

تعیین ترئونین مورد نیاز جوجه‌های گوشتی سویه آرین ۳۸۶ در دوره پایانی (۲۲ تا ۴۲ روزگی) با استفاده از ارزیابی پاسخ‌های عملکردی، ایمنی و فراسنجه‌های خونی

• ابراهیم بحرینی^۱، محمد بوجارپور^۲، سید عبدالله حسینی^{۳*} (نویسنده مسئول)، آ، سمیه سالاری^۴، هدایت اله روشنفر^۵، امیرحسین علیزاده قمصری^۶

- ۱- گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج، یاسوج، ایران
- ۲- دانشیار دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان
- ۳- استاد مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
- ۴- استادیار دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان
- ۵- دانشیار دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان
- ۶- استادیار مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۸

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۳۱۱۹۹۰۱

Email: hosseini1355@gmail.com

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/asj.2019.126175.1921

چکیده

این آزمایش به منظور تعیین ترئونین مورد نیاز جوجه‌های گوشتی سویه آرین ۳۸۶ در دوره پایانی (۲۲ تا ۴۲ روزگی) با استفاده از صفات عملکردی، پاسخ سیستم ایمنی و فراسنجه‌های خونی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۶ سطح ترئونین (۰/۸۶، ۰/۹۶، ۱/۰۶ و ۱/۱۶ درصد)، ۵ تکرار و ۲۰ قطعه جوجه گوشتی در هر تکرار انجام شد. تعیین نیاز با استفاده از روش خط شکسته صورت گرفت. میانگین خوراک مصرفی روزانه در ۲۲ تا ۴۲ روزگی تحت تأثیر سطح ترئونین جیره قرار نگرفت. میانگین افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک در گروه ۰/۶۶ درصد ترئونین نسبت به سایر گروه‌ها به ترتیب کمتر و بیشتر بود. غلظت کلوز، کلسترول، تری‌گلیسرید، کلسیم، فسفر، آلبومین، پروتئین کل، LDL و گلوبولین سرم تحت تأثیر سطوح مختلف ترئونین قرار نگرفت. غلظت اسید اوریک سرم در پرندگان دریافت‌کننده ۰/۹۶ درصد ترئونین نسبت به سایر گروه‌ها کاهش و سطح لیپوپروتئین کم چگالی (LDL) سرم در پرندگان مصرف‌کننده ۰/۶۶ و ۰/۷۶ درصد ترئونین افزایش یافت. تعداد گلبول‌های سفید و قرمز خون، درصد هماتوکریت، هتروفیل، لنفوسیت، نسبت هتروفیل به لنفوسیت، تیتر آنتی‌بادی شامل ایمونوگلوبولین G، ایمونوگلوبولین M و آنتی‌بادی کل در پاسخ به تزریق گلبول قرمز گوسفندی (SRBC) تحت تأثیر سطوح مختلف ترئونین قرار نگرفت. با در نظر گرفتن اسید اوریک و لیپوپروتئین پر چگالی (HDL) سرم، مقدار ترئونین مورد نیاز در دوره پایانی به ترتیب ۱/۰۵۸ و ۰/۹۹۵ درصد برآورد شد. به‌طور کلی، دامنه بین ۰/۹ تا ۱ درصد به‌عنوان مقدار مورد نیاز ترئونین در جوجه‌های گوشتی آرین ۳۸۶ در دوره پایانی (۲۲ تا ۴۲ روزگی) توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پاسخ ایمنی، ترئونین مورد نیاز، جوجه گوشتی آرین، عملکرد، فراسنجه‌های خونی

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 127 pp: 199-210

Determination of threonine requirement of Arian 386 broiler strain in finisher period (days 22 to 42) by evaluating the responses of performance, immunity and blood parameters.

By: Ebrahim Bahreini¹, Mohammad Bujarpour², Seyed Abdollah Hosseini^{*3}, Somayeh Sallary⁴, Hedayatollah Roshanfekar⁵, Amir Hossein Alizadeh-Ghamsari⁶

1-Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Yasooj Branch, Yasooj, Iran

2-Associate Professor of Natural Resources University of Khuzestan.

3* Professor, Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

4-Assistant Professor of Natural Resources University of Khuzestan.

5- Associate Professor of Natural Resources University of Khuzestan.

6- Assistant Professor, Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran *corresponding author: hosseini1355@gmail.com

Received: May 2019

Accepted: August 2019

This experiment was conducted to determine threonine requirement of Arian 386 broiler chickens at finisher period (days 22 to 42), using performance traits, immune system response and blood parameters responses in a completely randomized design with six levels of threonine (0.66, 0.76, 0.86, 0.96, 1.06 and 1.16%), five replicates and 20 birds per each replicate. Requirement was determined by broken line method. Average daily feed intake was not affected by dietary level of threonine during days 22 to 42. Average daily weight gain and feed conversion ratio in broiler chickens fed the level of 0.66% threonine were respectively lower and higher compared to the other groups. The serum concentrations of glucose, cholesterol, triglyceride, calcium, phosphorus, albumin, total protein, low-density lipoprotein (LDL) and globulin were not affected by different levels of threonine. The serum concentration of uric acid was reduced in birds received 0.96% threonine comparing the other groups and serum high-density lipoprotein (HDL) level was increased in birds fed with 0.66 and 0.76% threonine. Number of white and red blood cells, percentage of hematocrit, heterophil, lymphocyte, heterophil to lymphocyte ratio, titer of antibody including IgG, IgM and total antibody in response to sheep red blood cell (SRBC) injection were not affected by different levels of threonine. Considering serum uric acid and HDL, threonine requirement during finisher period were estimated 1.058 and 0.995%, respectively. Totally, range of 0.9-1.0% can be suggested for threonine requirement of Arian 386 broiler chickens in finisher period (days 22 to 42).

Key words: Arian broiler strain, Blood parameters, Immune responses, Performance, Threonine requirement.

