار هر گزینه

V_j^+ = مقدار در گزینه ای که حداکثر مقدار را دارد و در این

گزینه مقادیر بالاتر، مطلوب تر است.

V_j^- = مقدار در گزینه ای که حداقل مقدار را دارد و در این

گزینه مقادیر کمتر، مطلوب تر است.

d_i^+ = فاصله هر تیمار تا ایده آل مثبت

d_i^- = فاصله هر تیمار تا ایده آل منفی

تعیین نزدیکی نسبی (CL) یک گزینه به راه حل ایده آل:

$$CL = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}$$

در رتبه بندی گزینه ها، هر گزینه ای که CL آن بزرگ ترین

عدد باشد، از بقیه گزینه ها بهتر است.

نتایج

نتایج مقایسه عملکردی در دوره ۱ تا ۱۰ روزگی در جدول ۴

ارائه شده است. مطابق جدول ۴، تیمارهای آزمایشی تأثیری

بر وزن بدن و خوراک مصرفی جوجه های گوشتی در دوره

آغازین (۱۰-۱ روزگی) نداشت ($P > 0.05$)؛ اما جوجه های

تغذیه شده با تیمار ۲ کمترین ضریب تبدیل غذایی و جوجه -

های تغذیه شده با تیمار ۵ بیشترین ضریب تبدیل غذایی را

نشان دادند ($P < 0.05$).

جدول ۴- مقایسه عملکرد در تیمارهای آزمایشی مختلف در دوره ۱ تا ۱۰ روزگی

صفات عملکردی			
تیمار	وزن بدن (گرم)	خوراک مصرفی (گرم)	ضریب تبدیل غذایی
۱	۲۹۴/۷	۲۸۰/۹	b./۹۵۳
۲	۳۰۳/۰	۲۸۱/۳	c./۹۲۸
۳	۲۹۲/۹	۲۷۶/۴	bc./۹۴۴
۴	۲۹۵/۴	۲۷۷/۴	bc./۹۴۰
۵	۲۸۹/۳	۲۸۰/۴	a./۹۶۹
خطای استاندارد میانگین	۴/۸۴	۴/۷۱	۰/۰۰۳۸
Pvalue	۰/۲۸۸	۰/۹۰۰	۰/۰۰۱

و خوراک مصرفی جوجه های گوشتی در بازه زمانی ۱ الی

۲۴ روزگی نداشت ($P > 0.05$)؛ اما پرندگان تغذیه شده با

تیمار ۲ کمترین ضریب تبدیل غذایی و جوجه های گوشتی

نتایج مقایسه عملکردی در دوره ۱ تا ۲۴ روزگی در جدول ۵

ارائه شده است.

با توجه به جدول ۵، تیمارهای آزمایشی تأثیری بر وزن بدن

تغذیه شده با تیمار ۵ بیشترین ضریب تبدیل غذایی را نشان دادند ($P < 0.05$).

جدول ۵- مقایسه عملکرد در تیمارهای آزمایشی مختلف در دوره ۱ تا ۲۴ روزگی

صفات عملکردی			
تیمار	وزن بدن (گرم)	خوراک مصرفی (گرم)	ضریب تبدیل غذایی
۱	۱۱۶۴/۰	۱۴۲۷/۶	ab ۱/۲۲۶
۲	۱۲۰۸/۴	۱۴۱۷/۲	d ۱/۱۷۳
۳	۱۱۹۶/۸	۱۴۱۳/۰	c ۱/۱۹۸
۴	۱۱۴۶/۹	۱۳۸۵/۴	bc ۱/۲۰۸
۵	۱۱۲۱/۵	۱۳۹۵/۶	a ۱/۲۴۵
خطای استاندارد میانگین			
	۲۷/۲۳	۲۹/۶۹	۰/۰۰۳
Pvalue			
	۰/۰۷۸	۰/۵۹۹	۰/۰۰۱

نتایج مقایسه عملکردی در دوره ۱ تا ۴۱ روزگی در جدول ۶
ارائه شده است.
بر عملکرد رشد جوجه های گوشتی شامل صفات وزن بدن و خوراک مصرفی و ضریب تبدیل غذایی در بازه زمانی ۱ الی ۴۱ روزگی نداشت ($P > 0.05$).
با توجه به جدول ۶، استفاده از آمینومیکس در جیره تأثیری

جدول ۶- مقایسه عملکرد در تیمارهای آزمایشی مختلف در دوره ۱ تا ۴۱ روزگی

صفات عملکردی			
تیمار	وزن بدن (گرم)	خوراک مصرفی (گرم)	ضریب تبدیل غذایی
۱	۲۹۴۹/۴	۴۲۹۰/۶	۱/۴۵۵
۲	۳۰۴۲/۳	۴۲۷۹/۶	۱/۴۰۸
۳	۲۸۷۱/۶	۴۲۹۸/۳	۱/۴۹۸
۴	۲۸۵۳/۸	۴۲۲۷/۹	۱/۴۸۳
۵	۲۸۴۰/۸	۴۳۰۳/۵	۱/۵۱۹
خطای استاندارد میانگین			
	۹۲/۳۸	۸۳/۹۸	۰/۰۳۹
Pvalue			
	۰/۱۳۶	۰/۹۱۶	۰/۰۷۶

کارایی تولید کمتری نسبت به جوجه های گوشتی تغذیه شده با تیمار ۲ داشتند ($P < 0.05$)، تیمار ۲ سبب بروز بهترین شاخص کارایی تولید شد که البته به لحاظ آماری با تیمار ۱ تفاوت معنی داری نداشت.

