



Research Paper

Effects of Turmeric and Cumin Powder Supplementation in a Wheat-Based Diet on Performance, Immune Response, and Some Carcass Characteristics of Broiler Chickens

Seyed Ahmad Ahmadi¹, Mohammad Reza Akbari^{*2E}, Ali Moharrery³

1- Graduate Student of Poultry Nutrition, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, I.R. Iran. ahmadi128133@gmail.com

2- Associate Professor of Poultry Nutrition, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, I.R. Iran. mrakbari@birjand.ac.ir, ORCID: 0000-0002-6439-0496

✉ Present address: Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran.

3- Professor of Animal Nutrition, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, I.R. Iran. moharrery@yahoo.com

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 15 July 2026
Accepted: 11 September 2026
Published online: Summer 2026

Keywords: Broiler chicken;
Cumin; Immune system;
Performance; Turmeric

ABSTRACT

This study evaluated the effects of dietary turmeric (*Curcuma longa*) and cumin (*Cuminum cyminum*) powder, added to a wheat-based diet, on performance, immune response, and some carcass characteristics of broiler chickens. Two hundred one-day-old male Ross-308 broiler chicks were allocated to a completely randomized design with five treatments, four replicates, and ten birds per replicate, and reared for 42 days. The experimental treatments consisted of a basal diet without additive (control), basal diets containing 0.25% and 0.5% turmeric powder, and basal diets containing 0.25% and 0.5% cumin powder. Body weight gain during the starter period (0-21 d) and the overall period (0-42 d) was significantly higher in treatments 3, 4, and 5 (0-21 d) and in the 0.5% turmeric and 0.5% cumin groups (0-42 d) than in the control group ($P<0.05$). Feed conversion ratio improved in treatments 3, 4, and 5 (0-21 d) and with 0.5% turmeric (0-42 d) compared with the control ($P<0.05$). Feeding 0.5% cumin significantly increased the cutaneous basophil hypersensitivity response 12 h after phytohaemagglutinin injection and the antibody titer against sheep red blood cells on day 7 post-injection compared with the control ($P<0.05$). Carcass yield was higher in the 0.25% cumin and 0.5% turmeric groups than in the control, and the 0.5% cumin group had lower abdominal fat and greater relative bursa of Fabricius weight than the control ($P<0.05$). These findings indicate that dietary turmeric and cumin powder, particularly at the 0.5% level, can positively affect growth performance and immune competence of broiler chickens and may serve as a potential alternative to antibiotic growth promoters.

Cite this article: Ahmadi, S.A., Akbari, M.R. & Moharrery, A. (2026). Effects of Turmeric and Cumin Powder Supplementation in a Wheat-Based Diet on Performance, Immune Response, and Some Carcass Characteristics of Broiler Chickens. *Journal of Livestock Research*, 8 (2), 125-137. DOI: 10.22077/jlr.2026.12127.1073

Publisher: The University of Birjand Press.

DOI: <https://doi.org/10.22077/jlr.2026.12127.1073>

Extended Abstract

Introduction

Poultry meat is one of the most important sources of high-quality animal protein for human nutrition, and the poultry industry has intensified in recent decades to meet growing global demand. Intensive rearing conditions impose considerable environmental stress on birds and increase their susceptibility to disease. Since the early twentieth century, subtherapeutic levels of antibiotics have been used in poultry diets as antibiotic growth promoters (AGPs) to mitigate these stresses and improve growth performance. However, long-term use of AGPs has been associated with the emergence of antimicrobial resistance and potential risks to human health, leading to restrictions or bans on their use in several countries, including members of the European Union. Withdrawal of AGPs from poultry diets, in turn, has been associated with reduced protection against environmental and pathogenic challenges and consequent declines in performance and profitability. Consequently, considerable research attention has been devoted to identifying natural and safe alternatives to AGPs, including probiotics, prebiotics, organic acids, and phytogetic feed additives (PFAs) - plant-derived compounds used to enhance the performance and health of livestock and poultry.

Wheat is widely used as the main cereal component of poultry diets in regions where maize cultivation is limited. Although wheat has a favorable amino acid profile relative to maize, it has two major drawbacks: lower metabolizable energy content and a high concentration of non-starch polysaccharides (NSPs), which increase digesta viscosity and impair nutrient digestion and absorption. Turmeric (*Curcuma longa*) and cumin (*Cuminum cyminum*) are medicinal and spice plants containing bioactive compounds such as curcumin and cuminaldehyde, respectively, that have been reported to possess antioxidant, antimicrobial, and digestive-stimulant properties. However, research on the effects of these two additives in wheat-based diets for broiler chickens remains limited, and reported findings are occasionally inconsistent, highlighting the need for further investigation. The objective of this study was therefore to evaluate the effects of dietary turmeric and cumin powder, at two inclusion levels (0.25% and 0.5%), on growth performance, selected indices of cellular and humoral immune response, and carcass characteristics of Ross-308 broiler chickens fed a wheat-based diet, in order to assess the potential of these phytogetic additives as natural alternatives to AGPs.

Method

This experiment was conducted at the Broiler Research Station of Shahrekord University, located in Chaleshtar (2,090 m above sea level; 32°23' N, 50°47' E). Two hundred one-day-old male Ross-308 broiler chicks were weighed and randomly allocated to 20 floor pens (1.2 x 1.8 m each) in a completely randomized design comprising five dietary treatments, four replicate pens per treatment, and ten birds per pen. The treatments were: (1) a basal wheat-soybean meal diet without any additive (control); (2) basal diet + 0.25% turmeric powder; (3) basal diet + 0.25% cumin powder; (4) basal diet + 0.5% turmeric powder; and (5) basal diet + 0.5% cumin powder. Diets were formulated to meet or exceed NRC (1994) nutrient recommendations for the starter (0-21 d) and finisher (22-42 d) periods and were fed in mash form ad libitum, with water freely available throughout the 42-day trial. All pens followed an identical vaccination schedule (Newcastle disease and infectious bronchitis on day 4; a combined vaccine on day 11; Newcastle booster on day 21).

Feed intake and body weight were recorded weekly, and feed conversion ratio (FCR) was calculated for the periods 0-21, 22-42, and 0-42 days. Cell-mediated immunity was assessed at 40 days of age using the cutaneous basophil hypersensitivity (CBH) test: phytohaemagglutinin (PHA-P) solution was injected intradermally into the right foot web and phosphate-buffered saline (PBS) into the left foot web of two birds per pen, and the resulting swelling was measured with a digital micrometer at 12 and 24 h post-injection. Humoral immunity was evaluated by intramuscular injection of a 2% sheep red blood cell (SRBC) suspension on day 39, with antibody titers (log₂) determined by the microtiter haemagglutination method on days 7 and 14 post-injection. At 42 days of age, two birds per pen were randomly selected, weighed, and slaughtered; carcass and relative organ weights (liver, proventriculus, gizzard, heart, spleen, and bursa of Fabricius) were recorded and expressed relative to live body weight. Data were analyzed as a completely randomized design using the general linear model (GLM) procedure of SAS (2002), and means were compared using Duncan's multiple range test at $P < 0.05$.