مقدمه

رشد جوجه‌های گوشتی تأمین شوند. تأمین اسیدهای آمینه مورد نیاز در پایان دوره رشد از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است، زیرا افزودن مقادیر کمتر یا بیشتر از حد بهینه این ترکیبات در جیره به ترتیب باعث کاهش عملکرد و افزایش دفع نیتروژن می‌شود (مهری و همکاران، ۱۳۹۱). میزان و کیفیت پروتئین جیره در

پروتئین جیره برای اهداف مختلفی مانند افزایش تولید گوشت در جوجه‌های گوشتی استفاده می‌شود. طیور در واقع به مقادیر خاصی از اسیدهای آمینه برای سنتز بافت‌های مختلف و دیگر فعالیت‌های حیاتی نیاز دارند (El-Faham و همکاران، ۲۰۱۷). بنابراین، غلظت اسیدهای آمینه در جیره باید مطابق با نیازهای نگهداری و

۴۲ روزگی بین ۰/۵۱ تا ۰/۶۱ درصد بود. با وجود آنکه مطالعاتی در زمینه تعیین مقدار ترئونین مورد نیاز در بسیاری سویه‌ها انجام شده است، اما به نظر می‌رسد تاکنون پژوهشی برای تعیین مقدار مورد نیاز این اسید آمینه در سویه آراین انجام نشده است. بنابراین مطالعه حاضر به منظور تعیین مقدار ترئونین مورد نیاز در سویه آراین ۳۸۶ با استفاده از ارزیابی صفات عملکردی، پاسخ سیستم ایمنی و فراسنجه‌های خونی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در ایستگاه تحقیقات طیور مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور و با استفاده از ۶۰۰ قطعه جوجه گوشتی ۲۱ روزه سویه آراین ۳۸۶ (مخلوط نر و ماده به نسبت مساوی) و در دوره پایانی پرورش (سن ۲۲ تا ۴۲ روزگی) در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۶ تیمار (گروه آزمایشی)، ۵ تکرار و ۲۰ قطعه جوجه گوشتی در هر تکرار انجام شد. شش گروه آزمایشی شامل پرندگان دریافت کننده شش سطح مختلف ترئونین (۰/۷۶، ۰/۸۶، ۰/۹۶، ۱/۰۶ و ۱/۱۶ درصد) در جیره بودند.

در شروع آزمایش جوجه‌ها به صورت گروهی توزین و بر اساس اوزان به دست آمده به ۳۰ گروه ۲۰ قطعه‌ای تقسیم شدند. دمای سالن در سن ۲۲ روزگی ۲۴/۵ درجه سانتی‌گراد بود و تا پایان دوره (سن ۴۲ روزگی) به حدود ۲۰ درجه سانتی‌گراد رسید. واکسن گامبورو در سن ۲۳ روزگی و واکسن نیوکاسل سویه لاسوتا در ۲۶ روزگی استفاده شد. اجزای خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی بر اساس توصیه‌های انجمن ملی تحقیقات (۱۹۹۴) تنظیم شد (جدول ۱).

حیوانات تک‌معدده‌ای نباید تنها بر اساس احتیاجات پروتئینی بوده، بلکه باید برای تأمین مقادیر معینی از تمام اسیدهای آمینه موجود در خوراک تنظیم شود. یکی از مهم‌ترین اهداف تغذیه طیور، رسیدن به حداکثر تولید با حداقل هزینه بوده و مهمترین روش کاهش هزینه‌های تغذیه، بهره‌وری حداکثر از مواد مغذی موجود در خوراک است. برای دستیابی به حداکثر بهره‌وری، ارزیابی دقیق مواد مغذی از جمله اسیدهای آمینه موجود در خوراک و تعیین دقیق نیاز پرند ضروری خواهد بود. دست یافتن به تولید مطلوب در پرندگان مستلزم ملاحظات تغذیه‌ای و تعادل مواد مغذی در جیره است. اسیدهای آمینه ضروری ۱۰ تا ۱۳ درصد جیره طیور را تشکیل می‌دهند (NRC، ۱۹۹۴). این در حالی است که هزینه تأمین آن‌ها، ۴۰ تا ۵۰ درصد قیمت خوراک جوجه‌های گوشتی را در بر می‌گیرد (زاغری، ۱۳۸۱).

ترئونین سومین اسید آمینه محدودکننده در جیره جوجه‌های گوشتی است و کمبود آن ممکن است سبب کاهش کارایی اسید آمینه لیزین شود (El-Faham و همکاران، ۲۰۱۷). از آنجایی که ترئونین به عنوان یکی از اجزای مهم و مؤثر در رشد و توسعه روده به شمار می‌رود، ضروری است ترئونین مورد نیاز جوجه‌های گوشتی دقیقاً محاسبه شود (Horn و همکاران، ۲۰۰۹). تاکنون تحقیقات زیادی در زمینه تعیین مقدار ترئونین مورد نیاز در جیره جوجه‌های گوشتی صورت گرفته است. مطالعه Kerr و Kidd (۱۹۹۷) نیاز جوجه‌های گوشتی به ترئونین را ۰/۷ درصد جیره اعلام نمودند. بر اساس نتایج Mack و همکاران (۱۹۹۹) مقدار ترئونین قابل هضم مورد نیاز در دو سویه راس و ISA در سن ۲۰ تا

جدول ۱- اجزای خوراکی مورد استفاده در جیره‌های آزمایشی در دوره پایانی (۲۲ تا ۴۲ روزگی)

ترئونین جیره (درصد)						اجزای جیره (درصد)
۱/۱۶	۱/۰۶	۰/۹۶	۰/۸۶	۰/۷۶	۰/۶۶	
۳۷/۹۶	۳۷/۸۳	۳۷/۷۱	۳۷/۵۸	۳۷/۴۵	۳۷/۳۳	ذرت
۱۳/۰۷	۱۲/۹۶	۱۲/۸۵	۱۲/۷۴	۱۲/۶۲	۱۲/۵۲	کنجاله سویا (۴۴ درصد پروتئین خام)
۱۳/۱۱	۱۳/۴۵	۱۳/۷۹	۱۴/۱۳	۱۴/۴۶	۱۴/۷۹	کنجاله کنجد
۷	۷	۷	۷	۷	۷	نشاسته ذرت
۱/۵	۱/۵۳	۱/۵۶	۱/۵۹	۱/۶۲	۱/۶۵	روغن سویا
۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	گندم
۱/۸۶	۱/۸۶	۱/۸۶	۱/۸۵	۱/۸۵	۱/۸۴	دی کلسیم فسفات
۰/۴۶	۰/۴۵	۰/۴۳	۰/۴۲	۰/۴۰	۰/۳۹	صدف
۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	نمک
۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	جوش شیرین
۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱	۰/۱	۰/۰۹	۰/۰۹	دی ال - متیونین
۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	ایزولوسین
۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰	ال - لیزین هیدروکلرید
۰/۵۲	۰/۴۲	۰/۳۱	۰/۲۱	۰/۱۰	-	ترئونین
۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	مکمل ویتامینی و معدنی ^۱
مواد مغذی محاسبه شده						
۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	انرژی قابل سوخت و ساز (کیلو کالری در کیلو گرم)
۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	پروتئین خام (درصد)
۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹	۰/۹۰	کلسیم (درصد)
۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵	فسفر قابل دسترس (درصد)
۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	سدیم (درصد)
۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	متیونین + سیستین (درصد)
۱	۱	۱	۱	۱	۱	لیزین (درصد)

