تولیدات دامی
دوره ۲۳ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۴۰۰
صفحه‌های ۳۴۴-۳۳۵
DOI: 10.22059/jap.2021.306164.623547

مقاله پژوهشی

بررسی مقایسه‌ای فلفل قرمز با محرک‌های رشد تجاری بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در شرایط تنش گرمایی

محمدرضا رضوانی[۱*]، فاطمه احمدی دوازده امامی[۲]
۱. دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز،ایران.
۲. دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز،ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۴/۲۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۲/۰۷

چکیده
اثر فلفل قرمز در مقایسه با مکمل‌های رشد تجاری بیواسترانگ و الئوبیوتک بر عملکرد رشد، گوارش‌پذیری مواد مغذی و سایر پارامترهای موردمطالعه در شرایط تنش گرمایی با استفاده از از ۲۰۰ قطعه جوجه گوشتی یک‌روزه مخلوط هر دو جنس سویه آربور آکرز در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار، پنج تکرار و ده قطعه جوجه در هر تکرار بررسی شد. تیمارها شامل جیره پایه فاقد مواد افزودنی و جیره پایه به‌ترتیب حاوی ۱۰ گرم در کیلوگرم فلفل قرمز، ۰/۱ گرم در کیلوگرم بیواسترانگ و ۰/۱۵ گرم در کیلوگرم الئوبیوتیک بودند. در شروع سه هفتگی پرنده‌ها به‌مدت شش ساعت در شرایط تنش گرمایی قرار گرفتند. در طول ۴۲ روز آزمایش، میانگین حداقل و حداکثر دما به‌ترتیب ۲۵ و ۳۳ درجه سانتی‌گراد بود. میزان مصرف خوراک، افزایش وزن، ضریب تبدیل خوراک، وزن اندام‌های داخلی بدن، فلور میکروبی روده کور و گوارش‌پذیری پیش‌سکومی مواد مغذی برای دوره تنش گرمایی اندازه‌گیری شد. استفاده از فلفل قرمز سبب بهبود ضریب تبدیل و افزایش وزن روزانه در دوره‌های رشد و پایانی و افزایش گوارش‌پذیری پروتئین، چربی و ماده خشک، وزن نسبی بورس فابرسیوس، طحال و سنگدان و کاهش جمعیت ای کولای در مقایسه با تیمار شاهد شد ($P\leq$۰/۰۵). بیواسترانگ و الئوبیوتک اثری بر عملکرد، گوارش‌پذیری موادمغذی و جمعیت میکروبی سکوم نداشت. به‌طورکلی استفاده از فلفل قرمز در جیره جوجه‌های گوشتی در مقایسه با محرک‌های رشد تجاری، اثرات منفی تنش گرمایی بر عملکرد رشد، گوارش‌پذیری مواد مغذی و میکروفلورای سکوم را کاهش داد.

کلیدواژه‌ها: اشریشیاکلای، الئوبیوتک، بیواسترانگ، تنش گرمایی، جوجه گوشتی، دستگاه گوارش، فلفل قرمز.

A comparative study of red pepper with commercial growth promoters on the performance of broilers under heat stress

Mohammad Reza Rezvani[1*], Fatemeh Ahmadi Davazdah Emami[2]
1. Associate Professor, Department of Animal Science, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.
2. Former M.Sc. Student, Department of Animal Science, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.
Received: July 13, 2020 Accepted: April 27, 2021

Abstract
Effect of red pepper in comparison to commercial growth promoters, Biostrong and Oleobiotec, on growth performance, nutrient digestibility, and other traits of broilers under heat stress conditions using 200 day-old broiler chickens mixed male and female of Arbor Acers strain in a completely randomized design with four treatments, five replications and ten chickens per replicate were evaluated. Treatments included a basal diet without additives and a basal diet containing 10, 0.1, 0.15 g/kg red pepper, Biostrong, and Oleobiotec, respectively. At the beginning of third week, the birds were exposed to heat stress for six hours per day. During the 42 days of the experiment, the mean minimum and maximum temperatures were 25°C and 33°C. Feed intake, weight gain, feed conversion ratio, the weight of internal organs, caecal microflora, and precaecal nutrient digestibility were measured for the heat stress period. The use of red pepper improved the feed conversion ratio and daily weight gain in grower and finisher periods and increased protein, lipid, and dry matter precaecal digestibility, the relative weight of bursa of Fabricius, spleen, and gizzard, and decreased the Ecoli population in caecum compared to the control treatment ($P\leq0.05$). Biostrong and Oleobiotec did not affect growth performance, prececal nutrient digestibility, and the E.coli population. Overall, using the red pepper in the diet of broilers compared to commercial growth promoters reduced the adverse effects of heat stress on growth performance, nutrient digestibility, and caecal microflora.