Results

Feed intake did not differ significantly among treatments during any period ($P > 0.05$). During the starter period (0-21 d), body weight gain in birds fed diets containing cumin or the higher level of turmeric (treatments 3, 4, and 5) was significantly greater than in the control group ($P < 0.05$); this advantage persisted over the entire 0-42 d period for treatments 4 and 5. FCR was significantly improved in treatments 3, 4, and 5 relative to the control during 0-21 d, and FCR of the 0.5% turmeric group remained significantly better than the control over the full 42-day period. Regarding immune responses, the CBH swelling response at 12 h post-PHA injection was significantly higher in the 0.5% cumin group than in the control and the 0.25% cumin group ($P < 0.05$). Antibody titer against SRBC on day 7 was significantly higher in the 0.5% cumin group than in the control ($P < 0.05$). Carcass yield at 42 days was significantly greater in the 0.25% cumin group than in the control, 0.25% turmeric, and 0.5% cumin groups, and in the 0.5% turmeric group than in the control and 0.25% turmeric groups ($P < 0.05$). Relative abdominal fat weight was significantly lower, and relative bursa of Fabricius weight significantly higher, in the 0.5% cumin group compared with the control ($P < 0.05$).

Conclusions

Dietary supplementation with turmeric and cumin powder, particularly at the 0.5% inclusion level, improved body weight gain, feed conversion ratio, and carcass yield without adversely affecting feed intake, and enhanced selected indices of cellular and humoral immune response in broiler chickens fed a wheat-based diet. Compared with the control, body weight gain over 0-42 d increased by 10.7% and 12.2% with 0.5% turmeric and 0.5% cumin, respectively, and FCR improved by 13.8% with 0.5% turmeric; carcass yield increased by 4.3% (0.25% cumin) and 2.9% (0.5% turmeric), abdominal fat decreased by 53.4% (0.5% cumin), and the CBH response at 12 h, SRBC antibody titer on day 7, and relative bursa weight increased by 267.5%, 125.7%, and 86.6%, respectively, with 0.5% cumin. Given the adverse consequences associated with antibiotic growth promoters, turmeric and cumin powder may represent potential natural alternatives (a direct comparison with an AGP-containing group is still required) for inclusion in broiler diets. Further research is recommended to clarify the dose-response relationships and underlying molecular mechanisms of these phytogetic additives, and to evaluate their economic feasibility under commercial production conditions.

Keywords: Broiler chicken; Cumin; Immune system; Performance; Turmeric

Author Contributions

“Conceptualization and methodology, M.R.A.; software and formal analysis, S.A.A. and M.R.A.; validation, review and editing, M.R.A. and A.M.; investigation, S.A.A.; resources, M.R.A.; data curation, S.A.A. and M.R.A.; writing—original draft preparation, S.A.A.; supervision and project administration, M.R.A. and A.M. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.” All authors contributed to the conceptualization of the article and writing of the original and subsequent drafts.

Data Availability Statement

Data available on request from the authors.

Conflict of interest

The authors have no competing interests.

Ethical consideration

Animal handling and experimental procedures were performed according to the guidelines of the Animal manual for animal experiments, and the animal care protocol was approved by the Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

Acknowledgment

The authors gratefully acknowledge the Vice Chancellery for Research and Technology of Shahrekord University for its support of this research.

AI Tools

The authors would like to acknowledge the use of AI tools for language editing and proofreading in this manuscript.

.

مقاله پژوهشی

اثر افزودن پودر زردچوبه و زیره سبز به جیره بر پایه گندم بر عملکرد، سامانه ایمنی و برخی خصوصیات لاشه جوجه‌های گوشتی

سید احمد احمدی^۱، محمدرضا اکبری^{۲*}، علی محرری^۳

۱ - دانش‌آموخته کارشناسی ارشد تغذیه طیور، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران ahmadi128133@gmail.com

۲ - دانشیار تغذیه طیور، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران، نویسنده مسئول، رایانامه mrakbari@birjand.ac.ir

۳ آدرس فعلی: گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

۳ - استاد تغذیه دام، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران moharrery@yahoo.com

چکیده

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

مقاله پژوهشی

در این پژوهش، اثر افزودن پودر زردچوبه (*Curcuma longa*) و زیره سبز (*Cuminum cyminum*) به جیره بر پایه گندم بر عملکرد، پاسخ ایمنی و برخی خصوصیات لاشه جوجه‌های گوشتی مورد بررسی قرار گرفت. تعداد ۲۰۰ قطعه جوجه گوشتی نر یک‌روزه از سویه تجاری راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار، چهار تکرار و ده قطعه جوجه در هر تکرار به مدت ۴۲ روز پرورش یافتند. تیمارهای آزمایشی شامل جیره پایه بدون افزودنی (شاهد)، جیره پایه حاوی ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد پودر زردچوبه و جیره پایه حاوی ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد پودر زیره سبز بودند. نتایج نشان داد که افزایش وزن در دوره صفر تا ۲۱ روزگی در تیمارهای ۳، ۴ و ۵ و در کل دوره پرورش در تیمارهای حاوی ۰/۵ درصد زردچوبه و زیره سبز به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار شاهد بود ($P < 0.05$). ضریب تبدیل غذایی نیز در دوره صفر تا ۲۱ روزگی در تیمارهای ۳، ۴ و ۵ و در کل دوره با مصرف ۰/۵ درصد زردچوبه در مقایسه با شاهد بهبود یافت ($P < 0.05$). مصرف جیره حاوی ۰/۵ درصد زیره سبز باعث افزایش معنی‌دار پاسخ حساسیت بازوفیلی پوستی در ۱۲ ساعت پس از تزریق فیتوهمگلوتنین و افزایش عیار پادتن علیه گلبول قرمز گوسفندی در روز هفتم پس از تزریق نسبت به تیمار شاهد شد ($P < 0.05$). باردهی لاشه در تیمارهای حاوی ۰/۲۵ درصد زیره سبز و ۰/۵ درصد زردچوبه بیشتر از شاهد بود و در تیمار حاوی ۰/۵ درصد زیره سبز، چربی محوطه بطنی کمتر و وزن نسبی بورس فابریسیوس بیشتر از شاهد بود ($P < 0.05$). با توجه به یافته‌های این پژوهش، استفاده از پودر زیره سبز و زردچوبه در سطح ۰/۵ درصد جیره می‌تواند اثرات مثبتی بر عملکرد رشد و تقویت سامانه ایمنی جوجه‌های گوشتی داشته باشد و به‌عنوان جایگزینی بالقوه برای آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد مطرح شود.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۴/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۶/۲۰

تاریخ انتشار: تابستان ۱۴۰۵

واژگان کلیدی:

جوجه گوشتی، زردچوبه، زیره سبز، سامانه ایمنی، عملکرد

استناد: احمدی، سیداحمد؛ اکبری، محمدرضا و محرری، علی (۱۴۰۵). اثر افزودن پودر زردچوبه و زیره سبز به جیره بر پایه گندم بر عملکرد، سامانه ایمنی و برخی خصوصیات لاشه جوجه‌های گوشتی. *مجله تحقیقات دام و طیور*، دوره ۸، شماره ۲، ۱۵-۱.

