

ارزیابی سطوح مختلف پروتئین خام و اسید آمینه ترئونین جیره بر پاسخ‌های ایمنی و پارامترهای بیوشیمیایی خون در بوقلمون‌های بومی ایران

• رامین حبیبی (نویسنده مسئول)

دانشجوی دکتری تغذیه دام، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران
• قاسم جلیوند

گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران
• حسین جان محمدی

گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
• کمال شجاعیان

گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۵-۰۸-۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵-۰۹-۰۹

Email: ra.habibi.m@gmail.com



چکیده

پژوهش حاضر به منظور بررسی اثرات سطوح مختلف پروتئین خام (CP) و ترئونین (Thr) جیره بر پاسخ ایمنی و پارامترهای بیوشیمیایی خون در بوقلمون‌های بومی ایران انجام گردید. تعداد ۱۶۰ بوقلمون بومی نر ۴ هفته به‌طور تصادفی به آزمایش فاکتوریل ۲×۵ تخصیص یافتند. تیمارها شامل دو سطح جیره‌ای پروتئین خام (۹۰ و ۱۰۰ درصد توصیه NRC) و ۵ سطح ترئونین (۰/۷۵، ۰/۸۵، ۰/۹۵، ۱/۰۵ و ۱/۱۵ درصد جیره) بودند. نتایج نشان داد که کاهش سطح پروتئین خام جیره بر روی پاسخ ایمنی سلولی و هومورال و پارامترهای سرم خون اثر معنی‌داری نداشت ($P < 0/05$). همچنین مقادیر مختلف ترئونین نتوانسته بود پاسخ ایمنی سلولی و پاسخ آنتی‌بادی در برابر SRBC در ۷ روز پس از چالش اول را در بوقلمون‌های بومی تحت تاثیر قرار دهد ($P < 0/05$). اگرچه در چالش ثانویه تیمارهای حاوی ۰/۸۵ و ۱/۱۵ درصد ترئونین، بالاترین سطح آنتی‌بادی در برابر SRBC را داشته و با گروه حاوی ۰/۹۵ ترئونین اختلاف معنی‌داری داشتند ($P < 0/05$). سطوح مختلف پروتئین خام و اسید آمینه ترئونین اثر معنی‌داری بر مقادیر گلوکز، کلسترول، تری‌گلیسرید، آلبومین، LDL، HDL و VLDL نداشتند ($P < 0/05$). اگرچه سطح ۱/۰۵ درصد ترئونین، سطح توتال پروتئین و اسید اوریک را در سرم بوقلمون‌های بومی بطور معنی‌داری افزایش داده بود ($P < 0/05$). بااستثنای اسید اوریک، هیچ اثر متقابلی بین پروتئین خام و ترئونین در پارامترهای اندازه‌گیری شده مشاهده نگردید ($P < 0/05$). نتایج مطالعه حاضر بطور کلی نشان داد که مکمل‌کردن اسید آمینه ترئونین در جیره می‌تواند باعث بهبود پاسخ ایمنی هومورال و افزایش سطح اسید اوریک سرم در بوقلمون‌های بومی گردد، اگرچه مقادیر مختلف پروتئین خام تاثیری بر این پارامترها نداشت.

کلمات کلیدی: ترئونین، پروتئین خام، پاسخ ایمنی، پارامترهای خونی

- Veterinary Researches & Biological Products No 116 pp: 122-130

Evaluation of varied dietary crude protein and threonine amino acid levels on immune response and blood biochemical parameters in Iranian native turkeys

By: Habibi, R., (Corresponding Author) Ph.D Student of Animal Nutrition, Department of Animal Science, College of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran. Jalilvand, Gh., Assistant professor, Department of Animal Science, College of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran. Janmohammadi, H., Professor, Department of Animal Science, College of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran. and Shojaeian, K., Assistant professor, Department of Animal Science, College of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran.

Email: ra.habibi.m@gmail.com

Received: 2016-11-05 Accepted: 2016-11-29

The present study aimed at investigating the effects of different dietary crude protein (CP) and threonine (Thr) levels on immune response and blood biochemical parameters on Iranian native turkeys. A total of 160 native turkeys with 4wk of age were randomly assigned to a 2×5 factorial arrangement. Treatments including three different CP dietary levels (90 and 100% of NRC recommendations) and Thr in 5 levels (0.75, 0.85, 0.95, 1.05 and 1.15% of diet). Results indicated that reduction of dietary CP level not significantly effect on cell-mediated and humoral immune response and blood serum parameters ($P>0.05$). Also different amounts of threonine not influenced on cell-mediated immune response and antibody response versus SRBC in 7 days after injection in native turkeys ($P>0.05$). However, in secondary challenge, treatments containing 0.85 and 1.15 % threonine had highest antibody concentration versus SRBC and had significant difference with groups of 0.95 % threonine ($P<0.05$). Different levels of CP and Thr amino acid had not significant effect on glucose, cholesterol, triglyceride, albumin, HDL, VLDL and LDL concentration ($P>0.05$), However level of 1.05 of threonine significantly increased serum total protein and uric acid concentrations in serum native turkeys ($P<0.05$). Except of uric acid, any interaction effect not observed between CP and Thr in measured parameters ($P>0.05$). Results of present study generally indicated that supplementation of Thr amino acid to diet could be improve humoral immune response and increase serum uric acid level in native turkeys, However different amounts of CP had not affect on this parameters.