Keywords: Biostrong , Broilers, *E. coli*, Gastrointestinal tract, Heat stress, Oleobiotec, Red pepper

* نویسنده مسئول Email: rezvani@shirazu.ac.ir

مقدمه

از زمان ممنوعیت مصرف آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد در بسیاری از کشورها، استفاده از محرک‌های رشد با منشأ گیاهی (فیتوبیوتیک‌ها) افزایش یافته است. زیرا در مقایسه با آنتی‌بیوتیک‌ها و مواد شیمیایی غیر آلی، این افزودنی‌ها طبیعی بوده، سمیت بسیار کمی برای حیوان داشته و باقی‌مانده‌ای از خود برجای نمی‌گذارند. بیواسترانگ (Biostrong) و الئوبیوتک (Oleobiotec) دو نوع محرک رشد برای پرندگان هستند که به‌صورت تجاری تولید می‌شوند. بیواسترانگ تلفیقی از مواد مؤثر فیتوژنیک است که بر مبنای نیاز پرندگان صنعتی برای رشد و ادامه حیات در نظر گرفته شده است. این ترکیب به‌دلیل دارابودن اسیدهای چرب فرّار، ساپونین‌ها و ترکیبات تند و تلخ، دارای خاصیت ضد میکروبی است و سبب تحریک ترشح شیرابه‌های گوارشی، تحریک ترشح موکوس و آنزیم‌های پانکراتیک، افزایش سطح جذب روده و در نهایت بهبود عملکرد رشد در جوجه‌های گوشتی می‌شود [۲]. الئوبیوتک نیز یک ترکیب گیاهی حاوی مواد محرک دستگاه گوارش و اسانس‌های روغنی است که با افزایش مصرف خوراک، بهبود عملکرد دستگاه گوارش و حفظ سلامت روده‌ها، سبب بهبود عملکرد رشد در پرندگان می‌شود. ترکیب اخیر، در شرایط آب‌وهوای گرم باعث بهبود عملکرد بلدرچین‌های ژاپنی شد [۱۱].

فلفل قرمز (Chilli) وروغن آن به‌دلیل داشتن مواد مؤثری مانند کپسایسین که عامل تندی فلفل قرمز است، ویتامین‌های A، C، E و ویتامینه‌های گروه B، مواد معدنی مانند روی، آهن، کلسیم، کبالت، فسفر، گوگرد، سدیم، سلنیوم و رنگ‌دانه‌های کاپزانتین و کاروتنوئید به‌عنوان یک فیتوبیوتیک شناخته شده است. فلفل قرمز باعث کاهش جمعیت میکروب‌های مضر در دستگاه گوارش [۲۱]، افزایش ترشحات روده و صفرا، افزایش فعالیت آنزیم‌های پانکراس و کاهش سرعت عبور مواد در روده شده و افزایش جذب مواد مغذی می‌شود [٦]. کپسایسین فلفل قرمز باعث تحریک نورون‌های حسی حساس به حرارت، نورون‌های مکانیکی و شیمیایی می‌شود، به‌طوری‌که در غلظت‌های کم‌تر، احساس گرما و در غلظت‌های بالاتر، درد و سوزش تولید می‌کند. مصرف غذاهای حاوی کپسایسین باعث عرق‌کردن، گرگرفتگی، اتساع عروق پوستی، له‌له‌زدن، ترشح بزاق و افزایش رفتارهای خنک‌کننده می‌شود که نوعی واکنش ازدست‌دادن حرارت است و به کاهش درجه حرارت بدن کمک می‌کند [۷]. بهبود کیفیت گوشت تولیدی با استفاده از فلفل قرمز در جیره جوجه‌های گوشتی به‌همراه اثر مثبت آن بر عملکرد رشد پرنده [١٦] و هم‌چنین بهبود فعالیت سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی با تغذیه جیره‌های حاوی فلفل قرمز گزارش شده است [۱].

در مورد جایگزینی محرک‌های رشد تجاری بیواسترانگ و الئوبیوتک با فلفل قرمز و تأثیر آن بر عملکرد رشد، گوارش‌پذیری پیش‌سکومی مواد مغذی، فلورمیکروبی دستگاه گوارش و سایر فراسنجه‌های مربوطه در جوجه‌های گوشتی تحت تنش گرمایی پژوهشی انجام نشده است و به‌طورکلی، به‌نظر می‌رسد که استفاده از فیتوبیوتیک‌ها و مشتقات آنها زمانی بر عملکرد پرندگان مؤثر خواهند بود که در شرایط نامطلوب پرورش نظیر وجود تنش در گله مورد استفاده قرار گیرند. هدف از این پژوهش، بررسی اثر فلفل قرمز در مقایسه با مکمل‌های رشد تجاری بیواسترانگ و الئوبیوتک بر عملکرد رشد، گوارش‌پذیری پیش‌سکومی مواد مغذی، فلور میکروبی روده کور و وزن اندام‌های داخلی بدن جوجه‌های گوشتی در شرایط تنش گرمایی بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه آموزشی- پژوهشی بخش علوم دامی دانشکده کشاورزی شیراز، واقع در کیلومتر ۱۵ جاده شیراز- اصفهان انجام شد. پس از آماده‌سازی محل پرورش، به‌منظور انجام آزمایش حاضر، از ۲۰۰ قطعه جوجه گوشتی مخلوط نر و ماده آربورآکرز با میانگین وزن ۳±۳۹/۵ گرم خریداری‌شده از کارخانه جوجه‌کشی مجتمع طیور فارس در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار آزمایشی، پنج تکرار و ۱۰ قطعه جوجه در هر تکرار استفاده شد. جیره آغازین برای ۱۱ روز اول و مواد اولیه برای مابقی دوره از کارخانه خوراک دام و طیور شرکت راد آرد پارس شیراز تهیه شد و با استفاده از جداول احتیاجات آربورآکرز و نرم‌افزار WUFFDA نسخه۱/۰، جیره‌های موردنیاز در طول دوره پرورش بر پایه ذرت و کنجاله سویا تنظیم شدند (جدول ۱).

