

## Evaluation of different levels of digestible lysine and its ratio to essential amino acids in Arian strain broilers in the starter period.

Behnaz Rezaei<sup>1</sup>, Ruhollah Kianfar<sup>2</sup>, Hossein Janmohammadi<sup>3</sup>, and Majid Olyae<sup>2</sup>

Received: February 18, 2024 Accepted: June 11, 2024

1, 2, 3 Ph.D. Student, Associate Professor and Professor, respectively, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

\*Corresponding author: [Rkianfar@tabrizu.ac.ir](mailto:Rkianfar@tabrizu.ac.ir)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                  |                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| <p>پژوهش‌های دامی<br/>علوم دامی<br/>Animal Science Research</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <p>Journal of Animal Science Research / vol.35 No.3/ 2025/pp 17-32<br/><a href="https://animalscience.tabrizu.ac.ir">https://animalscience.tabrizu.ac.ir</a></p> | <p>OPEN ACCESS</p> |
| <p>© 2009 Copyright by Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran<br/>This is an open access article under the CC BY NC license (<a href="https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/">https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/</a>)<br/>DOI: <a href="https://doi.org/10.22034/AS.2024.60629.1732">10.22034/AS.2024.60629.1732</a></p> |                                                                                                                                                                  |                    |

**Introduction:** Lysine is considered the second limiting amino acid for broiler chickens, and the requirement for other amino acids relative to lysine is expressed. This experiment aimed to evaluate the levels and desirable ratios of essential amino acids to digestible lysine in broiler chickens of the Arian strain during the starter period. This study investigates the effects of different levels of lysine and various patterns of amino acids on the growth performance, carcass characteristics, feed intake, and immune parameters in broiler chickens

**Material and methods:** In this experiment, 540-day-old male Arian broiler chicks were allocated to 9 treatments with 5 replicates of 12 birds each. The experiment followed a completely randomized design with a factorial arrangement of 3×3 (three amino acid patterns, Arian, (Ajinomoto and Brazilian table) × three levels of digestible lysine 1.18, 1.25 and 1.32%). Observations were conducted over three periods: 0-7 days, 7-14 days, and the overall 0-14 day period.

**Results and discussion:** Daily weight gain during all three periods (0-7 days, 7-14 days, and total 0-14 days) was significantly affected by the level of lysine, amino acid pattern, and their interaction ( $p<0.05$ ). Diets containing 1.32% lysine exhibited the highest daily weight gain. Birds receiving the Arian pattern had the highest weight gain, while those receiving the Ajinomoto pattern had the lowest ( $p<0.05$ ). Daily feed intake over the entire trial period was influenced by the level of lysine and amino acid pattern ( $p<0.05$ ). Birds fed diets with 1.25% and 1.32% lysine had the highest feed intake. The feed conversion ratio (FCR) during the trial period was affected by lysine level, amino acid pattern, and their interaction. Birds receiving the Arian pattern had the lowest FCR. The effects of amino acid pattern and its interaction with lysine on carcass yield were significant ( $p<0.05$ ). Birds receiving the Arian pattern had a higher carcass yield compared to the Brazilian pattern. An increase in lysine level significantly increased breast weight and percentage ( $p<0.05$ ). Breast weight and percentage were also influenced by the amino acid pattern, with the Arian pattern being the best. The interaction effect of lysine and amino acid pattern on breast weight and thymus weight was significant ( $p<0.05$ ). Increasing lysine level increased lymphoid organ weight and percentage significantly ( $p<0.05$ ). Total immunoglobulins and antibody titers against sheep red blood cells and Newcastle disease were influenced by lysine level ( $p<0.05$ ), with birds receiving 1.32% lysine showing the highest response. The effect of amino acid pattern was significant only on total immunoglobulin and Newcastle disease antibody titer ( $p<0.05$ ), with the Arian pattern being better than the Brazilian pattern. Based on the comprehensive results, the study investigated the impact of various experimental treatments on performance indicators in broiler chickens. Results indicated

significant effects of lysine levels and amino acid patterns on live weight, feed intake, and carcass characteristics. Birds receiving diets with higher lysine content, particularly 1.49% lysine, exhibited significantly greater live weights compared to those fed with 1.18% lysine. Additionally, live weight was influenced by amino acid patterns, with birds receiving the Ariane pattern showing the highest weight gain. The interaction effects between lysine levels and amino acid patterns on live weight were also significant, emphasizing the importance of balanced amino acid profiles in diets. Daily weight gain and feed intake were significantly affected by lysine levels and amino acid patterns, with higher lysine diets and the Ariane pattern resulting in superior performance. Moreover, carcass weight and quality parameters such as breast percentage and thigh weight were influenced by lysine levels and amino acid patterns, indicating the importance of optimizing these factors for improved carcass traits. Overall, the findings underscore the significance of dietary lysine levels and amino acid patterns in optimizing broiler performance and carcass characteristics. Based on the previous sections' results, I conducted a comparative analysis. With the gradual increase in lysine levels, the rate of weight gain remained constant, while feed consumption decreased. This phenomenon suggests that the feed conversion ratio responds to higher lysine levels (Baker et al., 2002). Rostagno et al., (2007) reported the need for lysine levels above 0.95% to enhance growth rate and improve feed conversion efficiency. Abdollah et al., (2010) observed a significant improvement in feed conversion ratio with an increase in lysine levels from 0.85% to 0.90% at 25-38 days of age. Yamamoto et al. (2000) suggested that chicks prefer diets with a balanced amino acid profile, indicating that the ideal digestible lysine level in practical diets for broilers can greatly reduce the feed conversion ratio. Feed intake in poultry is influenced by factors such as energy, amino acid balance in the diet, age, environmental temperature, lighting program, physical activities, appearance and taste of feed, and water consumption. Ghahri et al., (2010) reported that feed intake can be influenced by protein and amino acid content in the diet. Nitrogen deficiency for non-essential amino acid synthesis, unbalanced ratio of essential to non-essential amino acids, deficiency of certain essential amino acids, and differences in the utilization efficiency of synthetic amino acids compared to those present in feed for protein synthesis can affect poultry performance (Panda et al., 2011). The absorption of nutrients is influenced by the biological activity of amino acids as metabolic fuels in the body, which can affect hunger and satiety centers in the hypothalamus and feed intake (Wang et al., 2012). Abdollah et al., (2010) reported that increasing lysine levels in the diet from 1.1% to 2.1% during days 0-14 significantly improved feed intake and weight gain in Ross 308 and Hubbard broilers. Sakomura et al. (2010) reported that increasing lysine levels in broilers are beneficial as they lead to increased growth rate and reduce the days required to reach market weight. Feed intake has a direct relationship with increasing lysine levels (Ghahri et al., 2010). Imbalance in dietary amino acids can reduce feed intake (Bourre et al., 2006). Gradual increase in dietary lysine negatively affects feed intake (Ghahri et al., 2010). Using birds of the same age and from multiple strains, Valerio et al., (2003) did not report any effect of lysine levels on feed consumption.

**Conclusion:** These findings indicate that feeding Arian broiler chickens during the starter period with 1.32% digestible lysine and patterns of amino acids cataloged in the Arian strain can improve their growth performance and carcass characteristics.

**Keywords:** Ariane, immune system, growth performance, digestible lysine, amino acid ratio

## ارزیابی سطوح مختلف لیزین قابل هضم و نسبت آن به اسیدهای آمینه ضروری در جوجه‌های گوشتی سویه آرین در دوره آغازین

بهناز رضائی<sup>۱</sup>، روح‌اله کیان‌فر<sup>۲\*</sup>، حسین جانمحمدی<sup>۳</sup>، مجید علیایی<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۳/۲۲

۱، ۲ و ۳ به ترتیب دانشجوی دکتری، دانشیار و استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

\* مسئول مکاتبه: [Rkianfar@Tabrizu.ac.ir](mailto:Rkianfar@Tabrizu.ac.ir)

### چکیده

**زمینه مطالعاتی:** لیزین دومین اسید آمینه محدودکننده برای جوجه‌های گوشتی محسوب می‌شود همچنین نیاز سایر اسیدهای آمینه نسبت به لیزین به عنوان اسید آمینه مرجع بیان می‌شود. هدف: این آزمایش به منظور ارزیابی سطوح و نسبت‌های مطلوب اسیدهای آمینه ضروری به لیزین قابل هضم در جوجه‌های گوشتی سویه آرین در دوره آغازین انجام گرفت. روش کار: آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی به روش فاکتوریل سه الگوی اسید آمینه (جدول آرین، آجینوماتو و برزیلی) × سه سطح لیزین قابل هضم (۱/۱۸، ۱/۲۵ و ۱/۳۲٪) با استفاده از ۵۴۰ قطعه جوجه گوشتی سویه آرین نر در قالب ۹ تیمار و ۵ تکرار ۱۲ قطعه‌ای، اجرا شد. **نتایج:** افزایش وزن روزانه تحت تاثیر اثرات متقابل سطح لیزین و الگوی اسیدهای آمینه قرار گرفت ( $p < 0.05$ ). جیره‌های حاوی سطح لیزین ۱/۳۲ و الگوی آرین بالاترین افزایش وزن روزانه را داشتند. پرندگان دریافت کننده الگوی آرین و سطح لیزین ۱/۳۲ درصد بهترین افزایش وزن و پرندگان دریافت کننده الگوی آجینوماتو کمترین افزایش وزن را داشتند ( $p < 0.05$ ). ضریب تبدیل تحت تاثیر اثرات متقابل سطح لیزین و الگوی اسیدهای آمینه قرار گرفت ( $p < 0.05$ ). سطوح ۱/۲۵ و ۱/۳۲ لیزین پایین‌ترین ضریب تبدیل را داشتند ( $p < 0.05$ ). پرندگان دریافت کننده الگوی آرین پایین‌ترین ضریب تبدیل را داشتند ( $p < 0.05$ ). اثر الگوی اسیدهای آمینه و اثر متقابل آن بر بازده لاشه معنی دار بود پرندگان دریافت کننده آرین بازده لاشه بالاتری نسبت به الگوی برزیلی داشتند ( $p < 0.05$ ). با افزایش سطح لیزین وزن و درصد سینه بطور معنی داری افزایش یافت ( $p < 0.05$ ). با افزایش سطح لیزین در جیره، وزن و درصد اندام‌های لنفاوی افزایش یافت ( $p < 0.05$ ). ایمنوگلوبین کل بر علیه گلبول قرمز گوسفندی و آنتی بادی بر علیه نیوکاسل تحت تاثیر سطح لیزین و الگوی اسیدهای آمینه قرار گرفتند و پرندگان دریافت کننده سطح ۱/۳۲ لیزین و الگوی آرین پاسخ بالاتری نشان دادند ( $p < 0.05$ ). نتیجه‌گیری نهایی: تغذیه جوجه‌های آرین در دوره آغازین با ۱/۳۲ درصد لیزین و الگوهای اسیدهای آمینه آرین می‌تواند به بهبود عملکرد رشد و ویژگی‌های لاشه و سیستم ایمنی آن‌ها کمک کند.

