Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University

Research on Animal Production, Vol. 16, Issue 3, 2025 p: 70-82

OPEN ACCESS

Research Paper

The Effect of Adding Safflower Meal, Multi-Enzyme, and Acidifier on the Growth Performance and Intestinal Morphology of Broiler Chickens

Tahereh Ghaznavi[1], Nazar Afzali[2], Seyyed Javad Hosseini-Vashan[3], Mohammad Sedghi[4] and Hossein Naeemipour Younesi[5]

1- Ph.D. Student, Department of Animal Science, University of Birjand, Birjand, Iran
2- Professor, Department of Animal Science, University of Birjand, Birjand, Iran
3- Associate Professor, Department of Animal Science, University of Birjand, Birjand, Iran,
(Corresponding author: jhosseiniv@birjand.ac.ir)
4- Assistant Professor, Department of Animal Science, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
5- Assistant Professor, Department of Animal Science, University of Birjand, Birjand, Iran

Received: 11 February, 2025 Revised: 27 April, 2025 Accepted: 29 May, 2025

Extended Abstract

Background: In recent years, there has been an increase in cost, and sometimes the scarcity of the main components of poultry feed, including corn and soybean meal, in Iran has led to research in the field of finding suitable alternatives. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) is an annual herb that is abundantly found in Iran. Safflower meal, a high-quality protein supplement, can be used as a substitute for soybean meal in broiler diets. However, safflower meal contains high crude fiber and low energy, which is one of the limiting factors for the use of this edible material in poultry diets. To facilitate the use of safflower meal in poultry feed, it is suggested to include additives, such as enzymes and acidifiers. Several researchers have reported that the use of food additives, such as probiotics, enzymes, and acidifiers, may improve the digestibility of foods containing high fiber. Therefore, enzymes were used to increase the digestion of safflower meal. Endopower multi-enzyme has high enzyme activity of alpha-galactosidase, galactomanase, xylanase, and beta-glucanase. This product is produced using the *Aspergillus niger* fungus by the fermentation method, and side products (e.g., amylase, phytase, cellulase, and protease enzymes) are produced during the fermentation process. These enzymes improve growth performance by degrading non-starch polysaccharides and increasing the digestion and absorption of nutrients. Therefore, the present experiment aimed to investigate the effect of safflower meal, multienzyme, and acidifier on the growth performance, blood biochemical indices, and intestinal morphology of broiler chickens.

Methods: A total of 495 one-day-old male chickens were used in a completely randomized design with a factorial arrangement (2*2*2), including nine treatments, five replications, and 11 chicks per replication. Experimental treatments included a control and two levels of safflower meal (0, 7.5, and 15%) and two levels of multienzyme (0 & 0.2%) and acidifier (0 & 0.1%). The growth performance traits (body weight gain, feed intake, and feed conversion ratio) were recorded at the end of each rearing period, involving starter, grower, and finisher periods. To determine blood biochemical indices, the blood was gathered from two birds of each replicate and then centrifuged at 3000 rpm. Plasma samples were used to determine the concentrations of LDL, cholesterol, triglyceride, total protein, uric acid, albumin, and plasma enzyme activity of AST and ALT in broiler chickens. At the end of the experiment (42 days old), two birds from each replicate were slaughtered to determine the carcass weight and organ weight, and to calculate the relative weight of organs. The determined intestinal morphology involved villus height, villus width, crypt depth, and villus height to crypt depth ratio.

Results: The results of the data showed that adding 15% of safflower meal, multi-enzyme, and acidifier to the diet of broiler chickens in the starter period reduced the daily weight and feed intake and decreased the feed conversion ratio (FCR). Throughout the grower period, the highest daily weight gain was observed in the group fed with 15% safflower meal. The control treatment had the lowest feed intake and FCR. The weights of thigh, breast, spleen, abdominal fat, gizzard, heart, and different parts of the small intestine were affected by experimental treatments. The inclusion of 15% safflower meal, along with the acidifier and the multi-enzyme, increased the weights of the gizzard, heart, and different parts of the small intestine compared to the control group.

The highest activity of GOT and GPT enzymes and concentrations of total protein, uric acid, and glucose were assigned to the treatment that consumed safflower meal along with acidifier and

Copyright ©2025 Ghaznavi et al. Published by Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 Unported License, which allows users to read, copy, distribute, and make derivative works for non-commercial purposes from the material, as long as the author of the original work is cited properly.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-11-25]

[DOI: 10.61882/rap.2025.1473]

multi-enzyme compared to the control. The concentrations of triglycerides and cholesterol decreased in the blood of birds treated with 15% safflower meal and the acidifier and 15% safflower meal with the acidifier and the multi-enzyme. However, the concentration of HDL increased in the treatment of 15% safflower meal with the acidifier and the multi-enzyme, and the level of LDL decreased in the treatments containing 15% safflower meal with the acidifier and 15% safflower meal with the acidifier and the multi-enzyme compared to the control. Villus height, crypt depth, and the ratio of villus height to crypt depth were higher in the treatment of 15% safflower meal combined with acidifier and multi-enzyme than in the other treatments.
Conclusion: In general, the results show that adding 15% safflower meal along with multienzyme and acidifier increases the growth performance and health of the digestive system, thereby increasing the digestion and absorption of nutrients, leading to an increase in daily weight and feed consumption.

Keywords: Acidifier, Cholesterol, Feed conversion ratio, Multienzyme, Villus Height

How to Cite This Article: Ghaznavi T., Afzali, N., Hosseini-Vashan, S.J., Sedghi, M., & Naeemipour Younesi, H. (2025). The Effect of Adding Safflower Meal, Multi-Enzyme, and Acidifier on the Growth Performance and Intestinal Morphology of Broiler Chickens. *Res Anim Prod,* 16(3), 70-82. 10.61882/rap.2025.1473

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-11-25]

[DOI: 10.61882/rap.2025.1473]

مقاله پژوهشی

تأثیر افزودن کنجاله گلرنگ، مولتی آنزیم و اسیدی‌فایر بر عملکرد رشد و ریخت‌شناسی روده جوجه‌های گوشتی

طاهره غزنوی[۱]، نظر افضلی[۲]، سید جواد حسینی واشان[۳]، محمد صدقی[۴] و حسین نعیمی‌پور یونسی[۵]

۱- دانشجوی دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
۲- استاد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
۳- دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران، (نویسنده مسوول: jhosseiniv@birjand.ac.ir)
۴- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
۵- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۲۲ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۴/۰۲/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۰۸
صفحه ۷۰ تا ۸۲

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: در سالیان اخیر، افزایش قیمت شدید مواد خوراکی نهاده‌های متداول خوراک طیور و بعضاً کمبود آن‌ها، از جمله مشکلات مرغداران هستند. به‌همین دلایل، یافتن منابع خوراکی به‌ویژه پروتئینی جهت استفاده در خوراک طیور، از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. گلرنگ یکی از دانه‌های روغنی با سطح کشت نسبتا بالا در ایران است. کنجاله گلرنگ می‌تواند به‌عنوان جایگزین مناسبی برای کنجاله سویا در تغذیه طیور مورد توجه باشد. کنجاله گلرنگ به‌لحاظ ارزش غذایی دارای فیبر خام بالاتر و ارزش انرژی‌زایی پایین‌تری نسبت به سایر کنجاله‌های دانه روغنی است که دلیل محدودیت استفاده از آن در جیره طیور است. برای غلبه بر این مسئله، افزودن مولتی آنزیم یا اسیدی‌فایر به‌عنوان افزودنی برای افزایش ارزش غذایی پیشنهاد شده‌است. مولتی‌آنزیم می‌تواند با کمک به تجزیه فیبر جیره، گوارش‌پذیری کنجاله گلرنگ را افزایش دهد. مولتی‌آنزیم اندوپاور دارای مخلوطی از آنزیم‌های فعال آلفا گالاکتوزیداز، گالاکتوماناز، زایلاناز، و بتاگلوکاناز است که از قارچ *آسپرژیلوس نیجر* و به‌روش تخمیری تولید می‌شود. این آنزیم‌ها با تجزیه و تخریب بعضی ترکیبات غیرنشاسته‌ای و فیبر نامحلول به افزایش گوارش‌پذیری کمک می‌کنند. اسیدی‌فایر نیزبا تغییر اسیدیته مجرای گوارشی و تاثیر بر رشد پرزها روده باعث فراهم‌آوردن زمینه گوارش بیشتر مواد خوراکی می‌شوند. بنا بر این، هدف از این پژوهش ارزیابی اثر استفاده از کنجاله گلرنگ، مولتی‌آنزیم و اسیدی‌فایر در جیره جوجه‌های گوشتی بر عملکرد رشد، شاخص‌های بیوشیمیایی خون، و ریخت‌شناسی روده این پرندگان بود.

مواد و روش‌ها: به‌منظور بررسی اثر کنجاله گلرنگ، مولتی‌آنزیم و اسیدی‌فایر بر عملکرد رشد و ریخت‌شناسی روده جوجه‌های گوشتی، آزمایشی با تعداد ۴۹۵ قطعه جوجه نر یک‌روزه در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل ۲×۲ ×۲ و یک شاهد شامل ۹ تیمار، ۵ تکرار و ۱۱ جوجه در هر تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل دو سطح کنجاله گلرنگ (۷/۵ و ۱۵ درصد) و دو سطح با و بدون مکمل مولتی‌آنزیم یا اسیدی‌فایر بود. برنامه دما، رطوبت، و واکسیناسیون جوجه‌های گوشتی در طی دوره پرورش مطابق با پیشنهادات سویه بود. برنامه تغذیه در قالب سه دوره آغازین (۱۰-۱ روزگی)، رشد (۲۴-۱۱ روزگی) و پایانی (۴۲-۲۵ روزگی) اجرا شد. در پایان هر دوره پرورش (آغازین، رشد و پایانی)، صفات عملکردی و در پایان آزمایش (۴۲ روزگی) شاخص‌های بیوشیمیایی خون، وزن اندام‌ها و ریخت‌شناسی روده جوجه‌های گوشتی بررسی شدند. شاخص‌های بیوشیمیایی مورد مطالعه شامل غلظت‌های گلوکز، کلسترول، تری‌گلیسرید، LDL، HDL پروتئین کل، اسید اوریک و فعالیت آنزیم‌های آسپارتات آمینوترانسفراز و آلانین آمینوترانسفراز در خون جوجه‌های گوشتی بودند. شاخص‌های ریخت‌شناسی روده شامل ارتفاع پرز، عرض پرز، عمق کریپت، و نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت مورد ارزیابی قرار گرفتند. در پایان، داده‌ها با مدل آنالیز واریانس دوطرفه در قالب فاکتوریل و طرح کاملاً تصادفی با نرم‌افزار SAS مورد تجزیه آماری قرار گرفتند. میانگین‌ها با آزمونه توکی-کرامر مورد مقایسه قرار گرفتند و اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ مورد مقایسه قرار گرفت.

