University of Tehran Press

Journal of Animal Production

Online ISSN: 2382-994X

Homepage: https://jap.ut.ac.ir/

Effect of wet litter biochar, probiotic and zeolite on performance, blood metabolites and small intestine morphology of broiler chickens reared under cold stress

Shokoufeh Hasanvand[1] | Ali Khatibjoo[2]✉ | Hassan Shirzadi[3] | Yahya Mohammadi[4] | Mohammad Amir Karimi Torshizi[5] | Derakhshandeh Rahimi[6]

1. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture. Ilam University, Ilam, Iran. E-mail: s.hassanvand@ilam.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran. E-mail: a.khatibjoo@ilam.ac.ir
3. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran. E-mail: h.shirzadi@ilam.ac.ir
4. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran. E-mail: y.mohammadi@ilam.ac.ir
5. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University, Tehran- Iran. E-mail: karimitm@modares.ac.ir
6. Animal Science Research Department, Ilam Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ilam, Iran. E-mail: dr.rahimi1168@yahoo.com

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 22 February 2023
Received in revised form
30 August 2023
Accepted 2 August 2023
Published online 12 October 2023

Keywords:
Broiler Chicken
Cold Stress
Performance
Probiotic
Wet Litter Biochar

ABSTRACT

Introduction: Exposure of poultry birds to extreme temperature stressor modulates the immune responsiveness and haemato-biochemical parameters of birds. Cold temperature can increase ascites susceptibility by increasing both metabolic oxygen requirements and pulmonary hypertension. Biochar is an ash substance that is produced from the burning of biological material via pyrolysis. This study was carried out to investigate the effects of wet Litter Biochar on performance of cold-stressed broiler chickens.

Material and Methods: In this experiment, the effect of wet litter biochar (WLB), probiotic and zeolite on performance, blood metabolites and small intestine morphology of broiler chickens reared under cold stress were investigated. In a completely randomized design 350 Ross-308 broiler chickens (one-day-old, mixed sexes) were allocated to seven treatments, five replicates and 10 birds in each replicate. Experimental treatments included: 1) positive control (basal diet in recommended temperature), 2) negative control (basal diet+ cold stress), 3) negative control+ %0.5 WLB, 4) negative control+ %0.75 WLB, 5) negative control+ 1% WLB, 6) negative control+ 0.02% probiotic Ecobacto-P, and 7) negative control+ 1% zeolite. In cold stress groups, house temperature decreased to 17° C from 7 d until end of the experiment (42 d).

Results and Discussion: As compared to group reared in recommended house, cold stress significantly decreased broiler chickens feed intake, body weight gain (BWG), carcass and abdominal fat percentages, serum triglyceride concentration, activity of aspartate transaminase and alanine aminotransferase enzymes as well as villous width of jejunum and ileum while increased total and ascitic mortality, ileal and jejunal villous height and crypt depth to villous length ratio ($P<0.05$). Inclusion of 0.5 and 1% WLB and probiotic increased broiler chickens BWG, ileal and jejunal villous length and surface area, but decreased feed conversion ratio as compared to negative control group ($P<0.05$).

Conclusion: Generally, although addition of wet litter biochar and probiotic led to improvement in performance and small intestine morphometry of cold-stressed broiler chickens, but they did not completely catch-up negative effects of cold stress on broiler chickens.

Cite this article: Hasanvand, Sh., Khatibjoo, A., Shirzadi, H., Mohammadi, Y., Karimi-Torshizi, M. A., & Rahimi, D. (2023). Effect of wet litter biochar, probiotic and zeolite on performance, blood metabolites and small intestine morphology of broiler chickens reared under cold stress. *Journal of Animal Production*, 25 (3), 325-341.
DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2023.355864.623734

© The Author(s).
DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2023.355864.623734

Publisher: University of Tehran Press.

انتشارات دانشگاه تهران

تولیدات دامی

شاپا الکترونیکی: ۲۳۸۲-۹۹۴x

Homepage: https://jap.ut.ac.ir/

اثر بیوچار پسماند تر شهری، پروبیوتیک و زئولیت بر عملکرد، متابولیت‌های خونی و مورفولوژی روده جوجه‌های گوشتی تحت تنش سرمایی

شکوفه حسنوند[۱] | علی خطیب جو[۲]✉ | حسن شیرزادی[۳] | یحیی محمدی[۴] | محمد امیر کریمی ترشیزی[۵] | درخشنده رحیمی[۶]

۱. گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران. رایانامه: s.hassanvand@ ilam.ac.ir

۲. نویسنده مسئول، گروه علم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران. رایانامه: a.khatibjoo@ilam.ac.ir

۳. گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران. رایانامه: h.shirzadi@ilam.ac.ir

۴. گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران. رایانامه: y.mohammadi@ilam.ac.ir

۵. گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس تهران، تهران، ایران. رایانامه: karimitm@modares.ac.ir

۶. بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایلام، ایران. رایانامه: dr.rahimi1168@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۰۳

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۶/۰۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۱۱

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۷/۲۰

کلیدواژه‌ها:

بیوچار پسماند تر

پروبیوتیک

تنش سرمایی

جوجه گوشتی

عملکرد

چکیده

در پژوهش حاضر اثر بیوچار پسماند زباله تر بر عملکرد، متابولیت‌های خونی و مورفولوژی روده جوجه‌های گوشتی تحت تنش سرمایی با تخصیص ۳۵۰ قطعه جوجه گوشتی راس-۳۰۸ (یک‌روزه، مخلوط دو جنس) در قالب طرح کاملاً تصادفی با هفت تیمار، پنج تکرار و ۱۰ جوجه در هر تکرار در دو سالن مجزا (سرد و دمای توصیه‌شده) بررسی شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- شاهد مثبت (جیره پایه؛ دمای توصیه شده)، ۲- شاهد منفی (جیره پایه؛ تنش سرمایی)، ۳ تا ۵- به ترتیب شاهد منفی به‌همراه ۰/۵، ۰/۷۵ و یک درصد بیوچار پسماند تر، ۶- شاهد منفی به‌همراه ۰/۰۲ درصد پروبیوتیک اکوباکتو-پی (Ecobacto-P) و ۷- شاهد منفی به‌همراه یک درصد زئولیت بودند. در گروه‌های تنش سرمایی، از هفت روزگی تا انتهای آزمایش (۴۲ روزگی) دمای سالن به ۱۷ درجه سانتی‌گراد کاهش داده شد. تنش سرمایی منجر به کاهش خوراک مصرفی و وزن بدن، درصد لاشه و چربی حفره بطنی، غلظت تری‌گلیسرید و فعالیت آسپارتات آمینوترانسفراز و گلوتامات ترانس‌آمیناز و عرض پرز ژوژنوم و ایلئوم شد درحالی‌که تلفات کل و آسیتی، طول پرز و نسبت طول پرز به عمق کریپت ژوژنوم و ایلئوم را افزایش داد ($P<0/05$). افزودن یک و ۰/۵ درصد بیوچار و پروبیوتیک سبب افزایش وزن بدن، طول و سطح مقطع پرز ژوژنوم و ایلئوم و کاهش ضریب تبدیل خوراک نسبت به گروه شاهد پرورش یافته در شرایط تنش سرمایی شدند. به‌طور کلی، افزودن بیوچار و پروبیوتیک گرچه منجر به بهبود عملکرد و مورفولوژی روده شدند، اما اثرات منفی تنش سرمایی را کاملاً جبران نکردند.

استناد: حسنوند، شکوفه؛ خطیب‌جو، علی؛ شیرزادی، حسن؛ محمدی، یحیی؛ کریمی ترشیزی، محمد امیر؛ و رحیمی، درخشنده (۱۴۰۲). اثر بیوچار پسماند تر شهری، پروبیوتیک و زئولیت بر عملکرد، متابولیت‌های خونی و مورفولوژی روده جوجه‌های گوشتی تحت تنش سرمایی. *نشریه تولیدات دامی*، ۲۵ (۳)، ۳۲۵-۳۴۱.

DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2023.355864.623734

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

۱- مقدمه

استفاده از پروبیوتیک‌ها به‌عنوان محرک رشد و جایگزین آنتی‌بیوتیک در جیره جوجه‌های گوشتی منجر به ممانعت از رشد باکتری‌های مضر روده (از جمله اشریشیاکلی) (Nawaz *et al*., 2021)، افزایش مقاومت در برابر پاتوژن‌ها، سنتز مواد آنتی‌اکسیدانی و ضد باکتریایی، تحریک ایمنی موضعی، تعدیل پاسخ التهابی، بهبود عملکرد ایمنی جوجه‌های گوشتی تحت تنش سرمایی، کاهش آسیب به مخاط روده کوچک و افزایش جذب مواد مغذی می‌شود (Zhou *et al*., 2021). اتصالات محکم، ساختارهای کلیدی در نفوذپذیری مخاط روده هستند و تغییر در نفوذپذیری روده به آسیب اتصالات محکم مربوط می‌شود و پروبیوتیک‌ها ارتباط کامل و یک‌پارچه بین سلول‌های اپیتلیال روده در طول عفونت یا وضعیت فسادآمیز را افزایش می‌دهند.

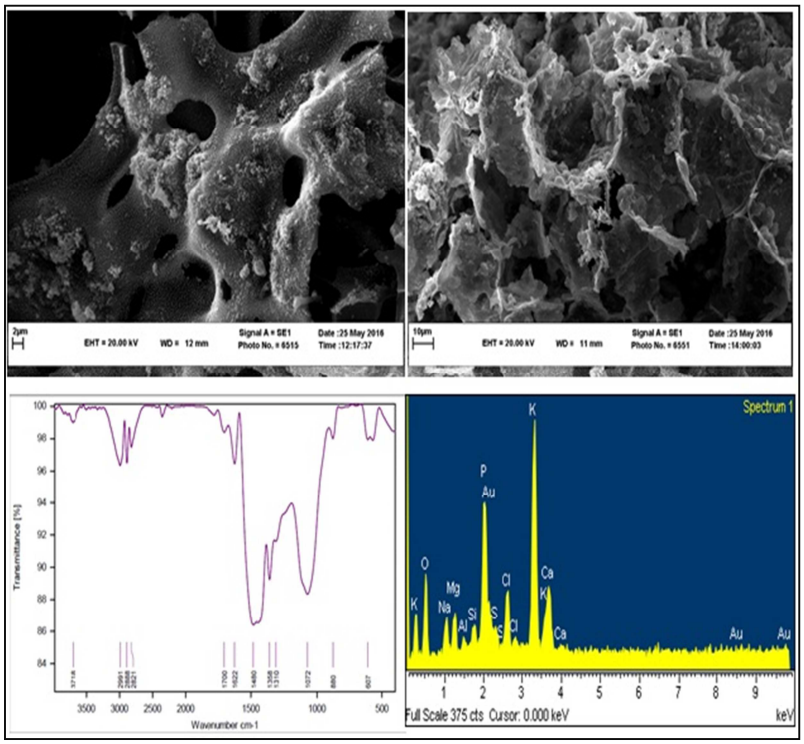
زئولیت‌ها، آلومینوسیلیکات‌های کریستالی و هیدراته از کاتیون‌های قلیایی و قلیایی خاکی هستند که ساختار سه بعدی نامحدودی دارند. زئولیت‌ها توانایی مبادله انتخابی انواع کاتیون‌ها در ساختار خود بدون تغییر عمده در ساختار خود را دارا هستند و قادرند سمیت ناشی از سموم را کاهش دهند. امروزه به‌منظور جذب یا حذف سموم از محیط شامل آب، خاک یا بدن موجودات زنده، از مواد جاذب آلی دوست‌دار محیط زیست استفاده می‌شود (Dim *et al*., 2018) و یکی از این اصلاح‌کننده‌های آلی، بیوچارها هستند که از سوختن منابع آلی در دماهای نسبتاً پایین (کم‌تر از ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد) در غیاب یا حضور اکسیژن کم، تولید می‌شوند. بیوچار، زغال و زغال فعال ویژگی‌های مشابهی دارند به‌طوری‌که همه آن‌ها از مواد غنی از کربن آلی و در شرایط پیرولیز (حضور بسیار کم اکسیژن) تولید شده‌اند.

