

## اثر تغذیه سطوح مختلف پروتئین و ترئونین بر پاسخ‌های ایمنولوژیک جوجه‌های گوشتی

محمد علی عباسی<sup>۱</sup>، سیدامیرحسین مهدوی<sup>۲\*</sup> و عبدالحسین سمیع<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۹۱/۴/۶ تاریخ پذیرش: ۹۱/۹/۲۷

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

<sup>۲</sup> استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

\*مسئول مکاتبه: E-mail: mahdavi@cc.iut.ac.ir

### چکیده

به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف پروتئین و ترئونین بر عملکرد و پاسخ‌های سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی، آزمایشی با استفاده از ۴۳۲ قطعه جوجه خروس گوشتی سویه راس ۳۰۸ انجام پذیرفت. جوجه‌ها به صورت تصادفی به ۹ تیمار آزمایشی و ۴ تکرار (۱۲ جوجه در هر تکرار) در قالب یک آزمایش فاکتوریل ۳×۳ بر پایه طرح کاملاً تصادفی اختصاص یافتند. فاکتورهای مورد بررسی شامل سطوح مختلف پروتئین با ۳ سطح ۱۰۰، ۹۵ و ۹۰ درصد توصیه‌های راهنمای پرورش سویه راس و سطوح مختلف ترئونین با ۳ سطح ۱۰۰، ۱۱۰ و ۱۲۰ درصد توصیه‌های راهنمای پرورش سویه راس بودند. یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که هر چند استفاده از سطوح مختلف پروتئین و ترئونین تأثیر معنی داری بر تیترا آنتی‌بادی علیه ویروس بیماری نیوکاسل نداشت، اما کاهش سطح پروتئین جیره، موجب کاهش پاسخ‌های ایمنی هومورال اولیه ( $P=0/16$ ) و ثانویه ( $P=0/13$ ) علیه گلوبول قرمز گوسفندی در یک سطح حاشیه ای گردید؛ با این وجود افزایش ۱۰ درصدی سطح ترئونین جیره توانست این پاسخ‌ها را به شکل موثری بهبود بخشد ( $P<0/05$ ). استفاده از جیره‌های با حداقل ۱۱۰ درصد نیاز ترئونین سبب کاهش معنی‌دار نسبت‌های آلبومین به گلوبولین ( $P<0/01$ ) و هتروفیل به لنفوسیت ( $P<0/05$ ) گردید. این پاسخ‌ها به دلیل تأثیر قابل توجه سطوح بالای ترئونین بر افزایش سطح گلوبولین‌های سرم و همچنین درصد لنفوسیت‌ها بروز نموده بود ( $P<0/05$ ). اثر متقابل بین سطوح مختلف پروتئین و ترئونین در پاسخ بافت‌های لنفاوی معنی‌دار بود ( $P<0/05$ ) و بالاترین وزن نسبی طحال و بورس فابریسیوس و همچنین بیشترین تعداد غده لنفاوی غیر منتشره ناحیه لامینا پروپریای ژژنومی، متعلق به پرندگانی بود که از بالاترین سطوح پروتئین و ترئونین استفاده نموده بودند. لذا نتایج آزمایش حاضر بیان‌گر آن است که هرچند کاهش ۱۰ درصدی پروتئین جیره سبب کاهش پاسخ‌های ایمنی هومورال و وزن نسبی بورس فابریسیوس در جوجه‌های گوشتی گردید، اما افزودن حداقل ۱۱۰ درصد ترئونین توصیه شده توانست پاسخ‌های ایمنی هومورال، درصد گلوبولین‌های خونی و هم چنین نسبت لنفوسیت‌ها را بهبود بخشد.

واژه‌های کلیدی: جوجه‌های گوشتی، پروتئین، ترئونین، سیستم ایمنی

## Effect of feeding different protein and threonine levels on immunocompetence of broiler chicks

MA Abbasi<sup>1</sup>, AH Mahdavi<sup>2\*</sup> and AH Samie<sup>2</sup>

Received: June 26, 2012 Accepted: December 17, 2012

<sup>1</sup>MSc Student, Department of Animal Sciences, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

<sup>2</sup>Assistant professor, Department of Animal Sciences, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

\*Corresponding author: E-mail: mahdavi@cc.iut.ac.ir

### Abstract

This experiment was designed to evaluate the effects of different levels of dietary crude protein and threonine on immunological responses of broiler chicks. A total of 432 one-day-old male broiler chickens were used in a completely randomized design. Dietary treatments consisted of three levels of threonine (100, 110 and 120% of Ross 308 requirement recommendations) and three dietary crude protein concentrations (90, 95 and 100% of Ross 308 requirement specifications) in a 3×3 factorial arrangement of treatments with 4 replicates of 12 birds each. Feeding different levels of crud protein and threonine had no remarkable effect on Newcastle antibody titer ( $P>0.05$ ). Reduction in dietary crude protein content tended to decrease primary ( $P=0.16$ ) and secondary ( $P=0.13$ ) immune responses against sheep red blood cell (SRBC); however, incremental level of threonine up to 110% of recommended values promoted antibody responses against SRBC antigen ( $P<0.05$ ). Administration of diets with at least 110% of threonine recommendations caused to significant decrease in albumin to globulin ( $P<0.01$ ) and heterophil to lymphocyte ( $P<0.05$ ) ratios. These changes were due to the remarkable increase in the proportions of globulins and lymphocytes ( $P<0.05$ ). The interaction between crud protein and threonine was significant on lymphatic tissues responses ( $P<0.05$ ) and the highest relative weights of spleen and bursa of fabricius and also the numbers of jejunal lamina propria lymphatic follicles were obtained when the birds fed high-crud protein high-threonine diets. In conclusion, the present results indicated that although decrease in dietary crude protein content to 90% of recommended values reduced the humoral immune responses and bursa of fabricius relative weight, fortification of diets with threonine up to 110% of Ross 308 recommended values could improve the humoral immune responses and also the proportions of blood globulins and lymphocytes in broiler chicks.

**Keywords:** Broiler chicks, Protein, Threonine, Immune system

### مقدمه

اما این افزایش سریع در بازدهی تولید و تغییر در نظام طبیعی زندگی طیور هرگز بدون هزینه نبوده است، که از آن جمله می‌توان به تضعیف سیستم ایمنی و شیوع سریع انواع بیماری‌ها و ناهنجاری‌های متابولیک اشاره نمود (کلاس و همکاران ۲۰۰۰). یکی از راهکارهای کاهش ناهنجاری‌های متابولیک در پرندگان، استفاده از اسیدهای آمینه سنتتیک است. قابلیت دسترسی تجاری به اسیدهای آمینه‌ای همچون متیونین، لیزین و ترئونین،

امروزه در راستای رفع نیازهای غذایی جمعیت جهانی، شیوه‌های علمی خاصی جایگزین روش‌های سنتی دامپروری شده و در همین راستا صنعت پرورش طیور به‌عنوان یکی از مهمترین صنایع در حال رشد به شدت مورد توجه قرار گرفته است. از مهمترین مشخصات این صنعت، افزایش تراکم طیور در مزارع جدید، اعمال مدیریت‌های علمی خاص و کوشش در جهت بهبود ضریب تبدیل غذایی و سرعت رشد است.