یافته‌ها: تغذیه جیره حاوی ۱۵ درصد کنجاله گلرنگ، مکمل‌شده با مولتی آنزیم و اسیدی‌فایر در دوره آغازین، وزن روزانه و مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی را کاهش و ضریب تبدیل خوراک را افزایش داد. در دوره رشد، افزایش وزن روزانه در گروه تغذیه‌شده با ۱۵٪ کنجاله گلرنگ در مقایسه با شاهد افزایش یافت ($P < ۰/۰۵$) و میزان مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک در تیمار شاهد در مقایسه با سایر تیمارها کاهش یافت. میزان فعالیت آنزیم‌های GOT و GPT، و غلظت‌های پروتئین تام، اسید اوریک و گلوکز در تیمار کنجاله گلرنگ همراه با اسیدی‌فایر و مولتی‌آنزیم در مقایسه با شاهد افزایش یافتند ($P < ۰/۰۵$). غلظت‌های تری‌گلیسرید و کلسترول خون تیمار ۱۵٪ کنجاله گلرنگ و اسیدی‌فایر و ۱۵٪ کنجاله گلرنگ به‌همراه اسیدی‌فایر و مولتی آنزیم در مقایسه با شاهد کاهش یافتند. ارتفاع پرز، عمق کریپت و نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت در تیمار ۱۵٪ کنجاله گلرنگ همراه با اسیدی‌فایر و مولتی‌آنزیم نسبت به شاهد افزایش یافتند ($P < ۰/۰۵$). پژوهش‌های پیشین نیز نشان می‌دهند که افزودن ترکیبات اسیدی‌فایر به جیره جوجه گوشتی باعث بهبود افزایش وزن، کاهش ضریب تبدیل خوراک، و در مواردی باعث کاهش شاخص‌های خونی و ریخت‌شناسی روده جوجه گوشتی می‌شود. در مواردی، افزودن اسیدی‌فایر به آب جوجه گوشتی نیز باعث بهبود عملکرد جوجه گوشتی گردید.

نتیجه‌گیری کلی: نتایج نشان می‌دهند که افزودن ۱۵٪ کنجاله گلرنگ به‌همراه مولتی‌آنزیم و اسیدی‌فایر سبب بهبود شاخص‌های خونی و بافت‌شناسی دستگاه گوارش شد. بنا بر این، راندمان گوارش و جذب مواد مغذی افزایش می‌یابد و منجربه افزایش سرعت رشد و افزایش وزن بدن پرندگان می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع پرز، اسیدی‌فایر، ضریب تبدیل، کلسترول، مولتی‌آنزیم

مقدمه

خوراک و کیفیت آن از عوامل اصلی موثر بر راندمان تولید و اقتصادی بودن تولید در صنعت پرورش طیور است. بنا بر این، مدیریت تغذیه هم از لحاظ اقتصادی و هم از نظر سلامتی نقش اساسی در پرورش طیور دارد. به‌طور معمول، در جیره طیور از غلات به‌عنوان منبع انرژی و کنجاله دانه‌های روغنی به‌عنوان مکمل پروتئینی استفاده می‌شود. معمول‌ترین منبع پروتئینی رایج مورد استفاده در تغذیه طیور، کنجاله سویا است، هرچند که از کنجاله آفتابگردان، کانولا، پنبه دانه و گلرنگ نیز به‌عنوان منبع پروتئینی در جیره طیور استفاده می‌شود. در سال‌های اخیر، افزایش قیمت مواد خوراکی مرسوم در صنعت پرورش طیور، مانند ذرت و کنجاله سویا و گاهی کمیاب شدن آن‌ها در کشور، تحقیق در زمینه یافتن منابع با کیفیت مطلوب، قابل دسترس و ارزان‌تر را جهت کاهش مصرف ذرت و کنجاله سویا در صنعت

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-11-25]
[DOI: 10.61882/rap.2025.1473]

پرورش طیور موجب شده‌است (Purreza & Sadeghi, 2011).

گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) گیاهی علفی و یکساله است که در نقاط مختلف ایران ذخایر ژنتیکی آن به‌وفور یافت می‌شوند (Taibipour & Kermanshahi, 2004). کنجاله گلرنگ از فرایند روغن‌کشی دانه گلرنگ به‌دست می‌آید. در صورت روغن‌کشی و پوست‌گیری دانه گلرنگ، کنجاله گلرنگ تهیه می‌گردد که به‌عنوان یک مکمل پروتئینی با کیفیت بالا (۴۴-۴۲ درصد پروتئین خام) در جیره جوجه‌های گوشتی می‌توان استفاده کرد. کنجاله گلرنگ پوست‌گیری نشده، فیبر خام بالا و انرژی کمی دارد که از عوامل محدودکننده استفاده از این ماده خوراکی در جیره طیور است. کیفیت کنجاله گلرنگ بسیار متغیر است و به‌علت بالا بودن میزان الیاف خام آن، در مقادیر زیاد در جیره طیور قابل استفاده نیست (Raj *et al*., 1983).

کنجاله گلرنگ پوست‌گیری شده، به‌جز کمبود لیزین و احتمالاً متیونین، منبع پروتئین خوبی برای جوجه‌ها است (Young & Halloran, 1962; Valadez *et al*., 1965; Kohler *et al*., 1966). نشان داده شده‌است که هنگامی که کنجاله گلرنگ به‌میزان مناسب به جیره جوجه گوشتی افزوده شود، سبب پاسخ رشدی مشابه با کنجاله سویا می‌گردد. با توجه به این که کنجاله گلرنگ پوست‌گیری شده حدود ۱۶-۱۲ درصد فیبر دارد، انرژی قابل سوخت و ساز آن نسبتاً کم است و استفاده از کنجاله گلرنگ در جیره‌های پر انرژی جوجه‌های گوشتی با مشکل مواجه می‌شود (Zablan *et al*., 1963; Kohler *et al*., 1966; Shoji *et al*., 1966). استفاده از گلرنگ پوست‌گیری شده در جیره طیور در صورت تعدیل سطح انرژی با توجه ویژه به مکمل‌های لیزین و متیونین امکان‌پذیر است. سطوح توصیه‌شده کنجاله گلرنگ برای پرندگان جوان ۵-۸ درصد و جوجه‌های گوشتی و مرغ‌های مسن‌تر ۱۰-۱۵ درصد هستند. دانه‌های گلرنگ را نیز می‌توان تا سطح ۱۰٪ در جیره جوجه‌های گوشتی و مرغ‌های تخم‌گذار گنجاند (Kuzmicky & Kohler, 1968). کنجاله گلرنگ یک منبع پروتئینی قابل استفاده در جیره طیور است که در هنگام استفاده در جیره طیور باید به‌میزان فیبر آن و توازن اسیدهای آمینه توجه ویژه نمود (Hosseini-Vashan *et al*., 2008).

منابع متعددی گزارش کرده‌اند که استفاده از مواد افزودنی خوراکی، همچون زیست‌یارهای باکتریایی، آنزیم و اسیدی‌فایر، سبب بهبود گوارش‌پذیری خوراک‌های حاوی فیبر بالا می‌شود (Costa *et al*., 2008). کنجاله گلرنگ علی‌رغم داشتن سطح پروتئین نسبتاً مناسب، فیبر بالاتری دارد، لذا به جهت بهبود گوارش کنجاله گلرنگ از آنزیم استفاده شد. آنزیم اندوپاور دارای فعالیت آنزیمی بالایی از آلفاگالاکتوزیداز، گالاکتوماناز، زایلاناز، بتاگلوکاناز، آمیلاز، فیتاز، سلولاز و پروتئاز در طی فرآیند تولید تخمیری با قارچ *آسپرژیلوس نایجر* است و با تخریب پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای و افزایش گوارش و جذب مواد مغذی، عمکرد پرنده را بهبود می‌بخشند (Scott *et al*., 1997).

اسیدی‌فایرها نیز در جیره حیوانات اثر مثبتی بر عملکرد رشد جوجه دارند، میزان بروز بیماری در دستگاه گوارش را کاهش می‌دهند و در نتیجه عملکرد تولیدی را بهبود می‌بخشند. حضور اسیدی‌فایرها در خوراک، به حفظ pH بهینه روده برای فعالیت کارآمد آنزیم‌های گوارشی پروتئولیتیک و فعالیت ضد میکروبی روی باکتری‌های بیماری‌زای روده برای کاهش عفونت کمک می‌کند (Khan & Iqbal, 2016; Sugiharto, 2016; Yadav *et al*., 2016). اسیدهای آلی برای از بین بردن باکتری‌های گرم منفی تمایل خاصی نشان می‌دهند و این ممکن است به‌دلیل pH اسیدی‌تر سلول باشد که سبب تجزیه اسید می‌گردد؛ یون‌های H^+ آزاد شده و pH سلول میکروبی کاهش می‌یابد (Emili, 2021). با توجه به کمبود کنجاله سویا و ذرت در کشور و استفاده از این اقلام در جیره طیور، پژوهش حاضر به‌منظور بررسی تأثیر کنجاله گلرنگ حاوی مکمل‌های آنزیمی و اسیدی‌فایر بر عملکرد رشد، اجزای لاشه و ریخت‌شناسی روده جوجه گوشتی سویه راس انجام شد.

