Vol 28, No. 1, Spring 2026

University of Tehran Press

Journal of Animal Production

Online ISSN: 2382-994X

Homepage: https://jap.ut.ac.ir/

Effect of different levels of whey powder and corn gluten on growth performance, tibia bone characteristics and blood mineral concentrations of Arian broiler chickens

Hassan Azizabadi[1]✉ | Sevved Mohammad Hoseini[2] | Mohammad Hassan Fathi Nasari[3] | Zahra Tahami[4] | Mohammad Bagher Montazar Torbati[5]

1. Corresponding Author, Department of Animal Science, Faculty of agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran. E-mail: Hassan.azizabadi@birjand.ac.ir
2. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran. E-mail: shosseini@birjand.ac.ir
3. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran. E-mail: hfathi@birjand.ac.ir
4. Expert of Agricultural Research Center, Khorasan Razavi, Iran. E-mail: Tahami6690@yahoo.com
5. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran. E-mail: montazer.torbati@birjand.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 9 August 2025
Received in revised form
16 December 2025
Accepted 17 December 2025
Published online 9 March 2026

Keywords:
Arian strain
broiler chickens
corn gluten
Tibia bone
whey powder

ABSTRACT

Objective: he poultry industry, as a major contributor to animal protein production, continually seeks novel, accessible, and cost-effective feed resources to enhance growth performance, carcass quality, and bird health. The use of food industry by-products, such as whey powder as a protein source and corn gluten as a source of both protein and energy, represents a practical strategy to reduce feed costs while potentially improving gastrointestinal health in poultry. Given the pivotal role of gastrointestinal health in nutrient utilization, growth, and feed efficiency of broiler chickens, evaluating the combined inclusion of whey powder and corn gluten in broiler diets is both scientifically and economically justified. This dietary approach may optimize growth performance, improve the essential amino acid profile, enhance the biological value of dietary protein through greater nutrient absorption, and promote bone quality by increasing mineral deposition. Moreover, the combination of these ingredients may provide a nutritionally balanced diet with adequate energy and high-quality protein. Therefore, the objective of the present study was to investigate the effects of different inclusion levels of whey powder and corn gluten on growth performance, tibia bone characteristics, and serum mineral concentrations in Arian broiler chickens.

Method: An experiment was conducted using 585 one-day-old male Arian broiler chicks arranged in a completely randomized design with a 3×3 factorial structure. The experiment consisted of nine dietary treatments with five replicates per treatment and 13 chicks per replicate. The dietary treatments included: (1) 0% whey powder + 0% corn gluten (control), (2) 3% whey powder, (3) 6% whey powder, (4) 3% corn gluten, (5) 6% corn gluten, (6) 3% whey powder + 3% corn gluten, (7) 3% whey powder + 6% corn gluten, (8) 6% whey powder + 3% corn gluten, and (9) 6% whey powder + 6% corn gluten. Growth performance parameters, including feed intake, body weight gain, and feed conversion ratio, were recorded periodically throughout the experiment. Tibia bone characteristics—namely ash content, calcium, phosphorus, magnesium concentrations, length, weight, and width—as well as serum mineral concentrations, were determined at 45 days of age. Data were analyzed using SAS software.

Results: Chicks receiving diets containing 6% whey powder exhibited significantly higher average body weight and feed intake compared with those fed diets without whey powder ($P<0.05$). In contrast, inclusion of corn gluten at the 6% level resulted in the lowest average body weight and the highest feed conversion ratio ($P<0.05$). No significant interaction effects between whey powder and corn gluten were observed for average body weight or feed conversion ratio. However, interaction effects between different levels of whey powder and corn gluten, compared with the control treatment, significantly increased tibia bone ash, calcium, and phosphorus contents ($P<0.05$). In contrast, varying levels of whey powder and corn gluten did not significantly affect serum concentrations of calcium, phosphorus, magnesium, or iron.

Conclusions: Based on the results of the present study, the combination of 6% whey powder and 3% corn gluten demonstrated consistently better outcomes with respect to growth performance and tibia bone characteristics in Arian broiler chickens. These inclusion levels were associated with increased tibia mineralization, particularly calcium and phosphorus deposition, which contributed to improved bone quality. Although these findings provide consistent evidence supporting the potential benefits of this dietary combination, they are specific to the Arian broiler strain and the conditions of the present experiment. Therefore, the inclusion of 6% whey powder and 3% corn gluten may be considered a suitable dietary strategy for Arian broiler chickens, warranting further validation under different production conditions.

Cite this article: Azizabadi, H., Hoseini, S. M., Fathi Nasari, H., Tahami, Z., & Montazar Torbati, M. B. (2026). Effect of different levels of whey powder and corn gluten on growth performance, tibia bone characteristics and blood mineral concentrations of Arian broiler chickens. *Journal of Animal Production*, 28 (1), 111-124.
DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2025.400351.623866

© The Author(s).
Publisher: University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2025.400351.623866

دوره بیست و هشتم، شماره اول، بهار ۱۴۰۵

انتشارات دانشگاه تهران

تولیدات دامی

شاپا الکترونیکی: ۲۳۸۲-۹۹۴x

Homepage: https://jap.ut.ac.ir/

اثر سطوح مختلف پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت بر عملکرد رشد، ویژگی‌های استخوان درشت‌نی و غلظت مواد معدنی خون جوجه‌های گوشتی سویه آرین

حسن عزیزآبادی[۱]✉ | سید محمد حسینی[۲] | محمدحسن فتحی نسری[۳] | زهرا تهامی[۴] | محمّدباقر منتظر تربتی[۵]

