13 (1) 163-172, Spring 2021

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Evaluation of the effects of different levels of Pennyroyal essential oil and probiotic containing *Bacillus coagulens* on performance, carcass characteristics and meat quality of broiler chickens

Elham Hasani sorkhani [1], Mohsen Afsharmanesh*[1], Mohammad Salarmoini [1], Hadi Ebrahimnejad [2], Mohammad Khajeh Bami [1]

[1] Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
[2] Department of Food Hygiene and Public Health, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

Key Words

Bacillus coagulans
Broilers
Pennyroyal essential oil
Performance
Probiotics

Abstract

Introduction: This experiment was conducted to study the effect of different levels of pennyroyal essential oil and probiotic (*Bacillus coagulans*) on performance, carcass characteristics, and meat quality of broiler chickens.

Materials & Methods: In this experiment 240 one day-old Ross 308 broilers were used in a completely randomized design with 3×2 factorial arrangements with three levels of pennyroyal essential oil (zero, 100 and 200 mg/kg) and two levels of probiotic (zero and 200 mg/kg) with 4 replications and 10 chicks per replicate.

Result: The interaction effects of pennyroyal essential oil and probiotic showed that body weight gains and feed conversion ratio in chickens fed with diet containing probiotic compared to other treatment except chickens fed with diet containing 100 mg of pennyroyal essential oil were significantly higher and lower respectively ($P<0.05$). The main effect and interactions of pennyroyal essential oil and probiotic on feed intake were not significant. The interaction effects on the relative weight of breast were significant and the highest relative weight of breast was for chickens fed with diet containing probiotic. In addition, the lowest malondialdehyde and cooking loss values and the highest water holding capacity and yellowness values were for chickens fed with diet containing 100 mg of pennyroyal essential oil plus probiotic.

Conclusion: In conclusion, inclusion of pennyroyal essential oil (100 mg/kg) plus probiotic into the diet of broiler chicken without affecting the performance, improved the meat quality.

* Corresponding Author's email: mafshar@uk.ac.ir
Received: 7 March 2020; Reviewed: 31 May 2020; Revised: 23 June 2020; Accepted: 21 July 2020
(DOI): 10.22034/aej.2020.133201

مقاله پژوهشی

بررسی اثرات سطوح مختلف اسانس پونه و پروبیوتیک حاوی *باسیلوس کوآگولانس* بر عملکرد، خصوصیات لاشه و کیفیت گوشت جوجه‌های گوشتی

الهام حسنی‌سرخانی[۱]، محسن افشارمنش[۱]، محمد سالارمعینی[۱]، هادی ابراهیم‌نژاد[۲]، محمد خواجه‌بمی[۱]*

[۱] گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

[۲] گروه بهداشت و مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

کلمات کلیدی

اسانس پونه
باسیلوس کوآگولانس
پروبیوتیک
جوجه‌های گوشتی
عملکرد

چکیده

مقدمه: این پژوهش به‌منظور ارزیابی تأثیر سطوح مختلف اسانس پونه و پروبیوتیک (باسیلوس کوآگولانس) بر عملکرد، خصوصیات لاشه و کیفیت گوشت جوجه‌های گوشتی انجام شد.

مواد و روش‌ها: این آزمایش با ۲۴۰ قطعه جوجه گوشتی یک‌روزه سویه راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی به‌روش فاکتوریل ۲×۳ شامل سه سطح اسانس پونه (صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) و دو سطح پروبیوتیک (صفر و ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) با ۴ تکرار و ۱۰ قطعه جوجه در هر تکرار انجام شد.

نتایج: اثرات متقابل اسانس پونه و پروبیوتیک نشان داد که افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک در جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی پروبیوتیک در مقایسه با سایر تیمارها به‌جز جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی۱۰۰ میلی‌گرم اسانس پونه به‌ترتیب بیش‌تر و کم‌تر بود ($P<0/05$). اثرات اصلی و متقابل اسانس پونه و پروبیوتیک بر مصرف خوراک معنی‌دار نبود. اثرات متقابل بر وزن نسبی سینه معنی‌دار بود و بیش‌ترین وزن نسبی سینه مربوط به جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی پروبیوتیک بود. هم‌چنین کم‌ترین میزان مالون دی‌آلدئید و افت در نتیجه پخت و بیش‌ترین میزان ظرفیت نگه‌داری آب مربوط به جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰۰ میلی‌گرم اسانس پونه به‌همراه پروبیوتیک بود ($P<0/05$).

نتیجه‌گیری و بحث: به‌طورکلی، افزودن اسانس پونه (۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) به‌همراه پروبیوتیک به جیره جوجه‌های گوشتی بدون تاثیر بر عملکرد سبب بهبود کیفیت گوشت شد.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: mafshar@uk.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۷ اسفند ۱۳۹۸؛ تاریخ داوری: ۱۱ خرداد ۱۳۹۹؛ تاریخ اصلاح: ۳ تیر ۱۳۹۹؛ تاریخ پذیرش: ۳۱ تیر ۱۳۹۹
(DOI): 10.22034/aej.2021.133201

