نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۸، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۵، ص. ۲۹۷-۲۸۴

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 8, No. 2, Summer 2016, p. 284-297

تأثیر تراکم مواد مغذی و اسید آمینهٔ ال- گلوتامین افزودنی بر عملکرد رشد، مورفولوژی روده کوچک و پاسخ ایمنی جوجه‌های گوشتی

مجید قشلاق علیایی[1*]- ابولقاسم گلیان[2]- علیرضا حق پرست[3]- محمدرضا باسامی[4]- علیرضا هروی موسوی[5]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۸/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۲/۱۰

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی اثر سطوح مختلف تراکم مواد مغذی و گلوتامین افزودنی بر عملکرد رشد، مورفولوژی ژژنوم و پاسخ‌های ایمنی جوجه‌های گوشتی در دورهٔ آغازین (۱۰-۰ روزگی)، رشد (۲۴-۱۱ روزگی) و پایانی (۴۲-۲۵ روزگی) انجام گرفت. آزمایشی با ۳۲۰ قطعه جوجه گوشتی نر سویه راس ۳۰۸ در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ۸ تیمار، ۴ تکرار و ۱۰ قطعه جوجه در هر تکرار انجام شد. در این آزمایش از دو سطح تراکم مواد مغذی (توصیه راس و ۵ درصد رقیق شده) و ۴ سطح گلوتامین (۰، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد) در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل ۲×۴ استفاده شد. نتایج آزمایش نشان داد که در دورهٔ رشد و پایانی، تراکم مواد مغذی توصیه شده و گلوتامین افزودنی در جیرهٔ غذایی موجب بهبود ضریب تبدیل خوراک می‌شود. افزودن گلوتامین موجب افزایش وزن نسبی ژژنوم، کل روده کوچک، تیموس و بورس گردید. سطح تراکم مواد مغذی و گلوتامین بر ارتفاع ویلی و عمق کریپت ژژنوم تأثیر معنی‌داری داشت. در بررسی ایمنی هومورال، بیشترین تیتر آنتی‌بادی بر علیه SRBC اولیه و ثانویه در تیمار حاوی ۱/۵ درصد گلوتامین و کمترین آن در گروه شاهد (بدون گلوتامین افزودنی) مشاهده شد. با تزریق زیر جلدی فیتوهماگلوتینین- P مشخص شد که گلوتامین افزودنی موجب افزایش ضخامت پردهٔ بین انگشتان پای پرندگان گردید. بطور کلی نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که با تنظیم جیره‌های غذایی با تراکم مواد مغذی توصیه شده برای سویه راس و افزودن ۰/۵ درصد گلوتامین، عملکرد رشد بهبود می‌یابد و تغذیه جوجه‌ها با جیرهٔ حاوی ۱ درصد گلوتامین افزودنی و تراکم مواد مغذی توصیه شده پاسخ‌های ایمنی ارتقاء می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: ایمنی سلولی، ایمنی هومورال، تراکم مواد مغذی، عملکرد جوجه گوشتی، گلوتامین.

مقدمه

بیماری‌های عفونی عملکرد حیوانات را تحت تأثیر قرار داده و آسایش آنها را کاهش می‌دهد. استفاده از واکسیناسیون به منظور تقویت سیستم ایمنی پرندگان روش مفیدی در برابر تعداد کمی از عوامل بیماری‌زا است؛ ولی این روش هزینه‌بر بوده و هم عملکرد پرندگان را به علت هزینهٔ پاسخ ایمنی کاهش می‌دهد. در مورد عوامل بیماریزایی که کمتر شایع هستند و تلفات اندکی را در گله ایجاد می‌کنند؛ واکسیناسیون صورت نمی‌گیرد، ولی این عوامل عملکرد حیوانات را تحت تأثیر قرار می‌دهند. بنابراین ما در پرورش حیوانات عمدتاً به سیستم ایمنی خود حیوان برای حذف اکثر عوامل بیماریزا متکی هستیم (۱۵). اخیراً توجه زیادی به توانایی برخی از مواد مغذی برای بهبود عملکرد سیستم ایمنی حیوانات معطوف گردیده است (۷ و ۲۲). در حالت کلی کاربرد مواد مغذی برای چنین اهدافی ایمنی تغذیه‌ای[6] نامیده می‌شود (۱۵، ۲۶). مشخص شده است که برخی از اسیدهای آمینه نقش اساسی در بروز و تحریک پاسخ‌های ایمنی دارند. (۱۴، ۱۵، ۲۱ و ۳۲). اسید آمینهٔ ال- گلوتامین فراوان‌ترین اسید آمینهٔ موجود در پلاسما، عضلات اسکلتی و مایعات جنینی است و از لحاظ تغذیه‌ای جزء اسیدهای آمینهٔ غیر ضروری شناخته می‌شود؛ ولی در برخی از شرایط از قبیل انواع تنش سنتز ال- گلوتامین ناکافی بوده و احتیاجات بدن را تأمین نمی‌کند و بدین جهت به آن اسید آمینهٔ ضروری مشروط می‌گویند (۶، ۱۷ و ۱۸). ال- گلوتامین نقش مرکزی را در انتقال نیتروژن بین بافت‌ها به ویژه از ماهیچه به روده، کبد و کلیه دارد و از این طریق در سنتز و تجزیهٔ پروتئین دخالت دارد.

۱- استادیار گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز،
۲و ۵- به ترتیب استاد و دانشیار گروه علوم دامی دانشگاه فردوسی مشهد،
۳- دانشیار گروه پاتوبیولوژی دانشکده دامپزشکی دانشگاه فردوسی مشهد،
۴- دانشیار گروه بهداشت و پیشگیری بیماری‌های طیور دانشکده دامپزشکی دانشگاه فردوسی مشهد.
(*- نویسنده مسئول: Email: majidolyayee@yahoo.com)

6- Immunonutrition

همچنین ال- گلوتامین به عنوان منبع انرژی برای سلول‌های با سرعت تکثیر زیاد مانند سلول‌های دستگاه گوارش، سلول‌های سیستم ایمنی، رتیکولوسیت‌ها و فیبروبلاست‌ها عمل می‌کند (۱۶ و ۱۸). ال- گلوتامین برای عملکرد مناسب سلول‌های کلیه، روده، کبد، نورون‌های خاص در دستگاه عصبی مرکزی، سلول‌های سیستم ایمنی و سلول‌های β پانکراس ضروری است (۵ و ۱۶). ال- گلوتامین برای سنتز نیتریک اکساید در ماکروفاژها و منوسیت‌ها از طریق سنتز آرژنین مورد نیاز می‌باشد (۱۲ و ۱۷). همچنین به نظر می‌رسد ال- گلوتامین با آرژنین در تحریک و تشدید پاسخ ایمنی همکاری می‌کند. ال- گلوتامین برای تولید آنتی اکسیدان گلوتاتیون مورد نیاز است (۷ و ۱۹). تحت شرایط تنش کاتابولیکی تولید ال- گلوتامین برای تأمین افزایش احتیاجات روده، سیستم ایمنی، سلول‌های التهابی، کبد و کلیه‌ها ناکافی بوده بنابراین افزودن ال- گلوتامین در این شرایط به جیره‌های غذایی می‌تواند عملکرد اندام‌های ذکر شده را افزایش دهد. کاهش غلظت ال- گلوتامین پلاسما به هر علتی موجب کاهش سنتز پروتئین، کاهش گلوکونئوژنز، کاهش تمایز سلول B به سلول‌های تولید کنندهٔ آنتی‌بادی، کاهش تکثیر سلول T، کاهش تولید اینترلوکین ۲ و کاهش گیرندهٔ اینترلوکین ۲، کاهش توانایی عرضهٔ آنتی‌ژن و کاهش قدرت فاگوسیتوز کردن ذرات بیگانه در بدن می‌گردد (۳۴).