نتایج اثر تیمارهای آزمایشی بر شاخص تولید، درصد ماندگاری و هزینه خوراک مصرفی به ازای هر کیلوگرم وزن زنده در جدول ۷ آمده است. مطابق جدول ۷، جوجه های گوشتی تغذیه شده با تیمارهای آزمایشی ۴، ۳ و ۵ شاخص

جدول ۷- اثر تیمارهای آزمایشی بر شاخص تولید، درصد ماندگاری و هزینه خوراک مصرفی به ازای هر کیلوگرم وزن زنده

صفات عملکردی			
تیمار	شاخص تولید	درصد ماندگاری	هزینه خوراک مصرفی به ازای هر کیلوگرم وزن زنده (تومان)
۱	ab۴۶۸/۱	۹۴/۶۷	۲۴۸۸۲
۲	a۵۱۳/۹	۹۷/۳۰	۲۴۶۹۱
۳	b۴۴۹/۳	۹۶/۰	۲۶۰۰۲
۴	b۴۵۲/۴	۹۶/۰	۲۵۴۲۱
۵	b۴۲۵/۰	۹۲/۶۷	۲۵۷۲۴
خطای استاندارد میانگین		۲/۴۹	۶۶۹
Pvalue		۰/۴۷۱	۰/۲۶۵

نتایج اثر تیمارهای آزمایشی بر تیترا آنتی بادی در پاسخ به تزریق واکسن نیوکاسل و آنفلوآنزا در جوجه‌های گوشتی نشاندهند ($P > ۰/۰۵$).
 مطابق جدول ۸، تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر عیار آنتی‌بادی علیه ویروس نیوکاسل و ویروس آنفلوآنزا در جوجه‌های گوشتی نداشتند ($P > ۰/۰۵$).
 جدول ۸- اثر تیمارهای آزمایشی بر تیترا آنتی بادی در پاسخ به تزریق واکسن های نیوکاسل و آنفلوآنزا بر پایه لگاریتم ۲

تیمار	تیترا آنتی‌بادی در پاسخ به تزریق واکسن نیوکاسل	تیترا آنتی‌بادی در پاسخ به تزریق واکسن آنفلوآنزا
۱	۵/۶۷	۴/۰۰
۲	۵/۵۰	۴/۷۵
۳	۴/۲۵	۶/۰۰
۴	۴/۰۰	۴/۷۵
۵	۵/۸۰	۴/۲۰
خطای استاندارد میانگین		۱/۷۷
Pvalue		۰/۶۳۴

نتایج اثر تیمارهای آزمایشی بر وزن نسبی لاشه، ران، سینه، پشت و گردن و چربی حفره بطنی در سن ۴۲ روزگی در جدول ۹ آمده است. مطابق نتایج جدول ۹، تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر راندمان لاشه، ران، پشت و گردن جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی نداشتند ($P > ۰/۰۵$)؛ اما پرنده‌های تغذیه شده با تیمارهای ۴ و ۵ درصد سینه کمتری نسبت به پرنده‌های تغذیه شده با تیمار ۲ بروز دادند ($P < ۰/۰۵$).

جدول ۹- اثر تیمارهای آزمایشی بر وزن نسبی لاشه، سینه، ران، پشت و گردن و چربی حفره بطنی در سن ۴۲ روزگی

تیمار	لاشه	ران	سینه	پشت و گردن
۱	۷۳/۷	۲۰/۰	ab۲۹/۲	۲۱/۰
۲	۷۴/۶	۲۱/۶	a۳۴/۱	۲۲/۴
۳	۷۵/۰	۲۲/۳	ab۲۸/۹	۲۱/۳
۴	۷۴/۷	۱۹/۲	b۲۷/۴	۲۰/۶
۵	۷۵/۷	۱۹/۰	b۲۶/۳	۲۰/۰
خطای استاندارد میانگین	۱/۹۳	۲/۱۳۱	۰/۹۴	۱/۸۲
Pvalue	۰/۸۸۴	۰/۴۱۷	۰/۰۴۶	۰/۴۹۴

نتایج اثر تیمارهای آزمایشی بر وزن نسبی اندام های داخلی بدن شامل: پیش معده، سنگدان، بورس فابریسیوس، کیسه صفرا، کبد، طحال و قلب در سن ۴۲ روزگی در جدول ۱۰ آمده است. مطابق نتایج جدول ۱۰، تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی داری بر درصد سنگدان، بورس فابریسیوس، کیسه

جدول ۱۰- اثر تیمارهای آزمایشی بر وزن نسبی اندام های داخلی بدن در سن ۴۲ روزگی

تیمار	سنگدان	بورس فابریسیوس	کیسه صفرا	کبد	طحال	قلب
۱	۱/۳۶	۰/۱۲	۰/۰۵	۱/۹۹	a۰/۱۲	۰/۴۶
۲	۱/۲۹	۰/۱۰	۰/۰۶	۲/۰۲	ab۰/۱۰	۰/۵۰
۳	۱/۳۲	۰/۱۲	۰/۰۶	۲/۰۱	ab۰/۱۰	۰/۵۰
۴	۱/۲۹	۰/۰۹	۰/۰۸	۱/۸۱	b۰/۰۷	۰/۴۰
۵	۱/۶۶	۰/۱۶	۰/۰۵	۱/۵۶	b۰/۰۷	۰/۴۳
خطای استاندارد میانگین	۰/۱۶	۰/۰۲۷	۰/۰۱	۰/۱۵	۰/۰۰۸	۰/۰۷
Pvalue	۰/۲۷۳	۰/۲۲۹	۰/۱۴۲	۰/۱۶۵	۰/۰۱۵	۰/۶۲۰

نتایج اثر تیمارهای آزمایشی بر شمارش تفریقی گلبول های سفید در جدول ۱۱ آمده است. مطابق نتایج جدول ۱۱، تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی داری بر تعداد گلبول های سفید خون و نیز درصد هتروفیل، لنفوسیت، مونوسیت، ائوزینوفیل و نسبت هتروفیل به لنفوسیت (بیومارکر تنش) جوجه های گوشتی در سن ۴۲ روزگی نداشتند ($P > ۰/۰۵$).

