



Effect of different levels of probiotic on performance, microbial population and intestinal morphology of broiler chickens under late feeding challenge

Hadis Heydari¹ | Ali Khatibjoo^{2✉} | Hassan Shirzadi³ |
Mohammad-Amir Karimi-Torshizi⁴ | Jabbar Jamali⁵

1. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran. E-mail: h.heydari@ilam.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Animal Science, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran. E-mail: a.khatibjoo@areeo.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, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran. E-mail: karimitm@modares.ac.ir
5. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran. E-mail: j.jamali@ilam.ac.ir

Article Info	ABSTRACT
Article type: Research Article Article history: Received 9 May 2025 Received in revised form 13 December 2025 Accepted 17 December 2025 Published online 20 January 2026 Keywords: Broiler Chicken Delayed placement Intestinal morphology Performance Probiotic	Objective: During the first week of life, body weight increases 2- to 3-fold, and there are significant changes in the weight and morphology of the gut and muscles. Gastrointestinal development is particularly important in early chick growth and delayed feeding during the first few days of life reduces final BW and probably affects gut health and immune function. Probiotics are live microbial feed additives and can be considered a functional nutritional approach, whereby adequate amounts of live beneficial microorganisms are administered to establish a healthy microbial environment and improved intestinal function in young chicks, resulting in stimulation of mucosal immunity, pathogen inhibition, improved performance, and modulation of intestinal microflora of young or stressed broilers. As such, probiotic seems to influence broiler growth performance and intestinal growth under late feeding challenge. Method: The objective of this experiment was to investigate the effect of probiotic levels on performance, blood metabolites and small intestine morphology of broiler chickens subjected to late feeding challenge (LFC). The experiment was conducted using a completely randomized design and a 3×3 factorial arrangement with 3 levels of probiotic (0, 0.2 and 0.4 g/kg feed) and 3 LFD time (0-, 12- and 24-h), 450 Ross-308 broiler chickens (one-d-old, mixed sexes) were allocated to 9 treatments, 5 replicates and 10 birds in each replicate. Results: The broiler chickens fed greater level of probiotics and immediately access to feed had the highest BW and BWG and those fed with 24h LFC and greater level of probiotic had the lowest BW at the end of the starter period; and at the end of the experiment, broiler chickens fed 0.2 g/kg probiotics with 12h LFC and those fed greater level of probiotics and immediately access to feed had the lowest FI, BW and BWG ($P < 0.05$). LFC time had no significant effect on the distribution parameters of chickens at 10d age and carcass parameters at 42d age. Broiler chickens fed 0.4 g/kg probiotics with 12- and 24h LFC had the lowest triglyceride and glucose concentration respectively, and at this level of probiotic with 0- LFC the lowest count of <i>E. Coli</i> was observed while 12 and 24h LFC decreased bifidobacteria count ($P < 0.05$). Villous height increased with LFC time in those broiler chickens fed diets containing 0 or 0.2 g/kg probiotic. The greatest villous surface area was observed in broiler chickens fed 0.2 g/kg probiotic diet with 12h LFC ($P < 0.05$). Conclusions: In conclusion, 12- and 24h DP decreased the performance and intestinal morphometry of broiler chickens, and double recommended probiotic supplementation could not completely ameliorate the negative effects of LFC.

Cite this article: Heydari, H., Khatibjoo, A., Shirzadi, H., Karimi-Torshizi, M. A., & Jamali, J. (2026). Effect of different levels of probiotic on performance, microbial population and intestinal morphology of broiler chickens under late feeding challenge. *Journal of Animal Production*, 27 (4), 483-498. DOI: <https://doi.org/10.22059/jap.2025.394982.623845>





تأثیر سطوح مختلف پروبیوتیک بر عملکرد، جمعیت میکروبی و ریخت‌سنجی روده جوجه‌های گوشتی تحت شرایط تغذیه دیر هنگام

حدیث حیدری^۱ | علی خطیب‌جو^۲ | حسن شیرزادی^۳ | محمد امیر کریمی ترشیزی^۴ | جبار جمالی^۵

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

۲. نویسنده مسئول، بخش علوم دامی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی خراسان رضوی، مشهد، ایران. رایانامه: a.khatibjoo@areeo.ac.ir

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

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

۵. گروه علوم دامی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران. رایانامه: j.jamali@ilam.ac.ir

چکیده

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۱۹

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۹/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۲۶

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۱۰/۳۰

هدف: دسترسی خوراک برای جوجه‌های تازه هج شده جهت توسعه مطلوب و مناسب دستگاه گوارش، افزایش جمعیت باکتری‌های مفید، بهبود هضم و جذب مواد مغذی و توسعه یک سیستم ایمنی مناسب به‌ویژه در دستگاه گوارش امری حیاتی و تعیین‌کننده است و تغذیه زود هنگام از طریق تعدیل میکروفلور روده به سلامت و عملکرد دستگاه گوارش اثر می‌گذارد. بنابراین به‌نظر می‌رسد استفاده از افزودنی‌های مفیدی مانند پروبیوتیک‌ها، پری‌بیوتیک‌ها و سین‌بیوتیک‌ها که اثرات مفید ثابت‌شده بر ریخت‌سنجی دستگاه گوارش و عملکرد جوجه‌های گوشتی دارند، گزینه مناسبی باشد.

روش پژوهش: در این آزمایش تأثیر سطوح پروبیوتیک بر عملکرد و خصوصیات لاشه، شمار جمعیت میکروبی و ریخت‌سنجی روده جوجه‌های گوشتی تحت چالش تغذیه دیر هنگام با تخصیص ۴۵۰ قطعه جوجه گوشتی راس-۳۰۸ (یک روزه، مخلوط دو جنس) به‌صورت فاکتوریل ۳×۳ با سه سطح پروبیوتیک (صفر یا بدون پروبیوتیک، ۲۰۰ و ۴۰۰ گرم در تن) و سه زمان تغذیه یا دسترسی به خوراک (صفر، ۱۲ و ۲۴ ساعت پس از ورود به سالن) مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: در دوره آغازین، جوجه‌های دریافت‌کننده سطح بیش‌تر پروبیوتیک و تغذیه بدون تأخیر بیش‌ترین وزن بدن و افزایش وزن بدن را داشتند در حالی که جوجه‌های دریافت‌کننده سطح بالاتر پروبیوتیک و ۲۴ ساعت تأخیر در دسترسی به خوراک کم‌ترین وزن بدن را داشتند و در کل دوره پرورش جوجه‌های دریافت‌کننده ۰/۲ گرم در کیلوگرم پروبیوتیک با ۲۴ ساعت تأخیر در تغذیه و گروه دریافت‌کننده ۰/۴ گرم در کیلوگرم بدون تأخیر در تغذیه کم‌ترین خوراک مصرفی، وزن بدن و افزایش وزن بدن را داشتند ($P<0/05$). سطح ۰/۴ گرم در کیلوگرم پروبیوتیک در گروه‌های ۱۲ و ۲۴ ساعت تأخیر در تغذیه به‌ترتیب کم‌ترین غلظت تری‌گلیسیرید و گلوکز سرم را داشتند و در همین سطح پروبیوتیک بدون تأخیر در تغذیه، جمعیت باکتری‌های اشریشیاکلی کاهش یافت، اما اعمال ۱۲ و ۲۴ ساعت تأخیر در دسترسی به خوراک شمار باکتری بیفیدوباکتر را کاهش داد و در جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره‌های دارای صفر و ۰/۲ گرم در کیلوگرم پروبیوتیک، با افزایش زمان تأخیر در دسترسی به خوراک، طول پرز افزایش یافت ($P<0/05$). جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره دارای ۰/۲ گرم در کیلوگرم پروبیوتیک با ۱۲ ساعت تأخیر در تغذیه، سطح مقطع پرز بالاتری نسبت به سایر گروه‌ها داشتند ($P<0/05$).

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی، ۱۲ و ۲۴ ساعت تأخیر در تغذیه منجر به کاهش عملکرد و تضعیف ریخت‌سنجی روده شدند و افزودن پروبیوتیک حتی در سطح دو برابر میزان توصیه‌شده نتوانست اثرات منفی تغذیه دیر هنگام را کاملاً جبران کند.

کلیدواژه‌ها:

پروبیوتیک
تغذیه دیر هنگام
جوجه گوشتی
عملکرد
میکروفلور و ریخت‌سنجی روده

استناد: حیدری، حدیث؛ خطیب‌جو، علی؛ شیرزادی، حسن؛ کریمی ترشیزی، محمد امیر و جمالی، جبار (۱۴۰۴). تأثیر سطوح مختلف پروبیوتیک بر عملکرد، جمعیت میکروبی و ریخت‌سنجی روده جوجه‌های گوشتی تحت شرایط تغذیه دیر هنگام. نشریه تولیدات دامی، ۲۷ (۴)، ۴۸۳-۴۹۸.

DOI: <https://doi.org/10.22059/jap.2025.394982.623845>



۱. مقدمه

طی هفته اول دوره رشد جوجه‌های گوشتی، وزن بدن آن‌ها دو تا سه برابر افزایش می‌یابد و تغییرات قابل توجهی در وزن روده، عضلات و ریخت‌سنجی روده به وجود می‌آید و رشد دستگاه گوارش نقش اساسی در مراحل اولیه رشد جوجه دارد. تأخیر در تغذیه طی روزهای ابتدایی زندگی وزن بدن نهایی را کاهش داده و احتمالاً بر سلامت روده و عملکرد ایمنی تأثیر می‌گذارد (Cardeal et al., 2020). عوامل تنش‌زا ممکن است بر ایمنی جوجه‌های گوشتی تأثیر منفی گذاشته و دستگاه گوارش آن‌ها را در معرض باکتری‌های بیماری‌زا یا سایر میکروارگانیسم‌های ناخواسته قرار دهند که این موضوع تهدیدی برای ایمنی مواد غذایی و سلامت پرندگان می‌باشد (Shinde Tamboli et al., 2018).

نقش دستگاه گوارش در حفظ سلامت، رفاه و عملکرد جوجه‌های گوشتی بسیار حیاتی است. عواملی نظیر تغذیه، ساختار و عملکرد مؤثر سد گوارشی، همزیستی میزبان با میکروارگانیسم‌های دستگاه گوارش، هضم و جذب مؤثر خوراک، و ایمنی روده نقش بسیار مهمی در عملکرد مطلوب دستگاه گوارش دارند (Celi et al., 2019). قابلیت دسترسی خوراک برای جوجه‌های تازه هچ‌شده جهت توسعه مطلوب و مناسب دستگاه گوارش، کلنی‌شدن باکتریایی مفید، توانایی هضم و جذب مواد مغذی و توسعه یک سیستم ایمنی مناسب امری حیاتی و تعیین‌کننده است و تغذیه زود هنگام از طریق تعدیل میکروفلور روده به سلامت و عملکرد دستگاه گوارش اثر می‌گذارد (Rubio, 2019).