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیب مواد مغذی جیره‌های پیش آغازین، آغازین، رشد و پایانی

اجزای جیره (درصد)	پیش آغازین (یک تا ۱۰ روزگی)	آغازین (۲۱-۱۱ روزگی)	رشد (۳۳-۲۲ روزگی)	پایانی (۴۲-۳۴ روزگی)
دانه ذرت	۴۵/۲۶	۴۵/۲۶	۵۴/۶۸	۵۴/۶۸
کنجاله سویا (۴۴ دررصد پروتئین)	۳۹/۷۳	۳۹/۷۳	۳۱/۷۲	۳۱/۷۴
کنجاله آفتابگردان	۵/۰۰	۵/۰۰	۵/۲۶	۵/۲۶
روغن سویا	۵/۵۰	۵/۵۰	۵/۰۰	۵/۰۰
دی‌کلسیم فسفات	۱/۹۳	۱/۹۳	۱/۵۴	۱/۵۴
کربنات کلسیم	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۱۲	۰/۱۲
دی ال-متیونین	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۱۷	۰/۱۷
ال-لایزین	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۰۱	۰/۰۱
ال-ترئونین	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۰	۰/۰۰
نمک	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۹	۰/۲۹
مکمل معدنی و ویتامین[1]	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰
پودر صدف	۱/۳۲	۱/۳۲	۰/۹۴	۰/۹۴
ضد کوکسیدیوز	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
پوسته برنج	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۱۰	۰/۱۰
مجموع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
ترکیب مواد مغذی (محاسبه‌شده)				
انرژی قابل سوخت‌وساز (کیلوکالری بر کیلوگرم)	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۱۰۰	۳۱۰۰
پروتئین (درصد)	۲۳	۲۳	۲۰/۳۴	۲۰/۳۴
کلسیم (درصد)	۱/۰۴	۱/۰۴	۰/۸۸	۰/۸۲
فسفر قابل دسترس (درصد)	۰/۴۹	۰/۴۹	۰/۴۴	۰/۴۰
کلر (درصد)	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸
سدیم (درصد)	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷
آرژنین (درصد)	۱/۴۳	۱/۴۳	۱/۲۴	۱/۰۹
لایزین (درصد)	۱/۴۱	۱/۴۱	۱/۲۲	۱/۰۵
متیونین (درصد)	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۴۴	۰/۳۹
متیونین- سیستئین (درصد)	۱/۰۶	۱/۰۶	۰/۹۳	۰/۸۳

۱. هر گرم مکمل ویتامینی و معدنی شامل ویتامین A، ۷/۵۰۰ IU؛ ویتامین D3، ۳/۰۰۰ IU؛ ویتامین E، ۱۰IU؛ فولیک اسید، ۰/۵ میلی‌گرم؛ پانتوتنیک ۸ میلی‌گرم؛ پیریدوکسین، ۱/۸ میلی‌گرم؛ ریبوفلاوین، ۵/۳ میلی‌گرم؛ ویتامین K، ۲ میلی‌گرم؛ تیامین، ۲ میلی‌گرم؛ ویتامین B12، ۱۲/۵میکروگرم؛ بیوتین، ۰/۱۵ میلی‌گرم؛ ید، 1 میلی‌گرم؛ سلنیوم، ۰/۱۵ میلی‌گرم؛ نیاسین، ۲۴ میلی‌گرم؛ کولین، ۳۵۰ میلی‌گرم؛ مس، ۶ میلی‌گرم؛ آهن، ۳۰ میلی‌گرم؛ روی، ۵۰ میلی‌گرم؛ منگنز، ۸۰ میلی‌گرم.

پرندگان به آب و خوراک آزادانه دسترسی داشتند. تیمارهای آزمایشی شامل جیره پایه فاقد مواد افزودنی (شاهد)، جیره دارای۱۰ گرم در کیلوگرم فلفل قرمز (براساس توصیه‌های قبلی [۱۰])، ۰/۱ گرم در کیلوگرم بیواسترانگ (براساس توصیه شرکت سازنده) و ۰/۱۵ گرم در کیلوگرم الئوبیوتیک (براساس توصیه شرکت سازنده) بودند. اولئوبیوتیک ساخت شرکت فود انگلستان (Phode) و بیواسترانگ ساخت شرکت دلاکون استرالیا (Delacon) بود. از روز ۱۱ تا پایان دوره پرورشی، جوجه‌ها تحت تنش گرمایی قرار گرفتند. این آزمایش در فصل بهار انجام شد و شرایط سالن در ساعات غیر تنش در شرایط نرمال از نظر دما و رطوبت مطابق با توصیه‌های سویه آربور آکرز قرار داشت. تنش گرمایی در سه مرحله و به‌صورت زیر اعمال شد [٤]:

۱) از ساعت ۱۱ تا ۱۲ دمای سالن به ۳۲ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت.

۲) از ساعت ۱۲ تا ۱۹ دمای سالن ۳۲ درجه سانتی‌گراد ثابت نگه داشته شد.

۳) از ساعت ۱۹ تا ۲۰ دمای سالن به‌تدریج کاهش یافت تا در ساعت ۲۰ به درجه حرارت مناسب رسید.

برای محاسبه خوراک مصرفی پرندگان در هر واحد آزمایشی، مقدار خوراک باقی‌مانده در پایان هر هفته، از میزان خوراکی که در ابتدای هر هفته در اختیار پرنده‌ها قرار می‌گرفت، کسر شد. هم‌چنین، از تفاضل مجموع وزن هر واحد آزمایشی در ابتدای دوره و مجموع وزن همان واحد آزمایشی در انتهای دوره، افزایش وزن پرندگان هر واحد آزمایشی در طول دوره محاسبه شد. برای این کار، قبل از وزن‌کشی، سه تا چهار ساعت به جوجه‌ها گرسنگی داده شد. ضریب تبدیل خوراک نیز از تقسیم میانگین خوراک مصرفی روزانه در طول هفته یا دوره بر میانگین افزایش وزن روزانه واحد آزمایشی، محاسبه شد.