**واژگان کلیدی:** آرین، سیستم ایمنی، عملکرد رشد، لیزین قابل هضم، نسبت اسید آمینه

## مقدمه

اهمیت تغذیه مقدار صحیح پروتئین جیره ی بالانس شده و اسید های آمینه برای طیور به دو دلیل در اولویت است. اول این که: پروتئین و برخی از اسیدهای آمینه گران ترین مواد مغذی در خوراک در واحد وزن می باشند. دوم: نگرانی های زیست محیطی در مورد دفع نیتروژن در مواد دفعی طیور وجود دارد ( نصر و خیری ۲۰۱۱). انتخاب ژنتیکی توسط شرکت های اصلاح نژاد منجر به بهبود زیادی در نرخ رشد و محصول گوشت تولیدی سینه در جوجه های گوشتی گردیده است (دوزیر و همکاران a, b). بنابر این امروزه جوجه گوشتی به غلظت های بالاتر آمینو اسید در جیره غذایی برای برای بهبود عملکرد و عملکرد تولید گوشت سینه نسبت به گذشته دارد (دوزیر و همکاران b ۲۰۰۸). مرغ لاین یکی از نژادهای برتر در حوزه تامین غذا است و ایران با در اختیار داشتن مرغ لاین آراین یکی از ۶ کشور صاحب لاین در دنیا محسوب می شود؛ ایران با داشتن مرغ لاین آراین به عنوان تنها دارنده لاین مرغ در خاورمیانه است (تقی زاده و همکاران ۱۳۹۷). طی سالیان گذشته ایران از این امتیاز ویژه خود استفاده نکرده و سویه لاین آراین با افزایش واردات و در نتیجه وابستگی به سویه های مرغ اجداد و مادر خارجی در حاشیه مانده و روز به روز ضعیف تر شده بوده است (تقی زاده و همکاران ۱۳۹۷). با توجه به وجود مجتمع مرغ لاین آراین در کشور و توانمندی های ژنتیکی بالقوه و بالفعل و مناسب این سویه ، کمیته ملی احیای مرغ آراین از سال ۱۳۹۸ به صورت مستمر و با جدیت تشکیل و در جهت احیای مرغ لاین در کشور تصمیمات مهمی گرفته شده است ( انجمن تولیدکنندگان جوجه یکروزه ۱۳۹۴). قابلیت های ژنتیکی سویه آراین تا سن ۳۷ روزگی ( در سنین بالاتر از ۴۶ روزگی به دلیل بروز آسیب افزایش ضریب تبدیل خوراک و سایر مشکلات این بهره‌وری کاهش می یابد) شامل بهبود ضریب تبدیل غذائی، کاهش تلفات، وزن‌گیری مناسب و کیفیت لاشه است و این موجب توصیه متخصصان به استفاده از جوجه گوشتی آراین به مرغداری های کشور است تا با استفاده از قابلیت های ژنتیکی و قیمت بسیار مناسب تر، نسبت به کاهش قیمت

تمام شده گوشت مرغ و افزایش بهره‌وری در مرغداری ها اقدام شود (تقی زاده و همکاران ۱۳۹۷). کل اسید آمینه مورد نیاز یک پرنده در حال رشد شامل دو بخش احتیاجات جهت نگهداری و احتیاجات جهت تامین پروتئین بافتی می باشد، شواهدی وجود دارد که الگوی اسیدهای آمینه مورد نیاز برای هریک از این دو بخش، کاملاً متفاوت است (وانگ و همکاران ۲۰۲۴). در جیره های تجاری اسیدهای آمینه ای که از اهمیت بیشتری برخوردارند، شامل اسیدهای آمینه گوگرددار، لیزین و ترئونین است. در جیره های کاربردی طیور، افزودن لیزین به جیره از جنبه های اقتصادی و تغذیه ای به دلیل بالا بردن میزان کارایی پروتئین جیره منطقی و مقرون به صرفه می باشد، چرا که لیزین جیره به طور عمده به منظور ابقای پروتئین و نگهداری استفاده می شود و به عنوان پیش ساز در بدن مورد استفاده قرار نمی گیرد (قهیری و همکاران ۲۰۱۰). اسید آمینه لایزین به عنوان مبنا انتخاب شده است چون مطالعات عملی زیادی در مورد آن انجام شده است و برای اهدافی غیر از ساخت پروتئین کمتر استفاده می شود. از مزایای دیگر استفاده از لایزین به عنوان شاخص این است که با افزایش سن حیوان، نیاز لایزین آن تغییر می کند ولی نسبت سایر اسیدهای آمینه به لایزین ثابت می ماند (وانگ و همکاران ۲۰۲۴). غلظت و نسبت اسیدهای آمینه ضروری و غیر ضروری به طور مستقیم بر توانایی استفاده موثر از اسید های آمینه خوراک تاثیر می گذارند. پاسخ جوجه های گوشتی به سطوح لایزین در جیره غذایی دهه ها مورد مطالعه قرار گرفته است. چندین مقاله در این زمینه منتشر شده است، اما نتایج آنها متناقض است زیرا عوامل زیادی از جمله روش های آزمایش (وی و همکاران ۲۰۰۹)، جنس، سن، نژاد ژنتیکی، استرس گرمایی، غلظت انرژی جیره، اثر متقابل انرژی با سطح پروتئین خام جیره (بکر و همکاران ۲۰۱۰، گارسیا و همکاران ۲۰۰۶ و استرلینگ و همکاران ۲۰۰۶) نیاز لایزین را تحت تاثیر قرار می دهند. وزن بازاری جوجه های گوشتی افزایش یافته است تا تقاضای فیله سینه و محصولات با ارزش افزوده را برآورده کند. گوشت سینه نسبتاً سرشار از لایزین (۷٪) در مقایسه با سایر

آزمایش تعیین بهترین سطح لایزین و بهترین نسبت اسیدهای آمینه در دوره آغازین سویه آرین می باشد.

### مواد و روش‌ها

**حیوانات آزمایشی و تیمارهای غذایی:** به منظور تعیین بهترین نسبت‌های اسیدهای آمینه ضروری به لیزین قابل هضم در جوجه‌های گوشتی سویه آرین در دوره آغازین (۱ تا ۱۴ روزگی) آزمایشی با استفاده از ۵۴۰ جوجه یکروزه نر در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۹ تیمار و ۵ تکرار و ۱۲ قطعه پرند در هر تکرار طراحی گردید. از روز اول آزمایش جوجه‌های یک روزه بصورت انفرادی وزن کشی شده و با میانگین‌های وزنی تقریباً یکسان بصورت مخلوطی از دو جنس بصورت مساوی بین ۴۵ پن (با ابعاد  $1/4 \times 1/4$  متر) با میانگین وزنی  $(45 \pm 3/3)$  گرم) پخش گردیده و تا روز ۱۴ پرورش از جیره‌های غذایی آزمایشی تغذیه شدند. هر پن شامل یک دانخوری سینی شکل برای روزهای ابتدایی و یک دانخوری سطی برای سنین بالاتر و یک آبخوری زنگوله ای اتوماتیک بود که در تمام مدت آزمایش (۱ تا ۱۴ روزگی) جوجه‌ها به آب و جیره غذایی دسترسی آزاد داشتند. ترکیب آمینواسیدهای اقلام اصلی جیره شامل ذرت و کنجاله سویا در آزمایشگاه تغذیه دام پیشرفته دانشگاه تبریز مورد ارزیابی قرار گرفت و با استفاده از ضرایب قابلیت هضم اسیدهای آمینه جدول روستانگو و همکاران (۲۰۰۵) به مقادیر آمینواسیدهای قابل هضم تبدیل گردید و در تنظیم جیره‌های غذایی آزمایشی مورد استفاده قرار گرفت. برای طراحی تیمارهای آزمایشی نسبت‌های اسیدهای آمینه توصیه شده در ۳ سطح شامل: (۱) الگوی توصیه شده در جدول برزیلی (۲) الگوی توصیه شده در جدول آجینوماتو (۳) الگوی توصیه شده در جدول آرین در نظر گرفته شده و برای هر یک از این جداول مقادیر توصیه شده برای اسید آمینه لیزین در ۳ سطح (۱/۱۸) سطح شده آرین، ۱/۲۵ سطح توصیه شده در جدول مرکز تحقیقات کشاورزی، ۱/۳۲ سطح توصیه شده در جدول برزیلی) در نظر گرفته شد. تیمارهای آزمایشی به شرح زیر بودند: تیمار ۱: الگوی برزیلی × لیزین ۱/۱۸٪. تیمار ۲: الگوی برزیلی × لیزین ۱/۲۵٪.