یی و همکاران (۳۳) و فاسینا و همکاران (۴) گزارش کردند که ال- گلوتامین به عنوان یک مادهٔ مغذی موثر در عملکرد سیستم ایمنی، رشد میکروفلورای روده‌ای، افزایش سنتز میوسین، حفظ ساختار مخاط روده‌ای و تقویت سدّ بافت پوششی روده در برابر حملات باکتریایی مهم و ضروری است (۱۰ و ۲۵). فاسینا و همکاران (۴) گزارش کردند که استفاده از یک درصد ال- گلوتامین در جیرهٔ غذایی جوجه‌های گوشتی میزان وزن بدن و افزایش وزن روزانه را بهبود می‌بخشد. یی و همکاران (۳۳) نشان دادند که جوجه‌های دریافت کننده یک درصد ال- گلوتامین کارایی خوراک و قدرت زنده مانی بهتری را نسبت به گروه‌هایی که ال- گلوتامین افزودنی دریافت نکردند، داشتند. ساکاماتو و همکاران (۲۲) تأثیر ال- گلوتامین و ویتامین E را بر عملکرد و پاسخ ایمنی جوجه‌های گوشتی بررسی و نتیجه گیری کردند که وزن نهایی، مصرف خوراک، ضریب تبدیل خوراک تحت تأثیر سطوح ویتامین E و ال- گلوتامین جیرهٔ غذایی قرار نمی‌گیرد، ولی افزودن یک درصد ال- گلوتامین موجب افزایش وزن نسبی تیموس، طحال و بورس می‌گردد. بارتل و باتال (۱) اثرات افزودن ال- گلوتامین بر عملکرد رشد، توسعه و رشد دستگاه گوارش و پاسخ سیستم ایمنی هومورال جوجه‌های گوشتی را بررسی و نتیجه گیری کردند که وزن جوجه‌ها با مصرف یک درصد ال- گلوتامین در جیرهٔ غذایی در مقایسه با گروه کنترل ۱۱ درصد بهبود می‌یابد و افزودن ۴ درصد ال- گلوتامین در جیرهٔ غذایی و با آب آشامیدنی مقدار رشد و عملکرد پرندگان را کاهش می‌دهد. این محققین بیان کردند که افزودن یک درصد ال- گلوتامین در جیرهٔ غذایی پرندگان از لحاظ کاربردی مناسب است. تحقیقات زیادی در مورد اثرات مفید ال- گلوتامین در انسان و موش، خوک و بوقلمون و اردک صورت گرفته است (۲، ۱۳، ۱۸، ۳۲ و ۳۳)، ولی تا کنون اثرات تراکم مواد مغذی و سطوح مختلف ال- گلوتامین به طور همزمان در طیور مورد بررسی قرار نگرفته است. هدف از انجام این پژوهش بررسی اثرات افزودن سطوح مختلف اسید آمینهٔ ال- گلوتامین در تراکم مختلف مواد مغذی جیره بر عملکرد رشد، مورفولوژی روده و پاسخ ایمنی جوجه‌های گوشتی و تعیین بهترین سطح افزودن ال- گلوتامین به جیره‌های غذایی جوجه‌های گوشتی بود.

مواد و روش‌ها

مدیریت و پرورش جوجه‌های گوشتی

کلیه مراحل مزرعه‌ای این آزمایش در ایستگاه تحقیقات دام و طیور دانشگاه فردوسی مشهد صورت گرفت. پس از ضد عفونی و آماده سازی سالن پرورش، تعداد ۳۲۰ قطعه جوجه خروس یکروزهٔ سویهٔ تجاری راس ۳۰۸ از یک واحد جوجه کشی تجاری محلی تهیه شد. جوجه‌ها با وزن اولیه تقریباً مشابه و به صورت تصادفی در داخل ۳۲ واحد آزمایشی (پن) به ابعاد ۱۱۰ ×۱۰۰×۱۰۰ سانتی‌متر قرار گرفتند. در سه روز اول آزمایش از دانخوری‌های سینی و سپس از دانخوری‌های سطلی آویز استفاده شد و آبخوری‌ها در کل دورهٔ آزمایش از نوع کله قندی بود. پرندگان در کل دورهٔ آزمایش دسترسی آزاد به آب و خوراک داشتند. دمای سالن پرورش در ابتدای ورود پرندگان تا روز سوم ۳۲ درجه سانتی‌گراد بود و سپس دمای سالن هر هفته به تدریج ۳ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت، تا در هفته چهارم دمای سالن در ۲۲ درجه سانتی‌گراد ثابت گردید. برنامه نوری ۲۴ ساعت روشنایی در کل دورهٔ پرورش اجرا گردید. برنامهٔ بهداشتی و واکسیناسیون پرندگان زیر نظر دامپزشک انجام گرفت.

طرح و جیره‌های غذایی آزمایشی

در این آزمایش اثرات افزودن اسید آمینهٔ ال- گلوتامین به جیرهٔ غذایی در چهار سطح (صفر، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد جیره غذایی) در دو سطح تراکم مواد مغذی (مواد مغذی توصیه سویه راس ۳۰۸ (۲۰) و ۵ درصد رقیق شده) بر عملکرد رشد، صفات لاشه، عملکرد سیستم ایمنی و خصوصیات مورفولوژیکی ژژنوم رودهٔ جوجه‌های گوشتی مورد بررسی قرار گرفت. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی و به روش فاکتوریل ۲×۴، شامل ۸ تیمار، ۴ تکرار و ۱۰ پرنده به ازای هر تکرار انجام گرفت. جیره‌های غذایی مورد استفاده در این آزمایش بر اساس نیازهای غذایی توصیه شده در راهنمای راس ۳۰۸ (۲۰) برای دورهٔ آغازین (صفر تا ۱۰ روزگی)، رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی) و پایانی (۲۵ تا ۴۲ روزگی) تهیه شدند. درصد اجزای تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی مواد مغذی هر یک از جیره‌های آزمایشی در جدول ۱ آمده

است. اسید آمینهٔ ال- گلوتامین مورد استفاده در این آزمایش با خلوص ۱۰۰ درصد و توسط شرکت اوونیک[1] آلمان تأمین شد.

بررسی عملکرد رشد، خصوصیات لاشه و مورفولوژی روده

به منظور بررسی عملکرد رشد، وزن جوجه‌ها و خوراک مصرفی مربوط به هر واحد آزمایشی به صورت گروهی در پایان هر دورهٔ آزمایشی اندازه‌گیری شد. متوسط افزایش وزن روزانه و مصرف خوراک روزانه بر اساس مرغ روز و با احتساب پرندگان تلف شده محاسبه شد. ضریب تبدیل خوراک به صورت گرم خوراک مصرفی به گرم افزایش وزن روزانه محاسبه شد. برای بررسی صفات لاشه پس از اعمال ۴ ساعت گرسنگی، در انتهای دورهٔ آزمایش (روز ۴۲) از هر تکرار یک قطعه جوجه (چهار قطعه برای هر تیمار) بر اساس متوسط وزن هر واحد به صورت تصادفی انتخاب، توزین و کشتار گردید. وزن قلب، کبد بدون صفرا، سنگدان، دئودنوم، ژژنوم، ایلئوم، روده کوچک (مجموع دئودنوم، ژژنوم و ایلئوم)، پانکراس، تیموس، طحال و بورس با استفاده از ترازوی دیجیتال و با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری و سپس با تقسیم وزن‌های حاصل به وزن پرنده، وزن نسبی آن‌ها محاسبه گردید. برای بررسی اثرات تراکم مواد مغذی و گلوتامین افزودنی بر مورفولوژی روده، در روز ۴۲ آزمایش یک قطعه جوجه از هر تکرار انتخاب و از قسمت میانی ژژنوم به عنوان اصلی‌ترین محل جذب مواد مغذی در طیور، حدود ۱/۵ سانتی‌متر نمونه‌برداری شد و پس از شستشو با سالین ۰/۸۵ درصد، در داخل محلول تثبیت کننده (فرمالین ۱۰ درصد) به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفت و پس از ۲۴ ساعت آن محلول تعویض و تا روز آماده سازی نمونه‌ها داخل فرمالین قرار گرفتند. پس از تهیه نمونه‌ها، از میکروسکوپ نوری متصل به کامپیوتر[2] استفاده شد و ارتفاع ویلی (از نوک پرز تا محل اتصال کریپت)، عمق کریپت، نسبت ارتفاع ویلی به عمق کریپت، عرض ویلی، ضخامت لایه عضلانی و ضخامت اپیتلیوم بر حسب میکرومتر (µm) اندازه‌گیری شد.

بررسی عملکرد سیستم ایمنی

عملکرد سیستم ایمنی در دو بخش ایمنی سلولی و هومورال مورد آزمون قرار گرفت. برای بررسی ایمنی هومورال از تست گلبول قرمز گوسفندی[3] (SRBC) استفاده شد. بدین منظور ابتدا ۲۰ میلی‌لیتر خون گوسفند در شیشه حاوی EDTA تهیه و پس از سه بار شستشو با بافر فسفات سالین ۰/۹ درصد، در نهایت یک محلول ۱۰ درصد تهیه گردید. سپس دو جوجه از هر واحد آزمایشی به صورت تصادفی انتخاب و در روز هجدهم (تزریق اولیه) ۰/۵ میلی‌لیتر از محلول ۱۰ درصدSRBC و در روز سی‌ام (تزریق ثانویه) ۱ میلی‌لیتر از آن محلول داخل ورید بال تزریق شد. برای اندازه‌گیری پاسخ آنتی‌بادی علیه SRBC به روش هماگلوتیناسیون[4] (HA)، در روز بیست و چهارم و سی‌ام (پاسخ ایمنی اولیه) و روز سی و ششم و چهل و دوم (پاسخ ایمنی ثانویه) خونگیری شد. به طور خلاصه پس از جداسازی سرم، ۵۰ میکرولیتر سرم و ۵۰ میکرولیتر بافر فسفات سالین در داخل اولین چاهک پلت ۹۶ تایی اضافه و سپس رقت‌های سریالی (از۱/۲تا ۱/۱۰۲۴) تهیه شد. در مرحله بعد ۵۰ میکرولیتر محلول ۲/۵ درصد SRBC به هر چاهک اضافه شد و به مدت۲ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. پس از قرار دادن نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق، تیترها بر اساس لگاریتم در مبنای ۲، بصورت بیشترین رقت سرمی که آگلوتیناسیون کامل را نشان داد، بیان شد (۲۸).

جهت بررسی پاسخ ایمنی به تزریق واکسن نیوکاسل، در روز چهارم و یازدهم واکسن بصورت قطره چشمی تزریق و سپس در روز ۳۵ و ۴۱ خونگیری انجام شد. به منظور تعیین عیار سرمی آنتی‌بادی تولید شده بر علیه ویروس نیوکاسل از روش ممانعت هماگلوتیناسیون[5] (HI) استفاده شد.