۱. نویسنده مسئول، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، ایران. رایانامه: Hassan.azizabadi@birjand.ac.ir
۲. گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، ایران. رایانامه: shosseini@birjand.ac.ir
۳. گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، ایران. رایانامه: hfathi@birjand.ac.ir
۴. مرکز تحقیقات کشاورزی، خراسان رضوی، ایران. رایانامه: Tahami6690@yahoo.com
۵. گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، ایران. رایانامه: montazer.torbati@birjand.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۵/۱۸
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۹/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۲۶
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۱۲/۱۸

کلیدواژه‌ها:
استخوان درشت‌نی
پودر آب‌پنیر
جوجه گوشتی
سویه آرین
گلوتن ذرت

چکیده

هدف: صنعت پرورش طیور به‌عنوان یکی از مهم‌ترین بخش‌های تأمین پروتئین حیوانی، همواره در جستجوی منابع خوراکی جدید، در دسترس و مقرون‌به‌صرفه جهت بهبود عملکرد رشد، کیفیت لاشه و سلامت پرندگان است. استفاده از محصولات فرعی صنایع غذایی، همچون پودر آب‌پنیر (منبع پروتئین) و گلوتن ذرت (منبع پروتئین و انرژی)، می‌تواند راه‌کاری مؤثر برای کاهش هزینه‌های تغذیه و بهبود سلامت دستگاه گوارش طیور محسوب شود. با توجه به نقش مهم سلامت دستگاه گوارش در رشد و کارایی جوجه‌های گوشتی، ارزیابی تأثیر ترکیبی این دو منبع خوراکی (پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت) در جیره مرغ گوشتی، یک تصمیم تغذیه‌ای مبتنی بر منطق علمی و اقتصادی است که هدف آن بهینه‌سازی عملکرد رشد، ترکیب اسیدآمینه‌ای ضروری جیره، تکمیل ارزش بیولوژیکی پروتئین مصرفی (جذب بالاتر در بدن)، بهبود کیفیت استخوان از طریق افزایش مواد معدنی آن و افزایش غلظت مواد معدنی خون می‌باشد. ترکیب این دو، می‌تواند یک جیره متعادل با انرژی و پروتئین کافی و با کیفیت فراهم کند. بر همین اساس، هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثر سطوح مختلف پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت بر عملکرد رشد، ویژگی‌های استخوان درشت‌نی و غلظت مواد معدنی سرم‌خون جوجه‌های گوشتی سویه آرین بود.

روش پژوهش: آزمایشی با استفاده از ۵۸۵ قطعه جوجه نر یک‌روزه سویه آرین، در قالب طرح کاملاً تصادفی به‌صورت فاکتوریل ۳×۳ با استفاده از نُه تیمار، پنج تکرار و ۱۳ قطعه جوجه در هر تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- سطح صفر درصد پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت (تیمار شاهد)، ۲- سطح سه درصد پودر آب‌پنیر، ۳- سطح شش درصد پودر آب‌پنیر، ۴- سطح سه درصد گلوتن ذرت، ۵- سطح شش درصد گلوتن ذرت، ۶- سطح سه درصد پودر آب‌پنیر و سه درصد گلوتن ذرت، ۷- سطح سه درصد پودر آب‌پنیر و شش درصد گلوتن ذرت، ۸- سطح شش درصد پودر آب‌پنیر و سه درصد گلوتن ذرت، ۹- سطح شش درصد پودر آب‌پنیر و شش درصد گلوتن ذرت. صفات عملکردی شامل مصرف خوراک، افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک، به‌صورت دوره‌ای اندازه‌گیری شد و ویژگی‌های استخوان درشت‌نی شامل درصد خاکستر، کلسیم، فسفر، منیزیوم، طول، وزن و عرض آن و هم‌چنین غلظت مواد معدنی سرم خون در ۴۵ روزگی مورد ارزیابی قرار گرفت. تجزیه آماری داده‌ها توسط نرم‌افزار SAS انجام شد.

یافته ها: جوجه‌هایی که شش درصد پودر آب‌پنیر دریافت کردند به‌طور معنی‌داری بالاترین میانگین وزن بدن و مصرف خوراک را نسبت به جیره‌های فاقد پودر آب‌پنیر داشتند ($P<0/05$). هم‌چنین سطح شش درصد گلوتن ذرت به‌طور معنی‌داری کم‌ترین میانگین وزن بدن و بیش‌ترین ضریب‌تبدیل خوراک را نشان داد ($P<0/05$). اثرات متقابل بین این دو ماده خوراکی بر میانگین وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک معنی‌دار نبود. بررسی اثرات متقابل سطوح مختلف پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت در مقایسه با تیمار شاهد، به‌طور معنی‌داری، منجر به افزایش میزان خاکستر، کلسیم و فسفر استخوان درشت‌نی شد ($P<0/05$). سطوح مختلف پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت تأثیر معنی‌داری بر غلظت کلسیم، فسفر، منیزیم و آهن سرم خون نداشت.

نتیجه‌گیری: براساس یافته‌های به‌دست‌آمده، ترکیب بهینه شش درصد پودر آب‌پنیر و سه درصد گلوتن ذرت، عملکرد مطلوب‌تری در بهبود صفات رشد و ویژگی‌های استخوان درشت‌نی جوجه‌های گوشتی سویه آرین نشان دادند که با افزایش تراکم مواد معدنی استخوان، به‌ویژه کلسیم و فسفر، موجب بهبود کیفیت استخوان و در نهایت ارتقای عملکرد پرنده گردید. بنابراین، می‌توان این سطوح را به‌عنوان سطوح مناسب و بهینه، جهت استفاده در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی آرین پیشنهاد نمود.