Key words: Threonine- Crude protein- Immune response- Blood parameters

مقدمه

خصوصیات پرورشی مناسب بوقلمون نظیر میزان وزن گیری و سرعت رشد زیاد، ضریب تبدیل غذایی پائین، درصد اندک افت لاشه و ارزش غذایی مناسب‌تر در مقایسه با سایر طیور صنعتی، باعث شده که پرورش این پرنده به طور صنعتی به منظور رفع بخشی از نیازهای پروتئینی در سراسر جهان در حال گسترش باشد (۱۴). جیره بوقلمون نسبت به جوجه‌های گوشتی دارای پروتئین بالاتری می‌باشد که باعث شده است یکی از اجزای اصلی و گران‌قیمت جیره بوقلمون، پروتئین و بخصوص اسیدهای آمینه باشد (۱۰). در طی چندین سال گذشته تلاش‌هایی برای استفاده جیره‌هایی با پروتئین خام پایین‌تر و مکمل شده با اسیدهای آمینه مصنوعی انجام گردیده است (۶). دلیل این امر می‌تواند تامین فرصت‌های مهم برای متخصصین تغذیه جهت استفاده جیره‌هایی

با حداقل قیمت به منظور کاهش هزینه‌های جیره و به تبع آن کاهش دفع ازت به محیط می‌باشد (۷). بنابراین کاهش پروتئین خام جیره علاوه بر کاهش هزینه جیره می‌تواند اثرات سودمندی از قبیل افزایش کارایی استفاده از پروتئین جیره، کاهش دفع نیتروژن، کاهش اختلالات روده‌ای، بهبود کیفیت بستر و حداقل کردن اسیدهای آمینه اضافی داشته باشد (۶). گزارش شده که ترئونین بعد از میتونین و لیزین سومین اسید آمینه محدودکننده رشد در جیره‌های معمول طیور (ذرت- سویا) می‌باشد، که تامین بهینه آن در جیره می‌تواند در کاهش سطح پروتئین خام جیره موثر باشد (۶). ترئونین (۲-آمینو-۳-هیدروکسی بوتیریک اسید) با وزن مولکولی ۱۱۹/۱۲ و حاوی ۱۱/۷۶ درصد ازت می‌باشد و بدلیل اینکه ترانس آمینه نمی‌شود و ماده واسطه پیش‌ساز ندارد، ۱۰۰ درصد مقدار مورد نیاز آن باید توسط جیره تامین گردد (۷). در رابطه با نقش اسید آمینه

روغن زیتون به عنوان حلال استفاده شدند. روش کار به این صورت بود که یک ناحیه نسبتاً بدون پر با مساحت تقریباً 10 cm^2 در طرف راست و چپ بدن برای چالش با حلال و DNCB انتخاب شدند. به منظور بررسی میزان واکنش، ضخامت پوست پیش از چالش و ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از چالش اندازه‌گیری شد. هر عدد اندازه‌گیری شده میانگینی از سه تکرار از ناحیه مورد نظر بوده و به عنوان میانگین هر پرنده درون هر قفس آزمایشی در نظر گرفته شد. میانگین افزایش ضخامت پوست در هر پرنده از اختلاف ضخامت قبل و بعد از هر چالش به دست آمد. همچنین $0/1$ میلی‌لیتر محلول فیتوهماگلوآنتین (حل شده در $0/1$ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژی) بین پرده پای انگشتان سه و چهار پای راست بوقلمون‌ها (۱) بوقلمون از هر تکرار) با استفاده از سرنگ انسولین تزریق شد. همچنین مقدار $0/1$ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژی به عنوان گروه شاهد به پای چپ پرنده تزریق گردید. ضخامت پرده بین انگشتان پس از ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت تزریق با استفاده از دستگاه کولیس با دقت $0/01$ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. اختلاف ضخامت پرده بین انگشتان پا در قبل و بعد از تزریق بر حسب میلی‌متر بیان شد (۱۵).

اندازه‌گیری متغیرهای بیوشیمیایی شامل پروفایل لیپیدی (کل کلاسترول، تری‌گلیسرید و لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL))، گلوکز، پروتئین، آلبومین و اسید اوریک در نمونه‌های سرم توسط کیت‌های تشخیص کمی خریداری شده از شرکت پارس آزمون به روش اسپکتروفتومتری انجام شد. مقادیر لیپوپروتئین با چگالی پایین (LDL) و لیپوپروتئین با چگالی خیلی پایین (VLDL) نیز بر اساس فرمول‌های فریدوالد (۴) بدست آمدند:

$$\text{VLDL} = \frac{\text{تری گلیسرید}}{5}$$

تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز با استفاده از نرم افزار SAS ۹.۱ (۲۰۰۴)، رویه GLM و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال $0/05$ صورت گرفت. لازم به ذکر است مقایسه نتایج مربوط به تیترانتی‌بادی در برابر سلول‌های سرخ گوسفند پس از اعمال تبدیل لگاریتمی (بر مبنای ۱۰) بر روی داده‌های اولیه انجام گرفت.

