



The effect of dietary energy and amino acid levels on growth performance and nutrient digestibility of Arian broilers

Hasan Rouhanipour¹ | Kazem Yussefi Kelarikolaei^{2✉} | Seyed Davood Sharifi³ |
Seyyed Abdollah Hosseini⁴ | Hussein Yussefi Kelarikolaei⁵

1. Department of Animal and Poultry Sciences, Faculty of Agricultural Technology, University of Tehran, Pakdasht, Iran. E-mail: hasanrouhanipour74@ut.ac.ir
2. Corresponding Author, Animal Science Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran. E-mail: k.yussefi@areeo.ac.ir
3. Department of Animal and Poultry Sciences, Faculty of Agricultural Technology, University of Tehran, Pakdasht, Iran. E-mail: sdsharifi@ut.ac.ir
4. Department of Nutrition and Physiology, Animal Science Research Institute, Karaj, Iran. E-mail: hosseini1355@areeo.ac.ir
5. Manager of Babolkenar pure line complex, Babol, Iran. E-mail: hyussefi@yahoo.com

Article Info	ABSTRACT
Article type: Research Article Article history: Received 21 October 2024 Received in revised form 16 March 2025 Accepted 25 March 2025 Published online 4 May 2025 Keywords: Arian broiler Blood Serum Metabolites Daily weight gain Economic Indicators	Objective: Optimizing the balance between metabolizable energy (ME) intake and expenditure is essential for broiler diet formulation and levels of other dietary nutrients for efficient conversion of feed into muscle mass. The Arian broiler is one of the meat breeds that originated in Iran and given that several decades have passed since the Arian line entered in the Iran; it is necessary to conduct continuous nutritional experiments to more accurately estimate their requirements in terms of improving growth, feed conversion ratio (FCR), carcass efficiency and increasing muscle mass by increasing the density of nutrients such as amino acids (AA). Therefore, the objective of this study was to investigate the effects of dietary energy and AA levels on growth performance and nutrient digestibility of Arian broilers. Materials and Methods: The effects of dietary energy and AA levels on growth performance and nutrient digestibility of Arian broiler chickens was investigated with a total of 720 one-day old broiler chicks in a completely randomized design with six treatments, five replicates and 24 birds per each for 42 days. The experimental treatments included T1: control diet (energy and amino acid levels throughout the breeding period accordance with the guidelines for the Arian broiler strain), T2: diet with less energy level during the starter and grower periods and then according to the Arian requirements guide until the end of the period, T3: diet with less energy and amino acid levels during the starter and grower periods and then according to the guide until the end of the period, T4: diet with less energy level during the starter and grower periods and then higher amino acid levels in the finisher period, T5: diet with less energy and amino acid levels in the starter and grower periods and then higher amino acid levels in the finisher period, T6: starter and grower period diet according to the Arian requirements guide and then higher amino acid levels in the finisher period. Results: The daily weight gain of birds fed T6 increased compared to T3 and T5 ($P < 0.05$). Birds that received T6 had a higher glucose level and lower low-density lipoprotein, compared to the birds that received the control diet ($P < 0.05$). The relative breast weight and production index of birds that were fed T6 increased compared to the birds that fed T1 and T3 ($P < 0.05$). Conclusion: The economic calculations of the design showed that it is possible to use the advantage of the energy and amino acid levels in the diet of Arian broilers. Overall, feeding a starter and grower period diet according to the Arian requirements guide and then higher amino acid levels in the finisher period which had positive effects on growth performance and economic indicators in Arian broilers, is recommended.

Cite this article: Rouhanipour, H., Yussefi Kelarikolaei, K., Sharifi, S. D., Hosseini, S. A., & Yussefi Kelarikolaei, H. (2025). The effect of dietary energy and amino acid levels on growth performance and nutrient digestibility of Arian broilers. *Journal of Animal Production*, 27 (1), 71-92. DOI: <https://doi.org/10.22059/jap.2025.384168.623806>





تأثیر سطوح انرژی و اسید آمینه جیره بر عملکرد رشد و قابلیت هضم مواد مغذی جوجه‌های گوشتی آراین

حسن روحانی پور^۱ | کاظم یوسفی کلاریکلانی^۲ | سید داود شریفی^۳ | سید عبدالله حسینی^۴ | حسین یوسفی کلاریکلانی^۵

۱. گروه علوم دام و طیور، دانشکده فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران. رایانامه: hasanrohanipoor74@ut.ac.ir
۲. 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
۳. گروه علوم دام و طیور، دانشکده فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران. رایانامه: sdsharifi@ut.ac.ir
۴. موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران. رایانامه: hosseini1355@areeo.ac.ir
۵. مدیر فارم مجتمع پرورش و اصلاح نژاد مرغ لاین آراین بابلکنار، بابل، ایران. رایانامه: hyussefi@yahoo.com

چکیده

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۳۰

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۲/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۰۶

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۲/۱۴

هدف: بهینه‌سازی بین تعادل مصرف و میزان هزینه انرژی قابل متابولیسم برای فرمولاسیون جیره جوجه‌های گوشتی و سطوح سایر مواد مغذی برای تبدیل مؤثر خوراک به توده عضلانی اساسی است. جوجه گوشتی آراین، یکی از نژادهای گوشتی است که اصالت آن به کشور ایران بر می‌گردد و با توجه به این که چندین دهه از ورود لاین آراین به کشور ایران می‌گذرد، انجام آزمایش‌های مستمر تغذیه‌ای برای تخمین دقیق‌تر نیاز آن‌ها در زمینه بهبود رشد، ضریب تبدیل خوراک، راندمان لاشه و افزایش حجم عضلانی با افزایش تراکم مواد مغذی مانند اسیدهای آمینه ضروری است. بنابراین، هدف از این مطالعه بررسی تأثیر سطوح انرژی و اسید آمینه جیره بر عملکرد رشد و قابلیت هضم مواد مغذی جوجه‌های گوشتی آراین بود.

روش پژوهش: تأثیر سطوح انرژی و اسید آمینه جیره بر عملکرد رشد و قابلیت هضم مواد مغذی جوجه‌های گوشتی آراین با ۷۲۰ قطعه جوجه گوشتی یک روزه در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار، پنج تکرار و ۲۴ پرند در هر تکرار به مدت ۴۲ روز بررسی شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- جیره شاهد (سطح انرژی و اسید آمینه در کل دوره پرورش مطابق با راهنما سوبه گوشتی آراین)، ۲- جیره با انرژی کمتر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره، ۳- جیره با انرژی و اسید آمینه کمتر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره، ۴- جیره با انرژی کمتر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی، ۵- جیره با انرژی و اسید آمینه کمتر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی، ۶- جیره دوره آغازین و رشد مطابق راهنما و سپس با سطح بیش‌تر اسیدهای آمینه در دوره پایانی بودند.

یافته‌ها: افزایش وزن روزانه پرنده‌گانی که در دوره آغازین و رشد مطابق راهنما و سپس با سطح بیش‌تر اسیدهای آمینه در دوره پایانی تغذیه شده بودند، نسبت به جیره با انرژی و اسیدهای آمینه کمتر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره و جوجه‌های تغذیه شده با جیره با انرژی و اسیدهای آمینه کمتر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی افزایش یافت ($P < 0.05$). پرنده‌گانی که جیره دوره آغازین و رشد مطابق راهنما و سپس با سطح بیش‌تر اسیدهای آمینه در دوره پایانی دریافت کرده بودند سطح گلوکز خون بیش‌تر و لیپوپروتئین با چگالی پایین کم‌تری نسبت به پرنده‌گانی که جیره شاهد را دریافت کردند، داشتند ($P < 0.05$). وزن نسبی سینه و شاخص تولید پرنده‌گانی که در دوره آغازین و رشد مطابق راهنما و سپس با سطح بیش‌تر اسیدهای آمینه در دوره پایانی تغذیه شده بودند نسبت به پرنده‌گانی که جیره شاهد و جیره با انرژی و اسیدهای آمینه کمتر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره دریافت کرده بودند، بیش‌تر بود ($P < 0.05$).

نتیجه‌گیری: محاسبات اقتصادی طرح نشان داد که می‌توان از مزیت استفاده از سطوح انرژی و اسید آمینه در جیره جوجه‌های گوشتی آراین استفاده کرد. به‌طور کلی، استفاده از جیره دوره آغازین و رشد مطابق راهنما و سپس سطح بیش‌تر اسیدهای آمینه در دوره پایانی سبب بهبود عملکرد در کل دوره پرورش و افزایش سودآوری خواهد شد.

کلیدواژه‌ها:

افزایش وزن بدن
جوجه گوشتی آراین
شاخص‌های اقتصادی
متابولیت‌های سرم خون

استناد: روحانی‌پور، حسن؛ یوسفی کلاریکلانی، کاظم؛ شریفی، سید داود؛ حسینی، سید عبدالله و یوسفی کلاریکلانی، حسین (۱۴۰۴). تأثیر سطوح انرژی و اسید آمینه جیره بر عملکرد رشد و قابلیت هضم مواد مغذی جوجه‌های گوشتی آراین. *تشریه تولیدات دامی*، ۲۷ (۱)، ۹۲-۷۱.
DOI: <https://doi.org/10.22059/jap.2025.384168.623806>



۱. مقدمه

سویه آراین یک مخزن ژنتیکی با ارزشی است که می‌تواند در شرایط تحریم اقتصادی، در تأمین پروتئین حیوانی مورد نیاز کشور بسیار مفید باشد. به همین دلیل، به‌تازگی سیاست‌های تشویقی دولت برای پرورش این سویه بیش‌تر شده است. البته بنا به دلایلی در چند سال گذشته سهم سویه آراین در بازار جوجه‌های گوشتی به‌شدت کاهش یافته که با توجه به ملی‌بودن آراین این مسئله نگران‌کننده به‌نظر می‌رسد (جهانیان و همکاران، ۱۳۹۷). امروزه ساختار ژنتیکی جوجه‌های گوشتی آراین دچار تغییراتی شده است و از آنجایی که حدود ۵۰ تا ۸۰ درصد مجموع خوراکی که در اختیار جوجه‌های گوشتی قرار داده می‌شود از موادی تشکیل شده است که اساساً مصرف آن‌ها برای تأمین انرژی مورد نیاز است، بنابراین لازم است که پیوسته اطلاعات مربوط به پاسخ حیوانات نسبت به سطح مورد نظر انرژی و نیاز به اسیدهای آمینه در جیره بهینه و به‌روز گردد (Neeteson et al., 2023).

تعیین سطح انرژی جیره، مهم‌ترین قسمت در تنظیم جیره می‌باشد، زیرا خوراک به‌تنهایی بیش از ۷۰ درصد کل هزینه‌های پرورش طیور را به خود اختصاص می‌دهد و هزینه پروتئین و اسیدهای آمینه در بین مواد مغذی تشکیل‌دهنده جیره از سایر مواد مغذی بالاتر است. هم‌چنین تولیدکنندگان طیور به‌طور مداوم در حال پیگیری راه‌کارهایی برای تقویت سلامت روده و بهبود عملکرد رشد در جوجه‌های گوشتی هستند (Wongnaa et al., 2023). تعیین پاسخ پرنده به سطح مواد مغذی جیره به‌ویژه اسیدهای آمینه و نحوه خوراک‌دهی برای حداکثر رساندن راندمان غذایی و کاهش عوارض رشد سریع از اهمیت خاصی برخوردار است. جیره‌های پر انرژی و با میزان بالای اسیدهای آمینه اگرچه سرعت رشد جوجه‌ها را افزایش می‌دهند، اما در ایران این جیره‌ها معمولاً بسیار گران تمام می‌شوند و لذا ممکن است حداکثر بازه اقتصادی را به‌همراه نداشته باشند. جوجه‌های گوشتی امروزی به سطح اسیدهای آمینه بیش‌تری برای به حداکثر رساندن عملکرد و بازده عضله سینه در مقایسه با جوجه‌های سال‌های گذشته نیازمند هستند (Ogbuewu & Mbajiorgu, 2023).

در همین راستا یکی از سویه‌های مهم گوشتی موجود در ایران، سویه آراین است که لاین‌های آن در داخل کشور پرورش می‌یابند و از این‌رو انجام آزمایش‌های تغذیه‌ای به جهت تأمین دقیق‌تر احتیاجات جوجه گوشتی آراین ضروری است، بنابراین به‌نظر می‌رسد اثرات انرژی قابل متابولیسم و اسیدهای آمینه در جیره‌های طراحی شده در جهت بهبود صفات عملکردی جوجه‌های گوشتی آراین کارآمد خواهد بود. در این آزمایش اثرات سطوح کاهشی یا افزایشی انرژی قابل متابولیسم و اسیدهای آمینه در جیره بر عملکرد رشد، فراسنجه‌های خونی، سیستم ایمنی، خصوصیات لاشه، کیفیت گوشت، قابلیت هضم مواد مغذی، جمعیت باکتریایی و ریخت‌سنجی بافت روه و کبد جوجه‌های گوشتی آراین بررسی شد. در آزمایشی بر روی جوجه‌های گوشتی سویه آربراکرز گزارش کردند که جوجه‌های تغذیه‌شده با سطوح کم (۲۷۴۰ و ۲۸۰۲ کیلوکالری بر کیلوگرم) و زیاد (۳۱۵۵ و ۳۱۴۵ کیلوکالری بر کیلوگرم) انرژی، اما سطح یکسان پروتئین، مواد معدنی و ویتامین‌ها، وزن یکسانی در هشت هفته‌گی داشتند (Dairo et al., 2010). در آزمایشی گزارش شده است که تغذیه جوجه‌های گوشتی کاب ۵۰۰ و راس ۳۰۸ با جیره‌های حاوی ۳۲۰۰ کیلوکالری در کیلوگرم انرژی قابل سوخت‌وساز و میزان پروتئین و اسیدهای آمینه گوگرددار مطابق با توصیه NRC (1994) و یا ۱۰ درصد بالاتر از آن در دوره‌های صفر تا ۲۱، ۲۱ تا ۴۲ و ۴۲ تا ۴۹ روزگی سرعت رشد و وزن پایانی در مقایسه با جیره‌های حاوی ۳۰۶۰ کیلوکالری در کیلوگرم انرژی قابل سوخت‌وساز و ۲۰ درصد میزان بالاتر پروتئین و اسیدهای آمینه گوگرددار افزایش پیدا کرد (Vieira et al., 2004). گزارش شده است در جیره‌هایی که درصد پروتئین خام و اسیدهای آمینه ضروری آن‌ها بالاست، همگام با افزایش انرژی جیره، میزان رشد جوجه‌های گوشتی نیز افزایش خواهد یافت و کاهش تدریجی احتیاجات پروتئینی در طول دوره پرورش به‌طور قابل‌توجهی هزینه تولید را در صورت تأمین احتیاجات اسیدهای آمینه کاهش می‌دهد (Chrystal et al., 2020). بنابراین، می‌توان از جیره‌های کم پروتئین در تغذیه جوجه‌های گوشتی به‌عنوان یک راه‌کار

مدیریتی برای افزایش بازدهی خوراک استفاده کرد. جیره‌های کم پروتئین به دلیل این که سطح مازاد اسیدهای آمینه ضروری را کاهش می‌دهند، سبب بهبود استفاده پروتئین خواهند شد (Dairo et al., 2010).