افزایش سنتز پروتئین و بهبود عملکرد مکانیسم‌های انتقال سلولی در لنفوسیت‌ها گردیده که پی آمد این امر، تحریک رشد سلول و جلوگیری از مرگ آنها بوده است. بر اساس تحقیقات صورت گرفته، نیاز ترئونین جوجه‌های گوشتی در شرایط مختلف متفاوت است و اغلب عواملی همانند مقدار پروتئین جیره، نژاد، سن، جنسیت و تنش‌های محیطی، تخمین میزان نیاز ترئونین را تحت تأثیر قرار می‌دهند (بارکلی و والیس ۲۰۰۱). مطالعات در راستای بررسی اثرات متقابل سطوح مختلف این اسیدآمین به با سطوح مختلف پروتئین بر پاسخ‌های ایمنی جوجه‌های گوشتی محدود بوده و اگر چه برخی از گزارشات حکایت از عدم تأثیر مثبت این اسیدآمین بر عملکرد سیستم ایمنی دارند (کید و کر ۱۹۹۷)، اما گزارش لی و همکاران (۲۰۰۷) بیانگر آن است که افزودن ترئونین توانسته است سطح IgG سرمی و IgA مخاطی را افزایش دهد. پاسخ‌های ایمنولوژیک نتیجه عملکرد پیوسته سلول‌ها و پروتئین‌های ویژه‌ای است که بروز آنها در قالب دو سیستم مکمل ایمنی هومورال و سلولی قابل مشاهده است. سیستم ایمنی هومورال علیه شاخص‌های پاتوژنی خارج سلولی عمل نموده که در نهایت منجر به معرفی پروتئین‌های محلول ویژه‌ای به نام آنتی‌بادی‌ها می‌گردد. امروزه بررسی تیتر آنتی‌بادی اختصاصی علیه یک پاتوژن خاص و یا اندازه‌گیری جدایی‌های پروتئین سرم (جهت برآورد غلظت گلوبولین‌ها و آلبومین‌ها) می‌تواند معیاری سودمند جهت بررسی پاسخ‌های ایمنی هومورال باشد. از سوی دیگر عواملی که در قلب ایمنی سلولی دخالت دارند زیردسته‌هایی از گلوبول‌های سفید خصوصاً لنفوسیت‌ها می‌باشند که بر این اساس ارزشیابی تفکیکی لوکوسیتی می‌تواند نمایانگر تغییرات پاسخ‌های ایمنی سلولی در موجودات مورد آزمون باشد (پیناک ۲۰۰۲). لذا، مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر استفاده از سطوح مختلف اسیدآمین ترئونین همراه با کاهش متناوب درصد پروتئین جیره

امکان کاهش سطح پروتئین جیره را تا زمانی امکان پذیر می‌نماید که نیازهای آمینواسیدی پرندگان جهت نگهداری و رشد بافت‌ها تأمین گردد (پارامنتیر و همکاران ۲۰۰۲). در سال‌های اخیر به کارگیری جیره‌های با پروتئین پایین به‌همراه اسیدهای آمینه سنتتیک جهت تغذیه جوجه‌های گوشتی به شدت مورد توجه قرار گرفته است. چراکه متخصصین جیره‌نویسی با کمک مکمل‌های اسیدآمین‌ای، فرصت‌های قابل‌ملاحظه‌ای جهت کاهش هزینه خوراک و همچنین افزایش بازده استفاده از نیتروژن را پیدا نموده‌اند. از سوی دیگر کاهش سطح پروتئین جیره، تحمل حرارتی طیور را در محدوده حرارتی بالا بهبود بخشیده و سطح آمونیاک را در بستر کاهش می‌دهد (پارامنتیر و همکاران ۲۰۰۲). اگرچه تمام اسیدهای آمینه را می‌توان مهم تلقی نمود، اما با این وجود برخی از اسیدهای آمینه نسبت به برخی دیگر دارای ضرورت بیشتری می‌باشند که بر این اساس به عنوان اسیدهای آمینه ضروری یا حیاتی شناخته می‌شوند (هان و همکاران ۱۹۹۲). ترئونین، سومین اسید آمینه محدودکننده بعد از متیونین و لیزین در جیره‌های بر پایه ذرت و کنجاله سویا بوده و از آنجا که پرندگان توانایی سنتز درون‌زادی آن را ندارند، این اسید آمینه به عنوان یکی از اسیدهای آمینه ضروری پرندگان شناخته می‌شود (هان و همکاران ۱۹۹۲ و فرناندز و همکاران ۱۹۹۴). بررسی‌های ایمنوشیمیایی صورت گرفته نشان دهنده آن است که ترئونین از اجزاء اصلی آمینواسیدی در گاماگلوبولین-های پلاسمای حیوانات مختلف بوده و از سوی دیگر دارای نقش‌های مهمی در ساختار و وظایف سلول‌های دستگاه گوارش می‌باشد، که از مهمترین آنها می‌توان به دخالت در تشکیل موسین مترشحه (۳۰ درصد ترکیب آمینواسیدی) از سلول‌های جامی اشاره نمود (لاو و همکاران ۲۰۰۰ و بال ۲۰۰۱). همچنین، یافته‌های دوال و همکاران (۱۹۹۱) نیز بیانگر آن است که افزودن ۲ میلی مول ترئونین به محیط کشت سلولی، سبب

با بهره‌گیری از روش الکتروفورز پروتئین سرم و با استفاده از نوار استات سلولز، بر اساس روش فیلپویک و همکاران (۲۰۰۷) انجام پذیرفت.

#### شمارش تفکیکی گلبول‌های سفید خون

جهت شمارش تفکیکی گلبولهای سفید خون، در روز ۴۲ آزمایش، از هر تکرار دو پرنده به طور تصادفی انتخاب و خون‌گیری از سیاهرگ بال انجام گرفت. نمونه های خون در لوله‌های آزمایش حاوی هپارین ریخته شد و پس از تهیه اسلایدهای میکروسکوپی و رنگ آمیزی با رنگ راییت، درصد لنفوسیت‌ها، هتروفیل‌ها، مونوسیت‌ها، بازوفیل‌ها و ائوزینوفیل‌ها با بهره‌گیری از روش استدمن و همکاران (۲۰۰۱) برآورد گردیدند.

#### تیتراژ آنتی بادی علیه ویروس بیماری نیوکاسل و گلبول قرمز گوسفندی (SRBC)

برآورد تیتراژ آنتی بادی علیه ویروس بیماری نیوکاسل و گلبول قرمز گوسفندی (SRBC) طبق توصیه لشکینسکی و کلاسینگ (۲۰۰۱) انجام گردید. بدین منظور پرندگان در سن ۱۶ روزگی، واکسن نیوکاسل را به صورت تزریقی دریافت نمودند. ۱۲ روز پس از دریافت واکسن، نمونه‌های خون از سیاهرگ بال دو پرنده از هر تکرار جمع‌آوری گردید. سرم نمونه‌های خون، با ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ و با سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه جدا گردید و تا انجام آزمایش تعیین عیار آنتی‌بادی، به صورت منجمد در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. سپس جهت اندازه‌گیری تیتراژ آنتی‌بادی علیه ویروس نیوکاسل تست مهار هماگلوتیناسیون انجام پذیرفت و تیتراژهای آنتی‌بادی به دست آمده به صورت لگاریتم بر پایه ۲ بیان گردیدند. هم چنین در سن ۲۳ روزگی، به دو قطعه پرنده از هر تکرار، ۱ میلی‌لیتر سوسپانسیون ۷ درصد گلبول قرمز گوسفندی (SRBC) از طریق عضله ران (۰/۵ میلی‌لیتر در هر عضله) تزریق شد و این عمل در روز ۳۳ نیز تکرار گردید. در روزهای ۲۹ و ۴۵ آزمایش، از پرندگان مذکور (دو قطعه به ازاء هر قفس) خون‌گیری به عمل

بر پاسخ‌های ایمنی هومورال، شمارش تفکیکی گلبول های سفید، تغییرات الگوی الکتروفوریک پروتئین سرم خون و اندام‌های لنفاوی جوجه‌های گوشتی طراحی و اجرا گردید.