مقدمه

طیور نسبت به سایر حیوانات اهلی در چربی گوشت خود مقدار بیش‌تری اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه دارند که این مسئله باعث می‌شود تا گوشت آن‌ها به‌طور ویژه‌ای مستعد فساد اکسیداتیو باشد (Cheng و همکاران، ۲۰۱۶). از طرف دیگر وجود شرایط مختلف تنش‌زا مانند دما و رطوبت بالا، پرورش در شرایط متراکم و انجام واکسیناسیون متعدد سبب افزایش رادیکال‌های آزاد اکسیژن و ایجاد اکسیداسیون در بافت‌های بدن پرنده می‌شوند (Goo و همکاران، ۲۰۱۹). این عوامل باعث شده است تا امروزه تحقیقات به‌گونه‌ای انجام شود که علاوه بر افزایش بازده و عملکرد طیور، کیفیت گوشت را نیز از نظر فراسنجه‌هایی چون رنگ، مدت ذخیره، خصوصیات حسی و فیزیکوشیمیایی بهبود بخشد. یکی از راه‌های افزایش توان آنتی‌اکسیدانی بدن طیور استفاده از گیاهان دارویی است. گیاهان دارویی دارای ترکیبات پلی‌فنولی می‌باشند که خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارند و به همین دلیل می‌توانند مدت نگه‌داری و کیفیت گوشت را افزایش دهند. گیاهان دارویی حاوی اسانس، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالایی دارند که مزیت اصلی آن‌ها محسوب می‌شود (Kamatou و همکاران، ۲۰۰۸). ترکیبات فنلی موجود در اسانس‌های گیاهان دارویی با رادیکال‌های هیدروکسیل واکنش می‌دهند و آن‌ها را به ترکیبات پایداری تبدیل می‌کنند (Botsoglou و همکاران، ۲۰۰۲). گیاه پونه نیز به‌علت داشتن ترکیبات فنولیک و درنتیجه خواص آنتی‌اکسیدانی قابل توجه باعث کاهش رادیکال‌های آزاد و مهار اکسیداسیون لیپیدها می‌شود (Al-Hijazeen و همکاران، ۲۰۱۸). پونه با نام علمی *Mentha Pulegium L.* گیاهی از خانواده نعناعیان (*Labiateae*) و شامل ۲۰ گونه است (Abedini و همکاران، ۲۰۱۷). رویشگاه طبیعی این گیاه اروپا، شمال آفریقا، آسیای صغیر و خاورمیانه است (Chalchat و همکاران، ۲۰۰۸). گیاه پونه به‌علت دارا بودن مقادیر بالای مونوترپن‌ها، تیمول و کارواکرول خاصیت آنتی‌اکسیدانی از خود نشان می‌دهد. هم‌چنین این گیاه دارای خواص ضدقارچی، ضدمیکروبی، تحریک‌کنندگی اشتها، افزایش‌دهنده قابلیت هضم مواد مغذی و بهبوددهنده وضعیت محیط دستگاه گوارش است (Abedini و همکاران، ۲۰۱۷). در تحقیقی افزودن پودر برگ پونه کوهی (*Origanum vulgare L.*) به جیره جوجه‌های گوشتی سبب بهبود عملکرد رشد و خصوصیات لاشه شد (زرقی و همکاران، ۱۳۹۸). هم‌چنین در مطالعه دیگر استفاده از اسانس پونه سبب افزایش وزن بدن جوجه‌های گوشتی گردید (Raeisi و همکاران، ۲۰۱۵). پروبیوتیک‌ها میکرواورگانیسم‌های زنده‌ای هستند که می‌توانند سبب بهبود عملکرد رشد (حسینی و همکاران، ۱۳۹۸)، تعدیل جمعیت میکروبی (Mountzouris و همکاران، ۲۰۱۰) و بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی گوشت (Khajeh Bami و همکاران، ۲۰۱۹) شوند. *باسیلوس کوآگولانس* یکی از مناسب‌ترین باکتری‌های تشکیل‌دهنده اسپور به‌عنوان یک ماده پروبیوتیک است. تشکیل اسپور به پروبیوتیک‌ها توانایی مقاومت بیش‌تر در برابر آسیب در طی مراحل ذخیره (Hyronimus و همکاران، ۲۰۰۰) و در برابر آنزیم‌های هضمی، تغییرات pH معده و شرایط محیطی روده (Hong و همکاران، ۲۰۰۵) می‌بخشد. در حقیقت *باسیلوس کوآگولانس* به‌عنوان یک باکتری تشکیل‌دهنده اسپور، گرم مثبت، بی‌هوازی اختیاری و قادر به رشد زیاد در یک دامنه وسیعی از دما (۵۷-۳۰ درجه سانتی‌گراد) و pH (۱۰/۵-۴) معرفی می‌شود (De Clerck و همکاران، ۲۰۰۴). در تحقیقات اخیر استفاده از *باسیلوس کوآگولانس* به‌عنوان پروبیوتیک سبب بهبود عملکرد رشد و کاهش میزان اکسیداسیون گوشت جوجه‌های گوشتی شده است (Khajeh Bami و همکاران، ۲۰۱۹). با توجه به موارد فوق و این‌که هر دو افزودنی پروبیوتیک و اسانس پونه می‌توانند به‌عنوان ابزاری در جهت تقویت سیستم آنتی‌اکسیدانی، بهبود جمعیت میکروبی روده و عملکرد رشد به‌کار روند، فرضیه ما این است که مصرف اسانس پونه به همراه پروبیوتیک بتواند سبب بروز اثرات هم‌افزایی بین این‌دو ماده شده‌و در نتیجه با بهبود کیفیت گوشت و عملکرد جوجه‌های گوشتی همراه باشد. لذا در این تحقیق تاثیر اسانس پونه و پروبیوتیک *باسیلوس کوآگولانس* بر عملکرد، خصوصیات لاشه و کیفیت گوشت جوجه‌های گوشتی بررسی شد.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش تعداد ۲۴۰ قطعه جوجه گوشتی یک روزه نر سویه راس ۳۰۸، به‌مدت ۴۲ روز مورد آزمایش قرار گرفتند. این تحقیق در قالب آزمایش فاکتوریل (۲×۳) بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار و ۱۰ پرنده هر تکرار بود. عامل‌های مورد بررسی شامل سطح اسانس پونه (۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره) و سطح پروبیوتیک (۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره) بودند. جیره‌های آزمایشی بر پایه ذرت، کنجاله سویا و با توجه به نیازهای توصیه شده در دفترچه راهنمای پرورش سویه راس ۳۰۸ در سه دوره آغازین (۱۰-۱)، رشد (۱۱-۲۴) و پایانی (۲۵-۴۲) تنظیم شدند (جدول ۱). برای انجام این آزمایش اسانس خالص گیاه پونه از شرکت گلاب زهرا کرمان تهیه گردید و سپس با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی متصل به طیف سنج جرمی (GC/MS) مورد آنالیز قرار گرفت (جدول ۲). پروبیوتیک حاوی سویه‌های باسیلوس کوآگولانس با واحد تشکیل کلنی ۱۰۱۱ سلول در هر گرم با نام تجاری بیواکسیر® از شرکت فرآورده‌های زیستی پردیس رشد مهرگان تهیه شد. در کل دوره پرورش افزایش وزن روزانه بدن، مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک اندازه‌گیری شد و تلفات نیز به‌طور روزانه ثبت شد. در پایان

آزمایش (۴۲ روزگی) یک قطعه جوجه از هر تکرار با وزن نزدیک به میانگین آن تکرار انتخاب شد و سپس کشتار شد. بعد از پوست‌کنی وزن نسبی لاشه، سینه، ران، قلب، کبد، پیش معده و چربی شکمی با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری و به صورت درصدی از وزن بدن بیان شد.

جدول ۱: مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های پایه در دوره‌های مختلف

اجزای جیره (درصد)	جیره آغازین (۱۰-۱ روزگی)	جیره رشد (۲۴-۱۱ روزگی)	جیره پایان (۴۲-۲۵ روزگی)
ذرت	۳۰	۳۰/۰۲۴	۳۰
کنجاله سویا (۴۴ درصد پروتئین)	۳۵/۹	۳۴/۶	۳۱/۸
گندم	۲۸	۲۷/۹۸۵	۳۰/۲۵
روغن سویا	۲/۳	۳/۶	۴/۵
کربنات کلسیم	۱/۳۵	۱/۳۵۲	۱/۳۶۱
دی‌کلسیم فسفات (۱۷ درصد فسفر)	۱/۳۶	۱/۲۸۵	۱/۱۷
نمک	۰/۳	۰/۳	۰/۳
دی ال- متیونین	۰/۱۶۰	۰/۱۷۶	۰/۰۸۹
ال-لیزین هیدروکلراید	۰/۱	۰/۱۴۸	۰/۲۰
مکمل ویتامینی [۱]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل معدنی [۲]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
زایلاناز	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳
ترکیبات شیمیایی محاسبه شده			
انرژی قابل سوخت و ساز (کیلوکالری در کیلوگرم)	۲۹۸۶	۳۰۱۰	۳۰۳۳
پروتئین خام (درصد)	۲۲/۱	۲۰/۱	۱۸/۷
لیزین (درصد)	۱/۲۷	۱/۲	۱/۰۷
متیونین + سیستین (درصد)	۰/۹۷	۰/۹	۰/۸۵
کلسیم (درصد)	۰/۹	۰/۸۷	۰/۷۷
فسفر قابل دسترس (درصد)	۰/۶۸	۰/۶۱	۰/۶۱

۱- هرکیلوگرم مکمل ویتامینه شامل ۳۶۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۱۶۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D3، ۱۸ هزار واحد بین‌المللی ویتامین E، ۸۸۰ میلی‌گرم ویتامین B1، ۲۱۶۰ میلی‌گرم ویتامین B2، ۱۸ هزار میلی‌گرم ویتامین B3، ۸۸۰ میلی‌گرم ویتامین B6، ۱۵ میلی‌گرم ویتامین B12، ۲ هزار میلی‌گرم ویتامین K3، ۶۴۰ میلی‌گرم ویتامین B9، ۶۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B5، ۱۰۰ میلی‌گرم ویتامین H2، ۵۰۰ هزار میلی‌گرم کولین کلراید و هزار میلی‌گرم آنتی اکسیدان بود.

۲- هر کیلوگرم مکمل معدنی حاوی ۴۸۰۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۸۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۶۴۰۰ میلی‌گرم مس، ۴۴۰۰۰ میلی‌گرم روی ، ۵۰۰ میلی‌گرم ید و ۱۲۰ میلی‌گرم سلنیوم بود.

جدول ۲: ترکیب شیمیایی اسانس پونه

نام ترکیب	میزان (درصد)
پولگون	۳۹/۲۲
منتون	۳۵/۸۲
پایپریتون	۱۴/۷۶
آلفا ترپینن	۳/۳۴
سایر ترکیبات	۶/۸۶

هم‌چنین جهت‌تعیین شاخص‌های کیفیت گوشت، عضله ران پس از کشتار جدا و به‌مدت ۳۰ روز در داخل کیسه‌های نایلونی غیرقابل نفوذ به اکسیژن در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد منجمد شد (Hazrati و همکاران، ۲۰۱۹). در این آزمایش به‌منظور بررسی خصوصیات کیفی گوشت، میزان اکسیداسیون با سنجش تیوباربیتوریک اسید، مقدار pH، درصد ظرفیت نگه‌داری آب، افت در نتیجه پخت، افت خونابه و رنگ گوشت مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری تیوباربیتوریک اسید، ۰/۵ گرم از نمونه ران با ۲/۵ میلی‌لیتر محلول استاک (شامل ۰/۳۷۵ درصد تیوباربیتوریک اسید، ۱۵ درصد تری‌کلرواستیک و ۰/۲۵ نرمال محلول هیدروکلریدریک اسید) به‌وسیله هموژنایزر مخلوط شد. محلول آماده شده به‌مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب جوش در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت تا پس از گذشت زمان مورد نظر، رنگ صورتی حاصل از واکنش مالون دی آلدئید با تیوباربیتوریک ایجاد شود. نمونه‌ها از حمام آب جوش خارج و زیر شیر آب سرد شد. سپس نمونه‌ها سانتریفیوژ شد(سرعت ۵۵۰۰ دور در دقیقه، زمان ۲۵ دقیقه). در مرحله بعد، مقدار اکسیداسیون چربی نمونه از طریق اندازه‌گیری مقدار مالون‌دی‌آلدئید با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (Eppendorf آلمان، مدل RS 232) در طول موج ۵۳۲ نانومتر ضمن درنظر گرفتن ضریب خاموشی(ε) = $1/56 \times 10^5$ برآورد شد. مقدار تیوباربیتوریک اسید با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (Dwivedi و همکاران، ۲۰۰۶):

