



The Effect of Sodium Humate and Probiotic on Performance, Carcass traits, Immunological Indices and Gut Morphology in Broiler Chickens

Lida Eivollahi¹, Mohammad Taghi Ahady¹, Mahmood Sahraei²

¹Department of Biology, Ardabil Branch, Islamic Azad University, Ardabil, Iran

²Department of Animal Science Research, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ardabil, Iran

doi [10.22059/jvr.2018.252766.2765](https://doi.org/10.22059/jvr.2018.252766.2765)

J Vet Res, 74(4), 528-544

Abstract

BACKGROUND: In order to compensate for the elimination of antibiotics from the poultry industry, finding suitable alternatives to improve the productive traits and the health of the birds is essential. Among them, naturally occurring compounds and additives are one of the best options in this regard.

OBJECTIVES: The aim of this study was to evaluate the effects of sodium humate and probiotic application and their interactions on feeding broiler chicks on biochemical, immunological and blood metabolites of broiler chicks.

METHODS: 336 male broiler chicks (Ross 308) were used from 1 to 42 days old. A 3×2 factorial experiment on the basis of completely randomized design was done with four replications. Experimental factors were: three sodium humate levels (0, 0.35 and 0.45% of diet) and two probiotic levels (0 and 0.02% of diet).

RESULTS: The best feed conversion ratio was obtained at the finisher 1 and 2 and the whole period at the use of 0.35% of diet ($P \leq 0.05$). The highest live weight of the last course was obtained in the treatment of 0.35% sodium humate in diet ($P \leq 0.05$). The production index improved at a level of 0.35% of sodium humate compared to other treatments ($P \leq 0.05$). The percentage of carcass was higher in the group receiving probiotic and sodium humate than the control group. The abdominal fat pad percentage was lower in the probiotic and humate sodium group than in the control group ($P < 0.05$). In terms of interactions, villi length was highest in treatments receiving 0.35 of sodium humate and 0.02% of probiotic in diet, as well as 0.45% of sodium humate and 0.02% probiotic in diet ($P < 0.05$). The highest levels of SRBC and G-type immunoglobulin were obtained in groups receiving 0.45% sodium humate and 0.02% probiotic in diet.

CONCLUSIONS: In conclusion, use of sodium humate about 0.35% and probiotic 0.02% in diet of broiler chicks improves the growth performance, carcass traits and morphological characteristics of the intestine.

Keywords: Sodium humate, Probiotic, Broiler Chicken, Performance, Immunity, Gut morphology

Copyright © 2019. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution- 4.0 International License which permits Share, copy and redistribution of the material in any medium or format or adapt, remix, transform, and build upon the material for any purpose, even commercially.

Corresponding author's email: mot_ahadi@iauardabil.ac.ir Tel/Fax: 045-33728020, 33727799

How to cite this article:

Eivollahi, L., Ahady, M.T., Sahraei, M. (2019). The Effect of Sodium Humate and Probiotic on Performance, Carcass traits, Immunological Indices and Gut Morphology in Broiler Chickens. J Vet Res, 74(4), 528-544. <https://10.22059/jvr.2018.252766.2765>

Figure Legends and Table Captions

Table 1. Feed ingredients and experimental diets.

Table 2. Effects of different levels of sodium humate, probiotic and interaction effects of them on weight gain and feed intake in broiler chickens.

Table 3. Effects of different levels of sodium humate, probiotic and interaction effects of them on feed conversion ratio in broiler chickens.

Table 4. Effects of different levels of sodium humate, probiotic and interaction effects of them on live weight and production index in broiler chickens.

Table 5. Effects of different levels of sodium humate, probiotic and interaction effects of them on carcass relative weight and parts of them (%).

Table 6. Effects of different levels of sodium humate, probiotic and interaction effects of them on relative weight of internal organs (%).

Table 7. Effects of different levels of sodium humate, probiotic and interaction effects of them on relative weight (%) of immuno organs and on SRBC reaction and Newcastle- Influenza against titer antibody(log2).

Table 8. Effects of different levels of sodium humate, probiotic and interaction effects of them on intestinal morphology (µm).



اثرات هیومات سدیم و پروبیوتیک بر عملکرد، خصوصیات لاشه، ایمنی و مورفولوژی روده در جوجه‌های گوشتی

لیدا ایواللهی^۱، محمدتقی احدی^۱، محمود صحرائی^۲

^۱گروه زیست شناسی، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران

^۲بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران

doi: [10.22059/jvr.2018.252766.2765](https://doi.org/10.22059/jvr.2018.252766.2765)

تاریخ دریافت: ۱۲ تیرماه ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: ۲۰ شهریور ماه ۱۳۹۸ تاریخ انتشار آنلاین: ۰۱ آذر ماه ۱۳۹۸

چکیده

زمینه مطالعه: برای حذف آنتی‌بیوتیک‌ها از صنعت پرورش طیور، یافتن جایگزین‌هایی مناسب برای بهبود صفات تولیدی و سلامتی پرنده امری ضروری است. در این میان، ترکیبات و مواد افزودنی با منشاء طبیعی یکی از بهترین گزینه‌ها در این رابطه محسوب می‌شوند.

هدف: بررسی تأثیر کاربرد هیومات سدیم و پروبیوتیک و برهمکنش آن‌ها در تغذیه جوجه‌های گوشتی روی شاخص‌های عملکردی، خصوصیات لاشه، فراسنجه‌های مورفولوژیکی روده و ایمنی در جوجه‌های گوشتی بود.

روش کار: برای این منظور از ۳۳۶ قطعه جوجه گوشتی جنس نر سویه راس ۳۰۸ از سن ۱ الی ۴۲ روزگی در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل ۲×۳ در ۴ تکرار ۱۴ قطعه‌ای استفاده به عمل آمد، دو فاکتور آزمایشی شامل هیومات سدیم (حامی دام) در سه سطح صفر، ۰/۳۵ و ۰/۴۵ و پروبیوتیک در دو سطح صفر و ۰/۰۲ درصد جیره غذایی بود.

نتایج: نتایج نشان داد که ضریب تبدیل غذایی تحت تأثیر اثرات اصلی افزودن هیومات سدیم و پروبیوتیک در دوره‌های آغازین و رشد قرار ندارد ($P > 0.05$)، لیکن ضریب تبدیل غذایی کل دوره، وزن زنده پایان دوره و شاخص تولید در تیمار دریافت کننده هیومات سدیم به میزان ۰/۳۵ درصد جیره بهتر از سایرین بود ($P < 0.05$)، وزن نسبی لاشه در تیمارهای دریافت کننده پروبیوتیک و هیومات سدیم نسبت به گروه شاهد از لحاظ آماری بیشتر بود و از میزان چربی حفره بطنی کمتری نسبت به شاهد برخوردار بودند ($P < 0.05$)، هم‌چنین وزن نسبی روده در گروه دریافت کننده پروبیوتیک و هیومات سدیم از لحاظ آماری کمتر از گروه شاهد بود ($P < 0.05$)، ولی وزن نسبی سایر اندام‌های داخلی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نداشت ($P > 0.05$)، بیشترین میزان تیترا در واکنش به SRBC و ایمونوگلوبولین نوع G در تیمارهای دریافت کننده جیره حاوی ۰/۴۵ درصد هیومات سدیم و ۰/۰۲ درصد پروبیوتیک حاصل گردید ($P < 0.05$).

نتیجه‌گیری نهایی: استفاده از سطوح ۰/۳۵ درصد هیومات سدیم و ۰/۰۲ درصد پروبیوتیک در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی باعث بهبود عملکرد رشد، خصوصیات لاشه و فراسنجه‌های مورفولوژیکی روده می‌گردد.

کلمات کلیدی: هیومات سدیم، پروبیوتیک، جوجه گوشتی، عملکرد، ایمنی، مورفولوژی روده

کپی‌رایت © تحقیقات دامپزشکی: دسترسی آزاد؛ کپی‌برداری، توزیع و نشر برای استفاده کامل با ذکر منبع آزاد است.

نویسنده مسئول: محمدتقی احدی، گروه زیست شناسی، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران

پست الکترونیکی: mot_ahadi@iauardabil.ac.ir

مقدمه

از مصرف کمتر و یا حذف آنتی‌بیوتیک‌ها از صنعت پرورش طیور، یافتن جایگزین‌هایی مناسب برای بهبود صفات تولیدی و سلامتی پرنده امری ضروری است. در این میان، ترکیبات و مواد افزودنی با منشاء طبیعی یکی از بهترین گزینه‌ها در این رابطه محسوب می‌شوند چون در طبیعت یافت شده و اثرات زیانباری در پی

امروزه به دلیل نگرانی‌های ایجاد شده در مورد پیدایش باکتری‌های بیماری‌زای مقاوم به آنتی‌بیوتیک، استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها به عنوان عوامل محرک رشد محدود و در بسیاری موارد ممنوع شده است هر چند که در مواقع بروز بیماری هم‌چنان از آنتی‌بیوتیک‌ها استفاده می‌گردد، لیکن برای جبران خلاء ناشی

و انتهای روده باریک می‌شود. انتظار می‌رود که تغییرات حاصله موجب بهبود هضم و جذب در دیواره روده می‌گردد (۳۷). برای این اساس با توجه به وجود چنین خصوصیات مطلوبی در مواد هیومیک و پروبیوتیک، کاربرد همزمان مواد هیومیک و پروبیوتیک‌ها می‌تواند جنبه‌های جدیدی در تحقیقات علوم زیستی باشد. لیکن این تحقیق با هدف تجمیع اثرات مفید مواد هیومیکی و پروبیوتیک در تغذیه جوجه‌های گوشتی و ارزیابی اثرات هم‌کوشی احتمالی بین آن‌ها بر عملکرد تولیدی، ایمنی، خصوصیات لاشه و فراسنجه‌های مورفولوژیکی روده انجام گردید.