تغذیه دیر هنگام و گرسنگی باعث کاهش فعالیت ویژه برخی از آنزیم‌های گوارشی و انتقال‌دهنده‌های مواد مغذی می‌شود که منجر به کاهش میزان رشد، افزایش تلفات، اختلال در رشد روده، تغییر مورفولوژی روده، افزایش تکثیر باکتری‌های بیماری‌زا و افزایش حساسیت نسبت به بیماری‌ها می‌شود (Cardeal et al., 2020; de Jong et al., 2017; Ganjali et al., 2015; Shinde Tamboli et al., 2018; Zulkifli et al., 2016). با توجه به اثرات مخرب تغذیه دیر هنگام بر عملکرد دستگاه گوارش و تغییر جمعیت میکروبی آن، به نظر می‌رسد استفاده از پروبیوتیک‌ها، پری‌بیوتیک‌ها و سین‌بیوتیک‌ها که اثرات مفید ثابت‌شده‌ای بر ریخت‌سنجی دستگاه گوارش و عملکرد جوجه‌های گوشتی دارند، گزینه‌ای مناسب به نظر می‌رسد. این ترکیبات می‌توانند تا حدی اثرات تنش ناشی از تغذیه دیر هنگام را کاهش داده و طول دوره رشد جبرانی را کم کنند. نظر به این که در مورد اثر استفاده از سطوح مختلف پروبیوتیک در شرایط محدودیت غذایی و تغذیه دیر هنگام پژوهش‌های کمی صورت گرفته است، این آزمایش به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف پروبیوتیک بر عملکرد رشد، خصوصیات لاشه، جمعیت میکروبی روده، غلظت متابولیت‌های خونی، فعالیت آنزیم‌های کبدی و تغییرات ریخت‌سنجی دستگاه گوارش جوجه‌های گوشتی تحت چالش تغذیه دیر هنگام انجام شد.

استفاده از پروبیوتیک‌ها به عنوان محرک رشد و جایگزین آنتی‌بیوتیک در جیره جوجه‌های گوشتی باعث مهار رشد باکتری‌های مضر روده (از جمله /شریشیاکلی) (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 تنظیم 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 را در صورت بروز بیماری‌های گوارشی افزایش می‌دهند. پژوهش‌گران با بررسی تأثیر پروبیوتیک پروتکسین بر عملکرد رشد، متابولیت خونی و میکروفلور روده جوجه خروس‌های گوشتی تحت چالش تغذیه دیر هنگام (صفر، ۱۲، ۲۴ و ۳۶ ساعت پس از ورود به سالن) با و بدون ۰/۵ کیلوگرم در تن پروتکسین گزارش کردند که تغذیه دیر هنگام منجر به اختلال در عملکرد رشد اولیه و میکروبیولوژیکی دستگاه گوارش جوجه‌های

گوشتی با رشد سریع می شود و افزودن پروبیوتیک پروتکسین به جیره روش مؤثری برای کاهش این اثرات منفی نبود (Cardeal et al., 2020; Daşkıran et al., 2012).

۲. روش پژوهش

این آزمایش در بهار سال ۱۴۰۲ در مرغداری تحقیقاتی دانشگاه ایلام با تعداد ۴۵۰ قطعه جوجه گوشتی سویه راس-۳۰۸ (مخلوط دو جنس) به نسبت مساوی نر و ماده با میانگین وزنی ۴۱/۵ گرم (سن مرغ مادر ۴۴ هفته)، به طور تصادفی در ۴۵ پن (دارای ابعاد ۱×۱ متر) به نه تیمار، پنج تکرار و ۱۰ قطعه پرنده در هر تکرار از یک تا ۴۲ روزگی اختصاص داده شدند. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی و به صورت آزمایش فاکتوریل ۳×۳ با سه سطح پروبیوتیک (صفر یا بدون پروبیوتیک، ۲۰۰ (سطح توصیه شده) و ۴۰۰ گرم در تن (دو برابر سطح توصیه شده) و سه زمان تغذیه یا دسترسی به خوراک (ساعت صفر (دسترسی به خوراک به محض رسیدن به مرغداری)، ۱۲ ساعت تأخیر در دسترسی به خوراک و ۲۴ ساعت تأخیر در دسترسی به خوراک) انجام شد که در مجموع دارای نه تیمار، پنج تکرار به ازای هر تیمار و ۱۰ قطعه مرغ در هر تکرار بود. جیره ها بر پایه ذرت-سویا و توسط نرم افزار جیره نویسی UFFDA تنظیم شدند. مواد خوراکی تشکیل دهنده و ترکیبات شیمیایی جیره های آزمایشی در جدول (۱) آورده شده است. افزودنی های خوراکی بعد از آماده سازی جیره پایه، به آن اضافه شدند و همه جوجه ها به غیر از ساعات تیماری، در طول آزمایش به جیره و آب دسترسی آزاد داشتند.

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-آل-متیونین	۰/۲۴	۰/۲	۰/۱۹
آل-لیزین هیدروکلرید	۰/۲۸	۰/۲۶	۰/۱۶
آل-ترئونین	۰/۰۵	۰/۰۴۲	۰/۰۰۴
نمک	۰/۳۴	۰/۲۵	۰/۲۸
جوش شیرین	۰/۳۰	۰/۲۰	۰/۱۵
مکمل ویتامینه ^۱	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل معدنی ^۲	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵

ترکیب مواد مغذی محاسبه شده (درصد)

انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری در کیلوگرم)	۳۰۰۰/۰۰	۳۰۳۰/۰۰	۳۰۳۰/۰۰
پروتئین خام (درصد)	۲۳/۰۰	۲۰/۹۰	۱۹/۰۰
لیزین قابل هضم (درصد) ^۳	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. مکمل ویتامینی مورد استفاده در هر کیلوگرم، جیره مقادیر زیر را تأمین نمود: ویتامین ها شامل ۴۴۰۰۰ واحد جهانی آ، ۷۲۰۰ واحد جهانی د-۳، ۴۴۰ میلی گرم ای، ۴۰ میلی گرم ک، ۷۰ میلی گرم کوبالامین، ۶۵ میلی گرم تیامین، ۳۲۰ میلی گرم ریبوفلاوین، ۲۹۰ میلی گرم اسید پانتوتیک، ۱۲۲۰ میلی گرم نیاسین، ۶۵ میلی گرم پیریدوکسین، ۲۲ میلی گرم بیوتین و ۲۷۰ میلی گرم کلین کلراید.

۲. مکمل مواد معدنی مورد استفاده در هر کیلوگرم، جیره مقادیر زیر را تأمین نمود: شامل (میلی گرم در کیلوگرم): ۹۹/۲ میلی گرم اکسید منگنز (MnO₂)، ۸۵ میلی گرم اکسید روی (ZnO)، ۵۰ میلی گرم سولفات آهن (FeSO₄)، ۱۰ میلی گرم سولفات مس (CuSO₄)، ۰/۲ میلی گرم سلیوم (سدیم سلیت)، ۱۳ میلی گرم ید (یدات کلسیم) و ۲۵۰ میلی گرم کلین کلراید.

وزن بدن، افزایش وزن بدن، خوراک مصرفی و درصد تلفات جوجه‌ها در انتهای هر دوره (۱۰، ۲۴ و ۴۲ روزگی) اندازه‌گیری شد. به‌منظور بررسی تأثیر تغذیه دیرهنگام بر صفات پراکندگی گله (میانگین، بیش‌ترین وزن، ضریب پراکندگی و تفاوت وزن بین بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین پرنده) و صفات شکل توزیع داده‌ها (چولگی و کشیدگی)، در انتهای دوره آغازین (۱۰ روزگی)، تمام جوجه‌های هر پن به‌صورت انفرادی وزن‌کشی شدند و صفات تجزیه تحلیل شدند و داده‌های هر پن به‌صورت جداگانه ثبت شد. ضریب تبدیل خوراک تصحیح‌شده براساس تلفات کل محاسبه گردید و در پایان آزمایش نیز شاخص بازده تولید اروپایی کل دوره با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد (Rashidi et al., 2020).

رابطه (۱) (Rashidi et al., 2020) = شاخص بازده تولید اروپایی کل دوره

$$\{100 \times (\text{ضریب تبدیل خوراک} \times \text{سن فروش (روز)}) \div (\text{وزن زنده (کیلوگرم)} \times \text{درصد ماندگاری})\}$$

در سن ۳۷ روزگی، یک جوجه نزدیک به میانگین وزنی تکرار از هر تکرار انتخاب و از سیاهرگ زیر بال آن‌ها نمونه خون گرفته شد و غلظت متابولیت‌های خونی مانند (کلسترول، گلوکز و تری‌گلیسیرید) با استفاده از کیت‌های شرکت پارس‌آزمون و فعالیت آنزیم‌های آلانین‌آمینوترانسفراز، آسپاراتات آمینوترانسفراز، لاکتات دهیدروژناز و آلکالین فسفاتاز توسط دستگاه اتوآنالایزر (Hitachi 917 کشور ژاپن) اندازه‌گیری شد.

در روز ۴۲ (پایان آزمایش)، چهار ساعت قبل از کشتار به جوجه‌ها گرسنگی داده شد و به‌طور تصادفی یک پرنده از هر تکرار با شرایط نزدیک به میانگین وزنی گروه، پس از توزین، کشتار شد و وزن نسبی لاشه و چربی محوطه بطنی (درصدی از وزن بدن) و اجزای لاشه نظیر ران و سینه (درصدی از وزن لاشه) و عضله بزرگ و کوچک سینه (درصدی از وزن سینه) اندازه‌گیری شد. با نمونه‌گیری از محتویات ایلئوم و کشت باکتری‌های لاکتوباسیلوس، اشریشیاکلی و بیفیدوباکتر در محیط کشت‌های مک‌کانکی، ام‌آراس و آکار سبز و کل جمعیت باکتری‌های مذکور در محتویات ایلئوم شمارش شد. از بافت ژژنوم جوجه‌های کشتار شده نمونه‌گیری شد و نمونه‌ها داخل محلول ۱۰ درصد فرمالین نگهداری شد. بعد از ۴۸ ساعت، و تهیه سطح مقطع از نمونه‌های ژژنوم، 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 (۲) محاسبه شد (de Los Santos et al., 2005).

$$\text{رابطه (۲)} \quad 2 \times \pi \times (\text{عرض ویلی} \div 2) \times \text{طول ویلی} = \text{سطح مقطع ویلی}$$

داده‌های حاصل با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۴) برای مدل (۳) تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری پنج درصد مقایسه شدند (SAS, 2004).

$$\text{رابطه (۳)} \quad Y_{ijk} = \mu + P_i + T_j + PT_{ij} + e_{ijk}$$

که در آن، Y_{ijk} ، مشاهدات؛ μ ، میانگین مشاهدات؛ P_i ، اثر سطوح پروبیوتیک؛ T_j ، اثر زمان دسترسی به خوراک؛ PT_{ij} ، اثر متقابل سطوح پروبیوتیک و زمان دسترسی به خوراک و e_{ijk} ، اثر خطای تصادفی مربوط به هر مشاهده است.