مکمل ویتامینی و معدنی در هر کیلوگرم خوراک مقادیر زیر را تأمین نمود: ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۰/۳۰۶ میلی‌گرم ویتامین B_۱، ۶/۶ میلی‌گرم ویتامین B_۲، ۳۰ میلی‌گرم نیاسین، ۱۰ میلی‌گرم کلسیم پانتوتات، ۳ میلی‌گرم ویتامین B_۶، ۱ میلی‌گرم فولیک اسید، ۰/۱۵/۰ میلی‌گرم ویتامین B_{۱۲}، ۱/۰ میلی‌گرم بیوتین، ۲۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D_۳، ۱۸ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۲ میلی‌گرم ویتامین K_۳، ۵۰۰ میلی‌گرم کولین کلراید، منگنز (اکسید منگنز)، ۱۰۰ میلی‌گرم آهن (سولفات آهن، FeSO_۴)، ۵۰ میلی‌گرم روی (اکسید روی)، ۱۰۰ میلی‌گرم مس (سولفات مس، CuSO_۴)، ۱۰ میلی‌گرم ید (یدات کلسیم)، ۱ میلی‌گرم سلنیوم (سدیم سلنیت)، ۰/۲ میلی‌گرم.

تعیین تیترا آنتی‌بادی کل (IgM + IgG) از روش هم‌آگلوتیناسیون میکروتیترا استفاده شد (Isakov و همکاران، ۲۰۰۵). در این روش، هنگام قرائت نمونه‌ها، لگاریتم بر مبنای ۲ عکس آخرین رقتی که در آن هم‌آگلوتیناسیون دیده می‌شود، به‌عنوان عیار پادتن ثبت شد. برای اندازه‌گیری تیترا IgG و IgM که اجزای پاسخ به SRBC هستند، با جداسازی آنتی‌بادی مقاوم به مرکاپتاتانول (MER) که در واقع همان IgG بود، تیترا این آنتی‌بادی به دست آمد و از کسر این مقدار از پاسخ کل، مقدار آنتی‌بادی حساس به مرکاپتاتانول (MES) به دست آمد که معرف IgM بود.

برای بررسی اثرات جیره‌های آزمایشی بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون شامل گلوکز، کلسیم، فسفر، تری‌گلیسرید، کلسترول، اسید اوریک، LDL، HDL، آلبومین، پروتئین کل و گلوبولین، در پایان آزمایش (سن ۴۲ روزگی)، از سه قطعه پرنده به ازای هر واحد آزمایشی هریک به میزان سه میلی‌لیتر خون‌گیری به عمل آمد، به‌طوری‌که برای هر گروه آزمایشی ۱۵ نمونه سرم تهیه و در فریزر (با دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد) نگهداری شد. در ادامه و پس از خارج نمودن نمونه‌های سرم از فریزر ۲۰- درجه سانتی-گراد و رفع انجماد آن‌ها در دمای محیط، هریک از فراسنجه‌های ذکر شده با کیت‌های تجاری شرکت پارس آزمون اندازه‌گیری شدند.

داده‌های جمع‌آوری شده به کمک نرم‌افزار SAS (۲۰۰۴) و با استفاده از مدل کاملاً تصادفی و رویه خطی عمومی (GLM) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری پنج درصد استفاده شد. برای تعیین نیاز ترئونین از مدل خط شکسته استفاده شد (Robbins و همکاران، ۲۰۰۶). معادله این مدل به‌صورت روبرو

$$y = L + U(R - X_{LR})$$

در این معادله L و R به ترتیب طول و عرض نقطه شکست و R معادل مقدار نیاز حیوان است. فراسنجه X_{LR} شامل X های کوچکتر از R بوده و U شیب خط قبل از نقطه شکست است.

وزن بدن در سنین ۲۲ و ۴۲ روزگی اندازه‌گیری و میانگین افزایش وزن روزانه محاسبه شد. میزان خوراک مصرفی روزانه در انتهای دوره و با تفریق خوراک باقی‌مانده از خوراک داده شده محاسبه شد. تلفات روزانه ثبت و ضریب تبدیل بر مبنای آن تصحیح و محاسبه شد.

جهت بررسی سلول‌های خونی (گلبول‌های سفید، گلبول‌های قرمز، درصد هتروفیل، لنفوسیت، هماتوکریت و نسبت هتروفیل به لنفوسیت)، در سن ۴۲ روزگی از هر تکرار سه قطعه جوجه به‌طور تصادفی انتخاب و با استفاده از سرنگ‌هایی که از قبل با EDTA (اتیلن دی آمین تترا استیک اسید) آغشته شده بود، خون‌گیری انجام و نمونه‌ها بلافاصله به آزمایشگاه انتقال داده شد. بررسی سلول‌های خونی با استفاده از روش Stedman و همکاران (۲۰۰۱) برآورد شد. جهت شمارش گلبول‌های قرمز از روش دستی با بهره‌گیری از لام هوموسیومتر نئوبار و میکروسکوپ نوری استفاده و نتیجه برحسب تعداد گلبول‌های قرمز در میلی‌متر مکعب خون محاسبه شد. نسبت هتروفیل به لنفوسیت پس از تهیه گسترش خون و رنگ‌آمیزی با رنگ رایت توسط میکروسکوپ با بزرگنمایی ۱۰۰ شمارش شد.