مواد و روش کار

در این آزمایش از ۳۳۶ قطعه جوجه گوشتی جنس نر سویه تجاری راس ۳۰۸ استفاده شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی به روش فاکتوریل ۳×۲ در ۴ تکرار از سن صفر الی ۴۲ روزگی انجام شد. فاکتورهای آزمایشی شامل هیومات سدیم (خریداری شده از شرکت گل‌سنگ کویر یزد با نام تجاری حامی دام) در سه سطح صفر، ۰/۳۵ و ۰/۴۵ درصد جیره و مکمل پروبیوتیک مخلوط در دان طیور از نوع Bio-Poul حاوی *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus*, *Bacillus subtilis*, *Pediococcus acidilactici*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*, *Bifidobacterium bifidum*, *Lactobacillus casei rhamnosus* Prebiotics: FOS, Yeast, *Saccharomyces cerevisiae* Filler & Carrier: Permeate Powder, Calcium Carbonate و Total Count: CFU/g $10^9 \times 2$ در دو سطح صفر و ۰/۰۲ درصد جیره غذایی بود. جیره‌های آزمایشی تنظیم شده براساس راهنمای پرورش سویه تجاری راس ۳۰۸ (۲۰۱۴) با انرژی و پروتئین خام یکسان ولی متفاوت از نظر میزان هیومات سدیم و پروبیوتیک استفاده شد (جدول ۱). هیومات سدیم مورد استفاده در آزمایش مکمل آلی - معدنی با منشاء طبیعی هیومیک بود که ترکیبات آن شامل رطوبت ۱۱/۵ درصد، pH ۷/۶۱، کربن کل ۳۵ درصد، ماده آلی کل ۷۰ درصد، کربن هیومیک اسید (C-HA)، کربن فولویک اسید (C-FA) کمتر از ۰/۱ درصد، ماده هیومیک (HM) ۴۲ درصد، نیترژن کل ۰/۹۳ درصد، پتاسیم کل (K2O) ۰/۵ درصد، فسفر (P2O5) ۰/۱۲ درصد، گوگرد (SO3) ۱/۵ درصد، کلسیم (CaO) ۰/۵ درصد، منیزیم (MgO) ۰/۳۲ درصد، سدیم (Na) ۱۸/۲۰ گرم در کیلوگرم، مس (Cu) ۳۶/۲۰ قسمت در میلیون، آهن (Fe) ۱۴/۲۰ گرم در کیلوگرم و منگنز (Mn) ۳۲/۲۰ قسمت در میلیون می‌باشد، که توسط شرکت گل‌سنگ کویر یزد تولید می‌شود. این مکمل، ملح سدیم هیومیک

نخواهند داشت (۲۸). برای این اساس جستجو برای افزودنی‌های دیگری غیر از آنتی‌بیوتیک‌ها به عنوان جایگزین مد نظر صنعت پرورش طیور است، که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به اسیدهای ارگانیک مانند استیک، پروپیونیک، لاکتیک، فوماریک و هیومیک اسید یا ترکیبات تجاری آن در کنار سایر افزودنی‌های غذایی مانند پروبیوتیک‌ها، پری‌بیوتیک‌ها و فایتوژنیک‌ها اشاره کرد (۷، ۱۰، ۱۳، ۲۴، ۲۵). مواد هیومیک و یا هیومات‌ها ترکیبات آلی طبیعی هستند که با تجزیه مواد آلی (هیومیفیکاسیون) در خاک به وجود می‌آیند و ۵۰ تا ۹۰ درصد از ماده آلی پیت، لیگنیت‌ها، ساپرویل‌ها و ماده آلی غیرزنده اکوسیستم‌های خاک و آب را تشکیل می‌دهند (۳۶). مواد هیومیک در واقع طیف وسیعی از ترکیبات آلی - معدنی گوناگون نظیر اسیدهای آمینه، پپتیدها، فنول‌ها، آلدئیدها و اسیدهای نوکلئیک در پیوند با انواع کاتیون‌ها می‌باشند که مجموعاً ترکیب بسیار پیچیده و شگفت‌انگیزی را ساخته‌اند که می‌توانند میلیون‌ها سال در طبیعت دوام بیاورد و اعمال بسیار شگرفی انجام دهد که قابل قیاس با هیچ ترکیب دیگری نیست و به عنوان ترکیبات محرک رشد در خوراک و آب مصرفی طیور قابلیت استفاده دارند (۲، ۲۸). اگرچه هنوز مکانیسم دقیق عملکرد مواد هیومیکی در طیور به طور واضح مشخص نشده است لیکن مصرف این ترکیبات باعث بهبود قابلیت هضم و جذب مواد مغذی، رشد و ضریب تبدیل غذایی و پایداری فلورمیکروبی روده، تقویت سیستم ایمنی، کاهش وقوع اسهال و محدود کردن تشکیل رادیکال‌های آزاد در حیوان می‌گردند (۲۰، ۱۱). پروبیوتیک‌ها به ارگانسیم‌های زنده‌ای اطلاق می‌گردند که برای حیوان میزبان خود اثرات سودمندی دارند و توازن میکروبی روده‌ای را بهبود می‌بخشند، پروبیوتیک‌ها با کنترل باکتری‌های بیماری‌زا موجب برقراری یک محیط سالم در روده و برقراری توازن در میکروفلور روده می‌شوند (۳، ۱۰). هم‌چنین پروبیوتیک‌ها دارای عملکردهای فیزیولوژیکی در دستگاه گوارش هستند که شامل فرایندهای هضم، جذب و دفع می‌باشند (۹). Mountzouris و همکاران در سال ۲۰۱۰ گزارش کردند که قابلیت هضم کلی مواد مغذی در دستگاه گوارش و انرژی قابل متابولیسم ظاهری در جوجه‌های گوشتی با افزودن پروبیوتیک بهبود می‌یابد (۲۶). چندین مطالعه نشان داده‌اند که افزودن پروبیوتیک‌ها به جیره غذایی جوجه‌های گوشتی به بهبود عملکرد از طریق بهبود میکروفلور دستگاه گوارش و پارامترهای مورفولوژیکی دستگاه گوارش می‌انجامد (۲۹، ۳۲). مصرف پروبیوتیک‌ها در جیره غذایی طیور باعث افزایش طول ویلی‌های ابتدای روده و افزایش عمق کریپت‌های لیبرکون در ابتدا

شده و سرم جدا گردید در نهایت تیتراژ آنتی بادی تولید شده علیه SRBC با استفاده از روش (۴) اندازه گیری شد، برای اندازه گیری ایمنوگلوبولین G از مرکاپتواتانول ۰/۱ مولار استفاده شد. ذکر این نکته لازم است که از تفریق ایمنوگلوبولین G از عدد کل، مقدار ایمنو گلوبولین M حاصل شد (۴).

تیتراژ آنتی بادی در واکنش به تزریق واکسن دوگانه

نیوکاسل - آنفلوانزا: در سن ۱۲ روزگی به جوجه‌ها آنتی ژن‌های نیوکاسل و آنفلوانزا با استفاده از واکسن دوگانه نیوکاسل - آنفلوانزا روغنی تزریق گردید. در سن ۴۰ روزگی (۴ هفته پس از تزریق آنتی ژن) خونگیری از سیاهرگ بال جوجه‌ها به تعداد یک نمونه از هر تکرار، انجام گردید و سرم هر نمونه در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد جداسازی گردید. با استفاده از کیت، غلظت آنتی بادی‌های تولید شده بر ضد آنتی ژن‌های نیوکاسل و آنفلوانزا اندازه‌گیری گردید و بر اساس ممانعت از هم‌آگلوتیناسیون لگاریتم نسبت رقیق کردن سرم در مبنای ۲ محاسبه گردید.

آنالیز آماری: آنالیز داده‌های حاصل از این آزمایش با

استفاده از رویه GLM نرم افزار (SAS 9.1) براساس مدل کاملاً تصادفی به روش فاکتوریل انجام گردید. این مدل شامل اثرات هیومات سدیم، پروبیوتیک و اثرات متقابل بین آن‌ها بود و مقایسه میانگین جیره‌های آزمایشی مختلف با تست دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید.

$$Y_{ijk} = \mu + H_i + P_j + H_i \times P_j + e_{ijk}$$

Y_{ijk} = هر یک از مشاهدات

H_i = اثر هیومات سدیم P_j = اثر پروبیوتیک

$H_i \times P_j$ = اثرات متقابل هیومات سدیم و پروبیوتیک

μ = میانگین کل e_{ij} = خطای آزمایش

نتایج

مطابق جدول ۲، افزایش وزن دوره آغازین، رشد و پایانی ۱ تحت تاثیر اثرات مصرف سطوح مختلف هیومات سدیم و پروبیوتیک و اثرات متقابل بین آن‌ها نبود، لیکن میزان افزایش وزن در دوره پایانی ۲ در گروه تغذیه شده با سطح ۰/۳۵ درصد جیره و کل دوره نسبت به گروه بدون افزودن هیومات سدیم از لحاظ آماری بیشتر بود ($P < 0/05$) مصرف سطح ۰/۰۲ درصد پروبیوتیک در جیره غذایی اثرات معنی‌داری بر میزان افزایش وزن در دوره‌های مختلف نداشت. همچنین این صفت تحت تاثیر اثرات

اسید (هیومات سدیم) است که برای نخستین بار در کشور برای دام، طیور و آبزیان تولید می‌گردد. در طی دوره آزمایش جوجه‌ها به صورت آزاد به آب و غذا دسترسی داشته و از برنامه نوری ۲۳ روزه و ۱ ساعت تاریکی در سالن آزمایش استفاده شد و برنامه‌های واکسیناسیون و بهداشتی مطابق توصیه شبکه دامپزشکی استان اردبیل انجام شد. برای ارزیابی صفات تولیدی شامل خوراک مصرفی، افزایش وزن، ضریب تبدیل غذایی و درصد تلفات به صورت هفتگی و شاخص کارایی تولید در آخر دوره آزمایش مطابق فرمول زیر محاسبه شد:

$$100 \times \left[\frac{\text{ضریب تبدیل غذایی} \times \text{سن به روز}}{\text{وزن زنده به کیلوگرم} \times \text{درصد زنده مانی}} \right] = \text{شاخص کارایی تولید}$$

در روز پایانی آزمایش (۴۲ روزگی) از هر تکرار دو قطعه پرنده که به میانگین وزنی تکرار مورد نظر نزدیک بود، جهت کشتار انتخاب و بعد از کشتار، محتویات داخلی لاشه خارج شده و وزن لاشه، ران، سینه، چربی حفره بطنی اندازه‌گیری و وزن نسبی آن‌ها نسبت به وزن زنده محاسبه شد.

برای مطالعات بافت‌شناسی، پس از تمیز کردن آلودگی‌ها از سطح خارجی روده یک قطعه بافتی در حدود ۲/۵ سانتی‌متر از قسمت میانی ژژنوم برداشته شده و بعد از شستشو با محلول سالین ۰/۹ درصد در محلول ۱۰ درصد فرمالین تا زمان مطالعه قرار داده شد. پس از آن، بافت‌ها با آب مقطر شستشو داده شده و به مدت یک ساعت در اتانول ۳۰ و ۵۰ درصد قرار گرفتند. سپس بافت‌ها در پارافین قالب‌گیری شده و برش‌هایی به قطر ۵ میکرومتر تهیه شده و بعد برش‌ها روی لام‌های شیشه‌های قرار گرفته و با اتوزین و هماتوکسیلین رنگ‌آمیزی شدند. سپس طول، عرض و عمق کریپت برای ۳ پرز از هر نمونه بافت در زیر میکروسکوپ با استفاده از نرم افزار متامورف اندازه‌گیری و برای مطالعات بافت‌شناسی استفاده شد (۱۷).

ارزیابی سیستم ایمنی-واکنش به SRBC: به منظور

بررسی وضعیت سیستم ایمنی پرندگان مورد مطالعه، تغییرات تیتراژ آنتی‌بادی با تزریق گلبول قرمز خون گوسفند (۲ درصد) به‌عنوان یک آنتی‌ژن غیر بیماری‌زا، مورد بررسی قرار گرفت. مقدار ۰/۵ میلی‌لیتر سوسپانسیون ۲ درصد گلبول قرمز خون گوسفند به ورید بال ۲ جوجه از هر تکرار در ۲۶ روزگی تزریق شد و ۷ روز پس از تزریق در ۳۲ روزگی از جوجه‌ها خونگیری به عمل آمد. نمونه‌های خون به مدت ۱ روز در شرایط آزمایشگاهی نگهداری شد و سرم خون جدا شد (خون به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ

مصرف پروبیوتیک و هیومات سدیم قرار داشت، به طوری که در گروه مصرف کننده پروبیوتیک و هیومات سدیم درصد چربی بطنی نسبت به گروه شاهد کمتر بود ($P < 0/05$). لیکن وزن نسبی ران و سینه تحت تاثیر اثرات پروبیوتیک و هیومات سدیم قرار نداشت ($P > 0/05$). وزن نسبی اجزای لاشه تحت تاثیر اثرات متقابل استفاده از پروبیوتیک و هیومات سدیم قرار نداشت ($P > 0/05$). لیکن بیشترین وزن نسبی لاشه و کمترین درصد چربی حفره بطنی در تیمار دریافت کننده ۰/۰۲ درصد و ۰/۳۵ درصد هیومات سدیم در جیره حاصل گردید ($P < 0/05$).