#### مواد و روش‌ها

##### جوجه‌ها، جیره‌ها و طرح آزمایش

در آزمایش حاضر، تعداد ۴۳۲ قطعه جوجه خروس گوشتی سویه راس ۳۰۸ در قالب یک آزمایش فاکتوریل ۳×۳ بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۳ سطح پروتئین (۱۰۰، ۹۵ و ۹۰ درصد توصیه‌های راهنمای پرورش سویه راس شامل ۲۱/۹، ۲۰/۸ و ۱۹/۷۱ درصد در جیره‌های دوره آغازین، ۲۰/۳۴، ۱۹/۳۲ و ۱۸/۳۱ درصد در جیره‌های دوره رشد و ۱۸/۸۹، ۱۷/۹۵ و ۱۷ درصد در جیره‌های دوره پایانی) و ۳ سطح ترئونین (۱۰۰، ۱۱۰ و ۱۲۰ درصد توصیه‌های راهنمای پرورش سویه راس شامل ۰/۸۹، ۰/۹۸ و ۱/۰۷ درصد در جیره‌های دوره آغازین، ۰/۷۹، ۰/۸۶ و ۰/۹۴ درصد در جیره‌های دوره رشد و ۰/۷۱، ۰/۷۷ و ۰/۸۴ درصد در جیره‌های دوره پایانی) و با ۴ تکرار (۱۲ جوجه در هر تکرار) مورد استفاده قرار گرفتند. جیره‌های آزمایشی در طی سه دوره آغازین (۱۲-۱ روزگی)، رشد (۲۴-۱۳ روزگی) و پایانی (۴۲-۲۵ روزگی) به پرندگان عرضه گردیدند. پرنده‌ها در طول دوره آزمایش دسترسی آزاد به آب و جیره‌های آزمایشی داشتند.

##### اندازه‌گیری جدایه‌های پروتئین سرم خون

در پایان دوره آزمایش، دو پرنده از هر تکرار به طور تصادفی انتخاب گردید و خون‌گیری از سیاهرگ بال آن‌ها به عمل آمد. جهت جداسازی سرم، نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه و با سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردیدند. سپس تا زمان انجام آزمایشات، نمونه‌های سرم به صورت منجمد در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. در نهایت بررسی درصد آلبومین‌ها، گلوبولین‌ها و نسبت آلبومین به گلوبولین،

SRBC با بهره‌گیری از سنجش هم‌آگلوتیناسیون اندازه‌گیری گردیدند و تیتراها به صورت لگاریتم پایه ۲ عکس بالاترین رقتی که در آن آگلوتیناسیون کامل اتفاق افتاده بود، بیان شدند.

آمد. سرم نمونه‌های خون با ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ و با سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه جدا گردید و تا زمان برآورد عیار آنتی‌بادی، به صورت منجمد در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. تیتراهای آنتی‌بادی علیه

جدول ۱- اجزای تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی جیره‌های پایه مورد استفاده در دوره‌های آغازین (۱۲-۱ روزگی)، رشد (۲۴-۱۳ روزگی) و پایانی (۲۲-۲۵ روزگی) جوجه‌های گوشتی

اجزای جیره (درصد)	۱-۱۲ روزگی	۱۳-۲۴ روزگی	۲۵-۴۲ روزگی
ذرت	۵۲/۵۱	۵۶/۹۷	۵۹/۰۳
کنجاله سویا	۳۹/۶۲	۳۵/۲۲	۳۱/۵۳
روغن سویا	۳/۰۴	۳/۶۷	۵/۳۸
مونوکلسیم فسفات	۱/۵۰	۱/۳۰	۱/۲۴
صدف معدنی	۱/۸۱	۱/۵۱	۱/۴۹
DL-متیونین	۰/۳۴	۰/۲۵	۰/۲۰
L-لیزین هیدروکلراید	۰/۲۲	۰/۱۱	۰/۰۵
L-ترئونین	۰/۰۶	۰/۰۱	۰
نمک	۰/۲۲	۰/۱۵	۰/۱۸
جوش شیرین	۰/۱۸	۰/۳۰	۰/۴۱
مکمل ویتامینی <sup>۱</sup>	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل مواد معدنی <sup>۲</sup>	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
ترکیب شیمیایی			
انرژی قابل سوخت و ساز (کیلوکالری بر کیلوگرم)	۲۸۸۰	۲۹۸۰	۳۱۰۰
پروتئین خام (درصد)	۲۱/۹	۲۰/۳۴	۱۸/۸۹
فسفر قابل دسترس (درصد)	۰/۴۸	۰/۴۳	۰/۴۱
کلسیم (درصد)	۱	۰/۸۵	۰/۸۲
متیونین (درصد)	۰/۶۸	۰/۵۸	۰/۵۱
متیونین+سیستئین (درصد)	۱/۰۲	۰/۹۰	۰/۸۰
لیزین (درصد)	۱/۳۶	۱/۱۷	۱/۰۳
ترئونین (درصد)	۰/۸۹	۰/۷۹	۰/۷۱
تعادل آنیون-کاتیون جیره (میلی اکی والان بر کیلوگرم)	۲۴۹/۸	۲۵۰/۳	۲۴۹/۸

<sup>۱</sup>میزان ویتامین‌های تأمین شده توسط مکمل ویتامینی در هر کیلوگرم خوراک: A, IU, ۹۰۰۰; D<sub>3</sub>, IU, ۲۰۰۰; E, IU, ۳۶; K<sub>3</sub>, ۲ میلی‌گرم; B<sub>1</sub>, ۱/۸ میلی‌گرم; B<sub>2</sub>, ۶/۶ میلی‌گرم; B<sub>3</sub>, ۱۰ میلی‌گرم; B<sub>5</sub>, ۳۰ میلی‌گرم; B<sub>6</sub>, ۲ میلی‌گرم; B<sub>9</sub>, ۱ میلی‌گرم; B<sub>12</sub>, ۰/۰۱۵ میلی‌گرم; H<sub>2</sub>, ۰/۱ میلی‌گرم; کولین کلراید، ۲۵۰ میلی‌گرم; و آنتی‌اکسیدان، ۱ میلی‌گرم.

<sup>۲</sup>میزان مواد معدنی تأمین شده توسط مکمل معدنی در هر کیلوگرم خوراک: منگنز، ۱۰۰ میلی‌گرم; آهن، ۵۰ میلی‌گرم; روی، ۸۵ میلی‌گرم; مس، ۱۰ میلی‌گرم; ید، ۱ میلی‌گرم; و سلنیوم، ۰/۲ میلی‌گرم.

## وزن نسبی اندام‌های داخلی

در پایان دوره آزمایش، پس از ۳ ساعت گرسنگی، از هر تکرار دو قطعه پرنده به طور تصادفی انتخاب گردید و پس از کشتار و تخلیه کامل حفره شکمی، وزن طحال و بورس فابریسیوس اندازه گیری شد. سپس درصد هر یک از اجزا نسبت به وزن زنده محاسبه گردید.

## بافت لنفاوی مخاطی

در روز ۴۲ آزمایش، از هر قفس دو پرنده به طور تصادفی انتخاب و جهت بررسی اثر تیمارهای آزمایشی بر توزیع بافت لنفاوی ناحیه لامینا پروپریا، کشتار گردیدند. سپس نمونه ای از ناحیه ژژنوم و در حدود ۱/۵ سانتی متری زائده مکل انتخاب و جدا گردید. نمونه های بافتی بلافاصله در ظروف حاوی فرمالین ۱۰ درصد که به عنوان تثبیت کننده در نظر گرفته شده بود، قرار داده شدند. محلول فرمالین در سه نوبت و به فواصل زمانی ۴۸ ساعت یکبار تعویض گردید تا نمونه ها کاملاً تثبیت شدند. در پایان، توسط دستگاه میکروتوم برش‌هایی به قطر ۵ میکرومتر از بافت‌ها تهیه و روی لام قرار داده شد. سپس رنگ آمیزی هماتوکسیلین-ئوزین صورت پذیرفت و نمونه‌ها توسط میکروسکوپ نوری (BX60M, Olympus, Japan) طبق روش سان و همکاران (۲۰۰۵) مورد بررسی قرار گرفتند. بدین منظور تعداد نسبی غدد لنفاوی غیرمنتشره ناحیه لامینا پروپریای ژژنوم بر اساس روش رتبه بندی (Scoring) برآورد گردیدند. این غدد به صورت توده های فشرده سلولی با رنگ صورتی تیره در بین کریپت های لایبرکون قابل مشاهده و ارزیابی می باشند.

