Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University

Research on Animal Production, Vol. 16, Issue 2, 2025 p: 66-77

OPEN ACCESS

Research Paper

The Effect of Adding Thyme and Oregano Extracts and a Probiotic on Meat Quality and Tibia Bone in Broilers after a Feed Restriction Period

Mahmood Sahraei[1], Houshang Lotfollahian[2], Seyed Abdoullah Hosseini[3] and Reza Khalkhali-Evrigh[4]

1- Associate Professor, Animal Science Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ardabil, Iran, (Corresponding author: m.sahraei2009@gmail.com)
2- Associate Professor, Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
3- Professor, Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
4- Research Expert, Department of Animal Science Research, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ardabil, Iran

Received: 12 April, 2024 Revised: 13 July, 2024 Accepted: 07 August, 2024

Extended Abstract

Background: Feed restriction is a method to control problems caused by rapid growth in the broiler industry. After the feed restriction period, the use of growth promoters can be a suitable option to compensate for the effects of the restriction. The use of antibiotics as growth promoters has been limited due to the increase in antibiotic resistance in recent decades. Therefore, it seems that the use of plant extracts, such as thyme and oregano, is a suitable and low-complication alternative to antibiotics due to their antibacterial, antifungal, anti-coccidial, anti-inflammatory, and microbial flora modulation properties. The use of herbal additives and growth promoters is a strategy to strengthen the compensatory growth phenomenon in broilers. Meat and bone quality in broiler chickens are economic traits. This study aimed to investigate the effects of using thyme, oregano, thyme-oregano, and a probiotic on meat quality and tibia bone status in broiler chickens after a feed restriction period.

Methods: A total of 480 one-day-old Ross-308 male broiler chickens were used in the current study. This experiment was conducted as a factorial experiment (2×5) in a completely randomized design including two feeding methods (full feed and restricted) and four types of additives (thyme extract, 300 g/ton of basal diet; oregano extract, 300 g/ton of basal diet; an equal weight ratio of thyme + oregano extract, 300 g/ton of basal diet; probiotic protoxin, 250 g/ton of basal diet) along with control diets (without additives). In the first step, chickens were divided into two separate experimental groups. The first group was fed freely as a control group, but the quantitative restriction was applied in the second group from the age of 8-14 days for 7 days (25% less than the control group). After the end of the restriction period, herbal additives and the probiotic were added to the diet of both groups. Acidity, water holding capacity, oxidative stability, peroxide index, and color were the factors used to measure meat quality. For the sensory evaluation of the meat, the right side of the breast from each replication after preparation was cooked at 170 °C in an electric oven for 40-45 minutes, depending on the weight of the samples. The evaluated traits in the experiment included smell, taste, crispness, juiciness, and general acceptability. To determine the ash, calcium, and phosphorus contents of the tibia bone in different treatments, two samples were selected from each replicate; their left tibia bone was separated and defatted by an autoclave at the end of the period. In the next step, after preparing the samples, the percentages of ash, calcium, and phosphorus were determined by the atomic absorption method. Data were analyzed statistically using the GLM procedure in SAS 9.1 software.

Results: Based on the results, acidity and meat redness (a*) in the feed-restricted group were higher than in free-feeding chickens, and the TBA index in the free-feeding method was higher than in the restricted group ($P \leq 0.05$). The water holding capacity of the carcass in the treatment without an additive was lower than in the treatments that received the additive ($P \leq 0.05$). Moreover, carcass acidity was the lowest in the probiotic-receiving group and the highest in the group without additives ($P \leq 0.05$). The peroxide index in the treatment without additives was higher than in the others ($P \leq 0.05$). The combination of thyme and oregano significantly increased the lightness of the breast meat compared to the other additives. The overall

Copyright ©2025 Sahraei et al. Published by Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 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 2025-09-02]

[DOI: 10.61882/rap.2024.1465]

acceptability of meat in the treatment containing thyme, the combination of thyme-oregano, and the probiotic had a higher score than the treatment without additives ($P \leq 0.05$). The use of the additive after the restriction period significantly affected the smell, juiciness, taste, crispiness, and overall acceptability of the breast meat, and the oregano had a lower score than the others in terms of smell ($P \leq 0.05$). Furthermore, the juiciness, taste, and crispness scores of the oregano and the treatment without the additive were lower than the other treatments ($P \leq 0.05$). Determining tibia bone content showed that the type of the additive had statistically significant effects on ash and calcium percentages ($P \leq 0.05$), and the ash percentage in the group without an additive was lower than in the other treatments, except for the oregano treatment. The percentage of calcium was lower in the treatments without additives and higher in the probiotic-receiving treatment ($P \leq 0.05$).

Conclusion: The obtained results show that the use of herbal additives (thyme and oregano) and the probiotic after a feed restriction period in the second week has favorable effects on various parameters of meat quality and the strength of tibia bone in boilers. The combination of thyme and oregano had a better effect on the sensory properties of the meat from broiler chickens, including aroma, juiciness, flavor, and tenderness, than their separate use. Since traits, such as the quality of the tibia bone, influence the health, welfare, and production of broiler chickens, as well as the sensory and chemical quality of the produced meat, which in turn affect marketability and customer satisfaction, using the findings from studies (such as the present research) can help improve these aspects. However, more studies are needed to identify appropriate additives, their combination, and the extent of their use.

Keywords: Compensatory growth, Growth promoters, Herbal additives, Meat acceptability, Water holding capacity

How to Cite This Article: Sahraei, M., Lotfollahian, H., Hosseini, S. A., & Khalkhali-Evrigh, R. (2025). The Effect of Adding Thyme and Oregano Extracts and a Probiotic on Meat Quality and Tibia Bone in Broilers after a Feed Restriction Period. *Res Anim Prod,* 16(2), 66-77. DOI: 10.61882/rap.2024.1465

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-09-02]

[DOI: 10.61882/rap.2024.1465]

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

مقاله پژوهشی

اثر افزودن عصاره آویشن، پونه کوهی و پروبیوتیک بر کیفیت گوشت و استخوان درشت‌نی در جوجه‌های گوشتی پس از یک دوره محدودیت غذایی

محمود صحرایی[۱]، هوشنگ لطف‌الهیان[۲]، سید عبداله حسینی[۳] و رضا خلخالی ایوریق[۴]

۱- دانشیار، بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران، (نویسنده مسوول: m.sahraei2009@gmail.com)

۲- دانشیار، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۳- استاد، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۴- کارشناس تحقیقات، بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۲۴ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۴/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۱۷
صفحه ۶۶ تا ۷۷

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: استفاده از محدودیت غذایی در صنعت پرورش جوجه گوشتی، یک روش برای کنترل مشکلات ناشی از رشد سریع در جوجه‌ها به‌شمار می‌رود. بعد از اتمام دوره محدودیت غذایی، استفاده از محرک‌های رشد می‌تواند گزینه مناسبی برای جبران اثرات محدودیت باشد. با توجه به افزایش مقاومت آنتی‌بیوتیکی در دهه‌های اخیر، استفاده از آنتی‌بیوتیک به‌عنوان محرک رشد، محدود شده است. بنابراین، به‌نظر می‌رسد که استفاده از عصاره گیاهانی مانند آویشن و پونه کوهی به‌دلیل خواص ضد باکتریایی، ضد قارچی، ضد کوکسیدیالی، ضد التهابی و تعدیل کنندگی فلور میکروبی دستگاه گوارش، یک جایگزین مناسب و کم عارضه برای آنتی‌بیوتیک‌ها باشد. استفاده از افزودنی‌های گیاهی و محرک رشد، یک راهکار برای تقویت پدیده رشد جبرانی در جوجه‌های گوشتی است. کیفیت گوشت و استخوان در جوجه‌های گوشتی جزء صفات اقتصادی هستند. هدف این مطالعه، بررسی اثرات استفاده از عصاره آویشن، پونه کوهی، ترکیب آویشن-پونه کوهی و پروبیوتیک بعد از اعمال محدودیت غذایی برکیفیت گوشت و وضعیت استخوان درشت‌نی در جوجه‌های گوشتی بود.