مواد و روش‌ها

پرنده‌ها و تیمارهای آزمایشی

به‌منظور انجام این آزمایش از ۴۹۵ قطعه جوجه خروس یک‌روزه سویه راس ۳۰۸، در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل ۲×۲ ×۲ و یک شاهد شامل نه تیمار، پنج تکرار و ۱۱ جوجه در هر تکرار استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل دو سطح کنجاله گلرنگ (۷/۵ و ۱۵ درصد) و دو سطح مکمل مولتی‌آنزیم (صفر و یک‌صدم درصد) و دو سطح اسیدی‌فایر(صفر و یک‌دهم درصد) بودند. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱) جیره بر پایه ذرت و کنجاله سویا (شاهد)،۲) سطح ۷/۵ درصد کنجاله گلرنگ، ۳) سطح ۱۵ درصد کنجاله گلرنگ، ۴) سطح ۷/۵ درصد کنجاله گلرنگ + مولتی‌آنزیم تجاری اندوپاور، ۵) سطح ۱۵ درصد کنجاله گلرنگ + مولتی‌آنزیم تجاری اندوپاور، ۶) سطح ۷/۵ درصد کنجاله گلرنگ + اسیدی‌فایر تجاری، ۷) سطح ۱۵ درصد کنجاله گلرنگ + اسیدی‌فایر تجاری، ۸) سطح ۷/۵ درصد کنجاله گلرنگ + مولتی‌آنزیم اندوپاور و اسیدی‌فایر تجاری، ۹) سطح ۱۵ درصد کنجاله گلرنگ + مولتی‌آنزیم اندوپاور (ساخت شرکت ایزیبیو، سئول کره جنوبی) و اسیدی‌فایر تجاری بودند. مکمل مولتی‌آنزیم اندوپاور ترکیبی حاوی آنزیم‌های گالاکتوزیداز، گالاکتوماناز، زایلاناز و ترکیب قابل توجهی از میکروارگانیزم‌های قارچی *آسپرژیلوس نیجر و اوریزا* است که زمینه فعالیت آمیلازی و فیتازی را نیز فراهم می‌نماید که طبق پیشنهاد شرکت سازنده ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم در جیره استفاده شد. ترکیب شیمیایی جیره‌ها برای دوره ۴۲ روزه براساس جداول انجمن ملی تحقیقات آمریکا (NRC, 1994) و احتیاجات مواد مغذی پرندگان براساس دفترچه راهنمای تغذیه شرکت راس ۳۰۸ تهیه و تنظیم شدند (جدول ۱). در طول دوره پرورش، جوجه‌ها به‌صورت آزاد به آب و خوراک دسترسی داشتند.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-11-25]
[DOI: 10.61882/rap.2025.1473]

صفات مورد بررسی

شاخص‌های عملکردی از جمله افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک در روزهای ۱۰، ۲۴ و ۴۲ اندازه‌گیری شدند. در پایان دوره آزمایشی، دو قطعه جوجه از هر واحد آزمایشی به‌صورت تصادفی انتخاب و کشتار شدند. وزن لاشه و اندام‌های درونی به تفکیک اندازه‌گیری و به‌صورت درصدی از وزن بدن محاسبه شدند.

در پایان دوره آزمایشی و زمان کشتار (۴۲ روزگی) برای بررسی شاخص‌های بیوشیمیایی خون، از دو پرنده از هر تکرار خون‌گیری و سرم آن‌ها جداسازی و تا زمان انجام آزمایش در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. غلظت‌های شاخص‌های بیوشیمیایی خون شامل کلسترول، تری گلیسرید، لیپوپروتئین با دانسیته پایین (LDL)، لیپوپروتئین با دانسیته بالا (HDL)، گلوکز، پروتئین کل، اسید اوریک، آلبومین و میزان فعالیت آنزیم‌های آنزیم گلوتامیک پیرویک ترانس‌آمیناز (GPT) و گلوتامیک اگزالواستیک ترانس‌آمیناز (GOT) با استفاده از دستگاه طیف‌سنجی نوری خودکار مدل جسان چم ۲۰ (ساخت ایتالیا) و با کیت‌های آزمایشگاهی شرکت زیست‌شیمی ایران اندازه‌گیری شدند. به‌منظور بررسی ریخت‌شناسی بافت ژژنوم، نمونه‌هایی از بافت هدف تهیه و پس از تخلیه محتویات و شستشو، در فرمالین ۱۰ درصد نگهداری شدند. هر نمونه از محور طولی روده بریده شد و در پارافین قرار گرفت. پس از رنگ‌آمیزی با ائوزین و هماتوکسیلین، از مقاطع عرضی با استفاده از میکروتوم برش بافتی تهیه شد و با میکروسکوپ نوری طول پرز، عرض پرز و عمق کریپت اندازه‌گیری شدند (Brudnicki *et al*., 2017). همچنین، سطح جذبی پرزهای ژژنوم با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (Prakatur *et al*., 2019).

سطح جذب = (میانگین طول پرزها) × (میانگین عرض پرزها/2)

تجزیه آماری

به‌منظور بررسی و تحلیل آماری، کلیه داده‌های جمع‌آوری‌شده در نرم‌افزار EXCEL ثبت و دسته‌بندی شدند. سپس با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و رویه خطی عمومی GLM مورد تجزیه واریانس سه‌طرفه قرار گرفتند و میانگین‌ها با استفاده از آزمونه توکی-کرامر در سطح ۵ درصد مقایسه شدند. مدل آماری مورد استفاده به‌شرح ذیل بود:

$$Y_{ij}=\mu+ S_i + A_j+E_k + SA_{ij} + SE_{ik}+ AE_{jk}+ SAE_{ijk}+e_{ij}$$

Y_{ij}: نشان‌دهنده صفت مورد مطالعه، μ میانگین کل صفت، S_j: اثر کنجاله گلرنگ، A_j: اثر اسیدی‌فایر، E_k: اثر آنزیم، SA_{ij}: اثر برهمکنش کنجاله گلرنگ و اسیدی‌فایر، SE_{ik}: اثر برهمکنش کنجاله گلرنگ و آنزیم، AE_{jk}: اثر برهمکنش اسیدی‌فایر و آنزیم، SAE_{ijk}: اثر برهمکنش کنجاله گلرنگ، اسیدی‌فایر و آنزیم، و e_{ij}: اثر خطای آزمایشی هستند.

جدول ۱- مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی حاوی کنجاله گلرنگ

Table 1. Feed ingredients and chemical composition of experimental diets containing safflower meal

Finisher (25-42 days)			Grower (11-24 days)			Starter (1-10 days)			Ingredient (%)
15 %	7.5 %	0	15 %	7.5 %	0	15 %	7.5 %	0	
49.56	55.98	62.40	45.11	51.53	57.95	42.12	48.56	54.98	Corn
24.54	27.20	29.84	29.50	32.15	34.81	33.12	35.78	38.42	Soybean Meal
15.00	7.5	0.00	15.00	7.50	0.00	15.00	7.50	0	Safflower meal
6.70	5.14	3.58	5.91	4.34	2.78	5.00	3.44	1.88	Soybean Oil
1.48	1.52	1.56	1.64	1.68	1.72	1.56	1.60	1.64	Dicalcium phosphate
0.88	0.90	0.92	0.97	0.99	1.02	1.22	1.24	1.26	Carbonate Calcium
0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.22	$NaHCO_3$
0.18	0.20	0.20	0.19	0.20	0.21	0.19	0.20	0.20	Common Salt
0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.80	0.08	0.08	Choline chloride
0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	Vitamin premix[1]
0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	Mineral premix[2]
0.32	0.30	0.30	0.16	0.14	0.12	0.18	0.16	0.14	L-Threonine
0.12	0.12	0.12	0.35	0.34	0.33	0.37	0.36	0.35	DL-Methionine
0.34	0.28	0.24	0.35	0.30	0.25	0.38	0.32	0.27	L-lysine
Nutrient composition									
3100	3100	3100	3000	3000	3000	2910	2910	2910	Metabolizable energy (kcal/kg)
19	19	19	21	21	21	.522	22.5	22.5	Crude protein (%)
1.03	1.03	1.03	1.15	1.15	1.15	1.25	1.25	1.25	Lysine (%)
0.8	0.8	0.8	0.87	0.87	0.87	0.92	0.92	0.92	Methionine+cysteine (%)
0.79	0.79	0.79	0.87	0.87	0.87	0.96	0.96	0.96	Calcium (%)
0.395	0.395	0.395	0.435	0.435	0.435	0.430	0.430	0.430	Available phosphorous (%)
5.647	4.090	2.534	5.756	4.200	2.644	5.842	4.286	2.730	Crude Fiber

[1] The vitamin premix supplied the following per kilogram of feed: vitamin A: 25000 IU; vitamin D3: 5000 IU; vitamin E: 12.5 g; vitamin K3: 2.5 g; vitamin B1: 1 mg; vitamin B2: 8 mg; Niacin: 17.5 mg; Pantothenic acid: 9.24 mg; Pyridoxine: 3 mg; Folic acid: 0.84 mg; Cobalamin: 0.015 mg.
[2] The Mineral premix supplied the following per kilogram of feed: Fe: 80 mg; Cu: 10 mg; Mn: 80 mg; Se: 0.15 mg; Iodine: 0.35 mg.

نتایج و بحث

شاخص‌های عملکرد

نتایج حاصل از تاثیر افزودن کنجاله گلرنگ، مولتی‌آنزیم و اسیدی‌فایر به جیره بر شاخص‌های عملکردی جوجه‌های گوشتی در جدول ۲ گزارش شده‌اند. بررسی اثرات اصلی نشان داد که افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک در دوره آغازین (۰-۱۰ روزگی) تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرارگرفتند ($P < 0.05$). پرندگان مصرف‌کننده جیره حاوی ۷/۵ درصد کنجاله گلرنگ، افزایش وزن و مصرف خوراک روزانه بالاتر و ضریب تبدیل خوراک پایین‌تری نسبت به پرندگان مصرف‌کننده جیره حاوی ۱۵درصد کنجاله گلرنگ داشتند. عدم حضور اسیدی‌فایر در جیره، سبب افزایش وزن روزانه در دوره آغازین و رشد، کاهش مصرف خوراک در دوره آغازین و افزایش مصرف خوراک در دوره رشد و بهبود ضریب تبدیل خوراک در دوره آغازین شد. همچنین، افزودن مولتی‌آنزیم به جیره سبب افزایش وزن روزانه و کاهش ضریب تبدیل خوراک در دوره آغازین شد.