## مدل آماری طرح

مطالعه حاضر در قالب یک آزمایش فاکتوریل ۳×۳ بر پایه طرح کاملاً تصادفی انجام پذیرفت. پس از ثبت و ویرایش داده‌ها، تجزیه و تحلیل نهایی با استفاده از رویه GLM نرم افزار آماری SAS (۲۰۰۱) انجام شد و میانگین‌ها با استفاده از روش حداقل مربعات مورد

مقایسه قرار گرفتند. مدل آماری که جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت، به صورت زیر بود:  $Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + e_{ijk}$  که در این مدل  $Y_{ijk}$  = مقدار هر مشاهده،  $\mu$  = میانگین مشاهدات،  $A_i$  = اثر سطح  $i$  از عامل  $A$  (سطح پروتئین)،  $B_j$  = اثر سطح  $j$  از عامل  $B$  (سطح ترئونین)،  $(AB)_{ij}$  = اثر متقابل بین دو فاکتور  $A$  و  $B$  و  $e_{ijk}$  = اثرات باقی مانده می-باشند.

## نتایج و بحث

### بررسی جدایه های پروتئین سرم خون

اثر سطوح مختلف پروتئین و ترئونین جیره بر جدایه‌های پروتئین سرم خون، در جدول ۲ نشان داده شده است. در مطالعه حاضر، تغذیه سطوح مختلف پروتئین تاثیری بر جدایه‌های پروتئین‌های سرم خون نداشت. عدم تاثیر سطوح مختلف پروتئین جیره بر پروتئین‌های سرم خون می تواند مربوط به شرایط مناسب پرورش، از نظر رعایت نکات بهداشتی و یا تأمین اسیدهای آمینه لازم جهت سنتز آلبومین‌ها و یا گلوبولین‌های خون در همه سطوح پروتئین مورد آزمون باشد. چراکه بر اساس مطالعات فیلیپویک و همکاران (۲۰۰۷)، به دنبال افزایش تنش‌های محیطی و یا متابولیک، نسبت آلبومین به گلوبولین کاهش می یابد؛ که این امر عموماً به دلیل افزایش سطح گلوبولین‌های خونی و تحریک سیستم های دفاعی بدن بروز نموده است. اما از سوی دیگر، افزایش حداقل ۱۰ درصد ترئونین جیره سبب کاهش معنی‌دار ( $P < 0.01$ ) نسبت آلبومین به گلوبولین گردید. این کاهش به دلیل افزایش معنی‌دار نسبت گلوبولین‌های سرم ( $P < 0.05$ ) و کاهش درصد آلبومین ( $P < 0.05$ ) بروز نموده بود. پروتئین‌های موجود در سرم، دارای نقش‌های بسیار متعددی در موجودات مختلف بوده و لذا مطالعه آن‌ها می‌تواند معیار مفیدی جهت بررسی وضعیت سلامت و تولید حیوان باشد (دنوو و همکاران ۲۰۰۸). براساس مطالعات

آنتی‌بادی‌ها و دیگر پروتئین‌های درگیر در سیستم ایمنی همچون سایتوکین‌ها و پروتئین‌های فاز حاد بوده و این امر می‌تواند عملکرد تولیدی پرند را تحت تاثیر قرار دهد (دنوو و همکاران ۲۰۰۸).

انجام شده، عموماً افزایش سطح آلبومین در سرم خون و در نتیجه افزایش نسبت آلبومین به گلوبولین، نشان دهنده حرکت مواد مغذی در جهت افزایش تولید و وزن است. در مقابل، افزایش سطح گلوبولین‌ها نشان دهنده تغییر مسیر کبد جهت هدایت مواد مغذی به سوی تولید

جدول ۲- اثر سطوح مختلف پروتئین و ترئونین جیره بر نسبت جدایه‌های پروتئین سرم خون جوجه‌های گوشتی.

نسبت آلبومین به گلوبولین	پروتئین‌های سرم خون (درصد)		سطوح ترئونین	سطوح پروتئین
	گلوبولین	آلبومین	(درصد جیره)	(درصد جیره)
۰/۵۳ <sup>bc</sup>	۶۵/۸۷ <sup>ab</sup>	۳۴/۱۳ <sup>ab</sup>	۱۰۰	۱۰۰
۰/۵۶ <sup>abc</sup>	۶۴/۲۸ <sup>ab</sup>	۳۵/۷۲ <sup>ab</sup>	۱۱۰	۱۰۰
۰/۵۱ <sup>bc</sup>	۶۶/۶۷ <sup>ab</sup>	۳۳/۳۳ <sup>ab</sup>	۱۲۰	۱۰۰
۰/۷۳ <sup>a</sup>	۵۷/۹۴ <sup>b</sup>	۴۲/۰۶ <sup>a</sup>	۱۰۰	۹۵
۰/۴۰ <sup>c</sup>	۷۲/۴۱ <sup>a</sup>	۲۷/۵۹ <sup>b</sup>	۱۱۰	۹۵
۰/۵۴ <sup>bc</sup>	۶۵/۲۶ <sup>ab</sup>	۳۴/۷۴ <sup>ab</sup>	۱۲۰	۹۵
۰/۶۵ <sup>ab</sup>	۶۰/۷۱ <sup>b</sup>	۳۹/۲۹ <sup>a</sup>	۱۰۰	۹۰
۰/۵۱ <sup>bc</sup>	۶۶/۱۵ <sup>ab</sup>	۳۳/۸۵ <sup>ab</sup>	۱۱۰	۹۰
۰/۴۰ <sup>c</sup>	۷۲/۵۴ <sup>a</sup>	۲۷/۴۶ <sup>b</sup>	۱۲۰	۹۰
۰/۰۶	۳/۰۸	۳/۰۸		SEM
۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵		سطح احتمال
				سطوح مختلف پروتئین
۰/۵۳	۶۵/۶۰	۳۴/۳۹		۱۰۰
۰/۵۵	۶۵/۲۰	۳۴/۸۰		۹۵
۰/۵۲	۶۶/۴۷	۳۳/۵۳		۹۰
۰/۰۴	۱/۷۹	۱/۷۹		SEM
۰/۸۱	۰/۸۸	۰/۸۸		سطح احتمال
				سطوح مختلف ترئونین
۰/۶۳ <sup>a</sup>	۶۱/۵۰ <sup>b</sup>	۳۸/۵ <sup>a</sup>		۱۰۰
۰/۴۹ <sup>b</sup>	۶۷/۶۱ <sup>a</sup>	۳۲/۳۹ <sup>b</sup>		۱۱۰
۰/۴۸ <sup>b</sup>	۶۸/۱۵ <sup>a</sup>	۳۱/۸۴ <sup>b</sup>		۱۲۰
۳/۶۳	۱/۷۹	۱/۷۹		SEM
۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۲		سطح احتمال

a-c میانگین‌های با حداقل یک حرف غیر مشابه از نظر آماری تفاوت معنی داری دارند ( $P < 0.05$ )

دخالت نماید، تاثیرات قابل ملاحظه‌ای بر افزایش سطح گلوبولین‌های خون دارد. این یافته‌ها با نتایج حاصل از

براساس یافته‌های حاضر به نظر می‌رسد که اسید آمینه ترئونین بیش از آن‌که در ساختار آلبومین‌ها

افزایش سهم لنفوسیت‌ها با نتایج مطالعات *in vitro* دوال و همکاران (۱۹۹۱) مطابقت دارد. آنها گزارش نمودند که اضافه نمودن ۲ میلی مول ترئونین به محیط کشت سلولی، سبب افزایش سنتز پروتئین و بهبود عملکرد مکانیسم‌های انتقال سلولی در لنفوسیت‌ها گردیده و این امر سبب تحریک رشد سلول و جلوگیری از مرگ آنها شده است.