مواد و روش‌ها: برای اجرای مطالعه حاضر، ۴۸۰ قطعه جوجه گوشتی جنس نر یک روزه سویه تجاری راس-۳۰۸ استفاده شد. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی به‌روش فاکتوریل (۲×۵) به اجرا درآمد. تیمارهای این پژوهش شامل دو روش تغذیه‌ای (آزاد و محدودیت غذایی) و پنج نوع افزودنی شامل گروه اول (بدون افزودنی)، گروه دوم (عصاره آویشن به‌میزان ۳۰۰ گرم در تن جیره غذایی)، گروه سوم (عصاره پونه کوهی به‌میزان ۳۰۰ گرم در تن جیره غذایی)، گروه چهارم (نسبت وزنی مساوی عصاره آویشن + پونه کوهی به‌میزان ۳۰۰ گرم در تن جیره غذایی) و گروه پنجم (مکمل پروبیوتیک مخلوط در دان طیور از نوع پروتکسین حاوی به‌میزان ۲۵۰ گرم در تن جیره غذایی) بود. ابتدا، جوجه‌های گوشتی به دو گروه آزمایشی مجزا تقسیم شدند که گروه اول به‌عنوان گروه شاهد و بدون اعمال محدودیت به‌صورت آزاد تغذیه شدند ولی در گروه دوم از سن ۸ الی ۱۴ روزگی به‌مدت ۷ روز محدودیت کمّی (۲۵ درصد کمتر از گروه شاهد) در خوراک مصرفی اعمال شد. پس از اتمام دوره محدودیت، افزودنی‌های گیاهی و پروبیوتیک به جیره هر دو گروه مذکور افزوده شدند. از شاخص‌های مورد ارزیابی می‌توان به اسیدیته، ظرفیت نگهداری آب، پایداری اکسیداتیو، شاخص پراکسید و رنگ برای سنجش کیفیت گوشت اشاره کرد. همچنین، برای ارزیابی حسی گوشت، قسمت راست سینه از هر تکرار بعد از آماده‌سازی، در دمای ۱۷۰ درجه سانتیگراد در یک آون برقی به‌مدت ۴۵-۴۰ دقیقه بسته به وزن نمونه‌ها پخته شد. صفات ارزیابی شده در آزمایش شامل بو، طعم، تردی، آبداری و مقبولیت کلی بودند. برای تعیین محتوای خاکستر، کلسیم و فسفر استخوان درشت‌نی در تیمارهای مختلف، در انتهای دوره، با انتخاب دو قطعه از هر تکرار، درشت‌نی چپ آن‌ها جداسازی و به‌روش قراردادن در اتوکلاو چربی‌زدایی شد. در گام بعدی و پس از آماده‌سازی نمونه‌ها، درصدهای خاکستر، کلسیم و فسفر به‌روش جذب اتمی تعیین شدند. آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از رویه GLM در نرم‌افزار SAS 9.1 انجام شد.

یافته‌ها: براساس نتایج، میزان اسیدیته و ضریب قرمزی گوشت (a*) در گروه محدودیت غذایی بیشتر از تغذیه آزاد و شاخص TBA در روش تغذیه آزاد بیشتر از گروه دارای محدودیت بود ($P \leq ۰/۰۵$). ظرفیت نگهداری آب لاشه در تیمار بدون افزودنی کمتر از تیمارهای دریافت‌کننده افزودنی‌ها بود ($P \leq ۰/۰۵$). همچنین، میزان اسیدیته لاشه در گروه پروبیوتیک کمترین و در گروه بدون افزودنی بیشترین بود ($P \leq ۰/۰۵$). شاخص پراکسید در تیمار بدون افزودنی بالاتر از سایرین بود ($P \leq ۰/۰۵$). ترکیب آویشن و پونه کوهی به‌صورت معنی‌داری روشنایی گوشت سینه را در مقایسه با دیگر افزودنی‌ها افزایش داد. مقبولیت کلی گوشت در تیمار حاوی آویشن، ترکیب آویشن-پونه کوهی و پروبیوتیک دارای امتیاز بیشتری نسبت به تیمار بدون افزودنی بود ($P \leq ۰/۰۵$). استفاده از افزودنی در مرحله بعد از اتمام محدودیت، اثرات معنی‌داری بر بو، آبداری، طعم، تردی و مقبولیت کلی گوشت سینه داشت، به‌طوری‌که از نظر بو، افزودنی پونه امتیاز کمتری نسبت به سایرین داشت ($P \leq ۰/۰۵$). همچنین، امتیازات آبداری، طعم و تردی افزودنی پونه و تیمار بدون افزودنی کمتر از سایر تیمارها بودند ($P \leq ۰/۰۵$). تعیین محتوای استخوان درشت‌نی نشان داد که نوع افزودنی اثرات آماری معنی‌داری بر خاکستر و درصد کلسیم داشت ($P \leq ۰/۰۵$)، به‌طوری‌که درصد خاکستر در گروه بدون افزودنی کمتر از بقیه تیمارها به‌جز تیمار پونه بود. درصد کلسیم در تیمارهای بدون افزودنی کمتر و در تیمار دریافت کننده پروبیوتیک بیشتر از بقیه بود ($P \leq ۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: نتایج به‌دست آمده نشان دادند که استفاده از افزودنی‌های گیاهی (آویشن و پونه کوهی) و پروبیوتیک پس از اعمال محدودیت غذایی در هفته دوم، اثرات مطلوبی بر روی پارامترهای مختلف کیفیت گوشت و همچنین استحکام استخوان درشت‌نی جوجه‌های گوشتی دارد. استفاده از ترکیب آویشن + پونه‌کوهی در مقایسه با مصرف جداگانه آنها تأثیر بهتری بر خواص حسی گوشت جوجه‌های گوشتی از جمله بو، آبداری، طعم و تردی داشت. از آنجایی‌که صفاتی مانند کیفیت استخوان درشت‌نی، بر سلامتی، رفاه و تولید جوجه‌های گوشتی و همچنین کیفیت حسی و شیمیایی گوشت تولید شده، بر روی بازارپسندی و رضایت مشتریان موثر هستند، لذا استفاده از نتایج مطالعاتی مانند تحقیق حاضر می‌تواند به بهبود موارد ذکرشده کمک کند. با این‌حال، شناسایی افزودنی‌های مناسب، ترکیب آنها و میزان استفاده از آنها نیاز به مطالعات بیشتری دارد.

واژه‌های کلیدی: افزودنی‌های گیاهی، رشد جبرانی، ظرفیت نگهداری آب، محرک رشد، مقبولیت گوشت

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-09-02]

[DOI: 10.61882/rap.2024.1465]

مقدمه

هدف اصلی صنعت پرورش جوجه گوشتی، تولید گوشت در بیشترین حجم، بهترین کیفیت، با صرف کمترین هزینه و کمترین زمان است (Tahami & Oskoueian, 2023). علم اصلاح نژاد در فراهم‌کردن این شرایط بیشترین تأثیر را داشته است اما با این‌حال، تغذیه یکی از مهمترین پارامترها در زمینه رسیدن جوجه گوشتی به ظرفیت ژنتیکی خود است. رشد سریع، مشکلاتی از جمله آسیت، سندروم مرگ ناگهانی و مشکلات اسکلتی را ایجاد کرده است که برخی از آنان از طریق سیستم تغذیه‌ای قابل کنترل و تعدیل هستند (Khurshid *et al.*, 2019). محدودیت غذایی یکی از روش‌های کنترل بروز مشکلات مذکور به‌شمار می‌رود. متعاقب محدودیت غذایی، پدیده رشد جبرانی می‌تواند عقب‌ماندگی وزنی در دوره محدودیت را جبران کند و اثرات منفی محدودیت بر رشد پرندگان را کاهش دهد. استفاده از افزودنی‌های کمکی در دوره رشد جبرانی می‌تواند اثرات مطلوبی در بهبود وضعیت تولیدی جوجه‌های گوشتی بگذارد. با توجه به افزایش مقاومت آنتی‌بیوتیکی در دهه‌های اخیر، استفاده از آنتی‌بیوتیک به‌عنوان محرک رشد، چالش‌برانگیز است. از این‌رو، به‌نظر می‌رسد که استفاده از عصاره گیاهانی مانند آویشن و پونه کوهی به‌دلیل خواص ضدباکتریایی، ضد قارچی، ضد کوکسیدیالی، ضد التهابی و تعدیل کنندگی فلور میکروبی دستگاه گوارش (Bampidis *et al.*, 2005; Dauqan & Abdullah, 2017) یک جایگزین مناسب و کم‌عارضه برای آنتی‌بیوتیک‌ها باشد. عصاره‌های آویشن و پونه سرشار از چندین ترکیب مانند کارواکرول، تیمول، لوتئین و زاگزانتین هستند که نقش مهمی در سلامت و عملکرد رشدی جوجه‌های گوشتی ایفا می‌کنند (Fawaz *et al.*, 2021; Jin *et al.*, 2021). در طی مطالعات متعددی، اثرات مثبت قابل توجهی از آویشن و پونه بر روی صفات مختلف طیور گزارش شده‌اند (Bergaoui, 2012; Peng *et al.*, 2016; Zaazaa *et al.*, 2022). در صنعت جوجه گوشتی، کیفیت گوشت از نظر مشتری‌پسندی و وضعیت استخوانی از نظر سلامت مرغ حائز اهمیت است. لذا، بررسی و شناخت عوامل مختلف مؤثر بر این صفات و مدیریت آنها می‌تواند به بهبود وضعیت تولید و سلامت جوجه‌های گوشتی کمک کند. بررسی اثرات محدودیت غذایی و انواع افزودنی‌های گیاهی بر صفاتی مانند کیفیت گوشت و سیستم استخوانی جوجه‌های گوشتی می‌تواند در بهینه‌سازی مدیریت تغذیه و سلامت و همچنین بازاریابی گوشت، راه‌گشا باشد. هدف تحقیق حاضر، بررسی اثرات استفاده از عصاره آویشن، پونه کوهی، ترکیب آویشن–پونه کوهی و پروبیوتیک بر کیفیت گوشت و وضعیت استخوان درشت‌نی در جوجه‌های گوشتی پس از اعمال یک دوره محدودیت غذایی بود.