برای بررسی فعالیت ایمنی سلولی از واکنش حساسیت پوستی بازوفیلیک[6] (CBH) یا تورم شبکه پا[7] (TWS) استفاده گردید. بدین منظور در روز چهلم، بصورت تصادفی ۲ قطعه جوجه از هر تکرار انتخاب و پس از مشخص کردن با رنگ، ضخامت پرده بین انگشت سوم و چهارم پای راست آن‌ها توسط میکرومتر دیجیتال اندازه‌گیری و سپس به صورت زیرپوستی ۱۰۰ میکروگرم فیتوهماگلوتینین- P [8] محلول در ۰/۱ میلی لیتر سالین استریل تزریق گردید. در روز ۴۱، ۲۴ ساعت پس از تزریق PHA-P، ضخامت پرده پا دوباره اندازه‌گیری شد. اختلاف تورم ایجاد شده در ساعات صفر و ۲۴ ساعت بعد از تزریق، بعنوان پاسخ ایمنی سلولی در نظر گرفته شد (۲۷ و ۲۸).

تجزیه آماری

داده‌های بدست آمده از این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی به روش فاکتوریل ۲×۴، با استفاده از نرم افزار آماری SAS ویرایش ۹/۱ (۲۳) و رویه مدل عمومی خطی (GLM) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال (P<۰/۰۵) استفاده شد.

1- Evonik industries
2- OLYMPUS BX41
3- Sheep red blood cell (SRBC)
4- Hemagglutination Assay (HA)
5- Haemagglutination Inhibition (HI)
6- Cutanous basophil hypersensitivity (CBH)
7- Toe web swelling (TWS)
8- Phytohemagglutinin-P (PHA-P)

جدول ۱- اجزای تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی جیره‌های غذایی آزمایشی در دورهٔ آغازین (۱۰-۰ روزگی)، رشد (۲۴-۱۱ روزگی) و پایانی (۴۲-۲۵ روزگی)[۱]

Table 1- Dietary ingredients and chemical composition of the experimental diets in starter (0-10 d), growth (11-24 d) and finisher (25-42 d) periods[1]

دوره Period	آغازین Starter		رشد Grower		پایانی Finisher	
اجزای جیره (درصد) Ingredients (%) / تراکم مواد مغذی Nutrient dilution	توصیه راس Recommended by ross	۵ ٪ رقیق 5% diluted	توصیه راس Recommended by ross	۵ ٪ رقیق 5% diluted	توصیه راس Recommended by ross	۵ ٪ رقیق 5% diluted
ذرت corn	49.29	58.59	54..28	64.88	58.53	67.05
کنجاله سویا Soy bean meal	39.95	36.11	30.4	23.83	25.67	22.82
گلوتن ذرت Corn gluten	0.92	0	5.75	6.23	6.27	4.66
روغن ذرت Corn oil	5	0.65	5	0.18	5	0.94
دی کلسیم فسفات Dicalcium phosphate	1.83	1.69	1.51	1.52	1.45	1.4
سنگ آهک Limestone	1.34	1.31	1.24	1.27	1.22	1.22
دی ال – متیونین DL- Methionine	0.39	0.36	0.25	0.22	0.2	0.2
ال – لیزین هیدروکلراید L- lysine hydrochloride	0.32	0.33	0.34	0.4	0.29	0.3
نمک طعام Salt	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
مکمل ویتامینی – معدنی[۲] Vitamin – mineral premix[2]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
ال – ترئونین L-threonine	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
بی کربنات سدیم Sodium bicarbonate	0.09	0.09	0.37	0.61	0.51	0.55
مواد مغذی محاسبه شده Calculated nutrients						
انرژی قابل متابولیسم (Kcal/kg) Metabolizable energy (Kcal/kg)	3025	2873	3150	2993	3200	3040
پروتئین خام (درصد) Crude protein (%)	23	21.85	22	20.9	20.5	19.5
کلسیم (درصد) Calcium (%)	1.04	0.99	0.9	0.86	0.87	0.83
فسفر قابل دسترس (درصد) Available phosphorus (%)	0.52	0.49	0.45	0.43	0.44	0.42
لیزین (درصد) Lysine (%)	1.43	1.36	1.24	1.18	1.09	1.04
متیونین (درصد) Methionine (%)	0.74	0.7	0.64	0.61	0.57	0.54
متیونین +سیستین (درصد) Methionine+ cysteine (%)	1.07	1.02	0.95	0.90	0.86	0.82
ترئونین (درصد) Threonine (%)	0.94	0.89	0.84	0.80	0.79	0.75
تعادل الکترولیتی[۳] (mEq/kg) Electrolyte balance (mEq/kg)[3]	240	240	240	240	240	240

[۱] اسید آمینهٔ ال- گلوتامین به هر یک از جیره‌های آزمایشی در سطوح (۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد) به صورتی اضافه شد که تمام جیره‌های غذایی از لحاظ انرژی و نسبت انرژی به مواد مغذی (پروتئین خام، کلسیم، فسفر قابل دسترس، لیزین، متیونین، کل اسیدهای آمینهٔ گوگرددار، ترئونین) و تعادل الکترولیتی مشابه باشند.

[۲] مکمل ویتامینی و مواد معدنی به ازای هر کیلوگرم جیره: ویتامین A (به شکل استات)، ۸۸۰۰ واحد بین‌المللی؛ کوله‌کلسیفرول، ۲۵۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین E (بصورت دی ال – آلفا توکوفرول)،۱۵ واحد بین‌المللی؛ ویتامین K_3، ۲/۲ میلی‌گرم؛ ویتامین B_{12}، ۰/۰۱ میلی‌گرم؛ تیامین، ۱/۵ میلی‌گرم؛ ریبوفلاوین؛ ۴ میلی‌گرم؛ نیاسین ، ۳۵ میلی‌گرم؛ اسید فولیک، ۰/۵ میلی‌گرم؛ بیوتین، ۰/۱۵ میلی‌گرم؛ پیرودوکسین، ۲/۵ میلی‌گرم؛اسید پنتوتنیک ۸۰ میلی گرم ؛کولین کلراید ۵۰ میلی‌گرم؛ بتائین، ۱۹۰ میلی‌گرم؛ روی، ۶۵ میلی‌گرم؛ منگنز، ۷۵ میلی‌گرم؛ سلنیوم، ۰/۲ میلی‌گرم؛ ید، ۰/۹ میلی‌گرم؛ مس، ۶ میلی‌گرم؛ آهن، ۷۵ میلی‌گرم.

[۳] تعادل الکترولیتی بر حسب میلی اکی والان در هر کیلوگرم جیرهٔ غذایی بدین صورت محاسبه شد: $Na^+ + K^+ - Cl^-$.

[1] L- Glutamine supplementation in diets were including (0.5, 1 and 1.5 %), so that experimental diets were isoenergetic and same energy to nutrient ratio (crude protein, calcium, available phosphorous, Lysine, Methionine, Sulphur amino acid, Threonine) and Electrolyte balance.

[2] One kilogram vitamin and mineral premix included: vitamin A as acetate, 8800 IU; Cholecalciferol, 2500 IU; vitamin E (as dl-α tocopherol) 15 IU, vitaminK3, 2.2 mg; Vitamin B12, 0.01 mg, thiamine, 1.5 mg; Riboflavin, 4 mg; Niacin 35 mg, folic acid 0.5 mg; Biotin, 0.15 mg; pyridoxine 2.5 mg; pantothenate, 8mg; choline chloride, 50 mg; Betaine 190 mg; Zinc, 65 mg; Magnesium, 75 mg; selenium, 0.2 mg; iodide, 0.9 mg; Copper, 6 mg; Iron, 75 mg

[3] Electrolyte balance as mEq per kilogram diets calculated by $Na^+ + K^+ - Cl$.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به عملکرد پرندگان در دورهٔ آغازین (۱۰ – ۰ روزگی)، رشد (۲۴ – ۱۱ روزگی)، پایانی (۴۲ – ۲۵ روزگی) و کل دوره آزمایش (۴۲ – ۰ روزگی) در جدول ۲ نشان داده شده است. میزان مصرف روزانه خوراک در هر سه دورهٔ آزمایشی و کل دوره در جوجه‌هایی که با جیرهٔ غذایی دارای تراکم توصیه شده مواد مغذی تغذیه شدند، بیشتر از آنهایی که با جیرهٔ رقیق شده تغذیه شدند، بود (P<۰/۰۵). استفاده از سطوح مختلف اسید آمینهٔ ال- گلوتامین در جیرهٔ غذایی جوجه‌های گوشتی در دورهٔ آغازین، رشد و کل دورهٔ آزمایش تأثیر معنی داری بر میزان مصرف روزانهٔ خوراک نداشت، ولی در دورهٔ پایانی (۴۲-۲۵ روزگی) با افزایش سطح گلوتامین افزودنی در جیرهٔ غذایی میزان مصرف خوراک کاهش یافت (P<۰/۰۵)، به طوری که بیشترین میزان مصرف خوراک مربوط به گروه شاهد (۱۵۹/۲۸ گرم در روز) و کمترین آن در گروهی که با جیرهٔ غذایی دارای ۱/۵ درصد گلوتامین تغذیه شدند (۱۵۲/۸۵ گرم در روز)، مشاهده شد.