اثرات متقابل بین کنجاله گلرنگ، اسیدی‌فایر و مولتی‌آنزیم نشان دادند که شاخص‌های عملکردی (افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک روزانه و ضریب تبدیل خوراک) تنها در دوره آغازین و رشد تحت تأثیر قرار گرفتند ($P < 0.05$). در دوره آغازین، جیره حاوی ۱۵ درصد کنجاله گلرنگ با اسیدی‌فایر و

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-11-25]
[DOI: 10.61882/rap.2025.1473]

یا ترکیب اسیدی‌فایر و مولتی‌آنزیم سبب کاهش وزن روزانه و افزایش ضریب تبدیل خوراک در پرندگان مصرف‌کننده شد. جیره حاوی ۱۵ درصد کنجاله گلرنگ و مولتی‌آنزیم، مصرف خوراک پرندگان را در سن ۰–۱۰ روزگی کاهش داد. در دوره رشد، پرندگان تغذیه‌شده با جیره حاوی ۱۵ درصد کنجاله گلرنگ بدون افزودنی بالاترین وزن بدن و پرندگان مصرف‌کننده جیره حاوی ۱۵ درصد کنجاله گلرنگ، اسیدی‌فایر و مولتی‌آنزیم، پایین‌ترین وزن را داشتند. تیمار شاهد در بین سایر تیمارها کمترین میزان مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک را به‌خود اختصاص داد.

یافته‌های سایر محققین نیز روندی مشابه با مطالعه حاضر را نشان دادند (Valadez *et al*., 1965). با این‌حال، آنها گزارش کردند که مکمل‌کردن پودر خون به جیره حاوی گلرنگ سبب بهبود قابل‌توجهی در رشد جوجه‌های گوشتی گردید. پژوهشگران دیگر نیز بیان کردند که به‌رغم ارزش پروتئین گلرنگ، نرخ افزایش وزن بدن جوجه‌ها در جیره‌های حاوی گلرنگ با مکمل کردن لیزین و متیونین به‌طرز شگفت‌انگیزی افزایش یافت (Fisher *et al*., 1962)، اگرچه آنها پیشنهاد کردند که مطالعات بیشتری برای تحلیل این یافته‌ها مورد نیاز هستند. در این راستا، پژوهشگران گزارش کردند که تفاوت عملکرد بین جیره‌های گلرنگ و سویا، میزان انرژی قابل سوخت و ساز است به این‌صورت که راندمان غذایی ضعیف‌تر جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی گلرنگ به‌دلیل انرژی قابل سوخت و ساز پایین‌تر آن است (Kuzmicky & Kohler, 1968). برخی از پژوهش‌های موجود در پژوهش‌های پیشین، بهبود در افزایش وزن جوجه‌ها را به‌دلیل اثرات افزودن چربی و فیبر به جیره حاوی کنجاله گلرنگ نشان دادند (Peterson *et al*., 1954; Hill & Dansky, 1954; Dam *et al*., 1959; Carew *et al.,* 1959). همراستا با نتایج حاضر، برخی مطالعات بیان می‌کنند که افزایش مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با گلرنگ به‌دلیل وجود فیبر خام بالا در دانه گلرنگ است (Malekian & Hassanabadi, 2011). به‌طور مشابه، افزودن اسیدی‌فایر به خوراک یا آب جوجه گوشتی، کاهش ضریب تبدیل خوراک را در پی داشت (Hesabi *et al*., 2023; Mohiti-Asli & Rahnam-Ghaleroudkhani 2022).

وزن لاشه و اندام‌های داخلی

نتایج حاصل از تاثیر افزودن کنجاله گلرنگ، مولتی‌آنزیم و اسیدی‌فایر به جیره بر وزن لاشه و اندام‌های داخلی جوجه‌های گوشتی در جدول ۳ گزارش شده‌اند. وزن اندام‌های داخلی (ران، سینه، طحال، چربی محوطه بطنی، سنگدان، قلب، دوازدهه، ژژنوم و ایلئوم) تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرارگرفتند ($P < 0.05$). بررسی اثرات اصلی نشان داد که تغذیه پرندگان با جیره حاوی ۱۵ درصد گنجاله گلرنگ سبب افزایش وزن ران و کاهش وزن طحال شد. حضور اسیدی‌فایر در جیره نیز سبب کاهش وزن لاشه و سینه و افزایش وزن چربی محوطه بطنی، سنگدان، قلب، دوازدهه، ژژنوم و ایلئوم شد. مولتی آنزیم نیز تنها وزن قلب را افزایش داد ($P < 0.05$).

اثرات متقابل بین کنجاله گلرنگ، اسیدی‌فایر و مولتی‌آنزیم نیز نشان دادند که تغذیه پرندگان با جیره حاوی ۱۵ درصد کنجاله گلرنگ بدون اسیدی‌فایر و مولتی‌آنزیم سبب افزایش وزن ران و کاهش وزن طحال، چربی محوطه بطنی و قلب شد. اگرچه جیره حاوی ۱۵٪ کنجاله گلرنگ به‌همراه اسیدی‌فایر و مولتی آنزیم، وزن نسبی سینه را کاهش و وزن سنگدان، قلب، دوازدهه، ژژنوم و ایلئوم را نسبت به سایر تیمارها افزایش داد.

سنگدان عضلانی‌تر و بزرگ‌تر می‌تواند گوارش را بهبود بخشد، زیرا خوراک برای مدت طولانی‌تری در دستگاه گوارش بالایی (پیش‌معده و سنگدان) نگهداری می‌شود. همان‌طور که هتلند و همکاران (Hetland *et al*., 2005) بیان کردند، سنگدان نقش اصلی را برای بازگشت مواد گوارشی دوازدهه ایفا می‌کند و ممکن است در صورت کمبود محرک‌های خوراک، قادر به تأثیر بر حرکات گوارشی نباشد. این نشان می‌دهد که پرندگان برای افزایش فعالیت دستگاه گوارش بالایی از جمله سنگدان، به اجزای ساختاری مانند فیبر نیاز دارند. ساکی و رحمت‌نژاد (Saki & Rahmatnezhad, 2015) گزارش کردند که حضور فیبر در جیره جوجه‌های گوشتی، سبب افزایش وزن قسمت‌های مختلف روده کوچک به‌صورت معنی‌دار شد. همچنین محققین گزارش کردند که جیره حاوی فیبر، وزن سنگدان و قسمت‌های مختلف روده کوچک را نسبت به جیره شاهد افزایش داد (Rezaei *et al.,* 2018; Khempaka *et al.,* 2009). این نتایج همراستا با مطالعه حاضر هستند که در آن گنجاندن ۱۵٪ کنجاله گلرنگ به‌همراه اسیدی‌فایر و مولتی‌آنزیم سبب افزایش فیبر جیره و در نتیجه افزایش وزن سنگدان و قسمت‌های مختلف روده کوچک (دوازدهه، ژژنوم و ایلئوم) شد.

میزان چربی محوطه بطنی جوجه‌های گوشتی به عواملی همچون حضور اسیدهای چرب اشباع در جیره، توازن مواد مغذی جیره (انرژی و پروتئین) و میزان هورمون‌های تیروئیدی در خون بستگی دارد. افزایش اسیدهای چرب اشباع و عدم توازن مواد مغذی جیره سبب افزایش میزان چربی محوطه بطنی و افزایش سطح هورمون‌های تیروئیدی خون سبب کاهش چربی محوطه بطنی می‌شود (Malekian & Hassanabadi, 2011) در مطالعه حاضر، افزودن ۱۵٪ کنجاله گلرنگ به جیره که حاوی مقادیری از اسیدهای چرب غیراشباع می‌باشد سبب کاهش چربی محوطه بطنی شد. در مطالعاتی که در استفاده از اسیدی‌فایر در خوراک یا آب جوجه گوشتی، افزایش وزن نسبی اندام‌های لنفاوی بورس و طحال در مقایسه با شاهد گزارش شد (Hesabi *et al*., 2023).

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-11-25]
[DOI: 10.61882/rap.2025.1473]

جدول ۲- تأثیر افزودن کنجاله گلرنگ (SM)، مولتی‌آنزیم (E) و اسیدی‌فایر (AC) به جیره بر شاخص‌های عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی

Table 2. The effect of adding safflower meal (SM), multi-enzyme (E), and acidifier (AC) to the diet on the performance indices of broiler chickens

Feed conversion ratio (FCR)				Daily Feed intake (g/day)				Daily Body weight gain (g/day)				Item		
0-42 days	25-42 days	11-24 days	0-10 days	0-42 Days	25-42 days	11-24 days	0-10 days	0-42 days	25-42 Days	11-24 days	0-10 days			
Main effect														
Safflower meal (%)														
1.99	2.28	1.74	1.10 ^{b}	107.98	178.30	73.01	30.35 ^{a}	54.37	78.66	42.18	27.72^{a}	7.5		
1.98	2.21	1.76	1.21 ^{a}	108.28	181.04	71.32	29.03 ^{b}	54.38	82.47	40.91	24.55^{b}	15		
0.023	0.045	0.034	0.018	0.859	1.698	1.016	0.145	0.729	1.779	0.727	0.393	SEM		
												Acidifier		
1.96	2.25	1.706	1.05 ^{b}	108.26	177.93	75.05^{a}	29.34^{b}	55.47	79.58	44.09^{a}	28.01^{a}	-		
2.02	2.25	1.790	1.26 ^{a}	107.99	181.41	69.28^{b}	30.04^{a}	53.73	81.55	39.01^{b}	24.26^{b}	+		
0.023	0.045	0.034	0.0176	0.8585	1.6978	1.016	0.145	0.729	1.7797	0.727	0.393	SEM		
												Enzyme		
2.00	2.28	1.70	1.19 ^{a}	107.43	178.01	72.08	29.89	53.88	78.55	42.46	25.47^{b}	-		
1.97	2.21	1.795	1.12 ^{b}	108.82	181.32	72.25	29.50	55.32	82.58	40.63	26.80^{a}	+		
0.023	0.045	0.034	0.018	0.018	1.698	1.016	0.145	0.729	1.779	0.727	0.393	SEM		
												Interaction		
												AC	E	SM
1.96	2.36	1.45^{b}	1.11^{b}	103.68	177.10	62.07 ^{b}	29.77 ^{ab}	53.36	76.34	42.74^{abc}	26.87	-	-	0
1.98	2.27	1.70^{ab}	1.14^{b}	106.13	172.90	74.23 ^{a}	30.59 ^{a}	53.88	76.73	43.69^{ab}	27.01	-	-	7.5
1.95	2.24	1.68^{ab}	1.07^{b}	108.88	178.25	76.13 ^{a}	29.85 ^{a}	55.93	79.65	45.28^{a}	28.12	-	-	15
1.97	2.29	1.69 ^{ab}	1.02^{b}	110.24	182.58	74.90 ^{a}	29.52 ^{ab}	56.21	80.32	44.60^{ab}	29.07	-	+	7.5
1.93	2.19	1.75^{a}	0.99^{b}	107.78	177.98	74.92 ^{a}	27.42 ^{c}	55.86	81.61	42.77^{abc}	27.84	-	+	15
1.99	2.28	1.71^{ab}	1.15^{b}	107.33	177.79	71.47 ^{ab}	30.72 ^{a}	54.20	79.05	41.89^{abc}	26.70	+	-	7.5
2.09	2.34	1.71^{ab}	1.32^{a}	107.40	183.12	66.48 ^{ab}	28.40 ^{bc}	51.53	78.78	38.97^{abc}	22.05	+	-	15
2.04	2.29	1.86^{a}	1.09^{b}	108.22	179.94	71.45 ^{ab}	30.58 ^{a}	53.20	78.53	38.54^{bc}	28.11	+	+	7.5
1.95	2.07	1.87^{a}	1.27^{a}	109.03	184.79	67.73 ^{ab}	30.47 ^{a}	56.00	89.84	36.62^{c}	24.20	+	+	15
0.047	0.095	0.065	0.035	1.681	3.227	2.123	0.297	1.502	3.674	1.414	0.780			SEM
P-value														
0.685	0.244	0.756	0.001	0.8117	0.267	0.247	0.001	0.662	0.139	0.123	0.001	SM		
0.346	0.268	0.056	0.005	0.2634	0.178	0.906	0.066	0.174	0.119	0.085	0.022	E		
0.067	0.956	0.085	0.001	0.8289	0.157	0.003	0.002	0.102	0.439	0.0001	0.001	AC		
0.141	0.175	0.601	0.531	0.3645	0.286	0.980	0.307	0.462	0.331	0.560	0.477	SM*E		
0.583	0.899	0.863	0.001	0.9033	0.333	0.073	0.624	0.705	0.503	0.269	0.001	SM*AC		
0.611	0.394	0.189	0.339	0.9177	0.565	0.759	0.001	0.773	0.623	0.326	0.429	Ac*E		
0.179	0.445	0.071	0.047	0.2293	0.332	0.059	0.001	0.066	0.199	0.089	0.175	SM*AC*E		
0.361	0.592	0.004	0.001	0.289	0.284	0.003	0.001	0.336	0.335	0.001	0.092	Treatment		