مواد و روش‌ها

حیوان و تیمارها

این آزمایش در سایت تحقیقاتی طیور ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل انجام شد. در این آزمایش، از ۴۸۰ قطعه جوجه گوشتی جنس نر سویه تجاری راس–۳۰۸ استفاده شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی به‌روش فاکتوریل ۲ × ۵ در چهار تکرار و هر تکرار حاوی ۱۲ قطعه جوجه گوشتی از سن یک الی ۴۲ روزگی انجام شد. فاکتورهای آزمایشی شامل روش تغذیه به دو صورت (آزاد و محدودیت غذایی) و پنج نوع افزودنی شامل گروه اول (بدون افزودنی)، گروه دوم (عصاره آویشن به‌میزان ۳۰۰ گرم در تن جیره غذایی)، گروه سوم (عصاره پونه کوهی به‌میزان ۳۰۰ گرم در تن جیره غذایی)، گروه چهارم (نسبت وزنی مساوی عصاره آویشن + پونه کوهی به‌میزان ۳۰۰ گرم در تن جیره غذایی) و گروه پنجم (مکمل پروبیوتیک پروتکسین به میزان ۲۵۰ گرم در تن جیره غذایی) بود. عصاره مصرفی در این آزمایش از شرکت باریج اسانس کاشان با درصد خلوص ۸۵ درصد تهیه گردید. جیره‌های آزمایشی براساس راهنمای پرورش سویه تجاری راس–۳۰۸ (Aviagen Inc, 2014) تنظیم شدند (جدول ۱). در مرحله اول، جوجه‌های گوشتی به دو گروه آزمایشی مجزا تقسیم شدند که گروه اول به‌عنوان گروه شاهد، بدون اعمال محدودیت و به‌صورت آزاد تغذیه شد ولی در گروه دوم از سن ۸ الی ۱۴ روزگی به‌مدت ۷ روز محدودیت کمّی در میزان خوراک مصرفی به‌میزان ۲۵ درصد کمتر از خوراک مصرفی گروه شاهد اعمال شد. پس از اتمام دوره محدودیت، از ۳۰۰ گرم عصاره گیاهان دارویی آویشن، پونه، مخلوطی از آنها (به‌صورت مخلوط در چربی جیره غذایی) و ۲۵۰ گرم پروبیوتیک پروتکسین در تن جیره غذایی در هر دو گروه بدون محدودیت (شاهد) و گروه آزمایشی (اعمال محدودیت‌شده) استفاده گردید.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-09-02]

[DOI: 10.61882/rap.2024.1465]

جدول ۱- اقلام خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی

Table 1. Ingredients and chemical composition of experimental diets

پایانی۲ (۴۲-۳۶ روزگی) Finisher2 (36-42 days)	پایانی۱ (۳۵-۲۵ روزگی) Finisher1 (25-35 days)	رشد (۲۴-۱۱ روزگی) Grower (11-24 days)	آغازین (۱۰-۱ روزگی) Starter (1-10 days)	اقلام خوراکی Ingredients
61.65	60.00	55.74	55.50	ذرت Corn
30.91	32.40	36.10	35.00	کنجاله سویا Soybean meal
0.00	0.00	0.00	3.50	پودر ماهی Fish meal
4.02	3.65	3.70	2.00	روغن سویا Soybean oil
1.50	1.50	1.60	1.45	کربنات کلسیم Calcium carbonate
1.10	1.50	1.70	1.40	دی کلسیم فسفات Dicalcium phosphate
0.25	0.25	0.25	0.25	نمک طعام Salt
0.00	0.10	0.23	0.20	ال-لایزین هیدروکلرید L-lysine hydrochloride
0.07	0.10	0.18	0.20	دی ال-متیونین DL-Methionine
0.25	0.25	0.25	0.25	*مکمل ویتامین Vitamin PERMIX
0.25	0.25	0.25	0.25	**مکمل مواد معدنی Mineral PERMIX
100	100	100	100	جمع Total
				ترکیبات شیمیایی محاسبه شده Chemical Composition
86.75	86.49	86.17	86.48	ماده خشک Dry matter
3126	3030	3026	2927	انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری/کیلوگرم) Metabolizable energy (Kcal/kg)
18.71	19.54	20.80	22.03	پروتئین خام Crude protein
1.00	1.00	1.07	1.09	کلسیم Calcium
0.46	0.43	0.48	0.50	فسفر قابل دسترس Available phosphorus
0.39	0.42	0.51	0.59	متیونین Methionine
0.93	1.09	1.29	1.40	لایزین Lysine
0.71	0.72	0.85	0.93	متیونین+سیستین Methionine + Cystine

*مکمل ویتامین در kg جیره حاوی: ۳۵۰۰۰۰۰ IU ویتامین A، ۱۰۰۰۰۰۰ IU ویتامین D_3، ۹۰۰۰ IU ویتامین E، ۱۰۰۰ mg ویتامین K_3، ۹۰۰ mg ویتامین B1، ۳۳۰۰ mg ویتامین B2، ۵۰۰۰ mg ویتامین B_3، ۱۵۰۰۰ mg ویتامین B5، ۱۵۰ mg ویتامین B6، ۵۰۰ mg ویتامین B9، ۷/۵ mg ویتامین B12، ۲۵۰۰۰۰ mg کولین، ۵۰۰ mg بیوتین

** مکمل معدنی در kg جیره حاوی: ۵۰۰۰۰ mg منگنز، ۲۵۰۰۰ mg آهن، ۵۰۰۰۰ mg روی، ۵۰۰۰ mg مس، ۵۰۰ mg ید، ۱۰۰ mg سلنیوم.

Vitamin PERMIX per kg of feed contains: 3,500,000 IU of Vitamin A, 1,000,000 IU of Vitamin D3, 9,000 IU of Vitamin E, 1,000 mg of Vitamin K3, 900 mg of Vitamin B1, 3,300 mg of Vitamin B2, 5,000 mg of Vitamin B3, 15,000 mg of Vitamin B5, 150 mg of Vitamin B6, 500 mg of Vitamin B9, 5.7 mg of Vitamin B12, 250,000 mg of Choline, and 500 mg of Biotin.

Mineral PERMIX per kg of feed contains: 50,000 mg of Manganese, 25,000 mg of Iron, 50,000 mg of Zinc, 50,000 mg of Copper, 500 mg of Iodine, and 100 mg of Selenium.

تعیین اسیدیته و ظرفیت نگهداری آب در گوشت

برای تعیین اسیدیته گوشت، ابتدا یک گرم نمونه گوشت تازه آسیاب و ۹ میلی‌لیتر آب مقطر به آن افزوده شد. در گام بعدی و پس از همگن‌سازی، اسیدیته نمونه‌ها با استفاده از دستگاه pHمتر اندازه‌گیری شد. برای تعیین ظرفیت نگهداری آب، یک گرم نمونه گوشت تازه پیچیده‌شده در کاغذ صافی به‌مدت ۴ دقیقه در سانتریفیوژ با ۲۵۰۰ دور در ثانیه (rpm) قرار گرفت. آب باقی‌مانده پس از سانتریفوژ از طریق خشک کردن نمونه‌ها با استفاده از آون (۱۰۱ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت) توسط فرمول زیر محاسبه شد (Castellini *et al.*, 2002).