DOI:10.22077/jlr.2026.12127.1073

DOI: <https://doi.org/10.22077/jlr.2026.12127.1073>

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه بیرجند

مقدمه

محصولات دام و طیور از مهم‌ترین منابع تأمین پروتئین با کیفیت بالا در تغذیه انسان محسوب می‌شوند و گوشت طیور به دلیل ارزش تغذیه‌ای مناسب و قیمت رقابتی، جایگاه ویژه‌ای در سبد غذایی جوامع دارد. صنعت پرورش طیور به منظور تأمین این نیاز، به صورت متراکم و صنعتی توسعه یافته، که تنش‌های محیطی قابل توجهی را به پرندگان تحمیل می‌کند و آن‌ها را در برابر عوامل بیماری‌زا آسیب‌پذیرتر می‌سازد. از اوایل قرن بیستم، استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها در غلظت‌های پایین‌تر از غلظت درمانی^۱ به عنوان راهکاری مؤثر برای کاهش اثرات این تنش‌ها و بهبود عملکرد رشد طیور به کار گرفته شده است (Dibner & Richards, 2005).

با وجود اثرات مثبت آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد بر عملکرد و مقاومت به بیماری، استفاده طولانی‌مدت از این ترکیبات با بروز مقاومت آنتی‌بیوتیکی و خطرات بالقوه برای سلامت مصرف‌کنندگان همراه بوده است؛ موضوعی که منجر به محدودیت یا ممنوعیت استفاده از این ترکیبات در بسیاری از کشورها، از جمله اعضای اتحادیه اروپا شده است (Castanon, 2007). حذف آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد از جیره طیور نیز به نوبه خود سبب افت عملکرد و کاهش سودآوری این صنعت شده است (Dibner & Richards, 2005; Castanon, 2007). به همین دلیل، در سال‌های اخیر توجه پژوهشگران به یافتن جایگزین‌های طبیعی و بی‌خطر برای آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد معطوف شده است. از جمله این جایگزین‌ها می‌توان به پروبیوتیک‌ها، پری‌بیوتیک‌ها، اسیدهای آلی و افزودنی‌های گیاهی^۱ اشاره کرد که ترکیباتی با منشأ گیاهی بوده و به منظور بهبود عملکرد و سلامت دام و طیور در جیره غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند. (Abdelli et al., 2021).

بخش عمده جیره طیور، به‌ویژه در کشورهای فاقد امکان کشت اقتصادی ذرت، از غلاتی نظیر گندم تأمین می‌شود. گندم گرچه از نظر ترکیب اسیدآمینه‌ای نسبت به ذرت برتری دارد، اما دارای دو محدودیت عمده است: ارزش انرژی‌زایی پایین‌تر و وجود پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای^۱ (NSP) که با افزایش گرانروی شیرابه گوارشی، هضم و جذب مواد مغذی را مختل می‌کنند (Choct, 2015). زردچوبه (*Curcuma longa*) و زیره سبز (*Cuminum cyminum*) از گیاهان دارویی و ادویه‌ای هستند (Karik et al., 2021; Varzaru et al., 2024) که علاوه بر مصارف سنتی، به دلیل دارا بودن ترکیبات فعال زیستی نظیر کورکومین و آلدئید کومینال، دارای خواص آنتی‌اکسیدانی، ضد میکروبی و محرک ترشحات گوارشی معرفی شده‌اند (Shafiee et al., 2020; Hernández-García et al., 2025). با این حال، پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه استفاده از این دو ترکیب در جیره‌های بر پایه گندم برای جوجه‌های گوشتی هنوز محدود بوده و نتایج گزارش‌شده در برخی موارد ضد و نقیض است که ضرورت انجام پژوهش‌های تکمیلی در این زمینه را نشان می‌دهد.

ریزوم زردچوبه حاوی کورکومینوئیدها (کورکومین، دمتوکسی کورکومین و بیس دمتوکسی کورکومین) است که مهم‌ترین ترکیبات زیستی فعال آن به‌شمار می‌روند و بخش عمده خواص آنتی‌اکسیدانی این گیاه به آن‌ها نسبت داده می‌شود (Varzaru et al., 2016; Valavi et al., 2024). در بذر زیره سبز، اسانس (با بازده ۱/۱۶ تا ۱/۹۸ درصد در بذره‌های مناطق مختلف) مهم‌ترین بخش زیست‌فعال است؛ در بذره‌های با منشأ هند، آلدئید کومینال 39.3 تا 46.5 درصد اسانس را تشکیل می‌دهد، در حالی که در بذره‌های سایر مناطق، از جمله ایران، ترکیب غالب اسانس پی‌منا-۱،۴-دی‌ان-۷-آل (42.1 تا 58.8 درصد) است (Karik et al., 2021). در سال‌های اخیر، مطالعات متعددی اثر کورکومین و پودر زردچوبه را در جوجه‌های گوشتی بررسی کرده‌اند. فراتحلیل Hernández-García et al. (2025) نشان می‌دهد که مکمل‌سازی با کورکومین عملکرد تولیدی، وضعیت آنتی‌اکسیدانی، ریخت‌شناسی روده و کیفیت گوشت جوجه‌های گوشتی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و پاسخ به دوز، نوع کورکومین و مدت مصرف بستگی دارد. در جوجه‌های گوشتی راس، افزودن پودر زردچوبه به جیره غلظت آمیلوئید A سرم را کاهش داد و بر وزن بدن از هفته سوم به بعد اثر معنی‌دار داشت (Khodadadi et al., 2021)؛ همچنین پاسخ ایمنی سلولی به فیتوهمگلوتنین و عیار پادتن علیه گلبول قرمز گوسفندی در پرندگان دریافت‌کننده پودر زردچوبه بیشتر از شاهد گزارش شده است (Sethy, 2021). درباره زیره سبز نیز Shafiee et al. (2020) در جوجه‌های گوشتی راس ۳۰۸ اثرات محرک رشد، تحریک‌کننده ایمنی و کاهش لیپید را گزارش کردند و مصرف ۰/۷۵ درصد پودر زیره سبز درصد چربی محوطه بطنی را کاهش داد.

با وجود این گزارش‌ها، بیشتر مطالعات بر عملکرد رشد متمرکز بوده‌اند و تا آنجا که نویسندگان اطلاع دارند، پژوهش‌های مقایسه‌ای اندکی اثر پودر زردچوبه و زیره سبز را بر عملکرد، ایمنی سلولی و هومورال و خصوصیات لاشه در جیره‌های بر پایه گندم بررسی کرده‌اند. هدف از انجام این پژوهش، بررسی اثرات افزودن پودر زردچوبه و پودر زیره سبز در دو سطح (۰/۵ و ۰/۲۵ درصد) به جیره بر پایه گندم بر عملکرد رشد، برخی شاخص‌های پاسخ ایمنی سلولی و هومورال و خصوصیات لاشه جوجه‌های گوشتی سویه راس ۳۰۸ بود؛ به گونه‌ای که پتانسیل این دو فرآورده گیاهی به عنوان جایگزینی طبیعی برای آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد مورد ارزیابی قرار گیرد.

روشن‌شناسی پژوهش

محل و مدت اجرای آزمایش

این پژوهش در ایستگاه تحقیقاتی پرورش جوجه گوشتی دانشگاه شهرکرد، واقع در بخش چالستر (ارتفاع ۲۰۹۰ متر از سطح دریا؛ عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۴۷ دقیقه شرقی) اجرا شد. دوره پرورش از یک تا ۴۲ روزگی به طول انجامید.