TBA number= (میلی‌گرم مالون‌دی آلدهید در کیلوگرم گوشت)

$$\text{Sample } A_{532} \times 2/77$$

برای اندازه گیری pH ،پنج گرم از نمونه گوشت در ۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر با دستگاه هموژنایزر هم‌زده تا یکنواخت گردید، سپس با استفاده از گاز استریل صاف و به‌کمک دستگاه pH متر(SELECTA اسپانیا، مدل RS 232)، در دمای اتاق، pH نمونه‌ها اندازه‌گیری شد (pH متر با بافرهای ۴ و ۷ کالیبره شد)(Jang و همکاران، ۲۰۰۸). به منظور اندازه‌گیری درصد ظرفیت نگه‌داری آب یک گرم از نمونه گوشت را در کاغذ صافی پیچیده و در لوله‌های فالکون ۱۵ میلی‌لیتری به‌مدت ۴ دقیقه در ۱۵۰۰ دور سانتریفیوژ شد. نمونه پس از سانتریفیوژ به آرامی با پارچه کتان خشک و وزن شد. پس از توزین، نمونه به‌مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و سپس

دوباره وزن گردید. در نهایت با استفاده از فرمول زیر درصد ظرفیت نگه‌داری آب محاسبه شد (Castellini و همکاران، ۲۰۰۰):

$$\text{ظرفیت نگه‌داری آب (درصد)} = \frac{\text{وزن پس از خشک شدن (گرم)} - \text{وزن پس از سانتریفیوژ (گرم)}}{\text{وزن اولیه (گرم)}} \times ۱۰۰$$

برای اندازه‌گیری درصد افت خونابه یک قطعه گوشت ران بدون چربی و بافت هم‌بند با ضخامت ۲/۵ سانتی‌متر مربع برداشته و وزن گردید (وزن اولیه). سپس نمونه مورد نظر در یک پوشش پنبه‌ای در پاکت پلاستیکی به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. بعد از ۲۴ ساعت رطوبت گوشت به آرامی به‌وسیله پارچه کتانی گرفته‌شد و دوباره‌وزن گردید(Christensen، ۲۰۰۳).درصدافت خونابه با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

$$\text{افت خونابه (درصد)} = \frac{\text{وزن نهایی (گرم)} - \text{وزن اولیه (گرم)}}{\text{وزن اولیه (گرم)}} \times ۱۰۰$$

به‌منظوراندازه‌گیری‌درصدافت درنتیجه‌پخت یک سانتی‌مترمکعب از گوشت ران بریده و وزن گردید. قطعه جدا شده گوشت به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد، پس از آن به‌مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب گرم در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد به‌طوری‌که دمای عمق گوشت به ۷۰ درجه سانتی‌گراد برسد. در مرحله آخر نمونه به‌آرامی با پارچه کتان خشک و دوباره وزن گردید. درنهایت با استفاده از فرمول زیر درصد افت در نتیجه پخت محاسبه شد (Bertram و همکاران، ۲۰۰۳):

$$\text{افت درنتیجه پخت (درصد)} = \frac{\text{وزن نهایی (گرم)} - \text{وزن اولیه (گرم)}}{\text{وزن اولیه (گرم)}} \times ۱۰۰$$

اندازه‌گیری رنگ گوشت براساس سامانه ارزیابی رنگ روشنایی (L*)، رنگ قرمزی (a*) و رنگ زردی (b*) با پنج بار تکرار انجام شد. از نمونه‌های گوشت عکس‌هایی با وضوح بالا توسط یک دوربین دیجیتال (Nikon P510, 16 mega pixels) گرفته شد. لامپ و دوربین در داخل یک جعبه (۵۰×۵۰×۶۰ سانتی‌متر) با دیوارهای سفید داخلی قرار داده شد. دوربین در یک فاصله ثابت ۳۰ سانتی‌متری از سطح نمونه برای گرفتن تصاویر قرار داده شد. زاویه بین محور لنز دوربین با سطح نمونه ۹۰ درجه و زاویه بین سطح نمونه و منبع روشنایی ۴۵ درجه بود. روشنایی با استفاده از یک لامپ فلورسنت ۲۰ وات تأمین شد. تصاویر دیجیتال نمونه‌ها در مدل Lab برای به‌دست آوردن فراسنجه‌های رنگ*L، *a و*b با استفاده از نرم‌افزار فتوشاپ آنالیز شد (Abbasvali و همکاران، ۲۰۱۲؛ Khajeh Bami و همکاران، ۲۰۱۹). داده‌های حاصل از این آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و رویهٔ خطی عمومی (GLM) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. میانگین‌ها توسط آزمون توکی و با درنظرگرفتن سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج

عملکرد رشد: نتایج مربوط به تأثیر تیمار های آزمایشی بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی در جدول ۳ گزارش شده است. اثرات متقابل اسانس پونه و پروبیوتیک بر افزایش وزن روزانه بدن معنی‌دار بود.به‌طوری‌که بیش‌ترین افزایش وزن روزانه‌بدن مربوط به جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی پروبیوتیک بود که این اختلاف درمقایسه با سایر گروه‌ها به‌جز گروه تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰۰ میلی‌گرم اسانس پونه معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). علاوه بر این، افزایش وزن روزانه بدن جوجه‌های تغذیه شده با ۱۰۰ میلی‌گرم اسانس پونه به‌همراه پروبیوتیک تفاوت معنی‌داری با گروه شاهد نداشت (P>۰/۰۵). اثرات متقابل اسانس پونه‌و پروبیوتیک بر ضریب تبدیل خوراک معنی‌دار بود به‌طوریکه در جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی پروبیوتیک ضریب تبدیل خوراک در مقایسه با سایر گروه‌ها به‌جز گروه تغذیه شده با ۱۰۰ میلی‌گرم اسانس پونه کم‌تر بود (P<۰/۰۵). هم‌چنین ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های تغذیه شده با ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم اسانس پونه به‌اضافه‌پروبیوتیک اختلاف‌معنی‌داری باگروه‌شاهد نداشت (P>۰/۰۵). مصرف خوراک تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (P>۰/۰۵).

خصوصیات لاشه: نتایج مربوط به تأثیر تیمارهای آزمایشی بر خصوصیات لاشه و اندام‌های داخلی جوجه‌های گوشتی در جدول ۴ نشان داده شده است. وزن نسبی اجزای لاشه و اندام‌های داخلی (به جز وزن نسبی سینه) تحت تاثیر سطح اسانس پونه و پروبیوتیک و هم‌چنین اثر متقابل بین آن‌ها قرار نگرفت(P>۰/۰۵). وزن نسبی سینه تحت تاثیر اثرات متقابل اسانس پونه و پروبیوتیک قرار گرفت به‌طوری که بیش‌ترین وزن نسبی سینه مربوط گروه چهارم (سطح صفر اسانس پونه به‌اضافه پروبیوتیک)بود که به‌طورمعنی‌داری از سایر گروه‌ها به‌جز گروه ششم (سطح ۲۰۰ اسانس پونه به اضافه پروبیوتیک) بیش‌تر بود.

کیفیت گوشت: نتایج مربوط به تأثیر تیمارهای آزمایشی بر کیفیت گوشت جوجه‌های گوشتی در جدول ۵ نشان داده شده است. نتایج به‌دست آمده نشان دادند که میزان مالون‌دی‌آلدهید، ظرفیت نگه‌داری آب و افت خونابه گوشت تحت تاثیر اثرات متقابل اسانس پونه و پروبیوتیک قرار گرفتند(P<۰/۰۵). کم‌ترین میزان مالون‌دی‌آلدهید و افت درنتیجه پخت و بیش‌ترین میزان ظرفیت نگه‌داری آب مربوط به جوجه‌های تغذیه شده با سطح ۱۰۰ اسانس پونه به اضافه پروبیوتیک بود. میزان pH و افت خونابه تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (P>۰/۰۵).