جدول ۱۱- اثر تیمارهای آزمایشی بر شمارش تفریقی گلبول‌های سفید جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی

تیمار	تعداد گلبول سفید	هتروفیل	لنفوسیت	مونوسیت	آنوزینوفیل	نسبت هتروفیل به لنفوسیت
	(تعداد در میکرولیتر)	درصد				
۱	۲۹۲۶۷	۳۵/۵۰	۶۹/۵۰	۷/۵	۴/۲	۰/۴۸۲
۲	۲۶۲۳۳	۲۹/۶۷	۶۱/۷۰	۶/۰	۵/۰	۰/۵۶۳
۳	۲۴۴۰۰	۲۶/۶۷	۶۵/۰۰	۹/۰	۶/۰	۰/۴۰۷
۴	۲۴۷۳۳	۳۰/۳۳	۵۹/۰۰	۷/۷	۳/۰	۰/۵۱۷
۵	۲۶۰۳۳	۳۳/۰۰	۵۶/۰۰	۶/۰	۵/۰	۰/۵۴۴
خطای استاندارد میانگین	۴۷۱۶	۵/۰۱	۲/۶۶	۱/۳۳	۱/۱۵	۰/۰۵
Pvalue	۰/۷۴۰	۰/۳۵۸	۰/۳۵۸	۰/۱۵۹	۰/۱۴۳	۰/۱۱۲

نتایج اثر تیمارهای آزمایشی بر تعداد گلبول‌های قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت و پلاکت جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی نداشتند ($P > ۰/۰۵$).

همانطور که در جدول ۱۲ مشاهده می‌شود، تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر تعداد گلبول‌های قرمز،

جدول ۱۲- اثر تیمارهای آزمایشی بر تعداد گلبول‌های قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت و پلاکت جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی

تیمار	تعداد گلبول‌های قرمز ($\times 10^6$ در میکرولیتر)	هموگلوبین (گرم در دسی‌لیتر)	هماتوکریت (درصد)	پلاکت ($\times 10^5$ در میکرولیتر)
۱	۳/۳۸	۱۳/۱۷	۴۳/۴۳	۳۷/۸۳
۲	۲/۹۰	۱۰/۰۰	۳۸/۴۳	۳۰/۰۰
۳	۲/۳۳	۹/۳۰	۳۵/۱۰	۲۹/۰۰
۴	۲/۴۷	۸/۸۰	۳۱/۹۳	۳۰/۶۰
۵	۳/۰۰	۱۳/۶۷	۳۷/۷۷	۳۳/۰۰
خطای استاندارد میانگین	۰/۵۷	۲/۴۵	۶/۶۷	۵/۰۱
Pvalue	۰/۱۶۷	۰/۱۶۱	۰/۲۸۲	۰/۲۱۳

LDL و HDL جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی نداشتند ($P > ۰/۰۵$)؛ اما نسبت LDL به HDL در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با تیمار ۲ نسبت به سایر تیمارها به‌طور معنی‌داری بیشتر بود ($P < ۰/۰۵$).

نتایج اثر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های لیپیدی سرم خون جوجه‌های گوشتی در جدول ۱۳ آمده است. همانطور که در جدول ۱۳ مشاهده می‌شود، تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر سطح کلسترول، تری‌گلیسرید،

جدول ۱۳- اثر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه های لیپیدی سرم خون جوجه های گوشتی در سن ۴۲ روزگی

تیمار	کلسترول (میلی گرم در دسی لیتر)	تری گلیسرید (میلی گرم در دسی - لیتر)	HDL (میلی گرم در دسی - لیتر)	LDL (میلی گرم در دسی - لیتر)	نسبت LDL به HDL
۱	۱۰۲/۷	۹۷/۳	۶۷/۷	۲۰/۰	b/۲۷۴
۲	۱۰۸/۰	۱۰۳/۰	۶۵/۵	۲۳/۵	a/۳۵۸
۳	۹۸/۷	۱۱۳/۰	۶۳/۸	۱۸/۸	b/۲۹۳
۴	۱۱۷/۳	۱۱۷/۸	۷۵/۸	۲۰/۸	b/۲۷۵
۵	۱۱۱/۳	۱۱۶/۳	۷۰/۸	۲۲/۰	b/۳۱۱
خطای استاندارد	۷/۴۹	۱۹/۵۰	۴/۷۶	۱/۸۹	۰/۰۰۱
میانگین					
Pvalue	۰/۳۰۳	۰/۶۵۱	۰/۲۴۴	۰/۳۵۳	۰/۰۰۲

همانطور که در جدول ۱۴ مشاهده می شود، تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی داری بر سطح پروتئین کل، گلوبولین، آلبومین و AST جوجه های گوشتی در سن ۴۲ روزگی نداشتند ($P>0/05$)؛ اما نسبت ALT در جوجه های گوشتی جدول ۱۴ آمده است.

تغذیه شده با تیمارهای ۲ و ۳ نسبت به سایر تیمارها به طور معنی داری بیشتر بود ($P<0/05$). نتایج اثر تیمارهای آزمایشی بر سایر فراسنجه های سرم خون جوجه های گوشتی در جدول ۱۴ آمده است.

جدول ۱۴- اثر تیمارهای آزمایشی بر سایر فراسنجه های سرم خون جوجه های گوشتی در سن ۴۲ روزگی

تیمار	پروتئین کل (گرم در دسی لیتر)	گلوبولین (گرم در دسی - لیتر)	آلبومین (گرم در دسی - لیتر)	AST (واحد در لیتر)	ALT (واحد در لیتر)
۱	۳/۱۷	۱/۹۵	۱/۲۳	۲۸۴/۳	b۳/۰۰
۲	۳/۲۰	۱/۹۰	۱/۳۰	۲۵۰/۸	a۳/۵۰
۳	۲/۹۳	۱/۷۵	۱/۱۸	۲۸۴/۳	a۳/۵۰
۴	۳/۱۰	۱/۸۵	۱/۲۵	۲۶۲/۸	b۲/۲۵
۵	۳/۲۰	۱/۹۵	۱/۲۰	۲۵۸/۸	b۲/۲۵
خطای استاندارد میانگین	۰/۱۸۵	۰/۱۴۴	۰/۰۶۳	۲۳/۴۳	۰/۰۰۱
Pvalue	۰/۶۷۰	۰/۶۴۸	۰/۷۰۱	۰/۵۰۹	۰/۰۲۳

نتیجه الویت بندی تیمارهای آزمایشی با استفاده از سیستم تصمیم گیری چند شاخصی در جدول ۱۵ آمده است.

