Vol 26, No. 3, Autumn 2024

University of Tehran Press

Journal of Animal Production

Online ISSN: 2382-994X

Homepage: https://jap.ut.ac.ir/

Effects of different ratios of dietary valine-to-lysine on blood parameters and growth performance of Arian broilers

Kazem Yussefi Kelarikolaei[1]✉ | Hussein Yussefi Kelarikolaei[2] | Hasan Rouhanipour[3] | Seyyed Abdollah Hosseini[4] | Karim Nobari[5] | Mokhtar Mohajer[6] | Parastoo Poorghafoor Langeroodi[7]

1. Corresponding Author, Animal Science Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran. E-mail: k.yusefi@areeo.ac.ir
2. Babolkenar pure line complex, State Livestock Affir Logestic Company, Ministry of Jihad-e Agriculture, Babol, Iran. E-mail: hyussefi@yahoo.com
3. Department of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Sciences Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: rouhanipour_s99@gau.ac.ir
4. Department of Nutrition and Physiology, Animal Science Research Institute, Karaj, Iran. E-mail: hosseini1355@areeo.ac.ir
5. Animal Science Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran. K.nobari@areeo.ac.ir
6. Animal Science Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran. m.mohajer@areeo.ac.ir
7. Animal Science Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran. p.poorghafoor@areeo.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 15 February 2024
Received in revised form
5 August 2024
Accepted 6 August 2024
Published online 30 September 2024

Keywords:
Arian broilers
Blood parameters
Economic Indicators
Performance
Valine

ABSTRACT

Introduction: In the past, the use of valine (L-Val) in broiler feeds was limited due to its high price and relatively low availability. However, L-Val is becoming more available for the feed industry, resulting in a more viable price, leading to its inclusion in feed formulas. Moreover, to decrease the dietary content of crude protein, the use of L-Val in broiler diets is becoming more attractive. Arian broiler is one of the meat strains that originated in Iran and considering that several decades have passed since the arrival of the Arian line in our country. Therefore, it is necessary to carry out continuous nutritional experiments to more accurately meet the requirement of Arian broiler with regard to optimizing growth, feed conversion ratio (FCR), and carcass efficiency by increasing the density of nutrients such as amino acids (AA). Therefore, the objective of this study was to investigate the effects of different ratios of dietary valine-to lysine on growth performance, blood parameters, immune system, carcass characteristics and economic indicators in Arian broiler chickens.

Materials and Methods: This experiment was conducted for 40 days with three satges: starter (0-14 days old), growth (15-25 days old) and finisher (26-40 days old). In this study, a total of 500 Arian strain day old broiler chicks were used in a completely randomized design with five treatments, five replicates and 20 birds per each. Feed intake and body weight were measured at the end of each rearing periods and FCR was calculated. The experimental groups included: first group: control (-75; 75% ratio of valine to lysine without using synthetic L-Val), second group: +80 (ratio of 80% valine to lysine using synthetic L-Val), third group: +85 (ratio of 85% valine to lysine using synthetic L-Val), fourth group: -80 (ratio of 80% valine to lysine without using synthetic L-Val and fifth group: -85 (ratio of 85% valine to lysine without using synthetic L-Val). At 40 days of age, six birds from each replicate were randomly selected, weighed, and killed).

Results and Disscution: Results showed that diets with ratios of -80 and -85% valine amino acid increased body weight at the age of 0 to 42 days ($P<0.05$). The diets with a ratios of -85% valine amino acid increased feed intake during the total period of experiment ($P<0.05$). The intake of diets with ratios of -80 and -85% valine amino acid improved FCR and decreased abdominal fat ($P<0.05$). The level of albumen and total protein in control treatment were higher than in all experimental groups ($P<0.05$). Significant differences were not observed in relative size of spleen and bursa of fabricius, antibody titer against Newcastle disease and heterophile to lymphocyte ratio between experimental groups.

Conclusion: The results showed that feeding a diet containing -85% valine amino acid was more obvious on performance in the entire rearing periods, and also will improve serum lipid parameters, reduce fat storage in the abdominal area and increase profitability. Finally, the economic calculations of the project showed that it is possible to use the advantage of using synthetic valine amino acid in ration of Arian broilers.

Cite this article: Yussefi Kelarikolaei, K., Yussefi Kelarikolaei, H., Rouhanipour, H., Hosseini, S. A., Nobari, K., Mohajer, M., & Poorghafoor Langeroodi, P. (2024). Effects of different ratios of dietary valine-to-lysine on blood parameters and growth performance of Arian broilers. *Journal of Animal Production*, 26 (3), 317-333.
DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2024.372711.623781

© The Author(s).
Publisher: The University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2024.372711.623781

دوره بیست و ششم، شماره سوم، پاییز ۱۴۰۳

انتشارات دانشگاه تهران

تولیدات دامی

شاپا الکترونیکی: ۲۳۸۲-۹۹۴x

Homepage: https://jap.ut.ac.ir/

تأثیر نسبت‌های مختلف جیره‌ای والین به لیزین بر فراسنجه‌های خونی و عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی آرین

کاظم یوسفی کلاریکلائی[۱]✉ | حسین یوسفی کلاریکلائی[۲] | حسن روحانی پور[۳] | سید عبدالله حسینی[۴] | کریم نوبری[۵] | مختار مهاجر[۶] | پرستو پورغفور لنگرودی[۷]

۱. نویسنده مسئول، بخش علوم دامی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران. رایانامه: k.yusefi@areeo.ac.ir

۲. مجتمع پرورش و اصلاح نژاد مرغ لاین آرین بابلکنار، شرکت پشتیبانی امور دام کشور، وزارت جهاد کشاورزی، بابل، ایران. رایانامه: hyussefi@yahoo.com

۳. گروه علوم دام و طیور، دانشکده مهندسی علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: rouhanipour_s99@gau.ac.ir

۴. مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران. رایانامه: hosseini1355@areeo.ac.ir

۵. بخش علوم دامی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران. رایانامه: K.nobari@areeo.ac.ir

۶. بخش علوم دامی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران. رایانامه: m.mohajer@areeo.ac.ir

۷. بخش علوم دامی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران. p.poorghafoor@areeo.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۲۶

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۵/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۱۶

تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۷/۰۹

کلیدواژه‌ها:

اسیدآمینه والین

جوجه گوشتی آرین

شاخص‌های اقتصادی

عملکرد

فراسنجه‌های خونی

چکیده

تأثیر نسبت‌های مختلف جیره‌ای والین به لیزین بر عملکرد رشد، فراسنجه‌های خونی، سیستم ایمنی، خصوصیات لاشه و شاخص‌های اقتصادی جوجه‌های گوشتی آرین با استفاده از ۵۰۰ قطعه جوجه‌گوشتی یک روزه آرین در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج گروه آزمایشی و پنج تکرار و ۲۰ پرنده در هر تکرار به‌مدت ۴۰ روز بررسی شد. گروه‌های آزمایشی شامل گروه اول: تیمار شاهد (والین منفی ۷۵، حاوی نسبت ۷۵ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین بدون استفاده از اسیدآمینه ال–والین افزودنی)، گروه دوم: والین مثبت ۸۰ (نسبت ۸۰ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین با استفاده از اسیدآمینه ال–والین افزودنی)، گروه سوم: والین مثبت ۸۵ (نسبت ۸۵ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین با استفاده از اسیدآمینه والین افزودنی)، گروه چهارم: والین منفی ۸۰ (نسبت ۸۰ درصد اسیدآمینه ال–والین به اسیدآمینه لیزین بدون استفاده از اسیدآمینه والین افزودنی، گروه پنجم: والین منفی ۸۵ (نسبت ۸۵ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین بدون استفاده از اسیدآمینه ال–والین افزودنی) در جیره می‌باشد. نتایج نشان داد که استفاده از جیره‌های حاوی نسبت اسیدآمینه والین منفی ۸۰ و ۸۵ درصد، سبب کاهش خوراک مصرفی، ضریب تبدیل خوراک، وزن نسبی چربی و قلب در کل دوره شد ($P<0/05$). سطح آلبومن و پروتئین کل در تیمار شاهد بیش‌تر از سایر گروه‌های آزمایشی بود ($P<0/05$). براساس نتایج این مطالعه، تأثیر استفاده از جیره حاوی نسبت اسیدآمینه والین منفی ۸۵ درصد بر عملکرد در کل دوره‌های پرورش بارزتر بود و هم‌چنین سبب بهبود فراسنجه‌های لیپید سرم، کاهش ذخیره چربی در محوطه شکمی و افزایش سودآوری خواهد شد.

استناد: یوسفی کلاریکلائی، کاظم؛ یوسفی کلاریکلائی، حسین؛ روحانی‌پور، حسن؛ حسینی، سید عبدالله؛ نوبری، کریم؛ مهاجر، مختار و پورغفور لنگرودی، پرستو (۱۴۰۳). تأثیر نسبت‌های مختلف جیره‌ای والین به لیزین بر فراسنجه‌های خونی و عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی آرین. *نشریه تولیدات دامی*، ۲۶ (۳)، ۳۱۷-۳۳۳. DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2024.372711.623781

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

۱. مقدمه

به‌منظور تأمین دقیق اسیدهای آمینه موردنیاز پرنده، جیره نویسی براساس پروتئین ایده‌آل پیشنهاد شده است که طی آن اسیدآمینه لیزین به‌عنوانبه‌عنوان مرجع و اساس ارزیابی اسیدهای آمینه جیره برای ایجاد تعادل شناخته شده است (Alagawany *et al*., 2021; Boisen *et al*., 2000). اسیدهای آمینه در تغذیه طیور نه‌تنها در تولید پروتئین بلکه نقش‌های متابولیکی مهمی مانند بهبود عملکرد سیستم ایمنی و دستگاه گوارش دارند. استفاده از معیارهای دقیق‌تر مانند اسیدآمینه ایده‌آل و یا اسیدآمینه قابل‌هضم باعث کاهش هزینه‌های تغذیه‌ای و اطمینان از تأمین دقیق‌تر مواد مغذی موردنیاز برای طیور خواهد بود. از طرفی محدودیت‌های زیست‌محیطی نیز سبب شده است تا در تنظیم پروتئین و اسیدهای آمینه جیره طیور، به دفع کم‌تر نیتروژن دفعی توجه شود. کاهش سطح پروتئین جیره سبب کاهش دفع ازت می‌شود و در نتیجه سبب بهبود شرایط بستر و کیفیت هوای سالن به‌منظور کاهش تجمع گاز آمونیاک و کاهش بیماری آسیت می‌گردد (Such *et al*., 2021). حفظ نسبت اسیدهای آمینه ضروری قابل‌هضم به اسیدآمینه لیزین قابل‌هضم موردنیاز، امکان کاهش پروتئین خام جیره‌های غذایی را بدون اثرات نامطلوب بر عملکرد فراهم می‌نماید. در جیره‌های بر پایه ذرت–کنجاله سویا به‌ویژه هنگام کاهش سطح پروتئین جیره علاوه بر سه اسیدآمینه محدودکننده در جیره جوجه‌های گوشتی (به‌ترتیب اسیدهای آمینه متیونین، لیزین و ترئونین)، اسیدآمینه والین نیز به‌عنوانبه‌عنوان چهارمین اسیدآمینه محدودکننده مطرح می‌باشد (Abou-Elkhair *et al*., 2020). جیره‌نویسی براساس مفهوم پروتئین ایده‌آل، موضوع مهمی به‌نظر می‌رسد، زیرا در این روش تمامی نیازهای اسیدآمینه‌ای طیور نسبت به اسیدآمینه ایده‌آل لیزین تنظیم می‌شود و هم‌چنین تأمین دقیق‌تر و مطمئن‌تر اسیدهای آمینه جیره‌های غذایی را فراهم می‌کند. حفظ نسبت اسیدهای آمینه ضروری قابل‌هضم مذکور به میزان اسیدآمینه لیزین قابل‌هضم موردنیاز و نیز در نظر داشتن نسبت مجموع اسیدآمینه گلایسین و اسیدآمینه سرین قابل‌هضم به اسیدآمینه لیزین قابل‌هضم امکان کاهش پروتئین خام جیره را بدون اثرات نامطلوب برعملکرد فراهم می‌نماید (Boisen *et al*., 2000).