نتایج و بحث

پاسخ ایمنی

نتایج اثرگروه‌های آزمایشی بر پاسخ آنتی‌بادی در برابر سلول‌های قرمز خون گوسفند (SRBC) در جدول ۲ آورده شده است. اثرات اصلی سطح پروتئین جیره بر میزان آنتی‌بادی در برابر گلبول‌های قرمز گوسفند معنی‌دار نبود ($p > 0/05$). سطوح مختلف ترئونین در یک هفته بعد از چالش نتوانسته بودند اثر معنی‌داری بر تیترانتی‌بادی در برابر گلبول‌های قرمز گوسفند نداشته است ($p > 0/05$). در چالش ثانویه (۱۴ روز پس از اولین تزریق) با گلبول‌های قرمز گوسفند، تیترانتی‌بادی بطور معنی‌داری تحت تاثیر قرار گرفته بود، بطوری‌که تیمار حاوی $1/15$ درصد ترئونین بالاترین تیترانتی‌بادی را داشته و تفاوت معنی‌داری با تیمار حاوی $0/75$ و $0/95$ درصد ترئونین داشتند ($p < 0/05$)، اگرچه اختلاف تیمار حاوی $1/15$ درصد ترئونین با سطوح $0/85$ و $1/05$ درصد ترئونین معنی‌دار نبود ($p > 0/05$). سطح پروتئین خام در چالش ثانویه اثر معنی‌داری

ترئونین در بدن پرنده می‌تواند به سنتز و تجزیه پروتئین، تبدیل اسکلت کربنی اسیدهای آمینه به گلوکز، چربی، انرژی، CO_2 و H_2O ، تشکیل اسید اوریک (۶)، جزئی از ساختمان پلی‌پپتیدی پروتئین پر، پیش‌ساز سرین و گلايسین و درگیر در سیستم ایمنی (۹) اشاره کرد. طبق مطالب ذکر شده و با توجه به اینکه طیور بومی سرمایه ملی هر کشوری می‌باشند و مطالعات خیلی کمی در رابطه با اثرات مقادیر مختلف پروتئین خام و اسیدهای آمینه در بوقلمون‌های بومی کشور صورت پذیرفته است، هدف پژوهش حاضر ارزیابی اثرات سطوح مختلف پروتئین خام و اسیدآمینه ترئونین بر پاسخ ایمنی و فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون در بوقلمون‌های بومی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

برای انجام این آزمایش، تعداد ۱۶۰ قطعه بوقلمون بومی نر ۴ هفته در طرح کاملاً تصادفی فاکتوریل 2×5 به ۱۰ گروه آزمایشی با ۴ تکرار (۴ پرنده در هر تکرار) اختصاص یافتند. پروتئین خام جیره در دو سطح ۲۶ درصد (توصیه NRC) و $23/4$ درصد (۹۰ درصد توصیه NRC) و ۵ سطح ترئونین شامل سطوح $0/75$ ، $0/85$ ، $0/95$ ، $1/05$ و $1/15$ درصد جیره بودند. به دلیل نبود اطلاعات در مورد نیازهای تغذیه‌ای بوقلمون‌های بومی از احتیاجات تغذیه‌ای که در NRC (۱۹۹۴) برای بوقلمون‌های تجاری آورده شده است، استفاده گردید. برای متعادل کردن جیره‌ها، اول جیره‌ای با حداقل ترئونین که برابر با $0/75$ درصد جیره بود، متعادل گردید. سپس به تدریج با فاصله $0/1$ درصد جیره، اسید آمینه ال-ترئونین در جیره‌های پایه، جایگزین ال-گلوتامیک گردید. اقلام غذایی و آنالیز مواد مغذی جیره‌های آزمایشی در جدول ۱ آورده شده است. آزمایش در ایستگاه تحقیقات بوقلمون کشور واقع در شهرستان خداآفرین در استان آذربایجان شرقی صورت پذیرفت. دسترسی پرندگان به آب و خوراک آزاد بود و طول دوره آزمایش در دوره رشد (۴ تا ۸ هفتهگی) بود. در پایان آزمایش از هر تکرار یک قطعه بوقلمون به تصادف انتخاب و از سیاهرگ بال آن‌ها یک نمونه خون برای جداسازی سرم گرفته شد. برای سنجش پاسخ ایمنی هومورال در سن ۳۵ روزگی از هر تکرار به یک پرنده گلبول‌های قرمز گوسفند به عنوان آنتی‌ژن تزریق گردید. جهت استخراج گلبول‌های قرمز گوسفند، خون‌گیری از گوسفند در محلول سیترات سدیم ۴ درصد (برای جلوگیری از انعقاد) انجام گردید. سپس گلبول‌های قرمز گوسفند سه بار توسط بافر سالین فسفات (PBS) شستشو داده شد. بعد سوسپانسیون ۵ درصد گلبول‌های قرمز گوسفند در PBS به میزان $0/2$ میلی‌لیتر به عضله سینه تزریق گردید. یک هفته بعد از تزریق خون‌گیری از سیاهرگ بال پرندگان به عمل آمد و پس از خون‌گیری به منظور تحریک چالش ثانویه گلبول‌های قرمز گوسفند به میزان $0/2$ میلی‌لیتر تزریق شده و در ۴۹ روزگی نیز خون‌گیری ثانویه بعمل آمد. سرم نمونه‌های خون در دمای 37 درجه سانتی‌گراد جداسازی شد، سپس با استفاده از روش هم‌آگلوتیناسیون غلظت آنتی‌بادی‌های تولیدشده بر ضد SRBC اندازه‌گیری گردید (۱۱). برای اندازه‌گیری پاسخ ایمنی سلولی در سن ۵۰ روزگی، ۱ پرنده از هر قفس پس از علامت‌گذاری با رنگ آبی، بوسیله چالش پوست با $0/25$ میلی‌لیتر دی‌نیتروکلروبنزن (حاوی $0/1$ میلی‌گرم در میلی‌لیتر DNCB) چالش داده شد. از نسبت ۴:۱ استون و