مطابق جدول ۶، اثرات افزودن پروبیوتیک و هیومات سدیم به صورت تک به تک و یا ترکیبی به غیر از وزن نسبی روده کوچک، بر سایر اندام‌های داخلی تاثیری نداشت ($P > 0/05$). لیکن وزن نسبی روده در گروه دریافت کننده پروبیوتیک و هیومات سدیم کمتر از گروه شاهد بود ($P < 0/05$). با وجود این، این صفت تحت تاثیر اثرات متقابل افزودن هیومات سدیم و پروبیوتیک قرار نداشت ($P > 0/05$).

همان طوری که در جدول ۷ مشاهده می‌گردد، وزن نسبی اندام‌های دخیل در ایمنی از قبیل طحال، تیموس و بورس تحت تاثیر اثرات افزودن پروبیوتیک و هیومات سدیم و اثرات متقابل آن‌ها قرار نداشت ($P > 0/05$). مطابق جدول ۷، میزان تیتر آنتی‌بادی در واکنش به سلول گلبول‌های قرمز سرم گوسفندی و هم‌چنین میزان ایمنوگلوبولین نوع G تحت تاثیر اثرات افزودن هیومات سدیم و پروبیوتیک قرار داشت، به طوری که بیشترین میزان تیتر SRBC و ایمنوگلوبولین نوع G در گروه‌های دریافت کننده سطح ۰/۴۵ درصد هیومات سدیم و ۰/۰۲ درصد در جیره حاصل گردید ($P < 0/05$). لیکن سایر معیارهای سنجش سیستم ایمنی از قبیل ایمنوگلوبولین نوع M و میزان تیتر آنتی‌بادی تولیدی در واکنش به واکسن نیوکاسل و آنفلوانزا تحت تاثیر اثرات اصلی افزودن پروبیوتیک و هیومات سدیم و اثرات متقابل بین آن‌ها قرار نداشت ($P < 0/05$).

مطابق جدول ۸، فراسنجه‌های مورفولوژیکی روده از قبیل طول ویلی، عرض ویلی، عمق کریپت، طول ویلی به عمق کریپت تحت تاثیر اثرات اصلی افزودن پروبیوتیک و هیومات سدیم و اثرات متقابل بین آنها قرار داشت. به طوری که طول ویلی، عرض ویلی و طول ویلی به عمق کریپت در تیمارهای دریافت کننده پروبیوتیک و هیومات سدیم نسبت به گروه شاهد بیشتر و عمق کریپت در تیمارهای دریافت کننده پروبیوتیک و هیومات سدیم

متقابل سطوح مختلف هیومات سدیم و پروبیوتیک قرار نداشت ($P > 0/05$). از لحاظ خوراک مصرفی در دوره آغازین فقط تیمار فاقد هیومات سدیم از لحاظ آماری بیشتر از سایر تیمارها بود ($P < 0/05$). در دوره آغازین خوراک مصرفی تحت تاثیر اثرات اصلی مصرف سطوح مختلف پروبیوتیک و اثرات متقابل سطوح مختلف هیومات سدیم در پروبیوتیک قرار نگرفت ($P > 0/05$). هم‌چنین خوراک مصرفی در دوره رشد، پایانی ۱، پایانی ۲ و کل دوره تحت تاثیر اثرات اصلی هیومات سدیم، پروبیوتیک و اثرات متقابل بین آن‌ها قرار نداشت ($P > 0/05$). ضریب تبدیل غذایی تحت تاثیر اثرات اصلی افزودن هیومات سدیم و پروبیوتیک در دوره‌های آغازین و رشد قرار نداشت ($P > 0/05$). لیکن ضریب تبدیل غذایی در پایانی ۱ و ۲ و کل دوره تحت تاثیر اثرات اصلی هیومات سدیم قرار داشت ($P < 0/05$)، به طوری که کمترین و بهترین ضریب تبدیل غذایی به هنگام استفاده از هیومات سدیم به میزان ۰/۳۵ درصد در جیره حاصل گردید ($P > 0/05$). اما ضریب تبدیل غذایی در دوره‌های مذکور تحت تاثیر اثرات افزودن پروبیوتیک و اثرات متقابل هیومات سدیم و پروبیوتیک قرار نداشت ($P > 0/05$). درصد تلفات تحت تاثیر اثرات اصلی هیومات سدیم قرار نداشت، لیکن تلفات دوره رشد تحت تاثیر اثرات مصرف پروبیوتیک قرار داشت و در گروه بدون پروبیوتیک نسبت به گروه دریافت کننده ۰/۰۲ درصد از پروبیوتیک در جیره بیشتر بود ($P > 0/05$). وزن زنده در سنین مختلف تحت تاثیر اثرات اصلی و متقابل هیومات سدیم و پروبیوتیک قرار نداشت ($P > 0/05$), لیکن وزن زنده آخر دوره تحت تاثیر اثرات سطوح مختلف هیومات سدیم قرار گرفت، به نحوی که بیشترین مقدار آن در تیمار دریافت کننده سطح ۰/۳۵ درصد در جیره قرار گرفت ($P > 0/05$). شاخص تولید در نتیجه استفاده از ۰/۳۵ درصد هیومات سدیم در جیره غذایی نسبت به سایر تیمارها بهبود نشان داد ($P > 0/05$). ولی این صفت متأثر از سطوح مختلف پروبیوتیک و اثرات متقابل پروبیوتیک و هیومات سدیم نبود ($P > 0/05$) (جدول ۴).

تأثیر سطوح مختلف هیومات سدیم، پروبیوتیک و اثرات متقابل بین آن‌ها بر وزن نسبی اجزای لاشه در جدول ۵ ارائه شده است، وزن نسبی لاشه و اجزای آن از قبیل درصد لاشه، ران، سینه و چربی بطنی تحت تاثیر اثرات افزودن پروبیوتیک و هیومات سدیم قرار داشت، به طوری که درصد لاشه در گروه دریافت کننده پروبیوتیک و هیومات سدیم نسبت به گروه شاهد بیشتر بود ($P < 0/05$). هم‌چنین میزان چربی حفره بطنی تحت تاثیر اثرات

کننده ۰/۳۵ درصد و ۰/۴۵ درصد هیومات سدیم باضافه ۰/۰۲ درصد پروبیوتیک در جیره از لحاظ آماری کمتر از سایر تیمارها بود ($P < 0/05$). طول ویلی به عمق کریپت از لحاظ آماری در تیمارهای دریافت کننده سطح ۰/۳۵ درصد و ۰/۴۵ درصد کیلوگرم هیومات سدیم باضافه ۰/۰۲ درصد پروبیوتیک در تن جیره بیشتر از سایر تیمارها بود ($P < 0/05$).

نسبت به گروه شاهد از لحاظ آماری کمتر بود ($P < 0/05$). از نظر اثرات متقابل، طول ویلی در تیمارهای دریافت کننده ۰/۳۵ درصد هیومات سدیم و ۰/۰۲ درصد پروبیوتیک در تن جیره و هم‌چنین ۰/۴۵ درصد هیومات سدیم و ۰/۰۲ درصد پروبیوتیک جیره بیشترین مقدار بود ($P < 0/05$). عرض ویلی از نظر اثرات متقابل در گروه دریافت کننده ۰/۳۵ درصد هیومات سدیم و ۰/۰۲ درصد پروبیوتیک در جیره بیشتر بود. عمق کریپت در تیمارهای دریافت

جدول ۱. اقلام خوراکی و جیره‌های آزمایشی.

| پایانی ۲ (۳۶-۴۲ روزگی) | پایانی ۱ (۳۵-۲۵ روزگی) | رشد (۲۴-۱۱ روزگی) | آغازین (۰-۱۰ روزگی) | جیره های آزمایشی اقلام خوراکی (درصد) |
|-----------------------------|---------------------------|----------------------|------------------------|--|
| ۶۱/۱۵ | ۵۹/۵۰ | ۵۵/۲۴ | ۵۵/۰۰ | ذرت |
| ۳۰/۹۱ | ۳۲/۴۰ | ۳۶/۱۰ | ۳۵/۰۰ | کنجاله سویا |
| ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۳/۵۰ | پودر ماهی |
| ۴/۰۲ | ۳/۵۶ | ۳/۷۰ | ۲/۰۰ | روغن سویا |
| ۱/۵۰ | ۱/۵۰ | ۱/۶۰ | ۱/۴۵ | کربنات کلسیم |
| ۱/۱۰ | ۱/۵۰ | ۱/۷۰ | ۰/۲۵ | دی کلسیم فسفات |
| ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۰ | نمک |
| ۰/۰۰ | ۰/۱۰ | ۰/۲۳ | ۰/۲۰ | ال- لیزین |
| ۰/۰۷ | ۰/۱۰ | ۰/۱۸ | ۰/۲۰ | دی‌ال- متیونین |
| ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | مکمل ویتامین* |
| ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | مکمل مواد معدنی** |
| ۰/۵۰ | ۰/۵۰ | ۰/۵۰ | ۰/۵۰ | ماسه*** |
| ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | جمع |
| مواد مغذی محاسبه شده | | | | |
| ۸۶/۷۵ | ۸۶/۴۹ | ۸۶/۱۷ | ۸۶/۴۸ | ماده خشک (درصد) |
| ۳۱۰۰ | ۳۰۰۵ | ۳۰۰۰ | ۲۹۱۰ | انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری/کیلوگرم) |
| ۱۸/۷۱ | ۱۹/۵۴ | ۲۰/۸۰ | ۲۲/۰۳ | پروتئین خام (درصد) |
| ۱/۰۰ | ۱/۰۰ | ۱/۰۷ | ۱/۰۹ | کلسیم (درصد) |
| ۰/۴۶ | ۰/۴۳ | ۰/۴۸ | ۰/۵۰ | فسفر (درصد) |
| ۰/۹۳ | ۱/۰۹ | ۱/۲۹ | ۰/۵۹ | متیونین (درصد) |
| ۰/۳۹ | ۰/۴۲ | ۰/۵۱ | ۱/۴۰ | لیزین (درصد) |
| ۰/۷۱ | ۰/۷۲ | ۰/۸۵ | ۰/۹۳ | متیونین + سیستین (درصد) |

*مکمل ویتامین در کیلوگرم جیره حاوی: ۳۵۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۱۰۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D₃، ۹۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین E، ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین K₃، ۹۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B₁، ۳۳۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B₂، ۵۰۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B₃، ۱۵۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B₅، ۱۵۰ میلی‌گرم ویتامین B₆، ۵۰۰ میلی‌گرم ویتامین B₉، ۷/۵۰ میلی‌گرم ویتامین B₁₂، ۲۵۰۰۰۰ میلی‌گرم کولین، ۵۰۰ میلی‌گرم بیوتین. ** مکمل معدنی در کیلوگرم جیره حاوی: ۵۰۰۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۲۵۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۵۰۰۰۰ میلی‌گرم روی، ۵۰۰۰۰ میلی‌گرم مس، ۵۰۰ میلی‌گرم ید، ۱۰۰ میلی‌گرم سلنیوم. *** به عنوان مواد حجیم جهت افزودن هیومات سدیم و پروبیوتیک استفاده شد.