پرندگان، طرح آزمایشی و تیمارها

تعداد ۲۰۰ قطعه جوجه گوشتی نر یک‌روزه از سویه تجاری راس ۳۰۸ پس از وزن‌کشی، به صورت کاملاً تصادفی در گروه‌های ده قطعه‌ای به بیست جایگاه پرورشی (هر جایگاه به ابعاد ۱/۲ × ۱/۸ متر) منتقل شدند. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار، چهار تکرار و ده قطعه جوجه در هر تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: ۱) جیره پایه بدون افزودنی (شاهد)، ۲) جیره پایه حاوی ۰/۲۵ درصد پودر زردچوبه، ۳) جیره پایه حاوی ۰/۲۵ درصد پودر زیره سبز، ۴) جیره پایه حاوی ۰/۵ درصد پودر زردچوبه و ۵) جیره پایه حاوی ۰/۵ درصد پودر زیره سبز.

جیره‌های آزمایشی

جیره‌های آزمایشی بر پایه گندم و کنجاله سویا و بر اساس احتیاجات غذایی توصیه‌شده انجمن تحقیقات ملی آمریکا (NRC, 1994) برای دو دوره آغازین (صفر تا ۲۱ روزگی) و دوره رشد (۲۲ تا ۴۲ روزگی) فرموله شدند (جدول ۲ و ۳). مواد مؤثره پودرهای زردچوبه و زیره سبز بر اساس منابع منتشرشده در جدول ۱ ارائه شده است. با توجه به سطح اندک مصرف افزودنی‌ها، سهم انرژی و مواد مغذی پودرها در جیره‌نویسی صفر در نظر گرفته شد و با کاهش گندم و افزایش کنجاله سویا و روغن، جیره‌ها هم‌انرژی و هم‌پروتئین تنظیم شدند. جیره‌های هر دوره از نظر انرژی قابل متابولیسم و مواد مغذی با یکدیگر برابر و تنها از نظر سطح افزودنی گیاهی متفاوت بودند. خوراک به صورت آردی و بدون محدودیت، همراه با آب آشامیدنی، به طور آزاد در اختیار پرندگان قرار گرفت. برنامه واکسیناسیون شامل واکسیناسیون علیه نیوکاسل و برونشیت عفونی در روز چهارم، واکسن‌های ترکیبی در روز یازدهم و تقویت واکسن نیوکاسل در روز بیست‌ویکم بود که برای تمامی تیمارها یکسان اجرا شد.

جدول ۱- ترکیب مواد مؤثره پودر زردچوبه و زیره سبز (بر اساس منابع منتشرشده)

Table 1- Main bioactive compounds of turmeric and cumin powder (literature values)

منبع Source	زیره سبز Cumin	زردچوبه Turmeric	ترکیب Component
Varzaru et al. (2024)	-	47.42	فلاونوئیدها (mg/g) Flavonoids (mg/g)
Varzaru et al. (2024); Karik et al. (2021)	اسانس: 1.16-1.98% Cuminaldehyde: 39.3-46.5% of oil (Indian seeds); p- mentha-1,4-dien-7-al: 42.1- 58.8% of oil (other origins)	کورکومینوئیدها (curcumin, demethoxycurcumin, bisdemethoxycurcumin)	مواد مؤثره اصلی Main bioactive compounds

جدول ۲- ترکیب جیره غذایی استفاده شده برای دوره آغازین (صفر تا ۲۱ روزگی)

Table 2- Composition of the experimental diet used for the starter period (0-21 d)

جیره‌های حاوی سطح ۰.۵ درصد افزودنی Diets containing 0.5% additive	جیره‌های حاوی سطح ۰.۲۵ درصد افزودنی Diets containing 0.25% additive	جیره شاهد Control diet	مواد خوراکی (%) Ingredients (%)
52.71	53.23	53.75	گندم Wheat
36.78	36.66	36.54	کنجاله سویا (۴۴%) Soybean meal (44%)
5.88	5.73	5.58	روغن Oil
1.39	1.39	1.39	صدف Oyster shell
1.59	1.59	1.59	دی کلسیم فسفات Dicalcium phosphate
0.17	0.17	0.17	بی کربنات سدیم Sodium bicarbonate
0.24	0.24	0.24	نمک Salt
0.24	0.24	0.24	دی-آل متیونین DL-methionine
0.25	0.25	0.25	مکمل ویتامینه* Vitamin premix*
0.25	0.25	0.25	مکمل معدنی** Mineral premix**
0.5	0.25	0	زیره سبز یا زرد چوبه Cumin or turmeric powder
			ترکیب مواد مغذی (%) Chemical composition (%)
3000	3000	3000	انرژی قابل متابولیسم (kcal/kg) Metabolizable energy (kcal/kg)
21.56	21.56	21.56	پروتئین خام Crude protein
1.15	1.15	1.15	لیزین Lysine
0.9	0.9	0.9	متیونین + سیستئین Methionine + cysteine
1	1	1	کلسیم Calcium
0.45	0.45	0.45	فسفر قابل دسترس Available phosphorus

*هر کیلوگرم مکمل ویتامینی حاوی (IU) ۳۶۰۰۰۰ ویتامین A، (IU) ۸۰۰۰۰۰ ویتامین D₃، (IU) ۷۲۰۰۰ ویتامین E، ۸۰۰۰ میلی گرم ویتامین K₃، ۷۲۰ میلی گرم ویتامین B₁، ۲۶۴۰ میلی گرم ویتامین B₂، ۴۰۰۰ میلی گرم ویتامین B₃، ۲۰۰۰ میلی گرم ویتامین B₅، ۱۱۸۲ میلی گرم ویتامین B₆، ۴۰۰ میلی گرم اسید فولیک، ۶ میلی گرم ویتامین B₁₂، ۴۰ میلی گرم بیوتین، ۱۰۰۰۰۰ کولین، ۱۵۰ میلی گرم آنتی اکسیدان بود.

*Each kilogram of vitamin premix provided 3,600,000 IU vitamin A, 800,000 IU vitamin D₃, 72,000 IU vitamin E, 8000 mg vitamin K₃, 720 mg vitamin B₁, 2640 mg vitamin B₂, 4000 mg vitamin B₃, 2000 mg vitamin B₅, 1182 mg vitamin B₆, 400 mg folic acid, 6 mg vitamin B₁₂, 40 mg biotin, 100,000 mg choline, and 150 mg antioxidant.

**هر کیلوگرم مکمل معدنی به میزان ۴۰۰۰۰ میلی گرم منگنز، ۳۷۰۰۰ میلی گرم روی، ۲۰۰۰۰ میلی گرم آهن، ۴۰۰۰ میلی گرم مس، ۸۰ میلی گرم سلنیوم، ۴۰۰ میلی گرم ید بود.

**Each kilogram of mineral premix provided 40,000 mg manganese, 37,000 mg zinc, 20,000 mg iron, 4000 mg copper, 80 mg selenium, and 400 mg iodine.