اسیدهای آمینه است. نسبت اسید آمینه بر پروتئین خام دارای تاثیر شدیدی بر هزینه های جیره غذایی جوجه های گوشتی دارد. اسید آمینه لایزین به عنوان مینا انتخاب شده است چون مطالعات عملی زیادی در مورد آن انجام شده است و برای اهدافی غیر از ساخت پروتئین کمتر استفاده می شود. روستاگنو و همکاران (۲۰۰۵) که آن ها ۷۹۷ میلی گرم در روز یا ۱/۱۸۹ در صد لایزین قابل هضم را برای جوجه های گوشتی ۸ تا ۲۱ روزه توصیه نموده اند. زاغری و همکاران (۲۰۰۲) و (۲۰۰۷) گزارش کرده اند که نیاز های لایزین قابل هضم برای جوجه های گوشتی آرین برای رسیدن به حداکثر افزایش وزن بدن در دوره استارتر ۱/۰۷۵ در صد می باشد. نصر و خیری (۲۰۱۱) در این دوره برای جوجه های گوشتی آرین عدد ۱/۲۲ درصد را گزارش نموده اند. آن‌ها گفته اند نیاز به لایزین برای حداکثر عملکرد مرغ گوشتی، برای هر دو جنس از ۰ تا ۳ هفته، ۱/۲۰ درصد برای بهترین عملکرد وزن بدن و ۱/۳۲ درصد برای بهترین بازده خوراک است. نصر و خیری (۲۰۱۱) پیشنهاد کردند که لایزین اضافی در سطح ۱۲۰ درصد از توصیه های NRC, 1994 در جیره های دوره ی استارتر و دوره رشد، افزایش وزن بدن، عملکرد لاشه و درصد گوشت سینه را در جوجه‌های گوشتی آرین بهبود می بخشد در حالی که کاهش در سطح لایزین وزن زنده و رشد را کاهش می دهد. روستاگنو و همکاران (۲۰۰۵) مقدار ۱/۳۶ درصد (۳۲۸ میلی‌گرم در روز) لایزین را برای جوجه‌های گوشتی تا ۷ روزگی توصیه کرده‌اند. از آنجائی‌که جهت تعیین نیاز سایر اسیدهای آمینه سویه آرین تحقیقاتی صورت نپذیرفته است و انجام تحقیقات جهت تعیین نیاز تک تک اسیدهای آمینه ضروری دیگر در سویه آرین زمان‌بر و هزینه‌بر می‌باشد، لذا در شرایط فعلی می‌توان با تکیه بر استنادات قبلی و با استفاده از اطلاعات به‌دست‌آمده از نیازهای لیزین، نسبت‌های مطلوب سایر اسیدهای آمینه ضروری قابل هضم را به لیزین تعیین کرد. همچنین تحقیقات مشابه درخصوص سایر اسیدهای آمینه قابل هضم ضروری، لازم به نظر می‌رسد. لذا هدف از انجام این

به عدد ۱۰۰ ضرب گردید تا در نهایت بصورت درصد وزن لاشه بیان شوند.

فراسنجه‌های سیستم ایمنی: برای اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی، در روز ۷ آزمایش از هر واحد آزمایشی ۲ پرندۀ انتخاب و به ازای وزن بدن، ۱ سی سی محلول سوسپانسیون SRBC که سه بار با سرم فیزیولوژیک شستشو داده شده بود از طریق ورید بال به پرندگان تزریق شد. از آنجا که پاسخ ایمنی به SRBC ۷ تا ۱۰ روز پس از ایمن سازی به اوج خود می‌رسد، بنابراین انتظار می‌رود سرم جمع‌آوری شده در ۷ روز پس از تزریق حاوی سطوح بالایی از آنتی بادی‌های اختصاصی SRBC باشد (مک آلیستر و همکاران ۲۰۱۷). ۷ روز پس از تزریق، از این پرندگان نمونه خون تهیه شد و نمونه‌ها به مدت یک روز در شرایط آزمایشگاهی نگهداری شدند و سرم خون با دور ۱۰۰۰ در دقیقه و به مدت ۱۰ دقیقه جدا گردید. ابتدا نمونه‌های سرم جهت خنثی شدن سیستم کمپلمان و عدم تداخل آن با پادتن ضد گلبول قرمز گوسفند به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد در گرم خانه گذاشته شد. برای تعیین تیترا پاسخ کل (IgM+IgG) از روش هماتیناسیون (عیاری و همکاران ۲۰۲۳) میکروتیترا استفاده شد. در هنگام قرائت نمونه‌ها لگاریتم بر مبنای ۲ عکس آخر رقتی که در آن هم‌گلوتیناسیون دیده می‌شود به عنوان عیار پادتنی ثبت گردید. برای اندازه‌گیری IgM و IgG که اجزای پاسخ به SRBC هستند با جداسازی پادتن مقاوم به مرکپاتاناتول که در حقیقت IgG است و کسر این مقدار از پاسخ کل می‌توان پادتن حساس به مرکپاتاناتول را به‌دست‌آورد که معرف IgM می‌باشد (علیایی و همکاران ۲۰۲۳). داده‌های به‌دست‌آمده در قالب طرح کاملاً تصادفی به روش فاکتوریل ۳×۳ با استفاده از رویه GLM نرم افزار آماری SAS نسخه ۹/۲ تجزیه و تحلیل آماری شدند و مقایسه میانگین‌ها به روش توکی کرامر انجام شد. اختلاف بین میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد گزارش شد. مدل ریاضی طرح آماری مورد استفاده به شرح ذیل بود:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + e_{ijk}$$

$Y_{ijk}$ : مقدار مشاهده

تیمار ۳: الگوی برزیلی × لیزین ۱/۳۲٪. تیمار ۴: الگوی آجینوماتو × لیزین ۱/۱۸٪. تیمار ۵: الگوی آجینوماتو × لیزین ۱/۲۵٪. تیمار ۶: الگوی آجینوماتو × لیزین ۱/۳۲٪. تیمار ۷: الگوی آراین × لیزین ۱/۱۸٪. تیمار ۸: الگوی آراین × لیزین ۱/۲۵٪. تیمار ۹: الگوی آراین × لیزین ۱/۳۲٪.

**رکورد گیری عملکرد رشد:** جوجه‌های هر پن در سن یک روزگی و سپس به صورت هفتگی توزین گردیدند. به منظور حداقل کردن اثر وزن محتویات دستگاه گوارش، هشت ساعت قبل از هر وزن‌کشی، به جوجه‌ها گرسنگی اعمال گردید. در زمان اعمال گرسنگی مقدار خوراک باقیمانده هر گروه اندازه‌گیری و برای تعیین خوراک مصرفی هفتگی استفاده شد. ضریب تبدیل خوراک در پایان هر هفته، از تقسیم میانگین خوراک مصرفی توسط جوجه‌های هر گروه به میانگین اضافه وزن آن‌ها به دست آمد. شاخص افزایش وزن جوجه‌ها بصورت مجموع وزن جوجه‌های نر و ماده یک پن با هم در روزهای ۷ و ۱۴ آزمایش اندازه‌گیری شد. شاخص افزایش وزن به صورت تفاضل روز وزن‌کشی نسبت به دوره قبلی به‌دست‌آمد. برای تعیین خوراک مصرفی، مقادیر جیره غذایی مازاد وزن‌کشی شده و از میزان دان در ابتدای دوره وزن‌کشی کم شد. در نهایت میانگین مصرف خوراک هر پرندۀ در دوره آزمایشی محاسبه گردید. ضریب تبدیل خوراک با تقسیم خوراک مصرفی هر پن بر میانگین افزایش وزن هر پن در طول دوره به‌دست‌آمد. تعداد تلفات در پایان هر هفته برای محاسبه افزایش وزن و خوراک مصرفی هفتگی، تصحیح با محاسبه روز مرغ انجام گرفت.

**تجزیه لاشه:** در پایان دوره (۱۴ روزگی) یک جوجه از هر تکرار (جمعاً ۵ قطعه از هر تیمار)، با شرایط نزدیک به میانگین انتخاب شده و پس از توزین، کشتار شد. پر و پوست باهم جدا گردید و سپس حفره بطنی عمود بر خط میانی و در ناحیه شکمی باز شده و چربی حفره بطنی موجود در شکم و اطراف سنگدان و روده‌ها جمع‌آوری و توزین گردید. و اندام‌های مختلف وزن‌کشی شدند. وزن اندام‌های مذکور بر وزن لاشه گرم تقسیم شده و

۱۱: میانگین

A<sub>i</sub>: اثر لیزین قابل هضم

B<sub>j</sub>: اثر الگوی احتیاجات اسیدهای آمینه

ijz: اثر متقابل لیزین قابل هضم و الگوی احتیاجات اسیدهای آمینه،

e<sub>ijk</sub>: اثر خطای آزمایشی

## نتایج و بحث

نتایج تاثیر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های عملکرد در جدول ۲ نشان داده شده است. براساس نتایج بدست آمده وزن زنده در دوره‌های ۰ تا ۷ روزگی، ۷ تا ۱۴ روزگی و کل دوره (۰ تا ۱۴ روزگی) بطور معنی‌داری تحت تاثیر سطح لیزین قرار گرفت ( $p < 0.05$ ). پرندگان دریافت کننده جیره با لیزین ۱/۳۲ در کل دوره ۱۴ روزگی ۴۹/۳ گرم وزن بیشتری نسبت به پرندگان تغذیه شده با جیره ۱/۱۸ لیزین داشتند. همچنین وزن زنده تحت تاثیر الگوی اسیدهای آمینه قرار گرفت ( $p < 0.05$ ). و پرندگان دریافت کننده الگوی آرین بالاترین وزن زنده را داشتند که ۲۸/۸ گرم وزن بالاتری نسبت به پرندگان تغذیه شده با الگوی آجینوماتو داشتند. اثرات متقابل سطوح مختلف لیزین و الگوهای مختلف احتیاجات اسیدهای آمینه بر وزن زنده در ۱۴ روزگی معنی‌دار بود ( $p < 0.05$ ). جیره حاوی سطح ۱/۳۲ لیزین و الگوی احتیاجات جدول آرین بالاترین وزن زنده و جیره حاوی الگوی برزیل با سطح ۱/۱۸ لیزین کمترین وزن زنده را نشان دادند (۳۵۰/۴ در مقابل ۲۷۲/۲). اثر افزایش سطح لیزین بر افزایش وزن در الگوی آرین بیشترین بود

بطوری‌که با افزایش سطح لیزین از ۱/۱۸ به ۱/۳۲ افزایش وزن ۶۵ گرم بیشتر شد درحالی‌که افزایش سطح لیزین در الگوی برزیلی ۴۹/۸ گرم و در الگوی آجینوماتو ۳۳/۲ گرم وزن زنده را افزایش دادند. افزایش وزن روزانه در هر سه دوره ۰ تا ۷ روزگی، ۷ تا ۱۴ روزگی و کل دوره (۰ تا ۱۴ روزگی) بطور معنی‌داری تحت تاثیر سطح لیزین قرار گرفت ( $P < 0.05$ ). جیره‌های حاوی سطح لیزین ۱/۳۲ بالاترین افزایش وزن روزانه را داشتند این پرندگان در مقایسه با سطح ۱/۱۸ درصد لیزین روزانه ۳/۵ گرم افزایش وزن بیشتری داشتند.