جدول ۲. اثرات سطوح مختلف هیومات سدیم، پروبیوتیک و اثرات متقابل آن‌ها بر افزایش وزن و خوراک مصرفی در جوجه‌های گوشتی.

| صفات تیمارها | افزایش وزن (گرم) | | | | | خوراک مصرفی (گرم) | | | | |
|---|------------------|-------|----------|---------------------|----------------------|--------------------|--------|----------|----------|---------|
| | آغازین | رشد | پایانی ۱ | پایانی ۲ | کل دوره | آغازین | رشد | پایانی ۱ | پایانی ۲ | کل دوره |
| هیومات سدیم (درصد) | | | | | | | | | | |
| صفر | ۱۶۰/۵ | ۶۵۷/۶ | ۸۲۹/۸ | ۶۹۰/۷ ^b | ۲۳۳۸/۶ ^b | ۲۱۱/۱ ^a | ۱۰۵۷/۰ | ۱۵۷۵/۳ | ۱۶۰۶/۶ | ۴۴۵۰/۰ |
| ۰/۳۵ | ۱۵۵/۴ | ۶۴۷/۰ | ۸۴۹/۹ | ۸۲۲/۵ ^a | ۲۴۷۴/۸ ^a | ۱۹۵/۲ ^b | ۱۰۰۳/۹ | ۱۴۰۹/۳ | ۱۷۳۶/۶ | ۴۳۴۵/۰ |
| ۰/۴۵ | ۱۵۲/۰ | ۶۴۵/۷ | ۸۱۹/۶ | ۷۷۸/۰ ^{ab} | ۲۳۹۵/۳ ^{ab} | ۱۸۹/۴ ^b | ۱۰۱۴/۶ | ۱۵۰۲/۶ | ۱۷۶۴/۴ | ۴۴۷۰/۹ |
| SEM | ۰/۰۴ | ۰/۰۱ | ۰/۰۷ | ۰/۰۵ | ۰/۱۵ | ۵/۴۰ | ۱۵/۵۰ | ۰/۱۰ | ۳۶/۹۰ | ۳۶/۹۰ |
| P - value | ۰/۵۴ | ۰/۸۳ | ۰/۶۴ | ۰/۰۵ | ۰/۰۵ | ۰/۰۱ | ۰/۰۳ | ۰/۲۷ | ۰/۲۵ | ۰/۴۱ |
| پروبیوتیک (درصد) | | | | | | | | | | |
| صفر | ۱۵۴/۴ | ۶۵۴/۸ | ۸۲۳/۷ | ۷۶۲/۲ | ۲۳۹۵/۰ | ۱۹۹/۰ | ۱۰۳۸/۵ | ۱۵۰۸/۴ | ۱۷۱۹/۲ | ۴۴۶۵/۳ |
| ۰/۰۲ | ۱۵۷/۵ | ۶۴۵/۴ | ۸۴۲/۵ | ۷۶۵/۳ | ۲۴۱۰/۷ | ۱۹۸/۰ | ۱۰۱۱/۸ | ۱۴۸۳/۰ | ۱۶۸۵/۸ | ۴۳۷۸/۷ |
| P - value | ۰/۶۱ | ۰/۶۰ | ۰/۴۸ | ۰/۹۴ | ۰/۷۱ | ۰/۸۶ | ۰/۳۶ | ۰/۷۵ | ۰/۶۸ | ۰/۲۹ |
| SEM | ۴/۳۷ | ۱۲/۶۵ | ۱۸/۸۵ | ۳۰/۱۰ | ۳۰/۱۶ | ۴/۰۹ | ۲۰/۲۷ | ۵۷/۷۲ | ۵۶/۶۶ | ۵۷/۰۴ |
| اثرات متقابل (هیومات سدیم در پروبیوتیک) | | | | | | | | | | |
| سطح صفر هیومات سدیم × سطح صفر پروبیوتیک (شاهد) | ۱۵۹/۳ | ۶۷۴/۱ | ۸۳۳/۰ | ۷۱۴/۸ | ۲۳۸۱/۴ | ۲۱۳/۷ | ۱۱۰۹/۳ | ۱۵۶۳/۴ | ۱۶۶۷/۰ | ۴۵۵۳/۵ |
| سطح صفر هیومات سدیم × سطح ۰/۰۲ پروبیوتیک | ۱۶۱/۶ | ۶۴۱/۱ | ۸۲۶/۵ | ۶۶۶/۶ | ۲۲۹۵/۷ | ۲۰۸/۵ | ۱۰۰۴/۷ | ۱۵۸۷/۱ | ۱۵۴۶/۲ | ۴۳۴۶/۶ |
| سطح ۰/۳۵ هیومات سدیم × سطح صفر پروبیوتیک | ۱۵۳/۲ | ۶۴۹/۸ | ۸۱۸/۰ | ۷۹۷/۶ | ۲۴۱۸/۶ | ۱۹۷/۰ | ۱۰۰۴/۶ | ۱۴۳۰/۵ | ۱۷۱۶/۹ | ۴۳۴۸/۹ |
| سطح ۰/۳۵ هیومات سدیم × سطح ۰/۰۲ پروبیوتیک | ۱۵۷/۶ | ۶۴۴/۲ | ۸۸۱/۸ | ۸۴۷/۳ | ۲۵۳۱/۰ | ۱۹۳/۴ | ۱۰۰۳/۲ | ۱۳۸۸/۲ | ۱۷۵۶/۳ | ۴۳۴۱/۰ |
| سطح ۰/۴۵ هیومات سدیم × سطح صفر پروبیوتیک | ۱۵۰/۶ | ۶۴۰/۴ | ۸۲۰/۰ | ۷۷۴/۰ | ۲۳۸۵/۰ | ۱۸۶/۵ | ۱۰۰۱/۷ | ۱۵۳۱/۵ | ۱۷۷۳/۸ | ۴۴۹۳/۵ |
| سطح ۰/۴۵ هیومات سدیم × سطح ۰/۰۲ پروبیوتیک | ۱۵۳/۴ | ۶۵۰/۹ | ۸۱۹/۲ | ۷۸۲/۰ | ۲۴۰۵/۵ | ۱۹۲/۲ | ۱۰۲۷/۴ | ۱۴۷۳/۷ | ۱۷۵۴/۹ | ۴۴۴۸/۳ |
| SEM | ۷/۵۷ | ۲۱/۹۱ | ۳۲/۶۵ | ۵۲/۱۴ | ۵۲/۲۳ | ۷/۰۸ | ۳۵/۱۲ | ۹۹/۹۷ | ۹۸/۱۳ | ۹۸/۸۰ |
| P - value | ۰/۹۸ | ۰/۶۱ | ۰/۵۰ | ۰/۶۴ | ۰/۱۹ | ۰/۷۱ | ۰/۱۷ | ۰/۹۱ | ۰/۷۴ | ۰/۵۷ |

*میانگین‌های با حداقل یک اندیس متفاوت در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری با همدیگر در سطح احتمال ۵ درصد دارند.

جدول ۳. اثرات سطوح مختلف هیومات سدیم و پروبیوتیک و اثرات متقابل آنها بر ضریب تبدیل غذایی در جوجه‌های گوشتی.

| ضریب تبدیل غذایی | | | | | صفات تیمارها |
|--|---------------------|--------------------|------|--------|---|
| کل دوره | پایانی ۲ | پایانی ۱ | رشد | آغازین | |
| هیومات سدیم (درصد) | | | | | |
| ^a ۱/۹۰ | ۲/۳۵۵ ^a | ۱/۹۰ ^a | ۱/۶۱ | ۱/۳۲ | صفر |
| ^b ۱/۷۵ | ۲/۱۱۶ ^b | ۱/۶۵ ^b | ۱/۵۵ | ۱/۲۶ | ۰/۳۵ |
| ^a ۱/۸۷ | ۲/۲۷۱ ^{ab} | ۱/۸۴ ^{ab} | ۱/۵۷ | ۱/۲۵ | ۰/۴۵ |
| ۰/۱۵ | ۰/۲۷ | ۲۳/۶۶ | ۰/۱۳ | ۰/۷۰ | SEM |
| ۰/۰۰۳ | ۰/۰۱ | ۰/۰۵ | ۰/۰۷ | ۰/۳۶ | P - value |
| پروبیوتیک (درصد) | | | | | |
| ۱/۸۷ | ۲/۲۷ | ۱/۸۲ | ۱/۵۸ | ۱/۲۹ | صفر |
| ۱/۸۲ | ۲/۲۳ | ۱/۷۷ | ۱/۵۷ | ۱/۲۶ | ۰/۰۲ |
| ۰/۱۴ | ۰/۵۵ | ۰/۴۲ | ۰/۳۷ | ۰/۴۵ | P - value |
| ۰/۰۲ | ۰/۰۴ | ۰/۰۵ | ۰/۰۱ | ۰/۰۳ | SEM |
| اثرات متقابل (هیومات سدیم در پروبیوتیک) | | | | | |
| ۱/۹۲ | ۲/۳۴ | ۱/۸۸ | ۱/۶۵ | ۱/۳۵ | سطح صفر هیومات سدیم × سطح صفر پروبیوتیک |
| ۱/۸۹ | ۲/۳۷ | ۱/۹۲ | ۱/۵۷ | ۱/۳۰ | سطح صفر هیومات سدیم × سطح ۰/۰۲ پروبیوتیک |
| ۱/۸۰ | ۲/۱۶ | ۱/۷۴ | ۱/۵۵ | ۱/۲۹ | سطح ۰/۳۵ هیومات سدیم × سطح صفر پروبیوتیک |
| ۱/۷۲ | ۲/۰۸ | ۱/۵۷ | ۱/۵۶ | ۱/۲۳ | سطح ۰/۳۵ هیومات سدیم × سطح ۰/۰۲ پروبیوتیک |
| ۱/۸۹ | ۲/۳۰ | ۱/۸۷ | ۱/۵۶ | ۱/۲۵ | سطح ۰/۴۵ هیومات سدیم × سطح صفر پروبیوتیک |
| ۱/۸۵ | ۲/۲۵ | ۱/۸۰ | ۱/۵۸ | ۱/۲۶ | سطح ۰/۴۵ هیومات سدیم × سطح ۰/۰۲ پروبیوتیک |
| ۰/۰۴ | ۰/۰۷ | ۰/۱ | ۰/۰۲ | ۰/۵۰ | SEM |
| ۰/۷۴ | ۰/۷۵ | ۰/۵۳ | ۰/۰۹ | ۰/۸۰ | P - value |

*میانگین‌های با حداقل یک اندیس متفاوت در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری با همدیگر در سطح احتمال ۵ درصد دارند.