جهت تعیین عیار آنتی‌بادی تولید شده علیه تزریق گلبول قرمز گوسفندی ($SRBC^1$)، سوسپانسیون پنج درصد گلبول قرمز گوسفندی تهیه و در سنین ۲۸ و ۳۵ روزگی به سه قطعه پرنده از هر تکرار (واحد آزمایشی)، هر یک به میزان یک میلی‌لیتر از طریق عضله سینه تزریق شد. پس از گذشت هفت روز از تزریق دوم (۴۲ روزگی) نسبت به خون‌گیری و جداسازی سرم و تعیین عیار آنتی‌بادی اقدام شد (Peterson و همکاران، ۱۹۹۹). نمونه‌های خون به مدت یک روز در شرایط آزمایشگاهی نگه‌داری و سپس سرم خون به کمک ۱۰ دقیقه سانتریفوژ در ۵۰۰۰ g جدا شد. در ادامه، 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 گرم‌خانه گذاشته شد. برای

¹Sheep Red Blood Cell

طبق تعریف وقتی که $X > R$ شود، $R - X_{LR}$ معادل صفر است. فراسنجه‌های این مدل به روش حداقل مربعات برآورد شد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج نشان داده شده در جدول ۲، میانگین افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک در مرحله پایانی تحت تأثیر سطح ترئونین قرار گرفت ($P < 0.05$)، در حالی که خوراک مصرفی روزانه تحت تأثیر گروه‌های آزمایشی قرار نگرفت. نامناسب‌ترین ضریب تبدیل خوراک در گروه آزمایشی دریافت‌کننده ۰/۶۶ ترئونین درصد (۲/۲۹) و بهترین آن در گروه‌های دریافت‌کننده ۰/۷۶، ۱/۰۶ و ۱/۱۶ درصد ترئونین مشاهده شد. کمترین افزایش

وزن روزانه در گروه آزمایشی مصرف‌کننده ۰/۶۶ درصد ترئونین مشاهده شد (۶۳/۵۰ گرم) و بیشترین آن مربوط به گروه دریافت‌کننده ۰/۷۶ درصد ترئونین بود، هرچند که این افزایش با مقدار مشاهده شده در گروه‌های مصرف‌کننده ۰/۸۶، ۱/۰۶ و ۱/۱۶ درصد ترئونین تفاوت معنی‌داری نداشت. بررسی تابعیت مقدار خوراک مصرفی، افزایش وزن روزانه بدن و ضریب تبدیل خوراک در دوره ۲۲ تا ۴۲ روزگی، نشان دهنده عدم برآزش صفات فوق در سطوح مختلف ترئونین بود

جدول ۲- اثر سطوح مختلف ترئونین بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در دوره پایانی (۲۲ تا ۴۲ روزگی)

سطح ترئونین (درصد)	خوراک مصرفی روزانه (گرم)	افزایش وزن روزانه (گرم)	ضریب تبدیل خوراک (گرم/گرم)
۰/۶۶	۱۴۵/۶۸	۶۳/۵۰ ^c	۲/۲۹ ^a
۰/۷۶	۱۵۳/۰۴	۷۲/۴۳ ^a	۲/۱۱ ^c
۰/۸۶	۱۵۱/۱۱	۶۸/۸۲ ^{ab}	۲/۱۹ ^{bc}
۰/۹۶	۱۵۱/۱۹	۶۷/۱۳ ^b	۲/۲۵ ^b
۱/۰۶	۱۴۷/۱۰	۶۷/۹۲ ^{ab}	۲/۱۶ ^c
۱/۱۶	۱۴۴/۵۲	۶۷/۷۲ ^{ab}	۲/۱۳ ^c
خطای معیار میانگین	۱/۰۱۰	۰/۷۴۹	۰/۰۱۵
معنی داری	۰/۰۶۵	۰/۰۱۶	۰/۰۰۱
خط شکسته	برآزش نشد	برآزش نشد	برآزش نشد

^{a-c} در هر ستون، میانگین‌های فاقد حروف مشابه به لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار دارند ($P < 0.05$).

ارتباط با افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل با برخی یافته‌های پیشین مطابقت دارد که نشان می‌داد کمترین وزن بدن و بیشترین ضریب تبدیل خوراک مربوط به گروه آزمایشی دریافت‌کننده کمترین سطح ترئونین بود (Jahanian, ۲۰۱۰). از سویی، نتیجه پژوهش Abbasi و همکاران (۲۰۱۴) نشان داد که افزودن سطوح بیش از حد نیاز ترئونین به جیره سبب بهبود افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک شد. این پژوهشگران بهبود صفات عملکرد را به افزایش سلامت روده نسبت داده و بیان نمودند که ترئونین سطح پرزهای روده‌ای را افزایش می‌دهد و از این طریق سبب بهبود

ترئونین سومین اسید آمینه محدودکننده برای جوجه‌های در حال رشد است و در جیره‌هایی که حاوی منابع سنتتیک متیونین و لیزین هستند، افزودن اسید آمینه سنتتیک ترئونین به میزان مناسب موجب بهبود بازده مصرف خوراک می‌شود. برخی محققین نشان دادند که با افزایش سطح ترئونین قابل هضم جیره، مصرف خوراک به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد (Khan و همکاران، ۲۰۰۶). از سوی دیگر، بر اساس گزارش Abbasi و همکاران (۲۰۱۴)، افزودن ۱۰۰٪ تا ۱۲۰٪ ترئونین مورد نیاز به جیره، تأثیر معنی‌داری بر خوراک مصرفی جوجه‌های گوشتی نداشت. یافته‌های ما در

نتایج بررسی اثر سطوح مختلف ترئونین جیره بر شمارش سلول‌های سفید و قرمز خون، درصد هماتوکریت، هتروفیل، لنفوسیت و نسبت هتروفیل به لنفوسیت در جدول ۳ ارائه شده است. تعداد گلبول‌های قرمز و سفید خون، درصد هماتوکریت، هتروفیل، لنفوسیت و نسبت هتروفیل به لنفوسیت تحت تاثیر سطوح مختلف ترئونین قرار نگرفت ($P > 0.05$). روش خط شکسته در مورد تعداد گلبول‌های قرمز و درصد هماتوکریت معنی‌دار نبوده و در مورد تعداد گلبول‌های سفید خون، درصد هتروفیل، لنفوسیت و نسبت هتروفیل به لنفوسیت برآزش نشد.