خصوصیات رنگ گوشت: نتایج مربوط به تأثیر تیمارهای آزمایشی بر خصوصیات رنگ گوشت جوجه‌های گوشتی در جدول ۶ نشان داده شده است. نتایج به‌دست آمده نشان دادند که اثرات متقابل اسانس پونه و پروبیوتیک فقط بر شاخص زردی معنی‌دار بود به‌طوری که بیش‌ترین مقدار مربوط به جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم اسانس پونه به اضافه پروبیوتیک بود. شاخص‌های روشنایی و قرمزی تحت تاثیر اثرات اصلی و متقابل اسانس پونه و پروبیوتیک قرار نگرفتند.

جدول ۳: اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی (۱-۴۲ روزگی)

گروه‌های آزمایشی		افزایش وزن (گرم/ پرنده/ روز)	مصرف خوراک (گرم/ پرنده/ روز)	ضریب تبدیل
اسانس پونه (میلی‌گرم/کیلوگرم)				
صفر		۵۶/۱۲ a	۹۶/۶۳	۱/۷۷ b
۱۰۰		۵۳۱۹ b	۹۴/۳۸	۱/۷۶ b
۲۰۰		۴۹/۴۶ c	۹۴/۹۰	۱/۹۱ a
SEM		۰/۶۶۳	۱/۰۲۷	۰/۰۱۸
P Value		<۰/۰۰۰۱	۰/۲۹۱	<۰/۰۰۰۱
پروبیوتیک (میلی‌گرم/کیلوگرم)				
صفر		۵۳/۴۴	۹۵/۸۴	۱/۸۳
۲۰۰		۵۲/۴۱	۹۴/۷۷	۱/۸۰
SEM		۰/۵۴۱	۰/۸۳۹	۰/۰۱۴
P Value		۰/۱۹۶	۰/۳۷۷	۰/۱۶۸
اسانس پونه	پروبیوتیک			
صفر	صفر	۵۳/۸۳ bc	۹۶/۹۶	۱/۸۵ ab
۱۰۰	صفر	۵۵/۹۹ ab	۹۴/۶۹	۱/۷۰ cd
۲۰۰	صفر	۵۰/۴۹ cd	۹۵/۸۹	۱/۹۴ a
صفر	۲۰۰	۵۸/۴۲ a	۹۶/۳۱	۱/۶۹ d
۱۰۰	۲۰۰	۵۰/۳۸ cd	۹۴/۰۷	۱/۸۲ bc
۲۰۰	۲۰۰	۴۸/۴۳ d	۹۳/۹۲	۱/۸۹ ab
SEM		۰/۹۳۷	۱/۴۵۳	۰/۰۲۵
P Value		<۰/۰۰۰۱	۰/۸۷۰	<۰/۰۰۰۱

a-d: حرف‌های ناهمسان در هر ستون به معنی تفاوت معنی‌دار بین میانگین تیمارهای آزمایشی است (P<۰/۰۵).

جدول ۴: اثر تیمارهای آزمایشی بر وزن نسبی اجزای لاشه و اندام‌های داخلی جوجه‌های گوشتی (درصدی از وزن زنده)

گروه‌های آزمایشی		لاشه	سینه	ران‌ها	قلب	کبد	پیش معده	چربی شکمی
اسانس پونه (میلی‌گرم/کیلوگرم)								
صفر		۴۷/۶۰	۲۶/۲۴	۱۴/۲۶	۵۵۷/۰	۹۹/۱	۴۹۲/۰	۵۴/۱
۱۰۰		۹۷/۶۰	۵۶/۲۲	۱۰/۲۶	۵۸۹/۰	۰۹/۲	۵۱۸/۰	۷۶/۱
۲۰۰		۹۸/۵۸	۱۳/۲۳	۸۹/۲۴	۵۵۸/۰	۱۸/۲	۵۱۰/۰	۷۱/۱
SEM		۱۸۷/۱	۴۷۱/۰	۵۳۵/۰	۰۱۹/۰	۰۶۵/۰	۰۲۵/۰	۰۹۸/۰
P Value		۰/۴۸۳	۰/۰۵۸	۰/۲۰۱	۰/۴۴۰	۰/۱۳۴	۰/۷۶۷	۰/۲۶۶
پروبیوتیک (میلی‌گرم/کیلوگرم)								
صفر		۵۹/۸۵	۲۲/۲۹b	۲۵/۵۸	۰/۵۶۹	۲/۱۳	۰/۵۰۳	۱/۷۴
۲۰۰		۶۰/۴۴	۲۴/۳۵a	۲۵۸۴	۰/۵۶۶	۲/۰۵	۰/۵۱۱	۱/۵۹
SEM		۰/۹۶۹	۰/۳۸۵	۰/۴۳۷	۰/۰۱۶	۰/۰۵۳	۰/۰۲۱	۰/۰۸۰
P Value		۰/۶۷۳	۰/۰۰۱	۰/۶۷۵	۰/۸۷۸	۰/۳۱۰	۰/۸۱۱	۰/۲۰۵
اسانس پونه	پروبیوتیک							
صفر	صفر	۵۹/۸۷	۲۱/۹۳ b	۲۶/۵۳	۰/۵۵۱	۲/۰۷	۰/۴۵۶	۱/۵۴
۱۰۰	صفر	۶۰/۳۷	۲۲/۵۵ b	۲۵/۲۱	۰/۵۸۵	۲/۱۶	۰/۵۶۷	۱/۹۲
۲۰۰	صفر	۵۹/۳۱	۲۲/۳۸ b	۲۴/۹۹	۰/۵۷۳	۲/۱۵	۰/۴۸۶	۱/۷۷
صفر	۲۰۰	۶۱/۰۸	۲۶/۵۹ a	۲۵/۷۵	۰/۵۶۳	۱/۹۱	۰/۵۲۸	۱/۵۴
۱۰۰	۲۰۰	۶۱/۵۷	۲۲/۵۷ b	۲۶/۹۹	۰/۵۹۳	۲/۰۲	۰/۴۶۹	۱/۵۹
۲۰۰	۲۰۰	۵۸/۶۶	۲۳/۸۹ ab	۲۴/۷۶	۰/۵۴۲	۲/۲۲	۰/۵۳۵	۱/۶۵
SEM		۱/۶۷۹	۰/۶۶۷	۰/۷۵۷	۰/۰۲۷	۰/۰۹۲	۰/۰۳۶	۰/۱۳۹
P Value		۰/۸۱۶	۰/۰۰۹	۰/۲۳۷	۰/۶۹۷	۰/۴۰۳	۰/۰۶۶	۰/۴۹۸

a-b: حرف‌های ناهمسان در هر ستون به معنی تفاوت معنی‌دار بین میانگین تیمارهای آزمایشی است (P<۰/۰۵).

جدول ۵: اثر تیمارهای آزمایشی بر کیفیت گوشت جوجه‌های گوشتی

گروه‌های آزمایشی		مالون دی‌آلدئید (میلی‌گرم در کیلوگرم)	pH	ظرفیت نگه‌داری آب (درصد)	افت درنتیجه پخت (درصد)	افت خونابه (درصد)
اسانس پونه (میلی‌گرم/کیلوگرم)						
صفر		۱/۰۲۶ a	۶/۳۴۴	۷۲/۹۳	۳۹/۷۶ a	۱۷/۹۴
۱۰۰		۰/۷۱۶ b	۶/۳۳۶	۷۳/۰۲	۳۷/۴۵ b	۱۷/۳۹
۲۰۰		۱/۰۴۴ a	۶/۳۱۷	۷۳/۴۶	۳۸/۸۷ ab	۱۸/۹۱
SEM		۰/۰۵۰	۰/۰۳۶	۰/۶۳۳	۰/۶۳۴	۱/۰۳۷
P Value		۰/۰۰۱	۰/۸۷۳	۰/۸۲۱	۰/۰۵۰	۰/۵۸۸
پروبیوتیک (میلی‌گرم/کیلوگرم)						
صفر		۱/۰۷۰ a	۶/۳۴۱	۷۲/۴۴	۳۸/۳۶	۱۸/۷۲
۲۰۰		۰/۷۸۶ b	۶/۳۲۴	۷۳/۸۳	۳۹/۰۳	۱۷/۴۴
SEM		۰/۰۴۴	۰/۰۲۹	۰/۵۱۷	۰/۵۱۸	۰/۸۴۶
P Value		۰/۰۰۱	۰/۶۹۷	۰/۰۷۴	۰/۳۷۰	۰/۳۰۱
اسانس پونه	پروبیوتیک					
صفر	صفر	۱/۱۴۵ ab	۶/۳۳۷	۷۳/۶۱ ab	۴۰/۷۷ a	۱۸/۴۵
۱۰۰	صفر	۰/۷۵۶ c	۶/۳۲۷	۷۰/۸۸ b	۴۰/۰۸ a	۱۸/۵۱
۲۰۰	صفر	۱/۳۱۱ a	۶/۳۵۷	۷۲/۸۴ ab	۳۹/۴۸ a	۱۹/۱۹
صفر	۲۰۰	۰/۹۰۷ bc	۶/۳۵۰	۷۲/۲۵ ab	۳۸/۷۶ ab	۱۷/۴۳
۱۰۰	۲۰۰	۰/۶۷۶ c	۶/۳۴۵	۷۵/۱۵ a	۳۴/۸۲ b	۱۶/۲۷
۲۰۰	۲۰۰	۰/۷۷۷ c	۶/۲۷۷	۷۴/۰۷ ab	۳۸/۲۶ ab	۱۸/۶۲
SEM		۰/۰۷۶	۰/۰۵۱	۰/۸۹۵	۰/۸۹۷	۱/۴۶۶
P Value		۰/۰۲۴	۰/۵۷۸	۰/۰۱۹	۰/۰۰۱	۰/۸۴۴