برای اندازه‌گیری گوارش‌پذیری مواد مغذی، پوسته برنج به‌عنوان یک ماده غنی از خاکستر نامحلو ل در اسید، به‌وسیله آسیاب برقی پودر شد و در چهار روز آخر دوره پرورش به میزان ۲۰ گرم در هر کیلوگرم به کل جیره‌ها افزوده شد. بعد از کشتار جوجه‌ها در سن ٤۲ روزگی، نمونه‌برداری مواد گوارشی به‌صورت پیش‌سکومی (از زائده مکل تا دو سانتی‌متر قبل از روده کور) انجام شد و گوارش‌پذیری پیش‌سکومی مواد مغذی با استفاده از نشان‌گر خاکستر نامحلول در اسید و رابطه (۱) محاسبه شد [۲۰]. بدین منظور، ابتدا میزان پروتئین خام، چربی خام، ماده خشک و خاکستر نامحلول در اسید به‌عنوان مارکر غیرقابل هضم در نمونه‌های خوراک و مواد گوارشی پیش‌سکومی با روش تجزیه تقریبی اندازه‌گیری شدند [۲۳].

رابطه ۱) = درصد گوارش‌پذیری پیش‌سکومی ماده مغذی

$$100 - \left(\frac{\text{درصد مارکر موجود در خوراک}}{\text{درصد مارکر موجود در مواد هضمی}} \times \frac{\text{درصد ماده مغذی موجود در مواد هضمی}}{\text{درصد ماده مغذی موجود در خوراک}}\right) \times 100$$

در پایان آزمایش، از هر واحد آزمایشی یک جوجه نر وزن شد و پس از کشتار، طول روده و وزن کبد، سنگدان، پیش‌معده، طحال، ایلئوم روده، بورس، پانکراس، صفرا و لاشه بدون امعا واحشا براساس درصدی از وزن زنده، اندازه‌گیری شد. نمونه‌برداری از مواد هضمی سکوم برای اندازه‌گیری جمعیت میکروبی نیز از این پرنده انجام شد. به‌منظور اندازه‌گیری جمعیت میکروبی از محتویات روده کور در انتهای دوره (٤۲ روزگی) بعد از کشتار پرندگان نمونه‌برداری صورت گرفت. در آزمایشگاه به لوله اول ۵ میلی‌لیتر محلول کشت (Nutrient Broth) اضافه شد. پس از همگن‌شدن نمونه‌های جمع‌آوری‌شده از هر واحد آزمایشی، نیم گرم از نمونه وزن شد و سپس با دستگاه هم‌زن به‌خوبی

مخلوط شد. به ۵ لوله آزمایش بعدی هر کدام ٤/۵ میلی‌لیتر محلول کشت اضافه شد. پس از مخلوط‌کردن، نیم میلی‌لیتر از لوله اول برداشته و به لوله دوم ریخته شد. به همین ترتیب، رقیق‌سازی تا لوله آخر ادامه داده شد تا به رقت 10^{-6} رسید. از هرکدام از لوله‌ها ۱۰۰ میکرولیتر برداشته و به پلیت‌های دارای محیط کشت اشریشیاکلای (مک‌کانکی) و لاکتوباسیلوس‌ها (MRS) انتقال داده شد. پس از این مرحله، پلیت‌ها به‌مدت ٢٤ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. در پایان، هرکدام از رقت‌ها (10^{-1} تا 10^{-6}) که بین ۳۰ تا۳۰۰ کلنی داشت شمارش و تعداد باکتری در هر گرم نمونه از رابطه (۲) محاسبه شد [۱۵].

رابطه ۲) = تعداد باکتری

عکس رقت × حجمی از محلول که روی پلیت ریخته شد

× تعداد کلنی × تعداد باکتری در هر کلنی

نرمال‌بودن داده‌های حاصل با آزمون شاپیرو ویلک بررسی شد. داده‌ها با نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ٩/٤) [۲۲] با رویه GLM برای مدل (۳) تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل میانگین مربعات (LSM) در سطح معنی‌داری پنج درصد مقایسه شدند.

رابطه ۳) $y_{ij} = \mu + T_i + \alpha(w_{ij}-\bar{w}) + e_{ij}$

در این رابطه y_i، مقدار هر مشاهده؛ μ، میانگین صفت موردمطالعه؛ T_i، اثر تیمار؛ α، ضریب رگرسیون صفات موردبررسی بر وزن ۱۱ روزگی؛ Wij، میانگین وزن پرنده‌های هر تکرار در هر تیمار در سن ۱۱ روزگی و $\bar{w}$ میانگین وزن پرنده‌ها در سن ۱۱ روزگی است.

نتایج و بحث

در دوره رشد، پایانی و کل دوره پررش، پرندگانی که در جیره خود فلفل قرمز دریافت کردند افزایش وزن بیش‌تر و ضریب تبدیل بهتری ($P\leq$۰/۰۵) در مقایسه با سایر تیمارها داشتند (جدول ۲). تیمارهای آزمایشی اثری بر میزان تلفات نداشتند.