۱۰۰× وزن اولیه / (وزن گوشت بعد از خشک کردن − وزن گوشت بعد از سانتریفیوژ) = ظرفیت نگهداری آب در گوشت

تعیین پایداری اکسیداتیو گوشت براساس معرف اسید تیوباربیتوریک

برای ارزیابی معیار مذکور در گروه‌های آزمایشی مختلف، یک قطعه از هر تکرار در آخر دوره کشتار شد و عضله ران آن جداسازی شد. بعد از نگهداری به‌مدت ۷ روز در یخچال، مالون دی‌آلدهاید (MDA[1]) به‌عنوان محصول ثانویه اکسیداسیون توسط شاخص اسید تیوباربیتوریک (TBA[2]) مطابق روش پیکول و همکاران (Pikul *et al.*, 1989) اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری اندیس پراکسید در گوشت

اندازه‌گیری اندیس پراکسید از آزمون‌های شاخص اکسیداسیون چربی‌ها به‌شمار می‌رود. برای این منظور، یک قطعه از هر تکرار در آخر دوره کشتار شد و عضله ران آن جداسازی شد. بعد از نگهداری به‌مدت ۷ روز در یخچال، غلظت پراکسید تشکیل شده اندازه‌گیری و اندیس پراکسید بر حسب میلی‌اکی‌والان پراکسید در هر کیلوگرم (meq/kg) چربی گوشت ران محاسبه گردید (AOAC, 2000).

اندازه‌گیری رنگ گوشت

برای تعیین رنگ گوشت، یک قطعه از هر تکرار در آخر دوره کشتار شد، عضله سینه آن جداسازی شد و به‌طور تصادفی در ۴ موقعیت تصادفی در هر نیمه ماهیچه سینه

[1] Malondialdehyde

[2] Thiobarbituric acid

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-09-02]

[DOI: 10.61882/rap.2024.1465]

(نیمه راست) سنجیده شد. میانگین مقادیر رنگ برای هر ماهیچه با دستگاه کلریمتریک ساخت کشور ژاپن (Minolta Chroma meter DP-400, Konica) محاسبه شد. مقادیر L*, a*, b* به‌ترتیب نشانگر قرمزی، زردی و روشنایی گوشت هستند (Zhuang *et al.*, 2009).

ارزیابی حسی گوشت

برای ارزیابی کیفیت گوشت به‌صورت حسی، قسمت راست سینه از هر تکرار بعد از آماده‌سازی، در دمای ۱۷۰ درجه سانتیگراد در یک آون برقی به‌مدت ۴۵-۴۰ دقیقه بسته به وزن نمونه‌ها پخته شد. برای اجتناب از پوشاندن طعم گوشت، تکه‌های گوشت بدون افزودن ادویه‌جات و چربی آماده گردیدند. نمونه‌های پخته‌شده به ۱۲ قطعه بریده و به‌طور تصادفی به اعضای پانل ارائه شدند. صفات ارزیابی شده در آزمایش شامل بو، طعم، ترددی، آبداری و مقبولیت کلی بودند. پیش از انجام ارزیابی، هیچگونه اطلاعاتی در مورد گوشت یا تیمارهای آزمایشی و روش کار به اعضای پانل داده نشد. اعضای پاسخگو راهنمایی شدند که بلافاصله بعد از خوردن گوشت، فرم مربوطه را تکمیل نمایند و به نمونه‌ها بر اساس تصمیم خود امتیاز دهند. از مقیاس ۱ تا ۵ استفاده شد که ۱ کمترین و ۵ بیشترین امتیاز به صفات مذکور بود (Cross *et al.*, 1986).

تعیین محتویات استخوان درشت‌نی

برای تعیین محتوای خاکستر، کلسیم و فسفر استخوان درشت‌نی در تیمارهای مختلف، در انتهای دوره، با انتخاب ۲ قطعه از هر تکرار، درشت‌نی چپ آن‌ها جدا سازی و به‌روش قراردادن در اتوکلاو چربی‌زدایی شد. در گام بعدی و پس از آماده‌سازی نمونه‌ها، درصدهای خاکستر، کلسیم و فسفر به‌روش جذب اتمی تعیین گردیدند (Hall *et al.*, 2003).

آنالیز آماری

آنالیز داده‌های حاصل از این آزمایش با استفاده از رویه GLM در نرم‌افزار SAS 9.1 براساس مدل کاملاً تصادفی به‌روش فاکتوریل انجام شد. این مدل شامل اثرات روش‌های تغذیه، نوع افزودنی استفاده‌شده در دوره بعد از اعمال محدودیت غذایی و اثرات متقابل بین آن‌ها بود. مقایسه میانگین جیره‌های آزمایشی مختلف با تست دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید. مدل آماری استفاده شده در مطالعه حاضر به‌شرح زیر است:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (A_i \times B_j) + e_{ijk}$$

در مدل بالا، μ بیانگر میانگین کل، Y_{ijk} بیانگر هریک از مشاهدات، A_i بیانگر اثر روش تغذیه، B_j بیانگر اثر نوع افزودنی، $A_i \times B_j$ بیانگر اثرات متقابل روش تغذیه و نوع افزودنی و e_{ijk} بیانگر خطای آزمایش هستند.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به پایداری اکسیداتیو، ظرفیت نگهداری، اسیدیته، شاخص TBA، شاخص پراکسید و رنگ گوشت در جدول ۲ ارائه شده‌اند. براساس نتایج، میزان اسیدیته در گروه محدودیت غذایی بیشتر، شاخص TBA در روش تغذیه آزاد بیشتر و ضریب قرمزی گوشت (a*) در روش دارای محدودیت غذایی بیشتر از دیگر گروه‌ها بودند ($P \leq ۰/۰۵$). کمترین شاخص TBA در تیمارهای دریافت‌کننده پونه + آویشن و بیشترین آن در تیمارهای بدون افزودنی و پروبیوتیک مشاهده گردیدند ($P \leq ۰/۰۵$). شاخص TBA نمایانگر میزان MDA در گوشت است. در واقع، MDA یک شاخص برای پراکسیداسیون لیپیدی و آسیب اکسیداتیو ناشی از گونه‌های فعال اکسیژن است و در طول دوره ذخیره‌سازی گوشت افزایش می‌یابد (Abbasi *et al.*, 2020). از این‌رو به‌نظر می‌رسد که بالاتر بودن درصد چربی در لاشه، در افزایش پدیده اکسیداسیون و شاخص TBA تاثیرگذار باشد. یکی از دلایل بالاتر بودن میزان pH گوشت در طیور با محدودیت غذایی احتمالاً به تغییر ساختار ماهیچه‌ای به‌دلیل محدودیت غذایی مربوط است، به طوری که مطالعه بر روی خرگوش‌های پرواری نشان داد که محدودیت غذایی در دوره رشد توانست نسبت فیبرهای اکسیداتیو ماهیچه را بالاتر ببرد و منجر به افزایش pH لاشه گردد (Chodova & Tumova, 2013). روشنایی گوشت، تنها صفتی بود که اثرات متقابل بر روی آن اثر معنی‌داری داشتند به‌طوری‌که پرندگان بدون محدودیتی که آویشن + پونه کوهی دریافت کردند گوشت روشن‌تری داشتند. البته جوجه‌های محدودشده‌ای که هیچ افزودنی دریافت نکردند و یا پونه کوهی و ترکیب آویشن-پونه کوهی مصرف کردند گوشت روشنی تولید کردند که تفاوت معنی‌داری با تیمار آزاد × (آویشن + پونه کوهی) نشان ندادند.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-09-02]

[DOI: 10.61882/rap.2024.1465]

جدول ۲- اثرات اصلی و متقابل روش تغذیه و نوع افزودنی بر پارامترهای مرتبط با کیفیت گوشت جوجه‌های گوشتی
Table 2. Main effects of the feeding method, the additive type, and interaction between them on parameters related to meat quality in broilers