نسبت هتروفیل به لنفوسیت معیار مطلوبی جهت برآورد وضعیت عملکرد ایمنی سلولی پرند در زمان بروز بسیاری از تنش‌های محیطی و یا آلودگی‌های میکروبی با حضور اندوتوکسین‌های باکتریایی (مانند لیپوپلی ساکاریدها) است (شاینی و همکاران ۲۰۰۸). با توجه به افزایش درصد لنفوسیت‌ها، به دنبال افزایش مصرف اسید آمینه ترئونین، این احتمال وجود دارد که بهبود تیترا آنتی‌بادی علیه SRBC در پاسخ‌های ایمنی اولیه و ثانویه (جدول ۴) نیز، مربوط به افزایش سهم این دسته لوکوسیتی بوده باشد که در حقیقت مسئول تولید آنتی‌بادی‌ها می‌باشند (خصوصاً لنفوسیت‌های نوع B). بر خلاف مطالعه حاضر، جهانیان (۲۰۱۰a) گزارش نمود که نسبت هتروفیل به لنفوسیت تحت تأثیر سطوح مختلف ترئونین قرار نگرفت. او همچنین گزارش نمود که کمبود ترئونین، بیش از آن که بر ایمنی سلولی اثر گذار باشد بر ایمنی هومورال تأثیرگذار است و نیازهای ترئونین جهت واکنش‌های ایمونولوژیکی نسبت به احتیاجات رشد بیشتر بوده که توسط آزمایش حاضر نیز تایید گردید (یافته‌های عملکردی گزارش نشده است). لذا یافته‌های آزمایش حاضر این احتمال را تقویت می‌نماید که استفاده از حداقل ۱۱۰ درصد نیاز اسید آمینه ترئونین، توانایی القای سطوح بالای لنفوسیتی جهت تقویت ایمنی سلولی و به دنبال آن ایمنی هومورال را دارا می‌باشد.

مطالعه کیم و همکاران (۲۰۰۷) هماهنگی کامل دارد. آنها گزارش نمودند که به دنبال افزایش سطح ترئونین جیره، نسبت گلوبولین‌های خونی خصوصاً گاماگلوبولین‌ها افزایش می‌یابد. مطالعات آنها هم چنین بیان گر آن بود که اسید آمینه ترئونین یکی از اجزاء اصلی ساختار گاماگلوبولین‌ها می‌باشد. این نتایج با یافته‌های وانگ و همکاران (۲۰۰۶) و همچنین لی و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت دارد. آنها در تحقیقات خود به خوبی نشان دادند که افزایش سطح اسید آمینه ترئونین در جیره، بیش از مقادیر توصیه شده، می‌تواند سطح ایمونوگلوبولین G سرم خون و همچنین ایمونوگلوبولین‌های G و A مخاطی را در ژژنوم افزایش داده و از این رو موجبات بهبود عملکرد سیستم ایمنی خوک‌های آلوده شده با اشرشیاکلی را فراهم آورد. لذا در تایید مطالعات قبلی (وانگ و همکاران ۲۰۰۶، کیم و همکاران ۲۰۰۷ و لی و همکاران ۲۰۰۷)، نتایج آزمایش حاضر نیز بیان‌گر تأثیر قابل‌ملاحظه اسید آمینه ترئونین بر افزایش نسبت گلوبولین‌های خونی پرندگان، به عنوان یک شاخص پاسخ‌های ایمونولوژیک، می‌باشد.

#### شمارش تفکیکی گلبول‌های سفید خون

اثر سطوح مختلف پروتئین و ترئونین بر درصد گلبول‌های سفید خون، در جدول ۳ نشان داده شده است. هر چند شمارش تفکیکی اکثر گلبول‌های سفید خون تحت تأثیر سطوح مختلف پروتئین قرار نگرفت، اما با این حال کاهش سطح پروتئین جیره سبب کاهش درصد لنفوسیت‌های خون در یک سطح حاشیه‌ای گردید ( $P=0/12$ ). از سوی دیگر، استفاده از سطوح مختلف ترئونین سبب افزایش درصد لنفوسیت‌ها ( $P<0/05$ )، کاهش درصد هتروفیل‌ها ( $P<0/05$ ) و همچنین کاهش معنی‌دار نسبت هتروفیل به لنفوسیت ( $P<0/05$ ) شد؛ اما تأثیر معنی‌داری بر درصد مونوسیت‌ها، بازوفیل‌ها و ائوزینوفیل‌ها نداشت. اثر مثبت اسید آمینه ترئونین بر



جدول ۳- اثر تغذیه سطوح مختلف پروتئین و ترئونین بر شمارش تفکیکی گلبول‌های سفید خون جوجه‌های گوشتی.

نسبت هتروفیل	گلبول‌های سفید خون (درصد)					سطوح ترئونین	سطوح پروتئین
	به لنفوسیت	بازوفیل	اُوزینوفیل	هتروفیل	مونوسیت	لنفوسیت	(درصد جیره)
۰/۸۷	۰/۵۰	۰/۸۳ <sup>ab</sup>	۴۲/۵۰	۳/۶۷ <sup>ab</sup>	۵۲/۵	۱۰۰	۱۰۰
۰/۷۴	۰/۲۰	۱ <sup>ab</sup>	۴۰/۶	۲/۲۰ <sup>b</sup>	۵۶	۱۱۰	۱۰۰
۰/۵۷	۰	۰/۶۷ <sup>ab</sup>	۳۳/۳۳	۲/۶۷ <sup>ab</sup>	۶۳/۳۳	۱۲۰	۱۰۰
۰/۹۳	۰/۶۰	۱/۲۰ <sup>a</sup>	۴۵/۲۰	۲/۲۰ <sup>b</sup>	۵۰/۸	۱۰۰	۹۵
۰/۷	۰	۰/۴۰ <sup>ab</sup>	۳۸	۴/۲۰ <sup>a</sup>	۵۷/۴	۱۱۰	۹۵
۰/۷	۰/۲۰	۱ <sup>ab</sup>	۳۸/۸۰	۲/۲۰ <sup>b</sup>	۵۷/۸	۱۲۰	۹۵
۰/۱۸	۰/۱۷	۰/۱۷ <sup>b</sup>	۵۰/۱۷	۲/۵۰ <sup>b</sup>	۴۷	۱۰۰	۹۰
۰/۷۵	۰/۵۰	۱/۱۲ <sup>a</sup>	۴۰/۳۷	۲/۶۲ <sup>b</sup>	۵۵/۳۷	۱۱۰	۹۰
۰/۸۶	۰/۳۳	۰/۸۳ <sup>ab</sup>	۴۳/۸۳	۲/۸۳ <sup>ab</sup>	۵۲/۱۷	۱۲۰	۹۰
۰/۱۵	۰/۲۰	۰/۳۲	۳/۶۲	۰/۵۷	۳/۴۸		SEM
۰/۸۳	۰/۱۵	۰/۰۵	۰/۶۶	۰/۰۴	۰/۷۱		سطح احتمال
							سطوح مختلف پروتئین
۰/۷۳	۰/۲۳	۰/۸۳	۳۸/۸۱	۲/۸۴	۵۷/۲۸		۱۰۰
۰/۷۷	۰/۲۷	۰/۸۷	۴۰/۶۷	۲/۸۷	۵۵/۳۳		۹۵
۰/۹۳	۰/۳۳	۰/۷۱	۴۴/۷۹	۲/۶۵	۵۱/۵۱		۹۰
۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۱۹	۲/۱۰	۰/۳۳	۲/۰۲		SEM
۰/۲۲	۰/۸۲	۰/۸۰	۰/۱۲	۰/۸۷	۰/۱۲		سطح احتمال
							سطوح مختلف ترئونین
۰/۹۹ <sup>a</sup>	۰/۴۲	۰/۷۳	۴۵/۹۶ <sup>a</sup>	۲/۷۹	۵۰/۱ <sup>b</sup>		۱۰۰
۰/۷۳ <sup>b</sup>	۰/۲۳	۰/۸۴	۳۹/۶۶ <sup>b</sup>	۳/۰۱	۵۶/۲۶ <sup>a</sup>		۱۱۰
۰/۷۱ <sup>b</sup>	۰/۱۸	۰/۸۳	۳۸/۶۶ <sup>b</sup>	۲/۵۷	۵۷/۷۷ <sup>a</sup>		۱۲۰
۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۱۹	۲/۱۰	۰/۳۳	۲/۰۲		SEM
۰/۰۴	۰/۳۱	۰/۹۰	۰/۰۴	۰/۶۵	۰/۰۲		سطح احتمال

a-b میانگین‌های با حداقل یک حرف غیر مشابه از نظر آماری تفاوت معنی‌داری دارند ( $P < 0.05$ )