۳. یافته‌های پژوهش

تأثیر جیره‌های آزمایشی بر خوراک مصرفی، وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک در دوره آغازین و رشد در جدول (۲) نشان داده شده است. افزودن پروبیوتیک تأثیری بر میزان خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی در دوره آغازین نداشت. در مقایسه با جوجه‌هایی که بلافاصله پس از ورود به سالن به خوراک دسترسی داشتند (ساعت صفر)، تأخیر ۲۴ ساعته در دسترسی به خوراک منجر به افزایش ضریب تبدیل خوراک و کاهش

میزان خوراک مصرفی در دوره آغازین شد ($P < 0.05$). برهم کنش سطوح مختلف پروبیوتیک و زمان تغذیه در دوره آغازین بر وزن بدن و افزایش وزن جوجه‌های گوشتی معنادار بود، به‌طوری‌که جوجه‌هایی که ۰/۲ گرم پروبیوتیک در کیلوگرم جیره مصرف کردند و بدون تأخیر تغذیه شدند، بیش‌ترین وزن بدن و افزایش وزن را در مقایسه با سایر تیمارها، به‌استثنای جوجه‌های بدون پروبیوتیک و بدون تأخیر داشتند. در مقابل، جوجه‌هایی که سطح بیش‌تر پروبیوتیک را دریافت کردند و ۲۴ ساعت دسترسی به خوراک در آن‌ها تأخیر افتاد، کم‌ترین وزن بدن را داشتند ($P < 0.05$).

در دوره رشد نیز برهم‌کنش سطوح پروبیوتیک و زمان تغذیه بر عملکرد رشد معنی‌دار بود، به‌طوری‌که جوجه‌های دریافت‌کننده ۰/۲ گرم پروبیوتیک با ۲۴ ساعت تأخیر در تغذیه و گروه دریافت‌کننده ۰/۴ گرم پروبیوتیک بدون تأخیر، کم‌ترین میزان خوراک مصرفی، وزن بدن و افزایش وزن را در مقایسه با جوجه‌های بدون پروبیوتیک و بدون تأخیر داشتند. با این‌حال، جوجه‌های دریافت‌کننده ۰/۴ گرم پروبیوتیک با ۲۴ ساعت تأخیر در تغذیه، افزایش وزن مشابهی با گروه بدون پروبیوتیک و بدون تأخیر داشتند. هم‌چنین بیش‌ترین ضریب تبدیل خوراک متعلق به جوجه‌هایی بود که مقادیر مختلف پروبیوتیک را دریافت کرده و بدون تأخیر تغذیه شدند ($P < 0.05$).

جدول ۲. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در دوره‌های آغازین و رشد (گرم)

متغیرها				دوره آغازین (یک-۱۰ روزگی)				دوره رشد (۱۱-۲۴ روزگی)			
پروبیوتیک				FCR	BWG	BW	FI	FCR	BWG	BW	FI
صفر				۱/۰۹	۱۹۸	۲۴۰	۲۱۵	۱/۴۵ ^b	۸۷۱ ^a	۱۱۱۱ ^a	۱۲۵۸
۰/۲ گرم در کیلوگرم				۱/۱۵	۱۹۶	۲۳۸	۲۲۵	۱/۵۱ ^a	۸۰۷ ^b	۱۰۴۵ ^b	۱۲۲۱
۰/۴ گرم در کیلوگرم				۱/۱۶	۱۹۸	۱۲۴۰	۲۲۶	۱/۵۲ ^a	۸۱۴ ^b	۱۰۵۴ ^b	۱۲۳۱
SEM				۰/۰۲۵	۳/۴	۳/۴	۴/۱	۰/۰۱۶	۱۱/۶	۱۱/۸	۱۲/۹
P-Value				۰/۱۴۱	۰/۹۰۵	۰/۹۰۵	۰/۱۵۸	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۱۳۴
زمان تغذیه (تأخیر)											
صفر (بلافاصله)				۱/۰۸ ^b	۲۱۱ ^a	۲۵۴ ^a	۲۲۹ ^a	۱/۵۳ ^a	۸۱۹	۱۰۷۳	۱۲۴۷
۱۲ ساعت				۱/۱۳ ^{ab}	۲۰۲ ^a	۲۴۴ ^a	۲۲۷ ^a	۱/۵۰ ^a	۸۳۲	۱۰۷۶	۱۲۴۴
۲۴ ساعت				۱/۱۹ ^a	۱۷۹ ^b	۲۲۱ ^b	۲۱۱ ^b	۱/۴۵ ^b	۸۴۱	۱۰۶۲	۱۲۱۸
SEM				۰/۰۲۵	۳/۵	۳/۴	۴/۱	۰/۰۱۶	۱۱/۶	۱۱/۸	۱۲/۹
P-Value				۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۹	۰/۰۰۵	۰/۴۱	۰/۶۶	۰/۲۳
پروبیوتیک × زمان تغذیه (تأخیر)											
صفر (بلافاصله)				۱/۰۷	۲۰۹ ^{ab}	۲۵۱ ^{ab}	۲۲۳	۱/۴۳ ^c	۹۰۳ ^a	۱۱۵۳ ^a	۱۲۸۷ ^a
۱۲ ساعت				۱/۱۰	۲۰۰ ^{bc}	۲۴۳ ^{bc}	۲۱۹	۱/۴۸ ^{bc}	۸۴۶ ^{abc}	۱۰۸۸ ^{bc}	۱۲۵۱ ^{ab}
۲۴ ساعت				۱/۱۰	۱۸۶ ^{cd}	۲۲۸۷ ^{cd}	۲۰۵	۱/۴۳ ^c	۸۶۴ ^{ab}	۱۰۹۳ ^{abc}	۱۲۳۸ ^{ab}
صفر (بلافاصله)				۱/۱۱	۲۰۳ ^{bc}	۲۴۴ ^{bc}	۲۲۵	۱/۵۸ ^a	۷۹۵ ^{cd}	۱۰۳۹ ^{bcd}	۱۲۵۲ ^{ab}
۰/۲ گرم در کیلوگرم				۱/۱۱	۲۰۵ ^b	۲۴۷ ^b	۲۲۸	۱/۴۹ ^{bc}	۸۴۸ ^{abc}	۱۰۹۵ ^{ab}	۱۲۶۴ ^{ab}
۱۲ ساعت				۱/۲۳	۱۸۱ ^d	۲۲۳ ^d	۲۲۲	۱/۴۷ ^{bc}	۷۸۰ ^d	۱۰۰۳ ^d	۱۱۴۷ ^c
۲۴ ساعت				۱/۰۶	۲۳۴ ^a	۲۶۶ ^a	۲۳۸	۱/۵۸ ^a	۷۶۰ ^d	۱۰۲۶ ^{cd}	۱۲۰۳ ^{bc}
صفر (بلافاصله)				۱/۱۷	۲۰۱ ^{bc}	۲۴۳ ^{bc}	۲۳۵	۱/۵۲ ^{ab}	۸۰۳ ^{bcd}	۱۰۴۶ ^{bcd}	۱۲۱۸ ^{ab}
۰/۴ گرم در کیلوگرم				۱/۲۳	۱۶۹ ^d	۲۱۱ ^d	۲۰۶	۱/۴۵ ^{bc}	۸۸۰ ^a	۱۰۹۱ ^{abc}	۱۲۷۰ ^{ab}
SEM				۰/۰۴۴	۵/۹	۵/۹	۷/۲	۰/۰۲۷	۲۰/۲	۲۰/۴۵	۲۲/۴
P-Value				۰/۴۴	۰/۰۳۷	۰/۰۳۷	۰/۳۲۱	۰/۰۴۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳

a-d: میانگین‌های هر ستون با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P < 0.05$).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

FI = خوراک مصرفی؛ BW = وزن بدن؛ BWG = افزایش وزن بدن و FCR = ضریب تبدیل خوراک.

تأثیر جیره‌های آزمایشی بر میزان خوراک مصرفی، وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک در دوره پایانی و کل دوره پرورش در جدول (۳) آورده شده است. افزودن پروبیوتیک بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی در دوره پایانی و کل دوره تأثیری نداشت، اما زمان دسترسی به خوراک در دوره پایانی بر وزن بدن و در کل دوره پرورش بر میزان خوراک مصرفی اثرگذار بود. تأخیر ۲۴ ساعته در دسترسی به خوراک موجب کاهش وزن بدن جوجه‌ها در دوره پایانی و کاهش خوراک مصرفی آن‌ها در کل دوره پرورش شد ($P < 0.05$). در دوره پایانی، جوجه‌های دریافت‌کننده ۰/۴ گرم پروبیوتیک به ازای هر کیلوگرم جیره و تغذیه بدون تأخیر، ضریب تبدیل خوراک کم‌تری نسبت به جوجه‌های بدون پروبیوتیک و صفر و ۲۴ ساعت تأخیر و دریافت ۰/۲ گرم پروبیوتیک و ۱۲ ساعت تأخیر و دریافت ۰/۴ گرم پروبیوتیک و نیز ۲۴ ساعت تأخیر داشتند ($P < 0.05$). در کل دوره پرورش، جوجه‌های دریافت‌کننده ۰/۲ گرم پروبیوتیک با ۲۴ ساعت تأخیر در تغذیه، ضریب تبدیل خوراک بالاتری نسبت به جوجه‌های همین گروه با تغذیه در زمان صفر و ۱۲ ساعت تأخیر داشتند ($P < 0.05$). با توجه به نتایج می‌توان بیان کرد که تأخیر در دسترسی به خوراک عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی را کاهش داده و ضریب تبدیل خوراک را افزایش می‌دهد. افزودن پروبیوتیک تأثیر چشمگیری در جبران این اثرات نداشت، هرچند مصرف ۰/۲ گرم در کیلوگرم پروبیوتیک در شرایط تغذیه بدون تأخیر می‌تواند رشد بهتری را به همراه داشته باشد.

جدول ۳. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در دوره‌های پایانی و کل دوره