بارتل و باتال (۱) از دو سطح گلوتامین در جیرهٔ غذایی جوجه‌های گوشتی استفاده کردند و گزارش کردند که با افزایش سطوح گلوتامین در جیرهٔ غذایی میزان مصرف خوراک کاهش می‌یابد. سلطان (۲۴) با استفاده از سطوح مختلف گلوتامین در جیرهٔ غذایی جوجه‌های گوشتی تفاوت معنی‌داری را در میزان مصرف خوراک روزانه مشاهده نکرد، ولی گزارش کرد که با استفاده از ۲ درصد گلوتامین در جیرهٔ غذایی میزان مصرف خوراک روزانه در حدود ۳ درصد کاهش می‌یابد. نتایج تحقیق حاضر با نتایج سایر محققین موافق بود (۲۱،۱۳ و ۳۳). سطح تراکم مواد مغذی در هر سه دوره و کل دورهٔ پرورش تأثیر معنی‌داری بر افزایش وزن روزانه داشت (P<۰/۰۵)، بطوریکه افزایش وزن روزانه پرندگانی که در کل دورهٔ پرورشی با جیرهٔ غذایی دارای تراکم توصیه شده مواد مغذی تغذیه شدند، ۵۹/۲۱ گرم در روز بود و این مقدار در پرندگان تغذیه شده با تراکم مواد مغذی رقیق شده ۵۳/۸۹ گرم در روز بود. سطوح مختلف گلوتامین تأثیر معنی داری بر افزایش وزن روزانه جوجه‌های گوشتی در دورهٔ پایانی داشت (P<۰/۰۵) ولی در دورهٔ آغازین ، رشد و کل دوره پرورشی سطوح مختلف گلوتامین تأثیر معنی داری بر افزایش وزن روزانه نداشت.

در این تحقیق در دورهٔ پایانی بیشترین مقدار افزایش وزن روزانه در گروه دریافت کنندهٔ جیرهٔ غذایی حاوی ۰/۵ درصد گلوتامین افزودنی مشاهده شد (۸۵/۵۰ گرم در روز). بارتل و باتال (۱) کاهش وزن بدن پرندگان را با استفاده از ۴ درصد گلوتامین در جیرهٔ غذایی و یا آب گزارش کردند. سلطان (۲۴) بیشترین افزایش وزن روزانه را در گروه دریافت کنندهٔ یک درصد گلوتامین گزارش نمود. گلوتامین شرایط آنابولیکی را در بدن تحریک کرده و میزان سنتز پروتئین را افزایش می‌دهد. بنابراین با رشد عضلات بیشتر می‌تواند موجب افزایش وزن نهایی بدن گردد. ضریب تبدیل خوراک در هر سه دوره و کل دورهٔ پرورشی تحت تأثیر تراکم مواد مغذی قرار گرفت (P<۰/۰۵). ضریب تبدیل خوراک پرندگان تغذیه شده با جیرهٔ دارای تراکم مواد مغذی توصیه شده در مقایسه با پرندگان تغذیه شده با جیرهٔ غذایی دارای تراکم مواد مغذی رقیق شده در کل دوره، ۴/۹ درصد کمتر بود (به ترتیب ۱/۷۵ و ۱/۸۴). با استفاده از گلوتامین ضریب تبدیل خوراک در هر سه دوره و کل دورهٔ پرورش نسبت به گروه شاهد بهبود یافت. صفا مهر و همکاران (۲۱) گزارش کردند استفادهٔ از جیرهٔ غذایی با ۱۰ درصد مواد مغذی کمتر از توصیهٔ راس افزایش وزن روزانه و میزان خوراک مصرفی کاهش می‌یابد و ضریب تبدیل خوراک در مقایسه با گروه شاهد بدتر می‌گردد که با نتایج تحقیق حاضر مطابق است.

تأثیر سطوح مختلف گلوتامین و تراکم مواد مغذی بر وزن نسبی قلب، کبد، سنگدان، پانکراس و اجزای مختلف رودهٔ کوچک جوجه‌های گوشتی در جدول ۳ نشان داده شده است. تأثیر تراکم مواد مغذی بر وزن نسبی قلب معنی‌دار بود (P<۰/۰۵)، ولی تأثیر تراکم مواد مغذی بر وزن نسبی کبد، سنگدان، پانکراس و اجزای مختلف رودهٔ کوچک معنی‌داری نبود. افزایش غلظت گلوتامین پلاسما می‌تواند فعالیت ژن پروتئین کیناز mTOR[1] را افزایش دهد، این پروتئین رشد، تمایز، زنده‌مانی و حرکت سلول و سنتز پروتئین درون سلولی را تنظیم می‌کند، بنابراین افزایش غلظت خارج سلولی گلوتامین می‌تواند سنتز پروتئین را تحریک کرده و از تجزیهٔ پروتئین عضلات بدن جلوگیری نماید (۳۰)؛ که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. همچنین گلوتامین ممکن است افزایش سنتز و تجمع پروتئین در بافت‌های بدن و رشد دام را از طریق تحریک ترشح هورمون‌های آنابولیکی مانند انسولین و جلوگیری از تولید گلوکوکورتیکوئیدها اعمال کند (۲۹). با توجه به اینکه با افزایش وزن بدن وزن نسبی قلب افزایش می‌یابد، به نظر می‌رسد افزایش وزن نسبی قلب در سطوح مختلف تراکم مواد مغذی می‌تواند ناشی از افزایش وزن بدن باشد. بنظر می‌رسد مواد مغذی موجود در جیره‌های غذایی رقیق شده برای رشد مطلوب کبد، سنگدان، پانکراس و اجزای دستگاه گوارش کافی بود. سطوح مختلف گلوتامین تأثیر معنی‌داری بر وزن نسبی قلب، کبد، سنگدان، دوازدهه و ایلئوم نداشت، ولی سطح گلوتامین بر وزن نسبی پانکراس تأثیر معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵)، بطوریکه با افزایش سطوح گلوتامین در جیرهٔ غذایی وزن نسبی پانکراس افزایش یافت. مطالعات نشان داده است که اسید آمینهٔ ال- گلوتامین در رشد پانکراس نقش دارد (۱۸)، این اسید آمینه توسط تعداد زیادی از بافت‌ها و سلول‌های بدن از جمله سلول‌های β پانکراس با سرعت بالایی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۹).

1- Mammalian target of rapamycin

جدول ۲- اثر تراکم مواد مغذی و سطوح مختلف اسید آمینهٔ ال- گلوتامین افزودنی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در دورهٔ آغازین (۱۰ - ۰ روزگی)، رشد (۲۴ - ۱۱ روزگی)، پایانی (۴۲ - ۲۵ روزگی) و کل دوره آزمایش (۴۲ - ۰ روزگی)[1]

Table 2- Effects of nutrient dilution and different levels of L- glutamine supplementation on growth performance of broiler chicks in starter starter (0-10 d), growth (11-24 d) and finisher (25-42 d) periods[1]

اثرات Effects	دوره (روز) Period (day)	مصرف خوراک (گرم/پرنده/روز) Feed intake (g/bird/day)				افزایش وزن (گرم/پرنده/روز) Weight gain (g/bird/day)				ضریب تبدیل خوراک (گرم/گرم) Feed conversion ratio (g/g)			
		۰-۱۰ 0-10	۱۱-۲۴ 11-24	۲۵-۴۲ 25-42	۰-۴۲ 0-42	۰-۱۰ 0-10	۱۱-۲۴ 11-24	۲۵-۴۲ 25-42	۰-۴۲ 0-42	۰-۱۰ 0-10	۱۱-۲۴ 11-24	۲۵-۴۲ 25-42	۰-۴۲ 0-42
Nutrient dilution (تراکم مواد مغذی)													
Ross recommendation		25.77[a]	91.48[a]	158.83[a]	103.76[a]	18.49[a]	54.17[a]	86.84[a]	59.21[a]	1.39[b]	1.69	1.83[b]	1.75[b]
5% diluted		25.12[b]	84.80[b]	151.24[b]	98.89[b]	16.66[b]	48.61[b]	78.86[b]	53.89[b]	1.51[a]	1.75	1.91[a]	1.84[a]
SEM		0.2	1.12	1.15	0.73	0.25	3.66	0.57	0.3	0.02	0.03	0.02	0.01
Glutamine supplementation (گلوتامین افزودنی)													
0		25.71	90.48	159.28[a]	103.24	17.39	50.36	81.96[b]	55.43	1.49	1.80[a]	1.94[a]	1.86[a]
0.5		25.42	89.81	154.61[b]	102.26	17.56	51.44	85.5[a]	57.95	1.45	1.75[ab]	1.81[c]	1.77[b]
1		25.26	84.88	153.4[bc]	99.71	17.28	51.24	83.08[b]	56.66	1.47	1.67[b]	1.85[bc]	1.76[b]
1.5		25.38	87.38	152.85[c]	100.09	18.06	52.54	80.9[b]	56.16	1.47	1.66[b]	1.09[ab]	1.78[b]
SEM		0.29	1.58	1.63	1.04	0.35	0.68	0.81	0.42	0.03	0.04	0.02	0.02
Interaction between nutrient dilution and glutamine supplementation (اثر متقابل تراکم مواد مغذی × گلوتامین افزودنی)													
Ross recommendation	0	25.25[b]	95.62	163.55	105.35	18.20	53.53[ab]	85.15	57.43	1.39	1.79	1.92	1.84
Ross recommendation	0.5	26.0[ab]	92.35	157.28	104.40	18.55	55.13[a]	89.38	61.08	1.40	1.68	1.76	1.71
Ross recommendation	1	25.78[b]	88.15	156.96	102.80	18.38	54.63[a]	86.65	59.73	1.40	1.61	1.81	1.72
Ross recommendation	1.5	26.05[a]	89.80	157.53	102.50	18.83	53.40[a]	86.20	58.63	1.38	1.68	1.83	1.72
5% diluted	0	26.18[a]	85.35	155.0	101.13	16.57	47.18[c]	78.78	53.45	1.60	1.81	1.97	1.89
5% diluted	0.5	24.85[c]	87.28	151.95	100.13	16.58	47.74[c]	81.63	54.82	1.49	1.82	1.86	1.83
5% diluted	1	24.75[c]	81.60	149.83	96.63	16.18	47.84[c]	79.53	53.60	1.53	1.70	1.89	1.80
5% diluted	1.5	24.70[c]	84.98	148.18	97.66	17.30	51.67[b]	75.50	53.70	1.42	1.65	1.96	1.82
SEM		0.41	2.23	2.32	1.47	0.49	0.95	1.15	0.59	0.03	0.05	0.03	0.03
منابع تغییر Source of variation		p – value											
اثر اصلی تراکم مواد مغذی Nutrient dilution		*	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	**	**
اثر اصلی گلوتامین Glutamine supplementation		ns	ns	*	ns	ns	ns	**	**	ns	*	**	**
اثر متقابل تراکم مواد مغذی × گلوتامین Interaction between nutrient dilution and glutamine		*	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns

[1] میانگین‌های هر ستون با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند (P<۰/۰۵).

* (P<۰/۰۵)، ** (P<۰/۰۱)، ns میانگین‌ها از لحاظ آماری با هم اختلاف آماری معنی‌داری ندارند.

[1]Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).

* (P<0.05), ** (P<0.01), ns no significant difference.

بنظر می‌رسد با افزایش سطح گلوتامین در جیرهٔ غذایی تعداد سلول‌های β پانکراس افزایش یافته و بدین ترتیب باعث افزایش وزن نسبی پانکراس گردیده است. سطح گلوتامین بر وزن نسبی ژژنوم و روده کوچک جوجه‌های گوشتی تأثیر معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵) و افزودن گلوتامین موجب افزایش وزن نسبی ژژنوم و رودهٔ کوچک نسبت به گروه شاهد گردید که با نتایج سلطان (۲۴) و بارتل و باتل (۱) موافق بود. این محققین گزارش کردند با افزودن گلوتامین به جیرهٔ غذایی جوجه‌های گوشتی وزن نسبی دئودنوم و ژژنوم افزایش می‌یابد. تحقیقات نشان داده است که گلوتامین مهمترین مادهٔ مغذی برای دستگاه گوارش (۱۸) و مهمترین منبع انرژی برای مخاط رودهٔ کوچک و انتروسیت‌ها است (۶). لی و همکاران (۱۷) عنوان کردند که گلوتامین جیرهٔ غذایی به عنوان یک ترکیب مهم در حفظ یکپارچگی و انسجام روده می‌باشد. یی و همکاران (۳۳) مشاهده کردند که افزودن یک درصد گلوتامین به جیرهٔ غذایی جوجه‌های گوشتی میزان زخم روده را کاهش می‌دهد و موجب توسعه و گسترش روده می‌شود. خمپاکا و همکاران (۱۱) تأثیر معنی‌داری را در وزن نسبی ژژنوم با افزودن گلوتامین تا ۳ درصد در جیرهٔ غذایی جوجه‌های گوشتی مشاهده نکردند که مغایر نتایج تحقیق حاضر بود.

اثر سطوح مختلف گلوتامین و تراکم مواد مغذی بر مورفولوژی ژژنوم جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی، در جدول ۴ نشان داده

شده است. تراکم مواد مغذی جیرهٔ غذایی تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع ویلی، عمق کریپت و نسبت ارتفاع ویلی به عمق کریپت جوجه‌های گوشتی داشت (P<۰/۰۵). سطوح گلوتامین بر ارتفاع ویلی، عمق کریپت، نسبت بین آنها، عرض ویلی و ضخامت لایهٔ عضلانی تأثیر معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵) و بر ضخامت اپیتلیوم بی تأثیر بود. بیشترین ارتفاع ویلی ژژنوم در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیرهٔ حاوی ۱/۵ درصد گلوتامین افزودنی (۱۳۳۰/۵۴ میکرومتر) و کمترین آن در گروه شاهد (بدون افزودن گلوتامین) مشاهده شد (۱۱۴۴/۰۳ میکرومتر). خمپاکا و همکاران (۱۱) گزارش کردند سطوح مختلف گلوتامین تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع ویلی دئودنوم و ژژنوم جوجه‌های گوشتی ندارد. گلوتامین از لحاظ کمی مهمترین منبع انرژی برای بافت روده و سلول‌های روده محسوب می‌شود (۱ و ۱۹). افزودن گلوتامین به جیرهٔ غذایی خوک، بوقلمون، اردک و جوجه‌های گوشتی موجب توسعه و گسترش دستگاه گوارش و بهبود عملکرد آن می‌شود (۲، ۱۰، ۱۳، ۱۸ و ۳۳). گلوتامین در بیوسنتز هگزوز آمین دخالت دارد و این مادهٔ اخیر برای حفظ یکپارچگی دیوارهٔ روده از طریق تشکیل میوسین و گلیکوپروتئین ضروری است (۱۸).

جدول ۳ – تأثیر سطوح مختلف گلوتامین و تراکم مواد مغذی بر وزن نسبی اندام‌های داخلی بدن جوجه‌های گوشتی (درصدی از وزن بدن)[۱]

Table 3- Effects of nutrient dilution and different levels of L- glutamine supplementation on partial weights of internal organ of broiler chickens (% of body weight)[1]

صفات اندازه گیری شده Traits	قلب Heart	کبد Liver	سنگدان Gizzard	پانکراس Pancreas	دوازدهه Duodenum	ژژنوم Jejunum	ایلئوم Ileum	روده کوچک Small intestine
Nutrient dilution (تراکم مواد مغذی)								
Ross recommendation	0.53[b]	2.02	1.39	0.255	0.7	1.38	0.95	3.03
5% diluted	0.61[a]	2.00	1.45	0.246	0.73	1.46	0.94	3.13
SEM	0.025	0.037	0.043	0.007	0.018	0.029	0.036	0.047
Glutamine supplementation (اثر اصلی گلوتامین)								
0	0.56	1.93	1.36	0.222[b]	0.66	1.31[b]	0.88	2.86[b]
0.5	0.54	2.02	1.43	0.258[a]	0.72	1.47[a]	1.01	3.20[a]
1	0.62	2.02	1.40	0.252[ab]	0.74	1.48[a]	0.91	3.13[a]
1.5	0.56	2.07	1.50	0.268[a]	0.74	1.44[a]	0.97	3.15[a]
SEM	0.035	0.053	0.06	0.011	0.025	0.041	0.052	0.066
منابع تغییر Source of variation	p – value							
اثر اصلی تراکم مواد مغذی Nutrient dilution	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
اثر اصلی گلوتامین Glutamine supplementation	ns	ns	ns	*	ns	*	ns	*
اثر متقابل تراکم مواد مغذی × گلوتامین Interaction between nutrient dilution and glutamine	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

[۱] میانگین‌های هر ستون با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند (P<۰/۰۵).

* (P<۰/۰۵)، ** (P<۰/۰۱)، ns میانگین‌ها از لحاظ آماری با هم اختلاف آماری معنی‌داری ندارند.

[1] Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).

* (P<0.05), ** (P<0.01), ns no significant difference.

افزایش طول ویلی‌های روده کوچک می‌تواند با افزایش سطح جذب مواد مغذی، کارایی مصرف خوراک را در اوایل زندگی جوجه‌های گوشتی افزایش دهد و بدین ترتیب موجب بهبود عملکرد آنها گردد. نتایج تحقیق حاضر با گزارشات سایر محققین هماهنگ بود (۱، ۱۱، ۱۸ و ۲۴). همچنین افزایش سطح جذبی با افزودن گلوتامین ممکن است افزایش وزن نسبی ژژنوم و افزایش وزن روزانه که در بالا اشاره شد (جدول ۳) را توجیه نماید. عرض ویلی ژژنوم جوجه‌های دریافت کنندهٔ گلوتامین افزودنی در مقایسه با گروه شاهد کمتر بود و سطوح مختلف گلوتامین تأثیر معنی‌داری بر عرض ویلی داشت (P<۰/۰۵). خمپاکا و همکاران (۱۱) با افزودن ۳ درصد گلوتامین به جیرهٔ غذایی جوجه‌های گوشتی مشاهده کردند عرض ویلی ژژنوم نسبت به گروه شاهد (بدون افزودن گلوتامین در جیرهٔ غذایی) کاهش می‌یابد، ولی این کاهش معنی‌دار نبود. تأثیر سطوح مختلف گلوتامین بر ضخامت اپیتلیوم ژژنوم جوجه‌های گوشتی معنی‌دار نبود.