استناد: عزیزآبادی، حسن؛ حسینی، سید محمد؛ فتحی نسری، محمدحسن؛ تهامی، زهرا و منتظر تربتی، محمّدباقر (۱۴۰۵). اثر سطوح مختلف پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت بر عملکرد رشد، ویژگی‌های استخوان درشت‌نی و غلظت مواد معدنی خون جوجه‌های گوشتی سویه آرین. *نشریه تولیدات دامی*، ۲۸ (۱)، ۱۱۱-۱۲۴.
DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2025.400351.623866

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

CC BY NC

۱. مقدمه

صنعت پرورش طیور به‌عنوان یکی از مهم‌ترین بخش‌های تأمین پروتئین حیوانی، همواره در جستجوی منابع خوراکی جدید، در دسترس و مقرون‌به‌صرفه جهت بهبود عملکرد رشد، کیفیت لاشه و سلامت پرندگان است. استفاده از محصولات فرعی صنایع غذایی، همچون پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت، به‌عنوان منابع پروتئینی و انرژی‌زا، می‌تواند راه‌کاری مؤثر برای کاهش هزینه‌های تغذیه و بهبود سلامت دستگاه گوارش طیور محسوب شود (Awad *et al*., 2009). بهره‌گیری از فرآورده‌های جانبی صنایع لبنی به ویژه آب‌پنیر، که مایع باقیمانده از فرایند پنیرسازی است، با وجود دارابودن ارزش غذایی بالا، اغلب به‌عنوان ضایعات تلقی می‌گردد. این در حالی است که پودر خشک‌شده آن می‌تواند در تغذیه طیور مورداستفاده قرار گیرد (Aghaei *et al*., 2010). آب‌پنیر حاوی ترکیبات زیست‌فعال متعددی مانند بتالاکتوگلوبولین، آلفالاکتالبومین و ایمنوگلوبولین‌ها است که دارای اثرات فیزیولوژیکی و بیولوژیکی، از جمله تنظیم ساخت پروتئین عضلات اسکلتی و کاهش تنش اکسیداتیو می‌باشد (Patel, 2015). پروتئین‌های آب‌پنیر به‌دلیل دارا بودن سطوح بالایی از اسیدهای آمینه شاخه‌دار (لوسین، ایزولوسین، والین)، سیستئین و پپتیدهای فعال زیستی، از ارزش بیولوژیکی بالاتری نسبت به کنجاله سویا برخوردارند و می‌توانند عملکرد پرنده را به شکل محسوسی تحت‌تأثیر قرار دهد (Smithers, 2015; Pineda-Quiroga *et al*., 2018). هم‌چنین پودر آب‌پنیر با بهبود قابلیت هضم پروتئین و چربی در تک‌معده‌ای‌ها، موجب افزایش بازده خوراک می‌گردد، به‌طوری‌که در سال‌های اخیر به‌عنوان جایگزینی برای آنتی‌بیوتیک‌ها در تغذیه طیور مطرح شده است (Kermanshahi & Rostami, 2006). از دیگر خواص این ماده، بهبود ترکیب فلور میکروبی روده، افزایش جذب موادمغذی و ارتقای رشد پرنده می‌باشد (Awad *et al*., 2009). هم‌چنین وجود لاکتوز در پودر آب‌پنیر می‌تواند با افزایش جذب کلسیم و فسفر، بر ریخت‌شناسی و استحکام استخوان‌ها تأثیرگذار باشد، با این‌حال، گزارش‌هایی نیز مبنی بر تأثیر منفی سطوح بالای پودر آب‌پنیر بر طول استخوان درشت‌نی وجود دارد (Panda *et al*., 2006).

خوراک گلوتن ذرت نیز یکی از محصولات فرعی ارزشمند حاصل از فرایند تولید اتانول از ذرت است که دارای غلظت بالایی از پروتئین‌خام و اسیدهای‌آمینه ضروری می‌باشد (Schingoethe, 2007). میزان پروتئین‌خام آن تقریباً دو برابر دانه ذرت بوده (Owings *et al*., 1988) و قابلیت دسترسی اسیدهای‌آمینه آن در طیور بین ۷۵ تا ۹۶ درصد گزارش شده است (Nadeem *et al*., 2005). گلوتن ذرت می‌تواند به‌عنوان مکمل پروتئینی در خوراک طیور مورداستفاده قرار گیرد (Kim *et al*., 2012). هم‌چنین گلوتن ذرت به‌دلیل داشتن قیمت مناسب، ارزش تغذیه‌ای مناسب و دسترسی آسان، می‌تواند سبب کاهش هزینه‌های جیره و تأمین‌کننده بخشی از انرژی و پروتئین موردنیاز طیور باشد (Loy & Lundy, 2019). پژوهش‌های مختلف، حاکی از تأثیر مثبت گلوتن ذرت بر میانگین افزایش وزن بدن و بهبود ضریب‌تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی می‌باشد (Shariat *et al*., 2014). علاوه بر این، ترکیبات زیست‌فعال موجود در گلوتن ذرت، از جمله رنگدانه‌های گزانتوفیلی و ویتامین E، می‌تواند نقش آنتی‌اکسیدانی و تقویت‌کننده سیستم ایمنی ایفا کرده و از طریق بهبود ساختار و ریخت‌شناسی روده، موجب ارتقای سلامت و رشد پرنده گردد (Li-Chan & Samaranayaka, 2011; Saleh *et al*., 2019).