۲. روش پژوهش

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی مجتمع مرغ لاین سویه آرین واقع در ۲۰ کیلومتری جنوب شهر بابل در استان مازندران در فصل زمستان سال ۱۴۰۲ در سالنی به ابعاد ۱۵×۱۰ متر و با استفاده از ۲۴ قفس زمینی به ابعاد ۱۳۰×۱۴۵×۱۵۵ سانتی‌متر با تعداد ۷۲۰ قطعه جوجه یک‌روزه با میانگین وزن تقریبی ۴۶/۷۰ گرم در یک طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار و پنج تکرار در ۲۴ واحد آزمایشی انجام پذیرفت. جیره‌های آزمایش شامل ۱- جیره شاهد (سطح انرژی و اسید آمینه در کل دوره پرورش مطابق با راهنما سویه گوشتی آرین شرکت سهامی طیور کشور، ۱۳۷۴)، ۲- جیره با انرژی کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره، ۳- جیره با انرژی و اسید آمینه کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره، ۴- جیره با انرژی کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی، ۵- جیره با انرژی و اسید آمینه کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی، ۶- جیره دوره آغازین و رشد مطابق راهنما و سپس با سطح بیش‌تر اسیدهای آمینه در دوره پایانی بودند. قبل از تنظیم جیره‌ها، اسیدهای آمینه اجزای تشکیل‌دهنده آن‌ها به روش بازتاب امواج مادون قرمز از نزدیک (Near infrared spectroscopy: NIR) مشخص شد (Fontaine, 2001; Fontaine, 2002). ترکیب شیمیایی مواد خوراکی براساس NRC (1994) در نظر گرفته شد. فرم جیره‌ها تا پایان دوره به صورت آردی در اختیار پرندگان قرار گرفت. جیره‌ها بر پایه ذرت و سویا به کمک نرم‌افزار UFFDA و با توجه به استانداردهای توصیه شده به وسیله شرکت سهامی طیور کشور (۱۳۷۴) در مورد آمیخته گوشتی آرین، جیره‌ها در دو مرحله صفر تا ۲۵ روزگی و ۲۶ تا ۴۲ روزگی تنظیم شدند و همچنین سطوح انرژی و نسبت اسیدهای آمینه قابل هضم به اسید آمینه لیزین قابل هضم در سنین مختلف در جدول (۱) اشاره شده است.

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 اجرا شد و برنامه واکسیناسیون براساس توصیه دامپزشک و آلوده‌بودن منطقه پرورش به منظور پیشگیری از بیماری‌ها برای جوجه‌ها انجام گرفت. درجه حرارت سالن در هفته اول ۳۲-۳۳ درجه سانتی‌گراد بود، سپس هر هفته دو درجه سانتی‌گراد کاهش داده شد و در محدوده ۲۲-۲۴ درجه سانتی‌گراد با دمای آب حدود ۲۰-۲۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶۰-۷۰ 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، به تدریج 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 گیرنده نوری (مدل LX-1108، تایوان) 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 فوت کندل) تنظیم گردید. وزن کشی در روز نخست و روزهای هفت، ۱۴، ۲۵، ۳۳ و ۴۲ روزگی و دو ساعت بعد از قطع دان انجام شد و خوراک مصرفی نیز در این سنین در هر واحد آزمایشی به صورت دوره‌ای اندازه‌گیری شد. مصرف خوراک واحدهای آزمایشی از کسر خوراک مصرف شده در انتهای دوره از خوراک اختصاص داده شده در شروع دوره، بر مبنای روز جوجه محاسبه شد. در طول دوره آزمایش تعداد تلفات (از صفر تا ۴۲ روزگی) و وزن آن‌ها ثبت گردید و در تصحیح ضریب تبدیل خوراک منظور شد.

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیبات شیمیایی جیره‌های آزمایشی

۳۶ تا ۴۲ روزگی		صفر تا ۲۵ روزگی		اقلام خوراکی (کیلوگرم)	
اسیدهای آمینه	مطابق	اسیدهای آمینه	انرژی کم‌تر	مطابق	انرژی قابل متابولیسم
بیش‌تر از راهنما	راهنما	کم‌تر از راهنما	از راهنما	راهنما	(کیلوکالری بر کیلوگرم)
۶۴/۳۵	۶۶/۳۸	۶۲/۰۰	۵۸/۱۰	۵۶/۵۰	دانه ذرت (۷/۲۰ درصد پروتئین)
۳۱/۱۰	۲۷/۶۰	۳۱/۹۱	۳۵/۳۱	۳۵/۵۱	کنجاله سویا (۴۴/۵۴ درصد پروتئین)
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۸۰	۰/۸۰	۰/۸۰	سپوس گندم (۱۶/۳۷ درصد پروتئین)
۰/۲۵	۱/۹۰	۰/۶۰	۱/۱۰	۲/۵۰	روغن سویا
۰/۲۸	۰/۲۵۰	۰/۲۶	۰/۲۹۵	۰/۲۹۵	دی-آل-متیونین
۰/۱۹	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۱۹۵	۰/۱۹۵	آل-لیزین
۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۷	آل-ترئونین
۱/۳۶	۱/۴۰	۱/۶۷	۱/۶۳	۱/۶۳	دی کلسیم فسفات
۰/۹۰	۰/۸۹	۱/۰۱	۱/۰۱	۱/۰۱	صدف
۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۴	نمک
۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	جوش شیرین
۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	پرمکس معدنی و ویتامینی ^۱
۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	ویتامین E+ سلنیوم
۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	کولین کلراید ۶۰ درصد
۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	توکسین بایندر
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	جمع
۳۰۰۰	۳۰۰۰	۲۸۶۰	۲۸۶۰	۲۹۴۰	ترکیبات شیمیایی محاسبه شده ^۲
۱۹/۵	۱۸/۲	۲۰/۰۰	۲۱/۲۰	۲۱/۲۰	انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری بر کیلوگرم)
۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۰	پروتئین خام (درصد)
۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵	کلسیم (درصد)
۱/۰۲	۰/۹۵	۱/۰۵	۱/۱۲	۱/۱۲	فسفر قابل دسترس (درصد)
۰/۸۰	۰/۷۵	۰/۷۹	۰/۸۵	۰/۸۵	لیزین قابل هضم (درصد)
۰/۷۰	۰/۶۵	۰/۶۹	۰/۷۴	۰/۷۴	متیونین+سیستئین قابل هضم (درصد)
۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۱۹	۰/۱۷	۰/۱۵	ترئونین قابل هضم (درصد)
۱/۱۴	۱/۰۴	۱/۱۷	۱/۲۶	۱/۲۶	تریئوفان قابل هضم (درصد)
۰/۸۰	۰/۷۴	۰/۸۲	۰/۸۷	۰/۸۷	آرژنین قابل هضم (درصد)
۰/۷۲	۰/۶۷	۰/۷۴	۰/۷۹	۰/۷۹	والین قابل هضم (درصد)
۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۶	ایزولوسین قابل هضم (درصد)
۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۲۱۸	۰/۲۱۷	۰/۲۱۶	سدیم (درصد)
۰/۸۱	۰/۷۵	۰/۸۳	۰/۸۹	۰/۸۹	کلر (درصد)
۸۷	۸۲	۷۷	۷۵	۸۶	پتاسیم (درصد)
۷۸			۸۰	۸۱	نسبت اسیدهای آمینه به اسید آمینه لیزین قابل هضم
۶۷			۸۵	۸۶	نسبت والین به لیزین (درصد)
۱۶			۸۷	۸۷	نسبت متیونین+سیستئین به لیزین (درصد)
۱۰۵			۸۸	۸۸	نسبت ترئونین به لیزین (درصد)
۶۹			۸۹	۸۹	نسبت تریئوفان به لیزین (درصد)
			۹۰	۹۰	نسبت آرژنین به لیزین (درصد)
			۹۱	۹۱	نسبت ایزولوسین به لیزین (درصد)

۱. مکمل ویتامینه از نظر محتوای ویتامینی عرضه نموده برای هر کیلو جیره شامل: تیامین منو هیدرات ۲/۵ میلی گرم، نیکوتینیک اسید ۴۵ میلی گرم، ریبوفلاوین ۶ میلی گرم، دی کلسیم-پنتوتات ۱۵ میلی گرم، کوپال آمین ۰/۰۲۵ میلی گرم، پری دوکسین هیدروکلراید ۳ میلی گرم، بیوتین ۰/۱۵ میلی گرم، فولیک اسید ۱/۵ میلی گرم، کولین کلراید ۸۴۰ میلی گرم، کوله کلسیفرول ۴۰۰۰ واحد بین‌المللی، ترانس ریتنول استات ۱۰۰۰۰ واحد بین‌المللی، توکوفرول استات ۵۵ واحد بین‌المللی، اتوکسی کوئین ۱/۲۵ میلی گرم، مکمل معدنی از نظر محتوای معدنی عرضه نموده برای هر کیلو جیره شامل منگنز اکساید ۱۲۰ میلی گرم، فروس سولفات ۴۰ میلی گرم، اکسید روی ۱۰۰ میلی گرم، سولفات سرب ۱۶ میلی گرم، یدات کلسیم ۱/۲۵ میلی گرم، سلنات سدیم ۰/۳ میلی گرم.

۲. ترکیبات شیمیایی محاسبه شده اقلام خوراکی با دستگاه طیف سنج مادون قرمز نزدیک (NIR) در شرکت ایونیک (تهران) اندازه‌گیری شد.

برای بررسی پاسخ‌های ایمنی هومورال پرندگان از هر تکرار دو پرنده (جنس نر و ماده) با وزن نزدیک به میانگین انتخاب و از تزریق سوسپانسیون پنج درصد گلبول‌های قرمز گوسفندی (Sheep red blood cells: SRBC) در ۳۶ روزگی استفاده گردید. نمونه‌های سرم خون پرندگان بعد از گذشت هفت روز از هر نوبت تزریق، از طریق ورید بال جمع‌آوری شد و به آزمایشگاه منتقل شدند. برای اندازه‌گیری تیتر آنتی‌بادی تام، از روش Van der Zijpp & Leenstra (1980) استفاده شد. در پایان دوره آزمایشی (۴۲ روزگی)، جهت اندازه‌گیری تیتر آنتی‌بادی‌های سرم علیه آنتی‌ژن ویروس بیماری

نیوکاسل مقدار ۲/۵ میلی لیتر خون به لوله غیرهپارینه منتقل شد. نمونه های خون به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد با سرعت ۱۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ (مدل TD4C، چین) شدند و به آزمایشگاه منتقل شدند. اندازه گیری تیترا آنتی بادی علیه آنتی ژن ویروس بیماری نیوکاسل به روش آزمون ممانعت از هم‌آگلوتیناسیون (Hemagglutination: HI) میکروتیتر انجام شد (Krams et al., 2012). جهت اندازه گیری صفات خون شناسی (گلبول های سفید خون، درصد هتروفیل، لنفوسیت، نسبت هتروفیل/لنفوسیت، تیترا آنتی بادی علیه نیوکاسل) بخش پنج میلی لیتر دیگر از خون به لوله های وکیوم خون گیری هپارینه منتقل و پس از این که خوب مخلوط شد تا زمان انجام آزمایش در فریزر ۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری شدند. در آزمایشگاه به منظور بررسی شمارش گلبول های سفید خون، لوله های ونوجکت حاوی ماده ضد انعقاد (Ethylenediaminetetraacetic acid: EDTA) را جهت تهیه لام گسترش شعله شمعی و رنگ آمیزی رایت گیمسا با عدسی شیئی با بزرگ نمایی ۱۰۰ میکروسکوپ نوری و براساس معیارهای مورفولوژیک، سلول های هتروفیل و لنفوسیت شمارش شد و نسبت هتروفیل به لنفوسیت به ازای هر ۱۰۰ لوکوسیت در هر اسلاید به عنوان شاخصی از عملکرد سیستم ایمنی محاسبه گردید (Krams et al., 2012).