در پژوهش‌های قبلی بهبود عملکرد جوجه‌های گوشتی با تغذیه فلفل قرمز (سطوح ۲۵ /۰، ۰/۵، ۰/۷۵ و یک درصد) به‌ویژه در سطح یک درصد گزارش شده است [۱۰]. محرک رشد بودن افزودنی‌های گیاهی مثل فلفل، احتمالاً ناشی از آثار سودمند آن‌ها روی جمعیت میکروبی دستگاه گوارش است، به‌طوری‌که با کاهش باکتری‌های بیماری‌زا، مواد مغذی قابل‌دسترس برای باکتری‌های مفید را افزایش می‌دهند [۲۵]. در آزمایش حاضر نیز کاهش میکروب بیماری‌زای اشریشیاکلای در تیمار فلفل قرمز مشاهده شد (جدول ۵). پژوهش‌های متعددی فلفل قرمز را به‌عنوان یک عامل افزایش‌دهنده وزن معرفی کردند. در پژوهش دیگری [٢٤]، پژوهش‌گران به‌منظور تعیین اثر استفاده از کپسایسین بر عملکرد جوجه‌های گوشتی، آزمایش خود را با استفاده از سطح ۰/۰۲ درصد فلفل قرمز، فلفل سیاه و مخلوط آن‌ها طراحی کردند و در نهایت بهبود افزایش وزن جوجه‌ها را در کل دوره گزارش کردند. هم‌چنین، بررسی اثر گیاهان دارویی مختلف مانند سیر، فلفل سیاه و فلفل قرمز در مقادیر ۰/۵ و یک درصد، نشان داد پرندگان تغذیه‌شده با فلفل قرمز وزن بدن بالاتری داشتند [۱۸]. برخلاف این یافته‌ها، در پژوهش دیگری گزارش شد محصول عصاره کپسایسین بر وزن جوجه‌های گوشتی در کل دوره تأثیری ندارد و تنها میزان مرگ‌ومیر را کاهش داد [١٤].

مصرف خوراک در دوره‌های مختلف پرورش تحت تأثیر هیچ یک از تیمارها قرار نگرفت، که این نتایج با برخی از پژوهش‌های منتشرشده [٦] هم‌خوانی داشت. برخلاف این یافته‌ها، نتایج پژوهش‌های دیگر نشان می‌دهد ماده مؤثر موجود در فلفل (کپسایسین) با تحریک اشتهای پرنده، سبب افزایش مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی در دوره رشد می‌شود [٢٤].

جدول ۲. اثر جیره‌های آزمایشی بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی در دوره‌های پرورش

تیمار	دوره آغازین (۱۱-۲۱ روزگی)	دوره رشد (۲۲-۳۳ روزگی)	دوره پایانی (۳۴-۴۲ روزگی)	کل دوره (۱۱-۴۲ روزگی)
		افزایش وزن روزانه (گرم)		
شاهد	۳۵/۱۸	۴۷/۹۸ b	۶۱/۲۳ b	۴۷/۲۹ b
فلفل قرمز	۳۷/۹۵	۵۴/۶۸ a	۶۶/۹۴ a	۵۲/۵۲ a
بیواسترانگ	۳۴/۰۷	۵۰/۳۴ b	۵۷/۳۵ b	۴۷/۰۱ b
الئوبیوتک	۳۵/۰۷	۴۹/۰۳ b	۶۳/۰۱ b	۴۸/۱۶ b
SEM	۳/۱۶	۳/۳	۱/۳۳	۱/۳۸
P-value	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۴
		مصرف خوراک روزانه (گرم)		
شاهد	۵۲/۰۶	۹۰/۲۲	۱۰۱/۲۰	۸۱/۰۴
فلفل قرمز	۴۸/۴۶	۸۵/۸۴	۱۰۰/۰۱	۷۷/۷۰
بیواسترانگ	۵۲/۸۸	۹۳/۶۴	۸۹/۷۷	۷۷/۹۴
الئوبیوتک	۵۴/۰۴	۹۰/۲۲	۹۵/۶۲	۸۰/۲۶
SEM	۲/۸۸	۲/۱۳	۳/۸	۱/۵۳
P-value	۰/۰۶	۰/۳	۰/۰۷	۰/۷
		ضریب تبدیل خوراک		
شاهد	۱/۴۸	۱/۸۸ a	۱/۶۵ a	۱/۷۱ a
فلفل قرمز	۱/۲۸	۱/۵۷ b	۱/۴۹ b	۱/۴۸ b
بیواسترانگ	۱/۵۵	۱/۸۶ a	۱/۵۶ a	۱/۷۰ a
الئوبیوتک	۱/۵۴	۱/۸۱ a	۱/۵۱ a	۱/۶۷ a
SEM	۰/۹۲	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۴
P-value	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۳

a-b: تفاوت میانگین ها در هر ستون با حروف نامشابه معنی‌دار است ($P \leq ۰/۰۵$).

SEM: میانگین خطای استاندارد.

بی‌تأثیربودن فلفل قرمز بر مصرف خوراک، ممکن است به‌خاطر دوز مصرفی در این آزمایش باشد، زیرا مصرف زیاد کپسایسین از راه بهبود ترشح کاتکولامین‌ها از غده فوق کلیوی و افزایش فعالیت دستگاه عصبی خودکار می‌تواند سبب کاهش اشتها و در نتیجه کاهش مصرف خوراک شود [۸].