زردی (b*) Yellowness (b*)	قرمزی (a*) Redness (a*)	روشنایی (L*) Lightness (L*)	شاخص پراکسید (meq/kg) Peroxide index (meq/kg)	شاخص TBA (میکروگرم/کیلوگرم) TBA index (microgram/kg)	ظرفیت نگهداری آب (٪) Water holding capacity (%)	اسیدیته Acidity	
							روش تغذیه Feeding method
9.32	3.50^{b}	49.30	158.00	0.126^{a}	60.94	6.00^{b}	آزاد Free
9.70	3.90^{a}	49.70	152.66	0.115^{b}	62.20	6.20^{a}	محدودیت Restricted
0.21	0.13	0.30	2.64	0.004	0.81	0.06	خطای استاندارد میانگین SEM
0.24	0.05	0.38	0.19	0.05	0.29	0.045	P-value
							نوع افزودنی Additive Type
9.50^{b}	4.69^{a}	49.16^{b}	167.33^{a}	0.135^{a}	56.73^{b}	6.40^{a}	بدون افزودنی No additive
8.29^{c}	3.41^{b}	49.00^{b}	153.00^{b}	0.118^{ab}	63.40^{a}	6.02^{bc}	آویشن Thyme
9.83^{ab}	3.74^{b}	49.40^{b}	154.66^{b}	0.120^{ab}	63.30^{a}	6.26^{ab}	پونه کوهی Oregano
10.56^{a}	3.31^{b}	51.04^{a}	153.86^{b}	0.105^{b}	60.86^{a}	6.06^{b}	آویشن+پونه کوهی Thyme + Oregano
9.30^{b}	3.32^{b}	48.87^{b}	147.00^{b}	0.125^{a}	63.53^{a}	5.73^{c}	پروبیوتیک Probiotic
0.33	0.21	0.47	4.17	0.006	1.29	0.10	خطای استاندارد میانگین SEM
0.002	0.0008	0.026	0.03	0.028	0.005	0.002	P-value
							اثرات متقابل (روش تغذیه×نوع افزودنی) Interaction (Feeding method × additive type)
9.00	4.40	48.33^{b}	165.33	0.143	57.00	6.24	آزاد×بدون افزودنی Free × No additive
7.93	3.08	49.66^{b}	164.00	0.126	61.63	5.97	آزاد × آویشن Free × Thyme
10.00	3.75	48.46^{b}	153.33	0.120	62.66	6.18	آزاد × پونه کوهی Free × Oregano
10.40	3.30	52.00^{a}	159.40	0.110	60.70	6.00	آزاد× (آویشن + پونه کوهی) Free×(Thyme + Oregano)
9.26	3.00	48.08^{b}	146.33	0.130	62.73	5.58	آزاد × پروبیوتیک Free × Probiotic
10.00	4.98	50.00^{ab}	169.33	0.126	56.47	6.57	محدودیت × بدون افزودنی Restricted × No additive
8.65	3.75	48.33^{b}	142.00	0.110	65.16	6.07	محدودیت × آویشن Restricted × Thyme
9.66	3.74	50.33^{ab}	156.00	0.120	63.93	6.33	محدودیت × پونه کوهی Restricted × Oregano
10.73	3.33	50.08^{ab}	148.33	0.100	61.03	6.12	محدودیت× (آویشن + پونه کوهی) Restricted × (Thyme+ Oregano)
9.33	3.64	49.66^{b}	147.66	0.120	64.33	5.88	محدودیت × پروبیوتیک Restricted × Probiotic
0.47	0.30	0.67	5.90	0.008	1.82	0.15	خطای استاندارد میانگین SEM
0.66	0.64	0.019	0.16	0.85	0.84	0.90	P-value

همچنین، میزان pH لاشه در گروه پروبیوتیک کمترین و در گروه بدون افزودنی بیشترین بود (P ≤ ۰/۰۵). شاخص پراکسید در تیمار بدون افزودنی بالاتر از سایرین بود (P ≤ ۰/۰۵). هر چند که مقدار عددی شاخص پراکسید در جیرهای حاوی پروبیوتیک کمتر از افزودنی‌های گیاهی بود، اما این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود. گوشت طیور دارای ۳/۵ الی ۵ درصد چربی است که بیشتر آن از نوع غیراشباع استباشد (Marcinčák *et al.*, 2008). این عامل، گوشت را در معرض اکسیداسیون قرار داده، منجر به کاهش ارزش تغذیه‌ای آن می‌گردد. بنا بر این، به‌منظور کنترل افت کیفی گوشت، از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی قوی استفاده می‌شود (Danka *et al.*, 2007). در طی سال‌های اخیر، استفاده از عصاره‌های گیاهی به‌عنوان آنتی‌اکسیدان طبیعی، به‌دلیل محدودیت استفاده از مواد سنتتیک، افزایش یافته است. آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی اثرات سودمندی بر سلامتی انسان دارند و به‌عنوان محافظ بیولوژیکی مهمی برای ترکیبات سلولی از قبیل DNA، پروتئین‌ها و غشای لیپیدها عمل می‌کنند (Su *et al.*, 2007). اثرات آنتی‌اکسیدانی گیاهان بیشتر به‌دلیل وجود ترکیبات فنولی و برخی از ویتامین‌ها در ترکیب آنها است (Admassu & Kebede, 2019). اثر آنتی‌اکسیدانی افزودنی‌های گیاهی در تحقیق حاضر با نتایج مطالعه ولایکو و همکاران (Vlaicu *et al.*, 2022) مطابقت دارد. در تحقیق مذکور، تیمارهای حاوی آویشن منجر به افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در گوشت ران جوجه‌های گوشتی شدند. در مطالعه‌ی دیگر، مکمل‌سازی جیره بوقلمون‌ها با عصاره پونه‌کوهی، پایداری اکسیداتیو را افزایش داد و سبب حفظ آلفاتوکوفرول در ذخیره‌سازی به‌صورت منجمد و برای مدت طولانی شد (Botsoglou et al., 2003).

ظرفیت نگهداری آب لاشه در تیمار بدون افزودنی کمتر از تیمارهای دریافت‌کننده افزودنی‌ها بود (P ≤ ۰/۰۵). بیشتر آب موجود در عضله در ساختارهای سلول، از جمله فضاهای داخل و خارج میوفیبریل محبوس می‌شود. با افزایش انقباض

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-09-02]
[DOI: 10.61882/rap.2024.1465]

ماهیچه‌ها، فضای نگهداری آب در میوفیبریل‌ها کاهش می‌یابد و مایع می‌تواند به فضاهای خارج از میوفیبریل جریان پیدا کند و از دست برود. اگر پروتئین‌هایی که میوفیبریل‌ها را به یکدیگر و به غشای سلولی متصل می‌کنند، تجزیه نشوند، انقباض به کل سلول منتقل می‌شود. لذا، تخریب محدود پروتئین‌های ماهیچه‌های اسکلتی ممکن است منجر به افزایش انقباض سلول‌های عضلانی شده، در نهایت به از دست‌دادن آب منجر شود. پروتئازهای کالپین نقش تجزیه میوفیبریل‌ها و پروتئین‌های اسکلتی را برعهده دارند و در تبدیل ماهیچه به گوشت مهم هستند. وجود شرایط اکسیداسیون در ماهیچه، با غیر فعال کردن کالپین‌ها، منجر به افزایش انقباض در ماهیچه شده، ظرفیت نگهداری آب ماهیچه را کاهش می‌دهد (Huff-Lonergan & Lonergan, 2005). با توجه به مطالبی که پیش‌تر درباره فعالیت آنتی‌اکسیدانی آویشن و پونه ذکر شد، به‌نظر می‌رسد که افزودن این گیاهان به جیره جوجه‌های گوشتی منجر به افزایش سطح آنتی‌اکسیدانی ماهیچه‌ها می‌شود و با کمک به سیستم تجزیه پروتیئن کالپین، در بهبود سطح نگهداری آب در گوشت به ایفای نقش می‌پردازند. در مطالعه حاضر، آویشن در بهبود ظرفیت نگهداری آب، نقش مؤثرتری نسبت به پونه داشت. این یافته با نتایج حاصل از بررسی اثر آویشن و پونه بر روی کیفیت گوشت بلدرچین ژاپنی (Khademipoor *et al.*, 2017) مطابقت دارد.

ترکیب آویشن و پونه کوهی به‌طور معنی‌داری روشنایی گوشت سینه را در مقایسه با دیگر افزودنی‌ها افزایش داد. این تاثیر احتمالاً به‌دلیل بر همکنش برخی از مواد مؤثر در این دو گیاه در هنگام استفاده همزمان به‌جای استفاده جداگانه از آنها است. نتایج حاصل از مطالعه حاضر در تأثیر افزودنی‌های گیاهی (آویشن و پونه) بر رنگ گوشت سینه در تضاد با نتایج زازا و همکاران (Zaazaa *et al.*, 2022) هستند که عنوان کردند افزودنی‌های گیاهی بر روی هیچ‌کدام از پارامترهای رنگ گوشت اثر معنی‌داری نداشتند. تأثیر گیاهان دارویی بر فاکتورهای رنگ را با توجه به نقش آن‌ها در میزان اکسیداسیون یون آهن موجود در میوگلوبین می‌توان توضیح داد. گیاهان دارویی به‌واسطه دارابودن ترکیبات فنولی، کینون‌هایی که به‌صورت حلقوی هستند را اکسید می‌کنند و با اسیدآمینه‌های لیزین، سیستئین، متیونین و تریپتوفان در مولکول میوگلوبین واکنش داده، رنگ گوشت را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Nieto *et al.*, 2010).