انرژی قابل متابولیسم ظاهری و قابلیت هضم مواد مغذی (مواد آلی، چربی خام، پروتئین خام) در طی روزهای ۳۸ تا ۴۲ دوره پرورش با استفاده از اکسید کروم به عنوان مارکر (به میزان ۰/۳ درصد جیره) به روش جمع آوری کل مدفوع سنجیده شد (Schneitz et al., 1998; AOAC, 2005). در پایان دوره آزمایشی (۴۲ روزگی)، شش قطعه جوجه از هر تکرار با نسبت مساوی نر و ماده انتخاب و بلافاصله پس از کشتار، دستگاه گوارش خارج و قسمت های مختلف لاشه شامل سینه، ران، چربی حفره بطنی، طحال و بورس به صورت درصدی از وزن زنده بدن مشخص شد. وزن اندام های ایمنی شامل طحال و بورس فابریسیوس با ترازوی دیجیتال (مدل ME303، سوئیس) با دقت ۰/۰۰۱± اندازه گیری شد. برای اندازه گیری شاخص های کیفیت گوشت شامل ظرفیت نگهداری آب (Water holding capacity: WHC) و اکسیداسیون لیپید، از ماهیچه ران سمت چپ پرندگان نمونه برداری شد. نمونه ها پس از بسته بندی در فریزر با دمای ۲۰- سانتی گراد قرار گرفتند و ۱۴ روز بعد از کشتار اقدام به انجام آزمایش های کیفیت گوشت شد. جهت تعیین pH، پنج گرم نمونه گوشت با ۲۵ میلی لیتر آب مقطر ترکیب و با دستگاه هموژنایزر هم زده تا یکنواخت گردید و پس از عبور از کاغذ استریل صافی با pH متر (مدل Professional Meter PP-50، آلمان) اندازه گیری شد. برای بررسی ظرفیت نگهداری آب یک گرم از نمونه گوشت از ماهیچه ران را در کاغذ صافی پیچیده و در لوله های فالتکون ۱۵ میلی لیتری به مدت چهار دقیقه با ۱۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. نمونه پس از سانتریفیوژ با پارچه کتان خشک و وزن گردید. پس از توزین، نمونه به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد قرار گرفت و سپس دوباره وزن شد. در نهایت با استفاده از رابطه (۱)، درصد ظرفیت نگهداری آب محاسبه شد (Castellini et al., 2002).

$$\text{رابطه (۱)} \quad \times 100 = \frac{(\text{وزن بعد از آون گرم}) - (\text{وزن بعد از سانتریفیوژ گرم})}{\text{وزن اولیه گرم}} = \text{ظرفیت نگهداری آب (درصد)}$$

برای بررسی پایداری اکسیدتیو گوشت از روش اندازه گیری (Malondialdehyde: MDA) استفاده شد، یک گرم نمونه گوشت جدا شد و با استفاده از دستگاه اولتراسونیک (مدل ۲۴۰۰F، چین) عصاره گیری گردید. پس از عبور از کاغذ صافی با محلول تیوباربیتوریک اسید (Thiobarbituric acid: TBA) ترکیب و به مدت ۱۰ دقیقه در حمام بن ماری (دمای ۹۰ درجه سانتی گراد) قرار گرفت. سپس به مدت ۱۰ دقیقه با ۱۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید و با طول موج ۵۲۰ نانومتر دستگاه اندازه گیری جذب نوری (مدل UV-160-A، چین) خوانش شد و پس از انتقال نتایج حاصل به منحنی استاندارد، غلظت MDA تعیین شد (Placer et al., 1966).

برای شمارش باکتری‌های موجود در ایلئوم جوجه‌ها از محل قسمت میانی ایلئوم نمونه‌برداری انجام شد و نمونه‌ها در داخل ظروف استریل و در دمای ۲۴- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. شمارش لاکتوباسیلوس‌ها از محیط کشت MRS agar، برای شمارش کلی‌فرم از محیط کشت MacConkey agar و برای باکتری کل‌هوازی از Nutrient agar استفاده شد (De Man et al., 1960). در همه موارد پس از اتمام زمان انکوباسیون، کلنی‌ها بعد از شمارش، در عکس رقت مورد استفاده ضرب شد و سپس لگاریتم تعداد واحد کلنی در گرم (log cfu/g) محاسبه گردید.

هم‌چنین در پایان آزمایش، قطعات سه سانتی‌متری از ناحیه روده کوچک (ژژنوم) و کبد برداشته شد و پس از شست‌وشو با محلول بافر فسفات با استفاده از فرمالین پنج درصد تثبیت و برای انجام مطالعات بافت‌شناسی به آزمایشگاه (آزمایشگاه دامپزشکی کاوش، استان گلستان، گرگان) منتقل شدند. برای رنگ‌آمیزی برش‌های بافتی، از رنگ‌های همتاکسیلین-اُتوزین استفاده شد. از رنگ‌آمیزی اختصاصی آلیسین‌بلو جهت مشخص کردن سلول‌های جامی شکل استفاده شد. برای تهیه اسلایدهای بافتی از روش واکس پارافین و برای برش‌گیری از قالب پارافینی از دستگاه میکروتوم (مدل Peco 400 plus، ایران) استفاده شد. صفات ریخت‌شناسی بافت روده نظیر ارتفاع پرز، ضخامت یا قطر پرز، عمق و قطر کریپت به کمک میکروسکوپ نوری متصل به کامپیوتر (مدل MBL3300، آلمان) اندازه‌گیری شد (González-Morán, 2016). جهت ارزیابی تغییرات هیستومورفومتری از دوربین Dino late (مدل AM4113-RUT، تایوان) و نرم‌افزار (Dino Capture، نسخه ۲/۰) استفاده شد.

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 ضرب‌در میانگین وزن زنده (کیلوگرم) تقسیم بر طول دوره ضرب‌در ضریب تبدیل خوراک مربوط به همان دوره ضرب شد و حاصل جمع آن‌ها ضرب‌در عدد ۱۰۰ شد و شاخص تولید محاسبه گردید. سود تغذیه‌ای یا شاخص سودآوری از طریق حاصل ضرب وزن بدن پرندگان به کیلوگرم در قیمت هر کیلوگرم مرغ به تومان منهای کل خوراک مصرف‌شده مربوط به همان دوره به کیلوگرم در قیمت هر کیلوگرم خوراک به تومان محاسبه گردید. لازم به ذکر است که قیمت اقلام خوراکی برحسب قیمت تمام‌شده آن‌ها در زمان انجام آزمایش مورد محاسبه 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 به همان 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 نرمال بودن باقیمانده‌ها و همگنی واریانس‌ها استفاده شد. داده‌های حاصل پس از مرتب‌سازی با نرم‌افزار (Excel، نسخه ۲۰۲۴) و با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۴) برای مدل (۲) تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح معنی‌داری پنج درصد مقایسه شدند.

$$Y_{ij} = \mu + A_i + e_{ij} \quad \text{رابطه ۲}$$

که در این رابطه، Y_{ij} مقدار هر مشاهده‌شده؛ μ میانگین جامعه؛ A_i اثر تیمار ($i=1,2$) و e_{ijk} اثر خطای آزمایشی است.

۳. یافته‌های پژوهش

تأثیر سطوح انرژی و اسیدهای آمینه جیره بر صفات عملکردی جوجه‌های گوشتی سویه آرین در مراحل مختلف پرورش (آغازین، رشد و پایانی) در جدول (۲) آورده شده است. سطوح مختلف انرژی و اسیدهای آمینه جیره بر خوراک مصرفی در دوره آغازین و ضریب تبدیل خوراک در دوره پایانی بین گروه‌های آزمایشی اثر معنی‌داری نداشت. در دوره آغازین (صفر

تا ۱۴ روزگی)، افزایش وزن روزانه پرنده‌گانی که در دوره آغازین و رشد مطابق راهنما و سپس با سطح بیش‌تر اسیدهای آمینه در دوره پایانی تغذیه شده بودند، نسبت به جیره با انرژی و اسیدهای آمینه کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره و جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره با انرژی و اسیدهای آمینه کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی افزایش یافت ($P < 0.05$). ضریب تبدیل پرنده‌گانی که از جیره دوره آغازین و رشد مطابق راهنما و سپس با سطح بیش‌تر اسیدهای آمینه در دوره پایانی و جیره شاهد تغذیه کرده بودند نسبت به جیره با انرژی و اسیدآمینه کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی و جیره با انرژی و اسیدآمینه کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره کاهش یافت ($P < 0.05$).

در دوره رشد (۱۵ تا ۲۵ روزگی)، افزایش وزن روزانه پرنده‌گانی که جیره با انرژی کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس با سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی دریافت کرده بودند نسبت به پرنده‌گانی که با جیره با انرژی کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره و جیره با انرژی و اسیدآمینه کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره تغذیه شده بودند، افزایش یافتند ($P < 0.05$). مصرف خوراک پرنده‌گانی که از جیره شاهد و جیره با انرژی کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره دریافت کرده بودند نسبت به پرنده‌گانی که با جیره با انرژی کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی تغذیه شده بودند، افزایش یافت ($P < 0.05$). پرنده‌گانی که جیره شاهد و جیره با انرژی کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره دریافت کردند ضریب تبدیل خوراک آن‌ها نسبت به پرنده‌گانی که از جیره با انرژی و اسیدآمینه کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره تغذیه کرده بودند، کاهش یافت ($P < 0.05$). در دوره پایانی (۲۶ تا ۴۲ روزگی)، افزایش وزن روزانه پرنده‌گانی که از جیره با انرژی کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره آغازین و رشد مطابق راهنما و سپس با سطح بیش‌تر اسیدهای آمینه در دوره پایانی دریافت کرده بودند نسبت به پرنده‌گانی که از جیره با انرژی و اسیدآمینه کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره تغذیه کرده بودند، افزایش یافت ($P < 0.05$). خوراک مصرفی پرنده‌گانی که از جیره با انرژی و اسیدآمینه کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره دریافت کرده بودند نسبت به پرنده‌گانی که از جیره با انرژی کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره آغازین و رشد مطابق راهنما و سپس با سطح بیش‌تر اسیدهای آمینه در دوره پایانی تغذیه کرده بودند، کاهش یافت ($P < 0.05$).

در کل دوره (صفر تا ۴۲ روزگی)، افزایش وزن روزانه پرنده‌گانی که با جیره دوره آغازین و رشد مطابق راهنما و سپس با سطح بیش‌تر اسیدهای آمینه در دوره پایانی تغذیه شده بودند نسبت به جیره با انرژی کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی و جیره با انرژی و اسیدآمینه کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره افزایش یافت ($P < 0.05$). خوراک مصرفی در کل دوره برای پرنده‌گانی که جیره با انرژی و اسیدآمینه کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره تغذیه کرده بودند نسبت به پرنده‌گانی که با جیره دوره آغازین و رشد مطابق راهنما و سپس با سطح بیش‌تر اسیدهای آمینه در دوره پایانی تغذیه شده بودند، افزایش یافت ($P < 0.05$). پرنده‌گانی که جیره دوره آغازین و رشد مطابق راهنما و سپس با سطح بیش‌تر اسیدهای آمینه در دوره پایانی دریافت کرده بودند در کل دوره ضریب تبدیل خوراک آن‌ها نسبت به پرنده‌گانی که از جیره با انرژی و اسیدآمینه کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره تغذیه شده بودند، کاهش یافت ($P < 0.05$).

جدول ۲. تأثیر سطوح انرژی و اسیدهای آمینه جیره بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در مراحل مختلف پرورش

تیمار ^۱	۱	۲	۳	۴	۵	۶	SEM	P-value
صفر تا ۱۴ روزگی (آغازین)								
افزایش وزن دوره ^۲ (گرم)	۴۱۳ ^{ab}	۴۱۶ ^{ab}	۳۹۲ ^b	۴۱۸ ^{ab}	۳۹۴ ^b	۴۳۴ ^a	۳/۲۶	۰/۰۰۱
خوراک مصرفی ^۳ (گرم)	۴۷۴	۴۸۱	۴۸۶	۴۷۶	۴۷۸	۴۸۱	۴/۴۲	۰/۴۹۰
ضریب تبدیل خوراک ^۴ (گرم/گرم)	۱/۱۴ ^b	۱/۱۵ ^{ab}	۱/۲۳ ^a	۱/۱۵ ^{ab}	۱/۲۳ ^a	۱/۱۴ ^b	۰/۰۱	۰/۰۰۰۴
۱۵ تا ۲۵ روزگی (رشد)								
افزایش وزن دوره (گرم)	۱۳۳۹ ^{ab}	۱۳۳۲ ^b	۱۲۸۳ ^c	۱۳۶۳ ^a	۱۲۸۵ ^{bc}	۱۳۴۵ ^{ab}	۹/۰۸	۰/۰۰۱
خوراک مصرفی (گرم)	۱۸۲۰ ^b	۱۸۲۰ ^b	۱۸۷۰ ^{ab}	۱۹۴۰ ^a	۱۸۴۰ ^{ab}	۱۹۰۶ ^{ab}	۷/۶۶	۰/۰۰۱
ضریب تبدیل خوراک (گرم/گرم)	۱/۳۶ ^b	۱/۳۷ ^b	۱/۴۶ ^a	۱/۴۳ ^{ab}	۱/۴۳ ^{ab}	۱/۴۱ ^{ab}	۰/۰۰۷	۰/۰۰۸
۲۶ تا ۴۲ روزگی (پایانی)								
افزایش وزن دوره (گرم)	۱۹۵۲ ^{ab}	۱۹۵۸ ^{ab}	۱۸۸۲ ^c	۱۹۹۴ ^a	۱۹۴۴ ^b	۱۹۹۶ ^a	۱۴/۶۶	۰/۰۰۱
خوراک مصرفی (گرم)	۲۹۷۶ ^{ab}	۲۹۷۸ ^{ab}	۲۹۵۷ ^b	۳۰۲۹ ^a	۲۹۸۰ ^{ab}	۳۰۲۶ ^a	۲۲/۴۳	۰/۰۱۲
ضریب تبدیل خوراک (گرم/گرم)	۱/۵۲	۱/۵۳	۱/۵۷	۱/۵۲	۱/۵۳	۱/۵۲	۰/۰۱	۰/۱۵۴
صفر تا ۴۲ روزگی (کل دوره)								
افزایش وزن دوره (گرم)	۲۵۹۳ ^{bc}	۲۵۶۰ ^{bc}	۲۵۲۰ ^c	۲۶۱۵ ^b	۲۵۲۳ ^{bc}	۲۶۸۰ ^a	۲۰/۵۲	۰/۰۰۲
خوراک مصرفی (گرم)	۴۲۵۷ ^{ab}	۴۲۷۵ ^{ab}	۴۲۴۰ ^b	۴۳۴۰ ^{ab}	۴۲۷۹ ^{ab}	۴۳۵۵ ^a	۲۳/۴۴	۰/۰۳۴
ضریب تبدیل خوراک (گرم/گرم)	۱/۶۵ ^{ab}	۱/۶۶ ^{ab}	۱/۶۹ ^a	۱/۶۶ ^{ab}	۱/۶۸ ^{ab}	۱/۶۲ ^b	۰/۰۰۵	<۰/۰۰۰۱

a-b: تفاوت ارقام در هر ستون با حروف نامشابه، معنی‌دار است ($P < 0.05$). SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

