



The effect of copper nanoparticles and ethanolic extract on growth performance, nutrient digestibility and carcass characteristics in broilers

Seyedeh Fatemeh Mousavi¹ | Mohammad Reza Rezvani^{2✉} | Mohammad Javad Agah³ | Alidad Boostani⁴ | Mohammad Dadpasand⁵

1. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran. E-mail: fatememo6895@gmail.com
2. Corresponding Author, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran. E-mail: rezvani@shirazu.ac.ir
3. Department of Animal Science Research, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran. E-mail: m.agah@areeo.ac.ir
4. Department of Animal Science Research, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran. E-mail: a.boostani@areeo.ac.ir
5. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran. E-mail: dadpasand@shirazu.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:

Received 13 December 2024
Received in revised form
26 August 2025
Accepted 28 August 2025
Published online 11 October 2025

ABSTRACT

Objective: The poultry industry plays a vital role in providing high-quality dietary protein and addressing global food shortages. Ensuring the safety of poultry products for human consumption while minimizing environmental impact has become a key priority in modern production systems. In the past, antibiotics were widely used to enhance growth performance and prevent diseases in poultry. However, concerns over the development of antibiotic-resistant pathogens and the associated risks to public health have led to increasing restrictions on their use. The reduction or withdrawal of antibiotic use has, in some cases, contributed to the resurgence of infectious diseases and economic losses within the poultry sector. Consequently, there has been growing interest in natural alternatives that can support health and productivity. Among these alternatives, dietary immunomodulators have emerged as promising candidates. Substances such as nano-copper and propolis are recognized for their potential to act as natural growth promoters and immune enhancers in poultry production systems.

Methods: In this research, 240 chickens of Ross 308 strain were used with five treatments and four replicates in a completely randomized design. The experimental treatments included the control diet, 0.05% Oxytetracycline antibiotic, 100 mg/kg Nano-copper, 125 mg/kg Propolis, and the simultaneous use of 100 mg/kg Nano-copper and 125 mg/kg Propolis. The experimental data were statistically analyzed using SAS software (version 9.4) and one-way analysis of variance, and the least squares mean of the treatments was examined at a significance level of five percent.

Results: The findings of this study demonstrated that the use of propolis had significant effects on growth performance, nutrient digestibility, and certain physiological parameters of broiler chickens. During the finisher phase and over the entire rearing period, birds receiving diets supplemented with nano-copper or a combination of nano-copper and propolis consumed significantly less feed than the control group. In terms of body weight gain over the entire period, the antibiotic-supplemented group showed superior performance relative to the control group, while the propolis-treated group exhibited similar results to the antibiotic group. However, no significant differences were observed among the treatments in terms of feed conversion ratio. In terms of digestibility, the control and propolis treatments had the highest apparent digestibility of crude protein and ash. However, nano-copper supplementation, especially in combination with propolis, resulted in reduced nutrient digestibility, which may be attributed to the potential negative effects of nano-copper on intestinal function. Although some previous studies have reported positive impacts of nano-copper on protein synthesis, these effects appear to be highly dose-dependent and influenced by environmental and management conditions. Additionally, the presence of enzymes and antioxidant compounds in propolis may contribute to improved digestibility. Regarding carcass traits, no significant difference was observed among treatments in the relative weight of internal organs, indicating the relative safety of these additives at the inclusion levels used in this study.

Conclusions: Considering the improvement of protein and ash digestibility by ethanolic extract of Propolis and the lack of significant difference in performance with Oxytetracycline, this supplement can be used as an alternative to antibiotics.

Keywords:

Digestibility
Nanocopper
Performance
Propolis
Ross broiler

Cite this article: Mousavi, S. F., Rezvani, M. R., Agah, M. J., Boostani, A., & Dadpasand, M. (2025). The effect of copper nanoparticles and ethanolic extract on growth performance, nutrient digestibility and carcass characteristics in broilers. *Journal of Animal Production*, 27 (3), 351-364. DOI: <https://doi.org/10.22059/jap.2025.383877.623819>



© The Author(s).

DOI: <https://doi.org/10.22059/jap.2025.383877.623819>

Publisher: University of Tehran Press.



اثر استفاده از نانوذرات مس و عصاره اتانولی برهموم بر عملکرد رشد، گوارش پذیری مواد مغذی و خصوصیات لاشه جوجه های گوشتی

سیده فاطمه موسوی^۱ | محمدرضا رضوانی^۲ | محمدجواد آگاه^۳ | علی داد بوستانی^۴ | محمد دادپسند^۵

۱. گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران. رایانامه: fatememo6895@gmail.com

۲. نویسنده مسئول، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران. رایانامه: rezvani@shirazu.ac.ir

۳. بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران. رایانامه: m.agah@areeo.ac.ir

۴. بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران. رایانامه: a.boostani@areeo.ac.ir

۵. بخش گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران. رایانامه: dadpasand@shirazu.ac.ir

چکیده

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۹/۱۳

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۶/۰۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۰۹

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۷/۱۹

هدف: صنعت پرندگان اهلی نقش مهمی در تأمین پروتئین غذایی و کاهش معضل کمبود غذا در جهان دارد. سلامت محصولات و کاهش آسیب به محیط زیست از اهداف اصلی در تولید این فرآورده ها محسوب می شود. در گذشته، آنتی بیوتیک ها برای افزایش رشد و پیشگیری از بیماری ها در طیور استفاده می شدند، اما به دلیل بروز مقاومت های میکروبی و تهدید سلامت انسان، استفاده از آن ها محدود شده است. حذف تدریجی این ترکیبات موجب بازگشت برخی بیماری های عفونی و بروز خسارت های اقتصادی شده، از این رو، توجه به جایگزین های طبیعی افزایش یافته است. در این میان، تنظیم کننده های ایمنی خوراکی به عنوان راه کاری مؤثر برای بهبود عملکرد و سلامت طیور مورد توجه قرار گرفته اند. ترکیباتی مانند نانومس و برهموم از جمله مواد طبیعی هستند که به عنوان محرک رشد و تقویت کننده سیستم ایمنی معرفی شده اند.

روش پژوهش: در این آزمایش از ۲۴۰ قطعه جوجه گوشتی سویه راس ۳۰۸، در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار و چهار تکرار استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل جیره شاهد، ۰/۰۵ درصد آنتی بیوتیک اکسی تتراسایکلین، ۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم مس، ۱۲۵ میلی گرم در کیلوگرم برهموم و استفاده هم زمان از ۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم مس و ۱۲۵ میلی گرم در کیلوگرم برهموم بود. داده های آزمایش با نرم افزار SAS (نسخه ۹/۴) و آنالیز واریانس یک طرفه واکاوی آماری شدند و میانگین حداقل مربعات تیمارها در سطح معنی داری پنج درصد بررسی شدند.

نتایج: نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از برهموم، تأثیر قابل توجهی بر عملکرد رشد، گوارش پذیری مواد مغذی و برخی پارامترهای فیزیولوژیکی جوجه های گوشتی داشت. در دوره پایانی و کل دوره، پرندگان در تیمارهای حاوی نانومس و نانومس + برهموم نسبت به گروه شاهد به طور معنی داری خوراک کمتری مصرف کردند. از نظر افزایش وزن در کل دوره، تیمار آنتی بیوتیک عملکرد بهتری نسبت به گروه شاهد داشت و تیمار برهموم با تیمار آنتی بیوتیک از این نظر عملکرد یکسانی داشتند. با این حال، تفاوت معنی داری در ضریب تبدیل خوراک بین تیمارها مشاهده نشد. در زمینه گوارش پذیری، تیمارهای شاهد و برهموم بالاترین میزان جذب پروتئین خام و خاکستر را داشتند، در حالی که استفاده از نانومس، به ویژه همراه با برهموم، باعث کاهش گوارش پذیری شد که می تواند به اثرات منفی نانومس بر عملکرد روده مرتبط باشد. با وجود برخی شواهد مثبت در مطالعات دیگر درباره تأثیرات نانومس بر سنتز پروتئین، به نظر می رسد این اثرات به شدت به دوز و شرایط پرورش بستگی دارد. هم چنین برهموم با داشتن آنزیم ها و ترکیبات آنتی اکسیدانی ممکن است در بهبود گوارش پذیری نقش داشته باشد. در خصوص صفات لاشه، تفاوت معنی داری بین تیمارها در وزن نسبی اندام های داخلی مشاهده نشد که بیانگر بی خطری نسبی استفاده از این افزودنی ها در سطح مورد مطالعه است.

