نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۲۷، تابستان ۱۳۹۹
ص‌ص: ۱۹۹~۲۱۰

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

• **ابراهیم بحرینی[۱]، محمد بوجارپور[۲]، سید عبدالله حسینی*(نویسنده مسئول)[۳]، سمیه سالاری[۴]، هدایت اله روشنفکر[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 ۳۸٦ در دوره پایانی (۲۲ تا ٤۲ روزگی) با استفاده از صفات عملکردی، پاسخ سیستم ایمنی و فراسنجه‌های خونی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ٦ سطح ترئونین (۰/٦٦، ۰/۷٦، ۰/۸٦، ۰/۹٦، ۱/۰٦ و۱/۱٦ 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 ٤۲ روزگی تحت تأثیر سطح ترئونین جیره قرار نگرفت. میانگین افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک در گروه ۰/٦٦ درصد ترئونین نسبت به سایر گروه‌ها به‌ترتیب کمتر و بیشتر بود. غلظت گلوکز، کلسترول، تری‌گلیسرید، کلسیم، فسفر، آلبومین، پروتئین کل، LDL وگلوبولین سرم تحت تأثیر سطوح مختلف ترئونین قرار نگرفت. غلظت اسید اوریک سرم در پرندگان دریافت‌کننده ۰/۹٦ درصد ترئونین نسبت به سایر گروه‌ها کاهش و سطح لیپوپروتئین کم چگالی (LDL) سرم در پرندگان مصرف‌کننده ۰/٦٦ و ۰/۷٦ 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 نظرگرفتن 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 ۳۸٦ در دوره پایانی (۲۲ تا ٤۲ 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 Bahreini[1], Mohammad Bujarpour[2], Seyed Abdollah Hosseini*[3], Somayeh Sallary[4], Hedayatollah Roshanfekr[5], Amir Hossein Alizadeh-Ghamsari[6]

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

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 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

حیوانات تک‌معده‌ای 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 پرنده 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 به‌عنوان 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 Kidd و Kerr (۱۹۹۷) نیاز جوجه‌های گوشتی به ترئونین را ۰/۷ درصد جیره اعلام نمودند. بر اساس نتایج Mack و همکاران (۱۹۹۹) مقدار ترئونین قابل‌هضم مورد نیاز در دو سویه راس و ISA در سن ۲۰ تا 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 آرین انجام نشده است. بنابراین مطالعه حاضر به منظور تعیین مقدار ترئونین مورد نیاز در سویه آرین 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 آرین 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 گروه‌آزمایشی شامل پرندگان دریافت کننده شش سطح مختلف ترئونین (۰/۶۶، ۰/۷۶، ۰/۸۶، ۰/۹۶، ۱/۰۶ و ۱/۱۶ درصد) در جیره بودند.

در شروع آزمایش جوجه‌ها به‌صورت 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).

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

اجزای جیره (درصد)	ترئونین جیره (درصد)					
	۰/۶۶	۰/۷۶	۰/۸۶	۰/۹۶	۱/۰۶	۱/۱۶
ذرت	۳۷/۳۳	۳۷/۴۵	۳۷/۵۸	۳۷/۷۱	۳۷/۸۳	۳۷/۹۶
کنجاله سویا (۴۴ درصد پروتئین خام)	۱۲/۵۲	۱۲/۶۲	۱۲/۷۴	۱۲/۸۵	۱۲/۹۶	۱۳/۰۷
کنجاله کنجد	۱۴/۷۹	۱۴/۴۶	۱۴/۱۳	۱۳/۷۹	۱۳/۴۵	۱۳/۱۱
نشاسته ذرت	۷	۷	۷	۷	۷	۷
روغن سویا	۱/۶۵	۱/۶۲	۱/۵۹	۱/۵۶	۱/۵۳	۱/۵
گندم	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳
دی کلسیم فسفات	۱/۸۴	۱/۸۵	۱/۸۵	۱/۸۶	۱/۸۶	۱/۸۶
صدف	۰/۳۹	۰/۴۰	۰/۴۲	۰/۴۳	۰/۴۵	۰/۴۶
نمک	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰
جوش شیرین	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵
دی ال- متیونین	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱	۰/۱	۰/۱۱	۰/۱۱
ایزولوسین	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
ال- لیزین هیدروکلرید	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰
ترئونین	-	۰/۱۰	۰/۲۱	۰/۳۱	۰/۴۲	۰/۵۲
مکمل ویتامینی و معدنی[1]	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰
مواد مغذی محاسبه شده						
انرژی قابل سوخت‌وساز (کیلوکالری در کیلوگرم)	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰
پروتئین خام (درصد)	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸
کلسیم (درصد)	۰/۹۰	۰/۹	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۰
فسفر قابل دسترس (درصد)	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵
سدیم (درصد)	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹
متیونین+ سیستین (درصد)	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵
لیزین (درصد)	۱	۱	۱	۱	۱	۱