بهبود ضریب تبدیل ممکن است به‌خاطر اثر فلفل بر گوارش‌پذیری مواد مغذی به‌واسطه افزایش فعالیت آنزیم‌های هضمی، کاهش سرعت عبور خوراک و در نتیجه بهبود جذب مواد مغذی باشد. در آزمایش حاضر نیز بهبود گوارش‌پذیری مواد مغذی در تیمار فلفل قرمز مشاهده شد (جدول ۳). پژوهش دیگری نقش مفید فلفل قرمز را بر بهبود طول و عمق پرزهای روده نشان داد. آن‌ها بهبود ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی را با گوارش‌پذیری مواد مغذی ناشی از بهبود طول و عمق پرزهای روده مرتبط دانستند [۱۳]. از طرف دیگر، کپسایسین فلفل قرمز احتمالاً از راه تحریک واکنش‌های ازدست‌دادن حرارت به کاهش درجه حرارت بدن کمک نموده [۷] و در نتیجه اثر منفی تنش گرمایی را بر ضریب تبدیل خوراک و عملکرد رشد کاهش داده است. هم‌چنین، گزارش شده است مصرف پودر فلفل

قرمز برزیلی با یا بدون آنتی‌بیوتیک، ضریب تبدیل خوراک را در ٤٣ روزگی بهبود می‌بخشد [٥]. در برخی از دیگر پژوهش‌ها استفاده از فلفل اثری بر ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی نداشت [٦] که با یافته‌های این پژوهش مغایرت دارد.

با توجه به نتایج مربوط به گوارش‌پذیری مواد مغذی که در جدول (٣) گزارش شده است، بالاترین میزان گوارش‌پذیری ماده خشک و چربی در پرندگانی که فلفل قرمز دریافت کردند مشاهده شد و از این نظر با سایر تیماره تفاوت داشتند ($P \leq ٠/٠٥$). گوارش‌پذیری پروتئین در پرندگانی که فلفل قرمز دریافت کردند از پرندگان شاهد و پرندگان دریافت کننده جیره حاوی اولئوبیوتک بیش‌تر بود ($P \leq ٠/٠٥$).

جدول ٣. اثر جیره‌های آزمایشی بر گوارش‌پذیری پیش‌سکومی مواد مغذی در جوجه‌های گوشتی

تیمار	ماده خشک (درصد)	پروتئین (درصد)	چربی (درصد)
شاهد	٤٤/٦٨^{b}	٦٠/١٠^{b}	٧٦/٩٣^{b}
فلفل قرمز	٥٢/٦٣^{a}	٦٦/٤٠^{a}	٨٠/٩١^{a}
بیواسترانگ	٤٧/٩٨^{b}	٦٢/٩٥^{ab}	٧٧/٤٤^{b}
الئوبیوتک	٤٥/٣٤^{b}	٥٩/٢٨^{b}	٧٧/٦٢^{b}
SEM	١/٤٨	١/٤١	٠/٨٦
P-value	٠/٠٠٦	٠/٠١	٠/٠١

a-b: تفاوت میانگین‌ها در هر ستون با حروف نامشابه معنی‌دار است ($P \leq ٠/٠٥$).

SEM: میانگین خطای استاندارد.

در پژوهشی ترکیبات فنلی موجود در فلفل قرمز فعالیت آنزیم ٣-هیدروکسی-٣- متیل گلوتاریل کوآنزیم A ردوکتاز (HMG-COA) را مهار کرد که این اثر می‌تواند منجر به مهار سنتز کلسترول شود. این عمل موجب می‌شود که گیرنده‌های LDL در سطح سلول‌های کبدی افزایش یابد و در نتیجه کاتابولیسم LDL و گوارش‌پذیری چربی تسریع شود [٣]. در پژوهش دیگری، گزارش شد که استفاده از فلفل قرمز و سیاه تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای بر گوارش‌پذیری پیش سکومی چربی خام دارد [١٥ و ١٧]، که با یافته‌های این پژوهش هماهنگ است. کاهش جمعیت میکروب‌های مضر دستگاه گوارش نیز، می‌تواند به بهبود گوارش‌پذیری کمک کرده باشد [١٩]. در پژوهشی، فلفل علاوه بر تحریک ترشح آنزیم‌های گوارشی، با نابودی باکتری‌های عفونت‌زا (به‌ویژه در شرایط تنش)، گوارش‌پذیری مواد مغذی را تقویت کرد [٢١]. در این پژوهش، جیره دارای مکمل تجاری بیواسترانگ نیز، گوارش‌پذیری پروتئین را افزایش داد ($P \leq ٠/٠٥$). ترکیبات موجود در بیواسترانگ شامل اسیدهای چرب فرّار، ساپونین‌ها و ترکیبات تلخ هستند که می‌توانند با تحریک ترشح شیرابه‌های گوارشی، موکوس و آنزیم‌های پانکراتیک، سبب بهبود هضم مواد مغذی شده باشند [٢].

در مورد وزن اندام‌های داخلی بدن (وزن نسبی کبد، پانکراس، صفرا، طحال، بورس فابرسیوس، لاشه، پیش معده، سنگدان، ایلئوم و طول روده) که در جدول (٤) گزارش شده است، فلفل قرمز وزن بورس، طحال و سنگدان را افزایش داد ($P \leq ٠/٠٥$) که می‌تواند شاخصی از تقویت سیستم ایمنی وگوارشی به‌وسیله این مکمل باشد.

در برخی پژوهش‌ها اثر فلفل قرمز بر افزایش وزن اندام‌های داخلی بدن از جمله سنگدان، کبد و قلب بی‌تأثیر گزارش شد که با یافته‌های این پژوهش مطابقت دارد [١٠]. در مقابل در پژوهش دیگری، با بررسی اثر دانه فلفل سیاه در جیره مرغ گوشتی، افزایش وزن بورس فابریسیوس، طحال و تیموس در سن ٣٩ روزگی نسبت به گروه شاهد مشاهده شد [٩].