جذب مواد مغذی، ضریب تبدیل خوراک و نهایتاً بهبود افزایش وزن می‌شود. همچنین گزارش شده که با افزایش سطح ترئونین، تعداد سلول‌های گابلت افزایش می‌یابد، که این امر سبب افزایش محافظت از روده به علت تولید موسین شده و به نوبه خود به سلامت روده و بهبود عملکرد کمک می‌کند (Nichols و Bertolo, 2008). در تحقیق مذکور نشان داده شد با افزایش سطح ترئونین تا ۰/۸۶ درصد جیره، صفات عملکردی احتمالاً به دلیل بهبود سلامت روده‌ای، بهبود یافت.

جدول ۳- اثرات سطوح مختلف ترئونین بر شمارش سلول‌های سفید و قرمز خون، درصد هماتوکریت، هتروفیل، لنفوسیت و نسبت هتروفیل به لنفوسیت خون جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی

سطوح ترئونین (درصد)	گلبول سفید خون (تعداد در میکرولیتر $\times 10^3$)	گلبول قرمز خون (تعداد در میکرولیتر $\times 10^6$)	هتروفیل	لنفوسیت (درصد)	هماتوکریت	نسبت هتروفیل به لنفوسیت
۰/۶۶	۲۹/۱۰	۲/۲۷	۲۸/۴۰	۶۸/۴۰	۳۰/۳۴	۰/۴۱
۰/۷۶	۳۰/۳۶	۲/۳۲	۲۶/۶۰	۷۰/۶۰	۳۱/۵۰	۰/۳۷
۰/۸۶	۲۸/۵۲	۲/۳۲	۲۷/۶۰	۷۰/۲۰	۳۱/۵۶	۰/۳۹
۰/۹۶	۳۰/۷۶	۲/۳۳	۲۸/۴۰	۶۸/۶۰	۳۱/۶۶	۰/۴۱
۱/۰۶	۲۹/۷۶	۲/۴۲	۲۷/۶۰	۷۰/۲۰	۳۲/۶۸	۰/۳۹
۱/۱۶	۲۸/۲۰	۲/۲۹	۲۷/۸۰	۶۸/۴۰	۳۱/۸۴	۰/۴۰
خطای معیار میانگین	۰/۴۸۵	۰/۰۳۳	۰/۴۰	۰/۴۷۰	۰/۴۱۰	۰/۰۰۸
معنی‌داری	۰/۶۳۲	۰/۸۷۰	۰/۸۴۰	۰/۷۲۲	۰/۷۶۷	۰/۷۸۹
خط شکسته	برآزش نشد	NS ^۱	برآزش نشد	برآزش نشد	NS	برآزش نشد

^۱ غیر معنی‌دار

نحوه و میزان مصرف مکمل یا سطح اسید آمینه ترئونین در جیره هریک به تنهایی می‌تواند سبب تفاوت در نتایج این تحقیق با دیگر پژوهش‌ها شود.

نتایج بررسی اثر سطوح مختلف ترئونین جیره بر پاسخ ایمنی هومورال در جدول ۴ آمده است. میزان ایمونوگلوبولین‌های G، M و SRBC تحت تاثیر سطح ترئونین قرار نگرفت ($P > 0.05$). آنالیز آماری خط شکسته برای صفات مذکور نیز

یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج Toghyani و همکاران (۲۰۱۸) مشابهت دارد که گزارش کردند که استفاده از مکمل ترئونین تاثیر معنی‌داری بر تعداد گلبول‌های سفید خون جوجه‌های گوشتی تازه تفریخ شده نداشت. از سوی دیگر، Al-Hayani و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند افزایش سطح ترئونین جیره سبب افزایش تعداد گلبول‌های قرمز و کاهش نسبت هتروفیل به لنفوسیت شد. یافته‌های پژوهش حاضر با این نتیجه مغایرت دارد. تفاوت در

شامل مولکول‌های گلیکوپروتئینی با وزن مولکولی بالاست که ترئونین حدود ۴۰ درصد پروتئین آن را تشکیل می‌دهد. موسین‌ها از اجزای اصلی لایه مخاطی هستند و اکثر ترئونین مصرف‌شده توسط روده برای ساخت موسین و پروتئین‌های ترشحی، مورد استفاده قرار می‌گیرد (Law و همکاران، ۲۰۰۰). با این حال در آزمایش حاضر پاسخ‌های ایمنی تحت تأثیر سطح ترئونین جیره قرار نگرفت. تفاوت در نتایج به دست آمده ممکن است ناشی از تفاوت در سویه یا مرحله رشدی مورد بررسی باشد و این گونه به نظر می‌رسد که تمام سطوح استفاده شده ترئونین برای مرحله پایانی رشد جوجه‌های سویه آرین ۳۸۶، ایمنی مورد نیاز را فراهم می‌کنند.

معنی دار نبود. نتایج پژوهشگران قبلی نشانگر بهبود معنی‌دار صفات ایمنی با افزایش سطوح ترئونین جیره است (Abbasi و همکاران، ۲۰۱۴؛ Wang و همکاران، ۲۰۰۶؛ Li و همکاران، ۲۰۰۷). این محققین معتقد بودند که با افزایش سطح ترئونین جیره، سطح ایمنوگلوبولین G افزایش یافته و اصولاً این ایمنوگلوبولین به سطح ترئونین حساس است. در پژوهش Abbasi و همکاران (۲۰۱۴) نشان داده شد که ترئونین سبب حفظ پاسخ‌های ایمنی خاطره‌ای برای مدت طولانی می‌شود. سازوکار اثر ترئونین در ایمنی می‌تواند به تحریک تولید مخاط مرتبط باشد. تولید مخاط توسط اپیتلیوم روده باعث ایجاد لایه آب ساکن می‌شود که در جذب مواد مغذی از لومن در طی هضم تأثیر می‌گذارد. مخاط

جدول ۴- اثر سطوح مختلف ترئونین بر عیار پادتن علیه گلوبول قرمز گوسفندی و ایمنوگلوبولین‌های G و M (بر پایه لگاریتم ۲) در جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی

ایمنوگلوبولین M	ایمنوگلوبولین G	عیار پادتن علیه گلوبول قرمز گوسفندی	سطح ترئونین (درصد)
۴/۲۰	۲/۶۰	۶/۷۰	۰/۶۶
۴/۰۰	۲/۲۰	۶/۲۰	۰/۷۶
۴/۱۰	۲/۳۰	۶/۴۰	۰/۸۶
۲/۴۰	۲/۲۰	۴/۴۰	۰/۹۶
۳/۷۰	۲/۰۰	۵/۷۰	۱/۰۶
۳/۵۰	۲/۵۰	۶/۰۰	۱/۱۶
۰/۲۸۱	۰/۱۲۹	۰/۳۲	خطای معیار میانگین
۰/۴۶۲	۰/۸۶۷	۰/۳۸۹	معنی‌داری
NS	NS	^۱ NS	خط شکسته