اسیدهای آمینه شاخه‌دار (لوسین، ایزولوسین و والین) جزء اسیدهای آمینه‌ای هستند که چندین نقش متابولیسمی اساسی در تغذیه طیور به‌ویژه پرندگان با رشد سریع را دارند. از این‌رو، ایجاد تعادل مناسبی از اسیدهای آمینه شاخه‌دار در جیره غذایی طیور سبب بهبود مسیر تولید انرژی و متابولیسم پروتئین می‌گردد (صفی‌یاری و همکاران، ۱۳۹۶). کمبود این اسیدهای آمینه شاخه‌دار در جیره جوجه‌های گوشتی باعث کاهش تیتر آنتی‌بادی سرم خون علیه ویروس آنفلوانزا و نیوکاسل نیز می‌شود. با توجه به این‌که در ساختمان ایمینوگلوبولین‌ها مقادیر بالایی از اسیدآمینه والین و اسیدآمینه ترئونین به‌کار رفته است، لذا کمبود هر یک از این اسیدهای آمینه پاسخ‌های ایمنی در جوجه‌های گوشتی را کاهش می‌دهد (Abou-Elkhair *et al*., 2020). در جیره‌های حاوی نسبت بالای اسیدآمینه لوسین به اسیدآمینه ایزولوسین و اسیدآمینه والین، به علت ایجاد اثرات آنتاگونیستی بین این سه اسید آمینه، عملکرد سیستم ایمنی کاهش می‌یابد. مقدار بیش از حد اسیدآمینه لوسین در جیره از جذب اسیدهای آمینه والین و ایزولوسین ممانعت می‌کند (Kwon *et al*., 2020).

جوجه گوشتی آرین، یکی از نژادهای گوشتی است که اصالت آن به کشور ایران برمی‌گردد و در مقایسه با سایر نژادها، شاخص‌های مختلف پایین‌بودن نسبی هزینه‌های تولید، بالا بودن بازده خوراک، هم‌چنین برتری گوشت سفید بر گوشت قرمز، کوتاه‌بودن طول دوره پرورش و در نهایت سرعت رشد بالا را به‌عنوانبه‌عنوان عوامل عمده و اساسی می‌توان بیان کرد تا شرایط تولید این یک نوع محصول، بدون رقیب و یکه‌تاز در عرصه تولید پروتئین حیوانی برای صنعت پرورش جوجه گوشتی کشور فراهم شود (اسدی و همکاران، ۱۳۹۲). مطالعات محدودی در مورد نسبت اسیدآمینه والین قابل‌هضم به اسیدآمینه لیزین قابل‌هضم در مرحله آغازین دوره پرورش جوجه‌های گوشتی انجام گرفته است و از ۷۳ تا ۸۲ درصد این نسبت گزارش شده است (Agostini *et al*., 2019; Allameh & Toghyani, 2019). طی برنامه‌های

اصلاح‌نژادی، ساختار ژنتیکی جوجه‌های گوشتی آرین نیز دچار تغییراتی شده است که این خود می‌تواند عامل مؤثری برای تغییر نیازهای تغذیه‌ای آن‌ها باشد. انجام برنامه‌های مناسب اصلاح‌نژادی در چند دهه اخیر، موجب تداوم در افزایش تولیدات طیور شده و بنابراین لازم است که پیوسته اطلاعات مربوط به پاسخ حیوانات نسبت به مصرف اسیدهای آمینه بهینه و به‌روز گردد (Neeteson *et al*., 2023).

با توجه به این‌که تحقیقات اندکی در ارتباط با اثر سطوح اسیدهای آمینه و نسبت‌های مختلف اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین در کل دوره پرورش جوجه‌های گوشتی آرین وجود دارد و هم‌چنین روش‌های به‌کاررفته برای تنظیم جیره‌ها در آزمایش‌ها متفاوت است، به این منظور این آزمایش اولین پژوهش در ارتباط با اسیدآمینه والین موردنیاز و نسبت ایده‌آل اسیدآمینه والین با سطوح مختلف اسیدآمینه لیزین جیره بر عملکرد، فراسنجه‌های خونی، سیستم ایمنی، خصوصیات لاشه و شاخص‌های اقتصادی جوجه‌های گوشتی آرین می‌باشد. لذا، جهت اعتبارسنجی درصد اسیدآمینه والین در جدول نیازهای غذایی جوجه گوشتی آرین با استفاده از جیره‌های کاربردی این آزمایش اجرا شد.

۲. پیشینه پژوهش

استفاده از اسیدهای آمینه سنتزی متیونین، لیزین و ترئونین به‌ترتیب در دهه‌های ۱۹۵۰، ۱۹۷۰ و ۱۹۹۰ کاربردی شد. پژوهش‌های وسیع‌تر در زمینه استفاده از اسیدهای آمینه و به‌ویژه برای اسیدهای آمینه شاخه‌دار از دهه ۲۰۰۰ شروع شد (Kidd *et al*., 2013). نیاز به اسیدهای آمینه در سویه‌ها و یا آمیخته‌های مختلف، متفاوت و روبه افزایش است. افزایش سطح اسیدهای آمینه در سنین اولیه پرورش باعث افزایش سرعت رشد جوجه‌ها در سنین بعدی می‌شود. در صورت افزایش اسیدهای آمینه در سنین پایانی علاوه بر سرعت رشد بازده عضله سینه نیز افزایش می‌یابد (Veiera *et al*., 2012).

در آزمایشی نسبت‌های مختلف اسیدآمینه والین قابل‌هضم به اسیدآمینه لیزین قابل‌هضم را در دو مرحله آغازین (هشت تا ۲۱ روزگی) و رشد (۲۲ تا ۴۳ روزگی) بر عملکرد جوجه‌های نر گوشتی سویه کاب ۵۰۰ موردبررسی قرار گرفت و گزارش شد که این نسبت‌ها در دامنه ۷۱ تا ۸۶ درصد تفاوتی در عملکرد گروه‌های آزمایشی ایجاد نکرد (Tavernari *et al*., 2013). گزارش شده است که نسبت بهینه ۷۷ درصد اسیدآمینه والین قابل‌هضم به اسیدآمینه لیزین قابل‌هضم برای وزن بدن و چربی محوصه شکمی و نسبت ۷۶ درصد برای ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های نر گوشتی سویه کاب ۵۰۰ مناسب است (Berresa *et al*., 2011). در مطالعه‌ای نسبت مطلوب اسیدهای آمینه لوسین، ایزولوسین و والین به لیزین در مراحل آغازین ۹۴، ۵۵، ۶۵ و در مرحله رشد را به‌ترتیب ۱۰۶، ۵۶، ۷۲ گزارش شده است (Pastor *et al*., 2013). گزارش شده است که افزایش سطح اسیدآمینه والین جیره تا نسبت ۸۵ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین در دوره آغازین میزان تیتر آنتی‌بادی علیه ویروس نیوکاسل و درصد کلسیم استخوان را افزایش داد، اما تغییری در وزن بدن، مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک مشاهده نشد (Lisnahan *et al*., 2023).

در مطالعه به‌منظور بررسی تأثیر کاهش پروتئین خام در جیره‌های حاوی اسیدآمینه والین قابل‌هضم بر عملکرد جوجه‌های گوشتی مشخص شد که کاهش دو درصدی پروتئین خام جیره سبب کاهش قطر فیبرهای ماهیچه گردید و این در حالی است که وزن بدن، چربی محوطه شکمی و درصد لاشه تحت تأثیر قرار نگرفتند (Nascimento *et al*., 2016). در آزمایشی ارزش اقتصادی افزودن اسیدآمینه والین سنتتیک به جیره جوجه‌های نر گوشتی سویه راس بعد از ۲۸ روزگی موردبررسی قرار گرفت و گزارش شده است که امکان کاهش ۲/۶ درصد پروتئین خام جیره (۲۰/۱ به ۱۷/۵ درصد) با استفاده از والین سنتتیک بدون کاهش عملکرد وجود دارد (Corzo *et al*., 2011). این پژوهش‌گران بیان داشتند که در صورت تصمیم برای افزایش سطح اسیدآمینه والین سنتتیک (افزودنی) در جیره باید اسیدهای آمینه تریپتوفان، آرژنین و به‌ویژه ایزولوسین را در حد کافی تأمین

گردد (Corzo *et al*., 2011). در پژوهشی مشابه نیز گزارش شده است که به شرط تأمین اسیدهای آمینه ضروری و تأمین اسیدهای آمینه غیرضروری گلایسین و سرین می‌توان سطح پروتئین جیره را تا سه درصد کاهش داد (Ospina-Rojas *et al*., 2012). در مطالعه‌ای علت نتایج متنوع در خصوص احتیاجات و یا پاسخ جوجه‌های گوشتی به سطح اسیدهای آمینه جیره را به اثر سویه، جنس، روش آزمایش و نحوه آنالیز داده‌ها نسبت داده شده است (Kidd *et al*., 2016).

۳. روش‌شناسی پژوهش

این مطالعه در مزرعه تحقیقاتی مجتمع مرغ لاین سویه آرین واقع در ۲۰ کیلومتری جنوب شهر بابل در استان مازندران در سال ۱۳۹۶ انجام شد. در این طرح، پنج نوع جیره براساس استفاده یا عدم استفاده از اسیدآمینه والین به شرط تأمین حداقل نسبت اسیدهای آمینه ضروری به اسیدآمینه لیزین در نظر گرفته شده‌اند. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- تیمار شاهد (والین منفی ۷۵، حاوی نسبت ۷۵ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین بدون استفاده از اسیدآمینه ال-والین افزودنی)، ۲- والین مثبت ۸۰ (نسبت ۸۰ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین با استفاده از اسیدآمینه ال-والین افزودنی)، ۳- والین مثبت ۸۵ (نسبت ۸۵ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین با استفاده از اسیدآمینه ال-والین افزودنی)، ۴- والین منفی ۸۰ (نسبت ۸۰ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین بدون استفاده از اسیدآمینه ال-والین افزودنی، ۵- والین منفی ۸۵ (نسبت ۸۵ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین بدون استفاده از اسیدآمینه ال-والین افزودنی) در جیره بودند. در نسبت‌های ۸۰ و ۸۵ درصد برای کاهش سطح پروتئین جیره (با حفظ حداقل نسبت اسیدهای آمینه به اسیدآمینه لیزین قابل هضم) از اسیدآمینه والین افزودنی استفاده شد. تعداد ۵۰۰ قطعه جوجه یک‌روزه با میانگین وزن تقریبی ۴۶/۷۰ گرم در آزمایشی در قالب طرح کاملا تصادفی به طور مساوی در ۲۵ واحد آزمایشی به‌مدت ۴۰ روز توزیع گردیدند. در هر پن (به ابعاد ۲×۱ متر) چهار عدد نیپل و یک دانخوری آویز قرار داده شد. در مدت آزمایش جوجه‌ها به آب و دان دسترسی آزادانه داشتند. تمامی برنامه‌های بهداشتی، مدیریتی و شرایط دمایی براساس اصول و مقررات مزرعه تحقیقاتی مجتمع مرغ لاین سویه آرین انجام گرفت. درجه حرارت سالن در هفته اول ۳۶-۳۴ درجه سانتی‌گراد و هر هفته دو درجه سانتی‌گراد کاهش داده شد و در محدوده ۲۴-۲۲ درجه سانتی‌گراد با دمای آب حدود ۲۴-۲۰ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۷۰-۶۰ درصد تا پایان دوره آزمایش ثابت نگه‌داشته شدند. در هفته اول پرورش، جوجه‌ها تحت رژیم نوردهی ۲۴ ساعت روشنایی قرار گرفتند و در هفته دوم، به‌تدریج روزانه یک ساعت تاریکی در برنامه نوری آن‌ها اعمال گردید و از هفته سوم تا پایان دوره پرورش ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی ثابت نگه‌داشته شد. شدت نور در سطح چشم پرندگان با استفاده از دستگاه نورسنج مجهز به گیرنده‌نوری از سن یک تا هفت روزگی از حداقل ۳۰ لوکس (سه فوت کندل) و بعد از هفته سوم به پنج تا هفت لوکس (۰/۵ تا ۰/۷ فوت‌کندل) تنظیم گردید. برنامه واکسیناسیون براساس توصیه دامپزشک و آلوده‌بودن منطقه پرورش به‌منظور پیشگیری از بیماری‌ها برای جوجه‌ها اعمال شد. جیره‌ها بر پایه ذرت و سویا به‌کمک نرم‌افزار UFFDA و در سه مرحله آغازین (صفر تا ۱۴ روزگی)، رشد (۱۵ تا ۲۵ روزگی) و پایانی (۲۶ تا ۴۰ روزگی) تنظیم شد (جدول ۱). ترکیب شیمیایی مواد خوراکی براساس NRC (۱۹۹۴) در نظر گرفته شد. فرم جیره‌ها تا پایان دوره به‌صورت آماده (آردی) در اختیار پرندگان قرار گرفت. قبل از تنظیم جیره‌ها، اسیدهای آمینه اجزای تشکیل‌دهنده آن‌ها به روش بازتاب امواج مادون قرمز از نزدیک (NIR) مشخص شد (Fontaine, 2001; Fontaine, 2002).