### تیترا آنتی‌بادی علیه ویروس بیماری نیوکاسل و گلبول قرمز گوسفندی (SRBC)

اثر تغذیه سطوح مختلف پروتئین و ترئونین بر تیترا آنتی‌بادی علیه ویروس نیوکاسل و SRBC (پاسخ-های هومورال اولیه و ثانویه)، در جدول ۴ نشان داده شده است. یافته‌های آزمایش حاضر بیانگر آن است که هرچند استفاده از سطوح مختلف پروتئین در جیره،

تأثیر معنی‌داری بر تیترا آنتی‌بادی علیه ویروس نیوکاسل برجای نگذاشت، اما کاهش ۱۰ درصدی سطح پروتئین جیره موجب کاهش پاسخ‌های ایمنی اولیه ( $P = 0.16$ ) و ثانویه ( $P = 0.13$ ) علیه SRBC در یک سطح حاشیه‌ای شد. همچنین نتایج حاضر نشان دهنده آن است که تأثیر کاهش سطح پروتئین بر پاسخ ایمنی اولیه شدیدتر از پاسخ ایمنی ثانویه بود؛ چرا که به دنبال

سری (سرین)، جهت عملکرد لوکوسیت‌ها و متعاقب آن تولید آنتی‌بادی‌ها و واسطه‌هایی همچون نیتریک اکسید و یا اینترلوکین‌ها باشد (واید و همکاران ۱۹۷۵، ویو ۱۹۹۶، جانز و همکاران ۱۹۹۹، باگدون و همکاران ۲۰۰۰ و کپکا-لنهارت و همکاران ۲۰۰۰).

کاهش ۲۰ درصدی ترئونین جیره، تیترا آنتی‌بادی اولیه در حدود ۱ لگاریتم کاهش یافته است. علت بروز این تغییرات می‌تواند به دلیل کاهش سطح ازت غیرپروتئینی و یا دیگر اسیدهای آمینه مورد نیاز در سیستم ایمنی (مانند آرژنین، گلوتامین، اسیدهای آمینه زنجیره‌دار و

جدول ۴- اثر تغذیه سطوح مختلف پروتئین و ترئونین بر پاسخ‌های ایمنی هومورال جوجه‌های گوشتی

سطوح پروتئین (درصد جیره)	سطوح ترئونین (درصد جیره)	تیترا آنتی‌بادی علیه ویروس بیماری نیوکاسل	تیترا آنتی‌بادی علیه SRBC در پاسخ ایمنی اولیه	تیترا آنتی‌بادی علیه SRBC در پاسخ ایمنی ثانویه
۱۰۰	۱۰۰	۳/۵	۲/۲۹	۱/۴۳
۱۱۰	۱۰۰	۲/۳۸	۲/۶۷	۱/۷۵
۱۲۰	۱۰۰	۲/۷۵	۳	۲/۶
۱۰۰	۹۵	۲/۸۸	۱/۲۵	۱/۴۳
۱۱۰	۹۵	۳/۸۶	۱/۴۳	۲/۷۱
۱۲۰	۹۵	۴/۱۳	۳/۵	۲/۶
۱۰۰	۹۰	۳/۴۳	۱/۴	۱/۶۳
۱۱۰	۹۰	۳/۶۳	۲	۱/۸۸
۱۲۰	۹۰	۳/۲۵	۱/۸	۱/۵
	SEM	۰/۶۵	۰/۵۶	۰/۳۵
	سطح احتمال	۰/۴۴	۰/۲۶	۰/۱۴
	سطوح مختلف پروتئین			
۱۰۰	۱۰۰	۲/۸۷	۲/۶۵	۱/۹۳
۹۵	۹۵	۳/۶۲	۲/۰۶	۲/۲۵
۹۰	۹۰	۳/۴۳	۱/۷۳	۱/۶۷
	SEM	۰/۳۸	۰/۳۲	۰/۲۰
	سطح احتمال	۰/۳۵	۰/۱۶	۰/۱۳
	سطوح مختلف ترئونین			
۱۰۰	۱۰۰	۳/۲۷	۱/۶۴ <sup>b</sup>	۱/۴۹ <sup>b</sup>
۱۱۰	۱۱۰	۳/۲۹	۲/۰۳ <sup>ab</sup>	۲/۱۱ <sup>a</sup>
۱۲۰	۱۲۰	۳/۳۷	۲/۷۷ <sup>a</sup>	۲/۲۳ <sup>a</sup>
	SEM	۰/۳۸	۰/۳۳	۰/۲۰
	سطح احتمال	۰/۹۸	۰/۰۵	۰/۰۳

a-b میانگین‌های با حداقل یک حرف غیر مشابه از نظر آماری تفاوت معنی‌داری دارند ( $P < 0.05$ )

## وزن نسبی اندام های لنفاوی و توزیع غدد لنفاوی

### مخاطی

اثر سطوح مختلف پروتئین و ترئونین جیره بر وزن نسبی اندام های لنفاوی و هم چنین نحوه پاسخ ایمنی مخاطی ژنوم، در جدول ۵ نشان داده شده است. هرچند بهره گیری از سطوح مختلف ترئونین تاثیر معنی داری بر وزن نسبی طحال و بورس فابریسیوس نداشت ( $P > 0.05$ )، اما یافته های آزمایش حاضر نشان دهنده آن است که کاهش سطح پروتئین جیره موجب کاهش معنی دار وزن نسبی بورس فابریسیوس ( $P < 0.05$ ) گردید. هم چنین اثر متقابل بین سطوح مختلف پروتئین و ترئونین در رابطه با فراسنجه‌های مذکور معنی دار بود ( $P < 0.05$ ) و بالاترین وزن نسبی طحال و بورس فابریسیوس متعلق به پرندگان بود که از تیمار حاوی ۱۰۰ درصد پروتئین و ۱۲۰ درصد ترئونین استفاده نموده بودند. این امر بیانگر آن است که در حقیقت بالاترین وزن نسبی و احتمالاً موثرترین عملکرد بافتی زمانی حاصل گردیده است که از سطوح بالای پروتئین و ترئونین استفاده شده باشد. این یافته‌ها با نتایج حاصل از تیتراژ آنتی‌بادی و افزایش گلوبولین‌های خونی آزمایش حاضر نیز مطابقت دارد. هم‌چنین جهانیان (۲۰۱۰a,b) در مطالعات خود نشان داد که بیشترین وزن نسبی طحال و بورس فابریسیوس زمانی به دست آمد که سطوح پروتئین و ترئونین جیره جوجه‌های گوشتی به سطوح بیش از نیاز توصیه شده افزایش یافته بود. این امر می تواند به دلیل نیاز بالای سیستم ایمنی به منابع پروتئینی و یا اسید آمینه‌ای باشد. چرا که بر اساس مطالعات لی و همکاران (۱۹۹۹) سیستم ایمنی جهت عملکرد بهینه خود از پرهزینه‌ترین سیستم‌ها بوده و عموماً کمبود و یا تامین سطوح حاشیه‌ای مواد مغذی می تواند عملکرد این سیستم را تحت تاثیر قرار دهد.