جدول ۳ اطلاعات مربوط به تاثیر تیمارهای تغذیه‌ای مختلف روی بو، آبداری، طعم، تردی و مقبولیت کلی گوشت سینه را نمایش می‌دهد. استفاده از نوع افزودنی در مرحله بعد از اتمام محدودیت اثرات معنی‌داری بر صفات مذکور داشت، به‌طوری‌که از نظر بو، افزودنی پونه کوهی امتیاز کمتری نسبت به سایرین داشت ($P \leq ۰/۰۵$). همچنین امتیازات آبداری، طعم و تردی افزودنی پونه کوهی و تیمار بدون افزودنی کمتر از سایر تیمارها بودند ($P \leq ۰/۰۵$). مقبولیت کلی گوشت در تیمار آویشن، ترکیب آویشن–پونه کوهی و پروبیوتیک دارای امتیاز بیشتری نسبت به تیمار بدون افزودنی بود ($P \leq ۰/۰۵$). بررسی‌ها نشان دادند که اثرات متقابل نوع تغذیه و نوع افزودنی‌ها تفاوت معنی‌داری در صفات حسی گوشت ایجاد نکردند. با این‌حال و به‌لحاظ عددی، گوشت پرندگانی که محدویت غذایی را تجربه و سپس افزودنی آویشن + پونه‌کوهی دریافت کردند، مقبولیت کلی بیشتری نسبت به دیگر تیمارها داشت.

در یک پژوهش، مشخص شد که افزودن ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم عصاره پونه کوهی هیچ تأثیری بر فراسنجه‌های حسی در گوشت تازه سینه نداشت (Symeon *et al.*, 2009) که در مطابقت با نتایج مطالعه حاضر است. در طی اکسیداسیون چربی گوشت در زمان ذخیره‌سازی، واکنش‌های تجزیه‌ای گسترده‌ای به‌صورت همزمان رخ می‌دهند که منجر به تولید مقدار زیادی از مولکول‌های مختلف از قبیل آلدئیدها، کتون‌ها، الکل‌ها، پراکسیدها و هیدروکربن‌ها می‌شود. این مواد مسئول اصلی تغییر طعم و بو در گوشت هستند و حس کهنه بودن گوشت را به مشتری القا می‌کنند (Zouari *et al.*, 2010). به‌نظر می‌رسد که عصاره آویشن، ترکیب آویشن–پونه کوهی و پروبیوتیک برعکس تیمار بدون افزودنی و پونه کوهی، کیفیت گوشت را از نظر خصوصیات حسی و مقبولیت بهبود بخشیده‌اند. احتمالاً این اثرات به خصوصیات آنتی‌اکسیدانی افزودنی‌های مذکور و طعم مورد پذیرش آنها در جوجه‌های گوشتی مربوط هستند. مقدار pH گوشت در طعم، رنگ و تردی گوشت مؤثر است. این اثر می‌تواند منعکس کننده فرایند گلیکولیز ماهیچه‌ای بعد از کشتار باشد (Lei *et al.*, 2018). نتایج مطالعه حاضر مبنی بر بهبود طعم و تردی گوشت پس از مصرف افزودنی‌های گیاهی و پروبیوتیک، با نتایج یک مطالعه که نشان داد افزودنی‌های کاهش دهنده pH، با بهبود پروتئولیز و کاهش اکسیداسیون موجب بهبود طعم و تردی گوشت شدند، مطابقت دارد (Ornaghi *et al.*, 2020). در کل، به‌علت محدودبودن مطالعات صورت گرفته روی کیفیت گوشت جوجه‌های گوشتی و متناقض بودن نتایج آن‌ها، نمی‌توان در خصوص اثرات عصاره‌ها بر فراسنجه‌های کیفی گوشت به یک جمع‌بندی رسید. در ضمن اثر ژنتیک، نوع و سطح افزودنی‌ها، ترکیب جیره و اثر متقابل مواد مغذی مورد استفاده ممکن است در نتایج متناقض مطالعات مختلف نقش داشته باشند.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-09-02]

[DOI: 10.61882/rap.2024.1465]

جدول ۳- اثرات اصلی و متقابل روش تغذیه و نوع افزودنی بر ارزیابی حسی گوشت جوجه‌های گوشتی

Table 3. Main effects of the feeding method, the additive type, and interaction between them on the sensory evaluation of broiler meat

مقبولیت کلی Overall acceptability	تردی Crispy	طعم Taste	آبداری Juiciness	بو Smell	
					روش تغذیه Feeding method
3.60	3.40	3.16	3.48	3.50	آزاد Free
3.54	3.42	3.28	3.38	3.40	محدودیت Restricted
0.11	0.12	0.14	0.11	0.11	خطای استاندارد میانگین SEM
0.80	0.90	0.54	0.55	0.53	P-value
					نوع افزودنی Additive Type
3.25^{b}	2.95^{c}	2.60^{c}	2.95^{c}	3.25^{bc}	بدون افزودنی No additive
3.65^{ab}	3.60^{a}	3.30^{ab}	3.35^{bc}	3.50^{abc}	آویشن Thyme
3.15^{b}	3.00^{bc}	2.95^{bc}	3.00^{c}	3.00^{c}	پونه کوهی Oregano
3.90^{a}	3.95^{a}	3.80^{a}	4.05^{a}	3.65^{ab}	آویشن+پونه کوهی Thyme + Oregano
3.85^{a}	3.55^{ab}	3.45^{ab}	3.80^{ab}	3.85^{a}	پروبیوتیک Probiotic
0.17	0.19	0.22	0.18	0.17	خطای استاندارد میانگین SEM
0.011	0.002	0.004	0.0003	0.013	P-value
					اثرات متقابل (روش تغذیه × نوع افزودنی) Interaction ((Feeding method × additive type)
3.30	3.10	2.50	3.00	3.30	آزاد×بدون افزودنی Free × No additive
3.80	3.50	3.20	3.10	3.40	آزاد×آویشن Free × Thyme
3.10	3.20	2.70	3.20	3.00	آزاد × پونه کوهی Free × Oregano
3.80	3.50	3.90	4.00	3.70	آزاد×(آویشن+پونه کوهی) Free×(Thyme + Oregano)
3.90	3.70	3.50	4.10	4.10	آزاد×پروبیوتیک Free × Probiotic
3.20	2.80	2.70	2.90	3.20	محدودیت×بدون افزودنی Restricted × No additive
3.50	3.70	3.40	3.60	3.60	محدودیت × آویشن Restricted × Thyme
3.20	2.80	3.20	2.80	3.00	محدودیت×پونه کوهی Restricted × Oregano
4.00	4.40	3.70	4.10	3.60	محدودیت× (آویشن + پونه کوهی) Restricted × (Thyme + Oregano)
3.80	3.40	3.40	3.50	3.60	محدودیت × پروبیوتیک Restricted × Probiotic
0.25	0.27	0.31	0.26	0.25	خطای استاندارد میانگین SEM
0.87	0.11	0.80	0.28	0.72	P-value

نتایج مربوط به اندازه‌گیری مقادیر ماده خشک، خاکستر، کلسیم و فسفر استخوان درشت نی در جدول ۴ ارائه شده‌اند. نوع افزودنی اثرات آماری معنی‌داری بر خاکستر و درصد کلسیم داشت ($P \leq ۰/۰۵$) به‌طوری‌که درصد خاکستر در گروه بدون افزودنی کمتر از بقیه تیمارها به‌جز تیمار پونه بود. درصد کلسیم در تیمارهای بدون افزودنی کمتر و در تیمار دریافت کننده پروبیوتیک بیشتر از بقیه بود ($P \leq ۰/۰۵$).