a-c: حرف‌های ناهمسان در هر ستون به معنی تفاوت معنی‌دار بین میانگین تیمارهای آزمایشی است (P<۰/۰۵).

جدول ۶: اثر تیمارهای آزمایشی بر رنگ گوشت جوجه‌های گوشتی

گروه‌های آزمایشی		روشنایی	قرمزی	زردی
اسانس پونه (میلی‌گرم/کیلوگرم)				
صفر		۴۲/۶۳	۲۲/۶۳	۱۶/۶۰
۱۰۰		۴۱/۹۷	۲۳/۷۳	۱۶/۲۲
۲۰۰		۴۲/۸۷	۲۳/۳۹	۱۶/۶۹
SEM		۰/۶۱۰	۰/۹۵۰	۰/۴۳۶
P Value		۰/۵۶۷	۰/۷۱۱	۰/۷۲۱
پروبیوتیک (میلی‌گرم/کیلوگرم)				
صفر		۴۳/۱۳	۲۲/۵۶	۱۵/۹۰ b
۲۰۰		۴۱/۸۴	۲۳/۹۴	۱۷/۱۰ a
SEM		۰/۴۹۸	۰/۷۷۶	۰/۳۵۶
P Value		۰/۰۸۴	۰/۲۲۶	۰/۰۲۹
اسانس پونه	پروبیوتیک			
صفر	صفر	۴۴/۰۰	۲۱/۳۳	۱۶/۹۳ a
۱۰۰	صفر	۴۲/۲۰	۲۱/۹۰	۱۳/۵۳ b
۲۰۰	صفر	۴۳/۲۰	۲۴/۴۵	۱۷/۲۵ a
صفر	۲۰۰	۴۱/۲۷	۲۳/۹۳	۱۶/۲۶ ab
۱۰۰	۲۰۰	۴۱/۷۳	۲۵/۵۵	۱۸/۹۰ a
۲۰۰	۲۰۰	۴۲/۵۳	۲۲/۳۳	۱۶/۱۳ ab
SEM		۰/۸۶۳	۱/۳۴۴	۰/۶۱۶
P Value		۰/۳۶۸	۰/۱۰۱	<۰/۰۰۰۱

a-b: حرف‌های ناهمسان در هر ستون به معنی تفاوت معنی‌دار بین میانگین تیمارهای آزمایشی است (P<۰/۰۵).

بحث

عملکرد رشد: نتایج آزمایش حاضر نشان داد که استفاده از پروبیوتیک حاوی *باسیلوس کوآگولانس* سبب بهبود عملکرد جوجه‌های گوشتی شد. بهبود ضریب تبدیل خوراک احتمالاً در اثر فراهم شدن برخی مواد مغذی از طریق باکتری‌های موجود در پروبیوتیک‌ها، افزایش قابلیت هضم خوراک به‌واسطه تولید برخی آنزیم‌ها، مهار میکروب‌های بیماری‌زا و خنثی کردن سموم حاصله به‌واسطه تولید اسیدهای آلی و باکتریوسین‌ها است (Vahdatpour و همکاران، ۲۰۱۱). در مطالعه‌ای دیگر نیز استفاده از *باسیلوس کوآگولانس* سبب بهبود ضریب تبدیل خوراک شد که این بهبود به تعدیل جمعیت میکروبی در دوازدهه نسبت داده شد (Alex و همکاران، ۲۰۱۲). در تحقیقی دیگر اثرات پروبیوتیک و یک ترکیب گیاهی (مخلوط اسانس پونه، آویشن و نعناع) به‌صورت جداگانه بر عملکرد جوجه‌های گوشتی بررسی شد. بیش‌ترین وزن بدن به‌ترتیب مربوط به جوجه‌های تغذیه شده با پروبیوتیک و ۰/۱ درصد ترکیب گیاهی (مخلوط اسانس پونه، آویشن و نعناع) بود (Hedayati و Manafi، ۲۰۱۸). در تحقیقاتی دیگر استفاده از پروبیوتیک حاوی *باسیلوس کوآگولانس* در جیره جوجه‌های گوشتی سبب بهبود افزایش وزن روزانه شد (Zhou و همکاران، ۲۰۱۰؛ Khajeh Bami و همکاران، ۲۰۱۹). در آزمایشی استفاده از پروبیوتیک حاوی *لاکتوباسیلوس*، *استرپتوکوکوس* و *بیفیدوباکتریوم* تاثیر معنی‌داری بر ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی نداشت (طلازاده و میاحی، ۱۳۹۶). هم‌چنین اگرچه پونه و یا مواد موثره آن برای بهبود کمیت و کیفیت محصولات دامی مورد استفاده قرار گرفته است، اما نتایج به‌دست آمده بر روی طیور بسیار متنوع و بحث برانگیز است. گزارشاتی وجود دارد که نشان می‌دهد گیاهان دارویی و اسانس‌ها می‌توانند سبب تحریک قابلیت هضم، افزایش فعالیت آنزیم‌های گوارشی، افزایش ترشح شیره معده و پانکراس و نهایتاً بهبود عملکرد طیور شوند (Hernandez و همکاران، ۲۰۰۴). از طرف دیگر برخی آزمایشات نشان داده است که استفاده از اسانس‌ها به‌خصوص در سطوح بالا می‌تواند منجر به کاهش مصرف خوراک و اختلال در میکروفلور روده شود. در نتیجه استفاده از اسانس‌های روغنی و گیاهان دارویی باید محتاطانه باشد (Lambert و همکاران، ۲۰۰۱). به‌طورکلی نوع پرنده، شرایط محیطی، بخش مورد استفاده گیاه و ویژگی‌های فیزیکی آن، واریانس ژنتیکی گیاه، سن گیاه، زمان برداشت گیاه، دز مصرفی اسانس، روش استخراج اسانس و سازگاری با سایر ترکیبات جیره ازجمله عواملی هستند که باعث ایجاد ناهمگنی در نتایج عملکردی پرندگان با استفاده از اسانس‌های گیاهی می‌شوند (Yang و همکاران، ۲۰۰۹). در آزمایش حاضر سطح ۲۰۰ میلی‌گرم اسانس پونه عملکرد جوجه‌های گوشتی را کاهش داد که ممکن است به‌علت اثر سمی آن در دزهای بالاتر باشد. در تحقیقی دیگر استفاده از اسانس پونه در دو سطح ۰/۰۳ و ۰/۰۵ درصد موجب بهبود عملکرد ولی استفاده از سطح ۰/۰۷ درصد موجب کاهش عملکرد جوجه‌های گوشتی شد (Abedini و همکاران، ۲۰۱۷). در آزمایشی دیگر استفاده از سطح پایین آویشن (۰/۲۵ درصد) سبب افزایش وزن بدن ولی استفاده از سطح بالای آن (۱ درصد) سبب کاهش وزن بدن جوجه‌ها شد (صالحی و همکاران، ۲۰۱۵). در تحقیقی دیگر افزودن عصاره پونه به‌مقدار ۵۰ یا ۱۰۰ میلی‌گرم در جیره تاثیری بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی نداشت (Botsoglou و همکاران، ۲۰۰۲).