جدول ۱۵ نشان دهنده نزدیکی نسبی یک تیمار به راه حل ایده آل است. در این جدول، هر تیماری که عدد مربوط به آن بزرگ تر باشد، از بقیه تیمارها مطلوب تر می باشد. امروزه در تحقیقات علوم دام و طیور برای انتخاب مناسب ترین تیمار

آزمایشی معمولاً از مقایسه میانگین‌ها استفاده می‌شود (۲۲). در این روش معمولاً تنها یک صفت مورد مقایسه قرار می‌گیرد و توانایی تصمیم‌گیری بر اساس تمامی صفات مورد بررسی وجود ندارد. در حالی که در علم مدیریت، امکان تصمیم‌گیری چند شاخصی وجود دارد. در این روش که برای تجزیه و تحلیل چند تیمار به کار می‌رود، چند صفت

وجود دارد که محقق باید آن‌ها را مشخص و وزن‌دهی نماید (۲۳). صفات مورد بررسی در این مطالعه در ارتباط با هر یک از تیمارها بررسی و نتیجه در جدول ۱۵ آورده شده است. مطابق این جدول، پرندگان که با تیمارهای ۲ و ۱ تغذیه شده بودند بیشترین نمره را از نظر صفات مورد بررسی در بین تیمارهای آزمایشی نشان دادند.

جدول ۱۵ - محاسبه نزدیکی به راه حل ایده‌آل و رتبه بندی تیمارها

شماره تیمار	ضریب نزدیکی
۲	۰/۷۴۰۵
۱	۰/۵۴۳۲
۳	۰/۳۵۷۰
۴	۰/۳۳۰۸
۵	۰/۰۹۰۹

بحث و نتیجه‌گیری

پروتئین، همراه با انرژی، مهمترین ماده مغذی در جیره غذایی است و اقلام غنی از پروتئین بخش قابل توجهی از هزینه جیره جوجه‌های گوشتی را تشکیل می‌دهند. اهمیت پروتئین در جیره جوجه‌های گوشتی در نقش آن به عنوان واحدهای ضروری برای ساخت عضله، پر، آنزیم‌ها و هورمون‌ها نهفته است. مصرف پروتئین کافی برای حمایت از نرخ رشد بهینه، کارایی خوراک و عملکرد ایمنی در جوجه‌های گوشتی ضروری است. کمبود پروتئین می‌تواند منجر به رشد کند، کاهش تولید تخم‌مرغ و کیفیت پایین پر در جوجه‌های گوشتی شود (۲۴). در پرورش طیور، هزینه خوراک ۷۰ تا ۸۰ درصد از کل هزینه‌ها را تشکیل می‌دهد. به‌طور کلی فرض بر این است که جیره‌های مبتنی بر ذرت و کنجاله سویا برای جوجه‌های گوشتی حاوی پروتئین خام کافی همراه با مکمل‌سازی اسید آمینه‌های محدودکننده هستند. متخصصان تغذیه طیور متوجه شده‌اند که هزینه بالای مواد اولیه پروتئینی و فشار فزاینده برای کاهش انتشار نیتروژن به محیط‌زیست را

میتوان با استفاده از جیره‌های کم پروتئین کنترل کرد. جیره‌های کم پروتئین همراه با مکمل‌سازی اسید آمینه‌ها می‌توانند راه‌حل بالقوه‌ای برای حفظ عملکرد رشد جوجه‌ها، کاهش هزینه خوراک و کاهش انتشار نیتروژن باشند (۲۵). کریستال^۱ و همکاران (۲۶) راهکاری برای حفظ ضریب تبدیل خوراک در غلظت‌های پایین پروتئین خام توصیف کردند. آن‌ها گزارش دادند جوجه‌های گوشتی که با جیره حاوی ۱۶۵ گرم در کیلوگرم پروتئین خام همراه با معادل‌های گلیسین (۴/۳۳ گرم در کیلوگرم) و ترئونین (۱/۱۰ گرم در کیلوگرم) تغذیه شدند، عملکردی مشابه جیره‌های حاوی ۲۰۸ گرم پروتئین خام در کیلوگرم نشان دادند که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. صالح و همکاران (۲۷) نشان دادند که ارائه جیره‌های کم پروتئین به جوجه‌های گوشتی سویه کاب ۵۰۰، در حالی که سطح انرژی قابل متابولیسم و غلظت اسیدهای آمینه ضروری ثابت نگه داشته شد، تأثیر منفی بر عملکرد رشد، ویژگی‌های لاشه، پارامترهای خونی و عملکرد کبد نداشت. هم‌چنین، چو^۲ و همکاران (۲۸) گزارش کردند که مکمل کردن اسید آمینه‌های ضروری در جیره‌های کم پروتئین باعث حفظ عملکرد رشد و میزان دفع