کل دوره (یک-۴۲ روزگی)				دوره پایانی (۲۵-۴۲ روزگی)			
EPEF	Mortality	FCR	FI	FCR	BWG	BW	FI
۴۲۵/۷	۹/۱	۱/۵۱	۴۳۶۶	۱/۵۵	۱۷۸۰	۲۸۹۱	۲۷۴۴
۴۱۷/۶	۸/۸	۱/۵۲	۴۲۶۰	۱/۵۳	۱۷۶۸	۲۸۱۴	۲۶۹۰
۴۰۶/۹	۱۲/۹	۱/۵۱	۴۳۴۳	۱/۴۸	۱۸۳۱	۲۸۸۵	۲۶۸۵
۱۸/۵۷	۳/۰۸	۰/۰۱۰	۴/۷۳	۰/۰۲۵	۵۱/۶	۴۹/۳	۴۸/۱
۰/۷۸	۰/۵۷	۰/۸۹	۰/۳۰	۰/۱۴	۰/۶۶	۰/۴۸	۰/۶۴
				زمان تغذیه (تأخیر)			
۴۳۲/۵	۹/۲	۱/۵۱	۴۴۰۰ ^a	۱/۴۹	۱۸۵۰	۲۹۲۳ ^a	۲۷۵۲
۴۱۳/۹	۱۲/۳	۱/۵۱	۴۳۸۴ ^a	۱/۵۱	۱۸۳۵	۲۹۱۱ ^a	۲۷۴۳
۴۰۳/۸	۹/۳	۱/۵۲	۴۱۸۶ ^b	۱/۵۶	۱۶۹۴	۲۷۵۵ ^b	۲۶۲۴
۱۸/۵۷	۳/۰۸	۰/۰۱۰	۴۹/۷	۰/۰۲۵	۱/۶۵	۴/۳۴	۴۸/۱
۰/۵۵	۰/۷۱	۰/۵۶	۰/۰۱	۰/۱۹	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۱۳
				زمان تغذیه (تأخیر) × پروبیوتیک			
۴۱۵/۳	۱۱/۰	۱/۵۲ ^{ab}	۴۴۰۸	۱/۶۰ ^a	۱۷۴۴	۲۸۹۷	۲۷۸۶
۴۴۱/۰	۹/۳	۱/۵۰ ^{ab}	۴۴۴۴	۱/۴۹ ^{abc}	۱۸۸۶	۲۹۷۴	۲۷۸۴
۴۲۰/۸	۷/۰	۱/۵۲ ^{ab}	۴۲۴۶	۱/۵۶ ^{ab}	۱۷۱۱	۲۸۰۲	۲۶۶۱
۴۳۳/۵	۷/۳	۱/۵۱ ^{ab}	۴۳۵۹	۱/۴۹ ^{abc}	۱۸۴۳	۲۸۸۱	۲۷۴۷
۴۰۶/۸	۹/۵	۱/۵۴ ^{ab}	۴۲۸۱	۱/۵۹ ^a	۱۶۹۵	۲۷۸۹	۲۶۸۵
۴۱۲/۵	۹/۵	۱/۵۰ ^{ab}	۴۱۴۱	۱/۵۰ ^{abc}	۱۷۶۸	۲۷۷۱	۲۶۳۹
۴۴۸/۸	۹/۳	۱/۴۸ ^b	۴۴۳۲	۱/۳۹ ^c	۱۹۶۴	۲۹۹۰	۲۷۲۴
۳۹۴/۰	۱۸/۳	۱/۴۹ ^b	۴۴۲۶	۱/۴۴ ^{bc}	۱۹۲۶	۲۹۷۲	۲۷۶۰
۳۷۸/۰	۱۱/۳	۱/۵۵ ^a	۴۱۷۱	۱/۶۱ ^a	۱۶۰۳	۲۶۹۳	۲۵۷۰
۳۲/۱۶	۵/۳۳	۰/۰۱۸	۸۶/۱	۰/۰۴۳	۸۹/۵	۸۵/۴	۸۳/۳
۰/۷۱	۰/۸۶	۰/۰۴۹	۰/۹۴	۰/۰۱	۰/۱۳	۰/۵۱	۰/۹۴

a و b: میانگین‌های هر ستون با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P < 0.05$).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

۱. FI = خوراک مصرفی؛ BW = وزن بدن؛ BWG = افزایش وزن بدن و FCR = ضریب تبدیل خوراک؛ Mortality = مرگ‌ومیر و EPEF = شاخص بازده تولید اروپایی

اثر جیره‌های آزمایشی بر صفات پراکندگی و توزیع وزن بدن جوجه‌های گوشتی در جدول (۴) نشان داده شده است. نتایج نشان داد که تأخیر در تغذیه جوجه‌های گوشتی حتی به مدت ۲۴ ساعت منجر به کاهش معنی‌دار حداکثر وزن بدن و میانگین وزن بدن جوجه‌های گوشتی شد ($P < 0.05$)، اما حداقل وزن بدن، خطای استاندارد و انحراف معیار، ضریب پراکندگی، چولگی و کشیدگی وزن بدن جوجه‌ها در ۱۰ روزگی تأثیری نداشت.

جدول ۴. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر صفات پراکندگی و توزیع وزن بدن جوجه‌های گوشتی^۱

پروبیوتیک	بیش‌ترین وزن بدن	کم‌ترین وزن بدن	میانگین	خطای استاندارد	انحراف معیار	ضریب پراکندگی	چولگی	کشیدگی
صفر	۲۷۶	۱۸۹	۲۴۳	۸/۳	۲۶/۶	۱۰/۸	-۰/۷	۱/۳
۰/۲ گرم در کیلوگرم	۲۷۵	۱۹۴	۲۴۴	۷/۷	۲۴/۲	۹/۹	-۰/۸	۰/۹
۰/۴ گرم در کیلوگرم	۲۷۳	۱۹۱	۲۴۳	۷/۹	۲۵/۵	۱۰/۶	-۰/۸	۰/۹
SEM	۴/۸	۹/۷	۳/۱	۰/۸۶	۲/۸۳	۱/۱۴	۰/۲۵	۰/۶۸
P-Value	۰/۸۹	۰/۹۱	۰/۹۶	۰/۸۶	۰/۸۳	۰/۸۴	۰/۹۶	۰/۹
زمان تغذیه (تأخیر)								
صفر (بالفاصله)	۲۹۳ ^a	۱۹۱	۲۵۹ ^a	۹/۴	۳۰/۱	۱۱/۷	-۱/۱	۲/۰
۱۲ ساعت	۲۷۵ ^b	۲۰۲	۲۴۶ ^b	۷/۳	۲۳/۴	۹/۶	-۰/۶	۰/۵
۲۴ ساعت	۲۵۵ ^c	۱۸۲	۲۲۵ ^c	۷/۱	۲۲/۷	۱۰/۱	-۰/۶	۰/۵
SEM	۴/۹	۹/۷	۳/۱	۰/۸۶	۲/۸۳	۱/۱۴	۰/۲۵	۰/۶۸
P-Value	۰/۰۰۱	۰/۳۷	۰/۰۰۱	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۳۹	۰/۳۸	۰/۳۳
پروبیوتیک × زمان تغذیه (تأخیر)								
صفر (بالفاصله)	۲۹۵	۱۸۵	۲۵۸	۱۰/۱	۳۲/۲	۱۲/۵	-۰/۹	۱/۵
۱۲ ساعت	۲۷۵	۱۹۰	۲۴۲	۸/۴	۲۶/۹	۱۱/۱	-۰/۷	۱/۵
۲۴ ساعت	۲۵۸	۱۹۱	۲۲۹	۶/۴	۲۰/۶	۸/۹	-۰/۵	۰/۸
صفر (بالفاصله)	۲۸۷	۱۸۶	۲۵۲	۹/۵	۲۹/۵	۱۱/۸	-۱/۲	۲/۲
۰/۲ گرم در کیلوگرم	۲۷۵	۲۱۷	۲۵۰	۶/۱	۱۹/۰	۷/۶	-۰/۴	-۰/۴
۲۴ ساعت	۲۶۲	۱۸۲	۲۲۹	۷/۴	۲۳/۹	۱۰/۴	-۰/۷	۰/۸
صفر (بالفاصله)	۲۹۸	۲۰۴	۲۶۸	۸/۶	۲۸/۷	۱۰/۸	-۱/۱	۲/۲
۰/۴ گرم در کیلوگرم	۲۷۴	۱۹۷	۲۴۴	۷/۵	۲۴/۲	۱۰/۰	-۰/۸	۰/۴
۲۴ ساعت	۲۴۶	۱۷۲	۲۱۵	۷/۵	۲۳/۵	۱۰/۹	-۰/۶	۰/۰
SEM	۸/۳	۱۶/۸	۵/۴	۱/۵۰	۴/۸۹	۱/۹۸	۰/۴۴	۱/۱۸
P-Value	۰/۶۱	۰/۶۲	۰/۰۷	۰/۷۹	۰/۸۲	۰/۷۰	۰/۹۳	۰/۸۱

a و b: میانگین‌های هر ستون با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P < 0.05$).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

افزودن پروبیوتیک، تأخیر در تغذیه یا اثر متقابل بین آن‌ها بر درصد لاشه، سینه، سینه کوچک، ران و درصد چربی حفره بطنی تأثیری نداشت درحالی‌که بر تأخیر در تغذیه منجر به کاهش درصد عضله بزرگ سینه شد (جدول ۵). تأثیر جیره‌های آزمایشی بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی و آنزیم‌های کیدی سرم خون جوجه‌های گوشتی در جدول (۶) نشان داده شده است. برهم‌کنش سطوح پروبیوتیک و زمان تغذیه نشان داد که جوجه‌های دریافت‌کننده ۰/۴ گرم در کیلوگرم پروبیوتیک با ۱۲ و ۲۴ ساعت تأخیر در تغذیه به‌ترتیب کم‌ترین غلظت تری‌گلیسیرید و گلوکز سرمی را داشتند درحالی‌که در گروه‌های بدون پروبیوتیک با ۲۴ و ۱۲ ساعت تأخیر در تغذیه به‌ترتیب بیش‌ترین غلظت سرمی تری‌گلیسیرید و کلسترول مشاهده شد ($P < 0.05$). جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره دارای ۰/۴ گرم در کیلوگرم پروبیوتیک بدون تأخیر در تغذیه کم‌ترین غلظت کلسترول سرم را داشتند ($P < 0.05$).

جدول ۵. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر خصوصیات لاشه جوجه‌های گوشتی

پروبیوتیک	لاشه (درصد از وزن بدن)	سینه (درصد از لاشه)	سینه بزرگ (درصد از عضله سینه)	سینه کوچک (درصد از عضله سینه)	ران (درصد از وزن بدن)	چربی حفره بطنی (درصد از وزن بدن)
صفر	۶۴/۶	۴۱/۲	۷۱/۱	۱۵/۹	۳۰/۳	۱/۰۲
۰/۲ گرم در کیلوگرم	۶۳/۹	۴۱/۱	۶۹/۱	۱۵/۷	۲۹/۷	۱/۱۲
۰/۴ گرم در کیلوگرم	۶۴/۶	۴۰/۱	۶۸/۷	۱۵/۴	۳۰/۱	۱/۰۵
SEM	۰/۵۶	۰/۵۱۴	۰/۸۱	۰/۳۱	۰/۵۳	۰/۰۴۴
P-Value	۰/۵۹	۰/۲۸	۰/۱۴	۰/۵۲	۰/۷۱	۰/۲۸
زمان تغذیه (تاخیر)						
صفر (بالافاصله)	۶۴/۹	۴۰/۲	۷۲/۰	۱۵/۹	۳۰/۳	۱/۰۷
۱۲ ساعت	۶۳/۲	۴۱/۱	۶۹/۲	۱۵/۹	۳۰/۱	۰/۹۶
۲۴ ساعت	۶۵/۰	۴۱/۱	۶۸/۶	۱۵/۲	۲۹/۶	۱/۱۶
SEM	۰/۵۶	۰/۵۱	۰/۸۲	۰/۳۰	۰/۵۳	۰/۱۲
P-Value	۰/۰۶	۰/۳۸	۰/۰۱۴	۰/۲۸	۰/۶۷	۰/۰۱
پروبیوتیک ×	زمان تغذیه (تاخیر)					
صفر	صفر (بالافاصله)	۶۵/۹	۴۱/۷	۷۵/۲	۱۴/۶	۳۰/۲
	۱۲ ساعت	۶۲/۴	۴۱/۰	۷۰/۹	۱۶/۱	۳۱/۰
	۲۴ ساعت	۶۵/۴	۴۰/۷	۷۰/۸	۱۸/۹	۲۹/۶
	صفر (بالافاصله)	۶۴/۵	۳۹/۳	۷۰/۱	۱۵/۷	۳۰/۶
۰/۲ گرم در کیلوگرم	۱۲ ساعت	۶۳/۰	۴۲/۶	۶۹/۹	۱۵/۶	۲۸/۶
	۲۴ ساعت	۶۴/۱	۴۱/۳	۷۰/۳	۱۵/۷	۲۹/۸
	صفر (بالافاصله)	۶۴/۲	۳۹/۴	۶۷/۰	۱۵/۳	۳۰/۰
	۱۲ ساعت	۶۴/۲	۳۹/۶	۶۶/۳	۱۵/۹	۳۰/۸
۰/۴ گرم در کیلوگرم	۲۴ ساعت	۶۵/۴	۴۱/۲	۶۸/۸	۱۴/۹	۲۹/۶
	صفر (بالافاصله)	۰/۹۷	۰/۸۹	۱/۴۱	۰/۵۴	۰/۹۳
	SEM	۰/۴۷	۰/۱۳	۰/۲۱	۰/۱۱	۰/۴۹
	P-Value	۰/۴۷	۰/۱۳	۰/۲۱	۰/۱۱	۰/۴۹

a و b: میانگین‌های هر ستون با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P < 0.05$).
SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