خصوصیات لاشه: در تحقیق حاضر وزن نسبی اجزای لاشه و اندام‌های داخلی (به‌جز وزن نسبی سینه) تحت تاثیر سطح اسانس پونه و پروبیوتیک و هم‌چنین اثر متقابل بین آن‌ها قرار نگرفت ($P>0/05$). وزن نسبی سینه تحت تاثیر اثرات متقابل اسانس پونه و پروبیوتیک قرار گرفت به‌طوری‌که بیش‌ترین وزن نسبی سینه مربوط گروه چهارم (سطح صفر اسانس پونه به اضافه پروبیوتیک) بود. در توافق با نتایج تحقیق حاضر در آزمایشی استفاده از پروبیوتیک در جیره جوجه‌های گوشتی باعث افزایش وزن نسبی سینه شد (Piray و همکاران، ۲۰۰۷). در مطالعه‌ای دیگر استفاده از پروبیوتیک حاوی *باسیلوس کوآگولانس* در جیره جوجه‌های گوشتی باعث افزایش وزن نسبی ران‌ها درمقایسه با گروه شاهد شد (Khajeh Bami و همکاران، ۲۰۱۹). در آزمایشی دیگر استفاده از میکروجلبک اسپیرولینا به‌همراه پروبیوتیک *باسیلوس سابتیلیس* تاثیر معنی‌داری بر وزن نسبی لاشه، سینه، ران، کبد، قلب و چربی شکمی نداشت (جویا و همکاران، ۱۳۹۹). نتایج حاصل از تحقیقی دیگر نشان داد که استفاده از سطوح ۰/۰۵ و ۰/۰۳ درصد اسانس پونه در جیره جوجه‌های گوشتی باعث افزایش معنی‌دار وزن نسبی لاشه و ران‌ها شد که برخلاف نتایج تحقیق حاضر است (Abedini و همکاران، ۲۰۱۷).

کیفیت گوشت: نتایج تحقیق حاضر نشاد داد که کم‌ترین میزان مالون‌دی‌آلدهید و افت در نتیجه پخت و بیش‌ترین میزان ظرفیت نگه‌داری آب مربوط به جوجه‌های تغذیه شده با سطح ۱۰۰ اسانس پونه به اضافه پروبیوتیک بود. وجود مقادیر بالای اسیدهای چرب غیر اشباع در چربی گوشت طیور امکان فساد اکسیداتیو را افزایش می‌دهد (Cheng، ۲۰۱۶). در حقیقت یکی از مهم‌ترین دلایل افت کیفیت گوشت، اکسیداسیون چربی است که منجر به تولید متابولیت‌های سمی مانند مالون‌دی‌آلدهید می‌شود (Mirzaei-Aghsaghali و همکاران، ۲۰۱۲). هم‌چنین محصولات حاصل از اکسیداسیون لیپیدها می‌توانند باعث تغییر در رنگ، بو و طعم گوشت شده و با از بین بردن ویتامین‌ها و اسیدهای چرب ضروری گوشت و ایجاد ترکیبات سمی سبب اثرات نامطلوب از قبیل بیماری‌های التهابی، سرطان و نقص ایمنی در بدن انسان شوند (Cheng، ۲۰۱۶). تحقیقات نشان داده است که ترکیبات

فنولی موجود در اسانس گیاهان با لیپیدها و رادیکال‌های هیدروکسیل واکنش می‌دهند و آن‌ها را به ترکیبات پایداری تبدیل می‌کنند (Yanishlieva و همکاران، ۱۹۹۹). گیاه پونه نیز به‌علت داشتن ترکیبات فنولیک می‌تواند سبب مهار اکسیداسیون لیپیدها می‌شود. هم‌چنین در آزمایشی دیگر استفاده از اسانس پونه میزان مالون دی‌آلدئید اسید گوشت جوجه‌ها را کاهش داد که در توافق با نتایج مطالعه حاضر است (Al-Hijazeen و همکاران، ۲۰۱۸). در تحقیقی تأثیر افزودن پروبیوتیک پروتکسین به خوراک بلدرچین‌ها موجب کاهش مالون‌دی‌آلدئید گوشت شد. این بهبود در کیفیت گوشت این‌گونه توجیه شد که استفاده از پروبیوتیک، احتمالاً به‌دلیل کاهش مقدار چربی و غلظت اسیدهای چرب غیراشباع گوشت و کنترل روند اکسیداسیون به‌دلیل تولید بیش‌تر پرواکسیدان‌هایی مانند میوگلوبین و دیگر پروتئین‌های حاوی آهن، سبب کاهش مالون‌دی‌آلدئید شده است (Nasehi و همکاران، ۲۰۱۵). هم‌چنین موافق با نتایج تحقیق حاضر استفاده از پروبیوتیک حاوی *باسیلوس کوآگولانس* در جیره جوجه‌های گوشتی باعث کاهش میزان اکسیداسیون گوشت شد (Khajeh Bami و همکاران، ۲۰۱۹). در مطالعه حاضر استفاده از سطح بالای اسانس پونه (۲۰۰ میلی‌گرم) و پروبیوتیک به تنهایی تأثیری بر میزان اکسیداسیون در مقایسه با گروه شاهد نداشت ولی استفاده هم‌زمان این دو ترکیب باعث ایجاد اثرات هم‌افزایی بین آن‌ها شده که درنهایت سبب کاهش معنی‌دار میزان اکسیداسیون شد.

در آزمایش حاضر pH گوشت از لحاظ آماری تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. موافق با این نتایج، در پژوهشی استفاده از پودر پونه به‌میزان ۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره تاثیر معنی‌داری بر pH گوشت نداشت (Ri و همکاران، ۲۰۱۷). هم‌چنین مخالف با این نتایج، در آزمایش دیگری استفاده از ۱۰۰ میلی‌گرم اسانس پونه در جیره بلدرچین‌های گوشتی سبب کاهش معنی‌دار pH گوشت شد (حاجی‌پور ده‌بالایی و همکاران، ۱۳۹۴). در تحقیقاتی دیگر استفاده از پروبیوتیک حاوی *باسیلوس کوآگولانس* در جیره جوجه‌های گوشتی تاثیر معنی‌داری بر pH گوشت آن‌ها نداشت که در توافق با نتایج تحقیق حاضر است (Zhou و همکاران، ۲۰۱۰؛ Khajeh Bami و همکاران، ۲۰۱۹). گزارش شده است که ظرفیت نگه‌داری آب گوشت تحت‌تاثیر پروتئولیز پس از کشتار قرار می‌گیرد. پروتئولیز در گوشت، با فعالیت آنزیم μ-calpain شروع می‌شود که یک آنزیم پروتئولیتیکی است و باعث تردی گوشت می‌گردد. اکسیداسیون، این آنزیم را غیرفعال می‌کند و موجب کاهش ذخیره آب بین میوفیبریل‌ها و افزایش اتلاف رطوبت می‌شود ولی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی باعث ادامه فعالیت این آنزیم و در نهایت افزایش ظرفیت نگه‌داری آب در گوشت می‌شوند (Huff-Lonergan و Lonergan، ۲۰۰۵). نتایج تحقیقی نشان داد که ظرفیت نگه‌داری آب در گوشت بلدرچین‌های تغذیه شده با ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم اسانس پونه افزایش یافت (حاجی‌پورده‌بالایی و همکاران، ۱۳۹۴). بنابراین پونه با داشتن خواص آنتی‌اکسیدانی خود مانع از اکسیداسیون گوشت شده، در نتیجه باعث افزایش ظرفیت نگه‌داری آب می‌شود. از طرفی پروبیوتیک‌ها نیز به‌دلیل کنترل واکنش‌های اکسیداسیون در گوشت، سبب حفظ فضای ذخیره آب بین میوفیبریل‌ها و افزایش ظرفیت‌نگه‌داری آب می‌شوند.در آزمایشی استفاده از پروبیوتیک حاوی *باسیلوس کوآگولانس* در جیره جوجه‌های گوشتی سبب افزایش ظرفیت نگه‌داری آب گوشت شد (Khajeh Bami و همکاران، ۲۰۱۹). همبستگی بین ظرفیت نگه‌داری آب با درصد افت در نتیجه پخت گزارش شده است به‌طوری‌که گوشت با ظرفیت نگه‌داری آب بالاتر دارای درصد افت در نتیجه پخت کم‌تری می‌باشد (Warris، ۲۰۰۰). در آزمایش حاضر نیز این همبستگی وجود داشت به‌طوری‌که کم‌ترین درصد افت در نتیجه پخت مربوط به تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم اسانس پونه به اضافه پروبیوتیک بود که دارای بالاترین ظرفیت نگه‌داری آب بود. هم‌چنین در مطالعه‌ای تغذیه جوجه‌های گوشتی با پروبیوتیک *باسیلوس کوآگولانس* سبب کاهش درصد افت خونابه شد (Zhou و همکاران، ۲۰۱۰). در تحقیقی دیگر استفاده از پودر پونه در جیره نتوانست درصد افت خونابه و افت در نتیجه پخت را تحت تاثیر قرار دهد (Ri و همکاران، ۲۰۱۷). اما در آزمایش دیگری استفاده از ۱۰۰ میلی‌گرم اسانس پونه در جیره بلدرچین‌های ژاپنی باعث کاهش درصد افت در نتیجه پخت گوشت شد (حاجی‌پورده‌بالایی و همکاران، ۱۳۹۴).