افزایش وزن روزانه در هر سه دوره ۰ تا ۷ روزگی، ۷ تا ۱۴ روزگی و کل دوره (۰ تا ۱۴ روزگی) بطور معنی‌داری تحت تاثیر الگوی اسیدهای آمینه نیز قرار گرفت پرندگان دریافت کننده الگوی آرین بهترین افزایش وزن و پرندگان دریافت کننده الگوی آجینوماتو کمترین افزایش وزن را داشتند و الگوی برزیلی مابین دو الگوی دیگر بود که بین هر سه الگو تفاوت معنی‌داری وجود داشت ( $p < 0.05$ ). در کل دوره پرندگان دریافت کننده الگوی آرین روزانه ۲ گرم افزایش وزن بیشتری نسبت به الگوی آجینوماتو داشتند. اثرات متقابل سطوح مختلف لیزین و الگوهای مختلف احتیاجات اسیدهای آمینه بر افزایش وزن در ۷ تا ۱۴ روزگی معنی‌دار بود ( $p < 0.05$ ).

| Amino acids ratio               | Arian |      |      | Ajinomoto |      |      | Brazilian |      |      |
|---------------------------------|-------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|
| Digestible lysine               | 1.18  | 1.25 | 1.32 | 1.18      | 1.25 | 1.32 | 1.18      | 1.25 | 1.32 |
| corn                            | 54    | 54   | 54   | 53.5      | 53.5 | 52.8 | 52.8      | 53.5 | 53   |
| Soybean meal (44%)              | 41    | 40.3 | 40   | 41        | 40.5 | 40.5 | 41.5      | 40.5 | 40.6 |
| Soybean Oil                     | 1.5   | 1.5  | 1.5  | 1.6       | 1.6  | 1.8  | 1.7       | 1.7  | 1.7  |
| DCP(18%)                        | 1.99  | 1.98 | 1.96 | 1.98      | 1.95 | 2    | 1.95      | 1.97 | 2    |
| CaCO <sub>3</sub>               | 1.1   | 1.1  | 1.12 | 0         | 1.12 | 1.12 | 1.2       | 1.12 | 1.1  |
| DL-Methionine                   | 0.25  | 0.3  | 0.35 | 0.24      | 30.3 | 0.35 | 0.2       | 0.25 | 0.3  |
| Lysine HCL                      | 0     | 0.1  | 0.25 | 0.25      | 0.1  | 0.2  | 0         | 0.1  | 0.2  |
| Threonine                       | 0     | 0.1  | 0.13 | 0.1       | 0.1  | 0.1  | 0         | 0.1  | 0.1  |
| Choline                         | 0.1   | 0.1  | 0.1  | 0         | 0.1  | 0.1  | 0.1       | 0.1  | 0.1  |
| Vit & min Permixon <sup>1</sup> | 0.5   | 0.5  | 0.5  | 0.5       | 0.5  | 0.5  | 0.5       | 0.5  | 0.5  |
| Common salt                     | 0.25  | 0.25 | 0.25 | 0.25      | 0.25 | 0.25 | 0.25      | 0.25 | 0.25 |
| NaHCO <sub>3</sub>              | 0.13  | 0.13 | 0.13 | 0.12      | 0.13 | 0.15 | 0.14      | 0.13 | 0.15 |

<sup>1</sup>Supplied per kg diet: Vitamin A, 10000 IU; vitamin D3, 2500 IU; vitamin E, 10 IU; vitamin B1 (thiamine), 2.2 mg; vitamin B2 (riboflavin), 4 mg; vitamin B3, 8 mg;; vitamin B6, 2 mg; vitamin B9, 0.56 mg; vitamin B12, 0.015 mg; H2, 0.15 mg; Choline chloride, 200 mg. <sup>2</sup>Per kg mineral supplement containing : 80 mg manganese, 60 mg zinc, 50 mg iron, 5 mg Cu, 1 mg; I, and was 0.1 mg selenium.

[illegible]

|                |       |                    |       |       |       |       |       |       |       |       |                     |
|----------------|-------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
| Brazilian×1.18 | 15.75 | 17.59 <sup>d</sup> | 16.67 | 1.11  | 1.43  | 1.28  | 17.47 | 25.09 | 21.28 | 149.0 | 272.2 <sup>g</sup>  |
| Brazilian×1.25 | 17.13 | 24.01 <sup>b</sup> | 20.57 | 1.02  | 1.17  | 1.11  | 17.55 | 28.18 | 22.87 | 158.6 | 326.7 <sup>b</sup>  |
| Brazilian×1.32 | 17.12 | 23.38 <sup>b</sup> | 20.25 | 1.04  | 1.18  | 1.12  | 17.85 | 27.57 | 22.71 | 158.3 | 322.0 <sup>c</sup>  |
| Ajinomoto×1.18 | 15.82 | 18.47 <sup>c</sup> | 17.14 | 1.05  | 1.42  | 1.24  | 16.60 | 26.22 | 21.41 | 148.8 | 278.1 <sup>gf</sup> |
| Ajinomoto×1.25 | 15.90 | 21.02 <sup>b</sup> | 18.46 | 1.06  | 1.16  | 1.18  | 16.86 | 27.00 | 21.93 | 150.1 | 297.3 <sup>e</sup>  |
| Ajinomoto×1.32 | 16.55 | 22.31 <sup>b</sup> | 19.43 | 1.04  | 1.22  | 1.14  | 17.28 | 27.08 | 22.18 | 155.1 | 311.3 <sup>d</sup>  |
| Arian×1.18     | 16.26 | 18.87 <sup>c</sup> | 17.56 | 1.02  | 1.37  | 1.21  | 16.71 | 25.87 | 21.29 | 153.2 | 285.3 <sup>ef</sup> |
| Arian×1.25     | 17.12 | 25.64 <sup>b</sup> | 21.38 | 1.01  | 1.14  | 1.09  | 17.35 | 29.42 | 23.39 | 158.0 | 337.4 <sup>b</sup>  |
| Arian×1.32     | 16.99 | 27.59 <sup>a</sup> | 22.29 | 1.02  | 1.08  | 1.06  | 17.39 | 30.04 | 23.72 | 157.2 | 350.4 <sup>a</sup>  |
| SEM            | 0.24  | 0.67               | 0.30  | 0.009 | 0.038 | 0.023 | 0.55  | 0.82  | 0.52  | 1.75  | 4.32                |
| P value        | 0.10  | <0.01              | 0.56  | 0.66  | 0.56  | 0.31  | 0.98  | 0.25  | 0.47  | 0.14  | <0.01               |

a-f means with different letters in each column are statistically significantly different.

SEM: Standard Error of the Mean

دوره پایین‌ترین ضریب تبدیل را داشتند که تفاوت معنی‌داری با الگوهای آجینوماتو و برزیلی وجود داشت ( $P < 0.05$ ). اثر متقابل لیزین و الگوی اسیدهای آمینه بر ضریب تبدیل معنی‌دار نبود. همسو با نتایج این تحقیق، نصر و خیری (۲۰۱۱) گزارش کردند که افزایش وزن و مصرف خوراک جوجه‌های تغذیه شده با سطح لیزین قابل هضم بالاتر، بیشتر بود. بهبود در افزایش وزن بدن، برای جوجه‌های تغذیه شده با سطح بالاتر لیزین، ممکن است به دلیل مصرف بیشتر خوراک رخ دهد (خیری و همکاران، ۲۰۱۱). در جوجه‌های گوشتی ۲۳-۳۶ روزگی که با سطوح مختلف لیزین قابل هضم (۰/۹۵، ۱/۰، ۱/۰۵، ۱/۱۰، ۱/۱۵) تغذیه شدند، با افزایش سطح لیزین، افزایش وزن روزانه بهبود یافت (ترنیدا و همکاران، ۲۰۱۱). افزایش لیزین کل از ۱/۱ به ۱/۲ درصد منجر به بهبود افزایش وزن روزانه جوجه‌های گوشتی می‌شود (کید و فانچر ۲۰۰۱). کاهش و افزایش اسیدهای آمینه جیره باعث تفاوت‌های معنی‌دار در وزن بدن جوجه‌ها می‌گردد (نصر و خیری، ۲۰۱۱). مغایر با نتایج ما، نصر و خیری (۲۰۱۱) گزارش کردند که افزایش سطح اسیدهای آمینه در دوره آغازین اثرات معنی‌داری بر افزایش وزن بدن ندارد ولی در دوره پایانی تاثیرات معنی‌داری نشان می‌دهد. زاغری و همکاران (۲۰۰۲) و (۲۰۰۷) گزارش کرده‌اند که نیازهای لیزین قابل هضم برای جوجه‌های گوشتی آرین برای رسیدن به حداکثر افزایش وزن بدن در دوره استارتر ۱/۰۷۵ درصد می‌باشد. نصر و خیری (۲۰۱۱) در این دوره برای جوجه‌های گوشتی آرین عدد ۱/۲۲ درصد را گزارش