به‌منظور پیشگیری از بیماری‌ها، با توجه به شرایط منطقه، برنامه واکسیناسیون برای جوجه‌ها اعمال گردید. به این ترتیب که در سن هفت‌روزگی واکسن دوگانه برونشیت-نیوکاسل، ۱۵ روزگی واکسن گامبورو، ۲۱ روزگی واکسن نیوکاسل (لاسوتا) و در سن ۲۸ روزگی یادآوری گامبورو به‌صورت آشامیدنی استفاده گردید. وزن‌کشی در روز نخست و

روزهای شش، ۱۴، ۲۵، ۳۳ و ۴۰ انجام و خوراک مصرفی نیز در این سنین اندازه‌گیری شد. مصرف خوراک در هر واحد آزمایشی به‌صورت دوره‌ای اندازه‌گیری شد. مصرف خوراک واحدهای آزمایشی از کسر خوراک مصرف‌شده در انتهای دوره از خوراک اختصاص داده‌شده در شروع دوره، بر مبنای روز جوجه محاسبه شد. در طول دوره آزمایش تعداد تلفات (از صفر تا ۴۰ روزگی) و وزن آن‌ها ثبت گردید و در تصحیح ضریب تبدیل خوراک منظور شد. در پایان دوره آزمایشی (۴۰ روزگی)، از هر تکرار دو پرنده (جنس نر و ماده) با وزن نزدیک به میانگین انتخاب و از آن‌ها به مقدار پنج میلی‌لیتر خون با سرنگ از طرق ورید بال اخذ گردید. جهت اندازه‌گیری پارامترهای بیوشیمیایی سرم (اسیداوریک، آلبومین، پروتئین کل، تری‌گلیسرید) مقدار ۲/۵ میلی‌لیتر خون به لوله خون‌های معمولی (غیرهپارینه) منتقل شد. نمونه‌های خون به‌مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند و در ادامه سرم به داخل ویال‌های پلاستیکی دو میلی‌متری ریخته شد و تا زمان انجام آزمایش در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

جهت اندازه‌گیری صفات خون‌شناسی (گلبول‌های سفید خون، درصد هتروفیل، لنفوسیت، نسبت هتروفیل/لنفوسیت، تیتر آنتی‌بادی علیه نیوکاسل) بخش ۲/۵ میلی‌لیتر دیگر از خون به لوله‌های وکیوم خون‌گیری هپارینه منتقل و پس از این‌که خوب مخلوط شد تا زمان انجام آزمایش در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. در آزمایشگاه به‌منظور بررسی شمارش گلبول‌های سفید خون، لوله‌های ونوجکت حاوی EDTA (ضد انعقاد) را جهت تهیه لام گسترش شعله شمعی و رنگ آمیزی رایت گیمسا با عدسی شیئی با بزرگ‌نمایی ۱۰۰ میکروسکوپ نوری و براساس معیارهای مورفولوژیک، سلول‌های هتروفیل و لنفوسیت شمارش شد و نسبت هتروفیل به لنفوسیت به‌ازای هر ۱۰۰ لوکوسیت در هر اسلاید به‌عنوانبه‌عنوان شاخصی از عملکرد سیستم ایمنی محاسبه گردید (Krams *et al.*, 2012). در پایان دوره آزمایشی (۴۰ روزگی)، شش قطعه جوجه از هر تکرار با نسبت مساوی نر و ماده انتخاب و بلافاصله پس از کشتار، دستگاه گوارش خارج و قسمت‌های مختلف لاشه شامل سینه، ران، چربی حفره بطنی، طحال و بورس به‌صورت درصدی از وزن زنده بدن مشخص شد. وزن اندام‌های ایمنی شامل طحال و بورس فابریسیوس با ترازوی دیجیتال آزمایشگاهی متلر (Mettler Toledo مدل ME303) ساخت کشور سوئیس با دقت ۰/۰۰۰۱± اندازه‌گیری شد. پارامترهای بیوشیمیایی سرم به‌کمک کیت‌های آنزیمی شرکت زیست‌شیمی و استفاده از دستگاه اتوانالایزر (هیتاچی ۹۰۲، ژاپن) اندازه‌گیری شدند. اندازه‌گیری تیتر آنتی‌بادی‌ها علیه آنتی‌ژن ویروس بیماری نیوکاسل به روش آزمون ممانعت از هماگلوتیناسیون (HI) انجام شد.

پروتئین تام به روش بیورت (Modified Biuretmethod)، آلبومین هر نمونه سرم به روش برم کرزول گرین (Bromocresol Green)، نیتروژن اوره‌ای به روش برتلوت (Bethelot) و اسید اوریک با روش پاپ (PAP) اندازه‌گیری شد و اصول تمام اندازه‌گیری‌های براساس روش رنگ‌سنجی و با کیت پارس آزمون مربوطه صورت گرفته است (صالحی‌فر و همکاران، ۱۳۹۴). درآمد (تومان)، شاخص تولید، سود تغذیه‌ای (شاخص سودآوری) و قیمت تمام‌شده خوراک به‌ازای هر کیلوگرم وزن زنده پرنده نیز محاسبه شد. شاخص تولید به‌صورت درصد زنده‌مانی در میانگین وزن زنده به کیلوگرم بر طول دوره به روز در ضریب تبدیل خوراک مربوط به همان دوره ضرب خواهد شد و از حاصل جمع آن‌ها در عدد ۱۰۰، شاخص تولید محاسبه شد. سود تغذیه‌ای یا شاخص سودآوری از طریق حاصل‌ضرب وزن بدن پرندگان به کیلوگرم در قیمت هر کیلوگرم وزن بدن به تومان منهای کل خوراک مصرف‌شده مربوط به همان دوره به کیلوگرم در قیمت هر کیلوگرم خوراک به تومان محاسبه گردید (خادم‌ناسی و طاهری، ۱۴۰۰). لازم به ذکر است که قیمت اقلام خوراکی بر حسب قیمت تمام‌شده آن‌ها در زمان انجام آزمایش موردمحاسبه قرار گرفته است. برای محاسبه هزینه خوراک به‌ازای هر قطعه پرنده، میانگین مقدار مصرف خوراک هر واحد آزمایشی در هر دوره آزمایشی، در هزینه هر کیلوگرم خوراک مربوط به‌همان دوره ضرب شد و از حاصل جمع آن‌ها، هزینه خوراک مصرفی هر قطعه جوجه در کل دوره آزمایش محاسبه گردید (مرادی و همکاران، ۱۳۹۱).

قبل از آنالیز واریانس، از آزمون Shapiro-Wilk و Levene به‌ترتیب برای نرمال‌بودن باقیمانده‌ها و همگنی واریانس‌ها استفاده شد. داده‌های حاصل با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار آماری SAS (نسخه۹/۴) برای مدل (۱) تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح معنی‌داری پنج درصد مقایسه شدند.

رابطه ۱) $Y_{ij} = \mu + A_i + e_{ij}$

که در این رابطه، Y_{ij}، برابر مقدار هر مشاهده؛ μ، میانگین مشاهدات؛ A_i، اثر تیمار و e_{ij}، خطای آزمایشی است.

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیبات شیمیایی جیره‌های آزمایشی در دوره‌های آغازین، رشد و پایانی[۱]