نتیجه گیری: با توجه به بهبود گوارش پذیری پروتئین و خاکستر توسط عصاره اتانولی برهموم و عملکرد وزنی یکسان تیمار عصاره اتانولی برهموم با اکسی تتراسایکلین، می توان از آن به عنوان جایگزینی برای آنتی بیوتیک استفاده کرد.

کلیدواژه ها:

برهموم
جوجه گوشتی راس
عملکرد
گوارش پذیری
نانومس

استناد: موسوی، سیده فاطمه؛ رضوانی، محمدرضا؛ آگاه، محمدجواد؛ بوستانی، علی داد و دادپسند، محمد (۱۴۰۴). اثر استفاده از نانوذرات مس و عصاره اتانولی برهموم بر عملکرد رشد، گوارش پذیری مواد مغذی و خصوصیات لاشه جوجه های گوشتی. *نشریه تولیدات دامی*، ۲۷ (۳)، ۳۴۴-۳۵۱.
DOI: <https://doi.org/10.22059/jap.2025.383877.623819>



۱. مقدمه

صنعت پرندگان اهلی نقش به سزایی در تأمین منبع پروتئینی مناسب و حل مشکل کمبود غذا برای مصرف کنندگان در سراسر جهان ایفا می کند. سالم بودن محصولات غذایی برای تغذیه انسان و حداقل آسیب به محیط زیست، از اولویتهای اصلی در تولید است (Yegani, 2009). آنتی بیوتیک ها، از اوایل سال ۱۹۵۰، برای افزایش نرخ رشد، بهبود بهره وری غذایی و کنترل بیماری ها در جیره پرندگان اهلی استفاده شدند. با پیشرفت در ژنتیک، تغذیه و برنامه های واکسیناسیون، استفاده از آنتی بیوتیک ها کاهش یافته است، زیرا مصرف این ترکیبات باکتری های بیماری زای مقاوم به آنتی بیوتیک را گسترش می دهد که تهدیدی برای سلامت انسان هستند (Diaz-Sanchez et al., 2015). نگرانی مصرف کنندگان از اثرات نامطلوب مواد نگهدارنده شیمیایی و ممنوعیت استفاده از آنتی بیوتیک ها سبب بازگشت بیماری های عفونی و خسارت های اقتصادی در صنعت طیور شد (Soetan et al., 2010). بنابراین، راه کارهای موجود برای کنترل بیماری ها و بهبود عملکرد در طیور شامل واکسیناسیون و آنتی بیوتیک جای خود را به راه کارهای جایگزین شامل تنظیم کننده های ایمنی خوراکی دادند (Kumar et al., 2011). از جمله موادی که به نام محرک های رشد طبیعی و تنظیم کننده های ایمنی معرفی می شوند، می توان به موادی مانند نانومس و برهموم اشاره کرد.

آلیاژهای مس، می توانند باکتری های مقاوم به آنتی بیوتیک را غیرفعال کنند و به مقدار زیادی میکروارگانیسم های مضر در محیط را کاهش دهند. مکمل تغذیه ای نانوذرات مس به عنوان محرک رشد، تقویت کننده سیستم ایمنی و عامل ضدباکتری و ضدقارچ عمل می کنند (Morsy et al., 2021). افزودن مقدار زیادی مس به جیره، دفع مس از مدفوع را افزایش می دهد و سبب آلودگی محیط زیست می شود. اما اگر اندازه مولکول های مس به اندازه ذره های نانو کاهش یابد، این مولکول ها به آسانی از مخاط روده جذب می شوند و دفع آن ها از راه مدفوع و به دنبال آن، آلودگی محیط زیست کاهش می یابد (Gonzales-Eguia et al., 2009). از ویژگی های مهم ذره های نانو اندازه کوچک، نسبت سطح به جرم بالا و واکنش پذیری زیاد است که کاربردهای جدیدی برای آن ها ایجاد می کند. کاهش اندازه در مقایسه با ذرات بزرگ تر، سطح واکنش نانوذرات را به ازای واحد حجم افزایش می دهد و در عین حال تأثیر موانع نفوذ اجسام خارجی به داخل بدن و حرکت آن ها را کاهش می دهد (Rai & Ingle, 2012).

نانوذرات مس، می توانند به عنوان افزودنی خوراک برای بهبود هضم و جذب مواد مغذی در حیوانات استفاده شوند (Scott et al., 2018). استفاده از ۸ میلی گرم نانوذرات مس در کیلوگرم خوراک جوجه های گوشتی منجر به بهبود عملکرد رشد، میانگین افزایش وزن روزانه، ضریب تبدیل خوراک، بهبود ویژگی های لاشه و عملکرد کبد و کلیه ها شد (Mohamed et al., 2022). مقایسه اثر استفاده از ۱۰ میلی گرم نانوذرات مس و سولفات مس در لیتر در آب آشامیدنی جوجه های گوشتی نشان داد که نانومس وزن اندام های لنفوییدی، ضریب تبدیل غذایی و افزایش وزن را بهبود بخشیده است (El-Kazaz & Hafez., 2020).

برهموم ماده ای صمغی است که توسط زنبورهای عسل از جوانه و ترشحات گیاهان جمع آوری می شود و در حضور آنزیم های دستگاه گوارش زنبور عسل تغییر شکل می یابد. برهموم غنی از رزین، اسیدهای فنولیک، فلاونوئیدها، مواد معدنی و ویتامین است که فعالیت های آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی قابل توجهی دارد. برهموم سبب بهبود ضریب تبدیل، وزن بدن، مصرف خوراک و ایمنی در حیوانات می شود (El-Sabrou et al., 2023).

در مطالعه ای اثرات عصاره الکلی برهموم بر عملکرد رشد، بیوشیمی خون و پاسخ های ایمنی جوجه های گوشتی بررسی گردید. در این پژوهش، جوجه ها به شش گروه تقسیم شدند؛ یک گروه کنترل، یک گروه دریافت کننده آنتی بیوتیک فلاووفسولپول و چهار گروه دریافت کننده عصاره برهموم در سطوح ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم در

کیلوگرم جیره. نتایج نشان داد که مصرف ۲۰۰ میلی گرم برهموم موجب بهبود ضریب تبدیل خوراک در مراحل آغازین رشد شد. همچنین، مصرف ۱۰۰ میلی گرم برهموم منجر به افزایش سطح کلسترول با چگالی بالا (HDL) و کاهش تری گلیسرید سرم گردید. با این حال، تأثیر معنی داری بر عملکرد کلی رشد یا پاسخ های ایمنی مشاهده نگردید (Zafarnejad et al., 2017). در پژوهش های دیگر روی برهموم، اثرات مثبت مثل افزایش در مصرف خوراک، افزایش وزن بدن، افزایش سطح فلاونوئیدها، بهبود طعم و مزه، ویژگی های ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی گزارش شده است. با توجه به آثار سودمند نانومس و برهموم، این پژوهش با هدف بررسی افزودن هم زمان نانومس و عصاره اتانولی برهموم به جیره جوجه های گوشتی و تأثیر آن بر عملکرد رشد، خصوصیات لاشه و گوارش پذیری مواد مغذی طراحی شد.

۲. روش پژوهش

این پژوهش در ایستگاه تحقیقاتی علی آباد کمین، زیر مجموعه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، شهرستان سعادت شهر انجام شد. تعداد ۲۰ قفس زمینی به ابعاد ۱۱۰×۲۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. پس از نصب کلیه تجهیزات و وسایل و ریختن شلتوک برنج به عمق سه تا پنج سانتی متر و پهن کردن رول کاغذی در کف قفس ها و قراردادن آب خوری و دان خوری ها، تعداد ۲۴۰ جوجه گوشتی یک روزه مخلوط نر و ماده سویه راس ۳۰۸ از مجتمع مرغ مادر کیمیا واقع در استان اردبیل خریداری و به سالن پرورش منتقل و به طور تصادفی ۱۲ جوجه انتخاب و به هر یک از ۲۰ واحد آزمایشی منتقل شدند. شرایط پرورش در تمام واحدهای آزمایشی یکسان بود. برای تهیه دان، مواد اولیه به صورت آردی خریداری شد. نانو اکسید مس بر پایه اکسیدمس با خلوص ۹۹ درصد و اندازه ذرات ۴۰ نانو متر، از شرکت پیشگامان نانو مواد ایرانیان در مشهد تهیه شد و عصاره اتانول برهموم از مجموعه عسل هفت نجف آباد در اصفهان خریداری شد. در این آزمایش از آنتی بیوتیک اکسی تتراسایکلین پودر خوراکی شرکت رویان داروی تهران استفاده شد.