جیره حاوی سطح ۱/۳۲ لیزین و الگوی احتیاجات جدول آرین بالاترین افزایش وزن و جیره حاوی الگوی برزیل با سطح ۱/۱۸ لیزین کمترین افزایش وزن را نشان دادند (۲۲/۲۹ در مقابل ۱۶/۶۷). اثر سطوح لیزین بر افزایش وزن بدن در الگوی آرین بیشترین بود بطوری که با افزایش سطح لیزین از ۱/۱۸ به ۱/۳۲ افزایش وزن ۴/۷۳ گرم بیشتر شد. مصرف خوراک روزانه در هفته دوم و کل دوره آزمایش تحت تاثیر سطح لیزین قرار گرفت ( $P < 0.05$ ). پرندگان تغذیه شده با سطوح ۱/۲۵ و ۱/۳۲ لیزین بالاترین مصرف خوراک را داشتند که تفاوت معنی‌داری با سطح ۱/۱۸ وجود داشت ( $P < 0.05$ ) ولی بین سطح ۱/۲۵ و ۱/۳۲ تفاوت معنی‌داری در مورد مصرف خوراک مشاهده نشد. همچنین مصرف خوراک در کل دوره ۱۴ روزه آزمایش بطور معنی‌داری تحت تاثیر الگوی اسیدهای آمینه قرار گرفت ( $P < 0.05$ ). پرندگان دریافت کننده الگوی آرین در کل دوره بالاترین مصرف خوراک را داشتند که تفاوت معنی‌داری با الگوهای آجینوماتو وجود داشت ( $P < 0.05$ ). اثر متقابل لیزین و الگوی اسیدهای آمینه بر مصرف خوراک معنی‌دار نبود. ضریب تبدیل در هفته دوم و کل دوره آزمایش تحت تاثیر سطح لیزین قرار گرفت ( $P < 0.05$ ). سطوح ۱/۲۵ و ۱/۳۲ لیزین پایین‌ترین ضریب تبدیل را داشتند که تفاوت معنی‌داری با سطح ۱/۱۸ وجود داشت ( $P < 0.05$ ) ولی بین سطح ۱/۲۵ و ۱/۳۲ تفاوت معنی‌داری در مورد ضریب تبدیل مشاهده نشد. همچنین ضریب تبدیل بطور معنی‌داری تحت تاثیر الگوی اسیدهای آمینه قرار گرفت ( $P < 0.05$ ). پرندگان دریافت کننده الگوی آرین در کل

سطح ایده‌آل لیزین قابل هضم در جیره‌های عملی برای جوجه‌های گوشتی آراین می‌تواند ضریب تبدیل خوراک را به شدت کاهش دهد.

مصرف خوراک در طیور تابع عواملی نظیر انرژی و تعادل اسیدهای آمینه خوراک، سن، درجه حرارت محیط، برنامه نوردی، فعالیت‌های بدنی، ظاهر و طعم خوراک و آب مصرفی می‌باشد. قهری و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که مصرف خوراک می‌تواند تحت تاثیر پروتئین و اسیدهای آمینه جیره قرار گیرد. کمبود نیتروژن برای سنتز اسیدهای آمینه غیر ضروری، نسبت نامتعادل اسیدهای آمینه ضروری به غیر ضروری، کمبود بعضی از اسیدهای آمینه ضروری و تفاوت بازده مصرف اسیدهای آمینه سنتتیک در مقایسه با اسیدهای آمینه موجود در خوراک برای سنتز پروتئین، تاثیر میزان اسیدهای آمینه جیره بر عملکرد پرنده را تغییر می‌دهند (پاندا و همکاران، ۲۰۱۱).

نموده‌اند و گفته‌اند نیاز به لیزین برای حداکثر عملکرد مرغ گوشتی، برای هردو جنس از ۰ تا ۳ هفته‌گی، ۱/۲۰ درصد برای بهترین عملکرد وزن بدن و ۱/۳۲ درصد برای بهترین بازده خوراک است. با افزایش سطوح لیزین به تدریج میزان افزایش وزن ثابت مانده ولی مصرف خوراک رو به کاهش می‌گذارد. این پدیده باعث می‌شود که ضریب تبدیل خوراک نسبت به افزایش وزن به سطوح بالاتر لیزین پاسخ دهد (بیکر و همکاران ۲۰۰۲). نیاز به لیزین بالاتر از ۰/۹۵ درصد توسط روستگنو و همکاران (۲۰۰۵) برای افزایش نرخ رشد و بهبود ضریب تبدیل غذایی خوراک گزارش شده است. ضریب تبدیل خوراک با افزایش سطح لیزین از ۰/۸۵ به ۰/۹ درصد در سن ۲۵-۳۸ روزگی به‌طور قابل توجهی بهبود می‌یابد (عبدالله و همکاران ۲۰۱۰). یاماموتو و همکاران (۲۰۰۰) پیشنهاد کردند که جوجه‌ها جیره‌هایی با تعادل اسید آمینه کافی را ترجیح می‌دهند. این نشان می‌دهد که

**Table 3- The main and Interaction effects of digestible lysine levels and different patterns of amino acids on carcass characterizations in 14 days**

|                            | Live Weight        | Carcass Weight (g) | Carcass (%)        | Breast (g)         | Breast (%)         | Thigh (g)          | Thigh (%) | Fat (g) | Fat (%) |
|----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------|---------|---------|
| <b>Lysine level</b>        |                    |                    |                    |                    |                    |                    |           |         |         |
| 1.18                       | 299.7 <sup>b</sup> | 189.6 <sup>b</sup> | 63.2               | 56.5 <sup>c</sup>  | 18.8 <sup>c</sup>  | 67.4 <sup>b</sup>  | 22.4      | 2.71    | 0.91    |
| 1.25                       | 340.1 <sup>a</sup> | 218.7 <sup>a</sup> | 64.3               | 69.9 <sup>b</sup>  | 20.6 <sup>b</sup>  | 73.9 <sup>a</sup>  | 21.7      | 2.94    | 0.86    |
| 1.32                       | 339.9 <sup>a</sup> | 221.1 <sup>a</sup> | 65.0               | 75.1 <sup>a</sup>  | 22.0 <sup>a</sup>  | 74.8 <sup>a</sup>  | 22.0      | 2.73    | 0.81    |
| SEM                        | 3.06               | 2.53               | 0.74               | 1.00               | 0.34               | 1.51               | 0.46      | 0.06    | 0.08    |
| P value                    | <0.01              | <0.01              | 0.30               | <0.01              | <0.01              | <0.01              | 0.55      | 0.77    | 0.67    |
| <b>Amino acids ratio</b>   |                    |                    |                    |                    |                    |                    |           |         |         |
| Brazilian                  | 311.8 <sup>b</sup> | 196.6 <sup>b</sup> | 62.9 <sup>b</sup>  | 61.2 <sup>c</sup>  | 19.6 <sup>b</sup>  | 68.3 <sup>b</sup>  | 21.9      | 2.72    | 0.87    |
| Ajinomoto                  | 338.3 <sup>a</sup> | 217.0 <sup>a</sup> | 64.2 <sup>ab</sup> | 68.5 <sup>b</sup>  | 20.2 <sup>b</sup>  | 72.6 <sup>ab</sup> | 21.5      | 2.68    | 0.80    |
| Arian                      | 329.7 <sup>a</sup> | 215.9 <sup>a</sup> | 65.4 <sup>a</sup>  | 71.9 <sup>a</sup>  | 21.7 <sup>a</sup>  | 75.3 <sup>a</sup>  | 22.9      | 2.99    | 0.90    |
| SEM                        | 3.06               | 2.53               | 0.74               | 1.00               | 0.34               | 1.51               | 0.46      | 0.06    | 0.08    |
| P value                    | <0.01              | <0.01              | 0.05               | <0.01              | <0.01              | <0.01              | 0.12      | 0.64    | 0.65    |
| <b>Interaction effects</b> |                    |                    |                    |                    |                    |                    |           |         |         |
| Brazilian×1.18             | 294.1              | 177.2              | 60.3 <sup>d</sup>  | 55.3 <sup>f</sup>  | 18.8 <sup>d</sup>  | 62.8               | 21.4      | 2.40    | 0.81    |
| Brazilian×1.25             | 320.1              | 210.6              | 65.8 <sup>b</sup>  | 65.2 <sup>d</sup>  | 20.4 <sup>c</sup>  | 71.2               | 22.2      | 2.90    | 0.91    |
| Brazilian×1.32             | 321.5              | 202.1              | 62.9 <sup>c</sup>  | 63.2 <sup>de</sup> | 19.7 <sup>cd</sup> | 71.0               | 22.1      | 2.87    | 0.89    |
| Ajinomoto×1.18             | 303.0              | 198.1              | 65.4 <sup>b</sup>  | 56.4 <sup>f</sup>  | 18.6 <sup>d</sup>  | 69.9               | 23.1      | 3.06    | 1.02    |
| Ajinomoto×1.25             | 354.2              | 218.7              | 61.8 <sup>cd</sup> | 70.4 <sup>c</sup>  | 19.9 <sup>c</sup>  | 72.4               | 20.5      | 2.84    | 0.80    |
| Ajinomoto×1.32             | 357.7              | 234.2              | 65.6 <sup>b</sup>  | 78.8 <sup>b</sup>  | 22.1 <sup>b</sup>  | 75.5               | 21.1      | 2.15    | 0.60    |
| Arian×1.18                 | 302.3              | 193.6              | 64.0 <sup>bc</sup> | 58.0 <sup>f</sup>  | 19.2 <sup>cd</sup> | 69.6               | 23.0      | 2.68    | 0.90    |
| Arian×1.25                 | 346.3              | 227.0              | 65.6 <sup>b</sup>  | 74.3 <sup>bc</sup> | 21.5 <sup>bc</sup> | 78.4               | 22.6      | 3.10    | 0.89    |
| Arian×1.32                 | 340.7              | 227.3              | 66.7 <sup>a</sup>  | 83.4 <sup>a</sup>  | 24.5 <sup>a</sup>  | 78.1               | 23.0      | 3.20    | 0.94    |
| SEM                        | 5.30               | 4.38               | 1.27               | 1.73               | 0.59               | 2.61               | 0.80      | 0.11    | 0.13    |
| P value                    | 0.08               | 0.1                | 0.01               | 0.01               | 0.01               | 0.76               | 0.27      | 0.48    | 0.41    |

a-d means with different letters in each column are statistically significantly different.