اقلام خوراکی (کیلوگرم)	آغازین (صفر تا ۱٤ روزگی)					رشد (۱۵ تا ۲۵ روزگی)					پایانی (۲٦ تا ٤۰ روزگی)				
	۱	۲	۳	٤	۵	۱	۲	۳	٤	۵	۱	۲	۳	٤	۵
دانه ذرت (۷/۲۰ درصد پروتئین)	۶۰۰	۶۰۰	۵۹۹	۵۶۵	۵۲۵	۶۵۸	۶۵۷	۶۵۶	۶۱۹	۵۸۱	۶۹۵	۶۹۴	۶۹۴	۶۶۱	۶۲۸
کنجاله سویا (۴۴/۵۴ درصد پروتئین)	۳۴۴	۳۴۴	۳۴۴	۳۸۲	۴۲۰	۲۹۰	۲۹۰	۲۹۰	۳۲۵	۳۵۹	۲۵۰	۲۵۰	۲۵۰	۲۸۰	۳۱۰
روغن سویا	–	–	–	۵	۱۰	۵	۵	۵	۱۱	۱۷	۱۰	۱۰	۱۰	۱۶	۲۱
سبوس گندم (۱۶/۳۷ درصد پروتئین)	۶	۶	۶	–	–	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
دی-ال-متیونین	۳/۳۵	۳/۳۵	۳/۳۵	۳/۱۰	۲/۸۰	۲/۷۶	۲/۷۶	۲/۷۶	۲/۵۱	۲/۳۰	۲/۵۰	۲/۵۰	۲/۵۰	۲/۲۷	۲/۱
ال-لیزین هیدروکلراید	۲/۵۵	۲/۵۵	۲/۵۵	۱/۴۵	۰/۳۰	۲/۳۵	۲/۳۵	۲/۳۵	۱/۳۱	۰/۳۲	۲/۲۵	۲/۲۵	۲/۲۵	۱/۳۳	۰/۵
ال-ترئونین	۱/۰۵	۱/۰۵	۱/۰۵	۰/۶۰	۰/۱۰	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۵۰	۰/۱۱	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۵۶	۰/۲
ال-والین	–	۰/۶۰	۱/۲۰	–	–	–	۰/۵۳	۱/۰۶	–	–	–	۰/۵۰	۰/۹۵	–	–
دی کلسیم فسفات	۱۹/۳	۱۹/۳	۱۹/۳	۱۹/۰	۱۸/۵	۱۹/۰	۱۹/۰	۱۹/۰	۱۸/۶	۱۸/۱	۱۷/۷	۱۷/۷	۱۷/۷	۱۷/۴	۱۷/۰
صدف	۱۱/۶	۱۱/۶	۱۱/۶	۱۱/۶	۱۱/۶	۱۰/۴	۱۰/۴	۱۰/۴	۱۰/۴	۱۰/۵	۱۰/۰	۱۰/۰	۱۰/۰	۱۰/۰	۱۰/۰
نمک	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵
جوش شیرین	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
مکمل معدنی و ویتامینی[۲]	۶/۲۵	۵/۶۵	۶/۰۵	۶/۳۵	۵/۸۰	۵/۵۹	۶/۰۶	۶/۵۳	۵/۶۸	۵/۶۷	۵/۹۲	۶/۴۲	۵/۹۷	۵/۷۴	۵/۵۰
کولین کلراید ۶۰ درصد	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷
انرژی قابل سوخت‌وساز (کیلوکالری بر کیلوگرم)	۲۸۵۰	۲۸۵۰	۲۸۵۰	۲۸۵۰	۲۸۵۰	۲۹۵۰	۲۹۵۰	۲۹۵۰	۲۹۵۰	۲۹۵۰	۳۰۲۵	۳۰۲۵	۳۰۲۵	۳۰۲۵	۳۰۲۵
پروتئین خام (درصد)	۲۱/۶	۲۱/۶	۲۱/۶	۲۲/۸	۲۴/۱	۱۹/۱	۱۹/۱	۱۹/۲	۲۰/۳	۲۱/۴	۱۷/۶	۱۷/۶	۱۷/۶	۱۸/۶	۱۹/۵
کلسیم (درصد)	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۳	۱/۰۳	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۹۱
فسفر قابل دسترس (درصد)	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵
لیزین قابل هضم (درصد)	۱/۱۸	۱/۱۸	۱/۱۸	۱/۱۸	۱/۱۸	۱/۰۴	۱/۰۴	۱/۰۴	۱/۰۴	۱/۰۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴
متیونین+ سیستئین قابل هضم (درصد)	۰/۸۹	۰/۸۹	۰/۸۹	۰/۸۹	۰/۸۹	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۹	۰/۷۳	۰/۷۳	۰/۷۳	۰/۷۳	۰/۷۳
ترئونین قابل هضم (درصد)	۰/۷۷	۰/۷۷	۰/۷۷	۰/۷۷	۰/۷۷	۰/۶۸	۰/۶۸	۰/۶۸	۰/۶۸	۰/۶۸	۰/۶۳	۰/۶۳	۰/۶۳	۰/۶۳	۰/۶۳
تریپتوفان قابل هضم (درصد)	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵
آرژنین قابل هضم (درصد)	۱/۲۷	۱/۲۷	۱/۲۷	۱/۳۷	۱/۴۷	۱/۱۱	۱/۱۱	۱/۱۱	۱/۲۱	۱/۳۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۸	۱/۱۶
والین قابل هضم (درصد)	۰/۸۹	۰/۹۵	۱/۰۱	۰/۹۵	۱/۰۱	۰/۷۹	۰/۸۴	۰/۸۹	۰/۸۴	۰/۹۰	۰/۷۳	۰/۷۸	۰/۸۲	۰/۷۸	۰/۸۲
ایزولوسین قابل هضم (درصد)	۰/۸۱	۰/۸۱	۰/۸۱	۰/۸۸	۰/۹۳	۰/۷۲	۰/۷۲	۰/۷۲	۰/۷۷	۰/۸۳	۰/۶۵	۰/۶۵	۰/۶۵	۰/۷۰	۰/۷۵
سدیم (درصد)	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶
کلر (درصد)	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۱	۰/۱۸	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۱	۰/۱۹	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۱	۰/۱۹
پتاسیم (درصد)	۰/۸۸	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۹۳	۱/۰۰	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۸۴	۰/۸۹	۰/۷۱	۰/۷۱	۰/۷۱	۰/۷۶	۰/۸۱
نسبت اسیدهای آمینه به اسیدآمینه لیزین قابل‌هضم															
نسبت والین به لیزین (درصد)	۷۵-	۸۰+	۸۵+	۸۰-	۸۵-	۷۵-	۸۰+	۸۵+	۸۰-	۸۵-	۷۵-	۸۰+	۸۵+	۸۰-	۸۵-
نسبت متیونین+سیستئین به لیزین (درصد)			۷۴					۷۶					۷۸		
نسبت ترئونین به لیزین (درصد)			۶۵					۶۶					۶۷		
نسبت تریپتوفان به لیزین (درصد)			۱۶					۱۶					۱۶		
نسبت آرژنین به لیزین (درصد)			۱۰۳					۱۰۴					۱۰۵		
نسبت ایزولوسین به لیزین (درصد)			۶۷					۶۸					۶۹		

۱. گروه‌های آزمایشی شامل ۱- تیمار شاهد (والین منفی ۷۵، حاوی نسبت ۷۵ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین بدون استفاده از اسیدآمینه والین افزودنی)، ۲- والین مثبت ۸۰ (نسبت ۸۰ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین با استفاده از اسیدآمینه والین افزودنی)، ۳- والین مثبت ۸۵ (نسبت ۸۵ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین با استفاده از اسیدآمینه والین افزودنی)، ۴- والین منفی ۸۰ (نسبت ۸۰ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین بدون استفاده از اسیدآمینه والین افزودنی، ۵- والین منفی ۸۵ (نسبت ۸۵ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین بدون استفاده از اسیدآمینه والین افزودنی) در جیره بودند. علامت + و – القا کننده دارا بودن و نبودن مقدار افزودنی اسیدآمینه والین می‌باشد.

۲. مکمل ویتامینه از نظر محتویات ویتامینی عرضه نموده برای هر کیلوگرم جیره شامل تیامین‌منوهیدرات ۳ میلی گرم، نیکوتینیک اسید ۵۴ میلی‌گرم، ریبوفلاوین ۷/۲۰ میلی‌گرم، دی‌کلسیم-پنتوتنات ۱۸ میلی‌گرم، کوبال آمین ۰/۰۳ میلی‌گرم، پری‌دوکسین هیدروکلراید ۳/۶۰ میلی‌گرم، بیوتین ۰/۱۵ میلی‌گرم، فولیک اسید ۱/۸۰ میلی‌گرم، کولین‌کلراید ۱۰۰۸ میلی‌گرم، کوله‌کلسیفرول ۴۸۰۰ واحد بین‌المللی، ترانس رتینول استات ۱۲۰۰۰ واحد بین‌المللی، توکوفرول‌استات ۶۶ واحد بین‌المللی، اتوکسی‌کوئین ۱/۵۰ میلی‌گرم، مکمل معدنی از نظر محتویات معدنی عرضه نموده برای هر کیلوگرم جیره شامل منگنزاکساید ۱۴۴ میلی‌گرم، فروس‌سولفات ۴۸ میلی‌گرم، اکسیدروی ۱۲۰ میلی گرم، سولفات‌مس ۱۹/۲۰ میلی‌گرم، یدات‌کلسیم ۱/۵۰ میلی‌گرم، سلنات‌سدیم ۰/۳۶ میلی‌گرم.

۴. یافته های پژوهش

۴. ۱. عملکرد

اثر نسبت اسیدآمینه والین قابل‌هضم به اسیدآمینه لیزین قابل‌هضم در جیره بر صفات عملکردی جوجه‌های گوشتی در مراحل مختلف پرورش (آغازین، رشد و پایانی) در جدول (۲) آورده شده است. اثر نسبت اسیدآمینه والین قابل‌هضم به اسیدآمینه لیزین قابل‌هضم بر افزایش وزن روزانه در دوره آغازین معنی‌دار بود (P<۰/۰۵)، اما اثری بر افزایش وزن روزانه در دوره‌های رشد، پایانی و کل دوره بین گروه‌های آزمایشی نداشت. افزایش وزن روزانه پرندگانی که در دوره آغازین با جیره حاوی اسیدآمینه والین مثبت ۸۵ درصد تغذیه شده بودند نسبت به پرندگان تغذیه‌شده با جیره حاوی اسیدآمینه والین منفی ۸۵ درصد، افزایش یافت (P<۰/۰۵). در دوره آغازین خوراک مصرفی پرندگانی که از جیره‌های حاوی اسیدآمینه والین مثبت ۸۰ و ۸۵ درصد تغذیه کرده بودند نسبت به پرندگان دریافت‌کننده جیره اسیدآمینه والین منفی ۸۵ درصد، افزایش یافت (P<۰/۰۵). در دوره رشد مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک پرندگانی که از جیره حاوی اسیدآمینه والین منفی ۸۵ درصد، دریافت کرده بودند نسبت به پرندگانی که با جیره‌های حاوی اسیدآمینه والین مثبت ۸۰ و ۸۵ درصد تغذیه شده بودند، کاهش یافتند (P<۰/۰۵). پرندگانی که جیره حاوی اسیدآمینه والین مثبت ۸۵ درصد، دریافت کردند در دوره پایانی میزان مصرف خوراک روزانه آن‌ها نسبت به پرندگانی که با جیره‌های حاوی اسیدآمینه والین مثبت ۸۰ و منفی ۸۵ درصد تغذیه شده بودند، افزایش یافت (P<۰/۰۵). خوراک مصرفی در کل دوره برای پرندگانی که جیره حاوی اسیدآمینه والین مثبت ۸۵ درصد، دریافت کرده بودند نسبت به پرندگانی که با جیره‌های حاوی اسیدآمینه والین منفی ۷۵ و ۸۵ درصد تغذیه شده بودند، افزایش یافت (P<۰/۰۵). پرندگانی که جیره حاوی اسیدآمینه والین منفی ۸۵ درصد، دریافت کرده بودند در کل دوره ضریب تبدیل خوراک آن‌ها نسبت به پرندگانی که با جیره‌های حاوی اسیدآمینه والین مثبت ۸۰ و ۸۵ درصد تغذیه شده بودند، کاهش یافت (P<۰/۰۵).

جدول ۲. اثر نسبت اسیدآمینه والین قابل‌هضم به اسیدآمینه لیزین قابل‌هضم در جیره بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در مراحل مختلف پرورش

تیمار[1]	−۷۵	−۸۰	−۸۵	+۸۰	+۸۵	SEM	P-value
صفر تا ۱۴ روزگی (آغازین)							
افزایش وزن دوره[2] (گرم)	۴۰۰^{bc}	۴۰۱^{bc}	۳۹۶^{c}	۴۱۱^{ab}	۴۱۴^{a}	۳/۸۶۰	۰/۰۱۳
خوراک مصرفی[3] (گرم)	۴۹۷^{ab}	۴۹۷^{ab}	۴۸۲^{b}	۴۹۹^{a}	۵۰۹^{a}	۵/۰۶۰	۰/۰۲۷
ضریب تبدیل خوراک[4] (گرم/گرم)	۱/۲۴	۱/۲۰	۱/۲۱	۱/۲۲	۱/۲۲	۰/۰۱۵	۰/۵۰۷
۱۵ تا ۲۵ روزگی (رشد)							
افزایش وزن دوره (گرم)	۱۱۱۲	۱۱۱۳	۱۱۰۲	۱۱۱۷	۱۱۲۵	۹/۱۰۰	۰/۵۶۶
خوراک مصرفی (گرم)	۱۶۶۹^{ab}	۱۶۵۱^{ab}	۱۶۲۰^{c}	۱۶۴۹^{b}	۱۷۱۷^{a}	۶/۶۹۰	۰/۰۰۱
ضریب تبدیل خوراک (گرم/گرم)	۱/۵۰^{ab}	۱/۴۸^{ab}	۱/۴۷^{b}	۱/۵۲^{a}	۱/۵۱^{a}	۰/۰۰۸	۰/۰۰۹
۲۶ تا ۴۰ روزگی (پایانی)							
افزایش وزن دوره (گرم)	۱۶۹۸	۱۷۰۹	۱۷۰۳	۱۶۷۶	۱۷۱۹	۱۵/۵۵۰	۰/۵۰۵
خوراک مصرفی (گرم)	۲۸۱۱^{ab}	۲۷۸۰^{bc}	۲۷۳۱^{c}	۲۷۴۳^{b}	۲۸۵۰^{a}	۱۷/۵۵۰	۰/۰۰۱
ضریب تبدیل خوراک (گرم/گرم)	۱/۶۴^{ab}	۱/۶۱^{b}	۱/۶۰^{b}	۱/۶۵^{a}	۱/۶۴^{ab}	۰/۰۱۲	۰/۰۴۱
۰ تا ۴۰ روزگی (کل دوره)							
افزایش وزن دوره (گرم)	۲۳۱۸	۲۳۰۲	۲۲۸۵	۲۲۹۰	۲۳۶۱	۲۴/۱۰۰	۰/۲۴۳
خوراک مصرفی (گرم)	۴۰۹۰^{b}	۴۰۴۰^{bc}	۴۰۰۴^{c}	۴۰۴۱^{bc}	۴۲۰۹^{a}	۲۶/۷۰۰	۰/۰۰۱
ضریب تبدیل خوراک (گرم/گرم)	۱/۷۷^{ab}	۱/۷۵^{ab}	۱/۷۴^{b}	۱/۷۸^{a}	۱/۷۸^{a}	۰/۰۰۸	۰/۰۰۱

a-b: تفاوت ارقام در هر ستون با حروف نامشابه، معنی‌دار است (P<۰/۰۵). SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