مکمل ویتامینی و معدنی در هر کیلوگرم خوراک مقادیر زیر را تأمین نمود: ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۰/۳۰۶ میلی گرم ویتامین B1، ۶/۶ میلی‌گرم ویتامین B2، ۳۰ میلی‌گرم نیاسین، ۱۰ میلی‌گرم کلسیم پانتوتنات، ۳ میلی‌گرم ویتامین B6، ۱ میلی‌گرم فولیک اسید، ۰۱۵/۰ میلی‌گرم ویتامین B12، ۱/۰ میلی‌گرم بیوتین، ۲۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D3، ۱۸ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۲ میلی‌گرم ویتامین K3، ۵۰۰ میلی‌گرم کولین کلراید، منگنز (اکسید منگنز)، ۱۰۰ میلی‌گرم، آهن (سولفات آهن، $FeSO_4$)، ۵۰ میلی‌گرم، روی (اکسید روی)، ۱۰۰ میلی‌گرم، مس (سولفات مس، $CuSO_4$)، ۱۰ میلی‌گرم، ید (یدات کلسیم)، ۱ میلی‌گرم، سلنیوم (سدیم سلنیت)، ۰/۲ میلی‌گرم.

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 ترا 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 هوموسیتومتر 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 تعیین تیتر آنتی‌بادی کل (IgM + IgG) از روش هماگلوتیناسیون میکروتیتر استفاده شد (Isakov و همکاران، ۲۰۰۵). در این روش، هنگام قرائت نمونه‌ها، لگاریتم بر مبنای ۲ عکس آخرین رقتی که در آن هماگلوتیناسیون دیده می‌شود، به‌عنوان عیار پادتن ثبت شد. برای اندازه‌گیری تیتر IgG و IgM که اجزای پاسخ به SRBC هستند، با جداسازی آنتی‌بادی مقاوم به مرکاپتااتانول (MER) که در واقع همان IgG بود، تیتر این آنتی‌بادی به دست آمد و از کسر این مقدار از پاسخ کل، مقدار آنتی‌بادی حساس به مرکاپتواتانول (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 سانتی‌گراد و رفع انجماد آن‌ها در دمای محیط، هریک از فراسنجه‌های ذکر شده با کیت‌های تجاری شرکت پارس آزمون اندازه گیری شدند.

داده‌های جمع آوری 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 است: $y = L + U(R - X_{LR})$

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.

[1]Sheep Red Blood Cell

طبق تعریف وقتی که X>R شود، $R\text{-}X_{LR}$ 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<۰/۰۵)، در حالی‌که 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 ۱/۱۶درصد 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 دریافت کننده ۰/۷۶ درصد ترئونین بود، هرچند که این افزایش با مقدار مشاهده شده در گروه‌های مصرف کننده 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 برازش صفات فوق در سطوح مختلف ترئونین بود

جدول ۲- اثر سطوح مختلف ترئونین بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در دوره پایانی (۲۲ تا ٤۲ 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	برازش نشد	برازش نشد	برازش نشد

$^{a-c}$درهر ستون، میانگین‌های فاقد حروف مشابه به‌لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار دارند (P<۰/۰۵).