۲- پیشینهٔ پژوهش

تنش سرمایی موجب افزایش نیاز به انرژی و در نتیجه افزایش خوراک مصرفی طیور می‌شود و تغییراتی نیز در دستگاه گوارش از قبیل افزایش جمعیت باکتری‌های مضر دستگاه گوارش از جمله اشریشیاکلی (Huff *et al*., 2015)، شل‌شدن اتصالات محکم بین سلول‌های انتروسیت و افزایش نفوذپذیری باکتری‌ها به جریان خون به‌وجود می‌آید که در نتیجه سبب بروز عفونت و التهاب در بافت‌های بدن می‌شود (Zhou *et al*., 2021). وقوع هم‌زمان افزایش تولید سموم باکتریایی و افزایش فاصله بین انتروسیت‌ها می‌تواند منجر به بروز آنتریت و التهاب روده و افزایش تلفات جوجه‌های گوشتی شود. بنابراین، افزودن پروبیوتیک‌ها به‌عنوان تعدیل‌کننده جمعیت باکتریایی دستگاه گوارش می‌تواند به‌عنوان جایگزینی برای آنتی‌بیوتیک‌ها به‌منظور محافظت از جوجه‌های جوان در برابر تنش سرمایی و عفونت‌های باکتریایی عمل کند (Huff *et al*., 2015). بیوچار در واقع فرم پیش‌ساز زغال فعال است که در فرایند سم‌زدایی و خارج‌کردن سموم از بدن حیوانات و بهبود جمعیت میکروبی دستگاه گوارش کاربرد دارد. بیوچار یک ماده متخلخل است که شباهت زیادی به زغال فعال دارد و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آن مانند قطر، اندازه، سطح ویژه کل منافذ و مقدار مواد مغذی به شرایط سوختن آن و نوع ماده خام اولیه بستگی دارد و می‌تواند فلزات سنگین را با جذب سطحی روی سطوح خودش غیرفعال سازد (Cheron, 2017). بین جایگزین‌های بی‌خطر آنتی‌بیوتیک‌ها، تاکنون در زمینه تأثیر بیوچار حاصل از پسماند تر بر ممانعت از رشد قارچ‌ها و باکتری‌ها و جذب توکسین آن‌ها پژوهشی انجام نشده است. در این آزمایش، فرض بر این است که افزودن بیوچار پسماند تر محصولات کشاورزی به جیره جوجه‌های گوشتی سبب کاهش مرگ‌ومیر شده و منجر به بهبود عملکرد جوجه‌های گوشتی در شرایط تنش سرمایی می‌شود. این پژوهش به‌منظور بررسی اثر سطوح مختلف بیوچار بر بهبود عملکرد و پاسخ ایمنی جوجه‌های گوشتی در شرایط تنش سرمایی و مقایسه آن با پروبیوتیک و زئولیت انجام گرفت.

۳- روش‌شناسی پژوهش

این آزمایش در زمستان سال ۱۳۹۹ در مرغداری تحقیقاتی دانشگاه ایلام در دو سالن مجزا (سالن سرد و استاندارد) انجام شد. ابعاد سالن با دمای توصیه‌شده ۴×۴ متر و ابعاد سالن سرد ۷×۷ مترمربع و فاصله این دو سالن از همدیگر ۱۰۰ متر بود. تعداد ۳۵۰ قطعه جوجه گوشتی سویه راس-۳۰۸ (مخلوط دو جنس) به نسبت مساوی نر و ماده با میانگین وزنی ۳۸/۵ گرم (سن مرغ مادر ۳۹ هفته)، به‌طور تصادفی در ۳۵ پن آزمایشی (دارای ابعاد ۱ در ۱/۱ متر) به هفت تیمار، پنج تکرار و ۱۰ قطعه پرنده در هر تکرار اختصاص داده شدند و تا پایان سن ۴۲ روزگی با سه جیره مختلف مطابق توصیه‌های سویه راس-۳۰۸ تغذیه شدند. در سالن گرم، ۵۰ جوجه در پنج پن آزمایشی با ابعاد ۱ در ۱/۱ متر و در سالن سرد ۳۰ پن آزمایشی با ابعاد ۱ در ۱/۱ متر وجود داشت. دمای سالن استاندارد مطابق برنامه توصیه‌شده سویه راس-۳۰۸ (۲۰۱۹) تنظیم شد. دمای سالن سرد در هفته اول ۳۲ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. به‌منظور اعمال تنش سرمایی، از ابتدای هفته دوم دمای سالن به یک‌باره از ۲۹ درجه سانتی‌گراد به ۱۷ درجه سانتی‌گراد کاهش داده شد و تا آخر دوره پرورش (۴۲ روزگی) در همین دما باقی ماند (Varmaghany *et al*., 2015). تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از ۱- شاهد مثبت (جیره پایه؛ دمای توصیه شده)، ۲- شاهد منفی (جیره پایه؛ تنش سرمایی)، ۳ تا ۵- به ترتیب شاهد منفی به‌همراه ۰/۵، ۰/۷۵ و یک درصد بیوچار پسماند تر، ۶- شاهد منفی به‌همراه ۰/۰۲ درصد پروبیوتیک اکوباکتو-پی (Ecobacto-P) و ۷- شاهد منفی به‌همراه یک درصد زئولیت بودند. جیره‌های آزمایشی بر پایه ذرت- سویا و توسط نرم‌افزار جیره‌نویسی UFFDA تنظیم شدند. مواد خوراکی تشکیل‌دهنده و ترکیبات شیمیایی جیره‌های آزمایشی در جدول (۱) آورده شده است. افزودنی‌های خوراکی بعد از آماده‌سازی جیره پایه، به آن اضافه شدند و همه جوجه‌ها در طول آزمایش به جیره و آب دسترسی آزاد داشتند.



شکل ۱. تصویر الکترونی و طیف بیوچار تولیدی از پسماند تر

جهت تهیه بیوچار، پسماند زباله شهری در دمای اتاق کاملاً خشک شد. به‌منظور تهیه بیوچار ابتدا، پسماند شهری از محل جمع‌آوری زباله شهری تهیه و بخش‌های خشک آن جدا شده و بخش تر زباله شامل بقایای میوه‌ها، سبزیجات و پسماند غذایی در آزمایشگاه خاکشناسی دانشگاه ایلام با استفاده از گرماکافت پسماند تر در دمای ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد و در بازه زمانی دو ساعت در شرایط اکسیژن محدود تولید شد و به‌منظور بررسی قابلیت جذب توکسین‌های قارچی، برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی از قبیل تعداد گروه‌های هیدروکسیل و میزان تخلل آن اندازه‌گیری شد. در نهایت توسط میکروسکوپ الکترونی، میزان تخلخل و اندازه منافذ بیوچار عکس‌برداری شد. عکس‌های میکروسکوپ الکترونی نشان داد که ترکیب حاصله ماده‌ای متخلخل، ناهمگن و به‌طورعمده دارای کربن و مقداری فلزات قلیایی است. گروه‌های عاملی سطحی توسط دستگاه Spectra FTIR[1] (PerkinElmer-USA) تعیین شدند.

با توجه به پیک‌های ارائه‌شده توسط دستگاه، پیک ۳۸۱۴ نشان‌دهنده گروه‌های هیدروکسیل و پیک‌های ۳۰۰۰، ۲۹۰۰ و ۲۸۳۲ نشان‌دهنده گروه‌های –CH2 و –CH3 که مربوط به ترکیبات بلند زنجیر آلیفاتیک و پیک‌های ۱۷۰۰ و ۱۶۲۲ مربوط به پیوندهای C=O در حلقه‌های آروماتیک، و پیک ۱۰۷۲ مربوط به گروه هیدروکسیل می‌باشند، زیرا ترکیب بیوچار دارای دو پیک هیدروکسیلی است (شکل ۱).

وزن بدن، افزایش وزن بدن و خوراک مصرفی به‌صورت دوره‌ای و درصد تلفات کل و آسیتی در کل دوره جوجه‌ها اندازه‌گیری شد. در جوجه‌های تلف‌شده، با تقسیم وزن بطن راست به وزن کل بطن‌ها و در صورتی‌که بیش‌تر از ۰/۳ باشد، جوجه تلف‌شده جزو تلفات آسیتی لحاظ شد. ضریب تبدیل خوراک تصحیح‌شده براساسبراساس تلفات کل محاسبه گردید و در پایان آزمایش نیز فاکتور تولید بازده اروپایی با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد (Rashidi *et al*., 2020).

رابطه ۱) $$\text{شاخص بازده تولید اروپایی کل دوره} = \frac{(\text{وزن زنده (کیلوگرم)} \times \text{درصد ماندگاری})}{(\text{ضریب تبدیل خوراک} \times \text{سن فروش (روز)})} \times ۱۰۰$$

در سن ۴۰ روزگی، یک جوجه نر از هر تکرار انتخاب و از سیاهرگ زیر بال آن‌ها نمونه خون گرفته شد و غلظت متابولیت‌های خونی مانند (کلسترول، LDL[2]–کلسترول و HDL[3]–کلسترول) با استفاده از کیت‌های شرکت پارس آزمون و فعالیت آنزیم‌های آلانین‌آمینوترانسفراز (Alanine Aminotransferase: ALT) و آسپارتات آمینوترانسفراز (Aspartate transaminase: AST)، لاکتات دهیدروژناز (Lactate dehydrogenase: LDH) توسط دستگاه اتوآنالایزر (Hitachi 917 کشور ژاپن) تعیین شد.