تأثیر سطوح مختلف گلوتامین و تراکم مواد مغذی جیره‌های غذایی بر وزن نسبی اندام‌های لنفوئیدی شامل تیموس، طحال و

بورس فابریسیوس در جدول ۵ نشان داده شده است. با توجه به جدول ۵ مشخص است که تراکم مواد مغذی جیرهٔ غذایی تأثیر معنی‌داری بر وزن نسبی اندام‌های لنفوئیدی نداشت. سطوح مختلف گلوتامین بر وزن نسبی تیموس و بورس فابریسیوس تأثیر معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵)، ولی بر وزن نسبی طحال بی تأثیر بود.

جدول ٤ – اثر سطوح مختلف گلوتامین و تراکم مواد مغذی بر مورفولوژی ژژنوم روده کوچک جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی[1]

Table 4- Effects of nutrient dilution and different levels of L- glutamine supplementation on jejunal morphology of broiler chicken in 42 days of age[1]

صفات اندازه گیری شده Traits	ارتفاع ویلی (میکرومتر) Villus Height (µm)	عمق کریپت (میکرومتر) Depth of crypt (µm)	نسبت ارتفاع ویلی به عمق کریپت Villus Height to depth of Crypt ratio	عرض ویلی (میکرومتر) Villus width (µm)	ضخامت لایه عضلانی (میکرومتر) Muscle layer thickness (µm)	ضخامت اپیتلیوم (میکرومتر) Epithelium thickness (µm)
Nutrient dilution (تراکم مواد مغذی)						
Ross recommendation	1275[a]	268.5[a]	4.81[b]	134.07	437.63	35.00
5% diluted	1235[b]	243.2[b]	5.13[a]	134.75	439.93	35.26
SEM	12.83	4.04	0.088	1.17	5.81	0.78
Glutamine supplementation (اثر اصلی گلوتامین)						
0	1144.03[c]	246.66[b]	4.74[b]	138.41[a]	413.47[b]	36.28
0.5	1267.58[b]	252.19[ab]	4.93[ab]	132.02[b]	452.23[a]	34.15
1	1298.04[ab]	265.14[a]	5.07[ab]	133.25[b]	438.25[a]	35.18
1.5	1330.54[a]	260.43[ab]	5.20[a]	133.04[b]	455.75[a]	34.68
SEM	18.57	5.85	0.125	1.65	8.40	1.14
منابع تغییر Source of variation	p – value					
اثر اصلی تراکم مواد مغذی Nutrient dilution	**	**	*	ns	ns	ns
اثر اصلی گلوتامین Glutamine supplementation	**	*	**	**	*	ns
اثر متقابل تراکم مواد مغذی × گلوتامین Interaction between nutrient dilution and glutamine	ns	ns	ns	ns	ns	ns

[1] میانگین‌های هر ستون با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند (P<۰/۰۵).

* (P<۰/۰۵)، ** (P<۰/۰۱)، ns میانگین‌ها از لحاظ آماری با هم اختلاف آماری معنی‌داری ندارند.

[1]Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).

* (P<0.05), ** (P<0.01), ns no significant difference.

افزودن گلوتامین به جیرهٔ غذایی موجب افزایش وزن نسبی تیموس و بورس فابریسیوس نسبت به گروه شاهد (بدون افزودن گلوتامین) گردید. تیموس، طحال و بورس فابریسیوس جزء اندام‌های لنفوئیدی اولیه می‌باشد و در سیستم ایمنی نقش دارد (۳). حجم تیموس خیلی متغییر بوده و اندازهٔ نسبی آن در حیوانات نوزاد بیشترین است و اندازهٔ مطلق آن در سن بلوغ از سایر مواقع بیشتر است و پس از بلوغ بتدریج تحلیل می‌رود (۱۵ و ۲۷). خمپاکا و همکاران (۱۱) تفاوت معنی‌داری را در وزن نسبی بورس مشاهده نکردند، ولی گزارش کردند که جوجه‌های دریافت کنندهٔ ۳ درصد گلوتامین بورس بزرگتری نسبت به گروه شاهد داشتند. این محققین همچنین دریافتند که سطوح گلوتامین تأثیر معنی‌داری بر وزن نسبی طحال جوجه‌های گوشتی دارد (P<۰/۰۵). این نتایج با یافته‌های سلطان (۲۴)، بارتل و باتال (۱) موافق است.

تأثیر سطوح مختلف اسید آمینهٔ ال- گلوتامین و تراکم مواد مغذی بر عملکرد سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی در جدول ۶ آمده است. اثر تراکم مواد مغذی بر پاسخ ایمنی اولیه به تزریق آنتی‌ژن SRBC در ۶ (۲۴ روزگی) و ۱۲ روز بعد از تزریق (۳۰ روزگی) معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵)، ولی تراکم مواد مغذی بر پاسخ ایمنی ثانویه پس از ۶ روز از تزریق آنتی‌ژن (۳۶ روزگی) تأثیر معنی‌دار داشت (P<۰/۰۵) و بیشترین تیتر آنتی بادی در گروه دریافت کنندهٔ جیرهٔ غذایی با تراکم توصیه شده مواد مغذی (۸ در برابر ۶/۵) مشاهده شد. سطح تراکم مواد مغذی جیرهٔ غذایی در ۱۲ روز بعد از تزریق ثانویه آنتی‌ژن SRBC (۴۲ روزگی) تفاوت معنی داری در پاسخ ایمنی ثانویه جوجه‌های گوشتی ایجاد نکرد. اثر سطوح مختلف گلوتامین جیرهٔ

غذایی بر پاسخ‌های ایمنی اولیه و ثانویه پرندگان به تزریق آنتی‌ژن SRBC در ۶ و ۱۲ روز بعد از تزریق اولیه (به ترتیب ۲۴ و ۳۰ روزگی) و ۶ روز بعد از تزریق ثانویه (۳۶ روزگی) معنی‌دار بود (P<۰/۰۵)، و در ۱۲ روز پس از تزریق ثانویهٔ SRBC (۴۲ روزگی) تفاوت آماری معنی‌داری بین سطوح مختلف گلوتامین مشاهده نشد. بیشترین میزان تولید آنتی‌بادی در ۶ و ۱۲ روز پس از تزریق اولیه آنتی‌ژن و ۶ روز پس از تزریق ثانویه آنتی‌ژن در جیرهٔ حاوی ۱/۵ درصد گلوتامین افزودنی مشاهده شد و در ۱۲ روز پس از تزریق ثانویه در جیرهٔ غذایی دارای ۰/۵ درصد گلوتامین افزودنی مشاهده شد.

جدول ۵ – تأثیر سطوح مختلف گلوتامین و تراکم مواد مغذی بر وزن نسبی اندام‌های لنفاوی جوجه‌های گوشتی (درصدی از وزن بدن)[۱]

Table 5- Effects of nutrient dilution and different levels of L- glutamine supplementation on weight of lymphoid tissue organs of broiler chicken (% of body weight)[1]

صفات اندازه گیری شده Traits	تیموس Thymus	طحال Spleen	بورس فابریسیوس Bursa of fabricius
Nutrient dilution (تراکم مواد مغذی)			
Ross recommendation	0.152	0.149	0.141
5% diluted	0.146	0.139	0.140
SEM	0.004	0.004	0.004
Glutamine supplementation (اثر اصلی گلوتامین)			
0	0.131[b]	0.136	0.124[b]
0.5	0.154[a]	0.155	0.149[a]
1	0.157[a]	0.141	0.144[a]
1.5	0.154[a]	0.144	0.146[a]
SEM	0.006	0.005	0.005
منابع تغییر Source of variation	p – value		
اثر اصلی تراکم مواد مغذی Nutrient dilution	ns	ns	ns
اثر اصلی گلوتامین Glutamine supplementation	*	ns	*
اثر متقابل تراکم مواد مغذی × گلوتامین Interaction between nutrient dilution and glutamine	ns	ns	ns

[۱] میانگین‌های هر ستون با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند (P<۰/۰۵).

* (P<۰/۰۵)، ** (P<۰/۰۱)، ns میانگین‌ها از لحاظ آماری با هم اختلاف آماری معنی‌داری ندارند.

[1]Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).

* (P<0.05), ** (P<0.01), ns no significant difference.