به منظور یکنواخت بودن جیره، مخلوط کردن نانومس و عصاره برهموم طی چند مرحله به صورت دستی انجام شد. آب و غذا در طول دوره پرورش به صورت آزاد در اختیار جوجه ها قرار گرفت و روزانه در چند نوبت بازرسی می شدند تا مشکلات سلامتی، رفتاری و مرگومیر آن ها ثبت شود. جیره ها برای دوره های آغازین، رشد و پایانی بر پایه ذرت و کنجاله سویا فرموله شدند. نیازهای غذایی براساس راهنمای پرورش ۲۰۱۹ سویه راس ۳۰۸ برآورد و جیره نویسی با استفاده از نرم افزار WUFFDA (نسخه ۲/۱) متوازن شد (جدول ۱).

این آزمایش پنج تیمار و هر تیمار چهار تکرار داشت. تیمارهای آزمایشی شامل جیره شاهد بر پایه ذرت و سویا بدون مواد افزودنی، و جیره های آزمایشی حاوی ۰/۵ گرم در کیلوگرم آنتی بیوتیک اکسی تتراسایکلین، ۱۰۰ میلی گرم نانوذرات مس در کیلوگرم خوراک، ۱۲۵ میلی گرم عصاره اتانولی برهموم در کیلوگرم خوراک و ۱۰۰ میلی گرم نانوذرات مس همراه ۱۲۵ میلی گرم عصاره اتانولی برهموم در کیلوگرم خوراک که همزمان و به صورت سرک به جیره پایه استفاده شدند، بود. دمای هفته اول پرورش ۳۳ درجه سانتی گراد در نظر گرفته شد. براساس راهنمای شرکت راس با افزایش سن به ازای هر روز دما ۰/۵ درجه سانتی گراد کاهش داده شد تا در هفته سوم تا پایان دوره پرورش به ۲۱ درجه سانتی گراد رسید. رطوبت سالن در هفته اول ۶۰ درصد و بعد از آن تا آخر دوره به میزان ۵۰ درصد ثابت شد. از برنامه نوری متناوب در این پژوهش استفاده شد. چهار روز اول پرورش ۲۴ ساعت روشنایی اعمال شد. از روز پنجم تا دهم با چهار ساعت خاموشی، روز ۱۱ تا ۱۵ با پنج ساعت خاموشی، روز ۱۶ تا ۲۱ هم شش ساعت خاموشی اعمال شد. از روز ۲۲ ساعات خاموشی کاهش یافت و تا روز ۲۸ به چهار ساعت خاموشی رسید. از روز ۲۹ تا ۳۳ به سه ساعت خاموشی، از روز ۳۴ تا ۳۸ به دو ساعت خاموشی و از روز ۳۹ تا پایان دوره پرورش به صورت ثابت یک ساعت خاموشی در سالن اعمال شد.

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیبات شیمیایی جیره پایه ۳۰۸

مواد خوراکی (درصد)	۱۰-۱ روزگی (آغازین)	۲۴-۱۰ روزگی (رشد)	۲۴-۴۲ روزگی (پایانی)
ذرت	۵۷/۹۰	۶۰/۲۰	۶۱/۲۰
کنجاله سویا (۴۴ درصد پروتئین)	۳۳/۲	۳۱	۳۱
گلوتن ذرت (۶۰ درصد پروتئین)	۳/۹	۳	۱/۵
سنگ آهک	۱/۲۱	۱/۰۸	۱/۰۵
دی کلسیم فسفات	۱/۸۷	۱/۶۰	۱/۴۵
نمک	۰/۳۶	۰/۳۳	۰/۳۲
جوش شیرین (بیکربنات سدیم)	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱
ال- ترئونین	۰/۰۶	۰	۰
ال- لیزین کلراید	۰/۳۰	۰/۱۸	۰/۰۶
دی ال- متیونین	۰/۱۹	۰/۲۰	۰/۱۸
روغن	۰/۴	۱/۸۰	۲/۶۳
مکمل ویتامینی و معدنی ^۱	۰/۵	۰/۵	۰/۵
جمع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
ترکیب شیمیایی محاسبه شده			
انرژی قابل سوخت ساز (کیلوکالری در کیلوگرم)	۲۸۸۰	۲۹۹۳	۳۰۳۹
پروتئین خام (درصد)	۲۲/۳۵	۲۰/۹	۱۹/۹۶
کلسیم (درصد)	۰/۹۹	۰/۸۶	۰/۸۱
فسفر قابل دسترس (درصد)	۰/۴۸	۰/۴۳	۰/۴۰
متیونین کل (درصد)	۰/۴۸	۰/۴۳	۰/۳۹
متیونین + سیستین کل (درصد)	۱/۰۲	۰/۹۰	۰/۸۲
لیزین (درصد)	۱/۳۶	۱/۱۸	۱/۰۴
سدیم (درصد)	۰/۱۹	۰/۱۸	۰/۱۷
تعادل کاتیون آنیون جیره ^۲ (میلی اکی والان در کیلوگرم)	۲۸۷	۲۸۰	۲۸۵

۱. هر گرم مکمل ویتامینی و معدنی دارای ویتامین A، ۱۱۰۰ واحد بین المللی؛ کوله کلسیفرول، ۲۳۰ واحد بین المللی؛ ویتامین E، ۱۲/۱ واحد بین المللی؛ ویتامین K3، ۰/۲ میلی گرم؛ ویتامین B12، ۰/۰۲ میلی گرم؛ تیامین، ۴ میلی گرم؛ ریوفلاوین؛ ۴ میلی گرم؛ اسید فولیک، ۱ میلی گرم؛ بیوتین، ۰/۰۳ میلی گرم؛ پیرویدوکسین، ۴ میلی گرم؛ کولین کلراید، ۸۴۰ میلی گرم؛ اتوکسی کوئین، ۰/۱۲۵ میلی گرم؛ سولفات منگنز، ۱۰۰ میلی گرم؛ سلنیوم (سلنات سدیم)، ۰/۲ میلی گرم؛ ید، ۱ میلی گرم؛ سولفات مس، ۱۰۰ میلی گرم؛ آهن، ۵۰ میلی گرم بود.

۲. تعادل کاتیون آنیون جیره (Na+K-Cl)

برنامه واکسیناسیون با توجه به شرایط شهرستان محل انجام پروژه براساس نظر دامپزشک مطابق (جدول ۲) در نظر گرفته شد.

جدول ۲. برنامه واکسیناسیون جوجه‌ها در طول دوره آزمایشی

نوع واکسن	روز واکسیناسیون	نحوه واکسیناسیون
برونشیت	۴ روزگی	قطره چشمی
نیوکاسل B1 + دوگانه نیوکاسل - آنفلوانزا	۸ روزگی	قطره چشمی + تزریقی
گامبرو	۱۴ روزگی	آشامیدنی
نیوکاسل B1	۱۸ روزگی	آشامیدنی
نیوکاسل B1 ایزو	۲۹ روزگی	آشامیدنی

در پایان هر دوره پرنده‌های هر واحد آزمایشی پس از چهار ساعت گرسنگی به منظور خالی شدن دستگاه گوارش آن‌ها به صورت گروهی وزن شدند و میانگین خوراک مصرفی روزانه با استفاده از رابطه (۱)، میانگین افزایش وزن روزانه با استفاده از رابطه (۲) و ضریب تبدیل خوراک با استفاده از رابطه (۳) محاسبه شد (Al-Jebory & Ibrahim, 2021).