به‌منظور بررسی تأثیر تیمارهای آزمایشی و تنش سرمایی بر قابلیت هضم ماده آلی خوراک، روز ۳۸ آزمایش به جیره‌های آزمایشی ۰/۳ درصد اکسید کروم شش ظرفیتی اضافه شد و سه روز بعد، از محتویات مدفوع نمونه‌برداری شد. قابلیت هضم ماده آلی با استفاده از رابطه (۲) محاسبه شد:

رابطه ۲) $$\text{قابلیت هضم (درصد)} = \{1- (\text{نشانگر موجود در نمونه‌های مدفوع/نشانگر موجود در نمونه‌های خوراک}) \times (\text{ماده مغذی موجود در نمونه‌های خوراک/ماده مغذی موجود در نمونه‌های مدفوع})\}$$

1. Fourier transform infrared
2. Low density lipoprotein
3. High density lipoprotein

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره پایه (درصد)

ماده خوراکی	آغازین (۱۰-۱ روزگی)	رشد (۲۴-۱۱ روزگی)	پایانی (۴۲-۲۵ روزگی)
ذرت	۵۳/۱	۶۰/۶	۶۶/۷
کنجاله سویا (۴۴ درصد پروتئین)	۳۵/۰	۲۹/۸	۲۸/۱
روغن آفتابگردان	۱/۰	۱/۰	۱/۶
گلوتن ذرت (۶۰ درصد پروتئین)	۶/۵	۴/۶	۰
دی کلسیم فسفات	۱/۵۲	۱/۴۵	۱/۲
کربنات کلسیم	۱/۳۲	۱/۱۴	۱/۱
دی-ال- متیونین	۰/۲۴	۰/۲	۰/۱۹
ال-لیزین هیدروکلرید	۰/۲۸	۰/۲۶	۰/۱۶
ال-ترئونین	۰/۰۵	۰/۰۴۲	۰/۰۰۴
نمک	۰/۲۴	۰/۲۵	۰/۲۸
جوش شیرین	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۱۵
مکمل ویتامینه[1]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل معدنی[2]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
ترکیب مواد مغذی محاسبه‌شده (درصد)			
انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری درکیلوگرم)	۳۰۰۰/۰۰	۳۰۳۰/۰۰	۳۰۳۰/۰۰
پروتئین خام (درصد)	۲۳/۰۰	۲۰/۹۰	۱۹/۰۰
لیزین قابل هضم (درصد)[3]	۱/۲۵	۱/۱۰	۰/۹۸
متیونین قابل هضم (درصد)	۰/۶۰	۰/۵۲	۰/۴۴
سیستئین قابل هضم (درصد)	۰/۳۰	۰/۲۸	۰/۲۷
متیونین+ سیستئین قابل هضم (درصد)	۰/۹۰	۰/۸۰	۰/۷۱
ترئونین قابل هضم (درصد)	۰/۷۹	۰/۶۸	۰/۶۱
کلسیم (درصد)	۱/۰۰	۰/۹۰	۰/۸۷
فسفر قابل استفاده (درصد)	۰/۵۰	۰/۴۵	۰/۴۳
سدیم (درصد)	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷

۱ و ۲. مکمل مورداستفادهمورداستفاده در ترکیب جیره‌ها در هرکیلوگرم، دارای مواد زیر بوده است؛ ویتامین‌ها شامل ۴۴۰۰۰ واحد جهانی آ، ۷۲۰۰ واحد جهانی د-۳؛ 440 میلی‌گرم ای، ۴۰ میلی‌گرم کا، ۷۰ میلی‌گرم کوبالامین، ۶۵ میلی‌گرم تیامین، ۳۲۰ میلیگرم ریبوفلاوین، ۲۹۰ میلی‌گرم اسید پانتوتنیک، ۱۲۲۰ میلی‌گرم نیاسین، ۶۵ میلی‌گرم پیریدوکسین، ۲۲ میلی‌گرم بیوتین و ۲۷۰ میلی‌گرم کولین کلراید. مواد معدنی شامل (میلی‌گرم در کیلوگرم)؛ ۹۹/۲ میلی‌گرم اکسید منگنز (MnO_2)، ۸۵ میلی‌گرم اکسید روی (ZnO)، ۵۰ میلی‌گرم سولفات آهن ($FeSo_4$)، ۱۰ میلی‌گرم سولفات مس ($SuSo_4$)، ۰/۲ میلی‌گرم سلنیوم (سدیم سلنیت)، ۱۳ میلی‌گرم ید (یدات کلسیم) و ۲۵۰ میلی‌گرم کلین کلراید.

در روز ۴۲ (پایان آزمایش) به‌طور تصادفی دو پرنده (یک نر و یک ماده) از هر تکرار با شرایط نزدیک به میانگین وزنی گروه برای کشتار انتخاب شده و چهار ساعت قبل از کشتار به جوجه‌ها گرسنگی داده شد. جوجه‌ها پس از توزین، کشتار شده و وزن نسبی لاشه و اجزای لاشه نظیر ران، سینه، چربی محوطه بطنی و قلب اندازه‌گیری شد. با نمونه‌گیری از محتویات ایلئوم و کشت باکتری‌های لاکتوباسیلوس، اشریشیاکلی و سالمونلا در محیط کشت اختصاصی، کل جمعیت باکتری‌های مذکور در ایلئوم تعیین شد. از بافت ژوژنوم و ایلئوم جوجه‌های کشتارشده نمونه‌گیری شد و نمونه‌ها داخل محلول ۱۰ درصد فرمالین نگهداری شد. بعد از ۴۸ ساعت، و تهیه سطح مقطع از نمونه‌های ایلئوم و ژوژنوم، تعداد ۱۰ پرز روده‌ای سالم از هر نمونه ارزیابی و طول ویلی، عرض ویلی و عمق کریپت با استفاده از میکروسکوپ نوری، نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت و سطح مقطع ویلی نیز با استفاده از رابطه (۳) محاسبه شد.

رابطه ۳) سطح مقطع ویلی = π ×۲ ×(عرض ویلی ÷ ۲) × طول ویلی

داده‌های حاصل با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۴) برای مدل ۴ تجزیه و میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح آماری پنج درصد مقایسه شد (SAS, 2004).

رابطه ۴) $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$

که در آن، Y_{ij}، مشاهدات؛ μ، میانگین مشاهدات؛ T_i، اثر تیمار i و e_{ij}، اثر خطای تصادفی مربوط به هر مشاهده است.

۴- یافته‌های پژوهش

تأثیر جیره‌های آزمایشی بر خوراک مصرفی، وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک در جدول (۲) نشان داده شده است. اعمال تنش سرمایی سبب کاهش خوراک مصرفی در دوره آغازین، رشد و کل دوره پرورش شد (P<۰/۰۵)، اما بر میانگین خوراک مصرفی جوجه‌های گوشتی در دوره پایانی تأثیر معنی‌داری نداشت.

جدول ۲. اثر تیمارهای آزمایشی بر خوراک مصرفی، رشد و ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی

	تیمارهای آزمایشی [۱]							SEM	P-Value
	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷		
خوراک مصرفی(گرم)									
آغازین (۱۰-۱ روزگی)	۳۹۴^{a}	۱۷۵^{b}	۲۰۴^{b}	۲۰۸^{b}	۲۰۷^{b}	۱۹۲^{b}	۲۰۳^{b}	۱۵	۰/۰۰۰۱
رشد (۲۴-۱۱ روزگی)	۱۱۵۲^{a}	۱۰۰۲^{b}	۹۸۲^{b}	۹۷۵^{bc}	۹۵۹^{bc}	۸۳۹^{c}	۸۸۶^{bc}	۴۳	۰/۰۰۱
پایانی (۴۲-۲۵ روزگی)	۲۹۷۵	۲۸۶۴	۲۸۸۴	۲۸۸۹	۲۶۸۱	۲۸۱۵	۲۹۷۰	۹۸	۰/۴۲۳
کل (۴۲-۱ روزگی)	۴۵۲۱^{a}	۴۰۴۱^{b}	۴۰۷۰^{b}	۴۰۷۲^{b}	۳۸۴۷^{b}	۳۸۴۶^{b}	۴۰۵۸^{b}	۱۳۹	۰/۰۴۰
وزن بدن (گرم)									
۱۰ روزگی	۲۸۵^{a}	۱۳۱^{c}	۱۵۳^{b}	۱۴۷^{bc}	۱۵۲^{b}	۱۴۲^{bc}	۱۴۱^{bc}	۶	۰/۰۰۰۱
۲۴ روزگی	۱۰۱۵^{a}	۷۶۶^{b}	۷۴۲^{b}	۷۸۲^{b}	۷۸۶^{b}	۷۴۲^{b}	۶۸۶^{b}	۳۲	۰/۰۰۰۱
۴۲ روزگی	۲۵۴۱^{a}	۲۱۷۳^{b}	۲۱۶۶^{b}	۲۲۳۳^{b}	۲۱۸۵^{b}	۲۱۶۳^{b}	۲۲۰۹^{b}	۵۶	۰/۰۰۱
افزایش وزن بدن (گرم)									
رشد (۲۴-۱۱ روزگی)	۷۳۰^{a}	۶۳۵^{ab}	۵۸۹^{b}	۶۳۵^{ab}	۶۳۵^{ab}	۶۰۱^{b}	۵۴۵^{b}	۳۰	۰/۰۰۹
پایانی (۴۲-۲۵ روزگی)	۱۵۲۶	۱۴۰۶	۱۴۲۴	۱۴۵۲	۱۳۹۹	۱۴۲۱	۱۵۲۲	۴۳	۰/۲۰۹
کل دوره	۲۵۰۳^{a}	۲۱۳۵^{b}	۲۱۲۸^{b}	۲۱۹۵^{b}	۲۱۴۷^{b}	۲۱۲۵^{b}	۲۱۷۱^{b}	۵۲	۰/۰۰۳
ضریب تبدیل خوراک									
آغازین (۱۰-۱ روزگی)	۱/۳۸	۱/۳۳	۱/۳۲	۱/۴۲	۱/۳۵	۱/۳۶	۱/۴۴	۰/۰۷	۰/۸۸
رشد (۲۴-۱۱ روزگی)	۱/۵۸^{ab}	۱/۵۸^{ab}	۱/۶۷^{a}	۱/۵۴^{ab}	۱/۵۲^{bc}	۱/۴۰^{c}	۱/۶۳^{ab}	۰/۰۴	۰/۰۰۷
پایانی (۴۲-۲۵ روزگی)	۱/۹۵	۲/۰۴	۲/۰۳	۲/۰	۱/۹۲	۱/۹۸	۱/۹۶	۰/۰۷	۰/۸۸۵
کل (۴۲-۱ روزگی)	۱/۷۸	۱/۸۶	۱/۸۸	۱/۸۳	۱/۷۶	۱/۷۸	۱/۸۴	۰/۰۵	۰/۵۸۵
تلفات کل (درصد)	۱/۹^{c}	۲۲/۰^{a}	۱۱/۰^{b}	۱۴/۷^{ab}	۱۷/۶^{ab}	۱۱/۴^{b}	۲۴/۲^{a}	۳/۹۲	۰/۰۱
تلفات آسیتی (درصد)	۰/۲۶^{c}	۸/۴^{a}	۳/۲^{b}	۵/۱^{b}	۵/۷^{ab}	۳/۶^{b}	۶/۶^{ab}	۱/۳۱	۰/۰۰۷
شاخص کارایی تولید اروپایی	۳۱۵^{a}	۱۹۳^{b}	۲۰۱^{b}	۲۲۷^{b}	۲۲۹^{b}	۲۳۰^{b}	۱۹۴^{b}	۱۲	۰/۰۰۰۱

a-b: تفاوت میانگین‌ها با حروف نامشابه در هر ردیف معنی‌دار است (P < ۰/۰۵).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها؛ ۱- جیره پایه (شاهد مثبت- پرورش در دمای توصیه شده سویه راس)، ۲- جیره پایه (شاهد منفی- پرورش در شرایط تنش سرمایی)، ۳- شاهد منفی+ ۰/۵ درصد بیوچار، ۴- شاهد منفی+ ۰/۷۵ درصد بیوچار، ۵- شاهد منفی+ ۱ درصد بیوچار، ۶- شاهد منفی+ پروبیوتیک (۲۰۰ گرم در تن)، ۷- شاهد منفی+ زئولیت (یک کیلوگرم در تن).