جدول ۴. اثرات سطوح مختلف هیومات سدیم و پروبیوتیک و اثرات متقابل آن‌ها بر تلفات، وزن زنده و شاخص تولید در جوجه‌های گوشتی.

| شاخص تولید | تلفات (درصد) | | | | | | | | | صفات تیمارها |
|--|----------------------|----------|--------|----------------------|---------|----------|----------|------|--------|---|
| | وزن زنده (گرم) | | | وزن زنده پایان (گرم) | | | | | | |
| | پایانی ۲ (نهایی) | پایانی ۱ | رشد | آغازین | کل دوره | پایانی ۲ | پایانی ۱ | رشد | آغازین | |
| هیومات سدیم (درصد) | | | | | | | | | | |
| ^b ۲۷۷/۱۵ | ۲۳۷۸/۳ ^b | ۱۶۴۰/۴ | ۸۰۲/۱ | ۲۰۹/۵ | ۰/۶۲ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۱۲ | ۰/۰۰ | صفر |
| ^a ۳۱۸/۴ | ۲۵۱۵/۷ ^a | ۱۶۶۵/۵ | ۷۷۶/۸ | ۲۰۲/۳ | ۰/۱۲ | ۰ | ۰/۰۰ | ۰/۱۲ | ۰/۰۰ | ۰/۳۵ |
| ^b ۲۸۹/۳ | ۲۴۳۴/۹ ^{ab} | ۱۶۲۲/۷ | ۷۷۸/۷ | ۱۹۸/۰ | ۰/۳۷ | ۰ | ۰/۰۰ | ۰/۲۵ | ۰/۱۳ | ۰/۴۵ |
| ۰/۹۹ | ۶۸۸/۲ | ۶۹/۴ | ۰/۲۸ | ۲۴/۸ | ۰/۲۲ | ۰/۱۰ | ۲۳/۰ | ۰/۲۳ | ۴/۵۱ | SEM |
| ۰/۰۰۲ | ۰/۰۵ | ۰/۴۵ | ۰/۳۷ | ۰/۲۲ | ۰/۳۱ | ۰/۱۶ | ۰/۱۶ | ۰/۷۴ | ۰/۳۸ | P-value |
| پروبیوتیک (درصد) | | | | | | | | | | |
| ۲۸۹/۶ | ۲۴۳۵/۵ | ۱۶۴۴/۵ | ۷۹۱/۳۴ | ۲۰۱/۶ | ۰/۵۸ | ۰/۰۸ | ۰/۰۸ | ۰/۳۳ | ۰/۰۸ | صفر |
| ۳۰۰/۳ | ۲۴۵۰/۳ | ۱۶۴۱/۲ | ۷۸۰/۴۳ | ۲۰۵/۰ | ۰/۱۶ | ۰/۰۸ | ۰/۰۸ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۲ |
| ۵/۹ | ۳۰/۰ | ۱۹/۳ | ۱۱/۲۵ | ۳/۷ | ۰/۱۸ | ۰/۰۸ | ۰/۰۸ | ۰/۱۱ | ۰/۰۶ | SEM |
| ۰/۲۱ | ۰/۷۳ | ۰/۹۰ | ۰/۵۰ | ۰/۵۱ | ۰/۱۲ | ۱ | ۱ | ۰/۰۴ | ۰/۳۳ | P-value |
| اثرات متقابل (هیومات سدیم در پروبیوتیک) | | | | | | | | | | |
| ۲۸۰/۸ | ۲۴۲۱/۱۲ | ۱۶۶۳/۶ | ۸۱۳/۶۲ | ۲۰۴/۴ | ۰/۷۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۰۰ | سطح صفر هیومات سدیم × سطح صفر پروبیوتیک |
| ۲۷۳/۵ | ۲۳۳۵/۲۵ | ۱۶۱۷/۱ | ۷۹۰/۶۶ | ۲۱۴/۶ | ۰/۵۰ | ۰/۲۵ | ۰/۲۵ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | سطح صفر هیومات سدیم × سطح ۰/۰۲ پروبیوتیک |
| ۳۰۳/۳ | ۲۴۵۹/۸۸ | ۱۶۷۵/۱ | ۷۹۱/۲۶ | ۲۰۶/۵ | ۰/۲۵ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۲۵ | ۰/۰۰ | سطح ۰/۳۵ هیومات سدیم × سطح صفر پروبیوتیک |
| ۳۳۳/۴ | ۲۵۷۱/۴۸ | ۱۶۵۵/۸ | ۷۶۲/۳۱ | ۱۹۸/۱ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | سطح ۰/۳۵ هیومات سدیم × سطح ۰/۰۲ پروبیوتیک |
| ۲۸۴/۷ | ۲۴۲۵/۵۵ | ۱۵۹۴/۷ | ۷۶۹/۱۳ | ۱۹۳/۷ | ۰/۷۵ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۵ | ۰/۲۵ | سطح ۰/۴۵ هیومات سدیم × سطح صفر پروبیوتیک |
| ۲۹۳/۱ | ۲۴۴۴/۲۶ | ۱۶۵۰/۶ | ۷۸۸/۳۲ | ۲۰۲/۴ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | سطح ۰/۴۵ هیومات سدیم × سطح ۰/۰۲ پروبیوتیک |
| ۱۰/۲ | ۵۲/۰ | ۳۳/۵ | ۱۹/۵ | ۶/۴ | ۰/۳ | ۰/۱۰ | ۰/۱۰ | ۰/۲ | ۰/۱ | SEM |
| ۰/۲۱ | ۰/۱۹ | ۰/۳۰ | ۰/۴۲ | ۰/۲۹ | ۰/۶۶ | ۱ | ۱ | ۰/۷۴ | ۰/۳۸ | P-value |

*میانگین‌های با حداقل یک اندیس متفاوت در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری با همدیگر در سطح احتمال ۵ درصد دارند.

جدول ۵. تأثیر سطوح مختلف هیومات سدیم و پروبیوتیک و اثرات متقابل آن‌ها بر وزن نسبی لاشه و اجزای آن (درصد).

| صفات تیمارها | لاشه | ران | سینه | چربی بطنی |
|--|---------------------|-------|-------|--------------------|
| هیومات سدیم (درصد) | | | | |
| صفر | ۷۲/۰۸ ^b | ۲۰/۲۲ | ۲۴/۴۱ | ۱/۶۰ ^a |
| ۰/۳۵ | ۷۴/۲۹ ^a | ۲۰/۸۰ | ۲۴/۹۰ | ۰/۹۶ ^b |
| ۰/۴۵ | ۷۳/۴۳ ^{ab} | ۱۹/۸۰ | ۲۷/۰۷ | ۱/۳۶ ^{ab} |
| SEM | ۰/۵۲ | ۰/۷۷ | ۱/۰۲ | ۰/۱۴ |
| P - value | ۰/۰۳ | ۰/۶۷ | ۰/۱۸ | ۰/۰۴ |
| پروبیوتیک (درصد) | | | | |
| صفر | ۷۲/۶۲ | ۲۰/۵۴ | ۲۴/۴۱ | ۱/۵۲ ^a |
| ۰/۰۲ | ۷۲/۹۲ | ۲۰/۰۰ | ۲۴/۹۰ | ۱/۰۹ ^b |
| SEM | ۰/۴۲ | ۰/۶۳ | ۲۷/۰۷ | ۰/۱۱ |
| P - value | ۰/۰۵۱ | ۰/۵۶ | ۱/۰۲ | ۰/۰۳ |
| اثرات متقابل (هیومات سدیم در پروبیوتیک) | | | | |
| سطح صفر هیومات سدیم × سطح صفر پروبیوتیک | ۷۰/۳۸ | ۲۱/۰۰ | ۲۵/۲۹ | ۱/۸۳ |
| سطح صفر هیومات سدیم × سطح ۰/۰۲ پروبیوتیک | ۷۳/۷۸ | ۱۹/۴۴ | ۲۳/۵۳ | ۱/۳۸ |
| سطح ۰/۳۵ هیومات سدیم × سطح صفر پروبیوتیک | ۷۴/۰۸ | ۲۰/۷۷ | ۲۵/۹۴ | ۱/۲۹ |
| سطح ۰/۳۵ هیومات سدیم × سطح ۰/۰۲ پروبیوتیک | ۷۴/۵۰ | ۲۰/۸۳ | ۲۳/۸۶ | ۰/۶۲ |
| سطح ۰/۴۵ هیومات سدیم × سطح صفر پروبیوتیک | ۷۳/۳۹ | ۱۹/۸۶ | ۲۶/۷۷ | ۱/۴۵ |
| سطح ۰/۴۵ هیومات سدیم × سطح ۰/۰۲ پروبیوتیک | ۷۳/۴۸ | ۱۹/۷۵ | ۲۷/۳۷ | ۱/۲۶ |
| SEM | ۰/۷۴ | ۱/۰۹ | ۱/۴۵ | ۰/۲۰ |
| P - value | ۰/۰۷ | ۰/۷۳ | ۰/۶۱ | ۰/۳۶ |

*میانگین‌های با حداقل یک اندیس متفاوت در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری با همدیگر در سطح احتمال ۵ درصد دارند.

جدول ۶. تاثیر سطوح مختلف هیومات سدیم و پروبیوتیک و اثرات متقابل آنها بر وزن نسبی اندام‌های داخلی (درصد).

| صفات تیمارها | روده | کبد | قلب | سنگدان | پیش معده | لوزالمعده | روده کور |
|--|-------------------|------|------|--------|----------|-----------|----------|
| هیومات سدیم (درصد) | | | | | | | |
| صفر | ۵/۱۹ ^a | ۲/۱۹ | ۰/۵۱ | ۲/۲۶ | ۰/۳۵ | ۰/۲۰ | ۰/۶۷ |
| ۰/۳۵ | ۳/۷۷ ^b | ۲/۲۲ | ۰/۵۰ | ۲/۱۶ | ۰/۳۷ | ۰/۲۲ | ۰/۵۴ |
| ۰/۴۵ | ۴/۳۰ ^b | ۲/۳۳ | ۰/۵۵ | ۲/۴۴ | ۰/۳۹ | ۰/۲۱ | ۰/۶۲ |
| SEM | ۰/۲۴ | ۰/۱۰ | ۰/۰۳ | ۰/۱۸ | ۰/۰۱ | ۰/۰۱ | ۰/۰۵ |
| P - value | ۰/۰۰۲ | ۰/۶۰ | ۰/۴۲ | ۰/۵۷ | ۰/۳۰ | ۰/۷۱ | ۰/۳۳ |
| پروبیوتیک (درصد) | | | | | | | |
| صفر | ۴/۹۵ ^a | ۲/۳۳ | ۰/۵۰ | ۲/۳۰ | ۰/۳۶ | ۰/۲۳ | ۰/۶۴ |
| ۰/۰۲ | ۳/۸۹ ^b | ۲/۱۶ | ۰/۵۴ | ۲/۲۷ | ۰/۳۷ | ۰/۲۰ | ۰/۵۸ |
| SEM | ۰/۱۹ | ۰/۰۸ | ۰/۰۲ | ۰/۱۵ | ۰/۰۱ | ۰/۰۱ | ۰/۰۴ |
| P - value | ۰/۰۰۱ | ۰/۱۵ | ۰/۲۵ | ۰/۹۱ | ۰/۷۳ | ۰/۱۳ | ۰/۴۱ |
| اثرات متقابل (هیومات سدیم در پروبیوتیک) | | | | | | | |
| سطح صفر هیومات سدیم × سطح صفر پروبیوتیک | ۵/۹۸ | ۲/۱۵ | ۰/۵۳ | ۲/۲۷ | ۰/۳۲ | ۰/۲۲ | ۰/۸۰ |
| سطح صفر هیومات سدیم × سطح ۰/۰۲ پروبیوتیک | ۴/۴۰ | ۲/۲۲ | ۰/۵۰ | ۲/۲۵ | ۰/۳۷ | ۰/۱۹ | ۰/۵۴ |
| سطح ۰/۳۵ هیومات سدیم × سطح صفر پروبیوتیک | ۴/۳۳ | ۲/۲۷ | ۰/۴۷ | ۲/۴۲ | ۰/۴۰ | ۰/۲۵ | ۰/۵۶ |
| سطح ۰/۳۵ هیومات سدیم × سطح ۰/۰۲ پروبیوتیک | ۳/۲۲ | ۲/۱۸ | ۰/۵۴ | ۱/۹۰ | ۰/۳۳ | ۰/۲۰ | ۰/۵۲ |
| سطح ۰/۴۵ هیومات سدیم × سطح صفر پروبیوتیک | ۴/۵۵ | ۲/۵۸ | ۰/۵۱ | ۲/۲۱ | ۰/۳۷ | ۰/۲۲ | ۰/۵۶ |
| سطح ۰/۴۵ هیومات سدیم × سطح ۰/۰۲ پروبیوتیک | ۴/۰۶ | ۲/۰۸ | ۰/۵۹ | ۲/۶۷ | ۰/۴۱ | ۰/۲۱ | ۰/۶۸ |
| SEM | ۰/۳۴ | ۰/۱۴ | ۰/۰۴ | ۰/۲۶ | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ | ۰/۰۸ |
| P - value | ۰/۳۰ | ۰/۱۵ | ۰/۳۳ | ۰/۲۲ | ۰/۰۸ | ۰/۶۴ | ۰/۱۰ |

*میانگین‌های با حداقل یک اندیس متفاوت در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری با همدیگر در سطح احتمال ۵ درصد دارند.