با توجه به نقش مهم سلامت دستگاه گوارش در رشد و کارایی جوجه‌های گوشتی، ارزیابی تأثیر ترکیبی این دو منبع خوراکی (پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت) در جیره مرغ گوشتی، یک تصمیم تغذیه‌ای، مبتنی بر منطق علمی و اقتصادی است که هدف آن بهینه‌سازی عملکرد رشد، ترکیب اسیدآمینه‌ای ضروری جیره، تکمیل ارزش بیولوژیکی پروتئین مصرفی (جذب بالاتر در بدن)، بهبود کیفیت استخوان از طریق افزایش مواد معدنی آن و افزایش غلظت مواد معدنی خون، می‌باشد. استفاده هم‌زمان از پودر آب‌پنیر (غنی از لیزین، ترئونین و کیفیت بالای پروتئین) و گلوتن ذرت (غنی از اسیدهای آمینه گوگرددار متیونین، سیستئین و کمیت بالای پروتئین و انرژی) می‌تواند یک جیره متعادل با انرژی و پروتئین کافی (گلوتن ذرت)

و با کیفیت (پودر آب‌پنیر) فراهم کند. بر همین اساس، هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثر سطوح مختلف پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت بر عملکرد رشد، ویژگی‌های استخوان درشت‌نی و غلظت مواد معدنی سرم‌خون جوجه‌های گوشتی سویه آرین می‌باشد.

۲. روش پژوهش

این پژوهش در مهرماه سال ۱۴۰۲در سالن مرغداری پژوهشی دهیاری روستای خرمبک، واقع در کیلومتر پنج جاده نیشابور- سبزوار انجام شد. در این آزمایش از ۵۸۵ قطعه جوجه‌گوشتی نر یک‌روزه سویه آرین استفاده گردید. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل ۳×۳ با استفاده از نه تیمار، پنج تکرار و ۱۳ قطعه جوجه در هر تکرار اجرا شد. در این پژوهش از سطوح صفر، سه و شش درصد پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت استفاده شد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از ۱- تیمار شاهد (سطح صفر درصد پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت، ۲- سطح سه درصد پودر آب‌پنیر، ۳- سطح شش درصد پودر آب‌پنیر، ۴- سطح سه درصد گلوتن ذرت، ۵- سطح شش درصد گلوتن ذرت، ۶- سطح سه درصد پودر آب‌پنیر و سه درصد گلوتن ذرت، ۷- سطح سه درصد پودر آب‌پنیر و شش درصد گلوتن ذرت، ۸- سطح شش درصد پودر آب‌پنیر و سه درصد گلوتن ذرت، ۹- سطح شش درصد پودر آب‌پنیر و شش درصد گلوتن ذرت. جیره‌های غذایی مورداستفاده برای دوره‌های آغازین، رشد و پایانی (جدول‌های ۱، ۲ و ۳)، بر پایه ذرت و سویا و با استفاده از جداول نیازمندی‌های غذایی سویه آرین، فرموله شدند (Arian Broiler Breeding Guide, 2020).

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی جوجه‌های گوشتی سویه آرین در دوره آغازین (۱۴-۱ روزگی)

مواد خوراکی (درصد)	تیمار ۱	تیمار۲	تیمار ۳	تیمار ٤	تیمار ٥	تیمار ٦	تیمار ۷	تیمار ۸	تیمار ۹
پودر آب پنیر [۱]	۰	۳	۶	۰	۰	۳	۳	۶	۶
گلوتن ذرت [۲]	۰	۰	۰	۳	۶	۳	۶	۳	۶
ذرت	۵۲/۷۳	۴۹/۳۹	۴۵/۸۸	۵۳/۲۴	۵۲/۹۷	۴۹/۸۷	۵۰/۲۴	۴۶/۳۶	۴۶/۷۱
کنجاله سویا	۴۲/۷۰	۴۲/۶۰	۴۲/۵۲	۳۹/۶۹	۳۶/۸۲	۳۹/۵۹	۳۶/۵۹	۳۹/۵۱	۳۶/۵۱
روغن سویا	۰/۶۹	۱/۲۹	۱/۹۴	۰/۲۵	۰	۰/۸۵	۰/۴۰	۱/۴۹	۱/۰۵
کربنات کلسیم	۰/۹۱	۰/۹	۰/۸۹	۱/۰۱	۱/۱۷	۱	۱/۱	۰/۹۹	۱/۰۹
دی‌کلسیم‌فسفات	۱/۵۹	۱/۵۲	۱/۴۵	۱/۴۶	۱/۵۳	۱/۳۹	۱/۲۶	۱/۳۲	۱/۲
نمک	۰/۲۵	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۲۵	۰/۳۰	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸
سدیم بیکربنات	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵
مکمل معدنی و ویتامینی [۳]	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰
دی‌ال‌متیونین	۰/۲۶	۰/۲۷	۰/۲۹	۰/۲۹	۰/۳۱	۰/۳۰	۰/۳۲	۰/۳۱	۰/۳۳
لیزین هیدروکلرید	۰/۱۲	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۶	۰/۱۵	۰/۰۷	۰/۱۶	۰/۰۹	۰/۱۸
کولین کلراید	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰
مجموع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
ترکیب شیمیایی (درصد)									
انرژی قابل سوخت‌وساز (کیلوکالری بر کیلوگرم)	۲۸۷۰	۲۸۷۰	۲۸۷۰	۲۸۷۰	۲۸۷۰	۲۸۷۰	۲۸۷۰	۲۸۷۰	۲۸۷۰
پروتئین خام	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲
نسبت انرژی به پروتئین	۱۳۰/۴۵	۱۳۰/۴۵	۱۳۰/۴۵	۱۳۰/۴۵	۱۳۰/۴۵	۱۳۰/۴۵	۱۳۰/۴۵	۱۳۰/۴۵	۱۳۰/۴۵
لیزین	۱/۲	۱/۱۹	۱/۱۸	۱/۱۸	۱/۱۸	۱/۱۸	۱/۱۸	۱/۱۸	۱/۱۸
متیونین+ سیستئین	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸
ترئونین	۰/۷۷	۰/۷۶	۰/۷۵	۰/۷۳	۰/۷۰	۰/۷۲	۰/۶۹	۰/۷۱	۰/۶۸
تریپتوفان	۰/۲۷	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۵	۰/۲۴	۰/۲۵	۰/۲۳	۰/۲۵	۰/۲۳
کلسیم	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۵
فسفر قابل دسترس	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲

۱. پودر آب‌پنیر مصرفی دارای ترکیب شیمیایی شامل ۱۰ درصد پروتئین‌خام، ۰/۷ درصد کلسیم، ۰/۵ درصد فسفر، نه درصد خاکستر، ۱/۵ درصد چربی، هفت درصد رطوبت، ۲۰ گرم در کیلوگرم سدیم، ۱۵ گرم در کیلوگرم پتاسیم، ۱/۲ گرم در کیلوگرم منیزیوم و ۲۲۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی قابل سوخت‌وساز بود.