در دوره آغازین و کل دوره بین افزودنی‌های مورداستفاده در جیره جوجه‌های گوشتی تفاوت معنی‌داری از لحاظ خوراک مصرفی وجود نداشت و در دوره رشد، برخلاف انتظار پژوهش‌گران، افزودن پروبیوتیک اکوباکتو-پی نسبت به گروه دریافت‌کننده جیره حاوی یک درصد بیوچار و گروه شاهد پرورش یافته در شرایط تنش سرمایی سبب کاهش خوراک مصرفی جوجه‌های گوشتی شد (P<۰/۰۵). هم‌چنین، اعمال تنش سرمایی سبب کاهش وزن بدن جوجه‌های گوشتی در دوره‌های آغازین، رشد و پایانی پرورش و هم‌چنین کاهش میزان افزایش وزن بدن جوجه‌های گوشتی طی دوره رشد گردید (P<۰/۰۵)، اما بر افزایش وزن بدن جوجه‌های گوشتی در دوره پایانی تأثیر معنی‌داری نداشت بین گروه‌های دریافت‌کننده افزودنی‌های مورداستفاده، فقط در دوره آغازین تفاوت معنی‌داری از لحاظ وزن بدن وجود داشت، به‌طوری‌که افزودن یک و ۰/۵ درصد بیوچار سبب افزایش وزن بدن جوجه‌های گوشتی نسبت به گروه شاهد پرورش

یافته در شرایط تنش سرمایی شد (P<۰/۰۵). تنش سرمایی یا افزودنی‌ها در دوره‌های آغازین، پایانی و کل دوره، تأثیر معنی‌داری بر ضریب تبدیل خوراک نداشتند و فقط در دوره رشد افزودن پروبیوتیک به جیره سبب کاهش معنی‌دار ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی نسبت به گروه شاهد شد (P <۰/۰۵).

اعمال تنش سرمایی سبب افزایش معنی‌دار تلفات کل و آسیتی جوجه‌های گوشتی شد و افزودن ۰/۵ درصد بیوچار و پروبیوتیک اکوباکتو-پی به جیره سبب کاهش معنی‌دار تلفات کل و آسیتی جوجه‌های گوشتی نسبت به تیمار شاهد پرورش یافته در شرایط تنش سرمایی شد درحالی‌که افزودن زئولیت منجر به بیش‌ترین تلفات جوجه‌های گوشتی شد اگرچه افزودنی‌ها قادر به جبران کامل افزایش تلفات تا حد گروه شاهد مثبت نبودند. با توجه به عدم تأثیرگذاری تیمارهای آزمایشی بر ضریب تبدیل خوراک، تأثیر خود را در شاخص کارایی تولید اروپایی نشان داد به‌طوریکه اعمال تنش سرمایی سبب کاهش معنی‌دار این شاخص شد و بین افزودنی‌ها نیز تفاوت معنی‌داری از لحاظ شاخص کارایی تولید اروپایی وجود نداشت.

جدول ۳. اثر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی و آنزیم‌های کبدی سرم خون جوجه‌های گوشتی

فراسنجه	تیمارهای آزمایشی [۱]							SEM	P-Value
	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷		
تری‌گلیسرید (میلی‌گرم/ دسی‌لیتر)	۶۸/۶^{a}	۴۴/۶۳^{b}	۴۲/۴۰^{b}	۳۶/۶^{b}	۳۵/۶^{b}	۳۱/۴^{b}	۳۳^{b}	۴/۹	۰/۰۰۱
کلسترول کل (میلی‌گرم/ دسی‌لیتر)	۱۴۴	۱۲۷	۱۲۶	۱۱۹	۱۱۱	۱۱۱	۱۱۸	۸/۱	۰/۲۸۸
HDL-کلسترول (میلی‌گرم/ دسی‌لیتر)	۲۴/۲^{b}	۳۹/۶۳^{a}	۳۷/۹^{a}	۴۱/۴^{a}	۴۰/۹^{a}	۴۳/۷^{a}	۳۸/۷^{a}	۲/۱	۰/۰۰۰۱
LDL-کلسترول (میلی‌گرم/ دسی‌لیتر)	۵۴/۶^{a}	۴۶/۲۵^{ab}	۴۵/۱^{ab}	۴۳/۸^{ab}	۴۰/۰^{b}	۳۴/۸^{b}	۳۶/۲^{b}	۳/۶	۰/۰۳۳
آلکالین فسفاتاز (واحد بر لیتر)	۲۵۵	۱۶۴	۱۶۸	۱۸۹	۱۹۵	۱۸۴	۱۹۱	۱۶	۰/۵۹۲
اسپارتات آمینوترانسفراز (واحد بر لیتر)	۲۶۰^{a}	۱۶۲^{b}	۱۴۷^{b}	۱۳۹^{b}	۱۳۸^{b}	۱۲۶^{b}	۱۲۱^{b}	۱۷	۰/۰۰۱
آلانین آمینوترانسفراز (واحد بر لیتر)	۵/۶۰^{a}	۲/۰۰^{b}	۱/۹۰^{b}	۲/۱۰^{b}	۲/۵۰^{b}	۱/۹۰^{b}	۱/۷۰^{b}	۰/۵۶	۰/۰۰۷

۱: ۱-جیره پایه (شاهد مثبت- پرورش در دمای توصیه شده سویه راس)، ۲- جیره پایه (شاهد منفی- پرورش در شرایط تنش سرمایی)، ۳- شاهد منفی+ ۰/۵ درصد بیوچار، ۴- شاهد منفی+ ۰/۷۵ درصد بیوچار، ۵- شاهد منفی+ ۱ درصد بیوچار، ۶- شاهد منفی+ پروبیوتیک (۲۰۰ گرم در تن) و ۷- شاهد منفی+ زئولیت (یک کیلوگرم در تن)

تأثیر جیره‌های آزمایشی بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی و آنزیم‌های کبدی سرم خون جوجه‌های گوشتی در جدول (۳) نشان داده شده است. اعمال تنش سرمایی سبب کاهش تری‌گلیسرید، پروتئین کل، گلوبولین و آلبومین سرم و فعالیت آنزیم آسپارتات آمینوترانسفراز و آلانین آمینوترانسفراز و افزایش HDL-کلسترول سرم خون جوجه‌های گوشتی شد (P<۰/۰۵)، اما بر غلظت کلسترول کل و آنزیم آلکالین فسفاتاز سرمی تأثیر معنی‌داری نداشت. در مقایسه با تیمار شاهد پرورش یافته در شرایط تنش سرمایی، مکمل‌کردن سطوح مختلف بیوچار، پروبیوتیک یا زئولیت بر غلظت سرمی تری‌گلیسرید، LDL-کلسترول و HDL-کلسترول، گلوبولین و آلبومین و فعالیت آنزیم‌های ALT و AST جوجه‌های پرورش‌یافته تحت تنش سرمایی تأثیر معنی‌داری نداشتند

اثر تیمارهای آزمایشی بر وزن نسبی اجزای لاشه جوجه‌های گوشتی در جدول (۴) نشان داده شده است. همان‌طوری که ملاحظه می‌شود، در مقایسه با گروه پرورش‌یافته در دمای توصیه‌شده سویه راس، اعمال تنش سرمایی سبب کاهش درصد لاشه و درصد چربی حفره بطنی شد و بر سایر فراسنجه‌های مرتبط با لاشه تأثیر معنی‌داری نداشت افزودن بیوچار، پروبیوتیک یا زئولیت به جیره جوجه‌های پرورش‌یافته در شرایط تنش سرمایی، تأثیری بر بهبود صفات لاشه جوجه‌های گوشتی نداشت.

جدول ٤. اثر تیمارهای آزمایشی بر وزن نسبی اجزای لاشه (درصد از وزن زنده) جوجه‌های گوشتی تحت آزمایش

فراسنجه	تیمارهای آزمایشی							SEM	P-Value
	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷		
لاشه	۶۹/۱^{a}	۶۰/۸^{b}	۶۲/۳^{b}	۶۱/۱^{b}	۶۱/۰^{b}	۶۵/۶^{b}	۶۲/۷^{b}	۱/۹	۰/۰۰۲
چربی حفره بطنی	۲/۰۳^{a}	۱/۲۴^{b}	۱/۱۴^{b}	۱/۱۹^{b}	۱/۵۴^{ab}	۱/۳۹^{b}	۱/۱۱^{b}	۰/۲۰	۰/۰۲۲
کبد	۲/۱۰	۲/۴۹	۲/۳۳	۲/۲۷	۲/۵۴	۲/۳۲	۲/۲۰	۰/۲۰	۰/۶۹۸
سنگدان	۱/۶۴	۱/۵۴	۱/۷۰	۱/۸۰	۱/۷۴	۱/۶۶	۱/۵۷	۰/۱۱	۰/۵۰۲
قلب	۰/۶۹۶	۰/۶۴۰	۰/۷۱۸	۰/۵۹۸	۰/۵۹۰	۰/۶۱۳	۰/۶۷۰	۰/۰۷۱	۰/۷۹۸
بطن راست	۰/۱۶۶	۰/۲۴۸	۰/۲۲۵	۰/۲۲۳	۰/۲۴۰	۰/۲۸۳	۰/۲۴۰	۰/۰۲۵	۰/۰۸۰
نسبت وزن بطن راست به وزن کل بطن‌ها	۰/۲۴۶^{c}	۰/۳۸۵^{ab}	۰/۳۲۰^{bc}	۰/۳۷۵^{ab}	۰/۴۱۳^{ab}	۰/۴۵۲^{a}	۰/۳۶۰^{ab}	۰/۰۲۹	۰/۰۰۱
ران	۳۰/۲	۳۴/۳	۳۲/۸	۳۲/۱	۳۰/۱	۳۱/۹	۳۰/۳	۱/۳	۰/۱۹۷
سینه	۳۲/۰	۳۲/۶	۳۳/۹	۳۲/۱	۳۳	۳۲/۷	۳۴/۶	۱/۰	۰/۴۱۹

۱: ۱-جیره پایه (شاهد مثبت- پرورش در دمای توصیه شده سویه راس)، ۲- جیره پایه (شاهد منفی- پرورش در شرایط تنش سرمایی)، ۳- شاهد منفی+ ۱ درصد بیوچار، ۴- شاهد منفی+ ۰/۷۵ درصد بیوچار، ۵- شاهد منفی+ ۰/۵ درصد بیوچار، ۶- شاهد منفی+ پروبیوتیک (۲۰۰ گرم در تن) و ۷- شاهد منفی+ زئولیت (یک کیلوگرم در تن)

تیمارهای آزمایشی بر جمعیت باکتری‌های سالمونلا، اشریشیاکلی و لاکتوباسیل (باکتری‌های مضر و مفید دستگاه گوارش) محتویات ایلئوم و هم‌چنین بر قابلیت هضم ماده آلی جوجه‌های گوشتیتأثیر معنی‌داری نداشتند (جدول ۵).