^{ab}Means with different superscript letters in each effect are statistically significant ($P < 0.05$)

شاخص‌های بیوشیمیایی خون

نتایج حاصل از تاثیر افزودن کنجاله گلرنگ، مولتی‌آنزیم و اسیدی‌فایر به جیره بر شاخص‌های بیوشیمیایی خون در جوجه‌های گوشتی در جدول ۴ گزارش شده‌اند. بررسی اثرات اصلی نشان داد که تغذیه پرندگان با جیره حاوی ۱۵درصد کنجاله گلرنگ در جیره جوجه‌های گوشتی میزان فعالیت آنزیم گلوتامیک پیرویک ترانس‌آمیناز (GPT) سرم خون را افزایش و غلظت کلسترول، تری‌گلیسرید و (LDL) سرم خون را کاهش داد ($P < 0.05$). وجود اسیدی‌فایر در جیره نیز میزان فعالیت آنزیم GPT و غلظت‌های آلبومین، گلوکز، کلسترول، تری‌گلیسرید و LDL سرم خون را کاهش و غلظت‌های پروتئین کل، اسید اوریک و لیپوپروتئین با دانسیته (HDL) را افزایش داد ($P < 0.05$).

همچنین افزودن مولتی‌آنزیم به جیره، غلظت‌های پروتئین کل، کلسترول، HDL و LDL خون را افزایش و غلظت اسید اوریک را کاهش داد ($P < 0.01$). اثرات متقابل کنجاله گلرنگ، اسیدی‌فایر و مولتی‌آنزیم نشان دادند که افزودن کنجاله گلرنگ همراه با اسیدی‌فایر و مولتی‌آنزیم به جیره جوجه‌های گوشتی فعالیت آنزیم‌های GOT و GPT سرم خون را نسبت به تیمار شاهد (بدون افزودنی) کاهش داد. افزودن ۷/۵ و ۱۵٪ کنجاله گلرنگ با اسیدی‌فایر و ۱۵٪ کنجاله گلرنگ با اسیدی‌فایر و مولتی‌آنزیم سبب افزایش میزان پروتئین تام خون شد. غلظت اسید اوریک سرم خون در تیمارهای حاوی کنجاله گلرنگ با اسیدی‌فایر و تیمارهای حاوی کنجاله گلرنگ با اسیدی‌فایر و مولتی‌آنزیم نسبت به سایر تیمارها افزایش یافت. تیمار شاهد و تیمار حاوی کنجاله گلرنگ بدون افزودنی، پایین‌ترین غلظت گلوکز و تیمار حاوی کنجاله گلرنگ با اسیدی‌فایر و مولتی‌آنزیم بالاترین غلظت گلوکز را نشان دادند. تغذیه پرندگان با جیره حاوی ۱۵درصد کنجاله گلرنگ بدون افزودنی یا همراه با مولتی‌آنزیم سبب افزایش و گنجاندن ۱۵ درصد کنجاله گلرنگ به‌همراه اسیدی‌فایر و یا ترکیب اسیدی‌فایر و مولتی‌آنزیم سبب کاهش غلظت کلسترول خون نسبت به سایر تیمارها شد. افزودن اسیدی‌فایر به جیره به‌تنهایی یا همراه با مولتی‌آنزیم به جیره حاوی ۱۵٪ کنجاله گلرنگ، غلظت تری‌گلیسرید خون را کاهش داد. جیره حاوی کنجاله گلرنگ (۷/۵ و ۱۵٪) به‌همراه مولتی‌آنزیم، غلظت HDL سرم خون را کاهش داد. اگرچه تغذیه ۱۵ درصد کنجاله گلرنگ به‌همراه ترکیب اسیدی‌فایر و مولتی‌آنزیم غلظت HDL خون را نسبت به سایر تیمارها افزایش داد. غلظت LDL سرم خون در پرندگان تغذیه‌شده با جیره حاوی ۱۵درصد کنجاله گلرنگ به‌همراه اسیدی‌فایر و ۱۵ درصد کنجاله گلرنگ به‌همراه اسیدی‌فایر و مولتی‌آنزیم نسبت به سایر تیمارها کاهش یافت.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-11-25]
[DOI: 10.61882/rap.2025.1473]

جدول ۳- تأثیر افزودن کنجاله گلرنگ (SM)، مولتی‌آنزیم (E) و اسیدی‌فایر (AC) به جیره بر وزن لاشه و اندام‌های داخلی (گرم) جوجه‌های گوشتی

Table 3. The effect of adding safflower meal (SM), multienzyme (E), and acidifier (AC) to the diet on the carcass and internal organs weight (g) of broiler chickens

Ileum	Jejunum	Duodenum	Heart	Liver	Gizzard	Gallblader	Pancreas	Aabdominal fat	Bursa of Fabricius	Spleen	Breast	Thigh	Carcass	Item		
														Main effect		
														Safflower meal (%)		
3.41	3.71	1.31	0.84	3.49	2.37	0.12	0.38	2.12	0.24	0.21 ^{a}	24.35	18.6 ^{b}	63.64	7.5		
3.49	3.72	1.27	0.86	3.35	2.38	0.11	0.36	1.97	0.21	0.19 ^{b}	23.82	19.1^{a}	63.57	15		
														Acidifier		
3.24^{b}	3.51^{b}	1.25^{b}	0.80^{b}	3.47	2.25 ^{b}	0.12	0.36	1.92 ^{b}	0.23	0.20	25.03 ^{a}	18.83	64.3^{a}	-		
3.66^{a}	3.92^{a}	1.33^{a}	0.90^{a}	3.37	2.49 ^{a}	0.11	0.39	2.19 ^{a}	0.24	0.21	23.14 ^{b}	18.88	62.9^{b}	+		
														Enzyme		
3.36	3.68	1.31	0.82 ^{b}	3.48	2.33	0.12	0.38	2.05	0.23	0.21	24.09	18.91	63.37	-		
3.55	3.75	1.28	0.89 ^{a}	3.36	2.41	0.11	0.37	2.05	0.24	0.20	24.09	18.80	63.84	+		
0.07	0.064	0.0277	0.0195	0.066	0.049	0.007	0.011	0.091	0.011	0.007	0.282	0.195	0.309	SEM		
														Interaction		
														AC	E	SM
2.65 ^{c}	3.56^{ab}	1.21 ^{bc}	0.88 ^{ab}	3.68	2.50^{ab}	0.13	0.42	2.15 ^{ab}	0.20	0.21^{ab}	25.56^{ab}	18.5^{ab}	64.05	-	-	0
3.12^{bc}	3.69^{ab}	1.45^{ab}	0.86 ^{abc}	3.70	2.30^{ab}	0.14	0.37	2.27 ^{ab}	0.27	0.24^{a}	25.03^{abc}	18.5^{ab}	63.02	-	-	7.5
3.34 ^{b}	3.51 ^{b}	1.23 ^{abc}	0.70 ^{c}	3.57	2.22^{ab}	0.13	0.35	1.47 ^{b}	0.20	0.18^{b}	24.67^{abc}	19.9^{a}	64.88	-	-	15
3.39^{ab}	3.49 ^{b}	1.17 ^{c}	0.84 ^{bc}	3.38	2.35^{ab}	0.11	0.39	1.87 ^{ab}	0.21	0.20^{ab}	26.01^{a}	18.4^{ab}	65.32	-	+	7.5
3.12^{bc}	3.35 ^{b}	1.15 ^{c}	0.80 ^{bc}	3.23	2.15 ^{b}	0.11	0.33	2.04 ^{ab}	0.23	0.19^{ab}	24.41^{abc}	18.4^{ab}	63.83	-	+	15
3.47^{ab}	3.74^{ab}	1.31 ^{abc}	0.79 ^{bc}	3.44	2.39^{ab}	0.11	0.38	2.01 ^{ab}	0.25	0.23^{ab}	23.44^{bc}	17.9^{b}	62.73	+	-	7.5
3.49^{ab}	3.80^{ab}	1.23 ^{abc}	0.92 ^{ab}	3.21	2.44^{ab}	0.18	0.40	2.44 ^{a}	0.20	0.20^{ab}	23.21 ^{bc}	19.2^{ab}	62.84	+	-	15
3.65^{ab}	3.92^{ab}	1.31 ^{abc}	0.86 ^{bc}	3.47	2.46^{ab}	0.11	0.39	2.34 ^{a}	0.27	0.21^{ab}	22.93 ^{c}	19.4^{ab}	63.50	+	+	7.5
4.02 ^{a}	4.22 ^{a}	1.49 ^{a}	1.03 ^{a}	3.40	2.69 ^{a}	0.10	0.39	1.95 ^{ab}	0.25	0.21^{ab}	22.98 ^{c}	19.0^{ab}	62.71	+	+	15
0.143	0.152	0.058	0.038	0.132	0.104	0.013	0.023	0.179	0.0209	0.013	0.5463	0.386	0.623			SEM
									P-value							
0.426	0.888	0.354	0.412	0.123	0.978	0.469	0.312	0.257	0.053	0.011	0.184	0.039	0.863	SM		
0.072	0.499	0.517	0.022	0.234	0.287	0.249	0.854	0.989	0.587	0.339	0.994	0.683	0.281	E		
0.000	0.000	0.038	0.0006	0.320	0.001	0.126	0.056	0.038	0.357	0.328	0.0001	0.861	0.004	AC		
0.762	0.451	0.005	0.137	0.712	0.805	0.935	0.290	0.770	0.038	0.018	0.553	0.007	0.017	SM*E		
0.293	0.063	0.036	0.0001	0.969	0.048	0.960	0.123	0.195	0.684	0.302	0.268	0.686	0.548	SM*AC		
0.109	0.012	0.0001	0.374	0.018	0.230	0.313	0.886	0.526	0.098	0.355	0.358	0.100	0.728	Ac*E		
0.049	0.0581	0.0647	0.0429	0.621	0.068	0.525	0.857	0.0009	0.358	0.0722	0.044	0.059	0.168	SM*AC*E		
0.001	0.005	0.002	0.001	0.092	0.026	0.559	0.162	0.013	0.0726	0.045	0.002	0.015	0.075	Treatment		