پارامترهای بیوشیمیایی خون

نتایج اثر گروه‌های آزمایشی بر پارامترهای بیوشیمیایی سرم خون در بوقلمون‌های بومی در جدول ۴ آورده شده است. سطح پروتئین خام جیره اثر معنی‌داری بر هیچ‌یک از پارامترهای سرم اندازه‌گیری شده نداشت ($p > 0/05$). سطوح مختلف اسید آمینه ترئونین نتوانسته بود سطح گلوکز، کلسترول، تری‌گلیسرید، آلبومین، VLDL، HDL و LDL را تحت تاثیر قرار دهد ($p > 0/05$)، اگرچه سطح توتال پروتئین و اسید اوریک بطور معنی‌داری توسط سطوح مختلف ترئونین متاثر شده بود ($p < 0/05$)، بطوری‌که تیمار حاوی ۱/۰۵ درصد ترئونین بالاترین سطح پروتئین و اسید اوریک را در سرم خون داشته و تفاوت آن با تیمارهای حاوی ۰/۸۵ و ۰/۹۵ درصد ترئونین معنی‌دار بود ($p < 0/05$)، ولی با تیمار حاوی ۱/۱۵ درصد ترئونین اختلاف معنی‌داری نداشت ($p > 0/05$). گروه حاوی ۱/۰۵ درصد ترئونین سطح توتال پروتئین را در مقایسه با گروه حاوی ۰/۷۵ درصد نیز بطور معنی‌داری افزایش داده بود ($p < 0/05$). بین پروتئین خام و اسید آمینه ترئونین در فراسنجه‌های اندازه‌گیری شده اثر متقابل مشاهده نگردید ($p > 0/05$)، بااستثنای اسید اوریک که اثر متقابل بین دو عامل پروتئین خام و اسید آمینه ترئونین معنی‌دار بود ($p < 0/05$). گزارش کردند که سطوح مختلف اسید آمینه ترئونین در جوجه‌های گوشتی اثر معنی‌داری بر ترکیبات سرم نداشت (۲)، که با نتایج مطالعه حاضر به جز برای اسید اوریک و توتال پروتئین مطابقت داشت. دلیل احتمالی افزایش سطح توتال پروتئین و اسید اوریک سرم در سطوح بالاتر اسید آمینه ترئونین در پژوهش حاضر را می‌توان به نقش این اسید آمینه در سنتز و تجزیه پروتئین و مشارکت در نیترژن اسید آمینه ای به داخل اسید اوریک اشاره کرد (۶) که در نهایت می‌تواند باعث افزایش سطح اسید اوریک سرم گردد. از طرف دیگر نقش ترئونین در افزایش تولید موسین (۱۶) می‌تواند باعث بهبود هضم و جذب مواد مغذی از جمله پروتئین شده و سطح آن را در سرم افزایش می‌دهد. در مطالعه ای دیگر مطابق با پژوهش حاضر بیان کردند که کاهش سطح پروتئین جیره بر ترکیبات سرم در بوقلمون‌های تجاری اثر معنی‌داری نداشت (۸) که با مطابق با یافته‌های پژوهش حاضر می‌باشد.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان بیان کرد که سطح پروتئین خام جیره اثر معنی‌داری بر پاسخ ایمنی و پارامترهای بیوشیمیایی خون نداشت. اگرچه مکمل کردن جیره با اسید آمینه ترئونین در سطح ۱/۱۵ درصد جیره توانست پاسخ آنتی‌بادی را در برابر گلوبول‌های قرمز گوسفند بطور معنی‌داری بهبود داده و سطح ۱/۰۵ درصد اسید آمینه ترئونین، سطح توتال پروتئین و اسید اوریک را در سرم بوقلمون‌های بومی افزایش داد.

منابع مورد استفاده

1- Abbasi, M., A. H., Mahdavi, A. H. Samie, and R. Jahanian. 2014. Effects of Different Levels of Dietary Crude Protein and Threonine on Performance, Humoral Immune Responses and Intestinal Mor-

بر تیتراژ آنتی‌بادی سرم خون در بوقلمون‌های بومی نداشت ($p < 0/05$) همچنین بین سطوح پروتئین و ترئونین جیره هیچ اثر متقابل برای سطح آنتی‌بادی در برابر SRBC مشاهده نگردید ($p > 0/05$).

سطوح مختلف پروتئین خام و اسید آمینه ترئونین زمانیکه پوست بدن بوقلمون‌ها با دی‌نیتروکلروبنزن به چالش کشیده شد، اثر معنی‌داری روی افزایش ضخامت پوست نسبت به قبل از چالش نداشت ($p > 0/05$). در ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت بعد از تزریق محلول فیتوهمگلوتتین به پرده پا نیز اختلاف ضخامت پرده پا قبل و بعد از ساعات ذکر شده در بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری نداشت ($p > 0/05$). اثرات متقابل بین پروتئین خام و اسید آمینه ترئونین در هیچ‌یک از پاسخ‌های ایمنی سلولی سنجش شده معنی‌دار نبود ($p > 0/05$). لازم به ذکر است که با نگاه اجمالی به داده‌های جدول ۳ می‌توان بیان کرد که با افزایش ترئونین جیره پاسخ به دی‌نیتروکلروبنزن و فیتوهمگلوتتین نسبت به سطوح پایین‌تر ترئونین بالاتر بوده است، خصوصاً در ۲۴ ساعت بعد از تزریق فیتوهمگلوتتین به پرده پا، تیمار حاوی ۱/۱۵ درصد ترئونین بالاترین پاسخ را نسبت به سایر گروه‌های آزمایشی داشت، هر چند که این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نشده بود ($p > 0/05$).