^۱ غیر معنی‌دار

تابعیت اسید اوریک و HDL در سطوح مختلف ترئونین مصرفی معنی‌دار بود. همچنین تابعیت تری‌گلیسرید، فسفر، آلومین، پروتئین کل و گلوبولین سرم برآزش نشد. فراسنجه‌های خونی به‌عنوان واسطه، اطلاعاتی را در مورد سوخت‌وساز و سلامت حیوانات فراهم می‌آورند. پروتئین کل، گلوکز و تری‌گلیسرید به‌عنوان معمول‌ترین شاخص‌ها برای تشخیص هموستازی بدن و سوخت‌وساز انرژی به شمار رفته و می‌توانند اطلاعات مفیدی را برای ارزیابی شرایط فیزیولوژیکی بدن ارائه نمایند (Ahmadi

نتایج مربوط به بررسی اثر سطوح مختلف ترئونین جیره بر میانگین فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون در جدول ۵ گزارش شده است. نتایج نشان داد که غلظت گلوکز، کلسترول، تری‌گلیسرید، کلسیم، فسفر، آلومین، پروتئین کل، LDL و گلوبولین تحت تأثیر سطح ترئونین جیره قرار نگرفت ($P > 0/05$). اما غلظت اسید اوریک و HDL سرم تحت تأثیر گروه‌های آزمایشی قرار گرفت ($P < 0/05$). بررسی نتایج روش خط شکسته نشان داد تابعیت گلوکز، کلسترول، کلسیم و LDL سرم در سطوح مختلف ترئونین مصرفی معنی‌دار نبود، ولی

آمینه جیره‌ای است و می‌تواند در برآورد مقدار اسیدهای آمینه ضروری مورد نیاز استفاده شود (Ahmadi و همکاران، ۲۰۱۵). در مطالعه‌ای نشان داده شد که افزایش محدود سطح پروتئین خون، نشان‌دهنده فراهم بودن اسیدهای آمینه لازم و سوخت‌وساز مناسب پروتئین‌های جیره است (Liukkonen-Anttila، ۲۰۰۱).

همکاران، ۲۰۱۵). محققین بر این باورند محدودیت‌های تغذیه‌ای اعم از انرژی، پروتئین و اسیدهای آمینه ضروری می‌توانند بر سطح آلبومین سرم تأثیر گذاشته و آن را کاهش دهند (Abdel-Azeem، ۲۰۱۱). در مطالعه حاضر، غلظت پروتئین سرم تحت تأثیر سطح ترئونین جیره قرار نگرفت. پروتئین سرم نشان‌دهنده سطح اسیدهای

جدول ۵- اثر سطوح مختلف ترئونین بر فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی

سطح ترئونین (درصد)	گلوکز	کلسترول	تری گلیسرید	کلسیم	فسفر	اسید اوریک	HDL	LDL	آلبومین	پروتئین کل	گلوبولین
	میلی گرم در دسی لیتر		میلی گرم در دسی لیتر		میلی گرم در دسی لیتر		گرم در دسی لیتر				
۰/۶۶	۱۱۹/۶۰	۱۳۵/۶۰	۱۰۵/۸۰	۱۱/۷۴	۸/۶۰	۵/۵۴ ^a	۶۴/۸۰ ^a	۷۰/۸۰	۱/۳۸	۴/۶۰	۳/۲۲
۰/۷۶	۱۱۶/۰۰	۱۳۶/۲۰	۹۳/۶۰	۱۲/۶۰	۹/۸۰	۵/۶۶ ^a	۶۵/۲۰ ^a	۷۱/۰۴	۱/۵۸	۴/۷۲	۳/۱۴
۰/۸۶	۱۱۷/۸۰	۱۱۴/۰۰	۹۳/۶۰	۱۰/۹۸	۹/۰۸	۵/۲۰ ^a	۴۸/۰۲ ^b	۶۶/۷۶	۱/۴۰	۴/۶۰	۳/۲۰
۰/۹۶	۱۱۵/۸۰	۱۲۲/۲۰	۱۰۷/۰۰	۱۱/۱۲	۸/۵۰	۳/۷۶ ^c	۵۲/۶۰ ^b	۶۹/۶۴	۱/۲۸	۴/۱۴	۲/۸۶
۱/۰۶	۱۲۷/۷۰	۱۱۵/۶۰	۹۶/۰۰	۱۲/۲۰	۹/۰۲	۴/۸۶ ^b	۵۰/۰۰ ^b	۶۵/۵۶	۱/۴۰	۴/۷۰	۳/۳۰
۱/۱۶	۱۴۲/۸۰	۱۲۳/۸۰	۹۹/۸۰	۱۳/۷۴	۹/۷۰	۴/۱۶ ^b	۵۴/۷۰ ^b	۶۹/۰۸	۱/۴۶	۴/۲۸	۲/۸۲
^۱ SEM	۵/۴۶	۳/۳۵	۲/۹۷	۰/۵۳	۰/۲۸	۰/۲۱	۲/۰۰	۲/۰۱	۰/۰۴	۰/۱۵۳	۰/۱۲
معنی‌داری	۰/۷۰۸	۰/۲۳۹	۰/۶۷۹	۰/۷۱۱	۰/۶۹۳	۰/۰۲۹	۰/۰۳۰	۰/۹۵۶	۰/۴۷۴	۰/۸۷۱	۰/۸۴۳
خط شکسته	^۲ NS	NS	برازش	NS	برازش	۰/۰۳۵	۰/۰۳۴	NS	برازش	برازش	برازش
	نشد	نشد	نشد	نشد	نشد	نشد	نشد	نشد	نشد	نشد	نشد

^{a-b} در هر ستون، میانگین‌های فاقد حروف مشابه از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار دارند ($P < 0.05$).