۱. جیره‌های آزمایش شامل ۱- جیره شاهد (سطح انرژی و اسید آمینه در کل دوره پرورش مطابق با راهنما سویه گوشتی آرین)، ۲- جیره با انرژی کمتر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره، ۳- جیره با انرژی و اسید آمینه کمتر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره، ۴- جیره با انرژی کمتر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی، ۵- جیره با انرژی و اسید آمینه کمتر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی، ۶- جیره دوره آغازین و رشد مطابق راهنما و سپس با سطح بیش‌تر اسیدهای آمینه در دوره پایانی 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)

سطوح مختلف انرژی جیره و اسیدهای آمینه بر غلظت کلسترول، تری‌گلیسیرید، لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL)، آلبومین (Alb)، پروتئین کل (TP)، آسپاراتات آمینوترانسفراز (AST) و آنتی‌بادی اختصاصی گلبول‌های قرمز گوسفند (SRBC) تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۳). پرنده‌گانی که در دوره آغازین و رشد مطابق راهنما و سپس با سطح بیش‌تر اسیدهای آمینه در دوره پایانی تغذیه شدند، نسبت به گروه شاهد، گلوکز خون بیش‌تر و لیپوپروتئین با چگالی پایین (LDL) کم‌تری داشتند ($P < 0.05$). همچنین در این پرنده‌گان سطح آنزیم کبدی آلانین آمینوترانسفراز (ALT) در سرم خون آن‌ها بیش‌تر از سایر گروه‌های آزمایشی بود ($P < 0.05$). تیت‌ر نیوکاسل (B1) سرم خون پرنده‌گانی که با جیره با انرژی و اسیدهای آمینه کمتر در دوره آغازین و رشد و سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی و جیره با انرژی و اسیدهای آمینه کمتر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره تغذیه شده بودند نسبت به پرنده‌گانی که جیره با انرژی کمتر در دوره آغازین و رشد و سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی را دریافت کرده بودند، افزایش یافت ($P < 0.05$).

جدول (۴) تأثیر سطوح مختلف انرژی و اسیدهای آمینه بر سیستم ایمنی و شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی جوجه‌های گوشتی آرین معنی‌دار نبوده است.

جدول ۳. تأثیر سطوح انرژی و اسیدهای آمینه جیره بر فراسنجه‌های لیپیدی سرم خون، آنزیم های کبدی و تیتراکتی بادی‌ها در کل دوره (صفر تا ۴۲ روزگی)

تیمار ^۱	گلوتر (میلی گرم /دسی لیتر)	کلسترول (میلی گرم /دسی لیتر)	تری گلیسرید (میلی گرم /دسی لیتر)	HDL ^۲ (میلی گرم /دسی لیتر)	LDL ^۳ (میلی گرم /دسی لیتر)	AB ^۴ (میلی گرم /دسی لیتر)	TP ^۵ (میلی گرم /دسی لیتر)	AST ^۶ (واحد /لیتر)	ALT ^۷ (واحد /لیتر)	SRBC ^۸	تیتراکتی بادی
۱	۲۴۱/۳۳ ^{ab}	۱۱۴/۶۰	۵۹/۶۸	۴۲/۰۸	۷۱/۶۸ ^a	۶/۴۹	۳/۰۹	۲۲۸/۹۰	۷/۲۷ ^{bc}	۴/۵۰	۲/۳۸ ^{ab}
۲	۲۸۴/۳۳ ^{ab}	۱۲۰/۴۰	۶۷/۲۴	۴۷/۴۳	۶۲/۳۰ ^{abc}	۶/۶۷	۳/۳۴	۲۳۲/۷۰	۴/۶۹ ^c	۴/۷۵	۲/۵۵ ^{ab}
۳	۲۶۷/۰۰ ^{ab}	۱۳۰/۲۰	۵۸/۴۲	۴۴/۴۵	۶۸/۳۳ ^{ab}	۷/۱۸	۳/۳۷	۲۶۳/۳۰	۶/۰۲ ^c	۵/۰۰	۳/۱۳ ^a
۴	۲۶۷/۶۷ ^{ab}	۱۲۹/۹۰	۷۷/۸۹	۵۴/۱۸	۶۷/۹۴ ^{ab}	۷/۷۷	۳/۴۶	۲۳۹/۹۰	۷/۱۱ ^{bc}	۴/۵۰	۲/۰۳ ^b
۵	۳۴۷/۳۳ ^{ab}	۱۲۰/۴۰	۷۳/۶۴	۴۷/۲۰	۵۸/۵۱ ^{bc}	۶/۶۹	۳/۱۸	۲۳۷/۱۰	۹/۶۱ ^{ab}	۴/۰۰	۳/۰۰ ^a
۶	۳۰۳/۳۳ ^{ab}	۱۳۷/۱۰	۶۹/۸۶	۴۶/۳۵	۵۵/۳۸ ^c	۶/۲۲	۳/۰۲	۲۴۸/۷۰	۱۰/۸۷ ^a	۴/۷۵	۲/۴۶ ^{ab}
SEM	۹/۵۱	۴/۵۰	۳/۵۴	۲/۴۹	۲/۷۶	۰/۲۹	۰/۱۰	۷/۷۱	۰/۷۹	۰/۴۱	۰/۱۹
سطح احتمال	۰/۰۲۰	۰/۰۸۰	۰/۵۰۱	۰/۴۹۰	۰/۰۰۱	۰/۰۸۱	۰/۳۱۱	۰/۳۹۳	۰/۰۱۲	۰/۸۰۴	۰/۰۰۲

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

۱. جیره‌های آزمایش شامل ۱- جیره شاهد (سطح انرژی و اسید آمینه در کل دوره پرورش مطابق با راهنما سویه گوشتی آرین)، ۲- جیره با انرژی کمتر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره، ۳- جیره با انرژی و اسید آمینه کمتر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره، ۴- جیره با انرژی کمتر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی، ۵- جیره با انرژی و اسید آمینه کمتر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی، ۶- جیره دوره آغازین و رشد مطابق راهنما و سپس با سطح بیش‌تر اسیدهای آمینه در دوره پایانی بودند.

۲. HDL: لیپوپروتئین با چگالی بالا؛ ۳. LDL: لیپوپروتئین با چگالی پایین؛ ۴. Alb: آلبومین؛ ۵. TP: پروتئین کل؛ ۶. AST: آسپارات آمینوترانسفراز؛ ۷. ALT: آلانین آمینوترانسفراز؛ ۸. SRBC: آنتی بادی اختصاصی گلبول‌های قرمز گوسفند.

جدول ۴. تأثیر سطوح انرژی و اسیدهای آمینه جیره بر سیستم ایمنی و شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی جوجه‌های گوشتی در کل دوره (صفر تا ۴۲ روزگی)

تیمار ^۱	حجم فشرده سلولی (درصد)	گلبول قرمز خون (میکرو لیتر/۱۰ ^۶)	هما توکریت (درصد)	هموگلوبین (گرم/دسی لیتر)	میانگین غلظت هموگلوبین گلبول های قرمز (درصد)	میانگین وزن همو گلوبین در گلبول های قرمز (پیکو گرم)	میانگین حجم گلبول های قرمز خون (میکرومتر مکعب)	هتروفیل / لنفوسیت (درصد)	مونوسیت (درصد)	سوپراکسید دیسموتاز (واحد/میلی لیتر)	گلوتاتیون پراکسیداز (واحد/میلی لیتر)	MDA ^۲ (نانوگرم/میلی لیتر)
۱	۳۱/۸۱	۲/۴۱	۲۶/۶۰	۱۷/۹۰	۹/۲۸	۷/۴۰	۱۱۰/۳۳	۲۵/۰۴	۴/۰۰	۱۵۰/۱۰	۲۹۱/۴۰	۲/۰۰
۲	۳۱/۷۳	۲/۶۰	۲۶/۹۳	۱۹/۵۳	۹/۸۲	۹/۷۱	۱۲۸/۴۲	۲۹/۹۹	۴/۳۳	۱۲۱/۲۰	۱۵۹/۴۰	۱/۹۵
۳	۳۲/۸۱	۲/۷۷	۲۷/۷۰	۱۹/۰۷	۹/۵۳	۹/۹۹	۱۳۰/۳۵	۲۶/۳۸	۲/۶۷	۱۲۲/۴۰	۲۵۵/۸۰	۱/۸۹
۴	۲۹/۳۹	۲/۶۱	۲۵/۹۰	۱۷/۸۰	۸/۳۲	۹/۰۱	۱۱۰/۳۳	۲۷/۶۶	۵/۰۰	۱۲۵/۷۰	۲۰۹/۰۰	۱/۷۲
۵	۳۰/۰۲	۲/۷۰	۲۵/۸۵	۱۷/۷۰	۸/۷۲	۹/۵۲	۱۲۰/۳۹	۲۷/۶۸	۵/۰۰	۱۲۹/۳۰	۲۵۸/۱۰	۱/۶۹
۶	۳۲/۳۷	۲/۴۶	۲۶/۴۳	۱۸/۵۷	۹/۳۵	۸/۱۰	۱۰۷/۴۳	۱۹/۴۳	۴/۶۷	۱۴۱/۰۰	۲۱۶/۵۰	۱/۹۶
SEM	۱/۱۷	۰/۱۰	۰/۹۷	۱/۲۹	۱/۸۹	۲/۰۱	۲/۱۷	۲/۲۲	۱/۲۰	۹/۹۲	۱۶/۵۳	۰/۱۱
سطح احتمال	۰/۷۰۱	۰/۸۷۰	۰/۷۱۴	۰/۵۹۳	۰/۸۶۴	۰/۹۴۵	۰/۷۶۴	۰/۲۸۲	۰/۷۸۰	۰/۷۹	۰/۰۶۶	۰/۱۴۹

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

۱. جیره‌های آزمایش شامل ۱- جیره شاهد (سطح انرژی و اسید آمینه در کل دوره پرورش مطابق با راهنما سویه گوشتی آرین)، ۲- جیره با انرژی کمتر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره، ۳- جیره با انرژی و اسید آمینه کمتر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره، ۴- جیره با انرژی کمتر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی، ۵- جیره با انرژی و اسید آمینه کمتر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی، ۶- جیره دوره آغازین و رشد مطابق راهنما و سپس با سطح بیش‌تر اسیدهای آمینه در دوره پایانی بودند.

۲. MDA = مالون دی‌الدهید.

تأثیر سطوح انرژی و اسیدهای آمینه بر وزن نسبی لاشه، بال، طحال، بورس فابریسیوس و کبد معنی‌دار نبود (جدول ۵) در پرنده‌گانی که در دوره آغازین و رشد با جیره مطابق راهنما و سپس با جیره با سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر، تغذیه شده بودند، وزن نسبی سینه بیش‌تر و وزن چربی بطنی، بخش پستی-کمری و قلب کم‌تر بود ($P < 0.05$). وزن نسبی ران گروه شاهد و پرنده‌گانی که در دوره آغازین و رشد با جیره با انرژی و اسید آمینه کم‌تر و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره دریافت کرده بودند، بیش‌تر بود ($P < 0.05$).