جدول ۷. تاثیر سطوح مختلف هیومات سدیم و پروبیوتیک و اثرات متقابل آنها بر وزن نسبی اندام‌های دخیل در ایمنی (درصد) و واکنش به SRBC و تیرآنتی بادی بر علیه واکنش نیوکاسل و آنفلوانزا (لگاریتم در مبنای ۲).

| صفت تیمارها | طحال | تیموس | بوس | SRBC | IgG | IgM | نیوکاسل | آنفلوانزا |
|--|------|-------|------|-------------------|-------------------|------|---------|-----------|
| هیومات سدیم (درصد) | | | | | | | | |
| صفر | ۰/۱۲ | ۰/۲ | ۰/۰۸ | ۴/۳۳ ^b | ۱/۵۰ ^b | ۲/۸۳ | ۲/۶۷ | ۵/۵۰ |
| ۰/۳۵ | ۰/۱۲ | ۰/۳ | ۰/۰۶ | ۴/۸۳ ^b | ۲/۱۷ ^a | ۲/۶۷ | ۳/۱۷ | ۵/۱۷ |
| ۰/۴۵ | ۰/۱۱ | ۰/۲۸ | ۰/۰۵ | ۵/۸۳ ^a | ۲/۸۳ ^a | ۳/۰۰ | ۳/۳۳ | ۵/۱۷ |
| SEM | ۰/۰۱ | ۰/۰۳ | ۰/۰۲ | ۰/۲۵ | ۰/۳۰ | ۰/۲۸ | ۰/۲۵ | ۰/۲۷ |
| P - value | ۰/۹۲ | ۰/۱۰ | ۰/۵۴ | ۰/۰۰۴۱ | ۰/۰۲ | ۰/۷۲ | ۰/۱۹ | ۰/۶۱ |
| پروبیوتیک (درصد) | | | | | | | | |
| صفر | ۰/۱۲ | ۰/۲۴ | ۰/۰۷ | ۴/۶۷ ^a | ۲/۱۱ | ۲/۵۶ | ۳/۱۱ | ۵/۱۱ |
| ۰/۰۲ | ۰/۱۱ | ۰/۲۸ | ۰/۰۶ | ۵/۳۳ ^b | ۲/۲۲ | ۳/۱۱ | ۳/۰۰ | ۵/۴۴ |
| SEM | ۰/۰۱ | ۰/۰۲ | ۰/۱ | ۰/۲۰ | ۰/۲۵ | ۰/۲۴ | ۰/۲۱ | ۰/۲۲ |
| P - value | ۰/۹۲ | ۰/۲۹ | ۰/۵۴ | ۰/۰۴ | ۰/۷۵ | ۰/۱۲ | ۰/۷۱ | ۰/۳۰ |
| اثرات متقابل (هیومات سدیم در پروبیوتیک) | | | | | | | | |
| سطح صفر هیومات سدیم × سطح صفر پروبیوتیک | ۰/۱۳ | ۰/۱۵ | ۰/۱۱ | ۴/۰۰ | ۱/۶۷ | ۲/۳۳ | ۳/۰۰ | ۵/۶۷ |
| سطح صفر هیومات سدیم × سطح ۰/۰۲ پروبیوتیک | ۰/۱۰ | ۰/۲۴ | ۰/۰۵ | ۴/۶۷ | ۱/۳۳ | ۳/۳۳ | ۲/۳۳ | ۵/۳۳ |
| سطح ۰/۳۵ هیومات سدیم × سطح صفر پروبیوتیک | ۰/۱۲ | ۰/۲۵ | ۰/۰۶ | ۴/۶۷ | ۲/۰۰ | ۲/۶۷ | ۳/۰۰ | ۴/۶۷ |
| سطح ۰/۳۵ هیومات سدیم × سطح ۰/۰۲ پروبیوتیک | ۰/۱۰ | ۰/۳۴ | ۰/۰۶ | ۵/۰۰ | ۲/۳۳ | ۲/۶۷ | ۳/۳۳ | ۵/۶۷ |
| سطح ۰/۴۵ هیومات سدیم × سطح صفر پروبیوتیک | ۰/۱۰ | ۰/۳۰ | ۰/۰۵ | ۵/۳۳ | ۲/۶۷ | ۲/۶۷ | ۳/۳۳ | ۵/۰۰ |
| سطح ۰/۴۵ هیومات سدیم × سطح ۰/۰۲ پروبیوتیک | ۰/۱۱ | ۰/۲۶ | ۰/۰۶ | ۶/۳۳ | ۳/۰۰ | ۳/۳۳ | ۳/۳۳ | ۵/۳۳ |
| SEM | ۰/۰۲ | ۰/۰۴ | ۰/۰۲ | ۰/۳۶۰ | ۰/۴۳۰ | ۰/۴۱ | ۰/۳۶ | ۰/۳۹ |
| P - value | ۰/۵۹ | ۰/۳ | ۰/۴۳ | ۰/۶۶ | ۰/۶۷ | ۰/۴۸ | ۰/۳۹ | ۰/۲۶ |

*میانگین‌های با حداقل یک اندیس متفاوت در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری با هم‌دیگر در سطح احتمال ۵ درصد دارند.

جدول ۸. تأثیر سطوح مختلف هیومات سدیم و پروبیوتیک و اثرات متقابل آن‌ها بر فراسنجه‌های مورفولوژیکی روده (میکرومتر).

| صفت تیمارها | طول ویلی | عرض ویلی | عمق کریپت | طول ویلی به عمق کریپت |
|--|----------------------|----------------------|---------------------|--------------------------|
| هیومات سدیم (درصد) | | | | |
| صفر | ۱۰۴۱/۲۰ ^b | ۱۸۳/۹۱ | ۱۲۶/۰۰ ^a | ۸/۲۶ ^c |
| ۰/۳۵ | ۱۱۸۷/۵۰ ^a | ۱۸۳/۵۰ | ۱۱۳/۳۳ ^b | ۱۰/۵۵ ^a |
| ۰/۴۵ | ۱۱۲۷/۰۰ ^a | ۱۷۶/۲۵ | ۱۱۵/۸۳ ^b | ۹/۸۳ ^b |
| SEM | ۲۶/۶۳ | ۲/۴۴ | ۲/۱۱ | ۰/۱۷ |
| <i>P</i> - value | ۰/۰۰۷ | ۰/۰۰۸ | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۰۰۱ |
| پروبیوتیک (درصد) | | | | |
| صفر | ۱۰۲۰/۳۳ ^b | ۱۷۰/۸۳ ^b | ۱۲۲/۲۲ ^a | ۸/۳۵ ^b |
| ۰/۰۲ | ۱۲۱۷/۲۸ ^a | ۱۹۱/۶۱ ^a | ۱۱۴/۵۵ ^b | ۱۰/۷۵ ^a |
| SEM | ۲۱/۷۴ | ۱/۹۹ | ۱/۷۲ | ۰/۱۴ |
| <i>P</i> - value | ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۸ | ۰/۰۰۰۱ |
| اثرات متقابل (هیومات سدیم در پروبیوتیک) | | | | |
| سطح صفر هیومات سدیم × سطح صفر پروبیوتیک | ۱۰۴۱/۶۶ ^b | ۱۷۰/۶۶ ^b | ۱۲۶/۳۳ ^a | ۸/۲۶ ^c |
| سطح صفر هیومات سدیم × سطح ۰/۰۲ پروبیوتیک | ۱۰۴۲/۱۶ ^b | ۱۹۷/۱۶ ^a | ۱۲۵/۶۶ ^a | ۸/۲۹ ^c |
| سطح ۰/۳۵ هیومات سدیم × سطح صفر پروبیوتیک | ۱۰۳۶/۶۶ ^b | ۱۶۶/۸۳ ^{bc} | ۱۱۷/۳۳ ^a | ۸/۸۵ ^b |
| سطح ۰/۳۵ هیومات سدیم × سطح ۰/۰۲ پروبیوتیک | ۱۳۳۸/۳۳ ^a | ۲۰۰/۱۶ ^a | ۱۰۹/۳۳ ^b | ۱۲/۲۶ ^a |
| سطح ۰/۴۵ هیومات سدیم × سطح صفر پروبیوتیک | ۹۸۲/۶۶ ^b | ۱۷۵/۰۰ ^{bc} | ۱۲۳/۰۰ ^a | ۷/۹۶ ^c |
| سطح ۰/۴۵ هیومات سدیم × سطح ۰/۰۲ پروبیوتیک | ۱۲۷۱/۳۳ ^a | ۱۷۷/۵۰ ^{bc} | ۱۰۸/۶۶ ^b | ۱۱/۷۰ ^a |
| SEM | ۳۷/۶۷ | ۳/۴۶ | ۲/۹۸ | ۰/۲۴ |
| <i>P</i> - value | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۰۲ | ۰/۱۱ | ۰/۰۰۰۱ |

* میانگین‌های با حداقل یک اندیس متفاوت در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری با هم‌دیگر در سطح احتمال ۵ درصد دارند.