جدول ٤. اثر جیره‌های آزمایشی بر وزن اندام‌های داخلی بدن (درصد وزن زنده)، درصد لاشه و طول روده (سانتی‌متر) جوجه‌های گوشتی

تیمار	بورس	کبد	صفرا	پانکراس	پیش معده	طحال	سنگدان	ایلئوم	لاشه	طول روده
شاهد	۰/۰۳	^{b}٦١/٧	۰/۰۸	۰/۱۹	۰/٤۱	۰/۱۰ ^{b}	۱/٥۲ ^{b}	۰/٦۹	٦٦/٤٥	۳/۱۱
فلفل قرمز	۰/۰٦	^{a}۲٦/۲	۰/۰٦	۰/۱۷	۰/٤۰	۰/۱٥ ^{a}	۱/٦۸ ^{a}	۰/٤۹	٦٦/۷٦	۳/۰۸
بیواسترانگ	۰/۰٦	^{a}٤۰/۲	۰/۰۸	۰/۲۰	۰/٤۱	۰/۰۸ ^{b}	۱/٤۸ ^{b}	۰۱/۱	٦٥/٤۱	۳/۳۸
الئوبیوتک	۰/۰۷	^{a}۱۸/۲	۰/۰٦	۰/۲۲	۰/۳۷	۰/۱۰ ^{b}	۱/۷۱ ^{a}	۰/۷۳	٦٤/۳۹	۳/٥۸
SEM	۰/۰۱	۰/۱۷	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۱	۰/۳۱	۰/۰۲	۳۲/۲	۰/۳۲
P-value	۰/۰٥	۰/۳٤	۰/٦۹	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۰۰٤	۰/۰٥	۰/٦۹	۰/٦۹	۰/٦۹

a-b: تفاوت میانگین ها در هر ستون با حروف نامشابه معنی‌دار است ($P \leq$۰/۰٥).

SEM: میانگین خطای استاندارد.

بررسی جمعیت میکربی دستگاه گوارش نیز نشان داد که جیره دارای فلفل قرمز، شمار باکتری‌های اشریشیاکلای را کاهش داد (P ≤۰/۰٥). اما بر شمار باکتری‌های لاکتوباسیلوس اثر معنی‌داری نداشت (جدول ٥).

جدول ٥. اثر جیره‌های آزمایشی بر شمار باکتری‌های لاکتوباسیلوس و اشریشیاکلای روده کور جوجه‌های گوشتی (میانگین ± خطای استاندارد)

تیمار	اشریشیاکلای (لگاریتم بر مبنای ۱۰)	لاکتوباسیلوس (لگاریتم بر مبنای ۱۰)
شاهد	۷/٦٥^{a}	٦/۷۹
فلفل قرمز	۷/۰٥^{b}	۷/۲۹
بیواسترانگ	۷/۱۸^{ab}	۷/۲۰
الئوبیوتک	۷/٤٥^{ab}	۷/۱۸
SEM	۰/۵۷	۰/۷۹
P-value	۰/۰٥	۰/۱٥

a-b: تفاوت میانگین ها در هر ستون با حروف نامشابه معنی‌دار است ($P \leq$۰/۰٥).

SEM: میانگین خطای استاندارد.

فلفل قرمز به‌دلیل داشتن مواد مؤثری مانند کپسایسین (عامل تندی فلفل قرمز)، ویتامین‌های A، C و B Complex، مواد معدنی روی، آهن، کلسیم، کبالت، فسفر، گوگرد، سدیم، سلنیوم و رنگ‌دانه‌های کاپزانتین و کاروتنوئید به‌عنوان یک فیتوبیوتیک شناخته شده است. این ترکیب باعث کاهش جمعیت میکروب‌های مضر دستگاه گوارش در محیط برون‌تنی (*in vitro*) شد [۱۳]. از طرفی استفاده از فلفل قرمز سبب افزایش ترشحات روده و صفرا، افزایش فعالیت آنزیم‌های پانکراس و کاهش سرعت عبور مواد در روده شد [٦] و همان‌گونه که در آزمایش حاضر نشان داده شد، در نهایت به افزایش جذب مواد مغذی شد. به‌نظر می‌رسد با بهبود جذب مواد مغذی احتمال رسیدن مواد مغذی به سکوم کاهش خواهد یافت و مواد مغذی کم‌تری در دسترس باکتری‌های مضری مانند اشریشیاکلای قرار خواهند گرفت و همان‌طورکه در پژوهش حاضر نشان داده شده است، جمعیت این باکتری مضر در سکوم پرنده در مقایسه با تیمار شاهد کاهش یافت.

با توجه به نتایج حاصل به‌نظر می‌رسد فلفل قرمز جایگزین مناسبی برای افزودنی‌های تجاری مورداستفاده در جیره جوجه‌های گوشتی به‌ویژه در شرایط تنش گرمایی باشد. استفاده از فلفل قرمز در جیره پرندگان در شرایط تنش گرمایی به‌عنوان یک راه‌کار تغذیه‌ای در کنار سایر راه‌کارها برای بهبود عملکرد بهتر می‌تواند موردتوجه قرار گیرد. انجام مطالعات بیش‌تری در شرلیط تنش

گرمایی به‌ویژه جهت کاهش دوز مصرفی فلفل قرمز و اثر آن بر کیفیت لاشه توصیه می‌شود.