جدول ۶. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر غلظت متابولیت‌های خونی و فعالیت آنزیم‌های کبدی جوجه‌های گوشتی

پروبیوتیک	تری‌گلیسیرید	کلسترول	گلوکز	فعالیت آنزیم‌های کبدی (واحد بر لیتر)	ALP	AST	ALT	LDH
صفر	۴۲/۴۲ ^a	۹۰/۰۰ ^a	۱۵۰/۶۷ ^a	۲۳۶/۳ ^c	۳/۰۰	۳/۰۰	۵/۰۸ ^a	۲۳۶/۳ ^c
۰/۲ گرم در کیلوگرم	۴۰/۴۳ ^a	۷۹/۷۵ ^b	۱۴۳/۰۰ ^b	۲۸۵/۶ ^b	۳/۱۷	۲/۶۷	۴/۰۸ ^b	۲۸۵/۶ ^b
۰/۴ گرم در کیلوگرم	۳۵/۹۳ ^b	۸۰/۵۸ ^b	۱۵۱/۶۷ ^a	۳۳۵/۳ ^a	۳/۵۰	۳/۰۰	۴/۶۷ ^b	۳۳۵/۳ ^a
SEM	۰/۷۶۸	۱/۱۲۸	۰/۷۹۹	۳/۹۰۳	۰/۱۸۰	۰/۱۶۲	۰/۲۲۲	۳/۹۰۳
P-Value	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۱۸۵	۰/۲۶۱	۰/۰۱۳	۰/۰۰۱
زمان تغذیه (تاخیر)								
صفر (بالافاصله)	۳۸/۵۰ ^b	۸۱/۰۸ ^b	۱۴۹/۹۳ ^a	۲۰۸/۱ ^c	۳/۱۷	۲/۶۷	۵/۰۰	۲۰۸/۱ ^c
۱۲ ساعت	۳۸/۵۰ ^b	۸۲/۳۳ ^b	۱۵۰/۹۳ ^a	۳۳۷/۶ ^a	۲/۹۲	۳/۰۸	۴/۲۵	۳۳۷/۶ ^a
۲۴ ساعت	۴۱/۷۵ ^a	۸۵/۹۳ ^a	۱۴۴/۵۰ ^b	۳۱۱/۴ ^b	۳/۵۸	۲/۹۲	۴/۵۸	۳۱۱/۴ ^b
SEM	۰/۷۶۸	۱/۱۲۸	۰/۷۹۹	۳/۹۰	۰/۱۸۰	۰/۱۶۲	۰/۲۲۲	۳/۹۰
P-Value	۰/۰۰۷	۰/۰۱۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۴۵	۰/۲۰۶	۰/۰۷۵	۰/۰۰۱
پروبیوتیک ×	زمان تغذیه (تاخیر)							
صفر	صفر (بالافاصله)	۳۸/۰۰ ^c	۸۸/۲۵ ^b	۱۵۰/۰۰ ^c	۳/۰۰	۲/۷۵	۳/۷۵ ^c	۱۷۷/۳ ^g
	۱۲ ساعت	۴۲/۰۰ ^{bc}	۹۵/۰۰ ^a	۱۴۵/۰۰ ^d	۳/۲۵	۳/۰۰	۵/۲۵ ^{ab}	۲۸۲/۳ ^d
	۲۴ ساعت	۴۷/۲۵ ^a	۸۶/۷۵ ^{bc}	۱۵۷/۰۰ ^b	۲/۷۵	۳/۲۵	۶/۲۵ ^a	۲۴۹/۳ ^e
	صفر (بالافاصله)	۳۸/۲۵ ^c	۸۱/۲۵ ^{cd}	۱۴۵/۰۰ ^d	۳/۲۵	۲/۲۵	۵/۲۵ ^{ab}	۲۱۳/۳ ^f
۰/۲ گرم در کیلوگرم	۱۲ ساعت	۴۳/۲۵ ^b	۷۶/۲۵ ^{de}	۱۳۷/۷۵ ^e	۲/۲۵	۳/۰۰	۳/۷۵ ^c	۳۱۷/۸ ^c
	۲۴ ساعت	۳۹/۷۵ ^{bc}	۸۱/۷۵ ^{cd}	۱۴۶/۲۵ ^{cd}	۴/۰۰	۲/۷۵	۳/۲۵ ^c	۳۲۵/۷ ^c
	صفر (بالافاصله)	۳۹/۲۵ ^b	۷۳/۷۵ ^e	۱۵۴/۷۵ ^b	۳/۲۵	۳/۰۰	۶/۰۰ ^a	۲۳۳/۷ ^e
	۱۲ ساعت	۳۰/۲۵ ^d	۷۸/۷۵ ^{de}	۱۷۰/۰۰ ^a	۳/۲۵	۳/۲۵	۴/۷۵ ^c	۴۱۲/۸ ^a
۰/۴ گرم در کیلوگرم	۲۴ ساعت	۳۸/۲۵ ^c	۸۹/۲۵ ^b	۱۳۰/۲۵ ^f	۴/۰۰	۲/۷۵	۴/۲۵ ^{bc}	۳۵۹/۳ ^b
	SEM	۱/۳۳۱	۱/۹۵۳	۱/۳۸۴	۰/۳۱۲	۰/۲۸۱	۰/۳۸۵	۶/۷۶
	P-Value	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۲۰	۰/۴۸۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱

a و b: میانگین‌های هر ستون با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P < 0.05$).
SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

ALP: آلکالین فسفاتاز؛ AST: اسپاراتات آمینوترانسفراز؛ ALT: آلانین آمینوترانسفراز؛ LDH: لاکتات دهیدروژناز.

برهم کنش سطوح پروبیوتیک و زمان تغذیه بر فعالیت آنزیم‌های آلکالین فسفاتاز و اسپاراتات آمینوترانسفراز سرمی تأثیر نداشتند و در رابطه با آنزیم لاکتات دهیدروژناز در هر سه گروه دریافت‌کننده پروبیوتیک تأخیر در تغذیه فعالیت لاکتات دهیدروژناز را نسبت به گروه تغذیه‌شده بدون تأخیر افزایش داد، اما در رابطه با آنزیم آلانین آمینوترانسفراز اثر برهم کنش زمان تغذیه و پروبیوتیک معنی‌دار بود، به‌طوری‌که در گروه بدون پروبیوتیک، افزایش زمان تغذیه منجر به افزایش معالیت آنزیم شد، اما در گروه‌های دریافت‌کننده پروبیوتیک، افزایش زمان تغذیه، فعالیت آنزیم را کاهش داد ($P < 0.05$).

نتایج جدول (۷) نشان داد که برهم کنش سطوح پروبیوتیک و زمان تغذیه بر شمار باکتری‌های ایلئوم حاصل از افزودن ۰/۴ گرم در کیلوگرم پروبیوتیک به جیره بدون تأخیر در تغذیه، جمعیت باکتری‌های اشریشیاکلی را کاهش داد، اما اعمال ۱۲ و ۲۴ ساعت تأخیر در دسترسی به خوراک، شمار باکتری بیفیدوباکتر را کاهش داد، درحالی‌که برخلاف انتظار نویسندگان، بیش‌ترین شمار باکتری‌های مفید (بیفیدوباکتر و لاکتوباسیل) در گروه شاهد با ۲۴ ساعت تأخیر در دسترسی به خوراک مشاهده شد ($P < 0.05$).

جدول ۷. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر جمعیت میکروبی ایلئوم و ریخت‌سنجی ژژنوم جوجه‌های گوشتی در ۴۲ روزگی

ریخت‌سنجی ژژنوم (میکرومتر)				جمعیت میکروبی ایلئوم (لگاریتم ۱۰ کلونی/گرم)			
طول پرز	عرض پرز	عمق کریپت	نسبت طول پرز به عمق کریپت	سطح مقطع پرز	پروبیوتیک	اشریشیاکلی	لاکتوباسیل
۱۳۰۹/۷	۱۷۱/۸ ^a	۲۳۶/۶	۵/۹ ^b	۷۱۴/۹	صفر	۲/۶۸ ^b	۶/۳۴ ^a
۱۳۷۸/۲	۱۷۴/۰ ^a	۱۹۷/۵	۷/۳ ^a	۷۶۱/۰	۰/۲ گرم در کیلوگرم	۲/۹۱ ^a	۵/۴۴ ^b
۱۴۵۰/۷	۱۴۴/۹ ^b	۲۱۳/۲	۷/۶ ^a	۶۶۳/۶	۰/۴ گرم در کیلوگرم	۲/۶۶ ^b	۵/۰۲ ^c
۴۳/۶۸	۵/۹۹	۱۰/۱۳	۰/۴۰	۳۹/۰۹	SEM	۰/۰۳۸	۰/۰۳۳
۰/۰۹۳	۰/۰۰۱	۰/۱۴۴	۰/۰۱۲	۰/۲۱۲	P-Value	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
زمان تغذیه (تأخیر)							
۱۳۲۰/۵	۱۶۷/۷ ^a	۲۱۶/۶	۶/۳ ^b	۶۹۷/۰ ^{ab}	صفر (بالافاصله)	۲/۷۶	۵/۸۷ ^a
۱۴۴۷/۹	۱۷۳/۴ ^a	۲۰۲/۰	۷/۸ ^a	۷۹۰/۷ ^e	۱۲ ساعت	۲/۷۱	۴/۷۵ ^c
۱۳۷۰/۲	۱۴۹/۷ ^b	۲۱۸/۸	۶/۸ ^{ab}	۶۵۱/۸ ^b	۲۴ ساعت	۲/۷۸	۵/۹۳ ^b
۴۲/۸۰	۵/۸۶	۹/۹۳	۰/۳۹	۳۸/۳۰	SEM	۰/۰۳۸	۰/۰۳۳
۰/۱۱۴	۰/۰۳۴	۰/۴۵۰	۰/۰۱۳	۰/۰۴۸	P-Value	۰/۴۰۷	۰/۰۰۱
پروبیوتیک × زمان تغذیه (تأخیر)							
۱۱۶۶/۸ ^c	۱۷۲/۱ ^b	۲۱۳/۷ ^{ab}	۵/۵	۶۴۱/۴ ^{bc}	صفر (بالافاصله)	۲/۷۶ ^{bc}	۶/۹۰ ^b
۱۴۵۴/۴ ^{ab}	۱۸۰/۹ ^{ab}	۲۳۳/۷ ^a	۶/۴	۸۱۵/۸ ^{ab}	۱۲ ساعت	۲/۵۶ ^c	۴/۶۰ ^d
۱۳۰۸/۰ ^{abc}	۱۶۲/۳ ^{bc}	۲۳۲/۵ ^a	۵/۸	۶۸۷/۵ ^{bc}	۲۴ ساعت	۲/۷۳ ^{bc}	۷/۳۶ ^a
۱۲۵۳/۱ ^{bc}	۱۷۷/۸ ^{ab}	۱۹۳/۹ ^{ab}	۶/۵	۷۰۲/۳ ^{bc}	صفر (بالافاصله)	۳/۲۳ ^a	۵/۵۶ ^c
۱۴۸۶/۹ ^{ab}	۲۰۶/۰ ^a	۲۰۹/۰ ^{ab}	۷/۸	۹۷۶/۰ ^a	۱۲ ساعت	۲/۷۳ ^{bc}	۵/۱۸ ^d
۱۳۹۴/۶ ^{abc}	۱۳۸/۳ ^c	۱۸۹/۷ ^{ab}	۷/۵	۶۰۴/۸ ^{bc}	۲۴ ساعت	۲/۷۹ ^b	۴/۶۰ ^d
۱۵۴۱/۷ ^e	۱۵۳/۱ ^{bc}	۲۴۲/۱ ^a	۶/۵	۷۴۷/۳ ^{bc}	صفر (بالافاصله)	۲/۳۰ ^d	۴/۴۴ ^e
۱۴۰۲/۴ ^{abc}	۱۳۳/۲ ^c	۱۶۳/۳ ^b	۹/۳	۵۸۰/۳ ^c	۱۲ ساعت	۲/۸۵ ^b	۵/۱۱ ^d
۱۴۰۸/۱ ^{abc}	۱۴۸/۴ ^{bc}	۲۳۴/۱ ^a	۷/۱	۶۶۳/۰ ^{bc}	۲۴ ساعت	۲/۸۳ ^b	۴/۷۶ ^e
۷۴/۱۲	۱۰/۱۶	۱۷/۲۰	۰/۶۷	۶۶/۳۴	SEM	۰/۰۶۵	۰/۰۵۸
۰/۰۴۵	۰/۰۰۴	۰/۰۲۰	۰/۵۲۰	۰/۰۰۵	P-Value	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱

a و b: میانگین‌های هر ستون با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P < 0.05$).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

برهم کنش سطوح پروبیوتیک و زمان تغذیه بر نسبت طول پرز به عمق کریپت معنی‌دار بود، زیرا جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره دارای ۰/۲ گرم در کیلوگرم پروبیوتیک با ۱۲ ساعت تأخیر در تغذیه و گروه ۰/۴ گرم در کیلوگرم پروبیوتیک بدون تأخیر در تغذیه به‌ترتیب دارای بیش‌ترین عرض پرز و نسبت طول پرز به عمق کریپت بودند ($P < 0.05$).

جدول ۷). برهم‌کنش سطوح پروبیوتیک و زمان دسترسی به خوراک در رابطه با طول پرز معنی‌دار بود، زیرا در جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره‌های دارای صفر و ۰/۲ گرم در کیلوگرم پروبیوتیک، با افزایش زمان تأخیر در دسترسی به خوراک، طول پرز افزایش یافت، اما در ۰/۴ گرم در کیلوگرم پروبیوتیک، افزایش زمان تغذیه، تغییر محسوسی در طول پرز ایجاد نکرد، اگرچه از لحاظ عددی منجر به کاهش طول پرز شد ($P < 0.05$). در رابطه با سطح مقطع پرز نیز برهم‌کنش سطوح پروبیوتیک و زمان دسترسی به خوراک معنی‌دار بود، به‌طوری‌که در گروه شاهد و تیمار ۰/۲ گرم در کیلوگرم پروبیوتیک، جوجه‌های با ۱۲ ساعت تأخیر در دسترسی به خوراک سطح مقطع پرز بالاتری نسبت به سایر گروه‌ها داشتند ($P < 0.05$).

۴. بحث

برخلاف نتایج آزمایش حاضر، پژوهش‌گران با افزودن دو سطح پروبیوتیک پروتکسین (صفر و ۰/۵ کیلوگرم در تن) به جیره خروس‌های گوشتی تحت چالش تغذیه دیرهنگام با چهار دوره گرسنگی بعد از جوجه‌ریزی (صفر، ۱۲، ۲۴ و ۳۶ ساعت) نشان دادند که تغذیه دیرهنگام باعث اختلال در عملکرد رشد اولیه جوجه‌های گوشتی با رشد سریع شد، درحالی‌که ضریب تبدیل خوراک به دلیل کاهش مصرف خوراک بهبود یافت و در مقایسه با گروه‌هایی که ۲۴ یا ۳۶ تغذیه دیرهنگام داشتند، میزان مرگ‌ومیر گروه‌هایی که بلافاصله تغذیه شدند یا ۱۲ ساعت تأخیر در تغذیه داشتند، پایین‌تر بود (Daşkıran *et al.*, 2012). اگرچه اثرات منفی تغذیه دیرهنگام بر عملکرد جوجه‌های گوشتی، سه هفته بعد از شروع آزمایش از بین رفت، افزودن ۰/۵ کیلوگرم در تن پروبیوتیک پروتکسین قادر به جبران این اثرات منفی نبود (Daşkıran *et al.*, 2012). سایر پژوهش‌گران نیز گزارش کردند که ۴۸ ساعت عدم دسترسی به خوراک منجر به هفت درصد کاهش وزن بدن جوجه‌های گوشتی شد (Bigot *et al.*, 2003; Hooshmand, 2006) درحالی‌که در آزمایش حاضر ۲۴ ساعت تأخیر در تغذیه وزن بدن جوجه‌های گوشتی در دوره آغازین را کاهش داد، اما افزودن پروبیوتیک منجر به جبران کاهش وزن بدن جوجه‌های با تغذیه دیرهنگام شد. از دست‌دادن وزن بدن در ساعات ابتدایی پس از هج به‌طور عمده به دلیل متابولیسم و احتمالاً مقداری کم‌آبی طی نگه‌داشتن جوجه‌ها در انکوباتور و بعد از بیرون‌آوردن از انکوباتور می‌باشد.

مشابه نتایج سایر پژوهش‌گران (Gaglo-Disse *et al.*, 2010; Hooshmand, 2006)، در آزمایش حاضر، وزن بدن، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک و خصوصیات لاشه جوجه‌های گوشتی در این آزمایش در دوره پایانی و کل دوره تحت تأثیر تغذیه دیرهنگام و یا افزودن پروبیوتیک قرار نگرفت، هم‌چنین در پژوهش دیگری ۱۲، ۲۴ یا ۳۶ ساعت تأخیر در تغذیه هیچ تفاوتی در وزن بدن، افزایش وزن یا مرگ‌ومیر جوجه‌ها مشاهده نشد (Alhotan, 2011)، در حالی‌که سایر پژوهش‌گران گزارش کردند که تغذیه دیرهنگام (ساعات‌های مختلف از شش تا ۳۶ ساعت) بر عملکرد کل دوره (Bigot *et al.*, 2003; Careghi *et al.*, 2005; Ganjali *et al.*, 2015; Shinde Tamboli *et al.*, 2018) و خصوصیات لاشه (Noy *et al.*, 2001; Uni *et al.*, 2003) جوجه‌های گوشتی به‌ویژه طحال (Panda *et al.*, 2010)، وزن نسبی کبد، لوزالمعده، قلب و ژژنوم (de Jong *et al.*, 2017) تأثیر منفی داشت.

در مقابل، موافق با نتایج آزمایش حاضر، سایر پژوهش‌گران گزارش کردند که تغذیه دیرهنگام با وجود تأثیر منفی بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی و افزایش درصد مرگ‌ومیر، بر خصوصیات لاشه از قبیل درصد لاشه، درصد ران و سینه و وزن نسبی کبد تأثیری نداشت (Daşkıran *et al.*, 2012) و در پژوهش دیگری که در سال ۲۰۲۰ انجام شد پژوهش‌گران با اعمال سه، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت تأخیر در تغذیه جوجه‌های گوشتی مشاهده کردند که وزن بدن و وزن نسبی کبد در ۳۹ روزگی تحت تأثیر تغذیه دیرهنگام قرار نگرفت، درحالی‌که در گروه تغذیه‌شده در ۲۴ تا ۷۲ ساعت پس

از هج، وزن نسبی سنگدان، پیش معده و لوزالمعده در نه روزگی افزایش یافت (Cardeal et al., 2020). پژوهش‌گران تناقضات موجود در نتایج را به‌مدت زمان نگهداری جوجه‌ها در خارج از هچر به‌منظور جداسازی جنس نر و ماده، شمارش و یا درجه‌بندی، فاصله مرغداری از جوجه‌کشی، واکسیناسیون، پیشرفت ژنتیکی سویه‌های جدید و تعداد متفاوت جوجه در هر تکرار و تیمار نسبت داده‌اند. متاآنالیز داده‌های وزن بدن و خصوصیات لاشه جوجه‌های گوشتی نشان داد که تأثیر تغذیه دیر هنگام بر کاهش وزن بدن و تغییر خصوصیات لاشه جوجه‌های گوشتی تا هفته ششم تأثیر خود را همچنان اعمال خواهد کرد (de Jong et al., 2017).

با توجه به نتایج جدول (۳)، تیمارهای آزمایشی بر پراکندگی وزنی جوجه‌های گوشتی در ۴۲ روزگی تأثیر معنی‌داری نداشتند که نشان‌دهنده رشد جبرانی جوجه‌های تیمارهایی است که در دوره آغازین و رشد کاهش وزن و عملکرد داشته‌اند که در توافق با نتایج پژوهش‌های سایر پژوهش‌گران می‌باشد (Gaglo-Disse et al., 2010). از آنجایی که شاخص بازده تولید اروپایی به عملکرد رشد کل دوره و درصد مرگ‌ومیر جوجه‌های گوشتی مربوط می‌باشد و عدم تأثیر تیمارهای آزمایشی بر شاخص بازده تولید اروپایی در آزمایش حاضر می‌تواند به‌دلیل عدم تأثیر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد و مرگ‌ومیر جوجه‌ها باشد. در رابطه با مدت زمان تأخیر در تغذیه نیز نظرات متفاوتی وجود دارد و برخی پژوهش‌گران گزارش کرده‌اند که حداکثر مدت زمان تأخیر در تغذیه که تأثیری بر عملکرد جوجه‌های گوشتی نداشته و جوجه تا پایان دوره پرورش قادر به جبران وزن و عملکرد کاهش یافته می‌باشد، ۲۴ ساعت است که در توافق با نتایج آزمایش حاضر می‌باشد (Alhotan, 2011).