بحث

هیومات سدیم در تن جیره غذایی جوجه‌های گوشتی اثرات مثبتی بر افزایش وزن و رشد جوجه‌ها دارد (۳۵). در آزمایش دیگری که توسط Kocabagli و همکاران در سال ۲۰۰۲ انجام شد، معلوم گردید که مصرف ۰/۲۵ درصد هیومیک اسید از سن صفر الی ۴۲

عملکرد رشد شاخص‌های عملکردی جوجه‌های گوشتی در نتیجه مصرف ۰/۳۵ درصد از هیومات سدیم و ۰/۰۲ درصد از پروبیوتیک در جیره غذایی بهبود نشان داد. مطالعات Korenekova و Skalicka در سال ۲۰۱۶ نشان داد که استفاده از یک کیلوگرم

ترکیبی و جداگانه اثراتی بر صفات لاشه ندارد، که در تضاد با نتایج مطالعه حاضر است (۳۴). با این حال، Parks در سال ۲۰۰۱ به هنگام استفاده از ۰/۱ درصد هیومیک اسید در جیره غذایی بوقلمون‌ها کاهش چربی حفره بطنی را گزارش کرد که این نتیجه مطابق با نتایج مطالعه حاضر در خصوص اثرات هیومات سدیم بر کاهش درصد چربی حفره بطنی می‌باشد (۲۸). مطالعات Jafari Ahangari و همکاران در سال ۲۰۱۳ نشان داد که استفاده از پروبیوتیک در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی باعث کاهش میزان چربی حفره بطنی و بهبود کیفیت لاشه می‌گردد (۱۵). همچنین در نتیجه مصرف هیومات سدیم در این آزمایش درصد چربی حفره بطنی در جوجه‌های گوشتی کاهش یافت. یکی از دلایل اصلی آن کاهش مصرف خوراک به هنگام استفاده از سطوح بالای هیومات سدیم در جیره غذایی است، چون سطوح بالا منجر به کاهش اشتها و مصرف کمتر خوراک در جوجه‌های گوشتی می‌گردد (۳۱). با توجه به این که در آزمایش حاضر، وزن نسبی روده به هنگام استفاده از هیومات سدیم و پروبیوتیک کمتر از گروه شاهد بود، درصد امعاء و احشاء داخلی لاشه کمتر شده، درصد لاشه افزایش یافت. افزون بر این، یکی از دلایل کاهش چربی حفره بطنی به هنگام مصرف پروبیوتیک در جیره غذایی نقش پروبیوتیک‌ها در کاهش سنتز چربی و کلسترول به هنگام استفاده در تغذیه جوجه‌های گوشتی است. باکتری‌های پروبیوتیکی می‌توانند با هیدرولیز نمودن اسیدهای صفاوی، هضم و جذب چربی‌ها را در روده کاهش داده، از این راه، ضمن کاهش میزان کلسترول خون، منجر به کاهش میزان انباشت چربی در لاشه می‌گردند (۱۲). اثرات افزودن پروبیوتیک و هیومات سدیم به صورت جداگانه و یا ترکیبی به غیر از وزن نسبی روده کوچک، سایر اندام‌های داخلی تحت تأثیر اثرات افزودن این مکمل‌ها قرار نگرفتند، لیکن وزن نسبی روده در تیمار دریافت کننده پروبیوتیک و هیومات سدیم از لحاظ آماری کمتر از گروه شاهد بود. Khajavi و همکاران در سال ۲۰۱۵ نشان دادند که استفاده از مکمل ورمی هوموس به‌عنوان منبع هیومیک اسید در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی وزن نسبی اندام‌های داخلی تحت تأثیر سطوح مختلف این فرآورده قرار ندارد (۱۹). همچنین Nagaraju و همکاران در سال ۲۰۱۴ نشان دادند که استفاده از سطوح مختلف هیومیک اسید تأثیری بر وزن نسبی اندام‌های داخلی ندارد (۲۷)، این نتایج در توافق با نتایج مطالعه حاضر است. با توجه به این که رابطه مستقیمی بین وزن اندام‌ها و سطح فعالیت آن‌ها وجود دارد، مشاهده وزن مشابه در اندام‌های داخلی پرندگان در گروه‌های آزمایشی مختلف نشانگر فعالیت سوخت و سازی قابل مقایسه در آن‌ها است، به بیان

روزگی جوجه‌های گوشتی باعث بهبود ضریب تبدیل غذایی می‌گردد. همچنین مواد مذکور در اواخر دوره پرورش باعث بهبود رشد در جوجه‌های گوشتی می‌گردد که نتایج این تحقیقات با یافته‌های آزمایش حاضر هم‌خوانی دارد (۲۱). لیکن مطالعات Rath و همکاران در سال ۲۰۰۶ نشان داد که مصرف هیومیک اسید در تغذیه جوجه‌های گوشتی باعث کاهش رشد بدون اثرات مضر بر سلامت پرندگان می‌گردد که این اثر ناشی از مصرف بالای هیومیک اسید در جیره‌های غذایی است (۳۱)، چرا که مطالعات نشان داده مصرف مقادیر زیاد هیومیک اسید باعث کاهش خوراک مصرفی در جوجه‌های گوشتی می‌گردد. نتایج حاصل از آزمایش حاضر با این یافته مطابقت داشت، به نظر می‌رسد علت اصلی بهبود عملکرد رشد در جوجه‌های گوشتی به هنگام مصرف مواد هیومیکی ناشی از اثرات این مواد در بهبود هضم و جذب پروتئین و عناصر معدنی است (۳۵)، لیکن مطالعات Edmonds و همکاران در سال ۲۰۱۴ نشان داد که مصرف هیومیک اسید در جوجه‌های گوشتی در اواسط تابستان، اثراتی بر عملکرد و ضریب تبدیل غذایی ندارد (۸)، که در تناقض با نتایج مطالعه حاضر است، عدم تطابق نتایج مطالعه حاضر با سایر یافته‌ها، احتمالاً ناشی از تفاوت در نوع ترکیبات تشکیل دهنده مکمل‌های غذایی هیومیکی، نحوه و میزان مصرف و روش‌های تولید و فرآوری آن‌ها است. در این مطالعه اثرات متقابلی در خصوص عملکرد و رشد، ما بین هیومات سدیم و پروبیوتیک مشاهده نشد که این یافته در توافق با نتایج Sahin و همکاران در سال ۲۰۱۱ بود (۳۴). چون در مطالعه آنها نیز استفاده از یک گرم در کیلوگرم هیومات سدیم و ۰/۵ گرم پروبیوتیک در کیلوگرم جیره غذایی بلدرچین ژاپنی اثرات متقابلی مشاهده نگردید.

لاشه و وزن نسبی اندام‌های داخلی: وزن نسبی لاشه و

چربی بطنی تحت تأثیر اثرات افزودن پروبیوتیک و هیومات سدیم قرار داشت. به طوری که درصد لاشه در گروه دریافت کننده پروبیوتیک و هیومات سدیم نسبت به گروه شاهد از لحاظ آماری بیشتر بود. همچنین میزان چربی حفره بطنی تحت تأثیر مصرف پروبیوتیک و هیومات سدیم قرار داشت. به طوری که در تیمار مصرف کننده پروبیوتیک و هیومات سدیم درصد چربی بطنی نسبت به گروه شاهد کمتر بود. لیکن Nagaraju و همکاران در سال ۲۰۱۴ به هنگام استفاده از هیومیک اسید در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی در کل دوره پرورش صفر الی ۴۲ روزگی نشان دادند که مصرف سطوح مختلف هیومیک اسید تأثیری بر درصد لاشه و چربی حفره بطنی ندارد (۲۶)، هم‌چنین نتایج آزمایشات Sahin و همکاران در سال ۲۰۱۱ نشان داد که افزودن هیومات و پروبیوتیک به صورت

و عمق کریپت در تیمارهای دریافت کننده پروبیوتیک و هیومات سدیم نسبت به گروه شاهد از لحاظ آماری کمتر بود، طول ویلی و عمق کریپت تحت تاثیر اثرات متقابل پروبیوتیک و هیومات سدیم قرار داشت. طول و ویژگی‌های مورفولوژیک روده می‌تواند میزان جذب مواد مغذی را تحت تاثیر قرار دهد (۲۶،۳۰). مصرف پروبیوتیک‌ها در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی باعث بهبود خصوصیات مورفولوژیکی روده و بهبود هضم و جذب در دستگاه گوارش می‌گردند (۳،۲۶). نتایج مطالعات نشان داده که مکمل سازی جیره‌های غذایی جوجه‌های گوشتی با مواد هیومیک باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های گوارشی، افزایش طول ویلی‌ها، سطح جذب روده و در نهایت بهبود قابلیت هضم و جذب مواد مغذی می‌گردد (۲۲). همچنین Karimi Toshizi و Ahmadi در سال ۲۰۱۶ با استفاده از سطوح مختلف ورمی هوموس به‌عنوان ماده هیومیک نشان داد که مصرف ۰/۶ درصد از این ترکیب باعث بهبود شاخص‌های مورفولوژیکی روده در بلدرچین ژاپنی می‌گردد، این نتایج با نتایج مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد (۱). به همین خاطر است که در کشورهای اروپایی به علت اثرات مواد هیومیک بر فراسنجه‌های مورفولوژیکی روده از آن‌ها به عنوان ضد اسهال، ضد درد و تقویت کننده سیستم ایمنی در بخش دامپزشکی استفاده می‌گردد و استفاده از ترکیبات هیومیک همراه با اقدامات امنیت زیستی، می‌تواند ابزار قدرتمندی جهت حفظ سلامتی دستگاه گوارش طیور باشد و به طبع آن عملکرد را بهبود بخشد (۲۳). فلذا به نظر می‌رسد بهبود خصوصیات مورفولوژیکی دستگاه گوارش در مطالعه حاضر ناشی از تجمع اثرات مصرف همزمان هیومات سدیم و پروبیوتیک در تغذیه جوجه‌های گوشتی است.

نتیجه‌گیری نهایی: با توجه به اینکه مصرف ۰/۳۵ درصد هیومات سدیم و ۰/۰۲ درصد پروبیوتیک منجر به بهبود شاخص کارایی تولید، کاهش چربی حفره بطنی و فراسنجه‌های مورفولوژیکی روده می‌گردد استفاده از این سطوح در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی توصیه می‌گردد.

سیاسگزاری

نویسندگان مقاله از شرکت گل‌سنگ کویر یزد، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل و معاونت محترم پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل به خاطر تامین منابع مالی پژوهش تشکر و سپاسگزاری می‌کنند.

تعارض منافع

بین نویسندگان تعارض در منافع گزارش نشده است.

دیگر افزودن پروبیوتیک و هیومات سدیم موجب تغییر قابل توجه در کارکرد اندام‌های داخلی نشد. میزان تیتراز آنتی‌بادی در واکنش به سلول گلبول‌های قرمز سرم گوسفندی و همچنین میزان ایمونوگلوبولین نوع G تحت تاثیر اثرات افزودن هیومات سدیم و پروبیوتیک قرار داشت، به طوری که بیشترین میزان تیتراز SRBC و ایمونوگلوبولین نوع G در گروه‌های دریافت کننده سطح ۰/۴۵ درصد هیومات سدیم و ۰/۰۲ درصد پروبیوتیک در جیره حاصل گردید. هیومیک اسید به لحاظ یافته‌های پیشین ترکیبی با پتانسیل قوی در بهبود سیستم ایمنی بدن می‌باشد (۱۶،۱۷،۲۰). همچنین مواد هیومیک به عنوان موادی با خصوصیات ضد میکروبی شناخته می‌شوند و توانایی محدود کردن فعالیت برخی گونه‌های باکتریایی را دارند (۳۲). در مطالعه‌ای مشابه، Nagaraju و همکاران در سال ۲۰۱۴ عنوان کردند که مصرف ۰/۱ درصد هیومات به جیره غذایی جوجه‌های گوشتی مخصوصاً در جیره‌های با غلظت مواد مغذی کمتر و عاری از آنتی‌بیوتیک میزان تیتراز آنتی‌بادی علیه نیوکاسل و گامبور را افزایش داده و می‌تواند ایمنی و عملکرد را بهبود دهد (۲۷) که در توافق با نتایج مطالعه حاضر است. Salim و همکاران در سال ۲۰۱۳ نشان دهند که پروبیوتیک اثرات سودمندی بر پاسخ ایمنی جوجه‌های گوشتی دارد، این محققین دریافتند که در جوجه‌های تغذیه شده با پروبیوتیک، تعداد گلبول‌های سفید، منوسیت‌ها و ایمونوگلوبولین‌های خون در مقایسه با گروه شاهد، افزایش نشان می‌دهند (۳۲). Rahimi و Khaksefidi در سال ۲۰۰۶ گزارش کردند که سطوح ۰/۱ درصد از پروبیوتیک باعث افزایش معنی‌دار شمار گلبول‌های سفید خون و کاهش معنی‌دار نسبت هتروفیل به لنفوسیت در شرایط استرس می‌شود که این عوامل در کاهش استرس پرندگان مهم می‌باشند (۳۰). بنابراین تقویت سیستم ایمنی در جوجه‌های گوشتی در مطالعه حاضر در نتیجه اثرات هم‌کوشی هیومات سدیم و پروبیوتیک بوده و می‌تواند نقش موثری در بهبود سیستم ایمنی در جوجه‌های گوشتی در جیره‌های عاری از آنتی‌بیوتیک باشد.