جدول ۵. تأثیر سطوح انرژی و اسیدهای آمینه جیره بر بازده لاشه و وزن نسبی اندام‌های داخلی جوجه‌های گوشتی در کل دوره (صفر تا ۴۲ روزگی)

تیمار ^۱	لاشه (درصد)	سینه (درصد)	ران (درصد)	چربی (درصد)	بال (درصد)	بخش پستی-کمری (درصد)	قلب (درصد)	طحال (درصد)	بورس فابریسیوس (درصد)	کبد (درصد)
۱	۷۲/۷۲	۲۴/۶۸ ^b	۲۰/۲۲ ^a	۱/۰۵ ^{ab}	۷/۹۸	۱۵/۱۴ ^{ab}	۰/۴۴۱ ^{ab}	۰/۱۰۹	۰/۱۶۷	۲/۱۷
۲	۷۲/۴۲	۲۵/۲۴ ^{ab}	۱۹/۲۴ ^b	۱/۲۱ ^a	۸/۰۸	۱۵/۲۴ ^a	۰/۴۴۵ ^{ab}	۰/۱۱۴	۰/۱۸۸	۲/۲۳
۳	۷۱/۷۶	۲۴/۶۶ ^b	۲۰/۰۰ ^a	۱/۰۴ ^{ab}	۷/۸۸	۱۵/۰۸ ^{ab}	۰/۴۶۱ ^a	۰/۱۱۴	۰/۱۲۶	۲/۴۲
۴	۷۲/۳۸	۲۵/۲۴ ^{ab}	۱۹/۷۶ ^{ab}	۱/۰۱ ^{ab}	۸/۰۶	۱۵/۳۸ ^a	۰/۴۴۶ ^{ab}	۰/۰۹۴	۰/۱۵۸	۲/۲۸
۵	۷۲/۷۸	۲۵/۲۳ ^{ab}	۱۹/۸۸ ^{ab}	۱/۰۲ ^{ab}	۷/۸۸	۱۵/۵۸ ^a	۰/۴۵۵ ^a	۰/۱۲۱	۰/۱۹۳	۱/۹۸
۶	۷۳/۱۶	۲۵/۶۳ ^a	۱۹/۷۶ ^{ab}	۰/۹۶ ^b	۷/۹۲	۱۴/۶۰ ^b	۰/۳۹۸ ^b	۰/۱۰۰	۰/۱۶۹	۲/۱۵
SEM	۰/۳۴	۰/۱۶	۰/۱۹	۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۰۹	۰/۰۲	۰/۱۶
(P-value)										
سطح احتمال	۰/۱۲۱	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۳۰	۰/۰۲۲	۰/۲۰۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۴	۰/۱۸۱	۰/۱۹۳	۰/۸۲۰

a-b: تفاوت ارقام در هر ستون با حروف نامشابه، معنی‌دار است ($P < 0.05$). SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

۱. جیره‌های آزمایش شامل ۱- جیره شاهد (سطح انرژی و اسید آمینه در کل دوره پرورش مطابق با راهنما سویه گوشتی آرین)، ۲- جیره با انرژی کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره، ۳- جیره با انرژی و اسید آمینه کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره، ۴- جیره با انرژی کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی، ۵- جیره با انرژی و اسید آمینه کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی، ۶- جیره دوره آغازین و رشد مطابق راهنما و سپس با سطح بیش‌تر اسیدهای آمینه در دوره پایانی بودند.

تأثیر سطوح انرژی و اسیدهای آمینه بر کیفیت گوشت ران جوجه‌های گوشتی آرین در جدول (۶) گزارش شده است. اثر گروه‌های آزمایشی بر ظرفیت نگهداری آب، پتانسیل هیدروژن (PH) و مالون‌دی‌آلدئید گوشت معنی‌دار نبود.

جدول ۶. تأثیر سطوح انرژی و اسیدهای آمینه جیره بر کیفیت گوشت ران جوجه‌های گوشتی در پایان دوره (۴۲ روزگی)

تیمار ^۱	ظرفیت نگهداری آب (درصد)	PH ^۲	مالون‌دی‌آلدئید (نانوگرم/گرم)
۱	۵۷/۴۶	۵/۷۵	۲/۳۹
۲	۵۶/۰۸	۵/۷۰	۱/۷۸
۳	۵۹/۷۴	۵/۶۷	۱/۸۸
۴	۵۸/۸۵	۵/۷۲	۱/۹۷
۵	۵۷/۵۷	۵/۷۴	۲/۰۰
۶	۵۹/۸۶	۵/۶۵	۲/۲۳
SEM	۱/۲۸	۰/۰۵	۰/۴۷
(P-value)			
سطح احتمال	۰/۴۳۸	۰/۴۴۲	۰/۵۱۱

a-b: تفاوت ارقام در هر ستون با حروف نامشابه، معنی‌دار است ($P < 0.05$). SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

۱. جیره‌های آزمایش شامل ۱- جیره شاهد (سطح انرژی و اسید آمینه در کل دوره پرورش مطابق با راهنما سویه گوشتی آرین)، ۲- جیره با انرژی کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره، ۳- جیره با انرژی و اسید آمینه کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره، ۴- جیره با انرژی کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی، ۵- جیره با انرژی و اسید آمینه کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی، ۶- جیره دوره آغازین و رشد مطابق راهنما و سپس با سطح بیش‌تر اسیدهای آمینه در دوره پایانی بودند.

اثر تیمارهای آزمایشی بر جمعیت باکتریایی ایلئوم روده جوجه‌های گوشتی آراین در جدول (۷) نشان داده شده است. در پرنده‌گانی که در دوره آغازین و رشد با جیره‌های مطابق راهنما و سپس با سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی تغذیه شدند و پرنده‌گانی که با جیره با انرژی و اسیدآمینه کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی تغذیه شده بودند، جمعیت کل باکتری‌ها و باکتری‌های لاکتوباسیل بیش‌تر و جمعیت باکتری کلی‌فرم کم‌تر بود ($P < 0.05$).

جدول ۷. تأثیر سطوح انرژی و اسیدهای آمینه جیره بر جمعیت باکتریایی ایلئوم روده جوجه‌های گوشتی در پایان دوره (۴۲ روزگی)

تیمار ^۱	باکتری کل (لگاریتم تعداد واحد کلنی/گرم)	کلی‌فرم (لگاریتم تعداد واحد کلنی/گرم)	لاکتوباسیل (لگاریتم تعداد واحد کلنی/گرم)
۱	۵/۹۳ ^{ab}	۴/۲۵ ^{ab}	۴/۷۷ ^{ab}
۲	۴/۹۵ ^b	۴/۶۱ ^a	۳/۷۷ ^c
۳	۴/۹۶ ^b	۴/۵۹ ^a	۳/۸۱ ^c
۴	۵/۳۹ ^{ab}	۴/۵۹ ^a	۴/۰۱ ^b
۵	۵/۹۴ ^a	۴/۵۲ ^b	۴/۹۷ ^a
۶	۵/۹۸ ^a	۴/۱۶ ^c	۵/۱۸ ^a
SEM	۰/۰۰۶	۰/۰۰۸	۰/۰۰۹
(P-value)			
سطح احتمال	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱

a-b: تفاوت ارقام در هر ستون با حروف نامشابه، معنی‌دار است ($P < 0.05$). SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

۱. جیره‌های آزمایش شامل ۱- جیره شاهد (سطح انرژی و اسید آمینه در کل دوره پرورش مطابق با راهنما سویه گوشتی آراین)، ۲- جیره با انرژی کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره، ۳- جیره با انرژی و اسیدآمینه کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره، ۴- جیره با انرژی کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی، ۵- جیره با انرژی و اسیدآمینه کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی، ۶- جیره دوره آغازین و رشد مطابق راهنما و سپس با سطح بیش‌تر اسیدهای آمینه در دوره پایانی بودند.

اثر گروه‌های آزمایشی بر عرض پرز، عمق کریپت، عرض کریپت، ارتفاع اپیتلیوم و سطح مقطع پرز در روده و همچنین بر صفات قطر هسته هپاتوسیت کبد و قطر سلول هپاتوسیت کبد معنی‌دار نبود (جدول ۸)، طول پرز روده پرنده‌گانی که با جیره با انرژی و اسیدآمینه کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی تغذیه شده بودند، بیش‌تر بود ($P < 0.05$). پرنده‌گانی که با جیره دوره آغازین و رشد مطابق راهنما و سپس با سطح بیش‌تر اسیدهای آمینه در دوره پایانی تغذیه شده بودند ضخامت لایه عضلانی روده آن‌ها کاهش یافت ($P < 0.05$). نسبت طول پرز به عمق کریپت پرنده‌گانی که با جیره با انرژی و اسیدآمینه کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی تغذیه شده بودند نسبت به پرنده‌گانی که جیره با انرژی کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره دریافت کرده بودند، افزایش یافت ($P < 0.05$).

اثر گروه‌های آزمایشی در دوره سنی ۳۶-۴۱ روزگی بر قابلیت هضم پروتئین خام، فیبرخام، کلسیم و فسفر معنی‌دار نبود (جدول ۹). در پرنده‌گانی که در دوره آغازین و رشد با جیره مطابق راهنما و سپس با سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی تغذیه شدند، قابلیت هضم ماده خشک بیش‌تر بود ($P < 0.05$). پرنده‌گانی که با جیره با انرژی کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی تغذیه شده بودند قابلیت هضم چربی آن‌ها نسبت به پرنده‌گانی که جیره با انرژی کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره و جیره با انرژی و اسیدآمینه کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی تغذیه شدند، قابلیت هضم ماده آلی مدفوع پرنده‌گانی که با جیره دوره آغازین و رشد مطابق راهنما و سپس با سطح بیش‌تر اسیدهای آمینه در دوره پایانی، جیره شاهد و جیره با انرژی و اسیدآمینه کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره تغذیه شدند نسبت به پرنده‌گانی که جیره با انرژی کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره و جیره با انرژی و اسیدآمینه

کمتر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی دریافت کرده بودند، افزایش یافت ($P < 0.05$). انرژی قابل‌متابولیسم ظاهری مدفوع پرندگانی که با جیره دوره آغازین و رشد مطابق راهنما و سپس با سطح بیش‌تر اسیدهای آمینه در دوره پایانی تغذیه شدند نسبت به پرندگانی که جیره با انرژی و اسیدآمینه کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره و جیره با انرژی کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی دریافت کردند، افزایش یافت ($P < 0.05$).

جدول ۸. تأثیر سطوح انرژی و اسیدهای آمینه جیره بر ریخت‌شناسی بافت‌های روده و کبد جوجه‌های گوشتی در پایان دوره (۴۲ روزگی)

تیمار ^۱	طول پرز (میکرومتر)	عرض پرز (میکرومتر)	عمق کریپت (میکرومتر)	عرض کریپت (میکرومتر)	ضخامت لایه عضلانی (میکرومتر)	ارتفاع اپیتلیوم (میکرومتر)	طول پرز/عمق کریپت	سطح مقطع پرز ^۲ (میکرومتر مربع)	قطر هسته اپیتلیوسیت (میکرومتر)	قطر سلول اپیتلیوسیت (میکرومتر)
۱	۱۲۴۹/۰۰ ^d	۱۳۲/۸۰	۱۰۰/۰۰	۱۴/۷۰	۱۲۹/۲۰ ^{ab}	۲۵/۹۰	۱۲/۷۰ ^{ab}	۵۲۱/۱۰	۳/۳۶	۶/۹۴
۲	۱۳۳۳/۰۰ ^c	۱۴۵/۳۰	۱۰۴/۰۰	۱۳/۴۰	۱۴۴/۹۰ ^a	۱۶/۸۰	۱۲/۶۵ ^b	۶۰۸/۱۰	۴/۰۳	۸/۱۳
۳	۱۳۹۷/۰۰ ^{abc}	۱۴۴/۳۰	۱۰۱/۷۰	۱۳/۰۰	۱۲۵/۱۰ ^b	۲۵/۱۰	۱۳/۷۶ ^{ab}	۶۳۳/۸۰	۳/۲۳	۵/۹۹
۴	۱۳۶۶/۰۰ ^{bc}	۱۵۱/۰۰	۱۰۱/۳۰	۱۵/۳۰	۶۶/۲۰ ^d	۱۵/۶۰	۱۳/۴۹ ^{ab}	۶۴۷/۲۰	۳/۲۸	۸/۰۴
۵	۱۴۳۴/۰۰ ^a	۱۴۴/۷۰	۱۰۳/۵۰	۱۶/۲۰	۸۸/۳۰ ^{cd}	۲۳/۶۰	۱۳/۸۷ ^a	۶۵۱/۶۰	۲/۹۹	۷/۹۵
۶	۱۳۳۶/۰۰ ^c	۱۴۱/۰۰	۹۸/۷۰	۱۷/۵۰	۷۰/۳۰ ^c	۲۰/۱۰	۱۳/۵۶ ^{ab}	۵۹۱/۵	۳/۳۵	۸/۶۰
SEM	۱۴/۹۹	۲/۰۵	۱/۶۲	۱/۳۷	۵/۰۱	۱/۲۸	۰/۲۱	۱۰/۳۹	۰/۴۱	۰/۷۷
(P-value)										
سطح احتمال	۰/۰۲۲	۰/۰۹۴	۰/۰۹۵	۰/۰۶۳۷	<۰/۰۰۰۱	۰/۱۹۰	۰/۰۳۷	۰/۱۵۱	۰/۰۳۰۶	۰/۰۷۶۳

a-b: تفاوت ارقام در هر ستون با حروف نامشابه، معنی‌دار است ($P < 0.05$). SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

۱. جیره‌های آزمایش شامل ۱- جیره شاهد (سطح انرژی و اسید آمینه در کل دوره پرورش مطابق با راهنما سویه گوشتی آری)، ۲- جیره با انرژی کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره، ۳- جیره با انرژی و اسیدآمینه کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره، ۴- جیره با انرژی کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی، ۵- جیره با انرژی و اسیدآمینه کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی، ۶- جیره دوره آغازین و رشد مطابق راهنما و سپس با سطح بیش‌تر اسیدهای آمینه در دوره پایانی بودند.