^۱ خطای معیار میانگین

^۲ غیر معنی‌دار

تبدیل اسکلت کربنی اسید آمینه به گلوکز، چربی، انرژی یا دی-اکسید کربن و آب و تشکیل متابولیت‌های غیرپروتئینی است (Fuller، ۱۹۹۱). ترئونین در سنتز پروتئین شرکت می‌کند و کاتابولیسم آن منجر به تولید ترکیبات مهم دخیل در سوخت‌وساز مثل گلیسین، استیل کوآنزیم A و پیروات می‌شود. ترئونین توسط ترئونین آلدولاز (که با نام سرین هیدروکسی متیل ترانسفراز نیز شناخته شده) به گلیسین و استالندید تجزیه می‌شود. ترئونین دهیدروژناز، ال- ترئونین را به ۲-آمینو-۳-اکسی بوتیرات تبدیل می‌کند. اسکلت کربنی حاصل از کاتابولیسم ال- ترئونین یا با تشکیل پیروات سبب تولید انرژی شده و یا برای رفع احتیاجات متابولیکی از قبیل سنتز پروتئین، کراتین، سرین، اسید اوریک، صفرا

نشان داده شده هنگامی که سطح پروتئین جیره بیش از حد نیاز باشد، پروتئین مازاد تجزیه شده و تبدیل به اسید اوریک می‌شود که این فرآیند نیاز به انرژی دارد (Adeyemo و همکاران، ۲۰۱۲). به هر حال، در مطالعه حاضر میزان اسید اوریک سرم در هنگام استفاده از سطوح بالاتر ترئونین کاهش یافت که سازوکار آن ناشناخته است. در مطالعه‌ای نشان داده شد غلظت تری گلیسرید پلاسما که نشان‌دهنده میزان چربی بدن است، تحت تأثیر سطح انرژی قابل سوخت‌وساز قرار می‌گیرد (Tohala، ۲۰۱۰). در مطالعه حاضر افزایش سطح ترئونین جیره، سبب کاهش غلظت HDL سرم شد. بررسی سوخت-وساز اسیدهای آمینه نشان می‌دهد این فرآیند شامل سنتز پروتئین و تجزیه آن، ورود نیتروژن اسید آمینه‌ای به ساختار اسید اوریک،

نیاز برآورد شده برای ترئونین با روش خط شکسته در جدول ۶ ارائه شده است. همانطور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود مدل خط شکسته تنها برای اسید اوریک سرم و HDL برازش شد. با توجه به نتایج روش خط شکسته نیاز ترئونین برای اسید اوریک سرم و HDL به ترتیب ۱/۰۵۸ و ۰/۹۹۵ درصد برآورد شد.

و گلو تاتیون، در چرخه تولید گلوکز و گلیسین قرار می‌گیرد (Jiang و همکاران، ۲۰۱۸). لذا فرآیند سوخت‌وساز مقادیر مازاد ترئونین با تأمین سوسترای لازم (استیل کوآنزیم A) و افزایش تولید صفرا می‌تواند در سوخت‌وساز HDL و کاهش غلظت آن در سرم مؤثر باشد (Akagi و همکاران، ۲۰۰۴).

جدول ۶- مقدار ترئونین مورد نیاز برآورد شده برای صفات مختلف به روش خط شکسته در دوره پایانی (۲۲ تا ۴۲ روزگی)

R ²	معنی داری	ضرایب برآورد شده				نیاز برآورد شده (%)	صفت
		V	R	U	L		
۲۲/۰۰	۰/۰۳۵	-	۱/۰۵۸	۳/۲۶	۴/۱۶	۱/۰۵۸	اسید اوریک
۲۷/۹۵	۰/۰۳۴	۴۷/۰۸	۰/۹۹۵	۱۰۸/۹۰	۴۹/۷۹	۰/۹۹۵	HDL سرم

نیاز به ترتیب ۱/۰۵۸ و ۰/۹۹۵ درصد برآورد شد. به طور کلی، دامنه بین ۰/۹ تا ۱ درصد به عنوان مقدار ترئونین مورد نیاز جوجه‌های گوشتی آراین ۳۸۶ در دوره پایانی (۲۲ تا ۴۲ روزگی) توصیه می‌شود.

منابع

زاغری، م. (۱۳۸۱). تعیین نیاز لیزین قابل هضم در جوجه‌های گوشتی آراین و استفاده از معیار قابلیت هضم در توازن اسید آمینه جیره جوجه‌های گوشتی. رساله دکتری. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

مهری، م. نصیری مقدم، ح. کرمانشاهی، ح. و دانش مسگران، م. (۱۳۹۱). برآورد و مقایسه احتیاجات لیزین قابل هضم در جوجه‌های گوشتی راس ۳۰۸ و کاب ۵۰۰. نشریه پژوهش‌های علوم دامی ایران، جلد ۴، شماره ۴ صص ۲۸۲-۲۷۴.

Abbasi, M.A., Mahdavi, A.H., Samie, A.H. and Jahanian, R. (2014). Effects of different levels of dietary crude protein and threonine on performance, humoral immune responses and intestinal morphology of broiler chicks. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 16: 35-44.

Abdel-Azeem, F. (2011). Influence of qualitative feed restriction on reproductive performance of Japanese quail hens. *Egyptian Poultry Science*. 31: 883-897.

در سال‌های گذشته پژوهشگران، مقادیر ترئونین مورد نیاز برای دو سویه راس و ISA را مشابه برآورد کردند به طوری که میزان ترئونین قابل هضم مورد نیاز برای دو سویه مذکور ۰/۵۴ درصد جیره برآورد شد (Mack و همکاران، ۱۹۹۹). از سوی دیگر در پژوهش Rosa و همکاران (۲۰۰۱) احتیاجات ترئونین در دو سویه تجاری با سرعت رشد متفاوت مورد مقایسه قرار گرفت و مشخص شد تفاوت در میزان مقدار ترئونین مورد نیاز دو سویه مورد مطالعه بسیار ناچیز و احتیاجات آنها به هم نزدیک بسیار است (۰/۶۹ و ۰/۶۸ درصد برای افزایش وزن بدن و ۰/۶۸ و ۰/۶۹ برای ضریب تبدیل خوراک به ترتیب در سویه‌های کلاسیک و سریع-الرشد). تفاوت نتایج یافته‌های مطالعه حاضر با پژوهشگران قبلی، ممکن است به دلیل تفاوت در سویه، مرحله رشدی مورد مطالعه یا شاخص‌های مورد ارزیابی برای تخمین مقدار ترئونین مورد نیاز باشد.