۲. گلوتن ذرت مصرفی، حاوی ۴۰ درصد پروتئین‌خام و ۳۱۰۰ کیلوکالری انرژی قابل سوخت‌وساز در هر کیلوگرم بود.

۳. هرکیلوگرم از مکمل معدنی حاوی ۳۹۶۸۰ میلی‌گرم منگنز، ۲۰۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۳۳۸۸۰ میلی‌گرم روی، ۴۰۰۰ میلی‌گرم مس، ۳۹۶ میلی‌گرم ید و ۸۰ میلی‌گرم سلنیوم بود. هر کیلوگرم از مکمل ویتامینی نیز حاوی ۳۶۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۸۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D3، ۱۴۴۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۷۰۰ میلی‌گرم ویتامین B1، ۲۶۴۰ میلی‌گرم ویتامین B2، ۳۹۲۰ میلی‌گرم ویتامین B3، ۱۱۷۶ میلی‌گرم ویتامین B6، ۴۰۰ میلی‌گرم ویتامین B9، شش میلی‌گرم ویتامین B12، ۴۰ میلی‌گرم بیوتین، و ۴۰۰ میلی‌گرم BHT بود.

جدول ۲. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی جوجه‌های گوشتی سویه آرین در دوره رشد (۲۴-۱۵ روزگی)

مواد خوراکی (درصد)	تیمار ۱	تیمار۲	تیمار ۳	تیمار ٤	تیمار ٥	تیمار ٦	تیمار ۷	تیمار ۸	تیمار ۹
پودر آب پنیر [۱]	۰	۳	۶	۰	۰	۳	۳	۶	۶
گلوتن ذرت [۲]	۰	۰	۰	۳	۶	۳	۶	۳	۶
ذرت	۵۸/۱۲	۵۴/۷۷	۵۱/۲۴	۵۸/۴۹	۵۸/۸۶	۵۵/۱۳	۵۵/۴۹	۵۱/۶۰	۵۱/۹۷
کنجاله سویا	۳۶/۷۴	۳۶/۶۲	۳۶/۵۵	۳۳/۷۳	۳۰/۷۲	۳۳/۶۲	۳۰/۶۱	۳۳/۵۴	۳۰/۵۴
روغن سویا	۱/۱۳	۱/۷۳	۲/۳۸	۰/۶۹	۰/۲۵	۱/۲۹	۰/۸۴	۱/۹۳	۱/۴۹
کربنات کلسیم	۰/۹۱	۰/۹	۰/۸۹	۱/۰۱	۱/۱۱	۱	۱/۱	۱	۱/۰۹
دی‌کلسیم‌فسفات	۱/۶۴	۱/۵۷	۱/۵	۱/۵۱	۱/۳۸	۱/۴۴	۱/۳۲	۱/۳۸	۱/۲۵
نمک	۰/۲۵	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸
سدیم بیکربنات	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵
مکمل معدنی و ویتامینی [۳]	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰
دی‌ال‌متیونین	۰/۳۱	۰/۳۲	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۵	۰/۳۴	۰/۳۷	۰/۳۶	۰/۳۸
لیزین هیدروکلرید	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۲۴	۰/۳۳	۰/۲۵	۰/۳۴	۰/۲۶	۰/۳۵
کولین کلراید	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰
مجموع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
ترکیب شیمیایی (درصد)									
انرژی قابل سوخت‌وساز (کیلوکالری بر کیلوگرم)	۲۹۵۰	۲۹۵۰	۲۹۵۰	۲۹۵۰	۲۹۵۰	۲۹۵۰	۲۹۵۰	۲۹۵۰	۲۹۵۰
پروتئین خام	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
نسبت انرژی به پروتئین	۱۴۷/۵	۱۴۷/۵	۱۴۷/۵	۱۴۷/۵	۱۴۷/۵	۱۴۷/۵	۱۴۷/۵	۱۴۷/۵	۱۴۷/۵
لیزین	۱/۱۸	۱/۱۸	۱/۱۸	۱/۱۸	۱/۱۸	۱/۱۸	۱/۱۸	۱/۱۸	۱/۱۸
متیونین+سیستئین	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸
ترئونین	۰/۶۹	۰/۶۸	۰/۶۷	۰/۶۶	۰/۶۲	۰/۶۵	۰/۶۱	۰/۶۴	۰/۶۰
تریپتوفان	۰/۲۴	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۲	۰/۲۰	۰/۲۲	۰/۲۰	۰/۲۲	۰/۲۰
کلسیم	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵
فسفر قابل دسترس	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۳۸

۱. پودر آب‌پنیر مصرفی دارای ترکیب شیمیایی شامل ۱۰ درصد پروتئین‌خام، ۰/۷ درصد کلسیم، ۰/۵ درصد فسفر، نه درصد خاکستر، ۱/۵ درصد چربی، هفت درصد رطوبت، ۲۰ گرم در کیلوگرم سدیم، ۱۵ گرم در کیلوگرم پتاسیم، ۱/۲ گرم در کیلوگرم منیزیوم و ۲۲۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی قابل سوخت‌وساز بود.