^{ab}Mean with different superscript letters in each effect are statistically significant (P<0.05).

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-11-25]

[DOI: 10.61882/rap.2025.1473]

به‌طور مشابه، گزارش شد که اسیدی‌فایر باعث کاهش تری‌گلیسرید و LDL و افزایش HDL خون گردید (Hesabi *et al*., 2023). آسیب طبیعی کبد به‌دلیل تأثیر فعالیت متابولیکی جوجه سبب تولید رادیکال‌های آزاد می‌شود. افزایش رادیکال‌های آزاد باعث تخریب سلول‌های بدنی و کاهش عملکرد اندام‌های بدن می‌شود. در این میان، یکی از بافت‌هایی که در معرض آسیب قرار می‌گیرد کبد است که فعالیت‌های متابولیکی زیادی در آن رخ می‌دهد (Rahmania *et al*., 2022; Hoseini-Vashan & Piray, 2021).

وجود سلول‌های آسیب‌دیده و مرده کبد منجربه افزایش مهاجرت هر دو آنزیم انتقال‌دهنده گروه آمین (ترانس‌آمیناز)، گلوتامات اگزالواستات ترانس‌آمیناز (GOT) و گلوتامات پیروات ترانس‌آمیناز (GPT) به سیستم گردش خون می‌شود (Adriani & Mushawwir., 2020; Mushawwir *et al*., 2010) که افزایش سطوح سرمی GPT و GOT را در پی دارد (Patantis *et al*., 2019). نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهند که افزودن کنجاله گلرنگ همراه با مولتی‌آنزیم و اسیدی‌فایر به جیره، آسیب کبدی جوجه‌های گوشتی را به‌حداقل می‌رساند و فعالیت آنزیم‌های GOT و GPT در سرم خون کاهش می‌یابد.

غلظت کلسترول سرم تحت تاثیر عوامل ژنتیکی، خوراک و دارو (Hargis, 1988) و غلظت تری‌گلیسرید سرم تحت تاثیر نوع جیره، استروژن، تشکیل چربی و بیماری‌ها قرار می‌گیرند (Mahan & Escott-Stump, 2004). غلظت‌های کلسترول و تری‌گلیسرید سرم خون را می‌توان با افزایش سطح فیبر خام در جیره کاهش داد (McNaughton, 1978). پیشنهاد شده است که فیبر خام موجود در جیره می‌تواند اسید صفراوی را جذب و به نوبه خود میزان آن را کاهش دهد. کلسترول پیش‌ساز ساخت اسیدهای صفراوی و هورمون‌های استروئیدی است، به‌همین دلیل کاهش اسید صفراوی، غلظت کلسترول سرم خون را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Page & Soendoro, 1985; Hosseini-Vashan & Afzali, 2008). همچنین، به‌نظر می‌رسد که افزودن اسیدی‌فایر و مولتی‌آنزیم به جیره پرندگان، غلظت کلسترول خون را کاهش می‌دهد. به‌همین دلیل در مطالعه حاضر، پرندگان تغذیه‌شده با جیره حاوی ۱۵درصد کنجاله گلرنگ همراه با اسیدی‌فایر و مولتی‌آنزیم دارای سطح لیپیدهای خون پایین‌تری نسبت به سایر تیمارها بودند.

ریخت‌شناسی روده

نتایج حاصل از تأثیر افزودن کنجاله گلرنگ، مولتی‌آنزیم و اسیدی‌فایر به جیره بر ریخت‌شناسی روده جوجه‌های گوشتی در جدول ۵ گزارش شده‌اند. بررسی اثرات اصلی نشان داد که ارتفاع پرز، عرض پرز و نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرارگرفتند ($P < 0.05$). پرندگان تغذیه‌شده با جیره حاوی ۱۵درصد کنجاله گلرنگ، ارتفاع پرز و نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت بالاتر و عرض پرز کمتری نسبت به پرندگان تغذیه‌شده با جیره حاوی ۷/۵ درصد کنجاله گلرنگ داشتند. همچنین، افزودن اسیدی‌فایر به جیره سبب افزایش ارتفاع پرز و نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت و کاهش عرض پرز شد. افزودن مولتی‌آنزیم نیز سبب افزایش ارتفاع پرز و کاهش عرض پرز شد.

بررسی اثرات متقابل بین کنجاله گلرنگ، اسیدی‌فایر و مولتی‌آنزیم نیز نشان داد که تغذیه کنجاله گلرنگ (۷/۵ و ۱۵درصد) به‌همراه اسیدی‌فایر و مولتی‌آنزیم سبب افزایش ارتفاع پرز نسبت به سایر تیمارها شد. پرندگان تغذیه‌شده با جیره شاهد بالاترین و پرندگان تغذیه شده با ۱۵ درصد کنجاله گلرنگ همراه با اسیدی‌فایر و مولتی‌آنزیم، پایین‌ترین عرض پرز را به‌خود اختصاص دادند. عمق کریپت نیز در پرندگان تغذیه‌شده با جیره حاوی ۱۵درصد کنجاله گلرنگ، اسیدی‌فایر و مولتی‌آنزیم نسبت به سایر تیمارها بالاتر بود. تغذیه پرندگان با جیره حاوی ۱۵درصد کنجاله گلرنگ با اسیدی‌فایر سبب افزایش نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت نسبت به سایر تیمارها شد.

دستگاه گوارش یک اندام حیاتی برای حیوان است زیرا مسئول گوارش و جذب مواد مغذی خوراک برای رفاه، تولید و تولیدمثل است. هنگامی که دستگاه گوارش دچار اختلال شود، ممکن است بر عملکرد حیوان تأثیر منفی بگذارد (Albasheer *et al*., 2021). بررسی ریخت‌شناسی روده نیز مهم‌ترین شاخص برای ارزیابی سلامت روده است (Zhang *et al*., 2022). در این بین، ژژنوم بخش اصلی جذب مواد مغذی در روده کوچک است (Adibmoradi *et al*., 2016). پرز، سطح روده را بزرگ و بر روند جذب مواد مغذی اثر می‌گذارد (Alfiansyah, 2011). بنابراین افزایش ارتفاع و عرض پرز به‌شدت با بهبود قابلیت هضم و جذب همبستگی دارد زیرا بزرگ‌شدن ناحیه جذب بیانگر سیستم فعال انتقال مواد مغذی در بدن است (Awad *et al*., 2008). محققین گزارش‌کردند که پرزهای روده جوجه‌های گوشتی توانستند از نظر ریخت‌شناسی با فاکتورهای مرتبط با ساختار ماکرو و میکروخوراک سازگار و واکنش نشان دهند (Amerah *et al*., 2007; Qaisrani *et al*., 2014). این نشان می‌دهد که کنجاله گلرنگ و اسیدی‌فایر می‌توانند بر مشخصات ظاهری پرز اثرگذار باشند و فرایند متابولیسم مواد مغذی را بهبود بخشند. بنا بر این، افزودن ۱۵٪ کنجاله گلرنگ و اسیدی‌فایر به خوراک به ارتقای عملکرد اندام‌های دستگاه گوارش جوجه‌های گوشتی کمک می‌کند.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-11-25]
[DOI: 10.61882/rap.2025.1473]

جدول ۴- تأثیر افزودن کنجاله گلرنگ (SM)، مولتی‌آنزیم (E) و اسیدی‌فایر (AC) به جیره بر شاخص‌های بیوشیمیایی خون جوجه‌های گوشتی

Table 4. The effect of adding safflower meal (SM), multienzyme (E), and acidifier (AC) to the diet on the blood biochemical indices of broiler chickens