با این وجود، افزایش ۱۰ درصدی سطح ترئونین جیره سبب بهبود پاسخ‌های ایمنی اولیه و ثانویه علیه SRBC گردید ( $P < 0.05$ )؛ هرچند بهترین نتایج زمانی حاصل شد که میزان ترئونین جیره به سطح ۱۲۰ درصد نیاز افزایش پیدا نموده بود. این تاثیر مثبت می‌تواند با افزایش سطح گلوبولین‌های خون که به دنبال تغذیه سطوح بالای ترئونین ایجاد شده بود مرتبط باشد (جدول ۲). بسیاری از گزارش‌ها بیانگر آن هستند که ترئونین نقش تنظیمی مهمی در عملکرد سیستم ایمنی داشته (بهارگاوا و همکاران ۱۹۷۱، وانگ و همکاران ۲۰۰۶ و لی و همکاران ۲۰۰۷) و این سیستم به شدت به دریافت ترئونین حساس است (لی و همکاران ۱۹۹۹). هم‌چنین کیم و همکاران (۲۰۰۷) گزارش نمودند که ترئونین جزء اصلی گاماگلوبولین‌ها است و نیاز ترئونین جوجه‌های گوشتی برای تولید سطوح مطلوب آنتی‌بادی‌ها بیشتر از نیاز رشد است (بهارگاوا و همکاران ۱۹۷۱). تحقیقات اخیر نیز موید آن است که افزایش سطح ترئونین جیره جوجه های گوشتی نه تنها سبب افزایش غلظت IgG و IgM سرم پرندگان گردیده، بلکه موجب پاسخ مناسب تری نسبت به واکسن گامبورو شده است (جهانیان ۲۰۱۰a). هم چنین، اگرچه اثرات متقابل بین سطوح مختلف پروتئین و ترئونین بر میزان تیتراژ آنتی‌بادی علیه SRBC در پاسخ‌های ایمنی اولیه و ثانویه به لحاظ آماری معنی‌دار نبود ( $P > 0.05$ )، اما یافته‌های آزمایش حاضر نشانگر آن است که در هر سطح پروتئین با افزایش سطح ترئونین جیره، پاسخ‌های ایمنی هومورال به خوبی بهبود یافته است. لذا به نظر می‌رسد که در صورت نیاز به کاهش سطح پروتئین جیره، بهترین عملکرد سیستم ایمنی هومورال زمانی به دست خواهد آمد که سطح ترئونین جیره حداقل به میزان ۱۰ درصد افزایش یابد.

جدول ۵- اثر تغذیه سطوح مختلف پروتئین و ترئونین بر وزن نسبی اندام‌های لنفاوی و توزیع غدد لنفاوی مخاطی ژژنومی در جوجه‌های گوشتی

ازدیاد غدد	وزن نسبی (درصدی از وزن زنده بدن)		سطوح ترئونین	سطوح پروتئین
	وزن طحال	بورس فابریسیوس	(درصد جیره)	(درصد جیره)
++ <sup>۱</sup>	۰/۱۴ <sup>ab</sup>	۰/۰۸۷ <sup>abc</sup>	۱۰۰	۱۰۰
++++	۰/۱۱۱ <sup>b</sup>	۰/۰۸۵ <sup>abc</sup>	۱۱۰	۱۰۰
+++++	۰/۱۵۸ <sup>a</sup>	۰/۱۱۱ <sup>a</sup>	۱۲۰	۱۰۰
+++	۰/۱۳۳ <sup>ab</sup>	۰/۰۸۷ <sup>abc</sup>	۱۰۰	۹۵
+++	۰/۱۴۳ <sup>ab</sup>	۰/۰۹۶ <sup>ab</sup>	۱۱۰	۹۵
+++++	۰/۱۱۴ <sup>b</sup>	۰/۰۶۱ <sup>c</sup>	۱۲۰	۹۵
++	۰/۱۳۶ <sup>ab</sup>	۰/۰۶۵ <sup>bc</sup>	۱۰۰	۹۰
++	۰/۱۳۳ <sup>ab</sup>	۰/۰۶۶ <sup>bc</sup>	۱۱۰	۹۰
++	۰/۱۳۸ <sup>ab</sup>	۰/۰۷۶ <sup>bc</sup>	۱۲۰	۹۰
	۰/۰۱	۰/۰۱		SEM
	۰/۰۵	۰/۰۵		سطح احتمال
				سطوح مختلف پروتئین
++++	۰/۱۳۶	۰/۰۹۵ <sup>a</sup>		۱۰۰
++++	۰/۱۳۶	۰/۰۸۴ <sup>ab</sup>		۹۵
++	۰/۱۳۶	۰/۰۶۹ <sup>b</sup>		۹۰
	۰/۰۰۹۷	۰/۰۰۷		SEM
	۰/۹۹۸	۰/۰۴		سطح احتمال
				سطوح مختلف ترئونین
++	۰/۱۴	۰/۰۸		۱۰۰
+++	۰/۱۴	۰/۰۸		۱۱۰
++++	۰/۱۴	۰/۰۸		۱۲۰
	۰/۰۰۹۷	۰/۰۰۷		SEM
	۰/۹۹	۰/۹۹		سطح احتمال

<sup>۱</sup>تعداد نشان‌های + به معنای شدت تغییرات بافتی است

a-c میانگین‌های با حداقل یک حرف غیر مشابه از نظر آماری تفاوت معنی‌داری دارند ( $P < 0.05$ )

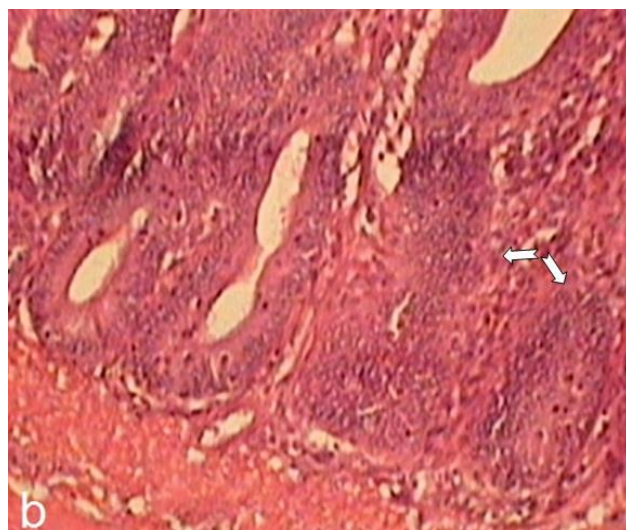
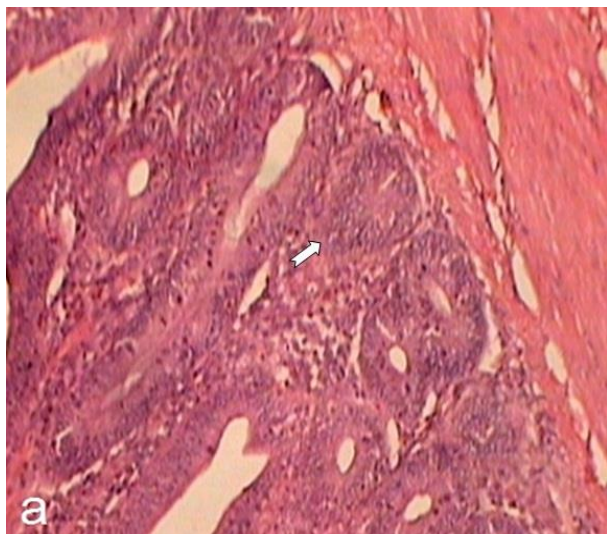
ادراری- تناسلی، اولین سد دفاعی فیزیکی- شیمیایی بدن در برابر ارگانسیم‌های عفونت‌زا است که در حقیقت به‌وجود آورنده بخشی از ایمنی ذاتی در موجودات است. در پرندگان، دسته‌ای از گره‌های لنفاوی در زیر مخاط روده تجمع یافته‌اند که اکثراً حاوی مراکز فعال

نتایج بررسی‌های بافت‌شناسی آزمایش حاضر نیز در روندی مشابه، بیان‌گر آن است که استفاده از سطوح بالای پروتئین و ترئونین، سبب افزایش تعداد غدد لنفاوی غیرمنتشره ناحیه لامینا پروپریای ژژنومی گردید. گستره مخاطات سیستم‌های گوارشی، تنفسی و

### نتیجه گیری کلی

یافته‌های آزمایش حاضر بیانگر آن است که هرچند کاهش ۱۰ درصدی پروتئین جیره، سبب کاهش پاسخ‌های ایمنی هومورال و وزن نسبی بورس فابریسیوس در جوجه‌های گوشتی گردید، اما افزودن حداقل ۱۱۰ درصد ترئونین توصیه شده توانست پاسخ‌های ایمنی هومورال، درصد گلوبولین‌های خونی و هم چنین نسبت لنفوسیت‌ها را بهبود بخشد. این در حالی بود که وزن نسبی طحال و بورس فابریسیوس و هم چنین تعداد غدد لنفاوی غیر منتشره ناحیه لامیناپروپریای ژژنوم زمانی به حداکثر خود رسیدند که از بالاترین سطوح پروتئین و ترئونین در جیره جوجه‌های گوشتی بهره برده شده بود.