در مورد تیتر آنتی بادی بر علیه ویروس نیوکاسل، مشخص شد که تراکم مواد مغذی بر میزان تیتر آنتی بادی نیوکاسل تأثیر معنی‌داری نداشت. سطوح مختلف ال- گلوتامین بر میزان تیتر آنتی‌بادی بر علیه نیوکاسل در ۳۶ روزگی تأثیر آماری معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵) ولی در ۴۲ روزگی اختلاف آماری معنی‌داری بین تیمارها مشاهده شد (P<۰/۰۵). بیشترین تیتر آنتی‌بادی بر علیه نیوکاسل در ۴۲ روزگی در جیرهٔ غذایی دارای ۱/۵ درصد گلوتامین افزودنی (۵/۵ بر حسب $\log_2$) و کمترین آن در گروه شاهد (بدون افزودن گلوتامین در جیرهٔ غذایی) (۲/۲۵ بر حسب $\log_2$) مشاهده شد (جدول ۶) . این نتایج موافق یافته‌های سایر محققین است (۱، ۱۱، ۲۲ و ۲۴). اسید آمینهٔ ال- گلوتامین نقش مهمی در تشدید پاسخ‌های ایمنی دارد؛ به صورتی که به سرعت توسط سلول‌های سیستم ایمنی برای تولید انرژی جذب می‌شود و موجب افزایش تکثیر سلول‌های سیستم ایمنی، ترشح سایتوکاین‌ها و تحریک قدرت کشندگی سلول‌های سیستم ایمنی می‌شود (۶، ۱۴، ۳۱ و ۳۴). ال- گلوتامین در تمایز سلول B به سلول‌های تولید کنندهٔ آنتی بادی یا پلاسماسل نقش دارد، بنابراین انتظار می‌رود با افزایش سطح گلوتامین جیرهٔ غذایی تولید آنتی بادی بر علیه آنتی‌ژن افزایش یابد؛ که با نتایج تحقیق حاضر هماهنگ است. افزودن گلوتامین به جیرهٔ غذایی عملکرد لنفوسیت‌ها و تعداد لنفوسیت‌ها را افزایش می‌دهد و تولید لکوترین‌ها توسط نوتروفیل‌ها را افزایش داده و بنابراین وقوع عفونت را کاهش می‌دهد.

جدول ٦ - اثر سطوح مختلف ال- گلوتامین افزودنی و تراکم مواد مغذی بر پاسخ‌های ایمنی جوجه‌های گوشتی[1]

Table 5- Effects of nutrient dilution and different levels of L- glutamine supplementation on immune system response of broiler chicken (% of body weight)[1]

تزریق Injection	تزریق SRBC (log_2) SRBC injection (log_2)				تیتر آنتی‌بادی نیوکاسل (log_2) Newcastle titer (log_2)		PHA-P (میلی‌متر) PHA –P (mm)
	اولیه Primary		ثانویه Secondary				
روز خونگیری Blood collection day	۲۴ روزگی 24 d	۳۰ روزگی 30 d	۳۶ روزگی 36 d	۴۲ روزگی 42 d	۳۶ روزگی 36 d	۴۲ روزگی 42 d	۴۲ روزگی 42 d
Nutrient dilution (تراکم مواد مغذی)							
Ross recommendation	6.25	4.75	8^{a}	6.13	7.88	4	1.020
5% diluted	6.75	4.38	6.5^{b}	5.38	7	3.63	1.005
SEM	0.45	0.342	0.331	0.572	0.360	0.390	0.028
Glutamine supplementation (اثر اصلی گلوتامین)							
0	4.75^{c}	4^{b}	5^{b}	4.25	6.75	2.25^{c}	0.69^{b}
0.5	6^{bc}	3.5^{b}	8^{a}	6.5	7.75	3.25^{bc}	1.07^{a}
1	7^{ab}	4.5^{b}	7.75^{a}	6	7.25	4.25^{ab}	1.13^{a}
1.5	8.25^{a}	6.25^{a}	8.25^{a}	6.25	8	5.5^{a}	1.17^{a}
SEM	0.64	0.415	0.47	0.81	0.52	0.55	0.041
منابع تغییر Source of variation	p – value						
اثر اصلی تراکم مواد مغذی Nutrient dilution	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
اثر اصلی گلوتامین Glutamine supplementation	*	**	**	ns	ns	**	**
اثر متقابل تراکم مواد مغذی × گلوتامین Interaction between nutrient dilution and glutamine	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

[1]میانگین‌های هر ستون برای هر عامل با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند ($P<0/05$).

*: ($P<0/05$)، **: ($P<0/01$)، ns: میانگین‌ها از لحاظ آماری با هم اختلاف آماری معنی‌داری ندارند.

[1]Means within same row with different superscripts differ ($P<0.05$)

*: ($P<0.05$), **: ($P<0.01$), ns: no significant difference

پاسخ ایمنی سلولی به صورت واکنش حساسیت تأخیری به تزریق PHA-P بررسی شد. با توجه به جدول ۶ مشاهده می‌شود که تراکم مواد مغذی در جیرهٔ غذایی تأثیر معنی‌داری بر واکنش تزریق PHA-P نداشت. با افزایش سطوح مختلف گلوتامین در جیرهٔ غذایی تفاوت معنی‌داری در پاسخ ایمنی سلولی پرندگان مشاهده شد ($P<0/05$)، بطوریکه افزودن گلوتامین موجب بهبود پاسخ ایمنی سلولی گردید. PHA-P پاسخ ایمنی با واسطهٔ لنفوسیت‌های T را ارزیابی می‌کند (۲۷). همان‌گونه که در بالا اشاره شد وزن نسبی تیموس تحت تأثیر سطوح گلوتامین جیرهٔ غذایی قرار گرفت (جدول ۵)، و با توجه به اینکه لنفوسیت‌های T در تیموس تولید و تمایز می‌یابند، بدین ترتیب با افزایش تولید لنفوسیت T، توانایی پرندگان در پاسخ ایمنی سلولی افزایش می‌یابد. همچنین گلوتامین فعالیت فاگوسیتوزی ماکروفاژها، قدرت ارائه آنتی‌ژن، تمایز سلول‌های T و تولید سایتوکاین‌ها را افزایش می‌دهد و با افزایش بیان پروتئین‌های شوک حرارتی می‌تواند سایتوکاین‌های التهاب‌زا را فعال نموده و موجب افزایش التهاب گردد (۳، ۶ و ۹). بارتل و باتال (۱) گزارش کردند افزودن گلوتامین نسبت CD4+ به CD8+ را افزایش می‌دهد که بیانگر افزایش فعالیت سلول‌های T کمک کننده (Th) است؛ که با نتایج این مطالعه همخوانی دارد (۱، ۳، ۶ و ۹).

نتیجه گیری کلی

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که برای دستیابی به عملکرد مطلوب استفاده از تراکم مواد مغذی توصیه راس در مقایسه با جیرهٔ غذایی رقیق شده مناسب بوده و سطح مطلوب استفاده از گلوتامین در جیرهٔ غذایی جهت ایجاد حداکثر پاسخ ایمنی و فاکتورهای تولیدی متفاوت می‌باشد. تغذیه جوجه‌های گوشتی با جیرهٔ غذایی دارای تراکم مواد مغذی توصیه راس و ۰/۵ درصد گلوتامین افزودنی موجب بهبود ضریب تبدیل غذایی و عملکرد پرندگان می‌شود و همچنین جیرهٔ حاوی یک درصد گلوتامین افزودنی و تراکم مواد مغذی توصیه راس

ایمنی بیشتری را هم در ایمنی هومورال (SRBC و تیتر آنتی‌بادی بر علیه ویروس نیوکاسل) و هم ایمنی سلولی (واکنش حساسیت پوستی بازوفیلیک) ایجاد می‌کند.

سپاسگزاری

از معاونت پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد و معاونت پژوهشی دانشکده کشاورزی که امکان اجرای این طرح (شماره طرح ۲۲۰۵۷) را فراهم آوردند و همچنین از شرکت اوونیک دگوسا (Evonik Industry, Germany) به ویژه از مدیر عامل محترم آقای مهندس افسر به خاطر تأمین اسید آمینهٔ گلوتامین مورد نیاز برای اجرای این تحقیق تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