ترئونین جزء مهمی از ایمنوگلوبولین‌ها بوده و نشان داده‌اند که با افزایش سطح آن در جیره، سطح ایمنوگلوبولین‌ها در خون افزایش پیدا می‌کند که این نقش ترئونین در تعدیل سیستم ایمنی بدن را نشان می‌دهد (۱۶). در بین اسیدهای آمینه ضروری ترئونین نسبت به سایر اسیدهای آمینه ضروری به مقدار خیلی بیشتری در شبکه پورتال اعضاء و احشاء (Portal-drained viscera) استفاده می‌گردد. بیان کردند که میزان ترئونین در پروتئین‌های روده بیش از ۳۰ درصد می‌باشد و پیشنهاد شده که ترئونین فعالیت و حفاظت روده را تحت تاثیر قرار می‌دهد که این می‌تواند نقش ضروری ترئونین در روده و تولید موسین را نشان دهد (۳) و از آنجایی که موسین در تماس مستقیم با باکتری‌های دستگاه گوارش است، بنابراین تغییرات در موسین ممکن است خصوصیات لایه موکوسی را تغییر داده و منجر به تغییر فعالیت حفاظتی روده و همچنین هضم و جذب مواد مغذی گردد (۵). بنابراین تغییرات در ترئونین جیره می‌تواند مکانیسم دفاع ایمنی موکوسی و در نهایت دفاع ایمنی بدن را تغییر دهد. در همین راستا نیز در مطالعه‌ای نیز که اخیراً صورت پذیرفته، بیان کردند که ترئونین سطح آنتی‌بادی‌های طبیعی سرم و تراوش موسین روده در اردک‌های پکنی افزایش داده و سطح IgY نیز بطور خطی با افزایش سطح ترئونین در سرم خون افزایش یافته بود (۱۶). همچنین محققین بیان کردند که حساسیت پوستی به تزریق ۰/۱ فیتوهمگلوتتین بین انگشتان سه و چهار، توسط سطوح مختلف ترئونین جیره تحت تاثیر قرار نگرفته بود، هر چند تیمار حاوی ۰/۸۷ درصد ترئونین، ۲۴ ساعت پس از تزریق فیتوهمگلوتتین، بالاترین پاسخ را نسبت به سایر تیمارها داشته است. در مطالعه‌ای که بر روی جوجه‌های گوشتی انجام دادند نشان داده شده که کاهش سطح پروتئین خام جیره اثر معنی‌داری روی سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی نداشته است، اما جوجه‌های مکمل شده با ترئونین تیتراژ آنتی‌بادی را در برابر ویروس بیماری نیوکاسل بطور معنی‌داری افزایش داده بود (۱). نتایج مطالعات ذکر شده با یافته‌های مطالعه حاضر همسو می‌باشد.

- phology of Broiler Chicks. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 16(1):35-44.
- 2- Aimiwu, O. C. 2010. Dietary amino acid concentrations for 2- to 20-week-old turkeys, meleagris gallopavo. Dissertation of doctor of philosophy in the graduate school of the Ohio State University. Columbus-United States.
- 3- Azzam, M. M. M., X.Y. Dong, P. Xie and X. T. Zou. 2012. Influence of L-threonine supplementation on goblet cell numbers, histological structure and antioxidant enzyme activities of laying hens reared in a hot and humid climate. *British Poultry Science* 53(5): 640-645.
- 4- Friedewald, W., R. Levy, and D. S. Fredrickson. 1972. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clinical Chemistry* 18(6):499-502.
- 5- Jiang, Z., T. J. Applegate and A. C. Lossie. 2013. Cloning, annotation and developmental expression of the chicken intestinal MUC2 gene. *Plos One* 8:e53781.
- 6- Kidd, M. T. and B. J. Kerr. 1996. L-threonine for poultry: a review. *Journal of Applied Poultry Research* 5:358-367.
- 7- Leeson, S. and J. D. Summers. 2005. Commercial Poultry Nutrition, Third edition. Nottingham university press. Nottingham-United Kingdom.
- 8- Muzic, S., Z. Janjecic, D. Grbesa, J. Pintar and A. Dikic. 2003. Effect of lower protein level in feed on production performance of Zagorje turkey. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 68 (2): 133-138.
- 9- Neto, R. C. L., F. G. P. Costa, R. L. Furlan, P. E. N. Givisiez, C. C. Goulart, C. F. S. Oliveira, S. A. N. Morais, R. M. Bezerra and M. R. Lima. 2012. Levels of digestible threonine for male broilers from 1 to 7 days of age. *Journal of Applied Poultry Research* 21: 757-763.
- 10- NRC (National Research Council). 1994. Nutrient Requirements of Poultry . 9th Rev. Edition. Natl. Acad. press, Washington, DC.
- 11- Qureshi, M.A., R. Ali, M. A. Cheema, Z. Ahmed and H. Roth. 2004. Immunmilk® feeding increases growth and immune responses in broiler chicks. *International Journal of Poultry Science* 3 (5): 305-312.
- 12- SAS. 2004. SAS User's Guide: Statistics. 9.1 Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- 13- Sepehri Moghaddam, H. and M. Emadi. 2014. The effect of threonine and vitamin A on immune system in broiler chickens. *International journal of Advanced Biological and Biomedical Research* 2(3): 756-763.
- 14- USDA. 2014. Livestock and Poultry: World Market and Trade. Foreign Agricultural Service, Washington, DC.
- 15- Verma, J., T. S. Johri, D. B. K. Swain, and S. Ameena. 2004. Effect of graded levels of aflatoxin and their combination on the performance and immune response of broilers. *British Poultry Science* 45(4): 512-518.
- 16- Zhang, Q., L. Xu, A. Doster, R. Murdoch, P. Cotter, A. Gardner and T. J. Applegate. 2014. Dietary threonine requirement of Pekin ducks from 15 to 35 days of age based on performance, yield, serum natural antibodies, and intestinal mucin secretion. *Poultry Science* 93 :1-9.