۱. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- تیمار شاهد (والین منفی ۷۵، حاوی نسبت ۷۵ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین بدون استفاده از اسیدآمینه والین افزودنی)، ۲- والین مثبت ۸۰ (نسبت ۸۰ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین با استفاده از اسیدآمینه والین افزودنی)، ۳- والین مثبت ۸۵ (نسبت ۸۵ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین با استفاده از اسیدآمینه والین افزودنی)، ۴- والین منفی ۸۰ (نسبت ۸۰ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین بدون استفاده از اسیدآمینه والین افزودنی، ۵- والین منفی ۸۵ (نسبت ۸۵ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین بدون استفاده از اسیدآمینه والین افزودنی) در جیره بودند.

۲. افزایش وزن دوره (گرم)= افزایش وزن واحد آزمایش (گرم) / تعداد روز مرغ

۳. خوراک مصرفی = مقدار باقیمانده دان (گرم) – مقدار دان داده شده (گرم) / تعداد روز مرغ

۴. ضریب تبدیل = متوسط خوراک مصرفی (گرم) / افزایش وزن (گرم)

۴. ۲. فراسنجه‌های خونی

نتایج مربوط به اثرات نسبت‌های مختلف اسیدآمینه والین قابل‌هضم به اسیدآمینه لیزین قابل‌هضم بر برخی از فراسنجه‌های لیپیدی سرم خونی در جدول (۳) نشان داده شده است. اثر گروه‌های آزمایشی بر سطح اسید اوریک و تری‌گلیسیرید سرم خون معنی‌دار نبود. میزان آلبومین سرم در خون پرندگانی که با جیره حاوی اسیدآمینه والین منفی ۷۵ درصد، تغذیه شدند نسبت به پرندگانی که با جیره‌های حاوی اسیدآمینه والین مثبت ۸۰ و منفی ۸۰ درصد تغذیه شده بودند، افزایش یافت (P<۰/۰۵). پروتئین کل سرم خون پرندگانی که با جیره حاوی اسیدآمینه والین منفی ۷۵ درصد، تغذیه شده بودند نسبت به پرندگانی که از جیره‌های حاوی اسیدآمینه والین منفی ۸۵ و مثبت ۸۵ درصد دریافت کرده بودند، افزایش یافت (P<۰/۰۵). پرندگانی که با جیره‌های حاوی اسیدآمینه والین منفی ۷۵ و منفی ۸۵ درصد، تغذیه شده بودند سطح گلوبولین سرم آن‌ها نسبت به پرندگانی که جیره حاوی اسیدآمینه والین مثبت ۸۵ درصد دریافت کرده بودند، افزایش یافت (P<۰/۰۵).

جدول ۳. اثر نسبت اسیدآمینه والین قابل‌هضم به اسیدآمینه لیزین قابل‌هضم در جیره بر فراسنجه های لیپیدی سرم خون (گرم بر دسی‌لیتر) جوجه‌های گوشتی در انتهای دوره (۴۰ روزگی)

تیمار[1]	اسید اوریک	آلبومین	پروتئین کل	گلوبولین[2]	تری‌گلیسیرید
−۷۵	۴/۱۳	۲/۳۵^{a}	۵/۴۴^{a}	۳/۰۹^{a}	۱۰۵/۴۰
−۸۰	۵/۱۶	۲/۰۵^{c}	۴/۸۶^{bc}	۲/۸۱^{ab}	۱۰۷/۷۰
−۸۵	۳/۷۹	۲/۱۱^{bc}	۵/۱۴^{b}	۳/۰۲^{a}	۹۵/۰۰
+۸۰	۴/۳۶	۲/۲۳^{b}	۵/۲۳^{ab}	۳/۰۰^{ab}	۱۰۱/۲۰
+۸۵	۳/۹۳	۲/۱۷^{bc}	۴/۷۸^{c}	۲/۶۶^{b}	۹۷/۸۰
SEM	۰/۳۹۲	۰/۰۴۴	۰/۰۴۱	۰/۰۳۰	۰/۵۱۲
---------- سطح احتمال (P-value) ----------					
	۰/۱۱۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۶۲۷

a-b: تفاوت ارقام در هر ستون با حروف نامشابه، معنی‌دار است (P<۰/۰۵). SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

۱. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- تیمار شاهد (والین منفی ۷۵، حاوی نسبت ۷۵ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین بدون استفاده از اسیدآمینه والین افزودنی)، ۲- والین مثبت ۸۰ (نسبت ۸۰ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین با استفاده از اسیدآمینه والین افزودنی)، ۳- والین مثبت ۸۵ (نسبت ۸۵ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین با استفاده از اسیدآمینه والین افزودنی)، ۴- والین منفی ۸۰ (نسبت ۸۰ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین بدون استفاده از اسیدآمینه والین افزودنی، ۵- والین منفی ۸۵ (نسبت ۸۵ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین بدون استفاده از اسیدآمینه والین افزودنی) در جیره بودند.

۲. گلوبولین (گرم بر دسی‌لیتر) = آلبومین - پروتئین کل.

۴. ۳. پاسخ سیستم ایمنی

نتایج مربوط به اثرات نسبت‌های مختلف اسیدآمینه والین قابل‌هضم به اسیدآمینه لیزین قابل‌هضم بر سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی در جدول (۴) آورده شده است. اثر گروه‌های آزمایشی بر سطح تیتر آنتی‌بادی علیه ویروس نیوکاسل و نسبت هتروفیل به لنفوسیت پلاسمای خون جوجه‌های گوشتی معنی‌دار نبوده است.

۴. ۴. خصوصیات لاشه

نتایج مربوط به اثر گروه‌های آزمایشی بر بازده لاشه و وزن نسبی اندام‌های داخلی (درصد از وزن زنده) در جدول (۵) ارائه شده است. اثر گروه‌های آزمایشی بر وزن نسبی ران، سینه، بال، طحال و بورس فابرسیوس معنی‌دار نبود. درصد لاشه و وزن نسبی قلب پرندگانی که با جیره حاوی اسیدآمینه والین منفی ۸۵ درصد، تغذیه شدند نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی کاهش یافت (P<۰/۰۵). وزن نسبی چربی لاشه پرندگانی که با جیره‌های حاوی اسیدآمینه والین مثبت ۸۰ و مثبت ۸۵ درصد، تغذیه شده بودند نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی افزایش یافت (P<۰/۰۵).

جدول ٤. اثر نسبت اسیدآمینه والین قابل‌هضم به اسیدآمینه لیزین قابل‌هضم در جیره بر سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی در انتهای دوره (۴۰ روزگی)

تیمار[1]	نیوکاسل	هتروفیل (درصد)	لنفوسیت (درصد)	هتروفیل به لنفوسیت
−۷۵	۳/۷۰	۱۶/۳	۴۵/۸	۰/۳۳
−۸۰	۴/۳۰	۱۵/۶	۴۵/۱	۰/۳۵
−۸۵	۴/۴۴	۱۵/۳	۴۴/۸	۰/۳۴
+۸۰	۴/۱۱	۱۴/۸	۴۵/۲	۰/۳۳
+۸۵	۳/۲۸	۱۴/۹	۴۵/۱	۰/۳۳
SEM	۰/۳۴۵	۱/۰۴۸	۰/۷۸۰	۰/۱۹۰
	سطح احتمال (P-value)			
	۰/۱۳۷	۰/۸۳۱	۰/۹۱۳	۰/۹۶۰

a-b: تفاوت ارقام در هر ستون با حروف نامشابه، معنی‌دار است (P<۰/۰۵). SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

۱: تیمارهای آزمایشی شامل ۱- تیمار شاهد (والین منفی ۷۵، حاوی نسبت ۷۵ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین بدون استفاده از اسیدآمینه والین افزودنی)، ۲- والین مثبت ۸۰ (نسبت ۸۰ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین با استفاده از اسیدآمینه والین افزودنی)، ۳- والین مثبت ۸۵ (نسبت ۸۵ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین با استفاده از اسیدآمینه والین افزودنی)، ۴- والین منفی ۸۰ (نسبت ۸۰ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین بدون استفاده از اسیدآمینه والین افزودنی، ۵- والین منفی ۸۵ (نسبت ۸۵ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین بدون استفاده از اسیدآمینه والین افزودنی) در جیره بودند.

جدول ۵. اثر نسبت اسیدآمینه والین قابل‌هضم به اسیدآمینه لیزین قابل‌هضم در جیره بر بازده لاشه و وزن نسبی اندام‌های داخلی جوجه‌های گوشتی در انتهای دوره (درصد از وزن زنده)

تیمار[1]	لاشه	ران	سینه	چربی	بال	قلب	طحال	بورس فابرسیوس
−۷۵	۷۱/۵۶[a]	۲۰/۴۸	۲۱/۸۶	۱/۵۲[b]	۸/۳۷	۰/۴۴[a]	۰/۱۱	۰/۱۹
−۸۰	۷۱/۵۳[a]	۲۰/۳۰	۲۲/۶۴	۱/۳۶[c]	۸/۲۸	۰/۴۵[a]	۰/۱۲	۰/۱۹
−۸۵	۷۰/۶۵[b]	۲۰/۵۱	۲۲/۴۳	۱/۳۰[c]	۸/۳۱	۰/۴۰[b]	۰/۱۰	۰/۱۷
+۸۰	۷۱/۶۸[a]	۲۰/۲۵	۲۲/۲۹	۱/۶۳[a]	۸/۲۴	۰/۴۶[a]	۰/۱۱	۰/۱۳
+۸۵	۷۱/۴۱[a]	۲۰/۳۰	۲۲/۰۰	۱/۶۸[a]	۸/۳۴	۰/۴۵[a]	۰/۰۹	۰/۱۶
SEM	۰/۰۲۳	۰/۱۴۹	۰/۳۳۶	۰/۰۳۱	۰/۰۶۰	۰/۰۱۱	۰/۰۹۰	۰/۰۶۲
	سطح احتمال (P-value)							
	۰/۰۳۸	۰/۶۳۲	۰/۴۹۷	۰/۰۰۱	۰/۳۱۰	۰/۰۰۴	۰/۱۸۰	۰/۱۹۱

a-b: تفاوت ارقام در هر ستون با حروف نامشابه، معنی‌دار است (P<۰/۰۵). SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

۱. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- تیمار شاهد (والین منفی ۷۵، حاوی نسبت ۷۵ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین بدون استفاده از اسیدآمینه والین افزودنی)، ۲- والین مثبت ۸۰ (نسبت ۸۰ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین با استفاده از اسیدآمینه والین افزودنی)، ۳- والین مثبت ۸۵ (نسبت ۸۵ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین با استفاده از اسیدآمینه والین افزودنی)، ۴- والین منفی ۸۰ (نسبت ۸۰ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین بدون استفاده از اسیدآمینه والین افزودنی، ۵- والین منفی ۸۵ (نسبت ۸۵ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین بدون استفاده از اسیدآمینه والین افزودنی) در جیره بودند.