جدول ۳- ترکیب جیره غذایی استفاده شده برای دوره رشد (۲۲ تا ۴۲ روزگی)

Table 3- Composition of the experimental diet used for the grower period (22-42 d)

جیره حاوی سطح ۰.۵ درصد افزودنی Diet containing 0.5% additive	جیره حاوی سطح ۰.۲۵ درصد افزودنی Diet containing 0.25% additive	جیره شاهد Control diet	مواد خوراکی (%) Ingredients (%)
59.81	60.34	60.86	گندم Wheat
30.16	30.04	29.92	کنجاله سویا (۰.۴۴) Soybean meal (44%)
6.17	6.02	5.87	روغن Oil
1.4	1.4	1.4	صدف Oyster shell
1.06	1.05	1.05	دی کلسیم فسفات Dicalcium phosphate
0.17	0.17	0.17	بی کربنات سدیم Sodium bicarbonate
0.14	0.14	0.14	نمک Salt
0.09	0.09	0.09	دی-آل متیونین DL-methionine
0.25	0.25	0.25	مکمل ویتامینه* Vitamin premix*
0.25	0.25	0.25	مکمل معدنی** Mineral premix**
0.5	0.25	0	زیره سبز یا زرد چوبه Cumin or turmeric powder
3100	3100	3100	ترکیب مواد مغذی (%) Chemical composition (%)
19.37	19.37	19.37	انرژی قابل متابولیسم (kcal/kg) Metabolizable energy (kcal/kg)
0.996	0.995	0.993	پروتئین خام Crude protein
0.7	0.7	0.7	لیزین Lysine
0.87	0.87	0.87	متونین + سیستئین Methionine + cysteine
0.34	0.34	0.34	کلسیم Calcium
			فسفر قابل دسترس Available phosphorus

*هر کیلوگرم مکمل ویتامینی حاوی (IU) ۳۶۰۰۰۰ ویتامین A، (IU) ۸۰۰۰۰۰ ویتامین D₃، (IU) ۷۲۰۰۰ ویتامین E، ۸۰۰۰ میلی گرم ویتامین K₃، ۷۲۰ میلی گرم ویتامین B₁، ۲۶۴۰ میلی گرم ویتامین B₂، ۴۰۰۰ میلی گرم ویتامین B₃، ۲۰۰۰ میلی گرم ویتامین B₅، ۱۱۸۲ میلی گرم ویتامین B₆، ۴۰۰ میلی گرم اسید فولیک، ۶ میلی گرم ویتامین B₁₂، ۴۰ میلی گرم بیوتین، ۱۰۰۰۰۰ کولین، ۱۵۰ میلی گرم آنتی اکسیدان بود.

*Each kilogram of vitamin premix provided 3,600,000 IU vitamin A, 800,000 IU vitamin D₃, 72,000 IU vitamin E, 8000 mg vitamin K₃, 720 mg vitamin B₁, 2640 mg vitamin B₂, 4000 mg vitamin B₃, 2000 mg vitamin B₅, 1182 mg vitamin B₆, 400 mg folic acid, 6 mg vitamin B₁₂, 40 mg biotin, 100,000 mg choline, and 150 mg antioxidant.

**هر کیلوگرم مکمل معدنی به میزان ۴۰۰۰۰ میلی گرم منگنز، ۳۷۰۰۰ میلی گرم روی، ۲۰۰۰۰ میلی گرم آهن، ۴۰۰۰ میلی گرم مس، ۸۰ میلی گرم سلنیوم، ۴۰۰ میلی گرم ید بود.

**Each kilogram of mineral premix provided 40,000 mg manganese, 37,000 mg zinc, 20,000 mg iron, 4000 mg copper, 80 mg selenium, and 400 mg iodine.

صفات مورد اندازه‌گیری

خوراک مصرفی و افزایش وزن به صورت هفتگی ثبت و ضریب تبدیل غذایی برای دوره‌های صفر تا ۲۱ روزگی، ۲۲ تا ۴۲ روزگی و کل دوره پرورش محاسبه شد. جهت ارزیابی پاسخ ایمنی سلولی، آزمون حساسیت بازوفیلی پوستی^۱ (CBH) در سن ۴۰ روزگی (Corrier & Deloach, 1990) انجام شد؛ بدین ترتیب که محلول فیتوهماگلوتنین^۲ (PHA-P) (۱ mg/ml) به میزان ۰/۱ میلی‌لیتر به پای راست و محلول بافر فسفات نمکی^۳ (PBS) به میزان مشابه به پای چپ دو قطعه جوجه از هر تکرار، بین انگشتان سوم و چهارم، تزریق داخل‌جلدی شد. میزان تورم حاصل در ۱۲ و ۲۴ ساعت پس از تزریق با میکرومتر دیجیتالی اندازه‌گیری شد. جهت ارزیابی پاسخ ایمنی هومورال، سوسپانسیون ۲ درصد گلبول قرمز خون گوسفندی^۴ (SRBC) به میزان ۰/۵ میلی‌لیتر در روز ۲۸ به صورت داخل‌عضلانی به دو قطعه جوجه از هر تکرار تزریق و عیار پادتن در روزهای هفت و چهارده پس از تزریق با روش میکروتیتر هماگلوتیناسیون (Wegmann & Smithies, 1966) و به صورت لگاریتم پایه دو تعیین شد. در سن ۴۲ روزگی، دو قطعه جوجه از هر واحد آزمایشی به صورت تصادفی کشتار و پس از پرکنی، وزن لاشه و اندام‌های داخلی شامل طحال، کبد، قلب، بورس فابریوس، سنگدان و پیش‌معه به صورت جداگانه با ترازوی دیجیتالی با دقت یک صدم گرم ثبت شد. بازدهی لاشه و وزن نسبی اندام‌ها بر حسب درصدی از وزن زنده بیان شدند.

تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های حاصل از این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از رویه مدل‌های خطی عمومی^۵ (GLM) نرم‌افزار SAS (SAS Institute, 2002) تجزیه و تحلیل شدند و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. مدل آماری مورد استفاده به شرح رابطه (۱) بود:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij} \quad (1)$$

که در آن Y_{ij} مشاهده، μ میانگین کل، T_i اثر تیمار i ام و e_{ij} اشتباه آزمایشی است.

یافته‌های پژوهشی

عملکرد رشد

نتایج مربوط به خوراک مصرفی، افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی در جدول ۴ ارائه شده است. خوراک مصرفی در هیچ‌یک از دوره‌های صفر تا ۲۱ روزگی، ۲۲ تا ۴۲ روزگی و کل دوره پرورش تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت ($P > 0.05$). در دوره صفر تا ۲۱ روزگی، افزایش وزن در تیمارهای حاوی زیره سبز و سطح بالای زردچوبه (تیمارهای ۳، ۴ و ۵) به طور معنی‌داری بیشتر از تیمار شاهد بود ($P < 0.05$). در کل دوره پرورش نیز افزایش وزن تیمارهای ۴ و ۵ به طور معنی‌داری بیشتر از تیمار شاهد و سطح پایین زردچوبه بود ($P < 0.05$). ضریب تبدیل غذایی در دوره صفر تا ۲۱ روزگی در تیمارهای ۳، ۴ و ۵ بهبود معنی‌داری نسبت به شاهد نشان داد ($P < 0.05$) و در کل دوره پرورش نیز ضریب تبدیل غذایی تیمار حاوی ۰/۵ درصد زردچوبه به طور معنی‌داری کمتر (بهتر) از تیمار شاهد بود ($P < 0.05$).