جدول ۵. اثر تیمارهای آزمایشی بر شمار جمعیت میکروبی (لگاریتم ۱۰ کلونی/ گرم) محتویات ایلئوم و قابلیت هضم ماده آلی (درصد) جوجه‌های گوشتی تحت آزمایش

فراسنجه	تیمارهای آزمایشی							SEM	P-Value
	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷		
سالمونلا	۵/۴۷	۵/۵۳	۵/۶۶	۵/۹۰	۵/۵۰	۵/۹۳	۶/۲۲	۰/۲۳	۰/۲۳
اشریشیاکلی	۵/۶۲	۵/۸۳	۶/۲۲	۶/۱۴	۵/۳۳	۶/۱۵	۵/۶۴	۰/۲۷	۰/۱۶
لاکتوباسیل	۶/۹۰	۶/۸۰	۶/۳۰	۶/۵۳	۶/۸۲	۶/۹۰	۶/۸۵	۰/۲۰۷	۰/۲۳۷
قابلیت هضم	۹۲/۴	۹۱/۴	۹۱/۸	۹۲/۱	۹۲/۵	۹۲/۷	۹۳	۰/۷	۰/۷۲۴

۱: ۱-جیره پایه (شاهد مثبت- پرورش در دمای توصیه شده سویه راس)، ۲- جیره پایه (شاهد منفی- پرورش در شرایط تنش سرمایی)، ۳- شاهد منفی ۰/۵ درصد بیوچار، ۴- شاهد منفی+ ۰/۷۵ درصد بیوچار، ۵- شاهد منفی+ ۱ درصد بیوچار، ۶- شاهد منفی+ پروبیوتیک (۲۰۰ گرم در تن) و ۷- شاهد منفی+ زئولیت (یک کیلوگرم در تن)

اثر تیمارهای آزمایشی بر ریخت‌شناسی ایلئوم و ژوژنوم روده جوجه‌های گوشتی در جدول (۶) نشان داده شده است. در ناحیه ژوژنوم و ایلئوم روده کوچک، اعمال تنش سرمایی سبب افزایش طول پرز و نسبت طول پرز به عمق کریپت و کاهش عرض پرز شد (P<۰/۰۵)، اما تفاوت بین دو گروه شاهد پرورش‌یافته در دمای توصیه‌شده و سرد در صفات عمق کریپت و سطح مقطع پرز معنی‌داری نبود. در مقابل، در ناحیه ژوژنوم، در گروه پرورش یافته در شرایط تنش سرمایی، افزودن ۰/۷۵ و یک درصد بیوچار سبب افزایش بیش‌تر طول پرز و سطح مقطع پرز نسبت به تیمار شاهد شد، در حالی‌که افزودن پروبیوتیک و زئولیت سبب کاهش طول پرز و سطح مقطع پرز ژوژنوم شد (P<۰/۰۵).

افزودن ۰/۷۵ درصد بیوچار منجر به افزایش عرض پرز و نسبت طول پرز به عمق کریپت (در مقایسه با سایر افزودنی‌ها) در ناحیه ژوژنوم نسبت به تیمار شاهد شد (P<۰/۰۵). افزودن پروبیوتیک و ۰/۵ و یک درصد بیوچار عمق کریپت ناحیه ژوژنوم را در پرندگان تحت تنش سرمایی نسبت به پرندگان شاهد منفی، افزایش داد (P<۰/۰۵). در ناحیه ایلئوم پرندگان پرورش‌یافته در شرایط تنش سرمایی، فقط افزودن ۰/۷۵ درصد بیوچار سبب افزایش بیش‌تر طول پرز نسبت به تیمار شاهد شد، اما افزودن پروبیوتیک طول پرز را به‌طور معنی‌داری کاهش داد (P<۰/۰۵) و مابقی افزودنی‌ها بر این فراسنجه تأثیر معنی‌داری نداشتند افزودن پروبیوتیک به جیره سبب افزایش عرض پرز و سطح مقطع پرز نسبت به

گروه شاهد شد (P<۰/۰۵) و مابقی افزودنی‌ها سبب کاهش عرض پرز و سطح مقطع پرز ناحیه ایلئوم جوجه‌های گوشتی تحت تنش سرمایی شدند (P<۰/۰۵). در گروه پرورش‌یافته در شرایط تنش سرمایی، افزودن ۰/۷۵ و یک درصد بیوچار و زئولیت سبب افزایش عمق کریپت ایلئومی شد (P<۰/۰۵)، در حالی‌که بین پرندگان شاهد و گروه دریافت‌کننده پروبیوتیک در این فراسنجه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد افزودن یک درصد بیوچار، پروبیوتیک یا زئولیت نسبت به تیمار شاهد، نسبت طول پرز به عمق کریپت ایلئومی را در پرندگان تحت تنش سرمایی کاهش داد (P<۰/۰۵)، در حالی‌که بین گروه‌های دریافت‌کننده ۰/۵ و ۰/۷۵ درصد بیوچار تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد مشاهده نشد.

جدول ٦. اثر تیمارهای آزمایشی بر مورفولوژی روده جوجه‌های گوشتی

فراسنجه	تیمارهای آزمایشی							SEM	P-Value
	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷		
ژوژنوم									
طول پرز (میکرومتر)	۱۰۰۴^{d}	۱۵۶۶^{b}	۱۵۹۸^{b}	۱۹۸۳^{a}	۱۸۱۳^{a}	۱۱۷۶^{cd}	۱۳۵۲^{c}	۷۱	۰/۰۰۱
عرض پرز (میکرومتر)	۱۷۷^{a}	۱۲۰^{b}	۱۲۷^{b}	۱۶۲^{a}	۱۲۹^{b}	۱۰۵^{b}	۱۰۳^{b}	۱۱	۰/۰۰۱
عمق کریپت (میکرومتر)	۱۲۱^{d}	۱۲۱^{d}	۱۶۱^{b}	۱۲۳^{d}	۲۲۰^{a}	۱۳۹^{c}	۱۳۴^{cd}	۵	۰/۰۰۱
سطح مقطع پرز	۵۵۵^{cd}	۵۸۷^{c}	۶۴۰^{bc}	۱۰۰۶^{a}	۷۳۸^{b}	۳۸۹^{e}	۴۳۸^{de}	۴۷	۰/۰۰۱
نسبت طول پرز به عمق کریپت	۸/۴۲^{cd}	۱۳/۰^{b}	۹/۸۸^{cd}	۱۶/۱^{a}	۸/۳۰^{d}	۸/۴۳^{cd}	۱۰/۱^{c}	۰/۵۵	۰/۰۰۱
ایلئوم									
طول پرز (میکرومتر)	۷۵۴^{e}	۱۳۱۲^{bc}	۱۳۷۷^{b}	۱۵۶۲^{a}	۱۳۵۹^{bc}	۱۰۴۸^{d}	۱۲۷۸^{c}	۳۱	۰/۰۰۱
عرض پرز (میکرومتر)	۱۴۱^{c}	۱۰۷^{d}	۱۷۶^{b}	۱۴۲^{c}	۲۰۴^{a}	۷۷/۸^{e}	۲۲۳^{a}	۸	۰/۰۰۱
عمق کریپت (میکرومتر)	۱۱۱^{d}	۱۲۵^{cd}	۱۴۸^{abc}	۱۷۰^{a}	۱۷۱^{a}	۱۳۱^{bcd}	۱۶۱^{ab}	۱۰	۰/۰۰۱
سطح مقطع پرز	۳۳۳^{de}	۴۴۲^{d}	۷۶۳^{bc}	۶۹۷^{c}	۸۶۹^{ab}	۲۵۶^{e}	۸۹۵^{a}	۳۹	۰/۰۰۱
نسبت طول پرز به عمق کریپت	۶/۸۴^{c}	۱۰/۵^{a}	۹/۳۳^{ab}	۹/۳۰^{ab}	۸/۲۸^{bc}	۸/۱۰^{bc}	۹/۹۸^{bc}	۰/۵۰	۰/۰۰۱

۱: ۱-جیره پایه (شاهد مثبت- پرورش در دمای توصیه شده سویه راس)، ۲- جیره پایه (شاهد منفی- پرورش در شرایط تنش سرمایی)، ۳- شاهد منفی+ ۰/۵ درصد بیوچار، ۴- شاهد منفی+ ۰/۷۵ درصد بیوچار، ۵- شاهد منفی+ ۱ درصد بیوچار، ۶- شاهد منفی+ پروبیوتیک (۲۰۰ گرم در تن) و ۷- شاهد منفی+ زئولیت (یک کیلوگرم در تن)

۵- بحث

موافق با نتایج آزمایش حاضر، نشان داده شده است که تنش سرمایی حاد، منجر به سرکوب عملکرد رشد (وزن بدن و ضریب تبدیل) جوجه‌های گوشتی و بلدرچین می‌شود (Qureshi *et al*., 2018). با این‌حال، گزارش شده است که قرار دادن جوجه‌های گوشتی در معرض تنش سرمایی در طی دوره‌های مختلف قبل از مصونیت‌سازی منجر به کاهش غیرمعنی‌دار وزن بدن شد و افزایش وزن بدن پرندگان با طول مدت تنش سرمایی رابطه‌ی معکوس داشت (Hangalapura, 2006)، درحالی‌که پژوهش‌گران با بررسی تأثیر اعمال دوره‌ای تنش سرمایی به جوجه‌های گوشتی (روز سوم و چهارم به‌مدت سه-چهار ساعت در دمای دو تا هشت درجه سانتی‌گراد و از هفته سوم تا هفته ششم در دمای ۲۵ درجه یا دمای بین دو تا هشت درجه سانتی‌گراد) گزارش کردند که تنش سرمایی موجب افزایش خوراک مصرفی جوجه‌های گوشتی شد، درحالی‌که وزن بدن و افزایش وزن بدن تحت تأثیر تیمارهای دمایی مختلف قرار نگرفت و تلفات کل و آسیتی جوجه‌های تحت تنش سرمایی بالاتر از گروه شاهد بود (Qureshi *et al*., 2018). کاهش دما و اعمال تنش سرمایی موجب افزایش مصرف انرژی سلول‌های روده کوچک می‌شود به‌طوریکه در سلول‌های انتروسیت در اثر تنش سرمایی کوتاه‌مدت (۷۲ ساعته) بیان ژن پروتئین‌کیناز فعال شده توسط آدنوزین مونوفسفات[1] (AMPK) افزایش

1. AMP-activated protein kinase

می‌یابد که نشان‌دهنده افزایش مصرف انرژی در انتروسیت‌ها است (Zhou *et al*., 2021) و این مسئله می‌تواند افزایش خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک و کاهش عملکرد جوجه‌های گوشتی پرورش‌یافته در شرایط تنش سرمایی را توضیح دهد.