SEM: Standard Error of the Mean

اسیدهای آمینه در دوره آغازین و پایانی ممکن است متفاوت باشد. این مغایرت‌ها می‌تواند به عوامل متغیر مانند شرایط محیطی، ترکیبات جیره غذایی، و تفاوت‌های ژنتیکی مرتبط با جوجه‌ها بازگشت داده شود. از این رو، مقایسه نتایج ما با سایر تحقیقات نشان می‌دهد که تأثیرات افزایش سطح لیزین قابل هضم و الگوهای اسیدهای آمینه بر رشد و عملکرد جوجه‌های گوشتی پیچیده است و ممکن است بسته به شرایط مختلف، نتایج متفاوتی داشته باشد.

نتایج مربوط با تفکیک لاشه و فراسنجه های کیفی لاشه در جدول ۳ آورده شده است. همانطور که در جدول نتایج مشاهده می‌شود وزن لاشه تحت تاثیر سطح لیزین جیره قرار گرفت و پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی لیزین ۱/۱۸ درصد وزن لاشه کمتری نسبت به دو گروه دیگر داشتند ( $P < 0.05$ ). همچنین اثر الگوی اسیدهای آمینه بر وزن لاشه معنی دار بود و پرندگان دریافت کننده الگوی برزیلی وزن لاشه کمتری نسبت به الگوی آرین و آجینوماتو داشتند ( $P < 0.05$ ). ولی اثر متقابل الگوی اسید آمینه و سطح لیزین بر وزن لاشه معنی دار نبود. اثرات متقابل الگوی اسید آمینه بر بازده لاشه معنی دار بود. پرندگان دریافت کننده آرین بازده لاشه بالاتری نسبت به الگوی برزیلی داشتند ( $P < 0.05$ ). همچنین پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی ۱/۳۲ لیزین و الگوی آرین بالاترین بازده لاشه (۶۶/۷) و پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی ۱/۱۸ درصد لیزین و الگوی برزیلی کمترین بازده لاشه (۶۰/۳) را داشتند. وزن و درصد سینه همچنین تحت تاثیر الگوی اسیدهای آمینه قرار گرفت و بهترین گوشت در این زمینه الگوی آرین بود. همچنین اثر متقابل لیزین و الگوی اسید آمینه بر وزن و درصد سینه معنی دار بود بالاترین درصد سینه در پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی ۱/۳۲ لیزین مشاهده شد. وزن ران تحت تاثیر سطح لیزین آمینه قرار گرفت و بالاترین وزن ران در سطح ۱/۳۲ لیزین قرار گرفت هرچند تفاوتی با سطح ۱/۲۵ نداشت. همچنین وزن ران تحت تاثیر الگوی اسیدهای آمینه قرار گرفت و بالاترین وزن ران الگوی آرین مشاهده شد هرچند بین الگوی آرین و آجینوماتو تفاوت معنی داری وجود نداشت.

جذب مواد مغذی تحت تاثیر فعالیت بیولوژیک اسیدهای آمینه به عنوان سوخت‌های متابولیک در بدن می‌باشد که می‌تواند روی مرکز سیری و گرسنگی هیپوتالاموس تاثیر گذاشته و گرسنگی و مصرف خوراک را تحت تاثیر قرار دهد (وانگ و همکاران ۲۰۱۲). در گزارشات عبدالله و همکاران (۲۰۱۰) افزایش سطح لیزین در جیره غذایی از ۱/۱ به ۱/۲ درصد در طی ۱۴-۰ روزگی به طور قابل توجهی باعث بهبود مصرف خوراک و افزایش وزن در جوجه‌های گوشتی راس ۳۰۸ و هوبارد گردید. ساکومورا و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که افزایش سطح لیزین در جوجه‌های گوشتی مفید است زیرا منجر به افزایش نرخ رشد می‌شود و بنابراین روزهای مورد نیاز برای رسیدن به وزن بازار را کاهش می‌دهد. مصرف خوراک با افزایش سطح لیزین ارتباط مستقیم دارد (بوور، ۲۰۰۶). عدم تعادل در اسیدهای آمینه جیره می‌تواند کاهش مصرف خوراک را به همراه داشته باشد (بورنو و انسروکو، ۲۰۰۶). افزایش تدریجی لیزین جیره بر مصرف خوراک تاثیر منفی می‌گذارد (نمازو و همکاران ۲۰۰۸). با استفاده از پرندگان هم سن و از چندین سویه، والریو و همکاران (۲۰۰۳) هیچ اثری از سطح لیزین بر مصرف خوراک را گزارش نکردند. تحقیقاتی که ذکر شد نشان می‌دهند که افزایش سطح لیزین قابل هضم در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی می‌تواند بهبود عملکرد رشدی آن‌ها را تحت تاثیر قرار دهد. این نتایج با مواردی که در تحقیق ما گزارش شده است همخوانی دارد. به عنوان مثال، تحقیق نصر و خیری (۲۰۱۱) نشان می‌دهد که افزایش وزن و مصرف خوراک در پایان دوره برای جوجه‌های تغذیه شده با سطح لیزین قابل هضم بالاتر بیشتر بوده است، که با نتایج شما همخوانی دارد. به علاوه، تحقیقات دیگری همچون تحقیقات ترنیدا و همکاران (۲۰۱۱) و قهری و همکاران (۲۰۱۰) نیز نشان داده‌اند که افزایش سطح لیزین قابل هضم می‌تواند منجر به بهبود افزایش وزن روزانه جوجه‌های گوشتی شود، که این نتیجه نیز با نتایج ما همخوانی دارد. در مقابل، برخی تحقیقات همچون تحقیقات نصر و خیری (۲۰۱۱) و زاغری و همکاران (۲۰۰۲ و ۲۰۰۷) نشان داده‌اند که تأثیرات افزایش سطح



|                |                    |       |                    |                    |       |       |       |       |
|----------------|--------------------|-------|--------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| Brazilian×1.18 | 0.97 <sup>c</sup>  | 0.33  | 2.48 <sup>b</sup>  | 0.84 <sup>b</sup>  | 0.29  | 0.10  | 1.76  | 0.60  |
| Brazilian×1.25 | 1.21 <sup>b</sup>  | 0.38  | 2.57 <sup>b</sup>  | 0.80 <sup>bc</sup> | 0.33  | 0.10  | 1.69  | 0.53  |
| Brazilian×1.32 | 1.18 <sup>b</sup>  | 0.37  | 2.63 <sup>b</sup>  | 0.82 <sup>b</sup>  | 0.38  | 0.12  | 1.63  | 0.51  |
| Ajinomoto×1.18 | 1.02 <sup>bc</sup> | 0.34  | 2.15 <sup>bc</sup> | 0.72 <sup>c</sup>  | 0.30  | 0.10  | 1.78  | 0.59  |
| Ajinomoto×1.25 | 0.92 <sup>c</sup>  | 0.26  | 2.37 <sup>b</sup>  | 0.68 <sup>c</sup>  | 0.38  | 0.11  | 1.93  | 0.55  |
| Ajinomoto×1.32 | 0.96 <sup>c</sup>  | 0.27  | 2.91 <sup>ab</sup> | 0.81 <sup>b</sup>  | 0.41  | 0.12  | 1.79  | 0.50  |
| Arian×1.18     | 0.92 <sup>c</sup>  | 0.31  | 2.03 <sup>c</sup>  | 0.67 <sup>c</sup>  | 0.33  | 0.11  | 1.59  | 0.53  |
| Arian×1.25     | 1.26 <sup>b</sup>  | 0.36  | 2.75 <sup>ab</sup> | 0.79 <sup>bc</sup> | 0.34  | 0.10  | 1.80  | 0.52  |
| Arian×1.32     | 1.52 <sup>a</sup>  | 0.45  | 3.14 <sup>a</sup>  | 0.92 <sup>a</sup>  | 0.40  | 0.12  | 1.94  | 0.57  |
| SEM            | 0.088              | 0.027 | 0.133              | 0.043              | 0.017 | 0.006 | 0.068 | 0.017 |
| P value        | <0.01              | 0.67  | 0.01               | 0.036              | 0.47  | 0.62  | 0.59  | 0.63  |

a-c means with different letters in each column are statistically significantly different.

SEM: Standard Error of the Mean

می‌کند. مشابه نتایج ما، کید و همکاران (۲۰۰۱) میزان اسیدهای آمینه جیره را موثر بر وزن اندام‌های ایمنی گزارش کردند به طوری که افزایش اسیدهای آمینه جیره منجر به توسعه اندام‌های لنفوئیدی و افزایش وزن اندام‌های ایمنی شد.

حصول نتایج مختلف در تحقیقات گوناگون می‌تواند ناشی از تفاوت در سویه پرندگان و جیره غذایی باشد. تنوع سویه ممکن است به بیان متفاوت ژن‌های مرتبط با استفاده از لیزین کمک کند. پاسخ ایمنی ضعیف می‌تواند به دلیل کاهش در دسترس بودن پروتئین برای سنتز پروتئین کبد مرتبط با پاسخ ایمنی یا تولید آنتی بادی باشد (مروانی ۲۰۰۸). به طور کلی، نتایج حاکی از این است که تغذیه جوجه‌ها با سطوح مختلف لیزین و الگوهای مختلف اسیدهای آمینه می‌تواند تأثیرات متفاوتی بر اندام‌های لنفوئیدی و سیستم ایمنی آن‌ها داشته باشد. تفاوت‌های در نتایج مطالعات مختلف ممکن است به دلیل تفاوت در شرایط آزمایشی، سویه‌های مورد استفاده و جیره‌های غذایی باشد. این نتایج می‌تواند به بهبود عملکرد ایمنی و سلامت مرغ‌ها کمک کند. بنابراین در تحقیق حاضر می‌توان نتیجه گرفت که سطح ۱/۳۲ لیزین در حالت بهینه قرار داشته و باعث توسعه سیستم‌های لنفوئیدی شده است.