جدول ۱- ارقام غذایی و آنالیز جیره‌های پایه

جیره با پروتئین خام ۱۰۰٪ توصیه NRC	جیره با پروتئین خام ۹۰٪ توصیه NRC	مواد خوراکی
۵۶/۳۸	۳۶/۱۸	گندم
----	۱۶/۶۱	دانه ذرت
۲۵/۸۷	۳۸/۱۹	کنجاله سویا
۱۲/۰۵	۰/۹۴	گلوتن ذرت (۵۷/۴۸ درصد)
۰/۲۷	۲/۹۰	روغن سویا
۱/۳۱	۱/۲۲	کربنات کلسیم
۱/۹۶	۱/۹۷	دی‌کلسیم فسفات
۰/۲۷	۰/۲۹	نمک
۰/۲۵	۰/۲۵	مکمل ویتامینی ۱
۰/۲۵	۰/۲۵	مکمل معدنی ۲
۰/۰۶	۰/۲۸	دی- ال. متیونین
۰/۴۱	۰/۴۱	ال- گلوتامیک
۰/۲۳	۰/۰۹	ال- آرژنین
۰/۶۹	۰/۴۲	ال- لایزین هیدروکلراید
----	----	ال- ترئونین
		مواد مغذی
۲۹۰۰	۲۹۰۰	انرژی قابل متابولیسم (Kcal/Kg)
۲۶	۲۳/۴	پروتئین خام٪
۱	۱	کلسیم٪
۰/۵۰	۰/۵۰	فسفر قابل دسترس٪
۰/۱۵	۰/۱۵	سدیم٪
۰/۸۰	۰/۹۷	پتاسیم٪
۰/۳۴	۰/۳۰	کلر٪
۱/۵۰	۱/۵۰	لایزین٪
۰/۵۳	۰/۵۹	متیونین٪
۰/۹۵	۰/۹۵	متیونین + سیستئین٪
۰/۴۲	۰/۳۶	سیستئین٪
۱/۵	۱/۵	آرژنین٪
۰/۷۵	۰/۷۵	ترئونین٪

۱- هر کیلوگرم مکمل ویتامینی دارای ترکیبات زیر بود: ویتامین A ۳۶۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ، ویتامین D3 ۸۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ، ویتامین E ۷۲۰۰ واحد بین المللی ، B ۱۷۲۰ میلی‌گرم ، ویتامین B2 ۲۶۴۰ میلی‌گرم ، اسید پانتوتنیک ۴۰۰۰ میلی‌گرم ، اسید نیکوتنیک ۱۲۰۰۰ میلی‌گرم ، ویتامین B ۶۱۲۰۰ میلی‌گرم ، اسید فولیک ۴۰۰ میلی‌گرم ، ویتامین B ۱۲۶ میلی‌گرم ، ویتامین K ۲۸۰۰ میلی‌گرم ، بیوتین ۴۰ میلی‌گرم ، کولین کلراید ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم و آنتی‌اکسیدانت ۴۰۰۰۰ میلی‌گرم.
 ۲- هر کیلوگرم مکمل معدنی دارای ترکیبات زیر بود: منگنز ۴۰۰۰۰ میلی‌گرم ، آهن ۲۰۰۰۰ میلی‌گرم ، مس ۴۰۰۰ میلی‌گرم ، ید ۴۰۰ میلی‌گرم ، سلنیوم ۸۰ میلی‌گرم ، روی ۳۳۸۸۰ میلی‌گرم ، کولین کلراید ۱۰۰۰۰۰ .

جدول ۲- اثر گروه های آزمایشی بر میزان تیترا آنتی بادی در برابر سلول های سرخ گوسفند در بوقلمون های بومی*

تیمارهای آزمایشی	۷ روز پس از چالش اولیه با SRBC	۷ روز پس از چالش ثانویه با SRBC
درصد پروتئین خام		
	۳/۴۰	۴/۱۵
	۳/۰۰	۴/۲۰
خطای استاندارد میانگین ها	۰/۴۵۸	۰/۳۴۴
ترئونین		
	۲/۷۵	۳/bc۲۵
	۴/۶۲	۴/ab۸۷
	۲/۵۰	۲/c۸۸
	۳/۱۲	۴/ab۸۷
	۳/۰۰	۵/a۰۰
خطای استاندارد میانگین ها	۰/۷۲۴	۰/۵۴۵
اثرات متقابل		
پروتئین خام	ترئونین	
درصد ۲۶	۳/۷۵	۳/۲۵
درصد ۲۶	۴/۷۵	۵/۲۵
درصد ۲۶	۱/۷۵	۲/۰۰
درصد ۲۶	۳/۵۰	۴/۵۰
درصد ۲۶	۳/۲۵	۵/۷۵
درصد ۲۳/۴	۱/۷۵	۳/۲۵
درصد ۲۳/۴	۴/۵۰	۴/۵۰
درصد ۲۳/۴	۳/۲۵	۳/۷۵
درصد ۲۳/۴	۲/۷۵	۵/۲۵
درصد ۲۳/۴	۲/۷۵	۴/۲۵
خطای استاندارد میانگین ها	۱/۰۲۵	۰/۷۷۱
سطح احتمال		
پروتئین خام	۰/۵۴۲	۰/۹۱۹
ترئونین	۰/۲۸۶	۰/۰۱۸
پروتئین خام* ترئونین	۰/۵۶۴	۰/۲۷۳

a, b میانگین های داخل هر ستون با حروف غیر مشابه دارای تفاوت معنی دار با هم می باشند ($P < 0/50$).
*عکس لگاریتم در مبنای دو وقتی که هماگلو تیناسیون رخ داده است.