ترئونین سومین اسیدآمینه محدودکننده برای جوجه‌های در حال رشد است و در جیره‌هایی که حاوی منابع سنتتیک متیونین و لیزین هستند، افزودن اسیدآمینه 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 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

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 به‌نوبه خود به سلامت روده و بهبود عملکرد کمک می‌کند (Nichols و Bertolo، ۲۰۰۸). 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.

نتایج بررسی اثر سطوح مختلف ترئونین جیره بر شمارش سلول های 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>۰/۰۵). 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 برازش نشد .

جدول ۳- اثرات سطوح مختلف ترئونین بر شمارش سلول های سفید و قرمز خون، درصد هماتوکریت، هتروفیل، لنفوسیت و نسبت هتروفیل به لنفوسیت خون جوجه‌های گوشتی در سن ٤٢ روزگی

سطوح ترئونین (درصد)	گلبول سفید خون (تعداد در میکرولیتر ×۱۰^{۳})	گلبول قرمز خون (تعداد در میکرولیتر ×۱۰^{۶})	هتروفیل	لنفوسیت	هماتوکریت	نسبت هتروفیل به لنفوسیت
			درصد			
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	برازش نشد	NS[۱]	برازش نشد	برازش نشد	NS	برازش نشد

[۱] غیر معنی‌دار

یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج Toghyani و همکاران (۲۰۱۸) مشابهت دارد که گزارش کردند که استفاده از مکمل ترئونین تأثیر 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 مغایریت دارد. تفاوت در 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 تأثیر سطح ترئونین قرار نگرفت (P>۰/۰۵). آنالیز آماری خط شکسته برای صفات مذکور نیز

معنی‌دار 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 ایمونوگلوبولین G افزایش یافته و اصولاً این ایمونوگلوبولین 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 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 جوجه های سویه آرین ۳۸۶، ایمنی مورد نیاز را فراهم می‌کنند.

جدول ٤- اثر سطوح مختلف ترئونین بر عیار پادتن علیه گلبول قرمز گوسفندی و ایمونوگلوبولین‌های G و M (بر پایه لگاریتم ۲) در جوجه‌های گوشتی در سن ٤٢ روزگی

سطح ترئونین (درصد)	عیار پادتن علیه گلبول قرمز گوسفندی	ایمونوگلوبولین G	ایمونوگلوبولین M
۰/۶۶	۶/۷۰	۲/۶۰	۴/۲۰
۰/۷۶	۶/۲۰	۲/۲۰	۴/۰۰
۰/۸۶	۶/۴۰	۲/۳۰	۴/۱۰
۰/۹۶	۴/۴۰	۲/۲۰	۲/۴۰
۱/۰۶	۵/۷۰	۲/۰۰	۳/۷۰
۱/۱۶	۶/۰۰	۲/۵۰	۳/۵۰
خطای معیار میانگین	۰/۳۲	۰/۱۲۹	۰/۲۸۱
معنی‌داری	۰/۳۸۹	۰/۸۶۷	۰/۴۶۲
خط شکسته	[1]NS	NS	NS

[1] غیر معنی‌دار

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، آلبومین، پروتئین کل، LDL وگلوبولین تحت تأثیر سطح ترئونین جیره قرار نگرفت (P>۰/۰۵). اما غلظت اسید اوریک و HDL سرم تحت تأثیر گروه‌های آزمایشی قرار گرفت (P<۰/۰۵). بررسی نتایج روش خط شکسته نشان داد تابعیت گلوکز، کلسترول، کلسیم و LDL سرم در سطوح مختلف ترئونین مصرفی معنی‌دار نبود، ولی تابعیت اسید اوریک و HDL درسطوح مختلف ترئونین مصرفی معنی‌دار بود. همچنین تابعیت تری‌گلیسرید، فسفر، آلبومین، پروتئین کل و گلوبولین سرم برازش نشد.