فراسنجه‌های مورفولوژیکی روده: فراسنجه‌های

مورفولوژیکی روده از قبیل طول ویلی، عرض ویلی، عمق کریپت، طول ویلی به عمق کریپت تحت تاثیر اثرات اصلی افزودن پروبیوتیک و هیومات سدیم و اثرات متقابل بین آن‌ها قرار داشت، به طوری که طول ویلی، عرض ویلی و طول ویلی به عمق کریپت در تیمارهای دریافت کننده پروبیوتیک و هیومات سدیم نسبت به گروه شاهد بیشتر

References

- Ahmadi, M., Karimi Toshizi, M. (2016). Evaluation of vermi-humus supplementation in Japanese Quail Ration. *Iranian J Anim Sci Res*, 7(1), 66-76.
- Aksu, M.I., Karaoglu, M., Kaya, M., Esenbuga, N., Macit, M. (2005). Effect of dietary humate on the pH, TBARS and microbiological properties of vacuum and aerobic-packed breast and drumstick meats of broilers. *J Sci Food Agric*, 85, 1485-1491. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2143>
- Awad, W. A., Ghareeb, K., Abdel-Raheem, S., Böhm, J. (2009). Effects of dietary inclusion of probiotic and synbiotic on growth performance organ weights, and intestinal histomorphology of chicken. *Poult Sci*, 88, 49-55. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00244> PMID: [19096056](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19096056/)
- Boa-Amponsem, K., Price, S.E.H., Dunnington, E.A., Siegel, P.B. (2001). Effect of route of inoculation on humoral immune response of White Leghorn chickens selected for high or low antibody response to sheep red blood cells. *Poult Sci*, 80, 1073-1078. <https://doi.org/10.1093/ps/80.8.1073> PMID: [11495457](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11495457/)
- Chen, K. L., Kho, W.L., You, S.H., Yeh, R.H., Tang, S.W., Hsieh, C.W. (2009). Effects of *Bacillus subtilis* var. natto and *Saccharomyces cerevisiae* mixed fermented feed on the enhanced growth performance of broilers. *Poult Sci*, 88, 309-315. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00224> PMID: [19151345](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19151345/)
- Cross, M.L. (2002). Microbes versus microbes: immune signals generated by probiotic lactobacilli and their role in protection against microbial pathogens. *FEMS Immunol Med Microbiol*, 34, 245-253 PMID: [12443824](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12443824/)
- Denli, M., Okan, F., Celik, K. (2003). Effect of dietary probiotic, organic acid and antibiotic supplementation to diets on broiler performance and carcass yield. *Pak J Nutr*, 2, 89-91. <https://scialert.net/abstract/doi=pjn.2003.89.91>
- Edmonds, M.S., Johal, S., Moreland, S. (2014). Effect of supplemental humic and butyric acid on performance and mortality in broiler raised under various environmental conditions. *J Appl Poult Res*, 23, 260-267. <https://doi.org/10.3382/japr.2013-00901>
- Fioramonti, J., Theodorou, V., Bueno, L. (2003). Probiotics and their effect on gut physiology. *Best Pract Res Clin Gastroenterol*, 17(5), 711-724. [https://doi.org/10.1016/S1521-6918\(03\)00075-1](https://doi.org/10.1016/S1521-6918(03)00075-1) PMID: [14507583](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14507583/)
- Gaggia F., Mattarelli P., Biavati, B. (2010). Probiotics and prebiotics in animal feeding for safe food production. *Int J Food Microbiol*, 31, 141 Suppl 1:S15-28. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.02.031> PMID: [20382438](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20382438/)
- Ghahri, H., Zandieh, M.A., Bernousi, I. (1999). Evaluation of the efficacy of esterified glucomannan, sodium bentonite and different levels of humic acid to ameliorate the toxic effects of aflatoxin in broilers. *Pajouhesh & Sazandegi (Veterinary J.)*, 86, 21-30.
- Gilliland, S.E., Nelson, C.R., Maxwell, C. (1985). Assimilation of cholesterol by *Lactobacillus acidophilus* bacteria. *Appl Environ Microbiol*, 49(2), 377-381. PMID: [3920964](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3920964/)
- Griggs, J.P., Jacob, J.P. (2005). Alternative to antibiotic for organic poultry production. *J Appl Poult Res*, 14, 750-756. <https://doi.org/10.1093/japr/14.4.750>
- Huang, T.S., Lu, F. J, Tsai, C. W., Chopra, I.J. (1994). Effect of humic acids on thyroidal function. *J Endocrinol Invest*, 17, 787-791. <https://doi.org/10.1007/BF03347776>
- Jafari Ahangari, Y., Parizadian Kavan, B., Hoseinzadeh, H. (2013). The Effect of Probiotic on Performance and Immunity Parameters of Broilers. *Res On Anim Prod (Scientific and Research)*, 4(8), 46-56.
- Joone, G. K., Van Rensburg, C. E. (2004). An in vitro investigation of the anti-inflammatory properties of potassium humate. *Inflammation*, 28(3), 169-174. PMID: [15527172](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15527172/)
- Klocking, R. (1994). Humic substances as potential therapeutics. In: Senesi N, Miano TM (Eds.): *Humic Substances in the Global Environment and Implications on Human Health*. Elsevier, Amsterdam, 1245-1257. <https://doi.org/10.1002/iroh.19950800303>
- Kawalilak, L.T., Ulmer Franco, A.M., Fassenko, G.M. (2010). Impaired intestinal villi growth in broiler chicks with unhealed navels. *Poult Sci*, 89, 82-87. <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00284>
- Khajavi, H.R., Torshizi, M.A., Ahmadi, H. (2015). Effect of feeding different levels of dietary vermi-humus on growth performance and meat quality in broiler chickens. *J Anim Prod*, 16(2), 113-122.
- Klocking, R., Helbig, B., Schotz, G., Schacke, M., Wutzler, P. (2002). Anti-HSV-1 activity of synthetic humic acid-like polymers derived from p-diphenolic starting compounds. *Antivir Chem Chemother*, 13(4), 241-249. <https://doi.org/10.1177/095632020201300405> PMID: [12495212](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12495212/)
- Kocabagli, N., Alp, M., Acar, N., Kahraman, R. (2002). The effects of dietary humate supplementation on broiler growth and carcass yield. *Poult Sci*, 81(2), 227-230. <https://doi.org/10.1093/ps/81.2.227> PMID: [11873831](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11873831/)
- Lala, A. O., Okwelum, N., Oso, A. O., Ajao, A. O., Adegbenjo A. (2017). A response of broiler chickens to varying dosage of humic acid in drinking water. *J Anim Prod Res*, 29(1), 288-294. <https://doi.org/10.15414/afz.2018.21.04.173-178>
- Lee, K.W., Everts, H., Beynen, A.C. (2004). Essential oils in broiler nutrition. *Int J Poult Sci*, 3, 738-752. <https://scialert.net/abstract/doi=ijps.2004.738.752>
- Levic, J., Sredanovic, S., Duragic, O., Jakic, D., Levic, L.J., Parkov, S. (2007). New feed additives based on phytogenics and acidifier in animal nutrition. *Biotech Anim Husband*, 23, 527-539.
- Miles R. D., Butcher G. D., Henry P. R., Littell, R. C. (2006). Effect of antibiotic growth promoters on broiler performance, intestinal growth parameters, and quantitative morphology. *Poult Sci*, 85, 476-485. <https://doi.org/10.1093/ps/85.3.476> PMID: [16553279](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16553279/)
- Mountzouris, K.S., Tsitsrikos, P., Palamidi, I., Arvaniti, I., Mohnl, M., Schatzmayr, G., Fegeros, K. (2010). Effect of probiotic inclusion levels in broiler nutrition on growth performance, nutrient digestibility, plasma immunoglobulins

- and cecal microfelora composition. *Poult Sci*, 88, 49-56. <https://doi.org/10.3382/ps/pev194> PMID: [20008803](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20008803/)
27. Nagaraju R., Reddy B.S.V., Gloridoss R., Suresh, B.N., Ramesh C. (2014). Effect of dietary supplementation of humic acids on performance of broilers. *Indian J Anim Sci*, 84 (4), 447-452.
 28. Parks, C.W., Grimes, J.L., Ferket, P.R., Fairchild, A.S. (2001). The effect of mannanoligosaccharides, bambarmycins and virginiamycin on performance of large white male market turkeys. *Poult Sci*, 80(6), 718-723. <https://doi.org/10.1093/ps/80.6.718>
 29. Patterson, J.A., Burkholder, K.M. (2003). Application of Prebiotics and Probiotics in Poultry Production. *Poult Sci*, 82(4), 627-631. <https://doi.org/10.1093/ps/82.4.627> PMID: [12710484](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12710484/)
 30. Rahimi, S., Khaksefidi, A. (2006). A comparison between the effects of a probiotic (Bioplus 2B) and an antibiotic (virginiamycin) on the performance of broiler chickens under heat stress condition. *Iranian J of Vet Res*, 7(3), 23-28.
 31. Rath, N.C., Huff, W.E., Huff, G.R. (2006). Effects of humic acid on broiler chickens. *Poult Sci*, 85(3), 410-414. <https://doi.org/10.1093/ps/85.3.410> PMID: [16553268](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16553268/)
 32. Riede, U.N., Zeck-Kapp, G., Freudenber, N., Keller, H.U., Seubert, B. (1991). Humate-induced activation of human granulocytes. *Virchows Arch B Cell Pathol Incl Mol Pathol*, 60(1), 27-34. PMID: [1673274](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1673274/)
 33. Salim, H.M., Kang, H.K., Akter, N., Kim, D.W., Kim, J.H., Kim, M.J., Na, J.C., Jong, H.B., Choi, H.C., Suh, O.S., Kim, W.K. (2013). Supplementation of direct-fed microbials as an alternative to antibiotic on growth performance, immune response, cecal microbial population and ileal morphology of broiler chickens. *Poult Sci*, 92(8), 2084-2090. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02947> PMID: [23873556](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23873556/)
 34. Sahin, T., Aksu Elmali, D., Kaya, I., Sari, M., Kaya, O. (2011). The effect of single and combined use of probiotic and humate in quail (*Coturnix coturnix Japonica*) diet on fattening performance and carcass parameters. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 17(1), 1-5.
 35. Skalická, M., Koréneková, B. (2016). The Effects of Sodium Humate and Aflatoxin B1 on Body Weight of Broiler Chicks. *Iranian J of Appl Anim Sci*, 6(2), 415-421.
 36. Stevenson, F.J. (1994). *Humus Chemistry. Genesis, Composition, Reactions.* (2nd ed.) John Wiley and Sons, Inc, New York.
 37. Tashfam, M., Rahimi, S., Karimi, K. (2005). Effect of different levels of probiotic on the mucosal morphology of broiler chickens. *J fac Vet Med Univ Tehran*, 60(30), 205-211.