رابطه ۱)
$$\text{میزان خوراک باقی مانده در پایان دوره} - \text{میزان خوراک داده شده در ابتدای دوره} = \text{میانگین خوراک مصرفی روزانه} \times \text{روز-مرغ}$$

رابطه ۲)
$$\text{تلفات وزن تلفات} + (\text{وزن جوجه ها در ابتدای دوره} - \text{وزن جوجه ها در انتهای دوره}) = \text{میانگین افزایش وزن روزانه هر جوجه در هر دوره} \times \text{روز مرغ}$$

رابطه ۳)
$$\text{خوراک مصرفی در طول دوره ی آزمایش} = \text{ضریب تبدیل} \times \text{افزایش وزن در طول دوره ی آزمایش}$$

در پایان دوره آزمایش (روز ۴۲ پرورش)، به منظور تعیین تأثیر تیمارهای آزمایشی بر درصد اجزای لاشه از هر واحد آزمایشی، یک قطعه جوجه گوشتی نر با وزنی نزدیک به میانگین وزن گروه مربوطه انتخاب شد. پس از کشتار، اندامهای داخلی بدن از جمله: قلب، کبد، طحال، بورس فابریسیوس، پانکراس، سنگدان، روده، سینه، ران، گردن، پشت و بال‌ها، لاشه شکم خالی و چربی شکمی جدا، وزن‌کشی و درصد آن‌ها به وزن زنده محاسبه شد.

برای اندازه‌گیری گوارش‌پذیری مواد مغذی، از سن ۳۷ روزگی به مدت دو روز متوالی از مارکر تری اکسید کروم (Cr_2O_3) تهیه شده از شرکت مرک آلمان به غلظت ۰/۳ درصد در جیره‌های آزمایشی استفاده شد و از نیمه روز دوم در هر واحد آزمایشی، مدفوع‌های عاری از ضایعاتی مثل پر و پوشال جمع‌آوری و به فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد منتقل شدند. نمونه‌ها در آن‌ها در فشار ۰/۰۵ اتمسفر و دمای ۵۰ تا ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت خشک شدند. نمونه خوراک‌های تیمارهای آزمایشی حاوی اکسید کروم و نمونه مدفوع‌ها آسیاب شدند، سپس اندازه‌گیری درصد ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام و خاکستر خام انجام شد.

برای اندازه‌گیری کروم از دستگاه جذب اتمی (Varian Model Spectra AA 50B, Spain) و برای آماده‌سازی نمونه‌ها از روش هضم خشک جوهرم استفاده شد (Jorhem et al., 2000). پس از خشک کردن و تبدیل نمونه‌ها به خاکستر، برای هضم، ۰/۵ گرم از خاکستر را درون کروزه چینی ریخته و به تمام نمونه‌ها پنج میلی‌لیتر اسید کلریدریک شش مولار اضافه کرده و کروزه را روی هات پلیت ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌گذاریم تا تبخیر شود، سپس به منظور انحلال نمک پنج تا ۱۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک ۰/۱ مولار به نمونه‌ها اضافه کردیم تا تمام محتویات به اسید آغشته شود. به مدت یک تا دو ساعت کروزه‌هایی که در آن‌ها با شیشه ساعت پوشانده شد بود را در دمای آزمایشگاه قرار دادیم، سپس محلول به دست آمده را وارد بالن ژوژه کرده و به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رساندیم و به منظور یکنواخت کردن محلول در بالن را بسته و ظرف را تکان دادیم. برای نمونه‌های بالانک نیز حداقل سه محلول استاندارد با غلظت مشخص تهیه شد و با دستگاه جذب اتمی، غلظت محلول استاندارد اندازه‌گیری شد. با استفاده از دستگاه جذب اتمی میزان جذب نور محلول‌های استاندارد و آزمودنی اندازه‌گیری شد و منحنی کالیبراسیون رسم شد و بر این اساس غلظت عنصر مربوطه در محلول آزمودنی مشخص شد. پس از به دست آوردن میزان پروتئین خام، چربی خام، خاکستر و ماده خشک نمونه‌های خوراک و مواد دفعی با روش تجزیه تقریبی، گوارش‌پذیری با استفاده از رابطه (۴) محاسبه شد (Scott et al., 1976).

رابطه ۴)
$$100 \times \left(\frac{\text{درصد ماده مغذی مواد دفعی}}{\text{درصد ماده مغذی جیره}} \times \frac{\text{درصد اکسید کروم جیره}}{\text{درصد اکسید کروم مواد دفعی}} - 100 \right) = \text{درصد گوارش پذیری مواد مغذی}$$

داده‌های آزمایش به وسیله نرم افزار SAS نسخه (۹/۴) و آنالیز واریانس یک طرفه (۵) واکاوی آماری شدند. تست نرمالیت به نرم افزار JMP انجام شد. میانگین‌ها به استفاده از آزمون دانکن در سطح معنی داری پنج درصد مقایسه شدند.

رابطه ۵)
$$y_{ij} = \mu + T_i + e_{ijk}$$

که در این رابطه، y_{ij} مشاهدات آزمایش، μ میانگین مشاهدات، T_i اثر تیمار و e_{ijk} خطای آزمایش می‌باشد.

۳. یافته‌های پژوهش و بحث

۳.۱. عملکرد

اثر تیمارهای آزمایشی بر میانگین خوراک مصرفی، میانگین افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک در دوره‌های پرورش در جدول (۳) نشان داده شده است. در دوره پایانی، تیمار شاهد به‌طور قابل‌توجهی میانگین خوراک مصرفی بیش‌تری نسبت به تیمارهای نانوذرات مس و نانوذرات مس همراه با بره موم داشت. به‌طور کلی، در کل دوره پرورش، تیمارهای شاهد و آنتی‌بیوتیک، در مقایسه با تیمارهای نانومس و نانومس + بره موم، میانگین خوراک مصرفی بالاتری را نشان دادند. در دوره‌های رشد و کل پرورش، استفاده از آنتی‌بیوتیک و همچنین ترکیب مکمل نانوذرات مس با بره موم به‌طور معنی‌داری میانگین افزایش وزن روزانه را نسبت به تیمار نانوذرات مس افزایش دادند. آنالیز واریانس تفاوت معنی‌داری بر میانگین ضریب تبدیل غذایی در دوره‌های مختلف پرورش نشان نداد.

همسو با نتایج حاضر، استفاده از سطوح مختلف نانومس در جیره مرغ مادر تخمگذار سبب کاهش خوراک مصرفی شد (Aminullah et al., 2021). اما برخلاف نتایج ما پژوهشی نشان داد که تزریق نانوذرات مس در آب آشامیدنی (۱۰ میلی‌گرم در لیتر)، خوراک مصرفی و وزن زنده را در جوجه‌ها نسبت به گروه شاهد افزایش داد (El-Kazaz & Hafez., 2020). پژوهش دیگری نشان داد مکمل کردن نانوذرات مس در جیره بر خوراک مصرفی اثر معنی‌دار نداشت (Mohamed et al., 2022). اما تغییرات مشابهی در نتایج ما مشاهده نشد. استفاده از سطوح بالای مس در جیره سبب ایجاد تنش، بوی نامطبوع و کاهش اشتها در جیره و در نتیجه کاهش خوراک مصرفی می‌شود (Miles et al., 1998). طیب و سلیمان (Tayeb & Sulaiman, 2014) و شادل و همکاران (Shaddel-Tili et al., 2017)، نشان دادند استفاده از مکمل بره موم سبب افزایش خوراک مصرفی جوجه‌های گوشتی می‌شود. استفاده از سطوح یک تا پنج گرم در کیلوگرم بره موم در خوراک جوجه‌های گوشتی سبب افزایش خوراک مصرفی نسبت به گروه شاهد شد، اما بر ضریب تبدیل اثر نداشت (Chegini et al., 2019). این یافته‌ها می‌تواند به‌دلیل سلامت روده در اثر فعالیت ضد میکروبی بره موم باشد. پژوهشگران دیگر نشان دادند که اثر مفید بره موم ممکن است به‌دلیل مواد فعال زیستی مانند فلاونوئیدهای کل و اسیدبنزوئیک باشد که ممکن است فرایند متابولیک حیوانات را تقویت کند (Attia et al., 2014). بنابراین، افزایش خوراک مصرفی و وزن بدن را می‌توان به محتوای فلاونوئید و خواص خوش‌طعم جیره حاوی بره موم نسبت داد. از آنجاکه مطالعه‌ای درباره اثرات افزودن هم‌زمان نانومس و بره موم بر خوراک مصرفی در دسترس نیست، نمی‌توان داده‌های این پژوهش را با پژوهش دیگری مقایسه کرد.