پاسخ ایمنی

نتایج آزمون حساسیت بازوفیلی پوستی (CBH) و پاسخ پادتنی علیه گلبول قرمز خون گوسفندی (SRBC) در جدول ۵ ارائه شده است. در ۱۲ ساعت پس از تزریق، پاسخ CBH در تیمار حاوی ۰/۵ درصد زیره سبز (تیمار ۵) به طور معنی‌داری بیشتر از تیمار شاهد

1. Cutaneous Basophil Hypersensitivity
2. Phytohaemagglutinin-P
3. Phosphate-Buffered Saline
4. Sheep Red Blood Cells
5. General Linear Model
6. Statistical Analysis System

و تیمار حاوی ۰/۲۵ درصد زیره سبز (تیمار ۳) بود ($P < 0.05$). عیار پادتن علیه گلبول قرمز خون گوسفندی، در روز هفتم پس از تزریق، در تیمار ۵ به طور معنی داری بالاتر از تیمار شاهد بود ($P < 0.05$).

جدول ۴- عملکرد تیمارهای مختلف آزمایشی در دوره‌های مختلف پرورش

Table 4- Performance of broiler chickens fed the different experimental treatments during the various rearing periods

P-value	SEM	تیمار ۵ Treatment 5	تیمار ۴ Treatment 4	تیمار ۳ Treatment 3	تیمار ۲ Treatment 2	تیمار ۱ Treatment 1	دوره Period (d)	
0.112	35.2	1108	1037	1098	1048	1097	0-21	خوراک مصرفی (گرم)
0.095	95.6	3418	3140	3127	3158	3305	22-42	Feed intake (g)
0.062	114.4	4527	4178	4225	4206	4410	0-42	
0.048	22.1	657 ^b	684 ^a	662 ^{ab}	609 ^{bc}	581 ^c	0-21	افزایش وزن (گرم)
0.251	95.3	1701	1641	1545	1490	1631	22-42	Weight gain (g)
0.039	64.7	2356 ^a	2325 ^a	2200 ^{ab}	2106 ^b	2100 ^b	0-42	
0.042	0.064	1.69 ^b	1.52 ^b	1.66 ^b	1.71 ^{ab}	1.89 ^a	0-21	ضریب تبدیل غذایی
0.091	0.093	2.06	1.93	2.04	2.14	2.03	22-42	Feed conversion
0.045	0.069	1.92 ^{ab}	1.81 ^b	1.93 ^{ab}	2.00 ^{ab}	2.10 ^a	0-42	ratio

حروف غیر مشابه در هر ردیف نشانه وجود تفاوت معنی دار ($P < 0.05$) بین تیمارهای آزمایشی می باشد. تیمار ۱: جیره پایه بدون افزودنی، تیمار ۲: جیره پایه حاوی ۰/۲۵ درصد پودر زردچوبه، تیمار ۳: جیره پایه حاوی ۰/۲۵ درصد پودر زیره سبز، تیمار ۴: جیره پایه حاوی ۰/۵ پودر زردچوبه، تیمار ۵: جیره پایه حاوی ۰/۵ درصد پودر زیره سبز. Different letters within each row indicate a significant difference ($P < 0.05$) among the experimental treatments. Treatment 1: basal diet without additive; Treatment 2: basal diet containing 0.25% turmeric powder; Treatment 3: basal diet containing 0.25% cumin powder; Treatment 4: basal diet containing 0.5% turmeric powder; Treatment 5: basal diet containing 0.5% cumin powder.

جدول ۵- اثر تیمارهای مختلف روی پاسخ CBH (μm) و SRBC ($\log_2$ معکوس ضریب رقت) در سن ۴۰ روزگی

Table 5- Effect of the different treatments on CBH response (μm) at 40 days of age and on antibody titer against SRBC ($\log_2$ of reciprocal dilution factor)

P-value	SEM	تیمار ۵ Treatment 5	تیمار ۴ Treatment 4	تیمار ۳ Treatment 3	تیمار ۲ Treatment 2	تیمار ۱ Treatment 1	زمان اندازه گیری Time of measurement	
0.021	256.4	1551 ^a	1097 ^{ab}	589 ^b	995 ^{ab}	422 ^b	۱۲ ساعت بعد از تزریق 12 h post-injection	پاسخ CBH
0.092	326.1	666	1312	626	881	778	۲۴ ساعت بعد از تزریق 24 h post-injection	
0.038	0.388	5.35 ^a	4.87 ^{ab}	3.62 ^{ab}	4.12 ^{ab}	2.37 ^b	۷ روز پس از تزریق Day 7 post-injection	پاسخ SRBC
0.316	0.414	3.37	2.91	3.24	2.75	2.62	۱۴ روز پس از تزریق Day 14 post-injection	

حروف غیر مشابه در هر ردیف نشانه وجود تفاوت معنی دار ($P < 0.05$) بین تیمارهای آزمایشی می باشد. تیمار ۱: جیره پایه بدون افزودنی، تیمار ۲: جیره پایه حاوی ۰/۲۵ درصد پودر زردچوبه، تیمار ۳: جیره پایه حاوی ۰/۲۵ درصد پودر زیره سبز، تیمار ۴: جیره پایه حاوی ۰/۵ پودر زردچوبه، تیمار ۵: جیره پایه حاوی ۰/۵ درصد پودر زیره سبز. Different letters within each row indicate a significant difference ($P < 0.05$) among the experimental treatments. Treatment 1: basal diet without additive; Treatment 2: basal diet containing 0.25% turmeric powder; Treatment 3: basal diet containing 0.25% cumin powder; Treatment 4: basal diet containing 0.5% turmeric powder; Treatment 5: basal diet containing 0.5% cumin powder.

خصوصیات لاشه و اندام‌های گوارشی و لنفوییدی

بازدهی لاشه در سن ۴۲ روزگی در جدول ۶ ارائه شده است. بازدهی لاشه در تیمار حاوی 0.25 درصد زیره سبز (تیمار ۳) به طور معنی داری بیشتر از تیمارهای شاهد، 0.25 درصد زردچوبه و 0.5 درصد زیره سبز و در تیمار حاوی 0.5 درصد زردچوبه (تیمار ۴) بیشتر از تیمارهای شاهد و 0.25 درصد زردچوبه بود ($P < 0.05$). بیشترین وزن نسبی چربی محوطه بطنی مربوط به تیمار شاهد بود که با تیمار حاوی ۰/۵ درصد زیره سبز (کمترین مقدار) تفاوت معنی داری داشت ($P < 0.05$). وزن نسبی بورس فابریسیوس در تیمار حاوی 0.5 درصد زیره سبز بیشتر از تیمار شاهد بود ($P < 0.05$).