۲. سطح جذب پرز = (میانگین طول پرزها) × (میانگین عرض پرزها / ۲)

جدول ۹. تأثیر سطوح انرژی و اسیدهای آمینه جیره جوجه‌های گوشتی بر قابلیت هضم مواد مغذی در دوره پایانی (۳۶ تا ۴۲ روزگی)

تیمار ^۱	ماده خشک (درصد)	پروتئین خام (درصد)	چربی خام (درصد)	فیبر خام (درصد)	کلسیم (درصد)	فسفر (درصد)	ماده آلی (درصد)	انرژی قابل متابولیسم ظاهری (کیلوکالری/کیلوگرم)
۱	۶۴/۶۱ ^{ab}	۵۸/۷۶	۷۵/۰۲ ^{bc}	۷۶/۷۹	۶۱/۵۱	۶۰/۹۶	۷۵/۳۰ ^a	۲۷۸۱/۲۲ ^{ab}
۲	۶۳/۳۶ ^b	۵۸/۰۰	۷۲/۱۷ ^b	۷۳/۷۰	۵۳/۰۴	۶۳/۷۹	۶۹/۷۸ ^b	۲۵۳۸/۱۶ ^{bc}
۳	۶۵/۲۹ ^{ab}	۵۴/۶۳	۷۶/۵۰ ^{ab}	۷۵/۵۸	۵۶/۶۱	۶۴/۷۱	۷۵/۳۱ ^a	۲۳۹۱/۷۸ ^c
۴	۶۵/۵۹ ^{ab}	۶۰/۴۳	۷۶/۸۴ ^a	۷۱/۸۳	۵۴/۱۶	۶۲/۸۷	۷۵/۱۹ ^{ab}	۲۶۴۳/۳۶ ^b
۵	۵۹/۸۹ ^c	۶۱/۳۲	۶۹/۱۱ ^c	۷۶/۲۹	۶۱/۶۱	۶۴/۵۱	۶۸/۰۷ ^c	۲۹۸۷/۵۵ ^a
۶	۶۵/۸۷ ^a	۵۴/۲۱	۷۶/۲۴ ^{ab}	۷۶/۱۷	۵۹/۵۹	۶۰/۲۰	۷۵/۳۱ ^a	۲۸۰۹/۴۷ ^{ab}
SEM	۰/۷۱	۰/۸۹	۰/۶۶	۰/۷۶	۱/۴۴	۰/۸۵	۰/۳۴	۱/۱۶
(P-value)								
سطح احتمال	۰/۰۱۳	۰/۲۵۵	۰/۰۰۰۴	۰/۵۴۷	۰/۹۴۰	۰/۰۶۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱

a-b: تفاوت ارقام در هر ستون با حروف نامشابه، معنی‌دار است ($P < 0.05$). SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

۱. جیره‌های آزمایش شامل ۱- جیره شاهد (سطح انرژی و اسید آمینه در کل دوره پرورش مطابق با راهنما سویه گوشتی آری)، ۲- جیره با انرژی کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره، ۳- جیره با انرژی و اسیدآمینه کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره، ۴- جیره با انرژی کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی، ۵- جیره با انرژی و اسیدآمینه کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی، ۶- جیره دوره آغازین و رشد مطابق راهنما و سپس با سطح بیش‌تر اسیدهای آمینه در دوره پایانی بودند.

نتایج مربوط به اثر گروه‌های آزمایشی بر قیمت تمام‌شده خوراک به‌ازای هر کیلوگرم وزن زنده پرنده‌ها و سایر شاخص‌های اقتصادی در جدول (۱۰) ارائه شده است. در پرنده‌گانی که در دوره آغازین و رشد با جیره مطابق راهنما و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر تغذیه شدند میزان درآمد افزایش یافت ($P < 0.05$). پرنده‌گانی که با جیره دوره آغازین و رشد مطابق راهنما و سپس با سطح بیش‌تر اسیدهای آمینه در دوره پایانی تغذیه شدند سطح اسیدهای آمینه در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق راهنما و سپس با سطح بیش‌تر اسیدهای آمینه در دوره پایانی را دریافت کردند نسبت به جیره با انرژی و اسیدآمینه کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق راهنما تا پایان دوره و جیره با انرژی و اسیدآمینه کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی افزایش یافت ($P < 0.05$). هزینه خوراک پرنده‌گانی که با جیره دوره آغازین و رشد مطابق راهنما و سپس با سطح بیش‌تر اسیدهای آمینه در دوره پایانی تغذیه شدند نسبت به جیره با انرژی و اسیدآمینه کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق راهنما تا پایان دوره و جیره با انرژی کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی کاهش یافت ($P < 0.05$).

جدول ۱۰. تأثیر سطوح انرژی و اسیدهای آمینه جیره جوجه‌های گوشتی بر شاخص‌های اقتصادی در کل دوره (صفر تا ۴۲ روزگی)

تیمار ^۱	درآمد	شاخص تولید ^۲	درصد ماندگاری ^۳	سود تغذیه ای ^۴	هزینه خوراک ^۵
			(درصد)	(تومان به‌ازای هر پرنده)	(تومان به‌ازای کیلوگرم افزایش وزن)
۱	۴۵۳۷۳ ^{ab}	۳۷۱ ^b	۹۴	۲۷۷۴ ^{ab}	۱۷۶۳۱ ^{bc}
۲	۴۵۰۷۳ ^b	۳۶۹ ^{bc}	۹۴	۲۷۸۴۲ ^{ab}	۱۷۲۳۰ ^{bc}
۳	۴۴۰۹۶ ^c	۳۵۳ ^c	۹۷	۲۷۳۶۱ ^b	۱۶۷۳۵ ^c
۴	۴۵۷۶۲ ^{ab}	۳۷۳ ^{ab}	۹۷	۲۷۹۳۲ ^{ab}	۱۷۸۲۹ ^b
۵	۴۴۳۰۴ ^{bc}	۳۵۷ ^{bc}	۹۶	۲۶۹۳۳ ^c	۱۷۳۷۱ ^{bc}
۶	۴۶۹۰۲ ^a	۳۸۸ ^a	۹۶	۲۸۳۷۸ ^a	۱۸۵۲۳ ^a
SEM	۳۶/۰۰	۳/۴۶	۳/۱۶	۳۲/۴۹	۳۳/۴۶
(P-value)					
سطح احتمال	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	۰/۰۶۰	۰/۰۳۴	۰/۰۰۱

a-b: تفاوت ارقام در هر ستون با حروف نامشابه، معنی‌دار است ($P < 0.05$). SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

۱. جیره‌های آزمایش شامل ۱- جیره شاهد (سطح انرژی و اسید آمینه در کل دوره پرورش مطابق با راهنما سویه گوشتی آری)، ۲- جیره با انرژی کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره، ۳- جیره با انرژی و اسیدآمینه کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس مطابق با راهنما تا پایان دوره، ۴- جیره با انرژی کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی، ۵- جیره با انرژی و اسیدآمینه کم‌تر در دوره آغازین و رشد و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر در دوره پایانی، ۶- جیره دوره آغازین و رشد مطابق راهنما و سپس با سطح بیش‌تر اسیدهای آمینه در دوره پایانی 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 به ازای هر کیلوگرم وزن زنده = (کل خوراک مصرف‌شده 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.

۴. بحث

جوجه‌های گوشتی تا حدی مطابق با سطح انرژی جیره خوراک مصرف می‌کنند، البته مقدار مصرف خوراک در محدوده ظرفیت دستگاه گوارش تغییر می‌یابد (Hu et al., 2021). در دوره آغازین بیش‌ترین وزن در جوجه‌های تغذیه‌شده با سطوح انرژی و اسیدآمینه مطابق راهنما مشاهده شد و کاهش سطح انرژی و اسیدآمینه منجر به کاهش وزن جوجه‌ها شد. در دوره رشد بالاترین وزن و مصرف خوراک در جوجه‌هایی دیده شد که سطح اسیدآمینه جیره‌شان بیش‌تر از سطح

توصیه شده در راهنمای پرورش بود. موافق با نتایج پژوهش حاضر، در مطالعه‌ای گزارش شده است که با تغذیه جوجه‌های گوشتی با جیره‌های حاوی سطوح مختلف انرژی با نسبت ثابت انرژی قابل‌متابولیسم به پروتئین خام، بهبود مناسبی در نرخ رشد جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی سطوح بالاتر انرژی را گزارش کردند. احتمالاً افزایش رشد جوجه‌ها به دلیل دریافت انرژی و اسیدآمینه بیش‌تر است (Chrystal *et al.*, 2020). در مطالعه دیگری گزارش شده است که افزایش مصرف خوراک با کاهش سطح انرژی جیره به نیاز بالاتر جوجه‌های گوشتی به انرژی در جهت تأمین کامل احتیاجات مربوط به نرخ رشد بالاتر ارتباط دارد (Nawaz *et al.*, 2006).

در واقع می‌توان گفت چون جوجه‌ها قادرند میزان خوراک مصرفی خود را به گونه‌ای تغییر دهند که انرژی موردنیاز بدن خود را تأمین نمایند، بنابراین تغییر سطوح انرژی منجر به افزایش وزن بیش‌تری برحسب غلظت جیره نخواهد شد (Classen, 2017). بیش‌ترین خوراک مصرفی در کل دوره متعلق به تیمار ششم بود و مشاهده می‌شود تیمار ششم بهترین ضریب تبدیل خوراک را نیز داشته است. در چنین شرایطی، مصرف جیره‌های با انرژی مطابق راهنما در آغاز دوره پرورش و افزایش سطح اسیدهای آمینه در دوره پایانی باعث افزایش ضریب هضم و جذب مواد مغذی شده است و این افزایش در کل دوره مشاهده می‌شود. این نتایج با گزارش‌های Palo *et al.* (1995) و نیز Plavnik & Hurwitz (1998) هم‌خوانی دارد، اما برخلاف نتایج پژوهش Yu *et al.* (1990) و Summers *et al.* (1990) است. دلیل تناقض نتایج پژوهش حاضر با برخی گزارش‌های منتشر شده، می‌تواند اختلاف سویه مورد بررسی باشد. از طرف دیگر پایین بودن نرخ رشد جوجه‌ها احتمالاً به علت حجیم بودن این جیره‌ها و عدم توانایی جوجه‌ها در مصرف انرژی و پروتئین به اندازه کافی بوده است.

به‌طور کلی می‌توان گفت اگر انرژی جیره در حدی باشد که طیور بتوانند با افزایش مصرف خوراک، انرژی و پروتئین موردنیازشان را دریافت کنند، افزایش وزن تحت تأثیر اسیدهای آمینه قرار خواهد گرفت (De Albuquerque *et al.*, 2003). با افزایش سطح اسید آمینه جیره، مقدار اسیدآمینه دریافتی افزایش می‌یابد و بنابراین تأثیر مثبت بالابردن سطح پروتئین جیره بر افزایش وزن را می‌توان به تأمین کافی احتیاجات پروتئین و اسیدهای آمینه ضروری یا استفاده از انرژی حاصل از اسکلت کربنی اسیدهای آمینه مازاد نسبت داد. بنابراین با توجه به بهبود معنی‌دار افزایش وزن می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش اسیدهای آمینه، بدن پرندگان با راندمان بالاتری انرژی دریافتی را به افزایش وزن تبدیل خواهد کرد. نتایج مطالعه سایر پژوهش‌گران نیز بر این امر دلالت دارد که کاهش مقدار پروتئین در جیره‌های هم انرژی، مقدار افزایش وزن و بازده خوراک را کاهش می‌دهد (Buyse *et al.*, 1992). احتمالاً با کاهش مصرف انرژی در ابتدای دوران پرورش، انرژی نگهداری موردنیاز جوجه‌ها نیز کاهش می‌یابد. بدین ترتیب، افزایش وزن جوجه‌های گوشتی تیمار ششم، که در دوره آغازین خون از جیره با سطح انرژی مطابق راهنما استفاده نموده و در دوره پایانی از جیره با اسیدآمینه بیش‌تر بهره‌مند شده‌اند، بیش‌تر بوده است. این مطالب مؤید نظریه رشد جبرانی است.

افزایش سرعت رشد معمولاً در جوجه‌هایی مشاهده می‌شود که سطح گلوکز خون‌شان در مقایسه با جوجه‌های با رشد کندتر، بالاتر است. اگرچه افزایش سطح گلوکز خون، متابولیت لازم جهت رشد سریع‌تر را فراهم می‌کند، اما همزمان باعث افزایش ترشح کورتیکوسترون از غدد آدرنال شده که این هورمون باعث تضعیف سیستم ایمنی می‌شود (Mbachiintim *et al.*, 2022). گزارش شده است تراکم انرژی جیره اثری بر نشانگرهای بیوشیمیایی مانند پروتئین کل، آلبومین، گلوبولین، نسبت آلبومین به گلوبولین ندارد (Kumar *et al.*, 2018). میزان فعالیت آنزیم ALT و AST به‌طور عمده به‌عنوان نشانگرهای زیستی مؤثر برای شناسایی آسیب‌های بافتی، به‌ویژه در کبد استفاده می‌شوند. در این پژوهش فعالیت آنزیم ALT افزایش یافت که نشان می‌دهد تراکم بالای انرژی و اسیدهای آمینه در سن پس از ۲۵ روزگی می‌تواند باعث بهبود بافت کبد و کاهش بروز اثرات منفی در پرندگان شود (Mbachiintim *et al.*, 2022). این

یافته‌ها به وضوح نشان‌دهنده اهمیت ترکیب اسیدهای آمینه جیره بر فعالیت انسولین است. کلسترول برای عملکرد طبیعی بدن ضروری بوده ولی سطوح بالای LDL خون می‌تواند برای سلامتی طیور مضر باشد (Mbachtiantim *et al.*, 2022). در این آزمایش تأثیر سطوح مختلف انرژی و اسیدهای آمینه بر سیستم ایمنی و شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی جوجه‌های گوشتی آراین تأثیر نداشت. همسو با نتایج ما، گزارش کردند که افزایش سطح پروتئین و انرژی در جیره جوجه‌های گوشتی تأثیری بر سیستم ایمنی نداشت (Attia & Hassan, 2017).