¹ Chrystal

² Cho

نیترژن شد تا زمانی که درصد پروتئین خام در جیره غذایی از ۲۰ درصد تا ۱۷ درصد در دوره رشد کاهش یافت. لذا تا وقتی که درصد پروتئین خام جیره در دوره رشد بیشتر از ۱۷۰ درصد باشد، بدن پرند به لحاظ میزان اسید آمینه های قابل سنتز (غیر ضروری) در جیره های کم پروتئین در دوره رشد ممکن است دچار کمبود نشود که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. لذا به نظر می رسد چنانچه با تأمین میزان مورد نیاز اسید آمینه های ضروری پرند، سطح پروتئین خام جیره تا حد مشخصی کاهش یابد تأثیر منفی بر عملکرد پرند نخواهد داشت. در این تحقیق، تیمارهای آزمایشی تأثیری بر وزن بدن و خوراک مصرفی جوجه های گوشتی در دوره های آغازین و رشد نداشتند اما جوجه های تغذیه شده با تیمار پایه حاوی مکمل اسید آمینه کمترین ضریب تبدیل غذایی را نشان دادند. استفاده از مکمل های اسید آمینه در جیره جوجه های گوشتی می تواند بهبود قابل توجهی در ضریب تبدیل غذایی ایجاد کند که این موضوع از چند جنبه تخصصی قابل توجه است. نخست، تأمین دقیق و متعادل اسید آمینه های ضروری، به ویژه اسید آمینه های محدود کننده مانند لیزین، متیونین، والین و ایزولوسین، که باعث افزایش بهره وری سنتز پروتئین در بدن طیور می شود. در شرایطی که جیره با کمبود این اسید آمینه ها مواجه باشد، پروتئین مصرفی به صورت ناکارآمد متابولیزه شده و بخش قابل توجهی از نیترژن به صورت اوره یا آمونیاک دفع می شود که علاوه بر اتلاف انرژی، باعث کاهش رشد و افزایش ضریب تبدیل غذایی می گردد (۲۹). مکمل های اسید آمینه این امکان را فراهم می کنند که سطح پروتئین خام جیره کاهش یابد بدون اینکه نیازهای اسید آمینه ضروری برآورده نشود. کاهش پروتئین خام جیره باعث کاهش بار متابولیک کبد و کلیه ها و همچنین کاهش تولید متابولیت های سمی ناشی از تخمیر پروتئین در روده می شود که به بهبود سلامت دستگاه گوارش و جذب بهتر مواد مغذی منجر می گردد. در نتیجه، جذب و استفاده بهینه تر از سایر مواد مغذی مانند انرژی، ویتامین ها و مواد معدنی نیز تسهیل می شود. علاوه بر این، اسید آمینه های شاخه دار (BCAA)

مانند والین و ایزولوسین نقش مهمی در تحریک سنتز پروتئین عضلانی و کاهش تجمع چربی دارند که این امر موجب افزایش وزن گیری مطلوب و بهبود ضریب تبدیل غذایی می شود. متیونین نیز با نقش کلیدی در متابولیسم انرژی و سنتز ترکیبات گوگرددار، عملکرد متابولیکی بهینه تری را در طیور ایجاد می کند. در مجموع، استفاده از مکمل های اسید آمینه باعث بهبود تعادل آمینو اسیدی جیره، افزایش بهره وری سنتز پروتئین، کاهش دفع نیترژن و بهبود سلامت دستگاه گوارش می شود که می تواند منجر به بهبود ضریب تبدیل غذایی و افزایش کارایی اقتصادی در پرورش جوجه های گوشتی شود (۳۰). کاهش پروتئین خام جیره تا سطح ۲۰/۵ و ۱۹ درصد در دوره های آغازین و رشد ضریب تبدیل غذایی پرنده ها را افزایش داد. مطابق با این نتایج، خالد و ساعد^۱ (۳۱) گزارش دادند سطوح مختلف اسید آمینه ها می توانند در جیره غذایی اضافه شوند تا سبب بهبود عملکرد رشد، ضریب تبدیل غذایی، سوخت و ساز و سیستم ایمنی مرغ های گوشتی شوند. در حقیقت اسید آمینه ها بلوک های سازنده پروتئین هستند و مسیرهای مختلفی را تنظیم می کنند که برای رشد، نگهداری، ضریب تبدیل غذایی و ایمنی در پرندگان ضروری هستند. هم چنین، عبدالحسین زاده و همکاران (۳۲) گزارش دادند در طی سنین ۲۱-۱ روزگی، ۱۰ یا ۲۰ درصد کاهش سطح پروتئین خام سبب افزایش معنی دار ضریب تبدیل غذایی شد هرچند مکمل سازی اسید آمینه سبب بهبود ضریب تبدیل غذایی در بلدرچین ها در دوره رشد شد. با توجه به جدول ۶، استفاده از آمینومیکس در جیره تأثیری بر عملکرد رشد جوجه های گوشتی شامل صفات وزن بدن و خوراک مصرفی و ضریب تبدیل غذایی در بازه زمانی ۱ الی ۴۱ روزگی نداشت ($P>0.05$). در مطالعه بلویر^۲ و همکاران (۳۳) حتی کاهش قابل توجه پروتئین جیره از ۱۹ درصد به ۱۵ درصد با وجود حفظ ۹/۰ گرم لیزین قابل هضم در کیلوگرم، تأثیری بر وزن بدن نداشت. این محققان با تنظیم پروفیل اسید آمینه ها (افزایش نسبت ترئونین به لیزین و آرژنین به لیزین قابل هضم) به این نتیجه رسیدند. مطابق با یافته های تحقیق حاضر،