جدول ۶- بازدهی لاشه و وزن نسبی اندام‌ها در تیمارهای مختلف آزمایشی در سن ۴۲ روزگی (درصد از وزن زنده)

Table 6- Carcass yield and relative organ weights of the different experimental treatments at 42 days of age (% of live body weight)

P-value	SEM	تیمار ۵ Treatment 5	تیمار ۴ Treatment 4	تیمار ۳ Treatment 3	تیمار ۲ Treatment 2	تیمار ۱ Treatment 1	اجزای لاشه Carcass traits
0.045	0.5	70 ^{bc}	71 ^{ab}	72 ^a	69 ^c	69 ^c	بازده لاشه Carcass yield
0.058	0.222	2.48	2.44	2.62	2.86	2.42	کبد Liver
0.612	0.0433	0.470	0.420	0.480	0.475	0.447	پیش معده Proventriculus
0.381	0.193	2.8	2.38	2.88	2.48	2.37	سنگدان Gizzard
0.016	0.179	0.54 ^b	0.88 ^{ab}	1.03 ^{ab}	1.18 ^a	1.16 ^a	چربی بطنی Abdominal fat
0.092	0.0561	0.620	0.528	0.618	0.540	0.553	قلب Heart
0.112	0.0149	0.143	0.140	0.170	0.155	0.157	طحال Spleen
0.036	۰٫۱۴۵	0.125 ^a	0.111 ^{ab}	0.088 ^{ab}	0.095 ^{ab}	0.067 ^b	بورس فابریسیوس Bursa of Fabricius

حروف غیر مشابه در هر ردیف نشانه وجود تفاوت معنی دار ($P < 0.05$) بین تیمارهای آزمایشی می باشد. تیمار ۱: جیره پایه بدون افزودنی، تیمار ۲: جیره پایه حاوی ۰/۲۵ درصد پودر زردچوبه، تیمار ۳: جیره پایه حاوی ۰/۲۵ درصد پودر زیره سبز، تیمار ۴: جیره پایه حاوی ۰/۵ پودر زردچوبه، تیمار ۵: جیره پایه حاوی ۰/۵ درصد پودر زیره سبز

Different letters within each row indicate a significant difference ($P < 0.05$) among the experimental treatments. Treatment 1: basal diet without additive; Treatment 2: basal diet containing 0.25% turmeric powder; Treatment 3: basal diet containing 0.25% cumin powder; Treatment 4: basal diet containing 0.5% turmeric powder; Treatment 5: basal diet containing 0.5% cumin powder.

بحث

در پژوهش حاضر، افزودن پودر زردچوبه و زیره سبز به جیره تأثیر معنی داری بر خوراک مصرفی جوجه‌های گوشتی نداشت. این یافته با گزارش *Challagali et al. (2021)* که افزودن پودر زیره سبز را بدون تأثیر معنی دار بر مصرف خوراک در بلدرچین ژاپنی گزارش کردند، هم‌راستا است. با این حال، پاسخ مصرف خوراک به افزودنی‌های گیاهی به نوع افزودنی، سطح مصرف و ترکیبات فعال آن وابسته است؛ در برخی پژوهش‌ها، کاهش مصرف خوراک را در سطح بالای پودر زردچوبه (۱۰ گرم در کیلوگرم جیره) گزارش کردند (*Ürüşan & Bölükbaşı, 2017; Hosseini-Vashan et al., 2014*).

افزایش وزن در تیمارهای حاوی زیره سبز و ۰.۵ درصد زردچوبه، به‌ویژه در دوره آغازین، نسبت به شاهد بهبود یافت. این نتیجه با فراتحلیل *Hernández-García et al. (2025)* که اثر مثبت مکمل‌سازی با کورکومین بر عملکرد تولیدی جوجه‌های گوشتی را گزارش کرد و با نتایج *Shafiee et al. (2020)* درباره اثر محرک رشد زیره سبز در جوجه‌های گوشتی راس ۳۰۸ هم‌راستا است. بهبود ضریب تبدیل غذایی با مصرف ۰.۵ درصد زردچوبه نیز با گزارش *Ürüşan & Bölükbaşı (2017)* مبنی بر بهبود ضریب تبدیل غذایی با افزودن ۲ گرم پودر زردچوبه در کیلوگرم جیره سازگار است. اثرات مثبت افزودنی‌های گیاهی بر عملکرد معمولاً به خواص آنتی‌اکسیدانی، ضد میکروبی و بهبود سلامت دستگاه گوارش آن‌ها نسبت داده می‌شود (*Abdelli et al., 2021; Hosseini-Vashan et al., 2015*).

افزایش پاسخ CBH در ۱۲ ساعت پس از تزریق PHA-P در تیمار حاوی ۰.۵ درصد زیره سبز نشان‌دهنده بهبود ایمنی سلولی است؛ زیرا این پاسخ بازتاب‌دهنده نفوذ لنفوسیت‌ها و سایر سلول‌های ایمنی به محل تزریق است و بیشینه آن در جوجه‌های جوان در ۱۲ ساعت پس از تزریق گزارش شده است (*Corrier & Deloach, 1990*). افزایش عیار پادتن علیه SRBC در روز هفتم در همین تیمار نیز بیانگر بهبود پاسخ ایمنی هومورال است. نتایج حاضر با گزارش *Shafiee et al. (2020)* درباره اثر تحریک‌کننده ایمنی زیره سبز و با یافته‌های *Sethy (2021)* که پاسخ ایمنی سلولی به PHA-P و عیار پادتن علیه SRBC را در جوجه‌های دریافت‌کننده پودر زردچوبه بیشتر از شاهد گزارش کرد، هم‌راستا است. همچنین *Khodadadi et al., (2021)* کاهش غلظت

آمیلولید A سرم، به عنوان شاخصی از پاسخ فاز حاد، را در جوجه‌های دریافت‌کننده زردچوبه گزارش کردند. ترکیبات زیست فعال این گیاهان دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی هستند (Hernández-García et al., 2025; Karik et al., 2021; Yaghoobfar et al., 2015; Hosseini-Vashan et al., 2011) که می‌توانند از طریق کاهش تنش اکسیداتیو به حفظ عملکرد سلول‌های ایمنی کمک کنند؛ با این حال، سازوکار دقیق اثر آن‌ها در پژوهش حاضر بررسی نشد.

بازدهی لاشه در تیمارهای حاوی 0.25 درصد زیره سبز و 0.5 درصد زردچوبه بیشتر از شاهد بود که می‌تواند با بهبود افزایش وزن در این تیمارها مرتبط باشد. افزایش بازدهی لاشه با مصرف پودر زیره سبز در بلدرچین ژاپنی و جوجه گوشتی نیز گزارش شده است (Challagali et al., 2021; Yaghoobfar et al., 2011). کمترین چربی محوطه بطنی در تیمار حاوی 0.5 درصد زیره سبز مشاهده شد که با گزارش Shafiee et al., (2020) مبنی بر کاهش درصد چربی محوطه بطنی با مصرف 0.75 درصد پودر زیره سبز هم‌راستا است و می‌تواند با اثر کاهنده لیپید این گیاه مرتبط باشد. افزایش وزن نسبی بورس فابریسیوس در تیمار حاوی 0.5 درصد زیره سبز، که هم‌زمان با بهبود پاسخ‌های ایمنی در همین تیمار مشاهده شد، می‌تواند نشان‌دهنده تحریک رشد این اندام لنفوئیدی اولیه باشد؛ با این حال، برای تأیید این فرضیه، بررسی‌های بافت‌شناسی و ایمنی‌شناسی تکمیلی لازم است.

نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌های این پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که افزودن پودر زیره سبز و زردچوبه به جیره بر پایه گندم، بدون تأثیر معنی‌دار بر مصرف خوراک، عملکرد رشد و برخی شاخص‌های پاسخ ایمنی جوجه‌های گوشتی را بهبود داد. در دوره صفر تا ۲۱ روزگی، افزایش وزن در تیمارهای ۳، ۴ و ۵ به ترتیب ۱۳/۹، ۱۷/۷، ۱۳/۱۰ درصد بیشتر و ضریب تبدیل غذایی به ترتیب ۱۲/۲، ۱۹/۶ و ۱۰/۶ درصد کمتر (بهتر) از شاهد بود. در کل دوره پرورش، افزایش وزن در تیمارهای حاوی ۰/۵ درصد زردچوبه و ۰/۵ درصد زیره سبز به ترتیب ۱۰/۷ و ۱۲/۲ درصد بیشتر از شاهد بود و ضریب تبدیل غذایی تیمار حاوی ۰/۵ درصد زردچوبه ۱۳/۸ درصد کمتر (بهتر) از شاهد بود. بازدهی لاشه در تیمارهای حاوی ۰/۲۵ درصد زیره سبز و ۰/۵ درصد زردچوبه به ترتیب ۴/۳ و ۲/۹ درصد بیشتر از شاهد بود و چربی محوطه بطنی در تیمار حاوی ۰/۵ درصد زیره سبز ۵۳/۴ درصد کمتر از شاهد بود. همچنین مصرف ۰/۵ درصد زیره سبز، پاسخ حساسیت بازوفیلی پوستی در ۱۲ ساعت پس از تزریق فیتوهماکلوئینین را ۲۶۷/۵ درصد، عیار پادتن علیه گلبول قرمز گوسفندی در روز هفتم پس از تزریق را ۱۲۵/۷ درصد و وزن نسبی بورس فابریسیوس را ۸۶/۶ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. با توجه به نگرانی‌های مرتبط با آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد، پودر زیره سبز و زردچوبه می‌تواند به عنوان گزینه‌ای طبیعی و بالقوه برای جایگزینی این ترکیبات در جیره جوجه‌های گوشتی مطرح شود؛ با این حال، تأیید این موضوع مستلزم مقایسه مستقیم با گروه حاوی آنتی‌بیوتیک محرک رشد است.

منابع

- Abdelli, N., Solà-Oriol, D., & Pérez, J. F. (2021). Phytogenic feed additives in poultry: Achievements, prospective and challenges. *Animals*, 11(12), 3471.
- Castanon, J. I. R. (2007). History of the use of antibiotic as growth promoters in European poultry feeds. *Poultry Science*, 86(11), 2466-2471.
- Challagali, S. B., Dhulipalla, S. K., Pathakamuri, K., Chappidi, V. S., & Sowjanya Lakshmi, R. (2021). Performance and carcass characteristics of Japanese quail fed dietary cumin (*Cuminum cyminum*) seed powder as natural feed additive. *Indian Journal of Animal Nutrition*, 38(2). <https://doi.org/10.56093/ijan.v38i2.114974>
- Choct, M. (2015). Feed non-starch polysaccharides for monogastric animals: Classification and function. *Animal Production Science*, 55(12), 1360-1366.
- Corrier, D. E., & Deloach, J. R. (1990). Evaluation of cell-mediated, cutaneous basophil hypersensitivity in young chickens by an interdigital skin test. *Poultry Science*, 69, 403-408.
- Dibner, J. J., & Richards, J. D. (2005). Antibiotic growth promoters in agriculture: History and mode of action. *Poultry Science*, 84(4), 634-643.

- Hernández-García, P. A., Granados-Rivera, L. D., Orzuna-Orzuna, J. F., Vázquez-Silva, G., Díaz-Galván, C., & Razo-Ortíz, P. B. (2025). Meta-analysis of dietary curcumin supplementation in broiler chickens: Growth performance, antioxidant status, intestinal morphology, and meat quality. *Antioxidants*, 14(4), 460.
- Hosseini-Vashan S. J., Golian, A., Yaghobfar, A. 2014. Effects of turmeric rhizome powder and oil sources on performance, immune system and bone characteristics in pre and post heat stressed broiler chickens. *Annual Research & Review in Biology*, ISSN: 2347-565X: 4(20): 3096-3107.
- Hosseini-Vashan S. J., Golian, A., Yaghobfar, A. 2015. Effects of turmeric rhizome powder and oil sources on blood metabolites, immune system, and antioxidant status in pre and post heat stressed broiler chickens. *Journal of Livestock Science and Technologies*. 3(2): 13-20.
- Karik, U., Demirbolat, İ., Toluk, Ö., & Kartal, M. (2021). Comparative study on yields, chemical compositions, antioxidant and antimicrobial activities of cumin (*Cuminum cyminum* L.) seed essential oils from different geographic origins. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 24(4), 724-735.
- Khodadadi, M., Sheikhi, N., Haghbin Nazarpak, H., & Nikbakht Brujeni, G. (2021). Effects of dietary turmeric (*Curcuma longa*) on innate and acquired immune responses in broiler chicken. *Veterinary and Animal Science*, 14, 100213.
- National Research Council. (1994). *Nutrient requirements of poultry* (9th rev. ed.). National Academy Press, Washington, DC.
- SAS Institute. (2002). *SAS/STAT user's guide, version 9*. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Sethy, K. (2021). Effect of turmeric (*Curcuma longa*) supplementation on growth, antioxidants and immunity of broilers. *Indian Journal of Animal Nutrition*, 37(4), 392-396.
- Shafiee, M., Akbari, M. R., Asadi-Khoshoei, E., Bahadoran, S., & Hassanpour, H. (2020). Growth performance, nutrient digestibility, immune system, and blood parameters in broiler chickens fed on diets supplemented with cumin (*Cuminum cyminum*) or black cumin (*Bunium persicum*) seed powders. *Poultry Science Journal*, 8(2), 223-231.
- Ürüšan, H., & Bölükbaşı, Ş. C. (2017). Effects of dietary supplementation levels of turmeric powder (*Curcuma longa*) on performance, carcass characteristics and gut microflora in broiler chickens. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 27(3), 732-736.
- Valavi, M., Sarir, H., FarhangFar, H., Zarban, A., Hosseini-Vashan, S.J., Naeimipour-Younosi, H., (2016). Evaluation the effect of garlic and cinnamon powder on performance, antioxidant system, blood parameters of broilers under heat stress conditions. *Research on Animal Production*, 14: 10-20.
- Varzaru, I., Untea, A., Saracila, M., Oancea, A., & Vlaicu, A. (2024). Nutritional profile and health properties of turmeric and curcumin extract: A comparative analysis. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies*, 57(1), 36-43.
- Yaghobfar, A., Hosseini-Vashan S. J., A. Golian, M.R. Nasiri and A. R. Raji. 2011. Effects of turmeric powder in diets based on soybean oil on performance, energy and protein efficiency ratio and immune system broiler chicks. *The First international conference on Agricultural and Natural Resources*, Babylon University, Hilla, Iraq. 4-6 October.