LDL[4]	HDL[3]	Triglycerides	Cholesterol	Glucose	Uric acid	Albumin	Total protein	GPT[2]	GOT[1]	Item		
										Main effect		
										Safflower meal (%)		
210.0^{a}	60.03	137.42^{a}	218.83^{a}	12.23	6.42	4.12	196.95	9.01^{b}	301.53	7.5		
193.0^{b}	63.90	129.35^{b}	207.13^{b}	11.73	6.28	4.00	205.58	10.6^{a}	307.66	15		
										Acidifier		
233.4^{a}	53.85^{b}	146.41^{a}	235.35^{a}	13.81^{a}	5.88^{b}	4.23^{a}	167.09^{b}	10.6^{a}	310.65	-		
169.6^{b}	70.07^{a}	120.36^{b}	190.61^{b}	10.15^{b}	6.82^{a}	3.89^{b}	235.44^{a}	8.99^{b}	298.53	+		
										Enzyme		
197.0^{b}	58.93^{b}	133.83	204.58^{b}	11.91	6.66^{a}	4.05	191.09^{b}	9.74	301.77	-		
206.1^{a}	64.99^{a}	132.94	221.38^{a}	12.05	6.04^{b}	4.07	211.44^{a}	9.90	307.42	+		
1.993	1.677	2.872	0.859	0.197	0.122	0.077	3.579	0.310	6.580	SEM		
										Interaction		
										AC	E	SM
205.4^{c}	62.6^{bcd}	155.60^{ab}	204.27^{b}	147.08^{d}	14.83^{a}	4.17	6.49^{bc}	13.1^{a}	333.04^{a}	-	-	0
208.9^{c}	57.30^{cd}	154.62^{ab}	204.19^{b}	152.25^{d}	14.85^{a}	4.26	6.47^{bc}	8.83^{d}	278.7^{ab}	-	-	7.5
258.1^{a}	55.08^{cd}	143.68^{abc}	267.60^{a}	152.62^{d}	13.13^{a}	4.32	5.53^{cd}	11.9^{abc}	326.2^{ab}	-	-	15
195.3^{c}	52.52^{d}	123.49^{cd}	203.15^{b}	165.9^{cd}	13.99^{a}	4.32	6.27^{bcd}	9.91^{bcd}	325.2^{ab}	-	+	7.5
271.3^{a}	50.54^{d}	163.87^{a}	266.49^{a}	197.6^{bc}	13.30^{a}	4.05	5.27^{d}	12.0^{ab}	312.4^{ab}	-	+	15
197.1^{c}	54.37^{cd}	131.81^{bc}	201.70^{b}	234.9^{a}	9.98^{b}	3.96	7.59^{a}	9.01^{d}	329.3^{ab}	+	-	7.5
124.0^{d}	69.0^{abc}	105.24^{d}	144.86^{c}	224.6^{ab}	6.68^{b}	3.68	7.09^{ab}	9.25^{cd}	272.9^{b}	+	-	15
238.9^{b}	75.94^{ab}	139.8^{abc}	266.29^{a}	234.7^{a}	10.12^{b}	3.95	5.37^{d}	8.32^{d}	272.94^{b}	+	+	7.5
118.5^{d}	80.99^{a}	104.64^{d}	149.60^{c}	247.6^{a}	10.82^{b}	3.97	7.27^{ab}	9.4^{bcd}	319.1^{ab}	+	+	15
4.212	3.279	5.726	1.860	7.099	0.394	0.147	0.235	0.594	12.813			SEM
					P-value							
0.0001	0.107	0.051	0.0001	0.074	0.429	0.287	0.092	0.0004	0.512	SM		
0.002	0.013	0.827	0.0001	0.601	0.0006	0.859	0.0001	0.709	0.546	E		
0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.002	0.0001	0.0003	0.197	AC		
0.071	0.327	0.010	0.0001	0.075	0.001	0.935	0.009	0.941	0.262	SM*E		
0.0001	0.014	0.0001	0.0001	0.014	0.0001	0.902	0.149	0.033	0.233	SM*AC		
0.002	0.0001	0.264	0.0001	0.082	0.024	0.260	0.081	0.324	0.253	Ac*E		
0.0001	0.0403	0.0004	0.0001	0.0484	0.0006	0.151	0.0691	0.0312	0.0001	SM*AC*E		
0.0001	0.001	0.0001	0.001	0.001	0.001	0.071	0.001	0.001	0.006	Treatment		

[1]Glutamic oxaloacetic transaminase
[2]Glutamic pyruvate transaminase
[3]High density lipoprotein
[4]Low density lipoprotein
[ab]Means with different superscript letters in each effect are statistically significant ($P < 0.05$).

جدول ۵- تأثیر افزودن کنجاله گلرنگ (SM)، مولتی‌آنزیم (E) و اسیدی‌فایر (AC) به جیره بر ریخت‌شناسی روده جوجه‌های گوشتی

Table 5. The effect of adding safflower meal (SM), multienzyme €, and acidifier (AC) to the diet on the intestinal morphology of broiler chickens

Item			Villus height (µm)	Villus width (µm)	Crypt depth (µm)	VH:CD	Villus surface area (mm^2)
					Main effect		
					Safflower meal (%)		
7.5			1338.08^{b}	132.63^{a}	78.50	17.06^{b}	556.53
15			1388.75^{a}	129.30^{b}	78.70	17.66^{a}	562.71
Acidifier							
-			1306.75^{b}	134.73^{a}	78.60	16.64^{b}	552.89
+			420.08^{a}	127.20^{b}	78.60	18.08^{a}	566.35
Enzyme							
-			1342.33^{b}	133.03^{a}	78.00	17.23	560.42
+			1384.50^{a}	128.90^{b}	79.20	17.49	558.82
SEM			8.768	1.104	0.424	0.177	6.367
					Interaction		
SM	E	AC					
0	-	-	1303.17^{c}	140.40^{a}	78.80^{ab}	16.54^{d}	574.55
7.5	-	-	1302.83^{c}	134.12^{abc}	78.80^{ab}	16.53^{d}	548.83
15	-	-	1310.83^{c}	134.80^{ab}	78.80^{ab}	16.64^{cd}	554.84
7.5	+	-	1277.83^{c}	137.60^{ab}	78.40^{ab}	16.33^{d}	552.67
15	+	-	1335.50^{c}	132.40^{abc}	78.40^{ab}	17.04^{bcd}	555.24
7.5	-	+	1339.50^{bc}	134.40^{abc}	78.80^{ab}	17.02^{bcd}	565.26
15	-	+	1416.17^{ab}	128.80^{bcd}	75.60^{b}	18.74^{a}	57.75
7.5	+	+	1432.17^{a}	124.40^{cd}	78.00^{ab}	18.36^{ab}	559.38
15	+	+	1492.50^{a}	121.20^{d}	82.00^{a}	18.21^{abc}	568.01
SEM			16.559	2.159	1.024	0.340	12.292
					P-value		
SM			0.003	0.041	0.789	0.023	0.498
E			0.002	0.013	0.116	0.319	0.860
AC			0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.145
SM*E			0.506	0.581	0.021	0.217	0.949
SM*AC			0.160	0.498	0.789	0.459	0.836
Ac*E			0.002	0.005	0.039	0.547	0.683
SM*AC*E			0.0493	0.0494	0.021	0.019	0.899
Treatment			0.0001	0.0001	0.027	0.001	0.801

[ab]Means with different superscript letters in each effect are statistically significant ($P < 0.05$).

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی، یافته‌ها نشان می‌دهند افزودن کنجاله گلرنگ تا سطح ۱۵ درصد به‌همراه اسیدی‌فایر و مولتی‌آنزیم به جیره سبب بهبود عملکرد اندام‌های گوارشی از جمله افزایش وزن سنگدان و قسمت‌های مختلف روده کوچک و افزایش ارتفاع و عرض پرز ژژنوم می‌شود. بنا بر این، بهبود گوارش و جذب مواد

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-11-25]

[DOI: 10.61882/rap.2025.1473]

مغذی می‌تواند به بهبود عملکرد جوجه‌های گوشتی در دوره آغازین منجر شود. از آنجا که در دوره‌های بعدی نیز کنجاله گلرنگ اثر منفی بر عملکرد نداشت، بنا بر این قابلیت جایگزین با بخشی از منابع پروتئینی جیره را دارد و می‌توان یک جیره اقتصادی تولید کرد.

References

Adibmoradi, M., Navidshad, B., & Faseleh Jahromi, M. (2016). The Effect of moderate levels of finely ground insoluble fibre on small intestine morphology, nutrient digestibility and performance of broiler chickens. *Italian Journal of Animal Science*, *15*, 310-317. doi.org/10.1080/1828051X.2016.1147335

Adriani, L., & Mushawwir, A. (2020). Correlation between blood parameters, physiological and liver gene expression levels in native laying hens under heat stress. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, (Vol. 466, No. 1, p. 012015). IOP Publishing. doi.org/10.1088/1755-1315/466/1/012015.

Albasheer, M. A., Iriyanti, N., Ismoyowati, I., & Rimbawanto, E. A. (2021). The balancing of safflower oil and inositol to intestinal morphometric of sentul chicken. *Animal Production*, *23*(2), 95-103. doi.org/10.20884/1.jap.2021.23.2.91

Alfiansyah, M. (2011). Anatomy and Digestion of small intestines. http://www. sentra- edukasi.com/. (*Accessed on 20 February 2017*).

Amerah, A., Ravindran, V., Lentle, R. & Thomas, D. (2007). Influence of particle size on the performance, digesta characteristics and energy utilisation of broilers fed maize and wheat based diets. paper presented at the proceedings of the 19th Australian Poultry Science Symposium, Sydney, New South Wales, Australia, 12-14 February 2007.

Awad, W. A., Ghareeb, K., Nitsch, S., Pasteiner, S., Abdel-Raheem, S., & Böhm, J. (2008). Effects of dietary inclusion of prebiotic, probiotic and synbiotic on the intestinal glucose absorption of broiler chickens. *International Journal of Poultry Science, 7*(7), 688-691.

Brudnicki, A., Brudnicki, W., Szymeczko, R., Bednarczyk, M., Pietruszynska, D., & Kirkillo-Stacewicz, K. (2017). Histo-Morphometric adaptation in the small intestine of broiler chicken, after embryonic exposure to galactosides. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 27(4).

Carew, Jr. L. B., Renner, R., & Hill, F. W. (1959). Growth stimulating effect of soybean oil and unextracted soybean flakes in chick rations. *Poultry Science*, *38*(5), 1183-1184. doi.org/10.3382/ps.0381183

Costa, C. C., Goulart, D. F., Figueiredo, C. F., Oliveira, S., & Silva, J. H. V. (2008). Economicand environmental impact of using exogenousenzymes on poultry feeding. *International Journal of Poultry Science, 7*, 311-314.

Dam, R., Leach Jr, R. M., Nelson, T. S., Norris, L. C., & Hill, F. W. (1959). Studies on the effect of quantity and type of fat on chick growth. *The Journal of Nutrition*, *68*(4), 615-632.