براساس یافته‌های محمد و همکاران (Mohamed et al., 2022)، انتظار می‌رفت که استفاده از ذرات نانومس در جیره جوجه‌های گوشتی سبب افزایش عملکرد رشد شود، اما در پژوهش حاضر سبب کاهش عملکرد رشد شد. استفاده از سطوح ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ پی‌پی‌ام مکمل‌های مس در جیره جوجه‌های گوشتی نشان داد که نانومس سبب افزایش وزن بدن نسبت به سایر گروه‌ها شد (El-Attrouny et al., 2022). در پژوهش حاضر تجویز خوراکی نانومس به جیره پایه به‌صورت سرک به عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی آسیب رساند، زیرا جیره پایه هم دارای ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم سولفات مس بود؛ این نتایج مطابق با یافته‌های مرسی و همکاران (Morsy et al., 2021)، است که گزارش کردند دوزهای بالای نانومس سبب اختلال عملکرد گوارشی و مهار رشد قابل‌توجهی می‌شود. جذب و متابولیسم نانومس به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مانند اندازه، شکل، شیمی سطح و بار، طول و روش تجویز و دوز نانوذرات بستگی دارد (Lee et al., 2016). براساس یافته‌های چنگ و همکاران (Cheng et al., 2020)، دوزهای بالای مس سبب سمیت و تغییرات قابل‌توجهی در تنوع میکروبی سکوم و آسیب مخاط روده و اختلالات متابولیکی می‌شود که تجزیه و جذب مواد مغذی را

کاهش می‌دهد و در نهایت منجر به کاهش وزن می‌شود. همچنین، سطح مس مورد استفاده به دلیل تأثیر بر کاهش مصرف خوراک سبب کاهش وزن شد.

جدول ۳. اثر تیمارهای آزمایشی بر میانگین مصرفی روزانه، میانگین افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی در دوره‌های آغازین (یک تا ۱۰ روزگی)، رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی)، پایانی (۲۵ تا ۴۲) و کل دوره (یک تا ۴۲ روزگی)

خوراک مصرفی روزانه (گرم)	تیمار	دوره آغازین	دوره رشد	دوره پایانی	کل دوره
شاهد	۲۹/۲۲	۷۴/۴۲	۱۳۱/۰۷ ^a	۸۷/۹۵ ^a	
آنتی‌بیوتیک	۳۰/۰۲	۷۷/۲۵	۱۲۵/۳۲ ^{ab}	۸۶/۶۰ ^a	
نانومس	۲۸/۷۲	۷۰/۲۷	۱۱۸/۴۷ ^b	۸۱/۰۵ ^b	
بره‌موم	۲۹/۳۰	۷۴/۸۲	۱۲۵/۲۳ ^{ab}	۸۵/۵۷ ^{ab}	
نانومس+بره‌موم	۲۹/۷۷	۷۵/۰۵	۱۱۴/۳۰ ^b	۸۱/۱۰ ^b	
SEM	۰/۳۷۵	۰/۶۹۲	۱/۵۲۵	۰/۶۹۷	
P-value	۰/۸۳۰۸	۰/۰۷۲۱	۰/۰۲۷۸	۰/۰۱۷۶	
افزایش وزن روزانه (گرم)	تیمار	دوره آغازین	دوره رشد	دوره پایانی	کل دوره
شاهد	۲۰/۲۰	۴۵/۸۲ ^{ab}	۶۰/۵۰	۴۶/۰۰ ^{abc}	
آنتی‌بیوتیک	۲۱/۲۲	۴۷/۶۷ ^a	۶۵/۵۲	۴۹/۰۲ ^a	
نانومس	۱۹/۳۵	۴۳/۳۷ ^b	۵۸/۴۷	۴۴/۱۲ ^c	
بره‌موم	۱۹/۹۷	۴۵/۴۰ ^{ab}	۶۴/۵۰	۴۷/۵۵ ^{ab}	
نانومس+بره‌موم	۲۰/۳۰	۴۶/۳۰ ^a	۵۸/۳۷	۴۵/۲۷ ^{bc}	
SEM	۰/۲۸۳	۰/۳۵۶	۰/۹۶۱	۰/۴۵۹	
P-value	۰/۳۷۳۹	۰/۰۲۴۴	۰/۰۹۲۱	۰/۰۳۲۶	
ضریب تبدیل غذایی	تیمار	دوره آغازین	دوره رشد	دوره پایانی	کل دوره
شاهد	۱/۴۴	۱/۶۲	۲/۱۸	۱/۸۲	
آنتی‌بیوتیک	۱/۴۱	۱/۶۲	۱/۹۲	۱/۷۰	
نانومس	۱/۴۹	۱/۶۲	۲/۰۲	۱/۷۶	
بره‌موم	۱/۴۶	۱/۶۴	۱/۹۴	۱/۷۳	
نانومس+بره‌موم	۱/۴۷	۱/۶۲	۱/۹۶	۱/۷۳	
SEM	۰/۰۱۲	۰/۰۱۰	۰/۰۳۵	۰/۰۱۷	
P-value	۰/۵۰۲۴	۰/۹۰۵۷	۰/۱۸۵	۰/۲۸۱۹	

a-b: تفاوت ارقام با حروف نامشابه در هر ستون معنی‌دار است ($P < 0/05$).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

نتایج پژوهش حاضر در تضاد با نتایج پژوهشی است؛ که گزارش دادند مکمل کردن جیره با بره‌موم در مقایسه با شاهد سبب کاهش عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی می‌شود (Daneshmand *et al.*, 2015). براساس یافته‌های بابایی و همکاران (Babaei *et al.*, 2016)، مکمل کردن بره‌موم در جیره بلدرچین نتوانست تأثیری بر افزایش وزن روزانه داشته باشد. اما یافته‌های طیب و سلیمان (Tayeb & Sulaiman, 2014) و شادل و همکاران (Shaddel-Tili *et al.*, 2017)، در استفاده از بره‌موم افزایش در عملکرد جوجه‌های گوشتی را نشان داد. استفاده از سطوح مختلف بره‌موم در جیره جوجه‌های گوشتی سبب افزایش میانگین وزن روزانه نسبت به گروه شاهد شد (Chegini *et al.*, 2019). گزارش شده است که افزودن بره‌موم به جیره جوجه‌های گوشتی توانست میانگین افزایش وزن روزانه را نسبت به گروه شاهد افزایش دهد، که اثر آن وابسته به دوز بود. این ممکن است تا حدی به دلیل بهبود فعالیت ساکاراز و داشتن پروتئین، اسیدهای آمینه، ویتامین‌ها، فلاونوئیدها و مواد معدنی موجود در ترکیب بره‌موم باشد (Sadarman *et al.*, 2021). تفاوت بین یافته‌های ما و سایر دانشمندان ممکن است به تفاوت در ترکیب شیمیایی نمونه‌های بره‌موم و استفاده از روش‌های مختلف استخراج مربوط باشد. همچنین، بهبود عملکرد حیوان بسته به افزایش خوراک

مصرفی ممکن است با طعم خوراک مرتبط باشد. با توجه به نتایج این پژوهش استفاده همزمان نانومس و برهموم سبب افزایش وزن زنده در دوره رشد شد، اما از آنجا که مطالعه‌ای روی جوجه‌های گوشتی درباره استفاده همزمان این دو مکمل انجام نشده است، نمی‌توان نتایج را با پژوهش دیگری مقایسه کرد.

همسو با نتایج حاضر، استفاده از سطوح مختلف نانومس و سطح ۷/۵ میلی گرم در کیلوگرم سولفات مس به عنوان شاهد در جیره جوجه‌های گوشتی اثر معنی داری بر ضریب تبدیل نداشت (Sawosz *et al.*, 2018). استفاده از نانو اکسید مس در جیره جوجه‌های گوشتی سبب کاهش معنی داری در ضریب تبدیل خوراک شد (Mohamed *et al.*, 2022). همچنین الکزاز و حافظ (El-Kazaz and Hafez, 2020)، نشان داند که تزریق ۱۰ میلی گرم نانوذرات مس در لیتر آب آشامیدنی سبب بهبود ضریب تبدیل نسبت به گروه شاهد شد.