یکی از مشکلات بارز در صنعت جوجه‌های گوشتی، عدم هماهنگی و تعادل بین رشد سریع ماهیچه با رشد اسکلتی جوجه‌ها است. افزایش وزن بالا در زمان کم منجر به بروز مشکلاتی می‌شود که ناهنجاری‌های پا یکی از آنها هستند. این ناهنجاری‌ها علاوه بر ایجاد شرایط بد برای رفاه جوجه‌ها، آسیب‌های اقتصادی زیادی را نیز به مرغداران تحمیل می‌کند (Liu *et al.*, 2023). جستجوی یک راه حل برای بهبود وضعیت سیستم استخوانی (به‌خصوص پا) یکی از وظایف محققان حوزه پرورش جوجه گوشتی است. بررسی اثر استفاده از افزودنی‌های غذایی متفاوت به‌منظور دستیابی به یک ترکیب مناسب، یکی از راهکارهای مؤثر در تأمین نیازهای تغذیه‌ای جوجه‌های گوشتی است. در مطالعه کنونی، استفاده از افزودنی‌های گیاهی و همچنین پروبیوتیک، تأثیر مثبتی بر وضعیت استخوان درشت‌نی داشت. اثر مثبت پروبیوتیک بر بهبود وضعیت درشت‌نی احتمالاً به این دلیل است که پروبیوتیک‌ها با ایجاد تغییرات در فلور میکروبی دستگاه گوارش، منجر به افزایش میکروب‌های مفید شده (Kiaalhosseini *et al.*, 2023)، متعاقباً منجر به بهبود هضم غذا، بالا رفتن جذب کلسیم و فسفر و ذخیره آن در سیستم اسکلتی طیور می‌شود (Rizzoli & Biver, 2020). نتایج برخی از مطالعات نشان می‌دهند که استفاده از عصاره‌های گیاهی مانند آویشن، رزماری و پونه باعث بهبود سلامتی روده و همچنین رشد و توسعه پرزهای روده کوچک در جوجه‌های گوشتی می‌شود (Zhang *et al.*, 2021; Gümüş *et al.*, 2023). از آنجایی‌که روده کوچک اندام اصلی جذب موادمغذی و موادمعدنی به‌شمار می‌رود، لذا بهبود ایمنی و توسعه پرزی در آن با ایجاد فضای جذبی بیشتر، به افزایش جذب مواد معدنی از جمله کلسیم و فسفر کمک می‌کند. همچنین، شواهدی از افزایش طول روده در پرندگان

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-09-02]

[DOI: 10.61882/rap.2024.1465]

دریافت کننده افزودنی‌های گیاهی و پروبیوتیک وجود دارند که به‌نوبه خود منجر به بهبود جذب انواع مواد مغذی می‌شود (Nilkanth *et al.*, 2020). یکی دیگر از دلایل بهبود وضعیت کلسیم استخوان درشت‌نی در جوجه‌های مصرف‌کننده افزودنی‌های گیاهی (به‌خصوص آویشن) در مطالعه حاضر را می‌توان با میزان مواد معدنی موجود در این افزودنی‌ها مرتبط دانست. گیاه آویشن یک بسته از مواد معدنی مختلف است؛ برگ این گیاه منبعی عالی از پتاسیم، کلسیم، آهن، منگنز، منیزیوم و سلنیوم به‌شمار می‌رود (Dauqan & Abdullah, 2017). لذا به‌نظر می‌رسد که مصرف این نوع از افزودنی‌ها احتمالاً در افزایش سطح کلسیم سرم خون و استخوان‌ها مؤثر باشد.

جدول ۴- اثرات اصلی و متقابل روش تغذیه و نوع افزودنی بر محتویات استخوان درشت‌نی در جوجه‌های گوشتی

Table 4. Main effects of the feeding method, the additive type, and interaction between them on the contents of the tibia bone of broilers

فسفر (٪) Phosphorus (%)	کلسیم (٪) Calcium (%)	خاکستر (٪) Ash (%)	ماده خشک (٪) Dry matter (%)	
				روش تغذیه Feeding method
8.05	20.65	48.90	96.74	آزاد Free
8.13	21.09	48.87	97.29	محدودیت Restricted
0.20	0.17	0.37	0.02	خطای استاندارد میانگین SEM
0.79	0.09	0.85	0.07	P-value
				نوع افزودنی Additive Type
7.43	19.75^{c}	46.98^{b}	96.25	بدون افزودنی No additive
8.12	21.15^{ab}	49.12^{a}	97.38	آویشن Thyme
7.83	20.40^{bc}	48.70^{ab}	97.22	پونه کوهی Oregano
8.29	21.17^{ab}	49.42^{a}	97.24	آویشن+پونه کوهی Thyme + Oregano
8.78	21.88^{a}	49.92^{a}	97.00	پروبیوتیک Probiotic
0.32	0.27	0.58	0.32	خطای استاندارد میانگین SEM
0.084	0.0003	0.02	0.14	P-value
				اثرات متقابل (روش تغذیه×نوع افزودنی) (Feeding method × additive type) Interaction
7.64	19.53	46.12	96.00	آزاد × بدون افزودنی Free × No additive
8.40	21.02	49.55	97.13	آزاد × آویشن Free × Thyme
7.33	20.18	48.50	97.20	آزاد×پونه کوهی Free × Oregano
8.52	20.94	50.14	96.51	آزاد× (آویشن + پونه کوهی) Free×(Thyme + Oregano)
8.36	21.56	50.08	96.84	آزاد×پروبیوتیک Free × Probiotic
7.22	19.95	47.83	96.50	محدودیت × بدون افزودنی Restricted × No additive
7.84	21.28	48.69	97.62	محدودیت × آویشن Restricted × Thyme
8.33	20.62	48.91	97.24	محدودیت × پونه کوهی Restricted × Oregano
8.05	21.39	48.70	97.96	محدودیت× (آویشن + پونه کوهی) Restricted × (Thyme+ Oregano)
9.20	22.21	49.76	97.15	محدودیت × پروبیوتیک Restricted × Probiotic
0.46	0.39	0.83	0.46	خطای استاندارد میانگین SEM
0.26	0.99	0.39	0.62	P-value

نتیجه‌گیری کلی

بررسی اثرات محدودیت غذایی بر صفات اقتصادی مانند کیفیت گوشت و وضعیت استخوان درشت‌نی، می‌تواند در شناخت بهتر این روش و اعمال مدیریت مؤثرتر، کمک کند. نتایج حاصل از مطالعه کنونی نشان می‌دهند که اعمال محدودیت غذایی اگر در زمان مناسب، به‌اندازه کافی و همراه با جیره‌های غذایی مطلوب صورت پذیرد، نه‌تنها اثرات سوئی ندارد بلکه منجر به بهبود معنادار برخی از صفات مرتبط با کیفیت گوشت مانند اسیدیته، شاخص TBA و قرمزی می‌گردد. هر چند که در مطالعه حاضر، تأثیر محدودیت تغذیه‌ای بر کیفیت استخوان درشت‌نی معنادار نبود اما به‌صورت عددی تأثیر مثبتی بر این صفات بر جای گذاشت. به‌نظر می‌رسد که استفاده از ترکیب آویشن + پونه‌کوهی در مقایسه با مصرف جداگانه آنها تأثیر بهتری بر خواص حسی گوشت جوجه‌های گوشتی داشته باشد. همچنین، بررسی اثرات متقابل نشان داد که افزودنی‌ها در هر دو حالت تغذیه آزاد و محدود منجر به بهبود وضعیت استخوان درشت‌نی شده‌اند. از آنجایی که کیفیت استخوان درشت‌نی یکی از موارد مهم در زمینه افزایش سلامتی، رفاه و تولید جوجه‌های گوشتی به‌شمار می‌رود و همچنین کیفیت حسی و شیمیایی گوشت تولیده شده، بر روی بازارپسندی و رضایت مشتریان مؤثر است، لذا استفاده از نتایج مطالعاتی مانند تحقیق حاضر، می‌تواند به بهبود موارد ذکر شده کمک کن و از طرفی دیگر منجر به تولید محصولاتی سالم‌تر شود.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-09-02]

[DOI: 10.61882/rap.2024.1465]

References

Abbasi, M. A., Ghazanfari, S., Sharifi, S. D., & Ahmadi Gavlighi, H. (2020). Influence of dietary plant fats and antioxidant supplementations on performance, apparent metabolizable energy and protein digestibility, lipid oxidation and fatty acid composition of meat in broiler chicken. *Veterinary Medicine and Science*, 6(1), 54-68. https://doi.org/10.1002/vms3.212

Admassu, S., & Kebede, M. (2019). Application of antioxidants in food processing industry: Options to improve the extraction yields and market value of natural products. *Advances in Food Technology and Nutritional Science*, 5, 38-49. https://doi.org/10.17140/AFTNSOJ-5-155

AOAC. (2000) Official Methods of Analysis. 17th Edition, The Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA. Methods 925.10, 65.17, 974.24, 992.16.

Aviagen Inc. (2014). Ross x Ross 308, North American broiler performance objectives. Aviagen Inc., Huntsville, AL.

Bampidis, V. A., Christodoulou, V., Florou-Paneri, P., Christaki, E., Chatzopoulou, P. S., Tsiligianni, T., & Spais, A. B. (2005). Effect of dietary dried oregano leaves on growth performance, carcase characteristics and serum cholesterol of female early maturing turkeys. *British Poultry Science*, 46(5), 595-601. https://doi.org/10.1080/00071660500256057

Bergaoui, R. (2012). Use of rosemary, oregano, and a commercial blend of essential oils in broiler chickens: in vitro antimicrobial activities and effects on growth performance. *Journal of Animal Science*, 90(3), 813-823. https://doi.org/10.2527/jas.2010-3646

Botsoglou, N. A., Govaris, A., Botsoglou, E. N., Grigoropoulou, S. H., & Papageorgiou, G. (2003). Antioxidant activity of dietary oregano essential oil and α-tocopheryl acetate supplementation in long-term frozen stored turkey meat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(10), 2930-2936. https://doi.org/10.1021/jf021034o

Castellini, C., Mugnai, C. A. N. D., & Dal Bosco, A. (2002). Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. *Meat Science*, 60(3), 219-225. https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00124-3

Chodová, D., & Tumová, E. (2013). The effect of feed restriction on meat quality of broiler rabbits: A review. *Scientia Agriculturae Bohemica*, *44*(1), 55-62. https://doi.org/10.7160/sab.2013.440109

Cross, H. R., Durland, P. R., & Seideman, S. C. (1986). Sensory qualities of meat. *Muscle as Food*, 279-320.