برخلاف نتایج حاصل از آزمایش حاضر، پژوهش‌گران گزارش کردند که جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره حاوی چهار تا شش درصد بیوچار چوب ذرت نسبت به جوجه‌های تغذیه‌شده با دو درصد بیوچار و جیره شاهد از نظر وزن نهایی سنگین‌تر بودند و ضریب تبدیل خوراک از ۲/۰۳ (گروه شاهد) به ۱/۸۹ (گروه شش درصد بیوچار) بهبود یافت (Dim *et al*., 2018). در آزمایشی پرندگان تغذیه‌شده با جیره حاوی ۰/۵ درصد بیوچار، افزایش وزن روزانه بالاتری در مقایسه با پرندگان تغذیه‌شده با جیره‌ی حاوی دو یا چهار درصد بیوچار داشتند (Cheron, 2017). در مطالعه دیگری در سال ۲۰۱۷ پژوهش‌گران نشان دادند که تغذیه بیوچار فضولات طیور[1] (PLB) در جوجه‌های گوشتی تأثیر منفی بر مصرف خوراک، افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک داشت و علت آن را میزان بالای آرسنیک در بیوچار فضولات مرغ ذکر کردند (Evans *et al*., 2017). تغذیه جوجه‌های گوشتی یک‌روزه با جیره حاوی دو درصد بیوچار کود مرغی، اثر نامطلوبی بر عملکرد رشد جوجه‌ها نداشت و منجر به افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک مشابه در مقایسه با خوراک شاهد شد (Evans *et al*., 2017).

موافق با نتایج آزمایش حاضر، پژوهش‌گران در سال ۲۰۲۰ با بررسی اثر افزودن یک درصد بیوچار کود مرغی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی راس–۳۰۸ گزارش کردند که عملکرد جوجه‌های گوشتی (خوراک مصرفی، وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک) تحت تأثیر مکل بیوچار قرار نگرفت (Rashidi *et al*., 2020). به‌نظر می‌رسد که بیوچار به‌دلیل دارابودن ویژگی‌های ساختمانی و ساختار جاذب می‌تواند با سموم باکتریایی و قارچی باند شده و مانع از جذب این سموم توسط دستگاه گوارش و جلوگیری از اثرات مخرب اندوتوکسین‌ها بر بدن شود و اثرات مثبتی بر فلور میکروبی دستگاه گوارش و زنده‌مانی پرنده‌ها داشته باشد و موافق با نتایج آزمایش حاضر، در گزارشی در سال ۲۰۱۴، تغییر معنی‌داری در وزن بدن، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با بیوچار مشاهده نشد (Dim *et al*., 2018). کاهش عملکرد رشد طیور دریافت‌کننده بیوچار می‌تواند به‌دلیل باندشدن بیوچار با مواد مغذی موجود در دستگاه گوارش باشد، زیرا توانایی بیوچار برای اتصال به آب ممکن است هرگونه اثرات منفی هضم مواد مغذی را تشدید کند. اگر میزان آب موجود در محتویات روده زیاد باشد، در هنگام عبور محتویات از روده کوچک ممکن است به‌دلیل رقیق‌شدن و پایین‌آمدن سطح تماس بین اپیتلیوم روده کوچک و محتویات گوارشی آن، از جذب مواد مغذی جلوگیری شود. به‌طور دقیق مشخص نیست که چرا پرندگان با تغذیه جیره حاوی بیوچار بالاتر نسبت به پرندگانی که از جیره شاهد یا جیره حاوی میزان کم‌تری بیوچار استفاده می‌کنند، عملکرد خوبی ندارند (Cheron, 2017).

برخلاف نتایج آزمایش حاضر، پژوهش‌گران با بررسی تأثیر دو نوع پروبیوتیک (پروتکسین و بیومین–ایمبو) بر عملکرد جوجه‌های گوشتی راس–۳۰۸ پرورش‌یافته در شرایط عادی و تحت تنش سرمایی از سن سه تا شش هفتگی نشان دادند که خوراک مصرفی و افزایش وزن کل دوره جوجه‌های دریافت‌کننده پروبیوتیک بیومین و پرورش‌یافته تحت تنش سرمایی نسبت به گروه شاهد کاهش داشت، اما افزودن پروتکسین موجب افزایش وزن بدن و خوراک مصرفی جوجه‌های پرورش‌یافته تحت تنش سرمایی نسبت به گروه شاهد شد، اما ضریب تبدیل خوراک تحت تأثیر مکمل پروبیوتیک پروتکسین یا بیومین–ایمبو قرار نگرفت (رنجبر، ۱۳۹۱). هم‌چنین در سال ۲۰۱۵، پژوهش‌گران گزارش کردند که افزودن پروبیوتیک PoultryStar در شرایط تنش سرمایی منجر به بهبود وزن بدن و کاهش ضریب تبدیل خوراک مصرفی شد،

1. Poultry litter biochar

درحالی‌که بر میزان تلفات جوجه‌های گوشتی تأثیر معنی‌داری نداشت (Huff *et al*., 2015). پژوهش‌گران دیگری با افزودن پروبیوتیک باسیلوس سوبتیلیس (*B. subtilis*) و باسیلوس لشنیفرمیس (*B. licheniformis*) غنی‌شده با سلنیوم[1] (۱۰۰۰ میلی‌لیتر از محلول در ۱۰۰ کیلوگرم خوراک) به جیره جوجه‌های گوشتی تحت تنش سرمایی از هفته پنج تا هشت با دمای ۵/۵ تا ۱۵/۵ درجه سانتی‌گراد گزارش کردند که جوجه‌های تغذیه‌شده با SECB یا ترکیب باسیلوس وزن بدن بالاتری نسبت به گروه شاهد یا جوجه‌های دریافت‌کننده سلنیوم غیر آلی داشتند (Yang *et al*., 2019). در شرایط تنش سرمایی، مواد ضد میکروبی تولیدشده توسط باسیلوس سوبتیلیس مانند ایتورین و سورفاکتین و آنزیم پروتئاز، لیپاز و آمیلاز تولیدشده توسط باسیلوس لشنیفرمیس نقش مهمی در حفظ سلامت بدن و هضم خوراک برای جذب مواد مغذی دارند. در آزمایش حاضر (تنش سرمایی) افزودن زئولیت منجر به بهبود عملکرد و جبران کاهش رشد ناشی از تنش سرمایی در جوجه‌های گوشتی نشد و موافق با نتایج آزمایش حاضر، محققین با بررسی تأثیر افزودن ۱/۱۱۵ کیلوگرم زئولیت (سولفات آلومینیوم) در ترکیب با آهک یا اسیدسیتریک به هر مترمربع از بستر گزارش کردند که عملکرد جوجه‌های گوشتی آرین (افزایش وزن، مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک)، درصد تلفات و درصد بروز آسیت تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (فرهادی و همکاران، ۱۳۹۱). پروبیوتیک‌ها از طریق خاصیت ضدمیکروبی، مانع رشد باکتری‌های مضر روده در دستگاه گوارش می‌شوند و کاهش شمار باکتری‌های مضر در روده منجر به افزایش جذب مواد مغذی در مقابل مصرف خوراک کم‌تر می‌شود و ضریب تبدیل بهبود می‌یابد. با این‌حال در آزمایش حاضر، باکتری‌های مفید دستگاه گوارش رشد و توسعه چندانی نداشته و شمار باکتری‌های مضر نیز کاهش نداشته‌اند که می‌تواند دلیل عدم تأثیر تیمار پروبیوتیک بر عملکرد جوجه‌های گوشتی باشد.

در زمینه تأثیر تنش سرمایی بر غلظت متابولیت‌های سرم، نشان داده شده است که قرار دادن جوجه‌های گوشتی در معرض تنش سرمایی به‌مدت ۷۲ ساعت تحت تأثیر گلوکوکورتیکوئیدها، موجب افزایش قابل‌توجه غلظت کلسترول، گلوکز، کورتیکوسترون و تری‌گلیسرید خون نسبت به جوجه‌های گوشتی تحت تأثیر دوره‌هایی با دمای نرمال می‌گردد و این پژوهش‌گران با اعمال ۷۲ ساعت تنش سرمایی به جوجه‌های گوشتی گزارش کردند که در شرایط تنش سرمایی غلظت گلوکز، LDL–کلسترول، اندوتوکسین و آنزیم اسپارتات‌آمینوترانسفراز سرم خون افزایش یافت (Zhou *et al*., 2021). در رابطه با تأثیر بیوچار بر متابولیت‌های خونی جوجه‌های گوشتی پرورش‌یافته در شرایط تنش سرمایی اطلاعات زیادی در دسترس نیست و بیش‌تر پژوهش‌های انجام‌شده در شرایط تنش آلودگی با آفلاتوکسین بوده است. در این زمینه گزارش شده است که افزودن یک درصد مکمل بیوچار گیاهان دریایی منجر به افزایش HDL[2]– کلسترول و کاهش LDL[3]–کلسترول پلاسما و افزودن یک درصد بیوچار سبوس برنج منجر به کاهش تری‌گلیسیرید پلاسمای خون جوجه‌های بومی سویه Noi-lai (Hien *et al*., 2018) شد. پژوهش‌گران دیگری با افزودن پروبیوتیک باسیلوس‌سوبتیلیس (*B. subtilis*) و باسیلوس لشنیفرمیس (*B. licheniformis*) غنی‌شده با سلنیوم (SECB) (۱۰۰۰ میلی‌لیتر از محلول در ۱۰۰ کیلوگرم خوراک) به جیره جوجه‌های گوشتی تحت تنش سرمایی از پنج تا هشت هفتگی با دمای ۵/۵ تا ۱۵/۵ درجه سانتی‌گراد گزارش کردند که ظرفیت آنتی اکسیدانی کل، سوپراکسید کل توانایی دیسموتاز و گلوتاتیون‌پراکسیداز در ماهیچه سینه افزایش و غلظت مالون‌دی‌آلدئید پلاسما به‌طور قابل‌توجهی کاهش یافت. افزودن پروبیوتیک مذکور منجر به کاهش غلظت کلسترول کل پلاسما و غلظت تری‌گلیسیرید و LDL–کلسترول پلاسما و عضله سینه و افزایش HDL–کلسترول پلاسما در مقایسه با گروه شاهد شد (Yang *et al*., 2019). در رابطه با تأثیر

1. Se-enriched Bacillus: SECB
2. High-density lipoprotein
3. Low-density lipoprotein

زئولیت بر متابولیت‌های خونی، Safaeikatouli *et al.* (2010) نشان دادند که در جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی ۳۰ گرم در کیلوگرم زئولیت، مقدار پروتئین سرم خون افزایش و میزان کلسترول کل، HDL، LDL و VLDL کلسترول تحت تأثیر قرار نگرفت اما میزان گلوکز سرم کاهش نشان داد. تری‌گلیسرید سرم تحت تأثیر سطح مصرف خوراک می‌باشد و جوجه‌های پرورش‌یافته در شرایط تنش سرمایی خوراک مصرفی کم‌تری داشتند و این مسئله می‌تواند دلیل کاهش تری‌گلیسرید سرم باشد.