برخلاف انتظار نویسندگان، در آزمایش حاضر افزودن پروبیوتیک به‌ویژه سطح بالاتر تأثیر منفی بر وزن بدن در دوره‌های رشد و پایداری و میزان خوراک مصرفی در کل دوره پرورش داشت که کاهش عرض پرز و سطح مقطع روده و کاهش جمعیت باکتری‌های مفید مانند لاکتوباسیل و بیفیدوباکتر در آزمایش حاضر تأییدکننده این کاهش عملکرد هستند. عدم تفاوت بین گروه شاهد و گروه‌های دریافت‌کننده جیره دارای پروبیوتیک ممکن است به‌دلیل شرایط پرورشی جوجه‌ها باشد که کاملاً بهداشتی و در پن‌های جداگانه بوده که احتمال رشد باکتری‌های نامطلوب را در دستگاه گوارش تا حد زیادی کاهش می‌دهد. علاوه بر این، پروبیوتیک‌ها معمولاً در سنین میانی دوره پرورش جوجه‌ها تأثیر بیش‌تری بر عملکرد و جمعیت میکروبی دستگاه گوارش دارند و با افزایش سن جوجه‌ها تأثیر پروبیوتیک‌ها کم‌تر قابل مشاهده می‌باشد که نشان‌دهنده این مسئله است پرندگان جوان که بیش‌تر مستعد عوامل بیماری‌زا هستند با دسترسی زودهنگام به خوراک و آب از پروبیوتیک‌ها سود بیش‌تری خواهند برد که منجر به افزایش تولید آن‌ها خواهد شد (Daşkıran et al., 2012).

عوامل تنش‌زا باعث افزایش کورتیکواستروئیدها می‌شوند که خود باعث تغییر در مکانیسم‌های تنظیمی جمعیت باکتری‌ها می‌شود. در اثر تنش ترشح موسین کاهش می‌یابد و تعداد باکتری‌های بی‌هوازی که از موسین به‌عنوان منبع انرژی استفاده می‌کنند، کاهش یافته و در مقابل جمعیت باکتری‌های کلی‌فرم افزایش می‌یابد (Rashidi et al., 2020). به‌طور کلی، مقایسه مستقیم بین مطالعات مختلف که از پروبیوتیک‌های مختلف و سطوح مکمل سازی استفاده کرده‌اند، بسیار دشوار است زیرا اثربخشی استفاده از پروبیوتیک‌ها به عوامل زیادی بستگی دارد که در مقدمه همین مقاله به برخی از آن‌ها اشاره شده است.

به‌خوبی شناخته شده است که محدودیت اولیه خوراک تغذیه دیر هنگام یکی از تنش‌های محیطی است که بعضی از جوجه‌ها در ابتدای دوره پرورش خود با آن مواجه می‌شوند و در بسیاری از موارد خارج از کنترل و اراده مرگذار بوده و اثرات نامطلوبی بر توسعه دستگاه گوارش و سیستم ایمنی نیز دارد (Maiorka et al., 2003). در بسیاری از موارد تنها راه کاهش اثرات نامطلوب آن استفاده از افزودنی‌هایی مانند آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد، مخمرها و پروبیوتیک‌هاست که قادر به کاهش این اثرات باشند. در همین زمینه پژوهش‌گران از آنتی‌بیوتیک محرک رشد، مخمر و پروتئین دیواره مخمر

در جیره جوجه‌های با ۱۲ ساعت تأخیر در تغذیه استفاده و گزارش کردند که افزودنی‌ها قادر به بهبود عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی حتی با ۱۲ ساعت تأخیر در تغذیه نشدند (Alhotan, 2011).

برخلاف نتایج آزمایش حاضر، افزودن دو سطح پروبیوتیک پروتکسین (صفر و ۰/۵ کیلوگرم در تن) به جیره خروس‌های گوشتی تحت چالش تغذیه دیر هنگام با چهار دوره گرسنگی بعد از جوجه‌ریزی (صفر، ۱۲، ۲۴ و ۳۶ ساعت) تأثیری بر غلظت متابولیت‌های سرم خون و فعالیت آنزیم‌های کبدی نداشت (Daşkıran et al., 2012) و عدم تأثیر تغذیه دیر هنگام یا پروبیوتیک بر غلظت گلوکز خون در سنین ۱۰، ۲۱ و ۴۲ روزگی گزارش شده است (Gaglo-Disse et al., 2010) و این پژوهش‌گران نتیجه‌گیری کردند که جوجه‌ها ممکن است مقاومت بالایی در تغییر سطح گلوکز خون یا سایر متابولیت‌ها داشته باشند. در مقابل، در سال ۲۰۲۰ پژوهش‌گران با اعمال صفر، ۲۴ و ۴۸ ساعت تغذیه دیر هنگام خوراک نشان دادند که طی هفت روز نمونه‌برداری از جوجه‌ها (در سنین یک، دو، سه، پنج و هفت روزگی) نشان دادند که جذب اسیدهای آمینه، اسیدهای چرب، مواد معدنی، پروتئین و آنتی‌بادی مادری، غلظت فاکتور رشد مشابه انسولینی در کبد و سرم خون و غلظت گلیکوژن عضله سینه در جوجه‌های بدون محدودیت در دسترسی به خوراک بالاتر از دو گروه دیگر بود، درحالی‌که سنتز چربی کبد در گروه‌های با تغذیه دیر هنگام بالاتر از گروه شاهد بود (Wang et al., 2020) و تغذیه دیر هنگام منجر به افزایش غلظت T3 سرم خون جوجه‌های گوشتی به دلیل کاهش میزان متابولیسم آن‌ها می‌شود که می‌تواند دلیل احتمالی کاهش کلوگز سرم و افزایش تری‌گلیسیرید سرمی باشد (Reyns et al., 2002).

سایر پژوهش‌گران گزارش کردند که در جوجه‌هایی که عدم دسترسی به خوراک بیش از ۲۴ ساعت پس از هچ منجر به تخریب ایمونوگلوبولین‌های کیسه زرده شده و تولید پروتئین کافی برای حفظ بقای جوجه‌ها کاهش می‌یابد (Bhanja et al., 2014; Lamot et al., 2009). این موارد نشان‌دهنده جذب ناکافی کیسه زرده و رشد نامناسب جوجه‌های گوشتی در اثر تغذیه دیر هنگام می‌باشد و شاید یکی از دلایل افزایش مرگ‌ومیر جوجه‌های با محدودیت در دسترسی به خوراک جذب ناکافی کیسه زرده و احتمالاً عفونت ناف باشد. زمانی که جوجه‌ها به خوراک دسترسی داشته باشند، ذخایر گلیکوژن کبدی و میزان گلوکز خون در حد بالایی باقی می‌ماند، اما تغذیه دیر هنگام منجر به کاهش ذخایر گلیکوژنی بدن جوجه‌ها می‌شود که موافق با نتایج آزمایش حاضر، میزان گلوکز خون جوجه‌ها در آزمایش حاضر نیز کاهش یافت (Wang et al., 2020). در ضمن، تفاوت سن جوجه در زمان خون‌گیری در آزمایش‌های مختلف (با توجه به گذشت زمان متفاوت از اعمال تغذیه دیر هنگام) نیز بر میزان مصرف خوراک، وزن بدن، رشد جبرانی احتمالی و غلظت متابولیت‌های سرمی تأثیرگذار است که ممکن است از دلایل احتمالی تفاوت در نتایج آزمایش‌های مختلف باشد.

در آزمایش حاضر، برخلاف انتظار پژوهش‌گران این پژوهش، افزودن پروبیوتیک به‌ویژه در سطوح بالاتر منجر به کاهش جمعیت باکتری‌های مفید ایلئوم جوجه‌های گوشتی شد، درحالی‌که در پژوهش‌های سایر پژوهش‌گران نسبت به گروه‌هایی با تغذیه دیر هنگام (صفر، ۱۲، ۲۴ و ۳۶ ساعت)، در سن ۱۰ روزگی، شمار باکتری‌های لاکتوباسیل روده کوچک جوجه‌های گروه شاهد به‌طور قابل‌توجهی بالاتر بود (۷/۹۶ در مقابل ۷/۱۳ و ۷/۲۸) و تغذیه بدون تأخیر منجر به افزایش جمعیت باکتری‌های لاکتوباسیلوس ایلئوم جوجه‌های گوشتی شد، اما افزودن پروبیوتیک بر جمعیت میکروبی و pH روده کوچک بی‌تأثیر بود (Daşkıran et al., 2012) که نشان‌دهنده تأثیر و اهمیت تغذیه هرچه سریع‌تر جوجه‌های گوشتی به محض ورود به سالن است و در بسیاری از موارد افزودن پروبیوتیک حتی در سطوح بالاتر از مقادیر توصیه‌شده نیز نتوانسته تأثیر منفی تغذیه دیر هنگام را جبران کند. پژوهش‌گران دیگری با اعمال ۲۴ ساعت تغذیه دیر هنگام و افزودن مکمل تغذیه‌ای در جوجه‌کشی گزارش کردند که در گروه ۲۴ ساعت تغذیه دیر هنگام همراه با مکمل تغذیه‌ای جوجه‌کشی شمار باکتری‌های لاکتوباسیل و

سالمونلای سکوم جوجه‌های گوشتی مشابه جوجه‌هایی بود که بلافاصله به خوراک دسترسی داشتند (Alhotan, 2011) که تأییدکننده اهمیت تغذیه به محض ورود به سالن می‌باشد.

پژوهش‌گران با بررسی تأثیر تغذیه دیر هنگام (صفر، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت) بر جمعیت باکتری کمپیلوباکتر ژوژنی مدفوع در هفت، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روزگی گزارش کردند که در ۱۴ روزگی به ترتیب ۶۳، ۶۸، ۷۳ و ۸۰ درصد جوجه‌های گروه‌های تغذیه‌شده در ساعات صفر، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از ورود به سالن به کمپیلوباکتر ژوژنی آلوده بودند درحالی‌که در ۲۸ روزگی همه جوجه‌های با تغذیه دیر هنگام آلودگی به این باکتری را داشتند (Willis *et al.*, 2000) که نشان از افزایش کلنی باکتری‌های مضر در اثر محرومیت از خوراک و آب در جوجه‌های گوشتی است و در آزمایش حاضر، افزودن حتی سطوح بالاتر از مقادیر توصیه‌شده پروبیوتیک تأثیری بر بهبود جمعیت باکتری‌های مفید در روده جوجه‌های گوشتی نداشت که احتمالاً به سویه باکتری و اجزای جیره پایه بستگی دارد.

تغذیه دیر هنگام بر ریخت‌سنجی دئودنوم و ژژنوم روده کوچک در مرحله آغازین تأثیر و عملکرد جوجه‌های گوشتی تا سن ۴۲ روزگی منفی گذاشت (Franco *et al.*, 2006) و پژوهش‌گران دلیل این امر را کاهش وزن کیسه زرده و عدم وجود منابع غذایی کافی برای حمایت از رشد جوجه‌ها در اثر تغذیه دیر هنگام عنوان کردند که منجر به استفاده جوجه از ذخایر بدنی خود شده و وزن جوجه‌ها کاهش یافته است. دسترسی هرچه سریع‌تر به خوراک منجر به عملکرد بالاتر جوجه‌های گوشتی می‌شود و بالعکس. در آزمایش حاضر کاهش عملکرد به دلیل تأخیر در تغذیه تا پایان دوره رشد مشاهده شد و در پایان دوره این امر مشاهده نشد که ممکن است به دلیل رشد جبرانی جوجه‌های گوشتی در دوره پایانی باشد که منجر به افزایش مصرف خوراک و استفاده بهتر از مواد مغذی شده است.