ترکیب لاشه تا اندازه زیادی از طریق سطوح انرژی و پروتئین جیره تحت تأثیر قرار می‌گیرد و بازده لاشه از طریق تنظیم و تعدیل سطوح انرژی و اسیدآمینه بهبود می‌یابد. نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که افزایش سطح اسیدهای آمینه سبب بازده لاشه و وزن نسبی عضله سینه جوجه‌های گوشتی شده است. در مطالعه‌ای گزارش شده است که تغذیه جیره‌های کم پروتئین منجر به افزایش درصد چربی در محوطه شکمی جوجه‌های گوشتی خواهد شد (Du *et al.*, 2024). می‌توان دلیل تأثیر نسبت‌های مختلف اسیدهای آمینه 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 قابل‌هضم با کاهش سطح پروتئین جیره، حفظ شد و پرندگان در جیره با پروتئین کاهش یافته، مخلوط متوازی از اسیدهای آمینه را مصرف نمودند. از طرف دیگر، بهبود صفات لاشه در مطالعه حاضر ممکن است به دلیل افزایش نسبت بین سایر اسیدهای آمینه ضروری (تریپتوفان، ترئونین، متیونین، فنیل آلانین) باشد که نقش مهمی در عملکرد آنزیم‌های گوارش و رشد مخاط روده ایفا می‌کند و اجزای پروتئین عضلانی هستند (Lambert *et al.*, 2023). بنابراین انتخاب سطوح مناسب انرژی و اسیدهای آمینه در هر یک از دوره های رشد نقش بسیار مهمی در تولید اقتصادی جوجه‌های گوشتی دارد و باعث بهبود رشد و ترکیب لاشه خواهد شد.

در آزمایش حاضر سطوح انرژی و اسیدهای آمینه بر ظرفیت نگهداری آب، پتانسیل هیدروژن (PH) و مالون‌دی‌آلدهید تأثیر نداشت. همسو با نتایج مطالعه حاضر، در آزمایشی گزارش شده است که استفاده از سطوح انرژی ۳۰۸۰ و ۳۱۸۰ در جیره پایانی جوجه‌های گوشتی تأثیر معنی‌داری بر PH، WHC و MDA نداشت (Swilam-Hussein *et al.*, 2020). در مطالعه دیگری گزارش شده است که تغذیه سطوح مختلف انرژی (۲۸۵۰، ۲۹۵۰، ۳۰۰۰، ۳۷۰۰، ۲۸۰۰، ۲۸۵۰، ۲۶۵۰، ۲۷۵۰ و ۲۸۰۰) به ترتیب برای دوره آغازین، رشد و پایانی تأثیری بر PH و MDA در جوجه‌های گوشتی نداشت (Bromfield *et al.*, 2021).

مشخص شده است که تراکم و تنوع جمعیت‌های باکتریایی در روده طیور براساس سن تغییر می‌نماید و علاوه بر آن ممکن است توسط بسیاری از عوامل دیگر مانند وضعیت سلامتی، شرایط نگهداری و ترکیب جیره تحت تأثیر قرار گیرند (Saki *et al.*, 2010). کلی‌فرم و لاکتوباسیلوس که به ترتیب جزء باکتری‌های گرم منفی و گرم مثبت می‌باشند، جزء فلور طبیعی روده پرندگان می‌باشند. کاهش تعداد باکتری‌های گرم مثبت فعال مثل لاکتوباسیلوس ممکن است حضور گونه‌های منفی مثل کلی‌فرم را در روده افزایش دهد. لاکتوباسیلوس‌ها معمولاً برای سلامتی دستگاه گوارش پرنده مفید هستند و افزایش آن‌ها می‌تواند از رشد پاتوژن‌های گرم منفی مانند اشریشیاکلی و سالمونلا جلوگیری نماید (Ribeiro *et al.*, 2023). در مطالعه حاضر، افزایش اسیدهای آمینه جیره منجر به کاهش قابل‌توجهی در رشد باکتری کلی‌فرم شده است که می‌توان به افزایش مقدار مواد مغذی موجود برای تخمیر باکتریایی که از مواد پرانرژی خوراک حاصل می‌شود، نسبت داد (Apajalahti *et al.*, 2004).

یکی از مهم‌ترین عضوهای بدن طیور که نسبت به دیگر اعضای بدن سرعت رشد بیشتری دارد، روده است (Adedokun *et al.*, 2019). در مطالعه حاضر، پرندگانی که جیره حاوی سطح بالای اسیدهای آمینه دریافت کرده‌اند احتمالاً مواد مغذی را در مقایسه با پرندگان شاهد به دلیل افزایش اندک نسبت طول پرزها به عمق کریپت، به میزان بیشتری جذب می‌کنند. کریپت‌های کم‌عمق در مرغ‌هایی که جیره با انرژی و پروتئین بیشتری را دریافت کرده‌اند،

ممکن است میزان بازدهی پایین ایتلیوم روده را نشان دهند که منجر به نیاز کم‌تری به نگهداری و افزایش بهره‌وری می‌شود (Geboes and Jouret-Mourin, 2024).

اسیدهای آمینه به‌عنوان یک سوخت اکسیداتیو و مهم‌ترین بستر برای بهبود عملکرد روده به‌ویژه از طریق نرخ بالای گردش سلولی مخاط روده هستند. افزایش ارتفاع پرز و عمق کریپت با استفاده از اسیدهای آمینه با بازسازی سالم سلول‌های اپیتلیال و میتوز سلولی فعال مرتبط است. احتمالاً وجود یک جمعیت میکروبی بهینه در دستگاه گوارش می‌تواند به بازسازی مناسب سلول‌های اپیتلیال و کاهش التهاب ناشی از پاتوژن‌ها و سموم کمک کند. ارتفاع بلندتر پرزهای روده سبب بهبود جمعیت باکتری‌های مفید (لاکتوباسیلوس و بیفیدوباکتریوم)، کاهش جمعیت باکتری‌های مضر مانند کلی‌فرم‌ها و کلسترییدیوم خواهد شد (Youssef *et al.*, 2024). به‌نظر می‌رسد که تنش ناشی از کمبود اسیدهای آمینه، روند رشد و نمو پرزهای روده را مختل خواهد کرد، اما افزایش سطح انرژی ساختار بافت روده را بهبود خواهد بخشید (Liu *et al.*, 2020).

کبد پرندگان مسئولیت لیپوژنز را دارد و چربی جیره در پرندگان به‌طور مستقیم توسط سیاهرگ باب کبدی به کبد منتقل می‌شود. در آزمایش حاضر، سطوح انرژی و اسیدهای آمینه بر صفات قطر هسته هپاتوسیت و قطر سلول هپاتوسیت کبد تأثیر نداشت. اگر نفوذ چربی به سلول‌های هپاتوسیت کبد بالا باشد اعمال کبدی دچار نقصان شده و باعث کاهش پروتئین خون خواهد شد و در نتیجه پرنده دچار عارضه کبد چرب می‌گردد. در این وضعیت احتمال وقوع مسمومیت بالا رفته و آنمی هیپوپلاستیک (عدم رشد سلول‌های خونی) و ادم تغذیه‌ای در پرندگان مشاهده می‌شود (Pendl & Schmidt, 2024).

اسیدهای آمینه و انرژی قابل سوخت‌وساز برای حفظ و افزایش قابلیت هضم مواد مغذی بسیار مهم هستند، به‌طوری‌که افزایش مقدار انرژی جیره تقریباً توانایی هضم چربی را کاهش می‌دهد. گزارش شده است که سطوح بالای انرژی جیره باعث افزایش اثربخشی عملکرد رشد و قابلیت هضم مواد مغذی (چربی و ماده خشک) می‌شود (Bouvairel *et al.*, 2010). در مطالعه‌ای گزارش شده است که تغذیه بلدرچین تخم‌گذار با جیره حاوی ۲۹۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی قابل متابولیسم و ۲۲ درصد پروتئین خام منجر به کاهش قابلیت هضم مواد مغذی در مقایسه با جیره حاوی ۳۰۰۰ کیلو کالری/کیلوگرم انرژی قابل متابولیسم و ۲۰ درصد پروتئین خام خواهد شد (Ashour *et al.*, 2024).

به‌طور کلی، بهبود قابلیت هضم چربی خام و انرژی قابل متابولیسم در این مطالعه می‌تواند به‌دلیل تأثیرات مثبت اسیدهای آمینه بر مورفولوژی روده، بهبود هضم و جذب روده و بازده انرژی بالاتر باشد. افزایش ارتفاع پرزها به موازات افزایش عملکردهای گوارشی و جذبی و بیان آنزیم‌های لایه برسی روده است. از طرف دیگر، افزایش نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت موجب مهاجرت انتروسیت‌ها به سوی رأس پرز می‌شود و میزان از دست‌رفتن انتروسیت‌ها از پرزها را کاهش می‌یابد که این امر می‌تواند موجب بهبود ظرفیت هضم و جذب مواد مغذی شود (Saini *et al.*, 2022). مصرف بیش‌تر جیره‌های تیمار ششم مشاهده‌شده در مطالعه حاضر ممکن است باعث کاهش سرعت عبور خوراک در دستگاه گوارش، افزایش زمان قرارگرفتن خوراک در معرض آنزیم‌های گوارشی و جذب مواد مغذی در مخاط روده شده باشد و سبب بهبود قابلیت هضم مواد مغذی در دوره پایانی شده است. بهبود راندمان مصرف انرژی قابل متابولیسم و پروتئین خام در هنگام استفاده از سطوح مناسب اسیدهای آمینه در جیره، نشان‌دهنده اثر مثبت آن‌ها بر هضم و جذب چربی‌ها و سایر مواد مغذی می‌باشد (Ravindran *et al.*, 2016).

سود تغذیه‌ای (شاخص سودآوری) با افزایش سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر از راهنما بعد از ۲۵ روزگی در جیره بهبود یافت، که احتمالاً علت آن به افزایش بیش از حد اسیدهای آمینه در جیره مرتبط می‌باشد. اما در جیره‌های با سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر از راهنما برای تأمین نسبت اسیدهای آمینه به اسید آمینه لیزین قابل هضم سطح کنجاله سویا

کاهش یافته بود، لذا نسبت اسیدهای آمینه به اسید آمینه لیزین قابل هضم نیز افزایش یافته است. از آنجایی که شاخص تولید، علاوه بر وزن جوجه‌ها، مقدار بازده خوراک و نیز درصد تلفات را در برمی‌گیرد، بنابراین معیار خوبی برای تعیین حالت استفاده از جیره‌های با سطح انرژی پایین و اسیدهای آمینه بالا در پرورش جوجه‌های گوشتی است. با توجه به عواملی که در تعیین شاخص تولید دخالت دارند، می‌توان گفت که به دلیل وزن مناسب و بازده خوراک بهتر، در حالتی که از پدیده رشد جبرانی استفاده می‌شود، شاخص تولید کاملاً منطقی است. بدین ترتیب جیره‌های تا ۲۵ روزگی مطابق راهنما و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر از راهنما بعد از ۲۵ روزگی سودآوری بیش‌تری داشتند. در رابطه با ارتباط هزینه خوراک مصرفی و پارامترهای عملکردی، با کاهش سطوح پروتئین در جیره همراه با کاهش در هزینه خوراک، افزایش وزن نیز کاهش می‌یابد. زمانی و همکاران (۱۳۹۱) گزارش کردند که با کاهش میزان پروتئین و انرژی در جیره، هزینه خوراک کاهش می‌یابد اما این سبب افزایش هزینه گوشت خواهد شد. با توجه به این که در شرایط ایران، سرعت رشد جوجه‌ها به حد بیشینه پتانسیل‌های موجود نمی‌رسد، استفاده از جیره‌های تا ۲۵ روزگی مطابق راهنما و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر از راهنما بعد از ۲۵ روزگی که باوجود افزایش در هزینه‌های خوراک، سبب افزایش درآمد و سودآوری خواهد شد و می‌تواند توصیه شود.

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

به‌طور کلی، نتایج این آزمایش نشان داد که اثر تغذیه جوجه‌های گوشتی آراین با جیره تا ۲۵ روزگی مطابق راهنما و سپس سطح اسیدهای آمینه بیش‌تر از راهنما بعد از ۲۵ روزگی بر عملکرد رشد در کل دوره‌های پرورش بارزتر بود و سبب بهبود فراسنجه‌های لیپیدی سرم، کاهش ذخیره چربی در محوطه شکمی، بهبود جمعیت میکروبی و ریخت‌سنجی روده، بهبود قابلیت هضم مواد مغذی و افزایش سودآوری خواهد شد و می‌توان برای پرورش‌دهندگان جوجه گوشتی آراین توصیه نمود و سایر جیره‌ها در شرایط این آزمایش اقتصادی و سودآور نخواهند بود. انجام مطالعات بیش‌تر در این زمینه توصیه می‌شود.

۷. ملاحظات اخلاقی

نویسندگان اصول اخلاقی را در انجام و انتشار این پژوهش علمی رعایت نموده‌اند و این موضوع مورد تأیید همه آنهاست.

۸. مشارکت نویسندگان

حسن روحانی‌پور: تهیه و آماده‌سازی نمونه‌ها، انجام آزمایش و گردآوری داده‌ها، انجام محاسبات، تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، تحلیل و تفسیر اطلاعات و نتایج، تهیه پیش‌نویس مقاله؛
کاظم یوسفی کلاریکلایی: طراحی پژوهش، نظارت بر مراحل انجام پژوهش، بررسی و کنترل نتایج، اصلاح، بازبینی و نهایی‌سازی مقاله؛

حسین یوسفی کلاریکلایی: مشارکت در طراحی پژوهش، نظارت بر پژوهش، مطالعه و بازبینی مقاله؛

سید داود شریفی: مشارکت در طراحی پژوهش، نظارت بر پژوهش، مطالعه و بازبینی مقاله؛

سید عبدالله حسینی: تحلیل داده‌ها، بررسی و کنترل نتایج.

۹. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافی توسط نویسندگان وجود ندارد.

۱۰. حامی مالی

مقاله حاضر با حمایت مالی معاونت پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان انجام شد. حمایت مالی از این پژوهش از طرف مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی در قالب پژوهانه نویسنده اول و همچنین برای سایر نویسندگان انجام شده است.