فراسنجه‌های خونی به‌عنوان واسطه، اطلاعاتی را در مورد سوخت‌و-ساز و سلامت حیوانات فراهم می‌آورند. پروتئین کل، گلوکز و تری گلیسرید به‌عنوان معمول‌ترین شاخص‌ها برای تشخیص هوموستازی بدن و سوخت‌وساز انرژی به شمار رفته و می‌توانند اطلاعات مفیدی را برای ارزیابی شرایط فیزیولوژیکی بدن ارائه نمایند (Ahmadi و

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 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).

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
	میلی‌گرم در دسی‌لیتر								گرم در دسی‌لیتر		
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
SEM [۱]	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	NS [۲]	NS	برازش نشد	NS	برازش نشد	۰/۰۳۵	۰/۰۳۴	NS	برازش نشد	برازش نشد	برازش نشد

[a-b] درهر ستون، میانگین‌های فاقد حروف مشابه از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار دارند (P<۰/۰۵).

[۱] خطای معیار میانگین

[۲] غیر معنی‌دار

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 هرحال، 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 تری‌گلیسرید 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، تبدیل اسکلت کربنی اسید آمینه به گلوکز، چربی، انرژی یا دی-اکسیدکربن و آب و تشکیل متابولیت‌های غیرپروتئینی است (Fuller، ۱۹۹۱). ترئونین در سنتز پروتئین شرکت می‌کند و کاتابولیسم آن منجر به تولید ترکیبات مهمِ دخیل در سوخت‌وساز مثل گلیسین، استیل‌کوآنزیم A و پیروات می‌شود. ترئونین توسط ترئونین آلدولاز (که با نام سرین هیدروکسی متیل ترانسفراز نیز شناخته شده) به گلیسین و استالدئید تجزیه می‌شود. ترئونین دهیدروژناز، ال- ترئونین را به ۲-آمینو-۳-اُکسی 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

و گلوتاتیون، در چرخه تولیدگلوکز و گلیسین قرار می گیرد (Jiang و همکاران، ۲۰۱۸). لذا فرآیند سوخت‌وساز مقادیر مازاد ترئونین با تأمین سوبسترای لازم (استیل کوآنزیم A) و افزایش تولید صفرا می-تواند در سوخت‌وساز HDL و کاهش غلظت آن در سرم مؤثر باشد (Akagi و همکاران، ۲۰۰۴).

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.

جدول ٦- مقدارترئونین مورد نیاز برآورد شده برای صفات مختلف به روش خط شکسته در دوره پایانی (۲۲ تا ٤۲ روزگی)

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

در سال‌های گذشته پژوهشگران، مقادیر ترئونین مورد نیاز برای دو سویه راس و ISA را مشابه برآورد کردند به‌طوری‌که 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 مصرف کننده ۰/۶۶ و ۰/۷۶ درصد تروئونین افزایش یافت. با در نظرگرفتن اسید اوریک و HDL سرم در دوره پایانی، مقدار ترئونین مورد 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 جوجه-های گوشتی آرین ۳۸۶ در دوره پایانی (۲۲ تا ۴۲ روزگی) توصیه می‌شود.

منابع

زاغری، م. (۱۳۸۱). تعیین نیاز لیزین قابل هضم در جوجه های گوشتی آرین و استفاده از معیار قابلیت هضم در توازن اسیدآمینه 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 جوجه های گوشتی راس ۳۰۸ و کاب ۵۰۰. نشریه پژوهش‌های علوم دامی ایران، جلد ۴، شماره ۴ ص ص 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.

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 Maintanence and Production: Nonruminants. Proceeding of 6*th* 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. 2*nd* 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.