جدول ۳- اثر گرو‌های آزمایشی بر پاسخ ایمنی سلولی در بوقلمون‌های بومی

فیتوهماگلوئین			دی نیتروکلروبنزن			تیمارهای آزمایشی
۴۸ ساعت	۲۴ ساعت	۱۲ ساعت	۴۸ ساعت	۲۴ ساعت	۱۲ ساعت	
درصد پروتئین خام						
۰/۳۵۲	۰/۵۵۱	۰/۶۱۸	۰/۲۵۰	۰/۳۲۶	۰/۳۱۱	۲۶
۰/۴۰۳	۰/۵۰۵	۰/۶۱۱	۰/۲۸۵	۰/۳۵۳	۰/۳۷۶	۲۳/۴
ترئونین						
۰/۳۶۹	۰/۳۹۰	۰/۶۱۲	۰/۲۸۱	۰/۳۳۱	۰/۳۶۷	۰/۷۵
۰/۲۹۰	۰/۵۰۶	۰/۵۳۷	۰/۲۶۱	۰/۳۵۶	۰/۳۷۹	۰/۸۵
۰/۳۸۵	۰/۴۷۵	۰/۶۳۱	۰/۲۲۶	۰/۳۱۵	۰/۳۵۶	۰/۹۵
۰/۳۹۰	۰/۴۷۰	۰/۵۴۶	۰/۲۹۷	۰/۳۷۸	۰/۳۱۴	۱/۰۵
۰/۴۵۳	۰/۸۰۰	۰/۷۴۴	۰/۲۷۲	۰/۳۱۶	۰/۲۹۹	۱/۱۵
اثرات متقابل						
پروتئین خام						
						ترئونین
۰/۳۴۵	۰/۳۳۵	۰/۶۵۰	۰/۲۱۷	۰/۲۴۴	۰/۳۲۱	۰/۷۵
۰/۲۵۰	۰/۵۱۰	۰/۴۹۲	۰/۲۵۵	۰/۳۸۰	۰/۳۳۶	۰/۸۵
۰/۳۶۲	۰/۴۹۷	۰/۶۳۷	۰/۲۲۹	۰/۳۳۸	۰/۳۶۰	۰/۹۵
۰/۴۲۰	۰/۵۲۵	۰/۵۷۵	۰/۳۲۴	۰/۴۰۰	۰/۳۰۵	۱/۰۵
۰/۳۸۲	۰/۸۸۷	۰/۷۳۵	۰/۲۲۴	۰/۲۶۶	۰/۲۳۰	۱/۱۵
۰/۳۹۲	۰/۴۴۵	۰/۵۷۵	۰/۳۴۵	۰/۴۱۸	۰/۴۱۴	۰/۷۵
۰/۳۳۰	۰/۵۰۲	۰/۵۸۲	۰/۲۶۶	۰/۳۳۲	۰/۴۲۲	۰/۸۵
۰/۴۰۷	۰/۴۵۲	۰/۶۲۵	۰/۲۲۴	۰/۲۹۱	۰/۳۵۲	۰/۹۵
۰/۳۶۰	۰/۴۱۵	۰/۵۱۷	۰/۲۷۱	۰/۳۵۶	۰/۳۲۳	۱/۰۵
۰/۵۲۲	۰/۷۱۲	۰/۷۵۲	۰/۳۲۰	۰/۳۶۵	۰/۳۶۸	۱/۱۵
۰/۰۴۵	۰/۰۵۱	۰/۰۴۴	۰/۰۲۱	۰/۰۲۳	۱/۲۱۴	خطای استاندارد میانگین‌ها
سطح احتمال						
۰/۶۱۴	۰/۶۶۱	۰/۹۳۸	۰/۴۲۷	۰/۵۸۰	۰/۲۸۷	پروتئین خام
۰/۸۹۱	۰/۱۳۸	۰/۶۶۸	۰/۸۷۹	۰/۹۰۳	۰/۹۰۰	ترئونین
۰/۹۷۹	۰/۹۲۵	۰/۹۸۴	۰/۶۸۷	۰/۴۶۳	۰/۹۴۱	پروتئین خام* ترئونین

جدول ۴- اثرات سطوح مختلف پروتئین خام و اسید آمینه ترئونین بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون در بوقلمون‌های بومی