تأثیر تیمارهای اعمالی بر فراسنجه‌های مرتبط با سیستم ایمنی در جدول شماره ۴ آورده شده است. همانطور که در جدول نتایج مشاهده می‌شود ایمنوگلوبین کل و G بر علیه گلبول قرمز گوسفندی و همچنین آنتی بادی بر علیه نیوکاسل تحت تأثیر سطح لیزین قرار گرفتو پرندگان دریافت کننده سطح ۱/۳۲ لیزین پاسخ

نتایج تأثیر تیمارهای آزمایشی بر وزن و درصد وزن اندام‌های لنفوئیدی و پانکراس در جدول ۴ نشان داده شده است. با توجه به این نتایج نشان داد که اثر سطح لیزین بر درصد بورس فایبرسیوس، وزن پانکراس و درصد پانکراس معنی‌دار نبود. اما در مورد سایر فراسنجه‌های اندازه گیری شده از قبیل وزن بورس، وزن و درصد تیموس، وزن و درصد طحال تفاوت معنی داری مشاهده شد ( $P < 0.05$ ). بطور کلی با افزایش سطح لیزین در جیره، وزن و درصد اندام‌های لنفاوی افزایش یافت ( $P < 0.05$ ) افزایش سطح لیزین با تحریک سیستم ایمنی منجر به افزایش وزن اندام‌های لنفوئیدی و بهبود وضعیت سلامتی حیوان گردیده است و بالاترین وزن بورس، تیموس، و طحال در سطح ۱/۳۲ درصد لیزین مشاهده شد. تأثیر الگوی اسیدهای آمینه تنها بر وزن بورس و طحال معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ) و بالاترین وزن بورس و طحال در سطح ۱/۳۲ درصد لیزین مشاهده شد. اثر متقابل سطح لیزین و الگوی اسید آمینه بر وزن بورس و تیموس معنی دار بود ( $P < 0.05$ ) بالاترین وزن بورس و تیموس در جیره حاوی ۱/۳۲ درصد با الگوی آرین مشاهده شد.

اثر غلظت‌های اسید آمینه جیره بر وزن اندام‌های ایمنی بسیار متغیر است (چنگیز و همکاران ۲۰۰۸). لیزین زمانی که بیش از غلظت‌های لازم برای به حداکثر رساندن رشد و بهره‌وری خوراک به جیره افزوده گردد، برای عملکرد ایمنی مفید است (چن و همکاران، ۲۰۰۳). دوزیر و پین (۲۰۱۲) دریافتند که بورس فایبرسیوس با افزایش توانایی خود در جذب لیزین از خون، به کمبود لیزین پاسخ می‌دهد و تعداد سلول‌های طبیعی را حفظ

تفاوت معنی‌داری در عیار آنتی‌بادی SRBC ایجاد نمی‌کند (پاندا و همکاران ۲۰۱۱).

**Table 5- The main and Interaction effects of digestible lysine levels and different patterns of amino acids on antibodies titers against sheep red blood cells (SRBC) and Newcastle Disease(ND) antibody titers**

|                     | Img T              | ImgG               | Img M | ND                 |
|---------------------|--------------------|--------------------|-------|--------------------|
| log 2               |                    |                    |       |                    |
| Lysine level        |                    |                    |       |                    |
| 1.18                | 4.60 <sup>b</sup>  | 2.66 <sup>b</sup>  | 2.00  | 4.06 <sup>b</sup>  |
| 1.25                | 5.00 <sup>b</sup>  | 3.06 <sup>ab</sup> | 1.93  | 4.86 <sup>a</sup>  |
| 1.32                | 5.80 <sup>a</sup>  | 3.46 <sup>a</sup>  | 2.33  | 5.33 <sup>a</sup>  |
| SEM                 | 0.19               | 0.19               | 0.17  | 0.19               |
| P value             | <0.01              | 0.01               | 0.21  | <0.01              |
| Amino acids ratio   |                    |                    |       |                    |
| Brazilian           | 4.86 <sup>b</sup>  | 2.86               | 2.00  | 4.46               |
| Ajinomoto           | 5.06 <sup>ab</sup> | 3.00               | 2.06  | 4.80               |
| Arian               | 5.53 <sup>a</sup>  | 3.33               | 2.20  | 5.00               |
| SEM                 | 0.19               | 0.19               | 0.17  | 0.19               |
| P value             | 0.05               | 0.21               | 0.70  | 0.23               |
| Interaction effects |                    |                    |       |                    |
| Brazilian×1.18      | 4.60               | 2.60               | 2.00  | 4.40 <sup>bc</sup> |
| Brazilian×1.25      | 4.80               | 3.00               | 1.80  | 4.60 <sup>b</sup>  |
| Brazilian×1.32      | 5.20               | 3.00               | 2.20  | 4.40 <sup>bc</sup> |
| Ajinomoto×1.18      | 4.40               | 2.40               | 2.00  | 3.80 <sup>c</sup>  |
| Ajinomoto×1.25      | 5.00               | 3.00               | 2.00  | 5.20 <sup>ab</sup> |
| Ajinomoto×1.32      | 5.80               | 3.60               | 2.20  | 5.40 <sup>ab</sup> |
| Arian×1.18          | 5.00               | 3.00               | 2.00  | 4.00 <sup>c</sup>  |
| Arian×1.25          | 5.20               | 3.20               | 2.00  | 4.80 <sup>b</sup>  |
| Arian×1.32          | 6.40               | 3.80               | 2.60  | 6.20 <sup>a</sup>  |
| SEM                 | 0.34               | 0.34               | 0.29  | 0.31               |
| P value             | 0.65               | 0.73               | 0.93  | <0.01              |

a-c means with different letters in each column are statistically significantly different.

SEM: Standard Error of the Mean

### نتیجه گیری

بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که تغذیه جوجه های آراین در دوره آغازین با سطح ۱/۳۲ لیزین و الگوی اسیدهای آمینه ارائه شده در جدول آراین می‌تواند تأثیرات مثبتی بر سلامت ایمنی آن‌ها داشته باشد. که این نتایج می‌تواند به بهبود عملکرد و رشد بهتر و ویژگی‌های لاشه آن‌ها کمک کند.

بالا تری نسبت به سطح ۱/۱۸ نشان دادند ( $P < 0.05$ ). اثر الگوی اسیدهای آمینه تنها بر مقدار ایمنوگلوبین کل بر علیه گلبول قرمز گوسفندی و همچنین آنتی بادی بر علیه نیوکاسل معنی دار بود و الگوی آراین در این زمینه بهتر از الگوی برزیلی بود ( $P < 0.05$ ). اثر متقابل سطح لیزین و الگوی اسید آمینه بر هیچ یک از فراسنجه‌های ایمنی معنی دار نبود. لنفوسیت‌ها تنها سلول‌هایی در بدن هستند که قادر به شناسایی و تفکیک شاخص های آنتی ژنیک مختلف می‌باشند و با گیرنده‌های خاصی که بر سطح خود دارند، به طور اختصاصی عمل می‌کنند. هتروفیل‌ها تمایل به بیگانه‌خواری داشته و اولین مرحله از پاسخ‌های التهابی را شروع می‌کنند و در دفاع بدن علیه بیماری‌های عفونی نقش مهمی دارند (علیائی و همکاران ۲۰۲۳). کمبود اسیدهای آمینه مانند ایزولوسین، لوسین و والین در جیره جوجه‌های گوشتی باعث کاهش تیترا آنتی‌بادی بر علیه آنتی ژن گلبول‌های قرمز گوسفند می‌شود و افزایش یا کمبود حاشیه‌ای متیونین یا ترئونین بر تولید پادتن بر علیه SRBC در جوجه‌های گوشتی تأثیری ندارد (تاکاهاشی و همکاران ۱۹۹۴). به نظر می‌رسد که از میان اسیدهای آمینه غلظت‌های جیره‌ای لیزین، آرژنین، ایزولوسین و والین که حداکثر عملکرد رشد را تأمین می‌نمایند، برای ایمنی کافی نباشد (لیکات و همکاران ۲۰۲۵).

میزان ایمنوگلوبین خون شاخص مناسبی برای ارزیابی تنش و کارایی سطح ایمنی بدن می‌باشد (علیائی و همکاران ۲۰۲۳). بر خلاف نتایج این آزمایش گزارش شده است که افزایش سطح لیزین به میزان ۰/۲ درصد

### منابع مورد استفاده

- Ayari R, Olyayee M, Jonmohammadi H, Kianfar R. 2022. Effect of Dietary Supplementation of Liquid Prebiotic and Antibiotic on Egg Production, Egg Quality, Blood Parameters, Immune System Response of Layer Hens at Post Molt Period. rap. 13(37), 40-51. doi:10.52547/rap.13.37.40
- Baker DH, Batal AB, Parr TM, Augspurger NR, Parsons CM. 2002. Ideal ratio (relative to lysine) of tryptophan, threonine, isoleucine, and valine for chicks during the second and third weeks posthatch. Poultry Science. 81(4), 485-494.
- Berri C, Besnard J, Relandeau C. 2008. Increasing dietary lysine increases final pH and decreases drip loss of broiler breast meat. Poultry Science, 87(3), pp.480-484.
- Bourre JM. 2006. Effects of nutrients (in food) on the structure and function of the nervous system: update on dietary requirements for brain. Part 2: macronutrients. Journal of Nutrition Health and Aging. 1; 10(5):386.