¹ Khaleel & Saed² Belloir

ون هارن^۱ و همکاران (۷) گزارش دادند که با کاهش سطح پروتئین خام جیره راندامان سینه در جوجه‌های گوشتی کاهش یافت، به طوری که جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره حاوی ۱۷۸ گرم/پروتئین خام/کیلوگرم جیره و ۱۰/۵ گرم لیزین قابل هضم/کیلوگرم جیره، بازده سینه کمتری نسبت به گروه تغذیه شده با جیره شاهد (حاوی ۲۰۸ گرم/پروتئین خام/کیلوگرم جیره و ۱۰/۵ گرم لیزین قابل هضم/کیلوگرم جیره) داشتند. برگندال^۲ و همکاران (۳۴) گزارش دادند که پرنده‌های تغذیه شده با جیره‌های کم پروتئین نتوانستند عملکرد رشدی مشابه پرنده‌های تغذیه شده با جیره‌های پرپروتئین کنترل داشته باشند. با این حال، آن‌ها عملکرد کافی را در جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های کم پروتئین (۱۹/۵ تا ۱۷/۶ درصد پروتئین خام) همراه با مکمل‌سازی اسید آمینه-های ضروری و غیرضروری به دست آوردند. طبق گزارش اواد^۳ و همکاران (۳۵)، با استفاده از مکمل‌های اسید آمینه سنتزی می‌توان محتوای پروتئین خام جیره‌های آغازین جوجه‌های گوشتی را به ۱۹-۲۰ درصد کاهش داد، بدون اینکه تأثیر منفی بر عملکرد داشته باشد. بناهمد^۴ و همکاران (۳۶) دریافتند که سطح پروتئین خام در جیره‌های رشد و پایانی جوجه‌های گوشتی می‌تواند تا ۳ درصد کاهش یابد بدون اینکه تأثیر منفی بر عملکرد یا کیفیت گوشت داشته باشد، به شرطی که نیازهای اسید آمینه پرندگان به طور مناسب تأمین شود. نویدشاد و همکاران (۲۴) گزارش دادند که کاهش ۴ درصدی سطح پروتئین خام جیره منجر به کاهش ویژگی‌های عملکردی جوجه‌های گوشتی شد و استفاده از مکمل‌های اسید آمینه سنتزی نتوانست این کاهش را جبران کند. احتمالاً باید به غلظت پروتئین خام و اسید آمینه‌ها در جیره‌های جوجه‌های گوشتی نه تنها از دیدگاه حداکثر عملکرد رشد (وزن بدن، ضریب تبدیل خوراک، بازده گوشت سینه) و کارایی اقتصادی، بلکه از نظر بهره‌وری استفاده از اسید آمینه‌ها، تأثیر دفع نیتروژن بر محیط‌زیست و ردپای زنجیره کربن برای تولید پایدار گوشت مرغ توجه شود

¹ Van Harn² Bregendahl³ Awad

(۳۷). مطابق با این تحقیق، اتیا و همکاران (۲۹) گزارش دادند که جیره غذایی کم پروتئین به همراه افزودن اسید آمینه‌ها تأثیری بر زنده‌مانی جوجه‌های گوشتی در دوره آغازین پرورش نداشته است. در این تحقیق، تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر سطح عیار آنتی‌بادی علیه ویروس نیوکاسل و ویروس آنفلوآنزا در جوجه‌های گوشتی نداشتند. مطابق با این نتایج، سیگولو^۵ و همکاران (۳۸) گزارش دادند که افزودن متیونین و لیزین به جیره، پاسخ ایمنی علیه آنفلوآنزای طیور را در طول ۳۰ روز پس از واکسیناسیون، پاسخ علیه ویروس نیوکاسل پس از دومین تزریق، و پاسخ ایمنی علیه گلوبول‌های قرمز گوسفند را تحت تأثیر قرار ندادند. مطابق با یافته‌های این تحقیق، ابو-الخیر^۶ و همکاران (۳۹) گزارش دادند که استفاده از جیره‌های کم پروتئین مکمل شده با اسید آمینه‌های ضروری تأثیر معنی‌داری بر وزن نسبی سنگدان و قلب نداشت. هم-چنین، رائو^۷ و همکاران (۴۰) گزارش دادند که خصوصیات لاشه جوجه‌های گوشتی تحت تأثیر مکمل ترئونین در جیره کم پروتئین قرار نگرفت. بر خلاف نتایج این تحقیق، ابو-الخیر و همکاران (۳۹) گزارش دادند که مصرف جیره‌های کم پروتئین مکمل شده با اسید آمینه‌های ضروری سبب افزایش وزن نسبی اندام‌های مرتبط با سیستم ایمنی (اندام‌های لنفاوی) شد. کاهش اندازه اندام‌های لنفاوی مشاهده شده در این تحقیق می‌تواند به این علت باشد که کمبود سطح پروتئین خام با افزودن مکمل اسید آمینه به میزان یک کیلوگرم در تن جبران نشد و نیاز است سطح بالاتری از اسید آمینه‌ها به جیره اضافه شود. در این تحقیق، جیره‌های آزمایشی تأثیر معنی-داری بر سطح پروتئین تام، گلوبولین، آلبومین و آسپارات آمینوترانسفراز نداشت. مطابق با این نتایج، ابو-الخیر و همکاران (۳۹) گزارش دادند تغذیه جیره‌های کم پروتئین مکمل شده با اسید آمینه‌های ضروری تأثیر معنی‌داری بر سطح گلوبولین و آلبومین خون جوجه‌های گوشتی نداشت. آنالیز سرم در طیور می‌تواند به عنوان شاخص مناسبی برای بررسی تغییرات در سیستم‌های فیزیولوژیکی آنها محسوب شود.

⁴ Benahmed⁵ Sigolo⁶ Abou-Elkhair⁷ Rao

بیشتر و بهینه سازی نسبت انرژی به پروتئین خام و نسبت های بهینه اسید آمینه های ضروری قابل هضم تمرکز کنند تا از تجمع چربی اضافی جلوگیری شود و ضریب تبدیل خوراک بهینه شود. همچنین به نظر می رسد که برای تنظیم جیره های کاهش یافته از نظر پروتئین خام، نیاز به بازتعریف یا مشخص کردن نسبت اسید آمینه ها به لیزین است (۳۷).

نتیجه گیری کلی

نتیجه کلی اینکه با توجه به کاهش معنی دار ضریب تبدیل غذایی در دوران آغازین و رشد و نیز افزایش عددی شاخص کارایی تولید و کاهش هزینه خوراک به ازای هر کیلو گرم افزایش وزن، استفاده از مکمل اسید آمینه آمینومیکس به صورت افزودنی در جیره جوجه گوشتی توصیه می شود.