براساس یافته‌های این آزمایش، ازآنجاکه وزن بدن جوجه‌های تحت تنش کم‌تر از گروه پرورش‌یافته در شرایط توصیه‌شده سویه راس بود، بنابراین وزن لاشه استحصالی و ران و سینه حاصله کم‌تر بوده و نشان‌دهنده عملکرد پایین‌تر این گروه می‌باشد. گزارش شده است که با افزودن ۱/۱۱۵ کیلوگرم زئولیت (سولفات‌آلومینیوم) در ترکیب با آهک یا اسیدسیتریک به هر مترمربع از بستر، اوزان نسبی قلب و بطن راست، شاخص آسیت قلب و درصد هماتوکریت تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (فرهادی و همکاران، ۱۳۹۱). در رابطه با تأثیر پروبیوتیک بر صفات لاشه جوجه‌های گوشتی با توجه به نوع پروبیوتیک و مقدار استفاده و زمان نمونه‌برداری و کشتار، نتایج متفاوتی گزارش شده است. در توافق با نتایج آزمایش حاضر، گزارش شده است که تغذیه سه سطح (صفر، یک و دو گرم در کیلوگرم) پروبیوتیک ۱۱۵-Biogallinox دارای ساکارومایسیس سرویسیه (۴×۱۰^{۸} CFU بر گرم) به‌مدت ۴۹ روز در جیره جوجه‌های گوشتی تأثیر معنی‌داری بر درصد عضله ران نداشت (Karaoglu *et al.*, 2004). در پژوهش دیگری در همین راستا در جوجه‌های گوشتی جنس نر، نشان داده شد که کلینوپتیلیت‌ها موجب کاهش وزن نسبی کلیه‌ها، کبد و پیش معده شد، اما در جنس ماده فقط وزن نسبی سنگدان تحت تأثیر زئولیت قرار گرفت (لطف‌اللهیان و همکاران، ۱۳۸۳).

در رابطه با تأثیر تنش سرمایی بر مقاومت بدنی جوجه‌های گوشتی در مقابل باکتری‌ها و افزایش یا کاهش جمعیت باکتری‌های مضر گزارش‌های متفاوتی ذکر شده است. در زمینه تأثیر تنش سرمایی بر جمعیت میکروبی قسمت‌های مختلف دستگاه گوارش، پژوهش‌گران با قراردادن جوجه‌های گوشتی در معرض تنش سرمایی تکرارشونده (دمای ۱۵ درجه به‌مدت ۱۲ ساعت در روز و برای چهار روز متوالی) گزارش کردند که میزان pH و جمعیت باکتری کلستریدیوم در سکوم جوجه‌های گوشتی افزایش یافت (Tsiouris *et al.*, 2015). تنش سرمایی سبب تغییر فاکتورهای سرمی و روده‌ای جوجه‌های گوشتی از قبیل افزایش اندوتوکسین و آنزیم آسپارتات آمینوترانسفراز خون و افزایش بیان ژن‌های نیتریک اکساید سنتتاز-۱ و فاکتور شوک حرارتی یک که نشان‌دهنده بروز عفونت در سلول‌های روده جوجه گوشتی شد که از طریق افزایش ورود باکتری‌های مضر و بروز عفونت در دستگاه گوارش خود را نشان داد (Zhou *et al.*, 2021). در مقابل و در تناقض با گزارش‌هایی که ذکر شد، پژوهش‌گران گزارش داده‌اند که تنش سرمایی می‌تواند مقاومت طیور را در برابر استافیلوکوکوس اورئوس، اشریشیاکلی و پاستورلا مولتوسیدا افزایش دهد که دلیل آن به تقویت ایمنی ذاتی جوجه‌های گوشتی از قبیل افزایش فعالیت فاگوسیتیک و سطح آنتی‌بادی طبیعی بدن و کاهش سطح کورتیکوسترون خون نسبت داده شده است (Hangalapura, 2006). با این حال، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که نه تنش سرمایی و نه افزودن پروبیوتیک، بیوچار یا زئولیت بر جمعیت میکروبی ایلئوم جوجه‌های گوشتی تأثیر معنی‌داری نداشتند.

گزارش شده است که افزودن یک، دو و چهار درصد بیوچار حاصل از ضایعات چوب سبز[1] به جیره مرغ‌های تخم‌گذار، جیره دارای دو درصد بیوچار منجر به بیش‌ترین کاهش جمعیت باکتری‌های کمپیلوباکتر هپاتیکوس (hepaticus) و گالی‌سپتیکوم آناتیس (*Gallibacterium anatis*) دستگاه گوارش شد (Willson *et al.*, 2019). با توجه به تغییر جمعیت میکروبی دستگاه گوارش طیور در اثر تنش سرمایی، گزارش شده است که استفاده از باسیلوس لشنیفرمیس در

1. Woody green waste

طیور گوشتی موجب بهبود میکروبیوتای روده می‌شود (Xu *et al*., 2018). افزودن دو نوع پروبیوتیک (پروتکسین و بیومین–ایمبو) به جیره جوجه‌های گوشتی راس–۳۰۸ پرورش‌یافته در شرایط عادی و تحت تنش سرمایی از سن سه تا شش هفتگی منجر به افزایش جمعیت لاکتوباسیل و کاهش اشریشیاکلی ایلئومی در جوجه‌های گوشتی پرورش‌یافته در شرایط تنش سرمایی شد (رنجبر، ۱۳۹۱).

پروبیوتیک‌ها (کشت لاکتوباسیلوس) موجب بهبود هضم و جذب و ابقا و در دسترس قراردادن هرچه بهتر مواد مغذی و در نتیجه بهبود خوراک مصرفی جوجه‌ها می‌شوند. آنزیم‌های میکروفلورای روده هضم مواد مغذی را به‌ویژه در روده باریک افزایش می‌دهند و باعث افزایش مصرف خوراک می‌شوند در نتیجه برای بهبود عملکرد میزبان مفید هستند. با توجه به تأثیر تنش سرمایی بر از بین‌رفتن تمامیت سلول‌های انتروسیت و هم‌چنین افزایش تغییر و تبدیل (ترن‌آور) سلول‌های انتروسیت که اثر خود را در تغییرات مورفولوژیک پرزها نشان می‌دهد، قابل انتظار خواهد بود که تنش سرمایی سبب کاهش قابلیت هضم ماده آلی و سایر اجزای آن شود. در این رابطه پژوهش‌گران با کاهش دمای سالن به ۱۴ درجه سانتی‌گراد از سه هفتگی گزارش کردند که قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین، چربی و فیبر خام و مواد معدنی جیره‌های بر پایه ذرت یا سورگوم یا هر دو در جوجه‌های گوشتی کاهش یافت (Garcia *et al*., 2004). در برخی موارد به‌منظور ممانعت از کاهش قابلیت هضم در اثر تنش سرمایی، برخی پژوهش‌گران از افزودنی‌ها در جیره جوجه‌های گوشتی استفاده کرده‌اند. گزارش شده است که پروبیوتیک پروتکسین، اسیدهای صفراوی را هیدرولیز نموده و در نتیجه موجب کاهش هضم چربی شده و در نهایت با کاهش میزان کلسترول خون، موجب کاهش هضم و جذب چربی‌ها در روده می‌شوند (Sharifi *et al*., 2012).

تنش سرمایی علاوه بر عملکرد بر مورفولوژی دستگاه گوارش نیز تأثیر گذار است و افزودن پروبیوتیک پروتکسین یا بیومین–ایمبو بر این فراسنجه مؤثر هستند (رنجبر، ۱۳۹۱). تقریباً موافق نتایج آزمایش حاضر، رنجبر در سال ۱۳۹۱ با بررسی تأثیر دو نوع پروبیوتیک (پروتکسین و بیومین– ایمبو) بر عملکرد جوجه‌های گوشتی راس–۳۰۸ پرورش‌یافته در شرایط عادی و تحت تنش سرمایی از سن سه تا شش هفتگی گزارش کرد که تنش سرمایی منجر به افزایش ضخامت لامینا پروپریا و کاهش عرض و مساحت پرز در ناحیه ژوژنوم و افزایش عرض و مساحت پرز، عمق کریپت و ضخامت لامینا پروپریا در ناحیه ایلئوم شد، اما بر طول پرز تأثیرگذار نبودند. این پژوهش‌گران گزارش کردند که افزودن پروبیوتیک پروتکسین و بیومین– ایمبو موجب افزایش طول پرز و سطح مقطع پرز شد (رنجبر، ۱۳۹۱). موافق با نتایج آزمایش حاضر، پژوهش‌گران گزارش کردند که در مقایسه با گروه شاهد، گروه دریافت‌کننده پری‌بیوتیک *Aspergillus meal* دارای طول پرز و عمق کریپت بیش‌تری در سه روزگی بودند و تا هفت روزگی این فراسنجه‌ها افزایش یافتند و ضخامت لامینا پروپریا در روزهای سه، هفت، ۱۴ و ۲۱ دوره پرورش بیش‌تر شد (Santos *et al*., 2005). در آزمایش حاضر، به‌نظر می‌رسد اعمال تنش سرمایی به‌دلیل کاهش خوراک مصرفی موجب کاهش جریان خون دستگاه گوارش می‌شود که در نهایت اثر خود را به‌صورت کاهش عرض و افزایش طول پرز نشان می‌دهد. افزایش طول پرز ممکن است یک واکنش طبیعی بدن در مقابل کاهش دریافت مواد مغذی توسط انتروسیت‌ها باشد و افزودن بیوچار سبب افزایش بیش‌تر طول پرز شد که می‌تواند نشان‌دهنده تأثیر منفی یا بی‌تأثیربودن افزودن این ترکیب به جیره باشد، در حالی‌که پروبیوتیک و زئولیت سبب کاهش طول پرز و سطح مقطع پرز ژوژنوم شدند که می‌تواند سبب کاهش ترن‌آور انتروسیت‌ها و افزایش احتمالی عملکرد جوجه‌های گوشتی باشد.