خصوصیات رنگ گوشت: رنگ گوشت، مهم‌ترین عامل ارزیابی کیفیت گوشت توسط مصرف‌کنندگان شناخته شده است (Velasco و Williams، ۲۰۱۱). تغییر رنگ گوشت در ارتباط با رنگدانه‌های عضله و خون (به‌ترتیب میوگلوبین و هموگلوبین) است که به‌میزان قابل توجهی جذابیت گوشت قرمز تازه را تعیین می‌کنند و در تشکیل رنگدانه‌های گوشت فراوری شده و پایداری آن‌ها تاثیر می‌گذارند (Pearson، ۲۰۱۳). عوامل مختلفی از قبیل شرایط قبل از کشتار، مقدار آهن موجود در گوشت و pH در تعیین رنگ گوشت دخالت دارند (Boulianne و King ، ۱۹۹۸). هم‌چنین اکسیداسیون لیپیدها می‌تواند باعث تخریب و کاهش غلظت رنگدانه‌های گوشت ازجمله کارتنوئیدها و گزانتوفیل‌ها شده و رنگ گوشت را تغییر دهد (Dunne و همکاران، ۲۰۰۹).در تحقیقی استفاده از گیاهان دارویی باعث افزایش شاخص زردی عضله شد و این افزایش به خاصیت آنتی‌اکسیدانی این گیاهان ارتباط داده شد (Hwang و همکاران، ۲۰۱۳). هم‌چنین در توافق با نتایج تحقیق حاضر، در پژوهشی افزودن پروبیوتیک *باسیلوس کوآگولانس* به جیره جوجه‌های گوشتی سبب افزایش شاخص زردی رنگ گوشت شد (Khajeh Bami و همکاران، ۲۰۱۹). بنابراین بیش‌تر

بودن شاخص رنگ زردی در جوجه‌های تغذیه شده با ۱۰۰ میلی‌گرم اسانس پونه به‌همراه پروبیوتیک احتمالاً به‌علت کنترل سرعت واکنش‌های اکسایشی در گوشت این گروه از جوجه‌ها است که نتایج مربوط به اندازه‌گیری میزان اکسیداسیون، موید این موضوع است.

به‌طورکلی نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که استفاده هم‌زمان از پروبیوتیک حاوی *باسیلوس کوآگولانس* و ۱۰۰ میلی‌گرم اسانس پونه در جیره جوجه‌های گوشتی بدون تاثیر بر عملکرد رشد نسبت به گروه شاهد باعث بهبود خصوصیات کیفی و رنگ گوشت از طریق افزایش درصد ظرفیت نگه‌داری آب و شاخص زردی گوشت و کاهش میزان اکسیداسیون گوشت شد.

منابع

۱. **جویا، م.؛ عشایری‌زاده، ا. و دستار، ب.، ۱۳۹۹.** تاثیر میکروجلبک اسپیرولینا و پروبیوتیک *باسیلوس سوبتیلیس* بر خصوصیات لاشه، مورفولوژی روده و فراسنجه‌های خون جوجه‌های گوشتی. فصلنامه محیط زیست جانوری. دوره ۱۲، شماره ۱، صفحات ۸۷ تا ۹۴.

۲. **حاجی‌پورده‌بالایی، ش.؛ افشارمنش، م. و سامی، م.، ۱۳۹۴.** تأثیر اسانس آویشن، پونه کوهی و مخلوط آن‌ها بر کیفیت گوشت بلدرچین در مقایسه با آنتی‌بیوتیک ویرجینیامایسین. بهداشت مواد غذایی. دوره ۴، شماره ۲۰، صفحات ۴۵ تا ۵۴.

۳. **حسینی، س.م.؛ موسوی، س.ن. و حسینی، س.ع.، ۱۳۹۸.** اثرات فرم خوراک، پروبیوتیک و آنزیم در جیره‌های بر پایه تریتیکاله بر عملکرد، جمعیت میکروبی، ویسکوزیته، pH محتویات هضمی و ریخت شناسی روده جوجه‌های گوشتی. علوم دامی (پژوهش و سازندگی). دوره ۳۲، شماره ۱۲۳، صفحات ۲۷۱ تا ۲۸۴.

۴. **زرقی، ح.؛ زکی‌زاده، س.؛ ابراهیمی‌متین، ع. و صلواتی، م.، ۱۳۹۸.** اثر افزودن سطوح مختلف پودر برگ پونه کوهی (*Origanum vulgare L.*) به جیره بر پایه گندم بر عملکرد، پاسخ ایمنی و متابولیت های خون جوجه‌های گوشتی. علوم دامی (پژوهش و سازندگی). دوره ۳۲، شماره ۱۲۲، صفحات ۲۹ تا ۴۴.

۵. **صالحی، ا.؛ بهادران، ش.؛ فلاح‌مهرجردی، ع. و محبی، ع.، ۱۳۹۴.** اثر آویشن شیرازی در جیره بر بازده رشد و میزان اکسیداسیون لاشه در جوجه‌های گوشتی. مجله دامپزشکی ایران. دوره ۱۱، شماره ۴، صفحات ۴۲ تا ۵۱.

۶. **طلازاده، ف. و میاحی، م.، ۱۳۹۶.** تاثیر پروبیوتیک حاوی *لاکتوباسیلوس، استرپتوکوکوس* و *بیفیدوباکتریوم* بر ضریب تبدیل غذایی و لیپیدهای خون در جوجه‌های گوشتی. فصلنامه محیط زیست جانوری. دوره ۹، شماره ۱، صفحات ۹۵ تا ۹۸.

7. **Abbasvali, M.; Shahram Shekarforoush, S.; Aminlari, M. and Ebrahimnejad, H., 2012.** Effects of Medium-Voltage Electrical Stimulation on Postmortem Changes in Fat-Tailed Sheep. Journal of Food Science. Vol. 77, pp: 47-53.

8. **Abedini, A.; Hassanabadi, A.; Afzali, N. and Kermanshahi, H., 2017.** The effect of different dietary levels of Pennyroyal (*Mentha Pulegium* L.), probiotic and antibiotic on performance, carcass characteristics and, sellected nutrients digestibility in broiler chickens. Archives of Medical Laboratory Sciences. Vol. 3, pp: 15-22.

9. **Alex, T.H.; Shu-Yuaan, L.; Tsung-Yu, Y.; Chun-Kuang, C.; Hsun-Cheng, L.; Jin-Jenn, L.; Bo, W.; Shiyi, C. and Tu-Fa, L., 2012.** Effects of *Bacillus coagulans* ATCC 7050 on growth performance, intestinal morphology, and microflora composition in broiler chickens. Animal Production Science. Vol. 52, pp: 874-879.

10. **Al-Hijazeen, M.; Mendonca, A.; Lee, E.J. and Ahn, D.U., 2018.** Effect of oregano oil and tannic acid combinations on the quality and sensory characteristics of cooked chicken meat. Poultry Science. Vol. 97, pp: 676-683.

11. **Bertram, H.C.; Andersen, H.J.; Karlsson, A.H.; Horn, P.; Hedegaard, J.; Nørgaard, L. and Engelsen, S.B., 2003.** Prediction of technological quality (cooking loss and Napole Yield) of pork based on fresh meat characteristics. Meat Science. Vol. 65, pp: 707-712.

12. **Botsoglou, N.A.; Florou-Paneri, P.; Christaki, E.; Fletouris, D.J. and Spais, A.B., 2002.** Effect of dietary oregano essential oil on performance of chickens and on iron-induced lipid oxidation of breast, thigh and abdominal fat tissues. British Poultry Science. Vol. 43, pp: 223-230.

13. **Boulianne, M. and King, A.J., 1998.** Meat color and biochemical characteristics of unaccepted dark-colored broiler chicken carcasses. Food Science. Vol. 63, pp: 759-762.