آزمایش خون این امکان را فراهم می آورد تا متابولیت ها و سایر اجزای موجود در بدن شناسایی و بررسی شوند. خون مواد مغذی و ترکیبات را به بخش های مختلف بدن منتقل می کند و نقش حیاتی در وضعیت فیزیولوژیکی، تغذیه ای و پاتولوژیکی حیوان دارند. در این تحقیق، تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی داری بر سطح فراسنجه های خونی نظیر تعداد گلبول های سفید خون و نیز درصد هتروفیل، لنفوسیت، مونوسیت، ائوزینوفیل و نسبت هتروفیل به لنفوسیت (بیومارکر تنش)، تعداد گلبول های قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت و پلاکت جوجه های گوشتی در سن ۴۲ روزگی نداشتند. مطابق این نتایج، ساکی و همکاران (۴۱) گزارش دادند که سطح اسید آمینه جیره تأثیر معنی داری بر میزان هماتوکریت و هموگلوبین خون جوجه های گوشتی نداشت، هرچند که سطح بالاتر پروتئین خام جیره سبب افزایش میزان هموگلوبین خون در جوجه های گوشتی شد. تحقیقات آینده باید بر تقسیم دوره پرورش جوجه های گوشتی به فازهای

- 1- 1 FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. The future of food and agriculture: Trends and challenges. Fao. 2017.
- 2- Alexandratos N, Bruinsma J. World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision. ESA Working paper 2012; 12 (3).
- 3- Veldkamp T, Schamp T, Van Harn J, Dekker R, Sosef M, Jansman AJM. Effect of iso-energetic exchange of dietary fat and starch on growth performance and body composition of broilers: Experiment 1 (No. 1061). Wageningen UR Livestock Research. 2017.
- 4- Liu Y, Zhao Y, Ma J, Guo S, Gao X, Wang B., Guo, Y. Optimal glycine allowance levels in low-protein diets and the dynamic requirement model for broilers. Poultry Science. 2024; 103 (12): 104255.
- 5- Alfonso-Avila AR, Cirot O, Lambert W, Létourneau-Montminy MP. Effect of low-protein corn and soybean meal-based diets on nitrogen utilization, litter quality, and water consumption in broiler chicken production: insight from meta-analysis. Animal. 2022; 16(3): 100458.
- 6- Durmuş T, Kurşun K, Açık P, Tufan M, Kutay H, Benli H, Kutlu H. Effect of different litter materials on growth performance, the gait score and footpad dermatitis, carcass parameters, meat quality, and microbial load of litter in broiler chickens. Poultry Science. 2023; 102(7): 102763.
- 7- Van Harn J, Dijkslag MA, Van Krimpen MM. 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. 2019; 98(10):4868-77.
- 8- Ajao A, Olukosi O. Apparent ileal amino acid digestibility, gut morphometrics, and gene expression of peptide and amino acid transporters in broiler chickens fed low-crude-protein diets supplemented with crystalline amino acids with soybean meal, canola meal, or corn DDGS as protein feedstuffs. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2024; 104(7): 4189-4200.
- 9- Wang B, Zhang X, Liu Y, Gao M, Wang M, Wang Y, Guo Y. Assessment of the dietary amino acid profiles and the relative biomarkers for amino acid balance in the low-protein diets for broiler chickens. Journal of Animal Science and Biotechnology. 2024; 15(1), 157.
- 10- Ndazigaruye G, Kim DH, Kang CW, Kang KR, Joo YJ, Lee SR, Lee KW. Effects of low-protein diets and exogenous protease on growth performance, carcass traits, intestinal morphology, cecal volatile fatty acids and serum parameters in broilers. Animals. 2019; 9(5):226.
- 11- Dessimoni GV, Dalólio FS, Moreira J, Teixeira LV, Bertechini AG, Hermes RG. Protease supplementation under amino acid reduction in diets formulated with different nutritional requirements for broilers. Brazilian Journal of Poultry Science. 2019; 21.
- 12- Mohammadigheisar M, Kim IH. Addition of a protease to low crude protein density diets of broiler chickens. Journal of applied animal research. 2018; 46(1):1377-81.
- 13- Rada V, Lichovníková M, Foltyn M. The effect of serine protease on broiler growth and carcass quality. Acta Fytotechnica et Zootechnica. 2014; 17(3):87-9.
- 14- Law FL, Zulkifli I, Soleimani AF, Liang JB, Awad EA. The effects of low-protein diets and protease supplementation on broiler chickens in a hot and humid tropical environment. Asian-Australasian journal of animal sciences. 2018; 31(8):1291.
- 15- De Rauglaudre T, Méda B, Fournel S, Létourneau-Montminy MP. Quantification of the effect of reducing dietary crude protein in broiler chickens on nitrogen flows and litter characteristics by meta-analysis. Animal-Open Space. 2025; 4, 100104.
- 16- Corzo A, McDaniel CD, Kidd MT, Miller ER, Boren BB, Fancher BI. Impact of dietary amino acid concentration on growth, carcass yield, and uniformity of broilers. Australian Journal of Agricultural Research. 2004; 55(11):1133-8.
- 17- Musigwa S, Cozannet P, Asiamah CA, Wu SB. Effects of dietary protein levels, net energy levels, and essential amino acid-to-true protein ratios on broiler performance. Animals. 2024; 14(21), 3065.
- 18- Mavromati E, Sena L, Gjeta Z, Mavromati J. Assessing the economic efficiency in some broiler farms through the European production efficiency factor (EPEF). European Academic Research. 2018; 6(9), 5354-5362.
- 19- Hajati H, Zaghari M, Oliveira HC. Arthrospira (Spirulina) Platensis can be considered as a probiotic alternative to reduce heat stress in laying Japanese quails. Brazilian Journal of Poultry Science. 2020; 22.
- 20- Gök İ, Tolun T. A Study on Body Weight and Carcass Characteristics and Sex in Broilers. Türk Doğa ve Fen Dergisi. 2023; 12(4):129-33.
- 21- SAS Institute. SAS Stat User's Guide. Version 9.2 ed. Cary, NC: SAS Inst. Inc.; 2008.
- 22- Li JY, Liu W, Ma RY, Li Y, Liu Y, Qi RR, Zhan K. Effects of cage size on growth performance, blood biochemistry, and antibody response in layer breeder males during rearing stage. Poultry science. 2019; 98(9): 3571-7.
- 23- Momeni, M. New Topics in Operations