Danka, S., Dionyz, M., & Hanna, R. (2007). Effects of dietary rosemary extract and alfa tocopherol on the performance of chickens, meat quality and lipid oxidation in meat. *Bulletin-Veterinary Institute in Pulawy*, 51(4), 585-589.

Dauqan, E. M., & Abdullah, A. (2017). Medicinal and functional values of thyme (Thymus vulgaris L.) herb. *Journal of Applied Biology and Biotechnology*, 5(2), 017-022. https://doi.org/10.7324/JABB.2017.50203

Fawaz, M. A., Ismail, Z. S. H., Hassan, H. A., & Abdel-Wareth, A. A. A. (2021). Effect of thyme essential oil on productive performance of broiler chickens a-review. *SVU-International Journal of Environmental Researches*, 3(1), 8-18. https://doi.org/10.21608/svuijer.2021.215540

Gümüş, R., Kara, A., Özkanlar, S., İmik, H., & Celep, N. A. (2023, May). Effects of dietary thyme and rosemary essential oils on biochemical parameters, anti-oxidant metabolism, small intestinal morphology and myofiber structure of superficial pectoral and biceps femoris muscles in broilers. *In Veterinary Research Forum*, 14(5), 249). https://doi.org/10.30466/vrf.2022.549989.3410

Hall, L. E., Shirley, R. B., Bakalli, R. I., Aggrey, S. E., Pesti, G. M., & Edwards Jr, H. M. (2003). Power of two methods for the estimation of bone ash of broilers. *Poultry Science*, 82(3), 414-418. https://doi.org/10.1093/ps/82.3.414

Huff-Lonergan, E., & Lonergan, S. M. (2005). Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Science*, 71(1), 194-204. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.04.022

Jin, X., Huang, G., Luo, Z., Hu, Y., & Liu, D. (2021). Oregano (Origanum vulgare L.) essential oil feed supplement protected broilers chickens against Clostridium perfringens induced necrotic enteritis. *Agriculture*, 12(1), 18. https://doi.org/10.3390/agriculture12010018

Khademipoor, N., Nasehi, B., & TAHANEJAD, M. (2017). Investigation of diet enriched with medicinal herbs on the sensorial, microbial and shelf-life characteristics of the Japanese quail meat. *Journal of Food Science and Technology*, 13, 1-10. [In Persian]

Khurshid, A., Khan, A. A., Banday, M. T., Ganai, A. M., Khan, H. M., Choudhary, A. R., ... & Untoo, M. (2019). Effect of feed restriction on performance of broiler chicken. *Journal of Entomolog and Zoollogy Study*, 7(2), 1054-1056.

Kiaalhosseini, F. S., Ashayerizadeh, O., & Dastar, B. (2023). Effect of Different Levels of Probiotic Primalac and Kappa-Carrageenan on Growth Performance, Gut Microbiota and Blood Parameters of Broiler Chickens. *Research on Animal Production*, 14(41), 59-69. https://doi.org/10.61186/rap.14.41.59. [In Persian]

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-09-02]

[DOI: 10.61882/rap.2024.1465]

Lei, Z., Zhang, K., Li, C., Wu, J., Davis, D., Casper, D., ...& Wang, J. (2018). Dietary supplementation with Essential-oils-cobalt for improving growth performance, meat quality and skin cell capacity of goats. *Scientific Reports*, 8(1), 11634. https://doi.org/10.1038/s41598-018-29897-3

Liu, K. L., He, Y. F., Xu, B. W., Lin, L. X., Chen, P., Iqbal, M. K., ... & Huang, S. C. (2023). Leg disorders in broiler chickens: a review of current knowledge. *Animal Biotechnology*, 34(9), 5124-5138. https://doi.org/10.1080/10495398.2023.2270000

Marcinčák, S., Cabadaj, R., Popelka, P., & Šoltýsová, L. (2008). Antioxidative effect of oregano supplemented to broilers on oxidative stability of poultry meat. *Slovenian Veterinary Research*, 45(2), 61-66.

Nieto, G., Díaz, P., Bañón, S., & Garrido, M. D. (2010). Effect on lamb meat quality of including thyme (*Thymus zygis* ssp. gracilis) leaves in ewes' diet. *Meat Science*, 85(1), 82-88. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.12.009

Nilkanth, R. H., Vipin, K. K., & Kumar, P. (2020). Effect of feeding of oregano oil with probiotic on gut microbiota and nutrients digestibility of broiler chicken. *Journal of Pharmaceutical Innovation*, 9(3), 660-664. https://doi.org/10.22271/tpi.2020.v9.i3l.4657

Ornaghi, M. G., Guerrero, A., Vital, A. C. P., de Souza, K. A., Passetti, R. A. C., Mottin, C., ... & do Prado, I. N. (2020). Improvements in the quality of meat from beef cattle fed natural additives. *Meat Science*, 163, 108059. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108059

Peng, Q. Y., Li, J. D., Li, Z., Duan, Z. Y., & Wu, Y. P. (2016). Effects of dietary supplementation with oregano essential oil on growth performance, carcass traits and jejunal morphology in broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*, 214, 148-153. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.02.010

Pikul, J., Leszczynski, D. E., & Kummerow, F. A. (1989). Evaluation of three modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 37(5), 1309-1313. https://doi.org/10.1021/jf00089a022

Rizzoli, R., & Biver, E. (2020). Are probiotics the new calcium and vitamin D for bone health? *Current Osteoporosis Reports*, 18, 273-284. https://doi.org/10.1007/s11914-020-00591-6

Symeon, G. K., Zintilas, C., Ayoutanti, A., Bizelis, J. A., & Deligeorgis, S. G. (2009). Effect of dietary oregano essential oil supplementation for an extensive fattening period on growth performance and breast meat quality of female medium-growing broilers. *Canadian Journal of Animal Science*, 89(3), 331-334. https://doi.org/10.4141/CJAS09027

Tahami, Z., & Oskoueian, E. (2023). Investigating the effect of using microcapsule essential oil in conditions of flock density on performance, morphology of the small intestine and acidity of the digestive tract of broiler chickens. *Research on Animal Production*, 14(1), 37-47. https://doi.org/10.61186/rap.14.39.37 [In Persian]

Vlaicu, P. A., Untea, A. E., Turcu, R. P., Saracila, M., Panaite, T. D., & Cornescu, G. M. (2022). Nutritional composition and bioactive compounds of basil, thyme and sage plant additives and their functionality on broiler thigh meat quality. *Foods*, 11(8), 1105. https://doi.org/10.3390/foods11081105

Zaazaa, A., Mudalal, S., Alzuheir, I., Samara, M., Jalboush, N., Fayyad, A., & Petracci, M. (2022). The impact of thyme and oregano essential oils dietary supplementation on broiler health, growth performance, and prevalence of growth-related breast muscle abnormalities. *Animals*, 12(21), 3065. https://doi.org/10.3390/ani12213065

Zhang, L. Y., Peng, Q. Y., Liu, Y. R., Ma, Q. G., Zhang, J. Y., Guo, Y. P., ... & Zhao, L. H. (2021). Effects of oregano essential oil as an antibiotic growth promoter alternative on growth performance, antioxidant status, and intestinal health of broilers. *Poultry Science*, 100(7), 101163. https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101163

Zhuang, H., Savage, E. M., Smith, D. P., & Berrang, M. E. (2009). Effect of dry-air chilling on sensory descriptive profiles of cooked broiler breast meat deboned four hours after the initiation of chilling. *Poultry Science*, 88(6), 1282-1291. https://doi.org/10.3382/ps.2008-00325

Zouari, N., Elgharbi, F., Fakhfakh, N., Bacha, A. B., Gargouri, Y., & Miled, N. (2010). Effect of dietary vitamin E supplementation on lipid and colour stability of chicken thigh meat. *African Journal of Biotechnology*, 9(15), 2276-2283.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2025-09-02]

[DOI: 10.61882/rap.2024.1465]