همانگ با یافته‌های این پژوهش، گزارش شده است که استفاده از برهموم در جیره، بر ضریب تبدیل اثر معنی داری نداشت (Chegini *et al.*, 2019). اما برخلاف این پژوهش، مکمل کردن جیره با برهموم در جوجه‌های گوشتی (Sadarman *et al.*, 2021) و بلدرچین (Babaei *et al.*, 2016) سبب بهبود ضریب تبدیل خوراک شد. تزریق درون تخم مرغی برهموم و تأمین آن در آب آشامیدنی برای جوجه‌های در حال رشد، در دوزهای کمتر از ۵۰ میلی گرم، افزایش ضریب تبدیل خوراک و افزایش وزن بدن را به همراه داشت (Scott *et al.*, 2018). برهموم و عصاره‌های آن بر ضریب تبدیل خوراک در پژوهش‌های برخی پرورش دهندگان جوجه‌های گوشتی تأثیری نداشت. تفاوت نتایج بین مطالعات ممکن است به دلیل تفاوت در کیفیت خود برهموم (نوع، دوز، شکل، گونه‌های گیاهی، مکان و فصل)، پرندگان آزمایشی (گونه، سن، جنسیت، تنش، گرما، و مدیریت) و عوامل دیگری مانند مدت استفاده از برهموم باشد (Sahin and Ozturk, 2018). در تیمار نانومس، کاهش مصرف خوراک و به دنبال آن کاهش وزن بدن، باعث عدم وجود تفاوت معنی دار در ضریب تبدیل خوراک شد. همچنین، افزایش مصرف خوراک و به دنبال آن افزایش وزن بدن در تیمار برهموم نیز تأثیری بر معنی داری ضریب تبدیل خوراک نداشت.

۲.۳. گوارش پذیری مواد مغذی

اثر جیره‌های آزمایشی بر گوارش پذیری مواد مغذی در جدول (۴) گزارش شده است. اثر تیمارهای آزمایشی بر گوارش پذیری پروتئین خام و خاکستر تفاوت معنی دار نشان داد. تیمار شاهد و برهموم بیشترین درصد گوارش پذیری پروتئین خام و خاکستر را نشان دادند. کمترین درصد گوارش پذیری پروتئین و خاکستر به ترتیب برای استفاده همزمان نانومس و برهموم و تیمار نانومس مشاهده شد.

جدول ۴. اثر تیمارهای آزمایشی بر درصد گوارش پذیری مواد مغذی جیره

تیمار	پروتئین خام	چربی خام	خاکستر
شاهد	۶۶/۱۸ ^a	۸۹/۲۳	۳۸/۸۶ ^a
آنتی بیوتیک	۵۷/۴۷ ^b	۸۴/۷۷	۲۳/۵۷ ^b
نانومس	۵۹/۰۹ ^b	۸۶/۶۷	۱۶/۲۸ ^c
برهموم	۶۷/۸۵ ^a	۸۹/۶۹	۳۷/۵۱ ^a
نانومس + برهموم	۴۷/۹۲ ^c	۸۸/۴۳	۲۰/۲۶ ^{b,c}
SEM	۱/۰۰۹	۰/۸۶۵	۱/۳۸۹
P-value	۰/۰۰۰۱	۰/۳۹۳۲	۰/۰۰۰۲

a-b: تفاوت ارقام با حروف نامشابه در هر ستون معنی دار است (P<۰/۰۵).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

نتایج آزمایش حاضر در تضاد با یافته‌های دیلمی و همکاران (Daylami et al., 2022) است که هیچ اثر معنی‌داری از گنجاندن سطوح ۱۰، ۲۰ و ۳۰ میلی گرم نانومس در جیره بر گوارش‌پذیری مواد مغذی در جوجه‌های گوشتی گزارش نکردند. همچنین برخلاف نتایج حاضر، سطح ۱۰۰ میلی گرم نانومس توانست سنتز پروتئین را در جوجه‌های گوشتی افزایش دهد (Wang et al., 2011). همسو با نتایج پژوهش حاضر تجویز خوراکی نانومس سبب کاهش گوارش‌پذیری پروتئین و خاکستر در جوجه‌های گوشتی شد (Morsy et al., 2021). استفاده از سطوح مختلف سولفات مس به شکل نانو و معمولی تفاوت معنی‌داری در گوارش‌پذیری مواد مغذی در بین تیمارها ایجاد نکرد (Lee et al., 2021).

استفاده از مکمل برهموم در جیره مرغ تخم‌گذار در شرایط تنش حرارتی توانست گوارش‌پذیری پروتئین را افزایش دهد (Seven et al., 2011). بهبود هضم و جذب می‌تواند به دلیل فعالیت ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی برهموم و در نتیجه سلامت بهتر روده باشد (Tayeb & Sulaiman, 2014). استفاده از سطوح مختلف برهموم در جیره جوجه‌های گوشتی که در شرایط محیطی نرمال بودند بر گوارش‌پذیری مواد مغذی اثری نداشت، اما زمانی که برهموم تحت شرایط تنش گرمایی به جیره اضافه شد توانست گوارش‌پذیری را بهبود بخشد به این ترتیب، اثرات مکمل‌های غذایی برهموم بر گوارش‌پذیری مواد مغذی ممکن است نه تنها به دوز مورداستفاده، بلکه به شرایط مطالعه (تنش گرمایی) مرتبط باشد و تحت تنش قوی‌تر به نظر برسد (Chegini et al., 2019). بهبود گوارش‌پذیری پروتئین و خاکستر در برهموم به دلیل داشتن ساکاراز، آمیلاز، فسفاتاز و مواد آنتی‌اکسیدان و در نتیجه تغییر فلور میکروبی روده مربوط است (Sadarman et al., 2021). در این پژوهش کاهش گوارش‌پذیری پروتئین و خاکستر در استفاده هم‌زمان نانومس و برهموم می‌تواند ناشی از اثر سمیت نانومس و در نتیجه آن از بین بردن اثرات مفید برهموم باشد. اما از آنجاکه مطالعه‌ای درباره اثرات افزودن هم‌زمان نانومس و برهموم بر گوارش‌پذیری مواد مغذی در دسترس نیست، نمی‌توان داده‌های این پژوهش را با پژوهش دیگری مقایسه کرد.

۳.۳. صفات لاشه

اثر تیمارهای آزمایشی بر وزن نسبی لاشه و اندام‌های داخلی نسبت به وزن لاشه در سن ۴۲ روزگی در جدول (۵) نشان داده شده است. تیمارهای آزمایشی بر هیچ کدام از اندام‌های داخلی اثر معنی‌داری نشان نداد.

نتایج مطالعه حاضر در خصوص ویژگی لاشه با مطالعات قبلی (Sawosz et al., 2018; Scott et al., 2018) مطابقت داشت که نشان دادند استفاده از نانومس تأثیر معنی‌داری بر وزن اندام‌های داخلی، اجزای لاشه و میزان چربی شکمی جوجه‌های گوشتی نداشت. نتایج استفاده از سطح صفر، هشت و ۱۶ میلی گرم از مکمل‌های استات مس، سولفات مس و نانومس در تزریق درون تخم مرغی تفاوت معنی‌داری بر خصوصیات لاشه و وزن نسبی اندام‌ها نشان نداد (Hassan et al., 2021). استفاده از سطوح ۸ میلی گرم در کیلوگرم مکمل نانومس در جیره جوجه‌های گوشتی نشان داد ویژگی‌های لاشه، عملکرد کبد و کلیه به طور معنی‌داری در نانومس نسبت به گروه‌های کنترل بهبود یافت (Mohamed et al., 2022). همچنین استفاده از سطوح ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ پی‌پی‌ام مکمل‌های مس در جیره سبب بهبود ویژگی‌های لاشه شد (El-Attrouny et al., 2022).