- Research. 6th ed. Tehran, Iran: Moallem Publications (in Farsi). 2014.
- 24- Navidshad B, Sadeghi N, Mokarrami T, Kalantari Hesari A, Mirzaei Aghjehgheshlagh F. Effects of Reduced Dietary Crude Protein and Amino Acids on the Performance, Carcass Characteristics and Intestinal Morphology of Broiler Chickens. *Poultry Science Journal*. 2024;12 (2):259-69.
 - 25- Elahi U, Wang J, Ma YB, Wu SG, Qi GH, Zhang HJ. The response of broiler chickens to dietary soybean meal reduction with glycine and cysteine inclusion at marginal sulfur amino acids (SAA) deficiency. *Animals*. 2020;10 (9):1686.
 - 26- Chrystal PV, Moss AF, Khoddami A, Naranjo VD, Selle PH, Liu SY. Effects of reduced crude protein levels, dietary electrolyte balance, and energy density on the performance of broiler chickens offered maize-based diets with evaluations of starch, protein, and amino acid metabolism. *Poultry Science*. 2020b; 99(3):1421-31.
 - 27- Saleh AA, Amber KA, Soliman MM, Soliman MY, Morsy, WA, Shukry M, Alzawqari MH. Effect of low protein diets with amino acids supplementation on growth performance, carcass traits, blood parameters and muscle amino acids profile in broiler chickens under high ambient temperature. *Agriculture*. 2021; 11(2), 185.
 - 28- Cho I, An SH, Yoon JH, Namgung N, Kong C. Growth performance and nitrogen excretion of broiler chickens fed low protein diets supplemented with crystalline amino acids. *Journal of Animal Science and Technology*. 2024; 66(1), 145.
 - 29- Attia YA, Al-Harhi MA, Shafi ME, Abdulsalam NM, Nagadi SA, Wang J, Kim WK. Amino acids supplementation affects sustainability of productive and meat quality, survivability and nitrogen pollution of broiler chickens during the early life. *Life*. 2022; 12(12):2100.
 - 30- Ospina-Rojas IC, Murakami AE, Duarte CRA, Nascimento GR, Garcia ERM, Sakamoto MI, et al. Leucine and valine supplementation of low-protein diets for broiler chickens from 21 to 42 days of age. *Poultry Science*. 2017; 96(4):914-22.
 - 31- Khaleel AI, Saed ZJM. Effect of Adding L-Arginine to Broiler Diets on Production and Physiological Performance. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science [Internet]. Vol. 1252. IOP Publishing; 2023 Dec. p. 012142.
 - 32- Abdolhosseinzadeh M, Salarmoini M, Afsharmanesh M, Ghanbarpur R, Eskandarzade N. Effects of low-protein diets supplemented with essential amino acids on growth performance, meat quality, and nitrogen retention in growing Japanese quails. *Poult Sci J*. 2021; 9(2):167-178.
 - 33- Belloir P, Méda B, Lambert W, Corrent E, Juin H, Lessire M, Tesseraud S. Reducing the CP content in broiler feeds: impact on animal performance, meat quality and nitrogen utilization. *Animal*. 2017; 11(11): 1881-9.
 - 34- Bregendahl K, Sell JL, Zimmerman DR. Effect of low-protein diets on growth performance and body composition of broiler chicks. *Poultry science*. 2002;81(8):1156.
 - 35- Awad EA, Fadlullah M, Zulkifli I, Farjam AS, Chwen LT. Amino acids fortification of low-protein diet for broilers under tropical climate: ideal essential amino acids profile. *Italian Journal of Animal Science*. 2014; 13(2):3166.
 - 36- Benahmed S, Askri A, de Rauglaudre T, Létourneau-Montminy MP, Alnahhas N. Effect of reduced crude protein diets supplemented with free limiting amino acids on body weight, carcass yield, and breast meat quality in broiler chickens. *Poultry Science*. 2023;102 (11):103041.
 - 37- Brandeys V, Kupcikova L, Tvrdon Z, Hampel D, Lichovnikova M. Broiler chicken production using dietary crude protein reduction strategy and free amino acid supplementation. *Livestock Science*. 2022; 258:104879.
 - 38- Sigolo S, Deldar E, Seidavi A, Bouyeh M, Gallo A, Prandini A. Effects of dietary surpluses of methionine and lysine on growth performance, blood serum parameters, immune responses, and carcass traits of broilers. *Journal of Applied Animal Research*. 2019.
 - 39- Abou-Elkhair R, Ahmed H, Ketkat S, Selim S. Supplementation of a low-protein diet with tryptophan, threonine, and valine and its impact on growth performance, blood biochemical constituents, immune parameters, and carcass traits in broiler chickens. *Veterinary World*. 2020; 13(6):1234.
 - 40- Rao SR, Raju MVLN, Panda AK, Poonam NS, Moorthy OK, Srilatha T, Sunder GS. Performance, carcass variables and immune responses in commercial broiler chicks fed graded concentrations of threonine in diet containing sub-optimal levels of protein. *Anim Feed Sci Technol*. 2011; 169 (3-4): 218-223.
 - 41- Saki AA, Maleckey M, Johari R, Goudarzi SM, Abdolmaleki M. The effects of protein, amino acid, and dietary electrolyte balance on broiler chicken performance and blood parameters under heat stress. *Acta Sci Anim Sci*. 2016; 38(3): 285-292..