۴. ۵. ارزیابی اقتصادی

نتایج مربوط به اثر گروه‌های آزمایشی بر قیمت تمام شده خوراک به‌ازای هر کیلوگرم وزن زنده پرنده‌ها و سایر شاخص‌های اقتصادی در جدول (۶) ارائه شده است. اثر گروه‌های آزمایشی بر درصد ماندگاری، درآمد و شاخص تولید معنی‌دار نبود. سود تغذیه‌ای (شاخص سودآوری) خوراک پرندگانی که جیره‌های حاوی اسیدآمینه والین منفی ۸۰ و منفی ۸۵ و مثبت ۸۵ درصد، دریافت کرده بودند نسبت به پرندگانی که با جیره حاوی اسیدآمینه والین مثبت ۸۰ درصد تغذیه شده بودند، افزایش یافت (P<۰/۰۵). هزینه تمام‌شده خوراک به‌ازای کیلوگرم افزایش وزن بدن پرندگانی که با جیره حاوی اسیدآمینه والین مثبت ۸۵ درصد تغذیه شده بودند نسبت به پرندگانی که جیره‌های حاوی اسیدآمینه والین منفی ۸۰، منفی ۸۵ و مثبت ۸۰ درصد دریافت کرده بودند، افزایش یافت (P<۰/۰۵).

جدول ٦. اثر نسبت اسیدآمینه والین قابل‌هضم به اسیدآمینه لیزین قابل‌هضم در جیره جوجه‌های گوشتی بر شاخص‌های اقتصادی در کل دوره (۰ تا ۴۰ روزگی)

تیمار[۱]	درآمد (تومان)	شاخص تولید[۲]	درصد ماندگاری[۳] (درصد)	سود تغذیه‌ای[۴] (تومان به‌ازای هر پرنده)	هزینه خوراک[۵] (تومان به‌ازای کیلوگرم افزایش وزن)
−۷۵	۱۱۵۳۷۰	۳۱۷	۹۴	۶۴۰۵^{ab}	۵۱۳۲^{bc}
−۸۰	۱۱۵۸۴	۳۲۱	۹۶	۶۴۰۸^{a}	۵۱۷۶^{b}
−۸۵	۱۱۵۰۹	۳۱۹	۹۴	۶۴۸۳^{a}	۵۲۲۶^{b}
+۸۰	۱۱۴۲۶	۳۱۷	۹۷	۶۳۵۹^{b}	۵۰۶۷^{c}
+۸۵	۱۱۷۷۲	۳۲۱	۹۷	۶۴۳۰^{a}	۵۳۴۲^{a}
SEM	۱۲۱/۰۰۱	۳/۲۹۰	۳/۱۶۰	۳۲/۴۹۰	۳۳/۷۵۰
سطح احتمال (P-value)					
	۰/۲۴۶	۰/۸۵۰	۰/۰۶۰	۰/۰۳۴	۰/۰۰۱

a-b: تفاوت ارقام در هر ستون با حروف نامشابه، معنی‌دار است (P<۰/۰۵). SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

۱. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- تیمار شاهد (والین منفی ۷۵، حاوی نسبت ۷۵ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین بدون استفاده از اسیدآمینه والین افزودنی)، ۲- والین مثبت ۸۰ (نسبت ۸۰ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین با استفاده از اسیدآمینه والین افزودنی)، ۳- والین مثبت ۸۵ (نسبت ۸۵ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین با استفاده از اسیدآمینه والین افزودنی)، ۴- والین منفی ۸۰ (نسبت ۸۰ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین بدون استفاده از اسیدآمینه والین افزودنی، ۵- والین منفی ۸۵ (نسبت ۸۵ درصد اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین بدون استفاده از اسیدآمینه والین افزودنی) در جیره بودند.

۲. شاخص تولید = [(درصد زنده‌مانی × میانگین وزن زنده (کیلوگرم)) / (طول دوره به روز × ضریب تبدیل خوراک)] × ۱۰۰

۳. درصد ماندگاری = تعداد جوجه‌های زنده مانده هر واحد آزمایشی در هر مرحله / تعداد جوجه‌های هر واحد آزمایشی در ابتدای هر مرحله × ۱۰۰

۴. سود تغذیه ای (شاخص سودآوری) = (وزن بدن به کیلوگرم × قیمت هر کیلوگرم وزن بدن به تومان) - (کل خوراک مصرف شده به کیلوگرم × قیمت هر کیلوگرم خوراک به تومان)

۵. هزینه خوراک به‌ازای هر کیلوگرم وزن زنده= (کل خوراک مصرف شده به کیلوگرم × قیمت هر کیلوگرم خوراک به تومان) / افزایش وزن به کیلوگرم

*: قیمت هر کیلوگرم وزن بدن مرغ زنده در زمان انجام این تحقیق برابر ۵۸۰۰۰ تومان بوده است.

۵. بحث

در این آزمایش در کل دوره پرورش، نسبت اسیدآمینه والین منفی ۸۰ درصد، افزایش وزن روزانه بالاتری را موجب شد و استفاده از نسبت اسیدآمینه والین منفی ۸۵ درصد، منجر به بهبود مصرف خوراک، ضریب تبدیل و سود کسب‌شده نهایی گردید. مشخص شده است که وزن بدن پرندگان رابطه مستقیمی با مصرف اسیدهای آمینه جیره دارد (Patbandha *et al*., 2017). در این آزمایش، کاهش سطح کنجاله سویا در جیره جوجه‌های گوشتی و استفاده از اسیدآمینه والین افزودنی احتمالاً باعث شده است تا عوامل ضدتغذیه‌ای کم‌تر شود و از این‌رو سرعت رشد افزایش یابد. بعد از ۱۴ روزگی با تغییر و کاهش سطح کنجاله سویا به‌ویژه در جیره‌هایی که از اسیدآمینه والین افزودنی استفاده نشده است (گروه‌های آزمایشی منفی ۷۵، منفی ۸۰ و منفی ۸۵ درصد) با ایجاد رشد جبرانی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

مصلحی و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کردند که مقادیر مختلف اسیدآمینه والین افزودنی را با نسبت ۷۵ تا ۸۷ درصد نسبت به اسیدآمینه لیزین به خوراک دوره آغازین جوجه‌های گوشتی آرین به‌طور معنی‌داری در دامنه ۷۸ تا ۸۴ درصد سبب افزایش وزن بدن پرندگان خواهد شد و بیش‌ترین وزن بدن در ۴۲ روزگی مربوط به گروه‌های آزمایشی بود که در ۱۰ روز اول جیره‌های با نسبت ۷۵ تا ۸۱ درصد اسیدآمینه والین قابل‌هضم به اسیدآمینه لیزین قابل‌هضم مصرف کرده بودند. در مطالعه‌ای گزارش شده است که سطح بهینه قابل‌توصیه برای اسیدآمینه ایزولوسین قابل‌هضم به اسیدآمینه لیزین قابل‌هضم در سنین مختلف جوجه‌های گوشتی متفاوت است. براساس معیار افزایش وزن بالاتر، مقادیر ۶۸ و ۷۲ درصد برای جیره آغازین و پایانی توصیه شده است (Brown *et al*., 2022). در این راستا گزارش شده است که امکان کاهش دو و سه درصد سطح پروتئین به‌ترتیب در جیره رشد و پایانی به شرط تأمین حداقل سطح موردنیاز اسیدهای آمینه متیونین، لیزین، ترئونین و والین وجود دارد (رستم‌خانی و همکاران، ۱۳۹۱).

آزمایش حاضر نتایج این پژوهش‌گران را تأیید می‌کند که در سنین اولیه نسبت سطح اسیدآمینه والین قابل‌هضم به اسیدآمینه لیزین قابل‌هضم احتمالاً اگر بیش از ۷۵ درصد باشد می‌تواند سبب بهبود عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی سویه راس ۳۰۸ شود. گزارش شده است که نسبت اسیدآمینه والین قابل‌هضم به اسیدآمینه لیزین قابل‌هضم در حد ۸۷ درصد از طریق افزایش سطح اسیدآمینه والین جیره سبب کاهش مصرف خوراک در طی دوره آغازین خواهد شد (مصلحی و همکاران، ۱۳۸۸). در آزمایش حاضر، برخلاف این‌که اسیدآمینه والین قابل‌هضم به اسیدآمینه لیزین قابل‌هضم در جیرهایی با نسبت اسیدآمینه والین مثبت ۸۵ و منفی ۸۵ درصد، برابر بوده است، اما به‌نظر می‌رسد سطح بیش‌تر کنجاله سویا در جیره منفی ۸۵ درصد در هر سه دوره آغازین، رشد و پایانی با تأثیر بر مکانیسم‌های بیولوژیکی مؤثر بر کنترل اشتها، سبب کاهش افزایش وزن روزانه تنها در دوره آغارین، کاهش مصرف خوراک در کل دوره و بهبود ضریب تبدیل خوراک در دوره رشد، پایانی و کل دوره شده است (Dozier *et al*., 2008). این کاهش مصرف خوراک و افزایش وزن بدن پرندگان را می‌توان در نتیجه اثرات عدم‌توازن و مازاد مصرف اسیدهای آمینه بر کاتابولیسم آن‌ها توجیه کرد. به این منظور جهت بهبود عملکرد، اسیدهای آمینه ضروری مورد احتیاج هستند و می‌توانند جایگزین پروتئین جیره شوند (Namroud *et al*., 2008).

گنجایش کبد برای سم‌زدایی آمونیاک می‌تواند عامل محدودکننده در متابولیسم جیره‌هایی باشد که از نظر اسیدهای آمینه در عدم توازن می‌باشند. Namroud *et al*. (2008) گزارش کردند که افزودن ۱۰ درصد اسیدهای آمینه ضروری (لیزین، ترئونین، آرژنین، تریپتوفان) به‌طور آزمایشی به جیره‌هایی حاوی سطوح ۱۷ و ۱۹ درصد پروتئین خام، عملکرد را بهبود نخواهد داد. کاهش پروتئین و حفظ سطوح اسیدهای آمینه ضروری رشد را کاهش خواهد داد و خوراک مصرفی و ضریب تبدیل را افزایش می‌دهد. Sklan & Plavni (2002) گزارش کردند که افزایش وزن بدن و چربی احشایی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر افزایش سطح پروتئین جیره است و در صورت تأمین اسیدهای آمینه ضروری در جیره‌های با کمبود پروتئین عملکرد جوجه‌های گوشتی کاهش نخواهد یافت.

با توجه به اینکه در تمامی جیره‌های مورداستفاده در این آزمایش حداقل نسبت اسیدهای آمینه به اسیدآمینه لیزین براساس راهنمای جوجه گوشتی آرین رعایت شده بود، اما به‌نظر می‌رسد افزایش سطح اسیدهای آمینه ضروری و غیرضروری در جیره و حرارت افزایشی تولیدشده ناشی از مصرف مقادیر مازاد اسیدآمینه والین افزودنی سبب کاهش راندمان مصرف انرژی قابل‌متابولیسم و وزن بدن پرندگان شده است. از طرف دیگر، چندین سازوکار احتمالی برای افزایش رشد جوجه‌های گوشتی در پاسخ به نسبت اسیدآمینه والین قابل‌هضم به اسیدآمینه لیزین قابل‌هضم به جیره وجود دارد که شامل کاهش قابلیت دسترسی اسیدآمینه لیزین و اسیدآمینه والین برای سنتز پروتئین، تحریک ترشح هورمون‌هایی مانند انسولین، گلوکاگون، هورمون رشد و فاکتور رشد شبه‌انسولین که نتیجه آن کاهش سنتز پروتئین و مصرف خوراک می‌تواند باشد (Sterling *et al*., 2006).