1- Bartell, S. M., and A. B. Batal. 2007. The Effect of Supplemental Glutamine on Growth Performance, Development of the Gastrointestinal Tract and Humoral Immune Response of Broilers. Poultry Science, 86:1940–1947.
2- Domeneghini, C., A. Di Giancamillo., G. Savoini., R. Paratte., V. Bontempo., and V. Dell'Orto. 2004. Structural patterns of swine ileal mucosa following L-glutamine and nucleotides administration during the weaning period. A histochemical and histometrical study. Histology and Histopathology, 19:49–58.
3- Erf, G. F. 2004. Cell- mediated immunity in poultry. Poultry Science, 83: 580-590.
4- Fasina, Y. O., J. B. Bowers., J. B. Hess., and S. R. Mckee. 2010. Effect of dietary glutamine supplementation on Salmonella colonization in the ceca of young broiler chicks. Poultry Science, 89:1042–1048.
5- Flaherty, L. O., and D. B. Hayes. 1999. Immunonutrition and surgical practice. Proceedings of the Nutrition Society, 58: 831–837.
6- Francis, J. A., and D. G. Richard. 2002. Glutamine: essential for immune nutrition in the critically ill. British Journal of Nutrition, 87, (Suppl. 1) S3–S8.
7- Grimble, R. F. 2001. Nutritional modulation of immune function. Proceedings of the Nutrition Society, 60: 389-397.
8- Hall, J. C., K. Heel., and McCauley. R .1996. Glutamine. British Journal of Surgery, 83: 305–312.
9- Kew, S., M. W. Sharon., P. Yaqoob., A. W. Fiona., A. M. Elizabeth., and P. C. Calder.1999. Dietary Glutamine Enhances Murine T-Lymphocyte Responsiveness. Journal of Nutrition, 1523-1531.
10- khan, J., Y. Liboshi., L. Cui., M. Wasa., k. Sando., Y. Takagi., and A. Okada. 1999. Alanyl-glutamine-supplemented parenteral nutrition increases luminal mucus gel and decreases permeability in the rat small intestine. Journal of Parenteral and Enteral Nutrition, 23:24–31.
11- Khmpaka, S., S. Okrathok., L. Hokking., B. Thukhanon., and W. Molee. 2011. Influence of supplemental glutamine on nutrient digestibility and utilization, small intestinal morphology and gastrointestinal tract and immune organ development of broiler chickens. World Academy of Science, Engineering and Technology, 80: 606-609.
12- Kidd, M. T. 2004. Nutritional modulation of immune function in broiler. Poultry Science, 83: 650- 657.
13- Kitt, S. J., P. S. Miller., A. J. Lewis., and R. L. Fischer. 2002. Effects of glutamine on growth performance and small intestine villus height in weanling pigs. Pages 29–32 in Nebraska Swine Reproduction. University. Nebraska, Lincoln.
14- Klasing, K. C. 1998. Nutrition modulation of resistance to infectious disease. Poultry Science, 77:1119–25.
15- Klasing, K. C. 2007. Nutrition and the immune system, Brit. Poultry Science, 48: 525-537.
16- Lacey, J. M., and D. W. Wilmore. 1990. Is glutamine a conditionally essential amino acid? Nutrition Reviews, 48: 297–309.
17- Li, P. Y., Y. D. Li. W. K. Sung., and G. Wu. 2007. Amino acids and immune function British Journal of Nutrition, 98: 237–252.
18- Mok, E., and R. Hankard. 2011. Glutamine Supplementation in Sick Children: Is It Beneficial? Journal of Nutrition, Met. Review Article.1-41.
19- Newsholme, p., J. procopio, M. M. R. Lima., T. C. Curi., and R. Curi. 2003. Glutamine and Glutamate – their central role in cell metabolism and function. Cell Biochemistry & Function, 21: 1-9.
20- Ross 308, Broiler Management Manual. Nutrition Specification. 2007. Aviagen limited. Newbridge, Midlothin. UK.
21- Safamehr, A., A. Kheiri., and A. Nobakht. 2011. Investigation of the effects of recommended levels of nutrients on performance and carcass traits of Ross broiler chicks. Iranian Journal of Animal Science Research, 21 (1): 1-14. (In Persian).
22- Sakamoto, M. I., A. E. Murakami., T. G. V. Silveira., J. I. M. Fernandes., and C. A. L. Oliveira. 2006. Influence of Glutamine and Vitamin E on the Performance and the Immune Responses of Broiler Chickens. Brazilian

Journal of Poultry Science, 8:4. 243-249.
23- SAS Institute. 2003. SAS User's Guide: Statistics. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
24- Soltan, M. A. 2009. Influence of Dietary Glutamine Supplementation on Growth Performance, Small Intestinal Morphology, Immune Response and Some Blood Parameters of Broiler Chickens. International Journal of Poultry Science, 8 (1): 60-68.
25- Souba, W. W. 1993. Intestinal glutamine metabolism and nutrition. The Journal of Nutritional Biochemistry, 4: 2–8.
26- Suchner, U. K., S. Kuhn., and P. Fürst. 2000. The scientific basis of immunonutrition. Proceedings of the Nutrition Society, 59. 553–563.
27- Tella, J. L., N. J, Lemus., A. M. Carrete., and G. Blanco. 2008. The PHA test reflects acquired T- cell mediated immunocompetence in birds. Public Library of Science ONE, 3(9): e3295.
28- Thornton, S. A., A. corzo., G.T. Pharr., W. A. Dozier., D. M. Miles., and M. T. Kidd. 2006. Valine requirements for immune and growth responses in broilers from 3 to 6 weeks of age. British Poultry Science, 47: 190-199.
29- Wu G .2009. Amino acids: metabolism, functions, and nutrition. Amino Acids 37:1–17.
30- Wu G. 2010. Functional amino acids in growth, reproduction and health. Advances in Nutrition, 1: 31-37.
31- Wu, G., and C. J. Meininger. 2002. Regulation of nitric oxide synthesis by dietary factors. Annual Review of Nutrition, 22: 61–86.
32- Xiao-Ying, D., Y. Chu-Fen., T. Sheng-Qiu., J. Qing-Yan., and Z. Xiao-Ting. 2010. Effect and Mechanism of Glutamine on Productive Performance and Egg Quality of Laying Hens. Asian Australasian Journal of Animal Sciences, 23: 8: 1049 – 1056.
33- Yi, G. F., G. L. Allee., C. D. Knight., and J. J. Dibner. 2005. Impact of Glutamine and Oasis Hatchling Supplement on Growth Performance, Small Intestinal Morphology, and Immune Response of Broilers Vaccinated and Challenged with Eimeria maxima. Poultry Science, 84:283–293.
34- Yoneda, J. A., and K., Takehana. 2009. Regulatory roles of amino acids in immune response. Current Rheumatology Reviews, 5: 252-258.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 8, No. 2, Summer 2016, p. 284-297

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۸، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۵، ص. ۲۹۷-۲۸۴

Effect of Nutrient Dilution and Glutamine Supplementation on Growth Performance, Small Intestine Morphology and Immune Response of Broilers

M. Olyayee[1]*- A. Golian[2]- A. R. Haghparast[3] - M. R. Bassami[4] - A. R. Heravi Moussavi[5]

Received: 02-11-2013
Accepted: 01-03-2014

Introduction Glutamine (Gln), a semi-essential or conditionally essential amino acid, is an abundant amino acid in plasma and skeletal muscle. It is the main energy substrate for cells that undergo intense replication, such as enterocytes, lymphocytes, macrophages, neutrophils and kidney cells and plays an important role in their function and homeostasis. Apart from providing nitrogen for protein synthesis, Gln is a precursor for nucleic acids, nucleotides, hexose amines, the nitric oxide precursor arginine (Arg), and the major antioxidant-glutathione. It plays a central role in nitrogen transport between tissues, specifically from muscle to gut, kidney, and liver. In addition to its role as a gluconeogenic substrate in the liver, kidney, and intestine, Gln is involved in the renal handling of ammonia, serving as a regulator of acid base homeostasis. So the aim of this study was to evaluate the effect of nutrient dilution and L- glutamine (Gln) supplementation on growth performance, intestine morphology and immune response of broilers during starter (0 to 10 days), growth (11 to 24 days) and finisher (25 to 42 days) periods.

Materials and methods A total of 320 one-day-old male Ross 308 broiler chicks were randomly assigned to eight treatments with 4 replicates and 10 chicks per each. In this study two levels of nutrient dilution (Ross 308 broiler nutrition recommendation and 5% diluted) and 4 levels of Gln supplementation (0, 0.5, 1 and 1.5%) were used in a completely randomized design as factorial arrangement 2×4. Growth performance was measured periodically. In order to investigate jejenual histomorphology such as villus height, depth of crypt, villus height to depth of crypt ratio, villus width, muscle layer thickness and epithelium thickness, on day 42 after 4 h fasting, one bird per each replicate was randomly selected, slaughtered and 1 cm of middle section of jejenum was cut. Cellular immune response was assessed in 40-d-old chick using the in vivo cutaneous basophilic hypersensitivity response lectin phytohaemagglutinin (PHA-P) and humoral immune response was evaluated by injection of 1 ml of 10 % suspension of sheep red blood cell (SRBC) on day 18. Primary immune response was measured after 6 (24 –day-old chick) and 12 (30 –day-old chick) days of the injection and secondary immune response was assessed on day 36 and 42 experiment.

Results and Discussion The results indicated that nutrient dilution and Gln supplementation significantly improved feed conversion ratio (FCR) in grower and finisher periods. Gln supplementation increased relative weights of jejunum, small intestine, thymus and bursa of fabricius. The nutrient dilution and Gln significantly affected villi height and crypt depth of jejunum. Gln is an important oxidative fuel for rapidly proliferating cells such as those of the gastrointestinal tract and immune system, reticulocytes, fibroblast. To study humoral immunity, the highest primary and secondary antibody response against Sheep red blood cell (SRBC) was seen in diets containing 1.5% Gln and the lowest was seen in control (without Gln supplementation). In cellular immunity determination, 24 h after subcutaneous injection of Phytohemagglutinin-P (PHA-P) revealed that Gln supplementation increased toe web thickness. Gln is known to modulate immune function. Glutamine is utilized at a high rate by cells of the immune system in culture and is required to support optimal lymphocyte proliferation and production of cytokines by lymphocytes and macrophages. More recently, Gln has also been shown to have anti-inflammatory effects, modulating cytokine production, both in vitro and in vivo, possibly through decreasing a major transcription factor regulating immune and inflammatory responses. In addition, it has been demonstrated that glutamine can modulate immune response by T cell activation. Therefore the increased toe web thickness after PHA-P injection can be explained by increasing T cell proliferation.

Conclusion The results of present study revealed that formulation of diets with Ross 308 nutrient

1- Assistant professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.
2, 5- Professor and Associate professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively,
3- Associate professor, Department of pathobiology, Faculty of veterinary medicine, Ferdowsi University of Mashhad, Iran,
4- Associate professor, Department of Clinical Sciences, Faculty of veterinary medicine, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
(*-Corresponding Author Email: majidolyayee@yahoo.com)

recommendation and 0.5% Gln supplementation improved growth performance and enhancement of immune system function was observed in chicks fed diet with 1% Gln supplementation and Ross 308 nutrient recommendation.

Key words: Broiler performance, Cellular immunity, Glutamine, Humoral immunity, Nutrient dilution.