برخلاف نتایج حاضر در مطالعه شادل و همکاران (Shaddel-Tili et al., 2017)، استفاده از برهموم در جیره جوجه‌های گوشتی سبب افزایش وزن نسبی چینه‌دان، ران و طول روده در مقایسه با سایر تیمارها و کاهش وزن نسبی کبد جوجه‌های گوشتی شد، اما بر سایر ویژگی‌های لاشه و اندام‌های گوارشی تأثیر معنی‌داری نداشت. همسو با نتایج حاضر وزن نسبی طحال و بورس فابریسیوس در بلدرچین‌های تغذیه‌شده با محصولات زنبور عسل تحت تأثیر قرار

نگرفت. رشد بیش از حد این اندام‌ها ممکن است نشان‌دهنده عفونت و مرگ‌ومیر بیش‌تر باشد. بنابراین، محصولات زنبور عسل می‌تواند به عنوان افزودنی خوراک بالقوه با فعالیت پروبیوتیک در جیره طیور استفاده شود (Babaei et al., 2016). استفاده از بره موم در جیره جوجه‌های گوشتی سبب افزایش وزن اندام‌های بدن و لاشه شد (Zafarnejad et al., 2017). بره موم بر وزن نسبی چینه‌دان، سنگ‌دان، کبد و روده کوچک تأثیری نداشت، اما تمایل به سمت کوچک‌تر شدن وجود داشت (Chegini et al., 2019). همسو با نتایج حاضر وزن اندام‌های داخلی بد و اجزای لاشه، تحت تأثیر تیمار بره موم در جوجه‌های گوشتی قرار نگرفت (Mohamed et al., 2018). وزن اجزای لاشه در گروه‌های دارای مکمل بره موم در مقایسه با گروه شاهد در انتهای دوره به مقدار جزئی بیش‌تر بود، اما تفاوت معنی‌داری را ایجاد نکرد (Hascik et al., 2021). از آنجاکه تاکنون مطالعه‌ای درباره استفاده هم‌زمان نانومس و بره موم بر وزن اندام‌های داخلی بدن انجام نشده است، نمی‌توان اثرات آن را مقایسه کرد.

جدول ۵. اثر تیمارهای آزمایشی بر وزن نسبی لاشه و اندام‌های داخلی نسبت به وزن لاشه در سن ۴۲ روزگی

وزن نسبی اندام‌های داخلی (درصد)	تیمار	کبد	لوزالمعده	سنگدان تخلیه	بورس فابریسیوس	طحال	قلب
	شاهد	۱/۸۵	۰/۳۷	۱/۸۱	۰/۲۱	۰/۱۱	۰/۴۹
	آنتی‌بیوتیک	۱/۸۷	۰/۳۲	۱/۵۱	۰/۱۹	۰/۱۰	۰/۴۹
	نانومس	۱/۸۰	۰/۲۶	۱/۷۲	۰/۲۴	۰/۱۲	۰/۵۰
	بره‌موم	۱/۸۸	۰/۳۷	۱/۴۷	۰/۳۲	۰/۱۱	۰/۶۱
	نانومس+بره‌موم	۱/۷۷	۰/۳۴	۱/۸۳	۰/۱۹	۰/۱۲	۰/۵۳
SEM		۰/۰۴۴	۰/۰۱۰	۰/۰۴۷	۰/۰۱۱	۰/۰۰۴	۰/۰۱۵
P-value		۰/۰۰۳۹	۰/۴۸۸۵	۰/۰۸۵۲	۰/۶۸۶۶	۰/۷۶۵۸	۰/۱۴۳۹
وزن نسبی لاشه و اجزای آن (درصد)	تیمار	لاشه شکم خالی	ران	گردن، پشت و بال‌ها	سینه	چربی حفره شکمی	روده
	شاهد	۶۴/۹۴	۲۰/۴۴	۲۲/۷۰	۲۱/۵۶	۱/۳۷	۳/۰۸
	آنتی‌بیوتیک	۶۳/۸۷	۲۱/۵۴	۲۱/۴۰	۲۱/۰۰	۱/۷۱	۲/۵۵
	نانومس	۶۴/۵۶	۲۲/۰۴	۲۱/۲۰	۲۰/۷۲	۰/۹۷	۲/۷۰
	بره‌موم	۶۳/۴۶	۲۱/۰۴	۲۱/۷۳	۱۹/۹۵	۱/۱۰	۲/۸۶
	نانومس + بره‌موم	۶۳/۳۸	۲۱/۳۱	۲۱/۰۰	۲۰/۵۰	۱/۳۹	۲/۶۹
SEM		۰/۴۹۱	۰/۲۷۳	۰/۲۹۴	۰/۴۱۰	۰/۱۲۷	۰/۰۸۶
P-value		۰/۸۱۲۳	۰/۴۷۱۱	۰/۴۲۳۲	۰/۷۹۰۱	۰/۴۳۶۸	۰/۳۸۱۹

SEM: میانگین خطای استاندارد

تفاوت یافته‌های علمی ذکر شده نشان می‌دهد که تأثیر بره موم بر سلامت، عملکرد و رفاه طیور تحت تأثیر عوامل زیادی مانند دوز، نوع و سطوح اجزای فعال آن، پرندگان آزمایشی و مکان و زمان استفاده از بره موم است (Sahin & Ozturk, 2018).

۴. نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، برخلاف مکمل بره موم که سبب افزایش معنی‌دار عملکرد رشد، گوارش‌پذیری پروتئین و خاکستر در جوجه‌های گوشتی شد، استفاده از مکمل‌های آزمایشی نانومس و استفاده هم‌زمان نانومس و بره موم در جیره جوجه‌های گوشتی توانایی کافی برای رقابت با آنتی‌بیوتیک اکسی‌تتراسایکلین را نداشت. بنابراین، به دلیل این‌که استفاده از آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد سبب ایجاد مقاومت آنتی‌بیوتیکی در پرند و در نتیجه به‌خطر انداختن سلامتی انسان‌ها می‌شود، می‌توان مکمل بره موم را به عنوان جایگزین مناسبی برای آنتی‌بیوتیک‌ها در پرورش جوجه‌های گوشتی معرفی کرد.

۵. ملاحظات اخلاقی

ملاحظات اخلاقی مورد استفاده در این پژوهش توسط دانشگاه شیراز تأیید شده است.

۶. مشارکت نویسندگان

سیده فاطمه موسوی: جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل داده‌ها، تهیه گزارش پژوهش؛
محمدرضا رضوانی: طراحی پژوهش، نظارت بر مراحل انجام پژوهش، بررسی و کنترل نتایج و نهایی‌سازی مقاله؛
محمدجواد آگاه: مشارکت در طراحی پژوهش، اصلاح و بازبینی مقاله؛
علی‌داد بوستانی: نظارت بر پژوهش؛
محمد دادپسند: مطالعه و بازبینی مقاله

۷. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۸. حامی مالی

معاونت محترم تحصیلات تکمیلی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز و معاونت محترم تحقیقات و آموزش کشاورزی سازمان جهاد کشاورزی استان فارس

۹. تشکر و قدردانی

از معاونت محترم تحقیقات و آموزش کشاورزی سازمان جهاد کشاورزی استان فارس به‌خاطر کمک در فراهم‌آوردن جایگاه و مواد مورد نیاز این پژوهش، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۱۰. منابع

- Al-Jebory, H. H., & Ibrahim, M. K. (2021). Effect of Adding Bee Propolis to Diet on Productive Performance of Broiler Chickens. *Indian Journal of Ecology*, 48(15), 203-207.
- Aminullah, N., Prabhu, T. M., Naik, J., Suresh, B. N., & Indresh, H. C. (2021). Performance of Swarnadhara breeder hens supplemented with reduced levels of different copper forms. *Veterinary World*, 14(5), 1371-1379.
- Attia, Y. A., Abd Al-Hamid, A. E., Ibrahim, M. S., Al-Harthi, M. A., Bovera, F., & Elnaggar, A. S. (2014). Productive performance, biochemical and hematological traits of broiler chickens supplemented with propolis, bee pollen, and mannan oligosaccharides continuously or intermittently. *Livestock Science*, 164(1), 87-95.
- Babaei, S., Rahimi, S., Torshizi, M. A. K., Tahmasebi, G., & Miran, S. N. K. (2016). Effects of propolis, royal jelly, honey and bee pollen on growth performance and immune system of Japanese quails. *In Veterinary Research Forum*, 7(1), 13-20.
- Chegini, S., Kiani, A., Parizadian Kavan, B., & Rokni, H. (2019). Effects of propolis and stocking density on growth performance, nutrient digestibility, and immune system of heat-stressed broilers. *Italian Journal of Animal Science*, 18(1), 868-876.
- Cheng, S., Mao, H., Ruan, Y., Wu, C., Xu, Z., Hu, G., ... & Liu, P. (2020). Copper changes intestinal microbiota of the cecum and rectum in female mice by 16S rRNA gene sequencing. *Biological Trace Element Research*, 193(2), 445-455.