۱۱. تشکر و قدردانی

از مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور و از همکاری مدیریت و پرسنل مجتمع مرغ لاین آرین بابلکنار که در انجام این پژوهش یاری رسانده‌اند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۱۲. منابع

زمانی، مونا؛ رضایی، منصور؛ تیموری یانسری، اسداله؛ سیاحزاده، هادی و نیک‌نفس، فریدون (۱۳۹۱). تأثیر سطوح مختلف انرژی و پروتئین جیره پایانی بر عملکرد، خصوصیات لاشه و غلظت لیپیدهای سرم خون جوجه‌های گوشتی. *پژوهش‌های علوم دامی*، ۲۳، ۶۹-۸۶. [Google Scholar]

شرکت سهامی طیور کشور، ۱۳۷۴. راهنمای مدیریت پرورش جوجه گوشتی آرین. مرادی، محمد؛ مقصودلو، شهریار؛ رستمی، فرامرز و مصطفی‌لو، یوسف (۱۳۹۱). اثر سطوح مختلف جایگزینی دانه سویای اکستروژنه 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]

نصف‌آبادی، جهانیان؛ پویا، زمانی؛ وحید، ایقانی؛ یزدی، رضا و زرافروز، فریبرز (۱۳۹۷). بررسی تأثیر جیره‌های تنظیم شده بر اساس راهنمای پرورش سویه‌های آرین و راس بر عملکرد و ویژگی‌های لاشه جوجه‌های گوشتی. *علوم دامی*، ۳۱، ۲۷۵-۳۰۲. <https://doi.org/10.22092/asj.2018.110276.1479>

References

- Adedokun, S. A., & Olojede, O. C. (2019). Optimizing gastrointestinal integrity in poultry: the role of nutrients and feed additives. *Frontiers in Veterinary Science*, 5, 348. <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00348>
- Apajalahti, J., Kettunen, A., & Graham, H. (2004). Characteristics of the gastrointestinal microbial communities, with special reference to the chicken. *World's Poultry Science Journal*, 60(2), 223-232. <https://doi.org/10.1079/WPS200415>
- Ashour, E. A., Kamal, M., Altaie, H. A., Swelum, A. A., Suliman, G. M., Tellez-Isaias, G., & Abd El-Hack, M. E. (2024). Effect of different energy, protein levels and their interaction on productive performance, egg quality, digestibility coefficient of laying Japanese quails. *Poultry Science*, 103(1), 103170. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.103170>
- Association of Official Analytical Chemists, A. O. A. C. (2005). Official method of Analysis (18th ed). Washington, DC: Association of Officiating Analytical Chemists, method 935.14 and 992.24. [Scientific Research]
- Attia, Y. A., & Hassan, S. S. (2017). Broiler tolerance to heat stress at various dietary protein/energy levels. *European Poultry Science*, 81, 171. [Google Scholar]
- Bouvalet, I., Nys, Y., Panheleux, M., & Lescoat, P. (2010). How diet influences the quality of eggs. *INRA Productions Animales*, 23(23), 167-81. [Google Scholar]
- Bromfield, J. I., Hoffman, L. C., Horyanto, D., & Soumeh, E. A. (2021). Enhancing growth performance, organ development, meat quality, and bone mineralisation of broiler chickens through multi-enzyme super-dosing in reduced energy diets. *Animals*, 11(10), 2791. <https://doi.org/10.3390/ani11102791>
- Buyse J, Decuypere E, Berghman L, Kuhn, E.R., & Vandesande, F. (1992). Effect of dietary protein content on episodic growth hormone secretion and on heat production of male broiler chickens. *British Poultry Science*, 33(5), 1101-1109. <https://doi.org/10.1080/00071669208417552>

- Castellini, C., Mugnai, C., & Dal Bosco, A. (2002). Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. *Meat Science*, 60(3), 219-225. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00124-3](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00124-3)
- Chrystal, P. V., Moss, A. F., Khoddami, A., Naranjo, V. D., Selle, P. H., & Liu, S. Y. (2020). 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*, 99(3), 1421-1431. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.10.060>
- Classen, H. L. (2017). Diet energy and feed intake in chickens. *Animal Feed Science and Technology*, 233, 13-21. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.03.004>
- Dairo, F.A.S., Adesehinwa, A.O.K., Oluwasola, T.A., & Oluyemi, J.A. (2010). High and low dietary energy and protein levels for broiler chickens. *African Journal of Agricultural Research*, 5(15), 2030-2038. [\[Google Scholar\]](https://doi.org/10.5897/AJAR10.000)
- De Albuquerque, R., De Faria, D. E., Junqueira, O. M., Salvador, D., De Faria Filho, D. E., & Rizzo, M. F. (2003). Effects of energy level in finisher diets and slaughter age of on the performance and carcass yield in broiler chickens. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 5, 99-104. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2003000200002>
- De Man, J. C., Rogosa, D., & Sharpe, M. E. (1960). A medium for the cultivation of lactobacilli. *Journal of Applied Bacteriology*, 23(1), 130-135. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1960.tb00188.x>
- Du, X., Wang, Y., Amevor, F. K., Ning, Z., Deng, X., Wu, Y., & Zhao, X. (2024). Effect of High Energy Low Protein Diet on Lipid Metabolism and Inflammation in the Liver and Abdominal Adipose Tissue of Laying Hens. *Animals*, 14(8), 1199. <https://doi.org/10.3390/ani14081199>
- 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 Agricultural and Food Chemistry*, 49(1), 57-66. <https://doi.org/10.1021/jf000946s>
- Fontaine, J., Schirmer, B., & Hörr, J. (2002). Near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS) enables the fast and accurate prediction of essential amino acid contents. 2. Results for wheat, barley, corn, triticale, wheat bran/middlings, rice bran, and sorghum. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(14), 3902-3911. <https://doi.org/10.1021/jf011637k>
- Geboes, K., & Jouret-Mourin, A. (2024). Inflammatory disorders of the small intestine. *Morson and Dawson's Gastrointestinal Pathology*, 5, 397-461. <https://doi.org/10.1002/9781119423195.ch20>
- González-Morán, M.G. (2016). Changes in progesterone receptor isoforms expression and in the morphology of the oviduct magnum of mature laying and aged nonlaying hens. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 478(2), 999-1005. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2016.08.071>
- Jahanian, N. H., Zamani, P., Ighani, V., Reza Yazdi, K., & Zarafrouz, F. (2019). Evaluation the effect of diets formulated according to the Arian and Ross strains catalogue on performance and carcass characteristics of broilers. *Animal Sciences Journal*, 31(121), 275-302. <https://doi.org/10.22092/asj.2018.110276.1479>
- Palo, P. E., Sell, J. L., Piquer, F. J., Soto-Salanova, M. F., & Vilaseca, L. (1995). Effect of early nutrient restriction on broiler chickens: performance and development of the gastrointestinal tract. *Poultry Science*, 74(1), 88-101. <https://doi.org/10.3382/ps.0740088>
- Ribeiro, J., Silva, V., Monteiro, A., Vieira-Pinto, M., Igrejas, G., Reis, F. S., & Poeta, P. (2023). Antibiotic resistance among gastrointestinal bacteria in broilers: A review focused on Enterococcus spp. and Escherichia coli. *Animals*, 13(8), 1362. <https://doi.org/10.3390/ani13081362>
- Summers, J. D., Spratt, D., & Atkinson, J. L. (1990). Restricted feeding and compensatory growth for broilers. *Poultry Science*, 69(11), 1855-1861. <https://doi.org/10.3382/ps.0691855>
- Swilam-Hussein, E. O., Suliman, G. M., Alowaimer, A. N., Ahmed, S. H., Abd El-Hack, M. E., Taha, A. E., & Swelum, A. A. (2020). Growth, carcass characteristics, and meat quality of broilers fed a low-energy diet supplemented with a multienzyme preparation. *Poultry science*, 99(4), 1988-1994. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.09.007>
- Hu, X., Li, X., Xiao, C., Kong, L., Zhu, Q., & Song, Z. (2021). Effects of dietary energy level on performance, plasma parameters, and central AMPK levels in stressed broilers. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 681-858. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.681858>

- 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(4), 422-428. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2011.12.018>
- Kumar, N. M., Selvan, S. T., Srinivasan, G., Radhakrishnan, L., Prakash, S., & Venkataramanan, R. (2018). Effects of dietary protein and energy levels on meat quality, cholesterol, Haematology and serum biochemical parameters in Arni ducks of Tamil Nadu. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(4), 1040-1045. [\[Google Scholar\]](#)
- Lambert, W., Berrocoso, J. D., Swart, B., Van Tol, M., Bruininx, E., & Willems, E. (2023). Reducing dietary crude protein in broiler diets positively affects litter quality without compromising growth performance whereas a reduction in dietary electrolyte balance further improves litter quality but worsens feed efficiency. *Animal Feed Science and Technology*, 297, 115-571. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2023.115571>
- Liu, H., Du, Y., St-Pierre, J. P., Bergholt, M. S., Autefage, H., Wang, J., & Zhang, S. (2020). Bioenergetic-active materials enhance tissue regeneration by modulating cellular metabolic state. *Science advances*, 6(13), 7608. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aay7608>
- Marcu, A., Vacaru Opreș, I., Marcu, A., Nicula, M., Dronca, D., & Kelciov, B. (2012). Effect of different levels of dietary protein and energy on the growth and slaughter performance at "Hybro PN+ broiler chickens. *Animal Science Biotechnology*, 45(2), 424-431. [\[Google Scholar\]](#)
- Mbachiantim, J. T., Johnson, N. C., & Ogbamgba, V. M. (2022). Liver and Kidney Health Biomarkers of Broiler Chickens Fed Vitamins A, C and E. *European Journal of Science, Innovation and Technology*, 2(1), 27-32. [\[Google Scholar\]](#)
- Moradi, M., Maghsoudlou, S., Rostami, F., & Mostafalou, Y. (2012). Effect of different substitution levels of extruded soybean with soybean meal and different dietary vitamin E levels on production index and economic traits of broilers. *Animal Production Research*, 1, 15-24. [\[Google Scholar\]](#). (In Persian)
- Nawaz, H., Mushtaq, T., & Yaqoob, M. (2006). Effect of varying levels of energy and protein on live performance and carcass characteristics of broiler chicks. *Poultry Science*, 43(4), 388-393. <https://doi.org/10.2141/jpsa.43.388>
- 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), 31-50. <https://doi.org/10.3390/ani13193150>
- Ogbuewu, I. P., & Mbajiorgu, C. A. (2023). Potentials of dietary zinc supplementation in improving growth performance, health status, and meat quality of broiler chickens. *Biological Trace Element Research*, 201(3), 1418-1431.
- Pendl, H., & Schmidt, R. E. (2024). Lymphatic and Hematopoietic System. *Pathology of Pet and Aviary Birds*, 1, 307-341. <https://doi.org/10.1002/9781119650522.ch9>
- Placer, Z. A., Cushman, L. L., & Johnson, B. C. (1966). Estimation of product of lipid peroxidation (malonyl dialdehyde) in biochemical systems. *Analytical Biochemistry*, 16(2), 359-364. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(66\)90167-9](https://doi.org/10.1016/0003-2697(66)90167-9)
- Ravindran, V., Tanchaoenrat, P., Zaefarian, F., & Ravindran, G. (2016). Fats in poultry nutrition: Digestive physiology and factors influencing their utilisation. *Animal Feed Science and Technology*, 213, 1-21. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.01.012>
- Saini, J., Dhande, P. L., Gaikwad, S. A., Shankhapal, V. D., & Sinha, R. (2022). Responses of broiler intestinal villus morphology to different feeding procedures under scanning electron microscopy and relation to economics. *Journal of Experimental Zoology India*, 1, 25-29. [\[Google Scholar\]](#)
- Saki, A. A., Matin, H. H., Tabatabai, M. M., Zamani, P., & Harsini, R. N. (2010). Microflora population, intestinal condition and performance of broilers in response to various rates of pectin and cellulose in the diet. *European Poultry Science*, 74, 183-8. [\[Google Scholar\]](#)
- Schneitz, C., Kiiskinen, T., Toivonen, V., & Nasi, M. (1998). Effect of Broilact on the physicochemical conditions and nutrient digestibility in the gastrointestinal tract of broilers. *Poultry Science Journal*, 77(3), 426-432. <https://doi.org/10.1093/ps/77.3.426>
- Country Poultry Joint Stock Company, 1374. Arian Broiler Breeding Management Guide.
- Van der Zijpp, A. J., & Leenstra, F. R. (1980). Genetic analysis of the humoral immune response of White Leghorn chicks. *Poultry Science*, 59(7), 1363-1369. <https://doi.org/10.3382/ps.0591363>

- Vieira, S. L., Lemme, A., Goldenberg, D. B., & Brugalli, I. (2004). Responses of growing broilers to diets with increased sulfur amino acids to lysine ratios at two dietary protein levels. *Poultry Science*, 83(8), 1307-1313. <https://doi.org/10.1093/ps/83.8.1307>
- Wongnaa, C. A., Mbroh, J., Mabe, F. N., Abokyi, E., Debrah, R., Dzaka, E., & Poku, F. A. (2023). Profitability and choice of commercially prepared feed and farmers' own prepared feed among poultry producers in Ghana. *Journal of Agriculture and Food Research*, 12, 100611. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100611>
- Youssef, I. M., Elsherbeni, A. I., Almuraee, A. A., Nass, N. M., Beyari, E. A., Alshammarii, N. M., & Saber, H. S. (2024). Influence of using synbiotics by various routes on Mandarah male chicks: intestinal bacterial counts, gut morphology and histological status. *Poultry Science*, 103(5), 103601. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103601>
- Yu, M. W., Robinson, F. E., Clandinin, M. T., & Bodnar, L. (1990). Growth and body composition of broiler chickens in response to different regimens of feed restriction. *Poultry Science*, 69(12), 2074-2081. <https://doi.org/10.3382/ps.0692074>
- Zamani, M., Rezaie, M., Teimouri, Y. A., Sayyah, Z. H., & Nick, N. F. (2013). The effect of different levels of energy and protein in finisher diet on performance, carcass yield and blood serum lipids of broiler chickens. *Animal Science Research*, 23: 69-86. [\[Google Scholar\]](#). (In Persian)