۲. گلوتن ذرت مصرفی، حاوی ۴۰ درصد پروتئین‌خام و ۳۱۰۰ کیلوکالری انرژی قابل سوخت‌وساز در هر کیلوگرم بود.

۳. هرکیلوگرم از مکمل معدنی حاوی ۳۹۶۸۰ میلی‌گرم منگنز، ۲۰۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۳۳۸۸۰ میلی‌گرم روی، ۴۰۰۰ میلی‌گرم مس، ۳۹۶ میلی‌گرم ید و ۸۰ میلی‌گرم سلنیوم بود. هر کیلوگرم از مکمل ویتامینی نیز حاوی ۳۶۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۸۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D3، ۱۴۴۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۷۰۰ میلی‌گرم ویتامین B1، ۲۶۴۰ میلی‌گرم ویتامین B2، ۳۹۲۰ میلی‌گرم ویتامین B3، ۱۱۷۶ میلی‌گرم ویتامین B6، ۴۰۰ میلی‌گرم ویتامین B9، شش میلی‌گرم ویتامین B12، ۴۰ میلی‌گرم بیوتین، و ۴۰۰ میلی‌گرم BHT بود.

۲. ۱. ارزیابی عملکرد رشد

در پایان هر هفته، جوجه‌های هر تکرار به‌صورت گروهی و پس از دو ساعت محرومیت از خوراک، با ترازوی دیجیتال با دقت ۱۰± گرم توزین شدند. خوراک مصرفی و افزایش وزن به‌صورت هفتگی ثبت شد و ضریب‌تبدیل خوراک، با استفاده از داده‌های افزایش وزن و خوراک مصرفی محاسبه گردید. تلفات به‌صورت روزانه جمع‌آوری و توزین شدند.

۲. ۲. اندازه گیری ویژگی‌های استخوان درشت‌نی

در پایان دوره آزمایش (۴۵ روزگی)، از هر تکرار دو قطعه جوجه به‌صورت تصادفی انتخاب و استخوان درشت‌نی چپ آن‌ها جدا گردید. پس از حذف بافت‌های نرم، استخوان‌ها در کیسه‌های پلاستیکی زیپ‌دار، قرار داده شد و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. طول استخوان با خط‌کش و وزن آن با ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. برای تعیین میزان خاکستر، استخوان‌ها ابتدا در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد خشک، سپس آسیاب شده و در بوته چینی درون کوره با دمای۶۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد، و در نهایت درصد خاکستر محاسبه گردید. غلظت فسفر با روش فتومتریک و استفاده از معرف مولیبدووانات و غلظت کلسیم با روش تیتراسیون اندازه‌گیری شد (AOAC, 1995).

جدول ۳. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی جوجه‌های گوشتی سویه آرین در دوره پایانی (۴۵-۲۵ روزگی)

مواد خوراکی (درصد)	تیمار ۱	تیمار۲	تیمار ۳	تیمار٤	تیمار ٥	تیمار ٦	تیمار ۷	تیمار ۸	تیمار ۹
پودر آب پنیر [۱]	۰	۳	۶	۰	۰	۳	۳	۶	۶
گلوتن ذرت [۲]	۰	۰	۰	۳	۶	۳	۶	۳	۶
ذرت	۶۳/۴۹	۶۰/۱۳	۵۶/۶	۶۳/۸۶	۶۴/۲۳	۶۰/۴۹	۶۰/۸۵	۵۶/۹۷	۵۷/۳۴
کنجاله سویا	۳۰/۷۴	۳۰/۶۳	۳۰/۵۶	۲۷/۷۴	۲۴/۷۳	۲۷/۶۳	۲۴/۶۳	۲۷/۵۵	۲۴/۵۵
روغن سویا	۱/۴۸	۲/۰۸	۲/۷۳	۱/۰۳	۰/۵۹	۱/۶۳	۱/۱۹	۲/۲۸	۱/۸۳
کربنات کلسیم	۰/۹۱	۰/۹	۰/۸۹	۱/۰۱	۱/۱۱	۱	۱/۱	۱	۱/۰۹
دی‌کلسیم‌فسفات	۱/۶۹	۱/۶۲	۱/۵۶	۱/۵۶	۱/۴۴	۱/۵۰	۱/۳۷	۱/۴۳	۱/۳۰
نمک	۰/۲۵	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸
سدیم بیکربنات	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵
مکمل معدنی و ویتامینی [۳]	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰
دی‌ال‌متیونین	۰/۳۶	۰/۳۷	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۴۰	۰/۳۹	۰/۴۱	۰/۴۰	۰/۴۳
لیزین هیدروکلرید	۰/۳۳	۰/۳۴	۰/۳۵	۰/۴۲	۰/۵۰	۰/۴۳	۰/۵۲	۰/۴۴	۰/۵۳
کولین کلراید	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰
مجموع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
ترکیب شیمیایی (درصد)									
انرژی قابل سوخت‌وساز (کیلوکالری بر کیلوگرم)	۳۰۲۵	۳۰۲۵	۳۰۲۵	۳۰۲۵	۳۰۲۵	۳۰۲۵	۳۰۲۵	۳۰۲۵	۳۰۲۵
پروتئین خام	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸
نسبت انرژی به پروتئین	۱۶۸/۰۵	۱۶۸/۰۵	۱۶۸/۰۵	۱۶۸/۰۵	۱۶۸/۰۵	۱۶۸/۰۵	۱۶۸/۰۵	۱۶۸/۰۵	۱۶۸/۰۵
لیزین	۱/۱۸	۱/۱۸	۱/۱۸	۱/۱۸	۱/۱۸	۱/۱۸	۱/۱۸	۱/۱۸	۱/۱۸
متیونین+سیستئین	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸
ترئونین	۰/۶۲	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۵۸	۰/۵۴	۰/۵۷	۰/۵۳	۰/۵۶	۰/۵۲
تریپتوفان	۰/۲۱	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۱۹	۰/۱۷	۰/۱۹	۰/۱۷	۰/۱۸	۰/۱۷
کلسیم	۰/۷۰	۰/۷۰	۰/۷۰	۰/۷۰	۰/۷۰	۰/۷۰	۰/۷۰	۰/۷۰	۰/۷۰
فسفر قابل دسترس	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۵