- Daneshmand, A., Sadeghi, G. H., Karimi, A., Vaziry, A., & Ibrahim, S. A. (2015). Evaluating complementary effects of ethanol extract of propolis with the probiotic on growth performance, immune response and serum metabolites in male broiler chickens. *Livestock Science*, 178(1), 195-201.
- Daylami, M. K., Tabrizi, H. M., & Ankasi, M. R. (2022). The effect of three different sources of copper on the ileal digestibility of nutrients, biochemical indices of blood, liver and bone minerals in Ross 308 broiler chickens. *Animal Environment Journal*, 14(1), 113-120.
- Diaz-Sanchez, S., D'Souza, D., Biswas, D., & Hanning, I. (2015). Botanical alternatives to antibiotics for use in organic poultry production. *Poultry Science*, 94(6), 1419-1430.
- El-Attrouny, M. M., Okasha, H. M., & El-Gendy, G. (2022). Effect of Different Dietary Copper Forms and Levels on Carcass Characteristics and Meat Quality Traits of Broilers Chickens. *Annals of Agricultural Science, Moshtohor*, 60(4), 1091-1102.
- El-Kazaz, S. E., & Hafez, M. H. (2020). Evaluation of copper nanoparticles and copper sulfate effect on immune status, behavior, and productive performance of broilers. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 7(1), 16-25.
- El-Sabrou, K., Dantas, M. R. T., & Souza-Junior, J. B. F. (2023). Herbal and bee products as nutraceuticals for improving poultry health and production. *World's Poultry Science Journal*, 79(2), 223-242.
- Gonzales-Eguia, A., Fu, C. M., Lu, F. Y., & Lien, T. F. (2009). Effects of nanocopper on copper availability and nutrients digestibility, growth performance and serum traits of piglets. *Livestock Science*, 126(1-3), 122-129.
- Hascik, P., Garlik, J., Elimam, I. O. E., Kacaniova, M., Pochop, J., Bobko, M., ... & Benczova, E. (2021). Sensory quality of poultry meat after propolis application. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 1(2), 172-186.
- Hassan, H. A., Arafat, A. R., Farroh, K. Y., Bahnas, M. S., El-Wardany, I., & Elnesr, S. S. (2021). Effect of in ovo copper injection on body weight, immune response, blood biochemistry and carcass traits of broiler chicks at 35 days of age. *Animal Biotechnology*, 1-8.
- Jorhem, L., Cumont, G. A., Dypdahl, H. P., Gadd, K., Havre, G. N., Julshamn, K., Kåverud, K., Lind, B., Loimaranta, J., Merseburg, M., Olsson, A., Piepponen, S., Sundström, B., Uppstad, B. J., Waaler, T., & Winnerstam, L. (2000). Determination of metals in foods by atomic absorption spectrometry after dry ashing: NMKL1 collaborative study. *Journal of AOAC International*, 83(5), 1204-1211.
- Kumar, S., Ciraci, C., Redmond, S. B., Chuammitri, P., Andreassen, C. B., Palic, D., & Lamont, S. J. (2011). Immune response gene expression in spleens of diverse chicken lines fed dietary immunomodulators. *Poultry Science*, 90(5), 1009-1013.
- Lee, J., Hosseindoust, A., Kim, M., Kim, K., Kim, T., Moturi, J., & Chae, B. (2021). Effects of hot-melt extruded nano-copper on the Cu bioavailability and growth of broiler chickens. *Journal of Animal Science and Technology*, 63(2), 295-304.
- Lee, I. C., Ko, J. W., Park, S. H., Lim, J. O., Shin, I. S., Moon, C., ... & Kim, J. C. (2016). Comparative toxicity and biodistribution of copper nanoparticles and cupric ions in rats. *International Journal of Nanomedicine*, 11, 2883-2900.
- Miles, R. D., Okeefe, S. F., Henry, P. R., Ammerman, C. B., & Luo, X. G. (1998). The effect of dietary supplementation with copper sulfate or tribasic copper chloride on broiler performance, relative copper bioavailability, and dietary prooxidant activity. *Poultry Science*, 77(3), 416-425.
- Mohamed, R. I., Mosaad, G. M., & Abd El-wahab, H. Y. (2018). Effect of feeding propolis on growth performance of broilers. *Journal of Advanced Veterinary Research*, 8(3), 66-72.
- Mohamed, D. A., El-sadek, A., & Abdel-Wareth, A. A. A. (2022). Effects of Copper oxide nanoparticles on productive performance of broiler chickens under climate change conditions. *International Journal of Agricultural Sciences*, 4(4), 51-57.
- Morsy, E. A., Hussien, A. M., Ibrahim, M. A., Farroh, K. Y., & Hassanen, E. I. (2021). Cytotoxicity and genotoxicity of copper oxide nanoparticles in chickens. *Biological Trace Element Research*, 199(12), 4731-4745.
- Rai, M., & Ingle, A. (2012). Role of nanotechnology in agriculture with special reference to management of insect pests. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 94(2), 287-293.
- Sadarman, S., Erwan, E., Irawan, A., Sholikin, M. M., Solfaine, R., Harahap, R. P., ... & Jayanegara, A. (2021). Propolis supplementation affects performance, intestinal morphology, and bacterial population of broiler chickens. *South African Journal of Animal Science*, 51(4), 477-487.

- Sahin, H. A., & Ozturk, E. (2018). Effects of raw propolis or water and ethanol extracts of propolis on performance, immune system, and some blood parameters of broiler breeders. *Brazilian Journal of Animal Science*, 47(1), 1-7.
- Sawosz, E., Lukasiewicz, M., Lozicki, A., Sosnowska, M., Jaworski, S., Niemiec, J., ... & Chwalibog, A. (2018). Effect of copper nanoparticles on the mineral content of tissues and droppings, and growth of chickens. *Archives of Animal Nutrition*, 72(5), 396-406.
- Seven, I., Seven, P. T. & Silici, S. (2011). Effects of dietary Turkish propolis as alternative to antibiotic on growth and laying performances, nutrient digestibility and egg quality in laying hens under heat stress. *Revue de Medecine Veterinaire*, 162 (4): 186-191.
- Scott, M. L., Nesheim, M. C., & Young, R. J. (1976). *Nutrition of the chicken* (2nd ed.). Ithaca, NY: M.L. Scott and Associates.
- Scott, A., Vadalasetty, K. P., Lukasiewicz, M., Jaworski, S., Wierzbicki, M., Chwalibog, A., & Sawosz, E. (2018). Effect of different levels of copper nanoparticles and copper sulphate on performance, metabolism and blood biochemical profiles in broiler chicken. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 102(1), 364-373.
- Shaddel-Tili, A., Eshratkhah, B., Kouzehgari, H., & Ghasemi-Sadabadi, M. (2017). The effect of different levels of propolis in diets on performance, gastrointestinal morphology and some blood parameters in broiler chickens. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, 20(3), 215-224.
- Soetan, K. O., Olaiya, C. O., & Oyewole, O. E. (2010). The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review. *African Journal of Food Science*, 4(5), 200-222.
- Tayeb, I. T., & Sulaiman, B. F. (2014). Effect of propolis supplementation on productive performance in local quail. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 4(3), 621-627.
- Wang, C., Wang, M. Q., Ye, S. S., Tao, W. J. & Y. J. (2011). Effects of copper-loaded chitosan nanoparticles on growth and immunity in broilers. *Poultry Science*, 90(10), 2223-2228.
- Yegani, M. (2009). The future of poultry science: Student perspective. *Poultry Science*, 88(6), 1339-1342.
- Yu-sen, E. L., Vidic, R. D., Stout, J. E., McCartney, C. A., & Victor, L. Y. (1998). Inactivation of *Mycobacterium avium* by copper and silver ions. *Water Research*, 32(7), 1997-2000.
- Zafarnejad, S. A., Zarei, A., & Gharaghani, H. (2017). Effects of alcoholic extract of propolis on performance, serum biochemistry and immune responses in broiler chickens. *Veterinary World*, 10(2), 249-254.