14. **Castellini, C.; Mugnai, C. and Dal Bosco, A., 2002.** Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. Meat science. Vol. 60, pp: 219-225.

15. **Chalchat, J.C.; Gorunovlc, M.S.; Maksimovlc, Z.A. and Petrovlc, S.D., 2000.** Essential oil of wild growing Mentha pulegium L from Yugoslavia. Journal of Essential Oil Research. Vol. 12, pp: 598-600.

16. **Cheng, J.H., 2016.** Lipid Oxidation in Meat. Journal of Nutrition and Food Sciences. Vol. 6, pp: 492.

17. **Christensen, L.B., 2003.** Drip loss sampling in porcine m. longissimus dorsi. Meat Science. Vol. 63, pp: 469-477.

18. **De Clerck, E.; Rodriguez-Diaz, M.; Forsyth, G.; Lebbe, L.; Logan, N. A. and DeVos, P., 2004.** Polyphasic characterization of *Bacillus coagulans* strains, illustrating heterogeneity within this species, and emended description of the species. Systematic and Applied Microbiology. Vol. 27, pp: 50-60.

19. **Dunne, P.G.; Monahan, F.J.; O'Mara, F.P. and Moloney, A.P., 2009.** Colour of bovine subcutaneous adipose tissue: A review of contributory factors, associations with carcass and meat quality and its potential utility in authentication of dietary history. Meat Science. Vol. 81, pp: 28-45.

20. **Dwivedi, S.; Vasavada, M.N. and Cornforth, D., 2006.** Evaluation of Antioxidant Effects and Sensory Attributes of Chinese 5-Spice Ingredients in Cooked Ground Beef. Journal of Food Science. Vol. 71, pp: 12-17.

21. **Goo, D.; Kim, J.H.; Park, G.H.; Reyes, D.; Badillo, J. and Kil, D.Y., 2019.** Effect of Heat Stress and Stocking Density on Growth Performance, Breast Meat Quality, and Intestinal Barrier Function in Broiler Chickens. Animals. Vol. 9, pp: 107.

22. **Hazrati, S.; Rezaeipour, V. and Asadzadeh, S., 2019.** Effects of phytogenic feed additives, probiotic and mannan-oligosaccharides on performance, blood metabolites, meat quality, intestinal morphology, and microbial population of Japanese quail. British Poultry Science. Vol. 61, pp: 1-8.

23. **Hedayati, M. and Manafi, M., 2018.** Evaluation of Anherbal Compound, a Commercial Probiotic, and an Antibiotic Growth Promoter on the Performance, Intestinal Bacterial Population, Antibody Titers, and Morphology of the Jejunum and Ileum of broilers. Brazilian Journal of Poultry Science. Vol. 20, pp: 305-316.

24. **Hernandez, F.; Madrid, J.; Garcia, V.; Orengo, J. and Megias, M.D., 2004.** Influence of two plantsextracts on broiler performance, digestibility and digestive organ size. Poultry Science. Vol. 83, pp: 169-174.

25. **Hong, H.A. and Cutting, S.M., 2005.** The use of bacterial spore formers as probiotics. FEMS Microbiology Reviews. Vol. 29, pp: 813-835.

26. **Huff-Lonergan, E. and Lonergan, S.M., 2005.** Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. Meat Science. Vol. 71, pp: 194-204.

27. **Hwang, K.E.; Kim, H.W.; Choi, Y.S.; Lee, S.Y.; Yeo, E.J.; Ham, Y.K.; Choi, S.M.; Lee, M.A. and Kim, C.J., 2013.** Evaluation of the antioxidant effect of ganghwayakssuk (*Artemisia princeps* Pamp.) extract alone and in combination with ascorbic acid in raw chicken patties. Poultry Science. Vol. 92, pp: 3244-3250.

28. **Hyronimus, B.; Le Marrec, C.; Sassi, A.H. and Deschamps, A., 2000.** Acid and bile tolerance of spore forming lactic acid bacteria. International journal of food microbiology. Vol. 61, pp: 193-197.

29. **Jang, A.; Liu, X.D.; Shin, M.H.; Lee, BD.; Lee, SK.; Lee, J.H. and Jo, C., 2008.** Antioxidative potential of raw breast meat from broiler chicks fed a dietary medicinal herb extract mix. Poultry Science. Vol. 87, pp: 2382-2389.

30. **Kamatou, G.P.P.; Makunga, N.P.; Ramogola, W.P.N. and Viljoen, A.M., 2008.** South African Salvia species: a review of biological activities and phytochemistry. Journal of Ethnopharmacology. Vol. 119, pp: 664-672.

31. **Khajeh Bami, M.; Afsharmanesh, M. and Ebrahimnejad, H., 2019.** Effect of Dietary *Bacillus coagulans* and Different Forms of Zinc on Performance, Intestinal Microbiota, Carcass and Meat Quality of Broiler Chickens. Probiotics and Antimicrobial Proteins.

32. **Lambert, R.J.W.; Skandamis, P.N.; Coote, P.J. and Nychas, G.J., 2001.** A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. Journal of Applied Microbiology. Vol. 91, pp: 453-462.

33. **Mirzaei-Aghsaghali, A.; Syadati, S.A. and Fathi, H., 2012.** Some of thyme (*Thymus vulgaris*) properties in ruminant's nutrition. Annals of Biology Researches. Vol. 3, pp: 1191-1195.

34. **Mountzouris, K.C.; Tsitrsikos, P.; Palamidi, I.; Arvaniti, A.; Mohnl, M.; Schatzmayr, G. and Fegeros, K., 2010.** Effects of probiotic inclusion levels in broiler nutrition on growth performance, nutrient digestibility, plasma immunoglobulins, and cecal microflora composition. Poultry Science. Vol. 89, pp: 58-67.

35. **Nasehi, B.; Chaji, M.; Ghodsi, M. and Puranian, M., 2015.** Effect of diet containing probiotic on the properties of Japanese quail meat during the storage time. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology. Vol. 9, pp: 77-86.

36. **Pearson, A.M., 2013.** Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products (Vol. 9). Springer.

37. **Piray, A.H.; Kermanshahi, H.; Tahmasbi, A.M. and Bahrampour, J., 2007.** Effects of cecal cultures and *Aspergillus* meal prebiotic (fermacto) on growth performance and organ weights of broiler chickens. Inernational Journal of Poultry Science. Vol. 6, pp: 340-344.

38. **Raeisi, M.; Safamehr, A.; Khodaei Ashan, S. and Habibi, R., 2015.** Thyme (*Thymus vulgaris* L.) and Oregano (*Oreganum vulgare* L.) essential oils for broilers: effect on performance, antioxidant indices and blood biochemical parameters. Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi). Vol. 105, pp: 103-120.

39. **Ri, C.S.; Jiang, X.R.; Kim, M.H.; Wang, J.; Zhang, H.J.; Wu, S.G.; Bontempo, V. and Qi, G.H., 2017.** Effects of dietary oregano powder supplementation on the growth performance, antioxidant status and meat quality of broiler chicks. Italian Journal of Animal Science. Vol. 16, pp: 246-252.

40. **Vahdatpour, T.; Nikpiran, H.; Babazadeh, D.; Vahdatpour, S. and Jafargholipour, M.A., 2011.** Effects of Protexin®, Fermacto® and combination of them on blood enzymes and performance of Japanese quails (*Coturnix Japonica*). Annals of Biological Researches. Vol. 2, pp: 283-291.

41. **Velasco, V. and Williams, P., 2011.** Improving meat quality through natural antioxidants. Canadian Journal of Agricultural Research. Vol. 72, pp: 313-322.

42. **Warris, P. D., 2000.** Meat Science. An introductory text. New York: CABI Publishing. Inc.

43. **Yang, Y.; Iji, P.A. and Choct, M., 2009.** Dietary modulation of gut microflora in broiler chickens: a review of the role of six kinds of alternatives to in-feed antibiotics. World Poultry Science. Vol. 65, pp: 97-114.

44. **Yanishlieva, N.V.; Marinova, E.M.; Gordon, M.H. and Reneva, V.G., 1999.** Antioxidant activity and mechanism of action thymol and carvacrol intwo lipid systems. Food Chemistry. Vol. 64, pp: 59-66.

45. **Zhou, X.; Wang, Y.; Gu, Q. and Li, W., 2010.** Effect of dietary probiotic, *Bacillus coagulans*, on growth performance, chemical composition, and meat quality of Guangxi Yellow chicken. Poultry Science. Vol. 89, pp: 588-593.