متغیرهای بیوشیمیایی خون شاخص‌های ناپایداری هستند که تغییرات آن‌ها می‌تواند متأثر از عوامل داخلی و خارجی مانند تغذیه پرنده باشد (Ciurescu *et al*., 2020). نقش مهم و تأثیرگذار اسیدهای آمینه شاخه‌دار والین، لوسین و ایزولوسین بر پاسخ سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی مشخص شده است و کمبود این اسیدهای آمینه شاخه‌دار سبب عدم بهبود پاسخ سیستم ایمنی خواهد شد. با کمبود اسیدهای آمینه در جیره جوجه‌های گوشتی، هیپوپروتئینمی (کمبود پروتئین) و هیپوآلبومینمی (کمبود آلبومین) در خون مشاهده خواهد شد. پروتئین کل سرم خون، نشان‌دهنده سطح اسیدهای آمینه جیره است و می‌تواند در برآورد نیاز اسیدهای آمینه ضروری مورداستفاده قرار گیرد. از طرف دیگر، آلبومین به‌صورت گسترده‌ای به‌عنوان یک معرف وضعیت پروتئین احشایی به‌کار می‌رود و زمانی‌که نیاز به اسیدهای آمینه بالا است تجزیه شده و در نتیجه غلظت آن در سرم کاهش می‌یابد (Evans *et al*., 2021).

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 (Nawaz *et al*., 2006). هنگامی‌که سطح پروتئین در جیره زیاد باشد یا اسیدهای آمینه جیره نسبت به هم متعادل نباشند و جهت ایجاد تعادل از اسیدآمینه با منبع افزودنی استفاده نشود، اسیدهای آمینه اضافی دآمینه شده و با تبدیل‌شدن به اسیداوریک، دفع می‌شوند که خود فرایندی انرژی‌بر است. گزارش شده است که در جیره‌های فرموله‌شده با مقادیر بالای پروتئین برای تأمین احتیاجات نگهداری و رشد، میزان گلوبولین سرم جوجه‌های گوشتی افزایش خواهد یافت (صالحی‌فر و همکاران، ۱۳۹۴). با تناسب بین نسبت اسیدهای آمینه و نیاز پرندگان، مقدار پروتئین تام، آلبومین و گلوبولین در سرم خون افزایش می‌یابد که نشان‌دهنده آن است که مقدار متناسب اسیدآمینه و شرایط برای ساخت پروتئین‌های ذخیره‌ای در بدن فراهم است.

اگرچه در مطالعه‌ای گزارش شده است که با افزایش نسبت اسیدآمینه والین قابل‌هضم به اسیدآمینه لیزین قابل‌هضم و افزایش یا کمبود متیونین، لیزین و تریپتوفان در جیره جوجه‌های گوشتی مقدار اسیداوریک سرم و پلاسما تغییری نخواهد کرد (Corzo *et al*., 2005). مقدار و نسبت اسیدهای آمینه لیزین و متیونین+ سیستئین بر مقدار نیاز اسیدآمینه گلیسین تاثیرگذار است. این اثر بیشتر به نقش اسیدآمینه گلیسین در ساخت اسیداوریک نسبت داده می‌شود. با توجه به این‌که میزان اسیداوریک سرم با میزان اسیداوریک دفعی در ارتباط است، لذا یکی از روش‌های کاهش دفع نیتروژن به محیط افزودن اسیدهای آمینه افزودنی به‌جای افزایش درصد پروتئین جیره طیور می‌باشد (Hernández *et al*., 2012). در مطالعه‌ای گزارش شده است که نسبت‌های بالای اسیدآمینه ترئونین قابل‌هضم به اسیدآمینه لیزین قابل‌هضم در جوجه‌های گوشتی مقدار اسید اوریک سرم را به‌صورت خطی کاهش خواهند داد (Abou-Elkhair *et al*., 2020). با تأمین الگوی متوازن اسیدهای آمینه و کاهش مقادیر ازت در جیره جوجه‌های گوشتی، غلظت اسید اوریک خون به حداقل مقدار خود که پایین‌تر از ۳/۵ میلی‌گرم در دسی‌لیتر است، می‌رسد و با افزایش سنتز پروتئین در بافت ماهیچه‌ای، تجزیه اسیدهای آمینه حاصل از آمین‌زدایی و در نتیجه سطح اسیداوریک خون نیز کاهش می‌یابد (صفی‌یاری و همکاران، ۱۳۹۶).

در آزمایش حاضر، بازده لاشه، وزن نسبی قلب و چربی پرندگانی که با نسبت اسیدآمینه والین منفی ۸۵ درصد، تغذیه شده بودند در سن ۴۲ روزگی کاهش یافته است. این نتایج نشان می‌دهد که عدم تعادل و یا مازاد اسیدهای آمینه ممکن است سبب بازده لاشه و وزن نسبی اندام‌های داخلی جوجه‌های گوشتی شود. در مطالعه‌ای گزارش شده است که سطح پروتئین و اسیدهای آمینه جیره اثر مستقیمی بر صفات لاشه دارد و تغذیه جیره‌های کم‌پروتئین منجر به افزایش درصد چربی در محوطه‌شکمی جوجه‌های گوشتی خواهد شد (Van Harn *et al*., 2019). می‌توان دلیل تأثیر نسبت‌های مختلف اسیدآمینه والین به اسیدآمینه لیزین جیره بر صفات لاشه را در پژوهش حاضر به نوع فرمولاسیون بخش پروتئین جیره مرتبط دانست، زیرا نسبت اسیدهای آمینه ضروری و اسیدآمینه گلیسین به اسیدآمینه لیزین قابل هضم با کاهش سطح پروتئین جیره، حفظ شد و پرندگان در جیره با پروتئین کاهش یافته، 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 (Nie *et al*., 2018).

گزارش شده است که نسبت ۷۴ درصد اسیدآمینه والین قابل‌هضم به اسیدآمینه لیزین قابل‌هضم در جیره جوجه‌های گوشتی، به طور معنی‌داری سبب افزایش درصد لاشه، گوشت سینه، وزن نسبی قلب خواهد شد (Corzo *et al*., 2007). بنابراین، جهت حصول اطمینان از استفاده بهینه نسبت اسیدآمینه لیزین، تأمین نیاز پرنده به اسیدآمینه والین، از اهمیت اساسی برخوردار می‌باشد تا اسیدآمینه والین بتواند سرعت رشد را افزایش دهد. برخلاف یافته‌های این پژوهش، در

پژوهشی گزارش شده است که نسبت اسیدآمینه والین قابل‌هضم به اسیدآمینه لیزین قابل‌هضم در جیره جوجه‌های گوشتی تأثیری بر درصد لاشه، گوشت سینه و وزن نسبی قلب نداشت (Ospina-Rojas *et al*., 2017). مصلحی و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کردند که کم‌ترین و بیش‌ترین سطح نسبت اسیدآمینه والین قابل‌هضم به اسیدآمینه لیزین قابل‌هضم (به‌ترتیب ۷۵ و ۸۷ درصد) است که سبب افزایش نسبت وزن قلب به وزن زنده در ۱۰ روزگی خواهد شد. به‌نظر می‌رسد دلیل این تفاوت‌ها این است که سطح اسیدآمینه والین قابل‌هضم موردنیاز برای بهبود تولید گوشت سینه و ثابت نگه‌داشتن وزن‌نسبی قلب، کم‌تر از میزان موردنیاز برای عملکرد رشد مناسب مربوط می‌باشد (صالحی‌مقدم و شهیر، ۱۳۹۹). از طرف دیگر، احتمالاً افزایش وزن قلب و بهبود صفات لاشه در مطالعه حاضر ممکن است به‌دلیل افزایش نسبت بین سایر اسیدهای آمینه ضروری (تریپتوفان، ترئونین، متیونین، فنیل آلانین) باشد که نقش مهمی در عملکرد آنزیم های گوارشی، رشد مخاط روده ایفا می کند و اجزای پروتئین عضلانی هستند (Abou-Elkhair *et al*., 2020).

شاخص سودآوری با افزایش نسبت اسیدآمینه والین قابل‌هضم به اسیدآمینه لیزین قابل‌هضم با یا بدون اسیدآمینه والین افزودنی در جیره بهبود یافت، که احتمالاً علت آن به افزایش بیش از حد اسیدهای آمینه افزودنی در بازار مرتبط می‌باشد. اما در جیره‌های بدون اسیدآمینه والین افزودنی از آنجایی که برای تأمین نسبت افزایشی اسیدآمینه والین، سطح کنجاله سویا افزایش یافته بود لذا سطح اسیدآمینه والین افزودنی نیز کاهش یافته است. بدین ترتیب جیره‌های با نسبت افزایشی اسیدآمینه والین قابل‌هضم به اسیدآمینه لیزین قابل‌هضم بدون استفاده از اسیدآمینه والین افزودنی سودآوری بیش‌تری داشتند.

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

براساس نتایج حاصل از این پژوهش از بین نسبت‌های مختلف مورد مطالعه، اثرات تغذیه جیره حاوی نسبت اسیدآمینه والین منفی ۸۵ درصد، بر عملکرد در کل دوره‌های پرورش بارزتر بود و سبب بهبود فراسنجه‌های لیپید سرم، کاهش ذخیره چربی در محوطه شکمی و افزایش سودآوری خواهد شد. با درنظرگرفتن نتایج عملکرد و با توجه به ملاحظات اقتصادی و شرایط مدیریتی این آزمایش، جیره حاوی نسبت اسیدآمینه والین منفی ۸۵ درصد را می‌توان برای پرورش‌دهندگان جوجه گوشتی آرین توصیه نمود و سایر نسبت‌ها در شرایط این آزمایش اقتصادی و سودآور نخواهند بود.