۱. پودر آب‌پنیر مصرفی دارای ترکیب شیمیایی شامل ۱۰ درصد پروتئین‌خام، ۰/۷ درصد کلسیم، ۰/۵ درصد فسفر، نه درصد خاکستر، ۱/۵ درصد چربی، هفت درصد رطوبت، ۲۰ گرم در کیلوگرم سدیم، ۱۵ گرم در کیلوگرم پتاسیم، ۱/۲ گرم در کیلوگرم منیزیوم و ۲۲۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی قابل سوخت‌وساز بود.

۲. گلوتن ذرت مصرفی، حاوی ۴۰ درصد پروتئین‌خام و ۳۱۰۰ کیلوکالری انرژی قابل سوخت‌وساز در هر کیلوگرم بود.

۳. هرکیلوگرم از مکمل معدنی حاوی ۳۹۶۸۰ میلی‌گرم منگنز، ۲۰۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۳۳۸۸۰ میلی‌گرم روی، ۴۰۰۰ میلی‌گرم مس، ۳۹۶ میلی‌گرم ید و ۸۰ میلی‌گرم سلنیوم بود. هر کیلوگرم از مکمل ویتامینی نیز حاوی ۳۶۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۸۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D3، ۱۴۴۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۷۰۰ میلی‌گرم ویتامین B1، ۲۶۴۰ میلی‌گرم ویتامین B2، ۳۹۲۰ میلی‌گرم ویتامین B3، ۱۱۷۶ میلی‌گرم ویتامین B6، ۴۰۰ میلی‌گرم ویتامین B9، شش میلی‌گرم ویتامین B12، ۴۰ میلی‌گرم بیوتین، و ۴۰۰ میلی‌گرم BHT بود.

۲. ۳. اندازه‌گیری مواد معدنی سرم خون

برای ارزیابی غلظت مواد معدنی سرم خون (کلسیم، فسفر، آهن، منیزیوم)، نمونه خون در هنگام کشتار از طریق رگ گردن گرفته شد و در دستگاه سانتریفیوژ مدل یونیورسال ساخت شرکت پارت‌آزما ایران با دور ۳۰۰۰ در دقیقه به‌مدت ۱۵ دقیقه قرار گرفت. سرم حاصل به آزمایشگاه ارسال شد و با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر بیوشیمی (بایوتکنیکا مدل BT3000 Plus ریفربیشد، ساخت ایتالیا) و کیت‌های شرکت پارس‌آزمون، آنالیز گردید.

۲. ۴. تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های حاصل با استفاده از رویه GLM توسط نرم‌افزار SAS (Statistical Analysis Systems Institute, 2004) برای رابطه (۱) تجزیه، و میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی-کرامر در سطح معنی‌داری ۵ درصد مقایسه شدند.

$$Y_{ijk}= \mu + W_i + G_j + (W\times G)_{ij} + e_{ijk}$$ رابطه ۱)

که در این رابطه، Y_{ijk}، صفات موردمطالعه جوجه‌های گوشتی؛ μ، میانگین کل صفت؛ W_i، اثر سطح پودر آب‌پنیر؛ G_j، اثرسطح گلوتن ذرت؛ $(W\times G)_{ij}$، اثر متقابل سطوح پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت و e_{ijk}، اثر خطای آزمایشی است.

۳. یافته‌های پژوهش

۳. ۱. عملکرد رشد

جدول (۴) اثرات اصلی و متقابل سطوح مختلف پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی سویه آرین را نشان می‌دهد. اثرات متقابل پودر آب‌پنیر× گلوتن ذرت بر میانگین وزن بدن و مصرف خوراک معنی‌دار (P<۰/۰۵) و بر ضریب تبدیل خوراک معنی‌دار نبود. وزن پایانی جوجه‌هایی که با جیره حاوی شش درصد پودر آب‌پنیر و سه درصد گلوتن ذرت (تیمار ۸)، تغذیه شدند تفاوتی با جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی سه و شش درصد پودر آب‌پنیر و بدون گلوتن ذرت نداشت ولی بالاتر از سایر تیمارها بود (P<۰/۰۵). پرندگان از جیره حاوی شش درصد پودر آب‌پنیر و بدون گلوتن ذرت بیش‌تر از سایر جیره‌ها مصرف کردند (P<۰/۰۵). با افزایش سطح پودر آب پنیر در جیره مصرف خوراک و و وزن پایانی افزایش یافت (P<۰/۰۵). با افزایش سطوح گلوتن ذرت در جیره، وزن پایانی کاهش یافت ولی ضریب‌تبدیل خوراک افزایش یافت (P<۰/۰۵).