Ekim, B., Calik, A., Ceylan, A. & Saçaklı, P. (2020). Effects of paenibacillus xylanexedens on growth performance, intestinal histomorphology, intestinal microflora, and immune response in broiler chickens challenged with Escherichia coli K88. *Poultry Science*, *99*(1), 214-223. doi.org/10.3382/ps/pez460

Emili, V. R., Balakrishnan, U., Yasir, B., & Chandrasekar, S. (2021). Effect of dietary supplementation of acidifiers and essential oils on growth performance and intestinal health of broiler. *Journal of Applied Poultry Research*, *5*, 100-179. doi.org/10.1016/j.japr.2021.100179

Fisher, H., Summers, J. D., Wessels, J. P. H., & Shapiro, R. (1962). Further evaluation of proteins for the growing chicken by the carcass retention method. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *13*(12), 658-662. doi.org/10.1002/jsfa.2740131209

Hargis, P. S. (1988). Modifying egg yolk cholesterol in the domestic fowl—a review. *World's Poultry Science Journal*, *44*(1), 17-29. doi.org/10.1079/WPS19880002

Hesabi Nameghi A, Nasari Nejad A, & Afkhami M. (2023). Comparison of Manufactured Acidifier Based Citric Acid with Commercial Sample in Drinking Water on Performance, Serum Biochemical Parameters, PH and Intestinal Morphology of Broiler Chickens. *Research on Animal* Production, *14*(39), 1-9. doi:10.61186/rap.14.39.1 [In Persian]

Hetland, H., Svihus, B. & Choct, M. (2005). Role of insoluble fiber on gizzard activity in layers. *Journal of Applied Poultry Research*, *14*, 38-46. doi.org/10.1093/japr/14.1.38

Hill, F. W., & Dansky, L. M. (1954). Studies of the energy requirements of chickens: 1. The effect of dietary energy level on growth and feed comsumption. *Poultry Science*, *33*(1), 112-119. doi.org/10.3382/ps.0330112

Hosseini-Vashan, S.J., & Afzali, N. (2008). Effect of different levels of palm olein oil in laying hens performance and yolk cholesterol. *International Journal of Poultry Science*, 7, 908-912.

Hosseini-Vashan, S.J., Afzali, N., Nasseri, M. A., Allahresani, A. (2008). The effect of different concentrations of safflower seed on laying hen s performance yolk and blood cholesterol and immune system. *International Journal of Poultry Science*, 7, 470-473.

Hosseini-Vashan, S.J., & Piray, A.H. (2021). Effect of dietary saffron (*Crocus sativus*) petal extract on growth performance, blood biochemical indices, antioxidant balance, and immune responses of broiler

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-11-25]

[DOI: 10.61882/rap.2025.1473]

chickens reared under heat stress conditions . *Italian Journal of Animal Science*, 20: 1338-1347. https://doi.org/10.1080/1828051X.2021.1921628

Khan, S. H., & Iqbal, J. (2016). Recent advances in the role of organic acids in poultry nutrition. *Journal of Applied Animal Research*, *44*(1), 359-369. doi.org/10.1080/09712119.2015.1079527

Khempaka, S., Molee, W., & Guillaume, M. (2009). Dried cassava pulp as an alternative feedstuff for broilers: Effect on growth performance, carcass traits, digestive organs, and nutrient digestibility. *Journal of Applied Poultry Research*, *18*(3), 487-493. doi.org/10.3382/japr.2008-00124

Kohler, G. O., Kuzmicky, D. D., Palter, R., Guggolz, J., & Herring, V. V. (1966). Safflower meal. *Journal of the American Oil Chemists Society*, *43*, 413-415.

Kuzmicky, D. D., & Kohler, G. O. (1968). Safflower meal—Utilization as a protein source for broiler rations. *Poultry Science*, *47*(4), 1266-1270. doi.org/10.3382/ps.0471266

Mahan, L. K., & Escott-Stump, S. (2004). Food, nutrition and diet therapy. *Saunders USA*.

Malekian, M., & Hassanabadi, A. (2011). Effects of different levels of full fat safflower seed on performance of 21-42 days old broiler chickens. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 3(1), 1-8. 10.22067/IJASR.V3I1.10536 [In Persian]

McNaughton, J. L. (1978). Effect of dietary fiber on egg yolk, liver, and plasma cholesterol concentrations of the laying hen. *The Journal of Nutrition*, *108*(11), 1842-1848.

Mohiti-Asli M, Rahnam-Ghaleroudkhani M. (2022). Effects of Graded Levels of an Acidifier in Drinking Water on Performance, Intestinal Microflora and Morphology of Broiler Chickens. *Research on Animal Production*. *13*(35), 40-50. doi:10.52547/rap.13.35.40 [In Persian]

Mushawwir, A., Yong, Y. K., Adriani, L., Hernawan, E., & Kamil, K. A. (2010). The fluctuation effect of atmospheric ammonia (NH3) exposure and microclimate on hereford bulls hematochemical. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, *35*(4), 232-238. doi.org/10.14710/jitaa.35.4.232-238

National Research Council (1994) Nutrient Requirements of Poultry. 9th Revised Edition, National Academy Press, Washington, DC.

Patantis, G., Dewi, A. S., Fawzya, Y. N., & Nursid, M. (2019). Identification of Beche-de-mers from Indonesia by molecular approach. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, *20*(2), 537-543. doi.org/10.13057/biodiv/d200233

Peterson, D. W., Grau, C. R., & Peek, N. F. (1954). Growth and Food Consumption in Relation to Dietary Levels of Protein and Fibrous Bulk: Five Figures. *The Journal of Nutrition*, *52*(2), 241-257.

Purreza, J. & Sadeghi Gh. (2011). Management of poultry production. Arkan danesh Publisher, Isfahan, Iran.

Qaisrani, S., Moquet, P. C. A., Van Krimpen, M. M., Kwakkel, R. P., Verstegen, M. W. A., & Hendriks, W. H. (2014). Protein source and dietary structure influence growth performance, gut morphology, and hindgut fermentation characteristics in broilers. *Poultry Science*, *93*, 3053-3064. doi.org/10.3382/ps.2014-04091

Prakatur, I., Miskulin, M., Pavic, M., Marjanovic, K., Blazicevic, V., Miskulin, I., & Domacinovic, M. (2019). Intestinal morphology in broiler chickens supplemented with propolis and bee pollen. *Animals*, *9*(6), 301.

Rahmania, H., Permana, R., Latipudin, D., Suwarno, N., Puspitasari, T., Nuryanthi, N., & Mushawwir, A. (2022). Enhancement of the liver status of Sentul chickens from the starter phase induced by irradiated chitosan. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1001, 012007). IOP Publishing. doi/org/ 10.1088/1755-1315/1001/1/012007.

Raj, A. G., Kothandaraman, P., & Kadirvel, R. (1983). Proximate composition and the nutritive value of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed meal. Cheiron Tamil Nadu Journal of Veterinary Science and Animal Husbandry. Page, D. S., & Soendoro, R. (1985). Prinsip-prinsip biokimia. Erlangga, Jakarta.

Rehman, A. (1986). Safflower meal as a protein source in broiler rations. *Pakistan Journal of Biochemistry*, *19*, 39-42.

Rezaei, M., Karimi Torshizi, M. A., Wall, H., & Ivarsson, E. (2018). Body growth, intestinal morphology and microflora of quail on diets supplemented with micronised wheat fibre. *British poultry science*, *59*(4), 422-429. doi.org/10.1080/00071668.2018.1460461

Sakamoto, K., Hirose, H., Onizuka, A., Hayashi, M., Futamura, N., Kawamura, Y., & Ezaki, T. 2000. Quantitative study of changes in intestinal morphology and mucus gel on total parenteral nutrition in rats. *Journal of Surgical Research*, 99, 94-106. doi: 10.1006/jsre.2000.5937.

Saki, A. A. & Rahmatnezhad, E. (2015). The effects of dietary soluble and insoluble fibers on broiler chickens performance and gastrointestinal tract histomorphology. *Animal Science Journal,* 95-108. doi.org/ 10.22092/asj.2016.106088

Shoji, K., Tajima, M., Totsuka, K., & Iwai, H. (1966). Feeding value of safflower meal. *Japanese poultry science*, *3*(2), 63-68. doi.org/10.2141/jpsa.3.63

Scott, T. A., Swift, M. L., & Bedford, M. R. (1997). Influence of feed milling, enzyme supplementation and nutrient regimen on broiler chick performance. *Journal of Applied Poultry Research*, *6*, 391-398.

Sugiharto, S. (2016). Role of nutraceuticals in gut health and growth performance of poultry. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, *15*(2), 99-111. doi.org/10.1016/j.jssas.2014.06.001

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-11-25]

[DOI: 10.61882/rap.2025.1473]

Taibipour, K., & Kermanshahi, H. (2004). Effect of levels of tallow and NSP degrading enzyme supplements on nutrient efficiency of broiler chickens. Proceedings of the *Annual Conference of the British Society of Animal Science*, *273*, 5-7. doi.org/10.1017/S1752756200015428

Valadez, S., Featherston, W. R., & Pickett, R. A. (1965). Utilization of safflower meal by the chick and its effect upon plasma lysine and methionine concentrations. *Poultry Science*, *44*(4), 909-915. doi.org/10.3382/ps.0440909

Yadav, A. S., Kolluri, G., Gopi, M., Karthik, K., & Singh, Y. (2016). Exploring alternatives to antibiotics as health promoting agents in poultry-a review. *Journal of Experimental Biology*, *4*(3s), 368-383. doi.org/10.18006/2016.4(3S).368.383

Young, R. D., & Halloran, H. R. (1962). Decorticated safflower meal in chicken rations. *Poultry Science, 41*(5).

Zablan, T. A., Griffith, M., Nesheim, M. C., Young, R. J., & Scott, M. L. (1963). Metabolizable energy of some oil seed meals and some unusual feedstuffs. *Poultry Science*, *42*(3), 619-625. doi.org/10.3382/ps.0420619

Zhang, B., Zhong, Q., Liu, N., Song, P., Zhu, P., Zhang, C., & Sun, Z. (2022). Dietary glutamine supplementation alleviated inflammation responses and improved intestinal mucosa barrier of LPS-challenged broilers. *Animals*, *12*(13), 1729. doi.org/10.3390/ani12131729

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-11-25]

[DOI: 10.61882/rap.2025.1473]