نتیجه‌گیری

نامناسب‌ترین میانگین افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک در پرندگان دریافت‌کننده ۰/۶۶ درصد ترئونین مشاهده شد. غلظت اسید اوریک در گروه دریافت‌کننده ۰/۹۶ درصد ترئونین نسبت به سایر گروه‌ها کاهش و HDL در گروه مصرف‌کننده ۰/۶۶ و ۰/۷۶ درصد ترئونین افزایش یافت. با در نظر گرفتن اسید اوریک و HDL سرم در دوره پایانی، مقدار ترئونین مورد

- Adeyemo, G.O., Abioye, S.A. and Aderemi, F.A. (2012). The effect of varied dietary crude protein levels with balanced amino acids on performance and egg quality characteristics of layers at first laying phase. *Food and Nutrition Science*. 3:526-529.
- Ahmadi, M., Yaghobfar, A. and Tabatabaei, S.H. (2015). Study of effects difference levels of crude protein and amino acid of diet on intestinal morphological and blood biological parameters of poultry. *Biological Forum – An International Journal*. 7: 666-670
- Akagi, S., Sato, K. and Ohmori, S. (2004). Threonine metabolism in Japanese quail liver. *Amino Acids*. 26: 235-242.
- Al-Hayani, W.K.A. (2017). Effect of Threonine supplementation on broiler chicken productivity traits. *International Journal of Poultry Science*, 16: 160-168.
- El-Faham, A.I., Nematallah, G.M. and Abdelaziz, M.A.M. (2017). Effects of dietary threonine level, methionine sources, sex of broiler chicks and their interactions on carcass tissue distribution and chemical composition. *Egyptian Poultry Science*. 37: 155-167.
- Fuller, M.F. (1991). Protein metabolism and nutrition. Present Knowledge of Amino Acid for Maintenance and Production: Nonruminants. Proceeding of 6th International Symposium on Protein Metabolism and Nutrition Herning Denmark.
- Horn, N.L., Donkin, S.S. Applegate, T.J. and Adeola, O. (2009). Intestinal musin dynamics: Response of broiler chicks and White Pekin ducklings to dietary threonine. *Poultry Science*. 88: 1906-1914.
- Isakov, N., Feldmann, M. and Segel, S. (2005). The mechanism of modulation of humoral immuno responses after injection of mice with SRBC. *Journal of Immunology*. 128: 969-975.
- Jahanian, R. (2010). Threonine needs of growing broiler chickens for performance and optimum immunological functions in response to dietary crude protein concentration. 2nd International Veterinary Poultry Congress. Feb 20-21, Tehran. Iran. pp. 200.
- Jiang Y., Liao X.D., Xie M., Tang J., Qiao S.Y., Wen Z.G., and Hou S.S. (2018). Dietary threonine supplementation improves hepatic lipid metabolism of Pekin ducks. *Animal Production Science*. 59: 673-680.
- Khan A.R., Nawaz, H. and Zahoor. I. (2006). Effect of different Levels of digestible threonine on growth performance of broiler chicks. *Journal of Animal and Poultry Science*. 16: 32-36.
- Kidd, M.T. and Kerr, B.J. (1997). Threonine responses in commercial broilers at 30 to 42 days. *Journal of Applied Poultry Research*. 6: 362-367.
- Law, G., Adjiri-Awere, A. and Pencharz, P.B. (2000). Gut mucins in piglets are dependent upon dietary threonine. Advances in Pork Production. Proceeding of the 11th Banff Prok seminar. Alberta, Canada.
- Li, P., Yin, Y.L., Li, D., Kim, S.W. and Wu, G. (2007). Amino acids and immune function: a review. *British Journal of Nutrition*. 98: 237-252.
- Liukkonen-Anttila, J. (2001). Nutritional and genetic adaptation of gallitorns birds: Implications for hand rearings and resticking. Acanic Dissertation, Faculty of Science, University of Oulu, Oulu Yilopisto, Finland. Retrieved September 17, 2017 From <http://herkulesoulu.fi/isbn951425990index.html>.
- Mack, S.D., Bercovici, G., De Groote, B., Leclerq, M., Lippens, M., Pack, J.B. and Van Cauwenberghe. S. (1999). Ideal amino acid profile and dietary lysine specifications for broiler chickens of 20 to 40 days of age. *British Poultry Science*. 40: 257-265.

- Nichols, N.L. and Bertolo, R.F. (2008). Luminal threonine concentration acutely affects intestinal mucosal protein and mucin synthesis in piglets. *The Journal of Nutrition*. 138: 1298-1303.
- National Research Council. (1994). Nutrient Requirements of Poultry. 9th revised edition. National Academy press. Washington, D. C.
- Peterson, A.L., Qureshi, M.A., Ferket, P.R. and Fuller, J.C. Jr. (1999). Enhancement of cellular and humoral immunity in young broilers by the dietary supplementation of β -hydroxy- β -methylbutyrate. *Immunopharmacology and immunotoxicology*. 21(2): 307-330.
- Robbins, K.R., Saxton, A.M. and Southern, L.L. (2006). Estimation of nutrient requirements using broken-line regression analysis. *Journal of Animal Science*, 84: E155-165.
- Rosa, P., Pesti, G.M., Edwards, J.R. and Bakalli, R.I. (2001). Threonine requirements of different broiler genotypes. *Poultry Science*. 80: 1710-1717.
- SAS Institute. (2004). Statistical Analysis Systems user's guide. Version 9.1. SAS Institute Inc., Raleigh, North Carolina, USA.
- Stedman, N.L., Brown, T.P., Brooks, R.L. and Bounous, D.I. (2001). Heterophil function and resistance to staphylococcal challenge in broiler chickens naturally infected with avian leucosis virus subgroup. *Journal of Veterinary Pathology*. 38: 519-527.
- Toghyani, M., Tahmasebi, S., Modaresi, M. and Ale-Saheb-Fosoul S.S. (2018). Effect of arginine and threonine *in ovo* supplementation on immune responses and some serum biochemical attributes in broiler chickens. *Italian Journal of Animal Science*, DOI: 10.1080/1828051X.2018.1529545.
- Tohala, S.H. (2010). The relationship between blood lipid profile and performance of broilers fed two types of finisher diets. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*. 24: 87-91.
- Wang, X., Qiao, S.Y., Liu, M., and Ma, Y.X. (2006). Effects of graded levels of true ileal digestible threonine on performance, serum parameters and immune function of 10-25 kg pigs. *Animal Feed Science and Technology*. 129: 264-278.