جهت تولید لنفوسیت‌ها و هدایت آنها به سوی بافت پوششی می‌باشند (بافت لنفاوی غیر منتشره). در بالای این گره‌ها بافتی مملو از لنفوسیت‌ها به وجود می‌آید (بافت لنفاوی منتشره) که تا زیر بافت پوششی و حتی در لابه‌لای سلول‌های این بخش وارد شده و آماده دریافت آنتی‌ژن‌های عرضه شده توسط سلول‌های پوششی هستند (پینکاک ۲۰۰۲). تامین مواد مغذی کافی جهت عملکرد بهینه این سیستم و همچنین حضور فاکتورهای پیش التهابی، سبب القای پاسخ‌های گسترده ای توسط بافت لنفاوی دستگاه گوارش، به عنوان یکی از مهم‌ترین سیستم‌های ایمنی بدن می‌گردند (اسکات و مایر ۱۹۹۱) که هم‌چون آزمایش حاضر، بروز آن به صورت افزایش فولیکول‌های لنفاوی ناحیه لامیناپروپریا قابل مشاهده است.



شکل ۱- نحوه توزیع و ازدیاد غدد لنفاوی غیر منتشره ناحیه لامیناپروپریای ژژنوم در جوجه‌های گوشتی (a) غدد لنفاوی پرندگان تغذیه شده با جیره‌های با سطوح پروتئین و ترئونین توصیه شده (b) هایپرپلازی بافت لنفاوی ناحیه لامیناپروپریا در پرندگان تغذیه شده با سطوح بالای پروتئین و ترئونین.

### منابع مورد استفاده

- Ball RO, 2001. Threonine requirement and the interaction between threonine intake and gut mucins in pigs. In: Symposium of the 2001 Degussa Banff Pork Seminar Banff Alberta, Canada.
- Barkley GR and Wallis IR, 2001. Threonine requirements of broiler chickens: why do published values differ? Br Poult Sci 42:610-615.
- Bhargava KK, Hanson RP and Sunde ML, 1971. Effects of threonine on growth and antibody production in chicks infected with Newcastle disease virus. Poult Sci 50: 710-713.

- Bogdan CT, Rollinghoff M and Diefenbach A, 2000. The role of nitric oxide in innate immunity. *Immunol Rev* 173: 17–26.
- Closs EI, Scheld JS, Sharafi M and Forstermann U, 2000. Substrate supply for nitric oxide synthase in macrophages and endothelial cells: role of cationic amino acid transporters. *Mol Pharmacol* 57: 68–74.
- De Neve L, Fargallo JA, Vergara P, Lemus JA, Jaren-Galan M and Luaces I, 2008. Effects of maternal carotenoid availability in relation to sex, parasite infection and health status of nestling kestrels (*Falco tinnunculus*). *J Expe Bio* 211: 1414-1425.
- Duval D, Demangel C, Munierjolain K, Miossec S and Geahel I, 1991. Factors controlling cell proliferation and antibody production in mouse hybridoma cells 1. Influence of the amino acid supply. *Biotechnol Bioeng* 38: 561–570.
- Fernandez RS, Aoyagi S, Han Y, Parsons CM and Baker DH, 1994. Limiting order to amino acids in corn and soybean meal for growth of the chick. *Poult Sci* 73:1887–1889.
- Filipovic N, Stojevic Z, Milinkovic-Tur Z, Ljubic BB and Zdelar-Tuk M, 2007. Changes in concentration and fractions of blood serum proteins of chickens during fattening. *Vet Arhiv* 77: 319-326.
- Han Y, Suzuki H, Parsons CM and Baker DH, 1992. Amino acid fortification of a low protein corn-soybean meal diet for maximal weight gain and feed efficiency of chicks. *Poult Sci* 71:1168–1178.
- Jahanian R, 2010a. Effects of dietary Threonine on performance and immunocompetence of starting broiler chicks. 2<sup>nd</sup> Int vet Poult Cong, Feb 20-21, Tehran, Iran P 200.
- Jahanian R, 2010b. Threonine needs of growing broiler chickens for performance and optimum immunological functions in response to dietary crude protein concentration. 2<sup>nd</sup> Int vet Poult Cong, Feb 20-21, Tehran, Iran P 200.
- Jones DR, Gonzalez-Garcia A, Diez E, Martinez AC, Carrera AC and Merida I, 1999. The identification of phosphatidylinositol 3,5 bisphosphate in T-lymphocytes and its regulation by interleukin-2. *J Biol Chem* 274: 18407–18413.
- Kepka-Lenhart D, Mistry SK, Wu G and Jr Morris SM, 2000. Arginase I: a limiting factor for nitric oxide and polyamine synthesis by activated macrophages? *Am J Physiol* 279: 2237–2242.
- Kidd MT and Kerr BJ, 1997. Threonine responses in commercial broilers at 30 to 42 days. *J Appl Poult Res* 6: 362-367.
- Kim SW, Mateo RD, Yin YL and Wu G, 2007. Functional amino acids and fatty acids for enhancing production performance of sows and piglets. *Asian-Aust J Anim Sci* 20: 295–306.
- Law G, Adjiri-Awere A, Pencharz PB and Ball RO, 2000. Gut mucins in piglets are dependent upon dietary threonine. *Advances in pork production. Proceeding of the 2000 Banff Pork Seminar* 11: 10 (Abstr.).
- Leshchinsky TV and Klasing KC, 2001. Relationship between the level of dietary vitamin E and the immune response of broiler chickens. *Poult Sci* 80 :1590–1599.
- Li DF, Xiao CT, Qiao SY, Zhang JH, Johnson EW and Thacker PA, 1999. Effects of dietary threonine on performance, plasma parameters and immune function of growing pigs. *Anim Feed Sci Tech* 78: 179–188.
- Li P, Yin YL, Li D, Kim SW and Wu G, 2007. Amino acids and immune function: a review. *Br J Nutr* 98: 237–252.
- Parmentier HK, Baelmans R, Nieuwl MG, Dorny P and Demey F, 2002. Haemolytic complement activity, C3 and factor B consumption in serum from chickens divergently selected for antibody responses to sheep red blood cells. *Vet Immunol Immunopathol* 90: 91-100.

- Pinchuk G, 2002. Schaum's outline of theory and problems of immunology. McGraw-Hill., New York.
- SAS Institute. 2001. SAS User's Guide. Version 8.02 ed. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Schat K and Myers T, 1991. Avian intestinal immunity. Crit Rev Poult Biol 3: 19-34.
- Shini S, Kaiser P, Shini A and Bryden WL, 2008. Differential alterations in ultrastructural morphology of chicken heterophils and lymphocytes induced by corticosterone and lipopolysaccharide. Vet Immunol Immunopathol 122: 83-93.
- Stedman NL, Brown TP, Brooks RL and Bounous DI, 2001. Heterophil function and resistance to staphylococcal challenge in broiler chickens naturally infected with avian leukosis virus subgroup. J Vet Pathol 38: 519-527.
- Waith W, Dauphinais C, Hathaway P and Hirschhorn K, 1975. Protein synthesis in stimulated lymphocytes. II. Amino acid requirements. Cell Immunol 17: 323-334.
- Wang X, Qiao SY, Liu M and Ma YX, 2006. Effects of graded levels of true ileal digestible threonine on performance, serum parameters and immune function of 10-25 kg pigs. Anim Feed Sci Tech 129: 264-278.
- Wu G, 1996. Effects of concanavalin A and phorbol myristate acetate on glutamine metabolism and proliferation of porcine intraepithelial lymphocytes. Comp Biochem Physiol 114: 363-368.