- Bureau DP, Encarnação PM. 2006. Adequately defining the amino acid requirements of fish: the case example of lysine. *Avances en Nutrición Acuicola*.
- Cengiz O, Onol AG, Sevim O, Ozturk M, Sari M, Daskiran M. 2008. Influence of excessive lysine and/or methionine supplementation on growth performance and carcass traits in broiler chicks. *Revue de Médecine Vétérinaire*. 159(4), 230-236.
- Chen C, Sander JE, Dale NM. 2003. The effect of dietary lysine deficiency on the immune response to Newcastle disease vaccination in chickens. *Avian Diseases*. 47(4), 1346-1351.
- Dozier III WA, Corzo A, Kidd MT, Schilling MW. a. 2008. Dietary digestible lysine requirements of male and female broilers from forty-nine to sixty-three days of age. *Poultry Science*. 1;87(7):1385-91.
- Dozier III WA, Kidd MT, Corzo AL. b. 2008. Mar Dietary amino acid responses of broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*. 1; 17(1):157-67.
- Dozier WA III, Payne RL. 2012. Digestible lysine requirements of female broilers from 1 to 15 days of age. *Journal of Applied Poultry Research*. 21(2), 348-357.
- Garsia AR, Batal AB, Baker DH. 2006. Variations in the digestible lysine requirement of broiler chickens due to sex, performance parameters, rearing. *Poultry Science*. 85, 498-504.
- Ghahri H, Gaykani R, Toloie T. 2010. Effect of dietary crude protein level on performance and lysine requirements of male broiler chickens. *African Journal of Agricultural Research*. 4;5(11):1228-34.
- Hesabi A, Nasiri H, Birjandi M. 2006. Effect of supplemental methionine and lysine on performance and carcass yield characteristics in broiler chicks. *World Poultry Science Association*. 16, 112-117.
- Humphrey BD, Stephensen CB, Calvert CC, Klasing KC. 2006. Lysine deficiency and feed restriction independently alter cationic amino acid transporter expression in chicken comparative biochemistry and physiology part A. 143, 218-227.
- Kidd MT, Fancher BI. 2001. Lysine needs of starting chicks and subsequent effects during the growing period. *Journal of Applied Poultry Research*. 10(4), 385-393.
- Kitai K, Arakava A. 1979. Effect of antibiotics and caprylohydroxamic acid on ammonia gas from chicken excreta. *British Poultry Science*. 20, 55-62.
- Klasing KC. 2007. Nutrition and immune system. Gordon memorial lecture. *British Poultry Science*. 48, 525-537.
- Labadan MC Jr, Hsu KN, Austic RE. 2001. Lysine and arginine requirements of broiler chickens at two-to-three-week intervals to eight weeks of age. *Poultry Science*. 80(5), 599-606.
- Lemme A, Elwart C, Casanovas P. 2009. Optimal dietary amino acid supply in Cobb 500 broilers under European feeding conditions. *Evonik Degussa (Amino news)*. Vol. 13, No. 01.
- Liaqat W, Anwar U, Fatima A, Rafique A, Mustafa R, Farooq U, Ramzan F, Abbas W, Khalid MF, Ashraf M, Riaz M. 2025. Effect of Ideal Amino Acid Ratio of Arginine to Lysine on Intake, Nutrient Digestibility, Growth Performance, Antibody Titers of Newcastle Disease and Infectious Bronchitis Disease, and Carcass Characteristics of Broilers. *Animals*, 15(2), p.135.
- McAllister EJ, Apgar JR, Leung CR, Rickert RC, Jellusova J. 2017. New Methods to Analyze B cell Immune Responses to Thymus-Dependent Antigen Sheep Red Blood Cells. *Journal of Immunology (Baltimore, Md.: 1950)*. 199(8), 2998-3003. doi:10.4049/jimmunol.1700454
- Murwani R. 2008. Effect of corn or sorghum in combination with soybean meal or mungbean as feed ingredients on the serum antibody titres to NDV vaccine in broiler chickens. *International Journal of Poultry Science*. 7, 497-501.
- Namazu LB, Kobashigawa E, Albuquerque R, Schammass EA, Takeara P, Trindade Neto MAD. 2008. Lisina digestível e zinco quelado para frangos de corte machos: desempenho e retenção de nitrogênio na fase pré-inicial. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 37, 1634-1640.
- Nasr J, Kheiri F. (2011). Effect of different lysine levels on Arian broiler performances. *Italian Journal of Animal Science*. 10(3), e32.
- Nassiri Moghaddam H, Hesabi Namegi A, Madeni MM. 2007. Effect of supplemental lysine and methionine on performance and carcass yield characteristics in broiler chicks. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*. 20(5), 283-293. (In Persian).
- National Association of Day-Old Chick Producers. (2015). *Poultry Industry in 2014 (1st ed.)*. National Association of Day-Old Chick Producers Publications. pp. 16, 18, 45. (In Persian).
- Oliveira HG, Carrijo AS, Kiefer C, Garcia ERM, Oliveira JA, Silva JB, Horing SF. 2013. Lisina digestível em dietas de baixa proteína para frangos de corte tipo caipira de um aos 28 dias. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 65, 497-504.

- Olyayee M, Javanmard A, Janmohammadi H, Kianfar R, Alijani S, Mir Ghelenj SA. 2023. Supplementation of broiler chicken diets with bovine lactoferrin improves growth performance, histological parameters of jejunum and immune-related gene expression. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 107(1), 200-213.
- Olyayee M, Javanmard A, Janmohammadi H, Kianfar R, Alijani S, Mir Ghelenj SA. 2023. Supplementation of broiler chicken diets with bovine lactoferrin improves growth performance, histological parameters of jejunum and immune-related gene expression. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 107(1), pp.200-213.
- Panda AK, Rao SV, Raju MV, Lavanya G, Reddy E, Sunder GS. 2011. Early growth response of broilers to dietary lysine at fixed ratio to crude protein and essential amino acids. *Asian-Australasian journal of animal sciences*. 24; 24(11):1623-8.
- Panda AK, Rao SV, Raju MV, Lavanya G, Reddy E, Sunder GS. 2011. Early growth response of broilers to dietary lysine at fixed ratio to crude protein and essential amino acids. *Asian-Australasian journal of animal sciences*. 24;24(11):1623-8.
- Rostagno HS, Albino LFT, Donzele JL, Gomes PC, Oliveira RD, Lopes DC, Euclides RF. 2011. Tabelas brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais. 2, 186.
- Sakomura N, Siqueira J, Gous R, Malheiros E, Fernandes J, Bonato M. 2010. Comparison of feed formulation techniques to estimate lysine requirements of broilers. *Proceeding XIIIth European Poultry Conference*, August 23-27, Tours, France. Poster Session I, pp. 473.
- Sterling KG, Redenov DV, Pesti GN, Bakalli RI. 2005. Economically optimal dietary crude protein and lysine levels for starting broiler chickens. *Poultry Science*. 84, 29-36.
- Taghizadeh, V., Nasiri, M., Tahmoorespur, M., BakhtiariZadeh, M., & Javadmanesh, A. (2018). A study of the angiogenesis gene network in Arian broiler chickens susceptible to ascites using RNA-Seq data. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 10 (2), 249–262. (In Persian).
- Abdollah A, Ebdel-Khalik MA, Radwan N. 2010. Optimal ratio between digestible lysine and metabolizable energy in broiler diets formulated based on ideal amino acid profile. *Proceeding XIIIth European Poultry Conference*, August 23-27, Tours, France. Poster Session I, pp. 444.
- Takihashi K, Kanashi S, Akiba Y, Horiguchi M. 1994. Effect of dietary Threonine level on antibody production in growing broilers. *Animal Feed Science and Technology*. 65, 956-960.
- Trindade Neto MAD, Toledo ALD, Takeara P, Kobashigawa E, Donato DCZ, Albuquerque RD. 2011. Dietary levels of lysine for male broilers from 23 to 36 days of age: performance and body composition. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 40, 609-615.
- Valerio SR, Oliveira RF, Donzele JL, Albino LF, Orlando UA, Vaz RG. 2003. Digestible lysine levels in diets maintaining or not the relationship of amino acids for broilers from 1 to 21 days of age kept under heat stress. *Revista Brasileira de Zootecnia*.; 32:361-71.
- Valério SR, Oliveira RFM, Donzele JL, Gomes PC, Apolônio LR, Resende WDO. 2003. Níveis de lisina digestível em rações, em que se manteve ou não a relação aminoacídica, para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, mantidos em estresse por calor. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 32, 372-382.
- Wang G, Zhao X, Xu M, Huang Z, Feng J, Zhang M, 2024. Dynamic Modeling for Prediction of Amino Acid Requirements in Broiler Diets. *Agriculture*. 14(12):2354.
- Wang S, Khondowe P, Chen S, Yu J, Shu G, Zhu X, Wang L, Gao P, Xi Q, Zhang Y, Jiang Q. 2012. Effects of "Bioactive" amino acids leucine, glutamate, arginine and tryptophan on feed intake and mRNA expression of relative neuropeptides in broiler chicks. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 24;3(1):27.
- Wei HW, Kuo HM, Chiu WZ, Chen BJ. 2009. The optimum dietary essential amino acid pattern for male Taiwan country chicks. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 26; 22(8):1186-94.
- Yamamoto T, Unuma T, Akiyama T. 2000. The influence of dietary protein and fat levels on tissue free amino acid levels of fingerling rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 15;182(3-4):353-72.
- Yamamoto T, Unuma T, Akiyama T. 2000. The influence of dietary protein and fat levels on tissue free amino acid levels of fingerling rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*. 15;182(3-4):353-72.
- Zaghari M, Shivazad M, Kamyab A, Nikkhah . (2002), A. Digestible lysine requirement of arian male and female broiler chicks during six to twenty-one days of age. *Journal of Agricultural Science and Technology Volume: 4* (3-4):111-117
- Zaghari M, Shivazad M, Kamyab A, Nikkhah A. 2007. Reevaluation of the Digestible Lysine Requirement of Arian Male Broiler Chicks by Different Diets with Cottonseed Meal. *J. Agric. Sci*. 9:211-8.
- Zamani, M., Rezaei, M., Timouri Yansari, A., Sayahzadeh, H., & Niknafs, F. (2013). The effect of different levels of energy and protein in finisher diets on performance, carcass characteristics and blood serum lipids concentration in broiler chickens. *\*Journal of Animal Science Research*, 32 (2). (In Persian).