تغییرات ارتفاع پرز دئودنوم زمانی که بیش از ۳۳ ساعت تأخیر در تغذیه انجام شده بود نشان داد که بدن جوجه ممکن است مکانیسمی را فعال کند که در ارتفاع پرز افزایش جبرانی ایجاد کند و منجر به افزایش سطح جذب مواد مغذی و بهبود راندمان خوراک شود (Franco *et al.*, 2006). پژوهش‌گران با اعمال شش، ۱۲ و ۱۸ ساعت تغذیه دیر هنگام گزارش کردند که در مقایسه با ۱۲ و ۱۸ ساعت، جوجه‌های با شش ساعت تأخیر در تغذیه ارتفاع، عرض و سطح مقطع پرز ایلئوم و ژژنوم بالاتری در روزهای دو، چهار، هشت و ۱۲ روزگی داشتند (Ganjali *et al.*, 2015) و این اثر تا روز ۴۸ باقی بود و بعد از آن از بین رفت، درحالی‌که در آزمایش حاضر تفاوت در خصوصیات ریخت‌سنجی روده کوچک تا روز ۴۲ قابل مشاهده می‌باشد. اعمال سه، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت تأخیر در تغذیه جوجه‌های گوشتی بر ارتفاع پرز و عمق کریپت در سن هفت روزگی نداشت (Cardeal *et al.*, 2020).

دسترسی جوجه‌ها به آب و خوراک بلافاصله پس از هج منجر به رشد سریع‌تر روده و اندام‌های مرتبط در روزهای ابتدایی رشد می‌شود (Yegani & Korver, 2008) و اثر منفی تغذیه دیر هنگام بر ارتفاع پرزهای روده کوچک احتمالاً با افزایش میزان تخریب پرزها مرتبط است که در نهایت منجر به کاهش ارتفاع پرزها می‌شود. در این مورد، طبق گفته Yamauchi و همکاران (1996)، در سلول‌های اپیتلیال واکوئل‌های اتوفاژی لیزوزومی افزایش می‌یابد که مشخصه مرگ سلولی است و تغذیه دیر هنگام باعث هضم داخل سلولی می‌شود. حفظ و نگهداری اپیتلیوم موکوسی روده کوچک، ۲۰ درصد از انرژی مصرفی جوجه‌های گوشتی را مصرف می‌کند و تخریب و بازسازی مجدد این بافت منجر به کاهش انرژی در دسترس جوجه برای رشد و تولید می‌شود و در نهایت عملکرد کاهش می‌یابد. تأثیر منفی تغذیه دیر هنگام بر افزایش عمق کریپت و افزایش طول پرز احتمالاً می‌تواند به سنتز سلولی بالاتر نسبت داده شود. به نظر می‌رسد تکثیر انتروسیپت‌ها محدود به عمق کریپت نیست و در آزمایش حاضر، طول و عرض پرز نیز تحت تأثیر سطوح پروبیوتیک و تغذیه دیر هنگام قرار گرفته است. در این رابطه، پژوهش‌گران نشان دادند که در مرغ‌های تخمگذار، تکثیر سلول‌ها هم در کریپت و هم در یک سوم میانی پرز روده کوچک صورت می‌گیرد (Uni *et al.*, 2003).

۵. نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، شواهد جمع‌آوری‌شده در مطالعه حاضر نشان داد که ۲۴ ساعت تأخیر در تغذیه منجر به کاهش عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی در دوره آغازین و رشد شد و افزودن پروبیوتیک در سطح دو برابر مقدار توصیه‌شده تا حدودی توانست کاهش رشد ایجادشده را جبران کند. در ضمن حتی ۲۴ ساعت تأخیر در تغذیه تأثیری بر پراکندگی وزنی جوجه‌های گوشتی در انتهای هر سه دوره پرورش نداشت و منجر به افزایش پراکندگی وزنی جوجه‌ها نشد. با این حال توصیه می‌شود که در سیستم‌های پرورش تجاری جوجه‌ها ظرف ۱۲ تا ۲۴ ساعت پس از هچ به مزارع مرغ گوشتی منتقل شوند زیرا کاهش مدت زمان تأخیر در دسترسی به خوراک و آب، پیشرفت و رشد پایداری را در راندمان تولید و رفاه طیور تجاری نوید می‌دهد.

۶. ملاحظات اخلاقی

نویسندگان اصول اخلاقی را در انجام و انتشار این پژوهش علمی رعایت نموده‌اند و این موضوع مورد تأیید همه آن‌هاست.

۷. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۸. حامی مالی

پژوهش حاضر با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه ایلام انجام شد.

۹. تشکر و قدردانی

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه ایلام به‌خاطر حمایت مالی و معنوی در اجرای پژوهش حاضر، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۱۰. منابع

- Alhotan, R. A. (2011). Effects of early feed restriction during delayed placement on the performance and gut health of broilers.
- Bhanja, S., Anjali Devi, C., Panda, A., & Shyam Sunder, G. (2009). Effect of post hatch feed deprivation on yolk-sac utilization and performance of young broiler chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 22(8), 1174-1179.
- Bigot, K., Mignon-Grasteau, S., Picard, M., & Tesseraud, S. (2003). Effects of delayed feed intake on body, intestine, and muscle development in neonate broilers. *Poultry science*, 82(5), 781-788.
- Cardeal, P. C., Rocha, J. S. R., Pompeu, M. A., Pereira, L. F. P., Saldanha, M. M., Baião, N. C., Araújo, I. C. S. d., & Lara, L. J. C. (2020). Effects of placement time on performance and gastrointestinal tract growth of male broiler chickens. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 49, e20190242.
- Careghi, C., Tona, K., Onagbesan, O., Buyse, J., Decuypere, E., & Bruggeman, V. (2005). The effects of the spread of hatch and interaction with delayed feed access after hatch on broiler performance until seven days of age. *Poultry science*, 84(8), 1314-1320.
- Celi, P., Verlhac, V., Calvo, E. P., Schmeisser, J., & Klünter, A.-M. (2019). Biomarkers of gastrointestinal functionality in animal nutrition and health. *Animal Feed Science and Technology*, 250, 9-31.
- Daşkıran, M., Önel, A., Cengiz, Ö., Ünsal, H., Türkyılmaz, S., Tatlı, O., & Sevim, Ö. (2012). Influence of dietary probiotic inclusion on growth performance, blood parameters, and intestinal microflora of male broiler chickens exposed to posthatch holding time. *Journal of Applied Poultry Research*, 21(3), 612-622.
- de Jong, I. C., van Riel, J., Bracke, M. B., & van den Brand, H. (2017). A 'meta-analysis' of effects of post-hatch food and water deprivation on development, performance and welfare of chickens. *PloS one*, 12(12), e0189350.

- de Los Santos, F. S., Farnell, M., Tellez, G., Balog, J., Anthony, N., Torres-Rodriguez, A., Higgins, S., Hargis, B., & Donoghue, A. (2005). Effect of prebiotic on gut development and ascites incidence of broilers reared in a hypoxic environment. *Poultry science*, 84(7), 1092-1100.
- Franco, J. R. G., Murakami, A. E., Natali, M. R. M., Garcia, E., & Furlan, A. C. (2006). Influence of delayed placement and dietary lysine levels on small intestine morphometrics and performance of broilers. *Brazilian Journal of poultry science*, 8, 233-241.
- Gaglo-Disse, A., Tona, K., Aliou, S., Debonne, M., Aklikokou, K., Gbeassor, M., & Decuypere, E. (2010). Effect of delayed feed access on production and blood parameters of layer-type chicks. *Acta Veterinaria Hungarica*, 58(2), 211-219.
- Ganjali, H., Raji, A. R., & Zarghi, H. (2015). Effect of post hatch delayed access to feed on performance, GIT physical and histological development and yolk absorption in young broiler chicks. *Biomedical and Pharmacology Journal*, 8(2), 945-955.
- Hooshmand, M. (2006). Effect of early feeding programs on broiler performance. *Int. J. Poult. Sci*, 5(12), 1140-1143.
- Lamot, D., Van De Linde, I., Molenaar, R., Van Der Pol, C., Wijtten, P., Kemp, B., & Van Den Brand, H. (2014). Effects of moment of hatch and feed access on chicken development. *Poultry Science*, 93(10), 2604-2614.
- Maiorka, A., Santin, E., Dahlke, F., Boleli, I., Furlan, R., & Macari, M. (2003). Posthatching water and feed deprivation affect the gastrointestinal tract and intestinal mucosa development of broiler chicks. *Journal of Applied Poultry Research*, 12(4), 483-492.
- 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.
- Noy, Y., Geyra, A., & Sklan, D. (2001). The effect of early feeding on growth and small intestinal development in the posthatch poult. *Poultry Science*, 80(7), 912-919.
- Panda, A., Raju, M., Rama Rao, S., Shyam Sunder, G., & Reddy, M. (2010). Effect of post-hatch feed deprivation on growth, immune organ development and immune competence in broiler chickens. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 10(1), 9-17.
- Rashidi, N., Khatibjoo, A., Taherpour, K., Akbari-Gharai, 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.
- Reyns, G., Janssens, K., Buyse, J., Kühn, E., & Darras, V. (2002). Changes in thyroid hormone levels in chicken liver during fasting and refeeding. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 132(1), 239-245.
- Rubio, L. A. (2019). Possibilities of early life programming in broiler chickens via intestinal microbiota modulation. *Poultry science*, 98(2), 695-706.
- SAS. (2004). Institute. SAS User's Guide. Version 9.4 ed. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Shinde Tamboli, A., Goel, A., Mehra, M., Rokade, J., Bhadauria, P., Yadav, A., Majumdar, S., & Bhanja, S. (2018). Delayed post-hatch feeding affects the performance and immunocompetence differently in male and female broiler chickens. *Journal of Applied Animal Research*, 46(1), 306-313.
- Uni, Z., Smirnov, A., & Sklan, D. (2003). Pre-and posthatch development of goblet cells in the broiler small intestine: effect of delayed access to feed. *Poultry science*, 82(2), 320-327.
- Wang, J., Hu, H., Xu, Y., Wang, D., Jiang, L., Li, K., Wang, Y., & Zhan, X. (2020). Effects of posthatch feed deprivation on residual yolk absorption, macronutrients synthesis, and organ development in broiler chicks. *Poultry Science*, 99(11), 5587-5597.
- Willis, W. L., Murray, C., & Talbott, C. (2000). Effect of delayed placement on the incidence of *Campylobacter jejuni* in broiler chickens. *Poultry Science*, 79(10), 1392-1395.
- Yamauchi, K., Kamisoyama, H., & Isshiki, Y. (1996). Effects of fasting and refeeding on structures of the intestinal villi and epithelial cells in White Leghorn hens. *British poultry science*, 37(5), 909-921.
- Yegani, M., & Korver, D. (2008). Factors affecting intestinal health in poultry. *Poultry science*, 87(10), 2052-2063.
- 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.
- Zulkifli, I., Shakeri, M., & Soleimani, A. (2016). Dietary supplementation of L-glutamine and L-glutamate in broiler chicks subjected to delayed placement. *Poultry Science*, 95(12), 2757-2763.