خواص ساختاری بیوچار تا حد زیادی تحت تأثیر ترکیب مواد خام مانند مقدار سلولز، همی سلولز و لیگنین و شرایط پردازش مانند فعال‌سازی و خشک کردن مواد خام قرار می‌گیرد (Amin *et al*., 2017). علاوه بر این، شرایط تهیه

بیوچار مانند دما، مدت زمان واکنش و نوع راکتور همگی بر خصوصیات محصول نهایی تأثیر می‌گذارند که از دلایل تفاوت در نتایج پژوهش‌های مختلف است در این بین دما مهم‌ترین عامل تأثیرگذار بر تعداد و نوع منافذ بیوچار است که در جذب سموم و آلاینده‌ها نقش اساسی دارد. با توجه به خصوصیات جاذب توکسینی و اندوتوکسینی بیوچار، به‌نظر می‌رسد که بهبود ریخت‌شناسی روده کوچک در گروه دریافت‌کننده بیوچار احتمالاً به‌دلیل کاهش توکسین‌ها و مواد محرک پرزهای روده باشد که نقش اساسی در سلامت دیواره روده و پرزها دارند.

۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

به‌طورکلی، تنش سرمایی منجر به کاهش عملکرد، تغییر نامطلوب متابولیت‌های خونی، کاهش جمعیت باکتری‌های مفید و عرض پرز ژوژنوم و ایلئوم روده جوجه‌های گوشتی شد و افزودن بیوچار یا پروبیوتیک به جیره اگرچه منجر به بهبود صفات مورفولوژیک روده جوجه‌های گوشتی نسبت به گروه دریافت‌کننده جیره پایه در شرایط تنش سرمایی شد، اما با توجه به شاخص کارایی تولید اروپایی و سایر صفات عملکرد رشد این افزودنی‌ها نتوانستند به‌طور کامل اثرات منفی تنش سرمایی را رفع کرده و عملکرد جوجه‌های گوشتی را تا حد گروه پرورش‌یافته در شرایط دمایی توصیه‌شده افزایش دهند. با توجه به این که این آزمایش اولین پژوهش در زمینه تأثیر بیوچار در زمینه تنش سرمایی می‌باشد، تا حصول نتیجه قطعی و دقیق‌تر نیاز به پژوهش‌های بیش‌تری در این زمینه می‌باشد.

۷- تشکر و قدردانی

به این وسیله از مسئولین مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ایلام برای فراهم‌آوردن امکانات انجام این پژوهش، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۸- تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۹- منابع

رنجبر، ع.، خطیب‌جو، ع. و کریمی، ک (۱۳۹۱). بررسی اثرات دو نوع پروبیوتیک بر عملکرد، ایمنی و مورفولوژی دستگاه گوارش جوجه‌های گوشتی مبتلا به آسیت سرمایی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد تغذیه طیور. دانشگاه آزاد ورامین.

فرهادی، دانیال؛ شریعتمداری، فرید؛ و کریمی ترشیزی، امیر (۱۳۹۱). تأثیر افزودنی‌های بستر بر عملکرد، سیستم ایمنی و وقوع سندرم آسیت در جوجه های گوشتی. *پژوهش‌های تولیدات دامی*، ۳ (۶)، ۱-۱۴.

لطف‌اللهیان، هوشنگ؛ شریعتمداری، فرید؛ شیوازاد، محمود؛ و میرهادی، سیداحمد (۱۳۸۳). بررسی اثرات استفاده از دو نوع زئولیت طبیعی در جیره‌های غذایی بر عوامل بیوشیمیایی خون، وزن نسبی اندام‌های داخل بدن و عملکرد جوجه‌های گوشتی. *پژوهش و سازندگی*، ۱۷(۳)، ۳۴-۱۸.

References

Amin, F. R., Khalid, H., Zhang, H., Rahman, S. U., Zhang, R., Liu, G., & Chen, C. (2017). Pretreatment methods of lignocellulosic biomass for anaerobic digestion. *Amb Express*, 7, 1-12.

Cheron, B. M. (2017). Evaluation of Biochar as a Feed Additive in Commercial Broiler Diets.

Dim, C., Akuru, E., Egom, M., Nnajiofor, N., Ossai, O., Ukaigwe, C., & Onyimonyi, A. (2018). Effect of dietary inclusion of biochar on growth performance, haematology and serum lipid profile of broiler birds. *Agro-Science*, 17(2), 9-17.

Evans, A., Boney, J., & Moritz, J. (2017). The effect of poultry litter biochar on pellet quality, one to 21 d broiler performance, digesta viscosity, bone mineralization, and apparent ileal amino acid digestibility. *Journal of applied poultry research*, 26(1), 89-98.

Farhadi, D., Shariatmadari, F., & Karimi Torshiz, A. (2013). The Effect of Litter Chemical Additives on Performance, Immune System and Incidence of Ascites Syndrome in Broiler Chickens. *Research on Animal Production (Scientific and Research)*, 3(6),1-14 (inPersian).

Garcia, R. G., Mendes, A. A., Sartori, J. R., Paz, I. d. L. A., Takahashi, S., Pelícia, K., Komiyama, C., & Quinteiro, R. (2004). Digestibility of feeds containing sorghum, with and without tannin, for broiler chickens submitted to three room temperatures. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 6, 55-60.

Hangalapura, B. (2006). Cold stress and immunity: do chickens adapt to cold by trading-off immunity for thermoregulation? Wageningen University and Research.

Hien, N. N., Dung, N. N. X., Manh, L. H., & Le Minh, B. T. (2018). Effects of biochar inclusion in feed and chicken litter on growth performance, plasma lipids and fecal bacteria count of Noi lai chicken. *Livestock Research for Rural Development*, 30(7).

Huff, G., Huff, W., Rath, N., El-Gohary, F., Zhou, Z., & Shini, S. (2015). Efficacy of a novel prebiotic and a commercial probiotic in reducing mortality and production losses due to cold stress and Escherichia coli challenge of broiler chicks. *Poultry Science*, 94(5), 918-926.

Karaoglu, M., Aksu, M., Esenbuga, N., Kaya, M., Macit, M., & Durdag, H. (2004). Effect of dietary probiotic on the pH and colour characteristics of carcasses, breast fillets and drumsticks of broilers. *Animal Science*, 78(2), 253-259.

Lotfollahian, H., Shariatmadari, F., Shivazad, M., & Mirhadi, S.A. 2004. Study on the effects of two kinds of natural zeolite in diets on blood biochemical parameters, relative weight of body organs and broilers performance. *Pajouhesh & Sazandegi*, 63, 18-34 (inPersian).

Nawaz, A. H., Amoah, K., Leng, Q. Y., Zheng, J. H., Zhang, W. L., & Zhang, L. (2021). Poultry response to heat stress: its physiological, metabolic, and genetic implications on meat production and quality including strategies to improve broiler production in a warming world. Frontiers in Veterinary Science, 814.

Qureshi, S., Khan, H. M., Mir, M. S., Raja, T., Khan, A., Ali, H., & Adil, S. (2018). ffect of cold stress and various suitable remedies on performance of broiler chicken. *The Journal of World's Poultry Research*, 8(3), 66-73.

Ranjbar, A., Khatibjoo, A., & Karimi, K. (2013). Effect of Probiotic on Performance, Humoral Immunity, Gut Development and Ascites Incidence of Broiler Chickens Reared at Cold Environment. MSc thesis. University of Islamic Azad of Varamin, Iran (inPersian).

Rashidi, N., Khatibjoo, A., Taherpour, K., Akbari-Gharaei, M., & Shirzadi, H. (2020). Effects of licorice extract, probiotic, toxin binder and poultry litter biochar on performance, immune function, blood indices and liver histopathology of broilers exposed to aflatoxin-B1. *Poultry science*, 99(11), 5896-5906.

Safaeikatouli, M., Jafariahangari, Y., & Baharlouei, A. (2010). Effects of dietary inclusion of sodium bentonite on biochemical characteristics of blood serum in broiler chickens. *International Journal of Agriculture and Biology*, 12(6), 877-880.

Santos, F. S. d. l., Farnell, M. B., Te´llez, G., Balog, J. M., Anthony, N. B., Torres-Rodriguez, A., Higgins, S., Hargis, B. M., & Donoghue, A. M. (2005). Effect of Prebiotic on Gut Development and Ascites Incidence of Broilers Reared in a Hypoxic Environment. *Poultry Science*, 84(broiler), 1092-1100.

SAS. (2004). Institute. SAS User's Guide. Version 9.4 ed. SAS Inst. Inc., Cary, NC.

Sharifi, S., Dibamehr, A., Lotfollahian, H., & Baurhoo, B. (2012). Effects of flavomycin and probiotic supplementation to diets containing different sources of fat on growth performance, intestinal morphology, apparent metabolizable energy, and fat digestibility in broiler chickens. *Poultry science*, 91(4), 918-927.

Tsiouris, V., Georgopoulou, I., Batzios, C., Pappaioannou, N., Ducatelle, R., & Fortomaris, P. (2015). The effect of cold stress on the pathogenesis of necrotic enteritis in broiler chicks. *Avian Pathology*, 44(6), 430-435.

Varmaghany, S., Torshizi, M. A. K., Rahimi, S., Lotfollahian, H., & Hassanzadeh, M. (2015). The effects of increasing levels of dietary garlic bulb on growth performance, systolic blood pressure, hematology, and ascites syndrome in broiler chickens. *Poultry science*, 94(8), 1812-1820.

Willson, N.-L., Van, T. T., Bhattarai, S. P., Courtice, J. M., McIntyre, J. R., Prasai, T. P., Moore, R. J., Walsh, K., & Stanley, D. (2019). Feed supplementation with biochar may reduce poultry pathogens, including Campylobacter hepaticus, the causative agent of Spotty Liver Disease. *PloS one*, 14(4), e0214471.

Xu, S., Lin, Y., Zeng, D., Zhou, M., Zeng, Y., Wang, H., Zhou, Y., Zhu, H., Pan, K., & Jing, B. (2018). Bacillus licheniformis normalize the ileum microbiota of chickens infected with necrotic enteritis. *Scientific reports*, 8(1), 1-10.

Yang, J., Zhang, M., & Zhou, Y. (2019). Effects of selenium-enriched Bacillus sp. compounds on growth performance, antioxidant status, and lipid parameters breast meat quality of Chinese Huainan partridge chicks in winter cold stress. *Lipids in Health and Disease*, 18(1), 1-10.

Zhou, H., Kong, L., Zhu, L., Hu, X., Busye, J., & Song, Z. (2021). Effects of cold stress on growth performance, serum biochemistry, intestinal barrier molecules, and adenosine monophosphate-activated protein kinase in broilers. *Animal*, 15(3), 100138.