۷. تشکر و قدردانی

از مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور و مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان به‌خاطر حمایت مالی و از مدیریت محترم و پرسنل مجتمع مرغ لاین آرین بابلکنار برای فراهم‌نمودن امکانات مزرعه‌ای، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۸. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۹. منابع

اسعدی، محمد؛ علمدارلو، حامد؛ موسوی، سیدحبیب اله و احسانی، علیرضا (۲۰۲۳). کارایی فنی و عوامل تعیین‌کننده آن: مزارع پرورش مرغ گوشتی آرین در استان کردستان. *تولیدات دامی*، ۲۵(۲)، ۲۲۹-۲۴۰. https://doi.org/10.22059/jap.2023.352418.623720

خادم‌ناسی، فاطمه و طاهری، حمیدرضا (۱۴۰۰). اثر محدودیت کیفی خوراک و مدت زمان اعمال آن بر عملکرد، فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون و خصوصیات لاشه جوجه‌های گوشتی. *پژوهش‌های تولیدات دامی*، ۱۲(۳۳)، ۱۰–۱۸. https://doi.org/10.52547/rap.12.33.10

رستم‌خانی، علیرضا؛ ایلا، نیما؛ فرودی، فرهاد؛ افسر، علی (۱۳۹۱). اثر استفاده از جیره‌های غذایی با پروتئین خام کاهش یافته حاوی مقادیر کافی اسیدهای آمینه ضروری بر عملکرد و ایمنی جوجه‌های گوشتی. *دانش و پژوهش علوم دامی*، ۹۱(۲)، ۱۱–۲۳. [Google Scholar]

صالحی‌فر، شیوازاد؛ محمود، فرودی؛ چمنی، محمد و بهاری، کاشانی (۱۳۹۴). اثر جیره نویسی براساس نسبت‌های مختلف اسیدهای آمینه ایده‌آل بر سیستم ایمنی، فراسنجه‌های خونی و اجزای لاشه جوجه‌های گوشتی در دوره پایانی. *تحقیقات تولیدات دامی*، ۶(۲)، ۶۳–۷۳. https://doi.org/10.22124/ar.2017.230

صلاحی مقدم، رضا و شهیر، محمدحسین (۱۳۹۹). پاسخ جوجه‌های گوشتی به سطوح مختلف پروتئین ایده‌آل و نسبت‌های والین به لیزین قابل هضم جیره در دوره آغازین. *تولیدات دامی*، ۲۳(۴)، ۵۳۵–۵۴۸. https://doi.org/10.22059/jap.2021.323616.623617

صفی‌یاری، النار؛ فرهومند، پرویز و دانشیار، محسن (۱۳۹۶). تعیین سطح نیازهای جیره‌ای اسیدآمینه لوسین برای جوجه خروس‌های گوشتی سویه راس ۳۰۸ در دوره پایانی. *نشریه علوم دامی*، ۱۱۷، ۱۲۹–۱۴۰. https://doi.org/10.22092/asj.2018.116051

مرادی، محمد؛ مقصودلو، شهریار؛ رستمی، فرامرز و مصطفی‌لو، یوسف (۱۳۹۱). اثر سطوح مختلف جایگزینی دانه سویای اکسترودشده به جای کنجاله سویا و سطوح مختلف ویتامین E بر شاخص تولید و صفات اقتصادی جوجه‌های گوشتی. *تحقیقات تولیدات دامی*، ۱(۴)، ۱۵–۲۵. [Google Scholar]

مصلحی، امیر؛ ایلا، نیما؛ زارعی، ابوالفضل و افسر، علی (۱۳۸۸). ارزیابی تأثیر سطوح مختلف اسیدآمینه والین بر عملکرد وصفات لاشه جوجه‌های گوشتی سویه راس. *دانش و پژوهش علوم دامی*، ۴، ۷۳–۸۳. https://sid.ir/paper/469047/fa

References

Abou-Elkhair, R., Ahmed, H., Ketkat, S., & Selim, S. (2020). 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*, 13(6), 1234. https://doi.org/10.14202%2Fvetworld.2020.1234-1244

Agostini, P. S., Santos, R. R., Khan, D. R., Siebert, D., & 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(3), 1310-1320. https://doi.org/10.3382/ps/pey454

Alagawany, M., Elnesr, S. S., Farag, M. R., Tiwari, R., Yatoo, M. I., Karthik, K., & Dhama, K. (2021). Nutritional significance of amino acids, vitamins and minerals as nutraceuticals in poultry production and health. *Veterinary Quarterly*, 41(1), 1-29. https://doi.org/10.1080/01652176.2020.1857887

Allameh, S., & 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. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.09.025

Berresa, J., Vieiraa, S. L., Faveroa, A., Freitasa, D. M., Pe˜ naa, J. E. M., & Nogueirab, E. T. (2011). Digestible valine requirements in high protein diets for broilers from twenty-one to forty-two days of age. *Animal Feed Science and Technology*, 165, 120-124. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.01.001

Boisen, S., Hvelplund, T., & Weisbjerg, M. R. (2000). Ideal amino acid profiles as a basis for feed protein evaluation. *Livestock Production Science*, 64(2), 239-251. https://doi.org/10.1016/S0301-6226(99)00146-3

Brown, A. T., Lee, J., Adhikari, R., Haydon, K., & Wamsley, K. G. S. (2022). Determining the optimum digestible isoleucine to lysine ratio for Ross 708 x Ross YP male broilers from 0 to 18 d of age. *Journal of Applied Poultry Research*, 31(1), 100217. https://doi.org/10.1016/j.japr.2021.100217

Ciurescu, G., Vasilachi, A., & Grosu, H. (2020). Efficacy of microbial phytase on growth performance, carcass traits, bone mineralization, and blood biochemistry parameters in broiler turkeys fed raw chickpea (Cicer arietinum L., cv. Burnas) diets. *Journal of Applied Poultry Research*, 29(1), 171-184. https://doi.org/10.1016/j.japr.2019.10.004

Corzo, A., Fritts, C. A., Kidd, M. T., & Kerr, B. J. (2005). Response of broiler chicks to essential and non-essential amino acid supplementation of low crude protein diets. *Animal feed science and technology*, 118(3-4), 319-327. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2004.11.007

Corzo, A., Kidd, M. T., Dozier III, W. A., & Vieira, S. L. (2007). Marginality and needs of dietary valine for broilers fed certain all-vegetable diets. *Journal of Applied Poultry Research*, 16(4), 546-554. https://doi.org/10.3382/japr.2007-00025

Corzo, A., Dozier, W. A., Mejia, L., Zumwalt, C.D., Kidd, M. T., & Tillman, P. B. (2011). Nutritional feasibility of l-valine inclusion in commercial broiler diets. *Journal of Applied Poultry Research*, 20, 284-290. https://doi.org/10.3382/japr.2010-00233

Dozier, W. A., Kidd, M. T., & Corzo, A. (2008). Dietary amino acid responses of broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, *17*(1), 157-167. https://doi.org/10.3382/japr.2007-00071

Fontaine, J., Hörr, J., & Schirmer, B. (2001). Near-infrared reflectance spectroscopy enables the fast and accurate prediction of the essential amino acid contents in soy, rapeseed meal, sunflower meal, peas, fishmeal, meat meal products, and poultry meal. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 49(1), 57-66. https://doi.org/10.1021/jf000946s

Fontaine, J., Hörr, J., & Schirmer, B. (2002). Near-infrared reflectance spectroscopy enables the fast and accurate prediction of the essential amino acid contents 2. Results for wheat, barley, corn, triticale, wheat bran/middlings, rice bran, and sorghum. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 50(14), 3902-3911. https://doi.org/10.1021/jf011637k

Hernández, F., López, M., Martinez, S., Megías, M. D., Catalá, P., & Madrid, J. (2012). Effect of low-protein diets and single sex on production performance, plasma metabolites, digestibility, and nitrogen excretion in 1-to 48-day-old broilers. *Poultry Science*, 91(3), 683-692. https://doi.org/10.3382/ps.2011-01735

Kidd, M.T., Tillman, P. B., Waldroup, P.W., & Holder, W. (2013). Feed-grade amino acid use in the United States: The synergetic inclusion history with linear programming. *Journal of Applied Poultry Research*, 22, 583-590. https://doi.org/10.3382/japr.2012-00690

Kidd, M. T., & Tillman, P. B. (2016). Key principles concerning dietary amino acid responses in broilers. *Animal Feed Science and Technology*, 221, 314-322. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.05.012

Krams, I., Vrublevska, J., Cirule, D., Kivleniece, I., & Krama T., (2012). Heterophil/lymphocyte ratios predict the magnitude of humoral immune response to a novel antigen in great tits (Parus major). *Comparison Biochemistry Physiology*, 161, 422-428. https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2011.12.018

Kwon, W. B., Soto, J. A., & Stein, H. H. (2020). Effects on nitrogen balance and metabolism of branched-chain amino acids by growing pigs of supplementing isoleucine and valine to diets with adequate or excess concentrations of dietary leucine. *Journal of animal science*, 98(11), 346. https://doi.org/10.1093/jas/skaa346

Lisnahan, C. V., Nahak, O. R., & Pardosi, L. (2023). The Effects of L-Valine Supplementation in Feed on the Growth and Ileal Morphometry of Grower-Phase Native Chickens. *Journal of Advanced Veterinary Research*, 13(1), 58-64. [Google Scholar]

Miranda, D. J. A., Vieira, S. L., Angel, C. R., Rios, H. V., Favero, A., & Nogueira, E. T. (2014). Broiler responses to feeds formulated with or without minimum crude protein restrictions and using supplemental L-valine and L-isoleucine. *Journal of Applied Poultry Research*, 23, 1-14. https://doi.org/10.3382/japr.2014-0988

Namroud, N. F., Shivazad, M., & Zaghari, M. (2008). Effects of fortifying low crude protein diet with crystalline amino acids on performance, blood ammonia level, and excreta characteristics of broiler chicks. *Poultry science*, 87(11), 2250-2258. https://doi.org/10.3382/ps.2007-00499

Nawaz, H., Mushtaq, T., & 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(4), 388-393. https://doi.org/10.2141/jpsa.43.388

Nascimento, G. R., Murakami, A.E., Ospina-Rojas, I. C., Diaz-Vargas, M., Picoli, K. P., & Garcia, R. G. (2016). Digestible valine requirements in low-protein diets for broilers chicks. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 18(3), 381-386. https://doi.org/10.1590/1806-9061-2015-0162

Neeteson, A. M., Avendaño, S., Koerhuis, A., Duggan, B., Souza, E., Mason, J., & Bailey, R. (2023). Evolutions in Commercial Meat Poultry Breeding. *Animals*, 13(19), 3150. https://doi.org/10.3390/ani13193150

Nie, C., He, T., Zhang, W., Zhang, G., & Ma, X. (2018). Branched chain amino acids: beyond nutrition metabolism. *International journal of molecular sciences*, 19(4), 954. https://doi.org/10.3390/ijms19040954

Sklan, D., & Plavnik, I. (2002). Interactions between dietary crude protein and essential amino acid intake on performance in broilers. *British Poultry Science*, 43(3), 442-449. https://doi.org/10.1080/00071660120103710

Ospina-Rojas, I. C., Murakami, A. E., Eyng, C., Nunes, R. V., Duarte, C. R. A., & Vargas, M. D. (2012). Commercially available amino acid supplementation of low-protein diets for broiler chickens with different ratios of digestible glycine+serine:lysine. *Poultry Science*, 91, 3148-3155. https://doi.org/10.3382/ps.2012-02470

Ospina-Rojas, I. C., Murakami, A. E., Duarte, C. R. A., Nascimento, G. R., Garcia, E. R. M., Sakamoto, M. I., & Nunes, R. V. (2017). Leucine and valine supplementation of low-protein diets for broiler chickens from 21 to 42 days of age. *Poultry Science*, 96(4), 914-922. https://doi.org/10.3382/ps/pew319

Patbandha, T. K., Garg, D. D., Marandi, S., Vaghamashi, D. G., Patil, S. S., & Savsani, H. H. (2017). Effect of chick weight and morphometric traits on growth performance of coloured broiler chicken. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(6), 1278-1281. [Google Scholar]

Pastor, A., Wecke, C., & Liebert, F. (2013). Assessing the age-dependent optimal dietary branched-chain amino acid ratio in growing chicken by application of a nonlinear modeling procedure. *Poultry Science*, 92, 3184-3195. https://doi.org/10.3382/ps.2013-03340

Sterling, K. G., Pesti, G. M., & Bakalli, R. I. (2006). Performance of different broiler genotypes fed diets with varying levels of dietary crude protein and lysine. *Poultry Science*, 85(6), 1045-1054. https://doi.org/10.1093/ps/85.6.1045

Such, N., Pál, L., Strifler, P., Horváth, B., Koltay, I. A., Rawash, M. A., & Dublecz, K. (2021). Effect of feeding low protein diets on the production traits and the nitrogen composition of excreta of broiler chickens. *Agriculture*, 11(8), 781. https://doi.org/10.3390/agriculture11080781

Tavernari, F. C., Lelis, G. R., Vieira, R. A., Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., & Oliveira Neto, A. R. (2013). Valine needs in starting and growing Cobb (500) broilers. *Poultry Science*, 92, 151-157. https://doi.org/10.3382/ps.2012-02278

Van Harn, J., Dijkslag, M. A., & Van Krimpen, M. M. (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(10), 4868-4877. https://doi.org/10.3382/ps/pez229