تشکر و قدردانی

از معاونت محترم تحصیلات تکمیلی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز به‌خاطر پرداخت کمک‌هزینه انجام پایان‌نامه کارشناسی ارشد و شرکت رآد آرد پارس شیراز به‌دلیل کمک در فراهم‌آوردن مواد موردنیاز این پژوهش، تشکر و قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

منابع مورد استفاده

1. Adedoyin AA, Mosobalaje MA and Bamimore AI (2019). Performance, Immuno-stimulatory, and blood biochemical indices of broiler chickens fed hot red pepper (*Capsicum annuum* L.) supplemented diets. Journal of Experimental Agriculture International, 36(3): 1-8.
2. Ahmad Al, Abdulkarim AA, Ooi BS and Ismail S (2013). Recent development in additives modifications of polyether sulfone membrane for flux enhancement. Chemical Engineering Journal, 2239(25): 246-267.
3. Barreto MS, Menten JF, Racanicci A M, Pereira PW and Rizzo PV (2008). Plant extracts used as growth promoters in broilers. Revista Brasileira de Ciencia Avicola, 10(2): 109-115.
4. De Basilio V, Vilarino M, Yahav S and Picard M. (2001). Early age thermal conditioning and a dual feeding program for male broilers challenged by heat stress. Poultry Science, 80(1): 29-36.
5. Goncalves JS, Ferracin LM, Vieira ML, Iamanaka BT, Taniwaki MH and Fungaro MH (2012). Molecular analysis of *Aspergillus* section *Flavi* isolated from Brazil nuts. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 28(4): 1817-1825.
6. Hernandez F, Madrid J, Garcia V, Orengo J and Megias MD (2004). Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility, and digestive organ size. Poultry Science, 83(8): 169-174.
7. Hori T (1984) Capsaicin and central control of thermoregulation. Pharmacology and Therapeutics, 26(3): 389-416.
8. Kawada T, Hagihara KI and Iwai K (1986). Effects of capsaicin on lipid metabolism in rats fed a high fat diet. Journal of Nutrition, 116(7): 1272-1278.
9. Khan SH, Ansari J, Haq AU and Abbas G (2012). Black cumin seeds as phytogenic product in broiler diets and its effects on performance, blood constituents, immunity, and caecal microbial population. Italian Journal of Animal Science, 11(6): 438-443.
10. Koochaksaraie RR, Irani M and Gharavysi S (2011). The effects of cinnamon powder feeding on some blood metabolites in broiler chicks. Revista Brasileira de Ciencia Avicola, 13(3): 197-202.
11. Munglang NN and Vidyarthi VK (2019). Hot Red Pepper Powder Supplementation Diet of Broiler Chicken-A Review. *Livestock Research International*, 7(3): 159-167.
12. Mustafa MA, Sabir PS and Mustafa NA (2017). Effect of functional feed additives on egg production, hatchability, and hematological traits of Japanese quails during summer condition. Iraqi Journal of Agricultural Science, 48(5): 80-85.
13. Nagala K and AlAfifi SF (2020). The productive performance, intestinal bacteria, and histomorphology of broiler chickens fed diets containing hot red pepper. Egyptian Poultry Science Journal, 40(2), pp.345-357.
14. Paraksa N (2011). The miracle of capsicum in animal production. Suranaree University of Technology, Thailand.
15. Platel K and Srinivasan K (2004). Digestive stimulant action of spices: a myth or reality? Indian Journal of Medical Research, 119(5): 167-175.
16. Puvaca N, Pelic DL, Popovic S, Ikonic P, Duragic O, Peulic T and Levic J (2019). Evaluation of broiler chickens lipid profile influenced by dietary chili pepper addition. Journal of Agronomy, Technology, and Engineering Management, 2(5): 318-324.
17. Puvaca N, Ljubojevic D, Lukac D, KostadinovicL, Stanacev V, Popovic S, Balo MZ and Nikolova N (2014). Digestibility of fat in broiler chickens influenced by dietary adding of spice herbs. Macedonian Journal of Animal Science, 4(2): 61-67.
18. Puvaca N, Stanacev V, Glamocic D, Levic J, Peric L and Milic D (2013). Beneficial effects of phytoadditives in broiler nutrition. World's Poultry Science Journal, 69(1): 27-34.

19. Rahimi A, Teymori Zadeh Z, Karimi Torshizi MA, Omidbaigi R and Rokni H (2011). Effect of the three herbal extracts on growth performance, immune system, blood factors, and intestinal selected bacterial population in broiler chickens. Journal of Agricultural Science and Technology, 13(4): 527-539.
20. Rezvani M, Kluth H and Rodehutscord M (2008) Comparison of amino acid digestibility determined prececally or based on total excretion of cecectomized laying hens. Poultry Science, 87(23): 2311-2319.
21. Saber MS (1976). Antimicrobial substances in certain members of Solanaceae. I.v. Detection of active principles in pepper plant. Zentralblatt fur Bacteriologie, parasitenkkunde, Infektionskrankheiten und Hygiene, 131(2): 110-120.
22. SAS Institute, (1998). User's Guide: Statistics. SAS Institute Inc., Cary, NC.
23. Scott PM and Kennedy BP (1976). Analysis of blue cheese for roquefortine and other alkaloids from *Penicillium roqueforti*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 24(4): 865-868.
24. Shahverdi A, Kheiri F, Faghani M, Rahimian Y and Rafiee A (2013). The effect of use red pepper (*Capsicum annum* L.) and black pepper (*Piper nigrum* L.) on performance and hematological parameters of broiler chicks. European Journal of Zoological Research, 2(6): 44-48.
25. Windisch W, Rohrer E and Schedle K (2009). Phytogenic feed additives to young piglets and poultry: mechanisms and application. Nottingham University Press: Nottingham, UK.