LDL	VLDL	HDL	اسید اوریک	توتال پروتئین	آلبومین	تری-گلیسرید	کلسترول	گلوکز		تیمارهای آزمایشی
										درصد پروتئین خام
۳۸/۴۷	۱۷/۳۱	۳۵/۵۳	۴/۴۹	۳/۹۱	۱/۷۶	۸۶/۵۵	۹۱/۳۰	۱۳۱/۴۰	۲۶	
۳۶/۰۶	۱۸/۶۴	۳۸/۱۵	۴/۶۱	۴/۰۴	۱/۸۱	۹۳/۲۰	۹۲/۸۵	۱۳۳/۳۰	۲۳/۴	
۲/۵۰۱	۰/۸۳۳	۲/۰۸۹	۰/۱۴۶	۰/۱۲۰	۰/۰۴۳	۴/۱۶۸	۳/۳۲۸	۶/۶۸۴		SEM
										ترئونین
۳۷/۷۴	۱۶/۵۷	۳۷/۱۹	۴/ab۸۴	۳/b۸۶	۱/۷۳	۸۲/۸۷	۹۱/۵۰	۱۲۸/۳۸	۰/۷۵	
۳۸/۰۹	۱۵/۴۷	۳۲/۸۱	۴/b۱۴	۳/b۸۱	۱/۷۰	۷۷/۳۷	۸۶/۳۷	۱۲۲/۳۸	۰/۸۵	
۳۴/۱۷	۱۹/۷۰	۳۲/۲۵	۴/b۲۰	۳/b۸۵	۱/۷۰	۹۸/۵۰	۸۶/۱۲	۱۲۴/۷۵	۰/۹۵	
۳۸/۵۱	۱۹/۸۰	۴۲/۱۹	۵/a۰۵	۴/a۳۴	۱/۹۷	۹۹/۰۰	۱۰۰/۵۰	۱۳۷/۲۵	۱/۰۵	
۳۷/۸۰	۱۸/۳۲	۳۹/۷۵	۴/ab۵۰	۴/ab۰۰	۱/۸۰	۹۱/۶۲	۹۵/۸۷	۱۴۹/۰۰	۱/۱۵	
۳/۹۵۴	۱/۳۱۸	۳/۳۰۴	۰/۲۳۲	۰/۰۷۶	۰/۰۶۸	۶/۵۹۱	۵/۲۶۲	۱۰/۵۶۸		SEM
										اثرات متقابل
										ترئونین خام
۳۷/۹۵	۱۶/۰۵	۳۸/۷۵	۵/۱۲	۳/۹۰	۱/۸۰	۸۰/۲۵	۹۲/۷۵	۱۱۷/۲۵	۰/۷۵	۲۶ درصد
۴۱/۳۷	۱۴/۵۰	۳۱/۸۷	۳/۹۲	۳/۹۰	۱/۷۵	۷۲/۵۰	۸۷/۷۵	۱۱۳/۲۵	۰/۸۵	۲۶ درصد
۳۱/۴۷	۱۹/۹۰	۳۰/۶۲	۴/۴۰	۳/۷۵	۱/۶۸	۹۹/۵۰	۸۲/۰۰	۱۰۷/۰۰	۰/۹۵	۲۶ درصد
۳۶/۵۵	۱۷/۷۰	۳۶/۲۵	۴/۳۷	۴/۰۵	۱/۸۲	۸۸/۵۰	۹۰/۵۰	۱۴۸/۲۵	۱/۰۵	۲۶ درصد
۴۴/۹۷	۱۸/۴۰	۴۰/۱۲	۴/۶۰	۳/۹۲	۱/۷۵	۹۲/۰۰	۱۰۳/۵۰	۱۷۱/۲۵	۱/۱۵	۲۶ درصد
۳۷/۵۲	۱۷/۱۰	۳۵/۶۲	۴/۵۵	۳/۸۲	۱/۶۷	۸۵/۵۰	۹۰/۲۵	۱۳۹/۵۰	۰/۷۵	۲۳/۴ درصد
۳۴/۸۰	۱۶/۴۵	۳۳/۷۵	۴/۳۵	۳/۷۲	۱/۶۵	۸۲/۲۵	۸۵/۰۰	۱۳۱/۵۰	۰/۸۵	۲۳/۴ درصد
۳۶/۸۷	۱۹/۵۰	۳۳/۸۷	۴/۰۰	۳/۹۵	۱/۷۲	۹۷/۵۰	۹۰/۲۵	۱۴۲/۵۰	۰/۹۵	۲۳/۴ درصد
۴۰/۴۷	۲۱/۹۰	۴۸/۱۲	۵/۷۲	۴/۶۲	۲/۱۲	۱۰۹/۵۰	۱۱۰/۵۰	۱۲۶/۲۵	۱/۰۵	۲۳/۴ درصد
۳۰/۶۲	۱۸/۲۵	۳۹/۳۷	۴/۴۰	۴/۰۷	۱/۸۵	۹۱/۲۵	۸۸/۲۵	۱۲۶/۷۵	۱/۱۵	۲۳/۴ درصد
۵/۵۹۲	۱/۸۶۴	۴/۶۷۲	۰/۳۲۷	۰/۱۶۹	۰/۰۹۶	۹/۳۲۱	۷/۴۴۱	۱۴/۹۴۶		خطای استاندارد میانگین‌ها
										سطح احتمال
۰/۵۰۲	۰/۲۶۸	۰/۳۸۱	۰/۵۶۶	۰/۲۱۶	۰/۴۶۶	۰/۲۶۸	۰/۷۴۴	۰/۸۴۲		پروتئین خام
۰/۹۳۸	۰/۱۰۵	۰/۱۷۵	۰/۰۳۷	۰/۰۲۴	۰/۰۴۱	۰/۱۰۵	۰/۲۶۲	۰/۳۹۲		ترئونین
۰/۳۹۴	۰/۷۳۶	۰/۵۶۶	۰/۰۴۰	۰/۲۳۲	۰/۲۰۴	۰/۷۳۶	۰/۲۰۳	۰/۰۶۱		پروتئین خام*ترئونین

a, b میانگین‌های داخل هر ستون با حروف غیرمشابه دارای تفاوت معنی‌دار با هم می‌باشند ($P < 0/05$).