جدول٤. اثرات اصلی و متقابل پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی سویه آرین در ۴۵ روزگی

اثرات اصلی	وزن پایانی (گرم)	مصرف خوراک (گرم)	ضریب تبدیل خوراک
پودر آب‌پنیر (درصد)			
صفر	۲۱۵۳/۶۶ c	۳۹۹۵/۶۶ c	۱/۸۹
۳	۲۲۶۸/۶۶ b	۴۱۵۶/۳۳ b	۱/۸۷
۶	۲۳۷۶/۶۶ a	۴۲۷۵/۳۳ a	۱/۸۳
خطای استاندارد میانگین‌ها	۱۶/۱۰۳	۸/۴۶۸	۰/۰۳۰
سطح احتمال	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۳۵
گلوتن ذرت (درصد)			
صفر	۲۳۲۸/۳۳ a	۴۱۳۱/۶۶	b۱/۸۱
۳	۲۲۷۵/۶۶ a	۴۱۵۳/۰۰	ab۱/۸۶
۶	۲۱۹۵/۰۰ b	۴۱۴۲/۶۶	a۱/۹۲
خطای استاندارد میانگین‌ها	۱۶/۱۰۳	۸/۴۶۸	۰/۰۳۰
سطح احتمال	۰/۰۰۰۱	۰/۲۱۸	۰/۰۴
اثرات متقابل			
پودر آب‌پنیر× گلوتن ذرت (درصد)			
صفر × صفر	e۲۱۲۴/۰۰	h۳۹۱۵/۰۰	۱/۸۸
۳ × صفر	ab۲۳۷۱/۰۰	de۴۱۵۵/۰۰	۱/۷۹
۶ × صفر	a۲۴۹۰/۰۰	a۴۳۲۵/۰۰	۱/۷۷
صفر × ۳	cde۲۲۲۷/۰۰	g۳۹۹۳/۰۰	۱/۸۳
صفر × ۶	۲۱۱۰/۰۰ e	۴۰۷۹/۰۰ f	۱/۹۸
۳ × ۳	cde۲۲۴۷/۰۰	cde۴۲۰۸/۰۰	۱/۹۱
۶ × ۳	de۲۱۸۸/۰۰	ef۴۱۰۶/۰۰	۱/۹۱
۳ × ۶	a۲۳۵۳/۰۰	bc۴۲۵۸/۰۰	۱/۸۴
۶ × ۶	bcd۲۲۸۷/۰۰	bc۴۲۴۳/۰۰	۱/۸۹
خطای استاندارد میانگین‌ها	۲۷/۸۹۲	۱۴/۶۶۸	۰/۰۵۲۵
سطح احتمال	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۱	۰/۵۰

a-h: تفاوت میانگین‌ها در هر ستون با حروف نامشابه معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

۳. ۲. ویژگی‌های استخوان درشت‌نی

جدول (۵) اثرات اصلی و متقابل سطوح مختلف پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت، بر ویژگی‌های استخوان درشت‌نی جوجه‌های گوشتی سویه آرین را نشان می‌دهد. بررسی اثرات متقابل پودر آب‌پنیر× گلوتن ذرت در مقایسه با تیمار شاهد، به‌طور

معنی‌داری، منجر به افزایش میزان خاکستر، کلسیم و فسفر استخوان درشت‌نی شد (P<۰/۰۵). اثر متقابل مصرف پودر آب‌پنیر× گلوتن ذرت بر روی منیزیم استخوان معنی‌دار نبود. از نظر وزن و عرض استخوان درشت‌نی نیز تیمار حاوی شش درصد پودر آب‌پنیر و سه درصد گلوتن ذرت عملکرد بهتری نسبت به شاهد نشان داد (P<۰/۰۵). با این‌حال، طول استخوان در هیچ‌کدام از تیمارها تفاوتی با شاهد نداشت.

جدول ۵. اثرات اصلی و متقابل پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت برخصوصیات استخوان درشت‌نی سویه آرین در ۴۵ روزگی

اثرات اصلی	خاکستر (درصد)	کلسیم (درصد)	فسفر (درصد)	منیزیم (درصد)	طول استخوان (سانتی‌متر بر کیلوگرم)	وزن استخوان (گرم بر کیلوگرم)	عرض استخوان (میلی‌متر)
پودر آب‌پنیر (درصد)							
صفر	۳۷/۸۷^{c}	۲۰/۰۳^{c}	۱۳/۹۴^{c}	۰/۶۹۵^{b}	۴/۶۸^{c}	۵/۹۵^{b}	۱۰/۰۶^{b}
۳	۴۱/۷۲^{b}	۲۲/۰۹^{b}	۱۵/۴۰^{b}	۰/۷۷۲^{ab}	۴/۹۳^{b}	۶/۴۴^{b}	۱۰/۲۹^{b}
۶	۴۳/۹۲^{a}	۲۳/۹۶^{a}	۱۸/۰۴^{a}	۰/۷۸۶^{a}	۵/۱۶^{a}	۷/۸۴^{a}	۱۳/۱۱^{a}
خطای استاندارد میانگین‌ها	۰/۳۵۷	۰/۲۷۹	۰/۱۸۷	۰/۰۲۲	۰/۰۵۸	۰/۱۵۲	۰/۱۸۹
سطح احتمال	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۱۶	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
گلوتن ذرت (درصد)							
صفر	۴۰/۶۳	۲۱/۶۵	۱۵/۳۴	۰/۷۵۶	۴/۹۰	۶/۶۷	۱۱/۵۷^{a}
۳	۴۱/۶۵	۲۲/۳۳	۱۶/۱۳	۰/۷۲۸	۵/۰۰	۶/۹۳	۱۱/۱۳^{ab}
۶	۴۱/۲۳	۲۲/۱۱	۱۵/۹۱	۰/۷۶۹	۴/۸۷	۶/۶۴	۱۰/۷۶^{b}
خطای استاندارد میانگین‌ها	۰/۳۵۷	۰/۲۷۹	۰/۱۸۷	۰/۰۲۲	۰/۰۵۸	۰/۱۵۲	۰/۱۸۹
سطح احتمال	۰/۱۴۳	۰/۲۲۱	۰/۱۱۴	۰/۴۴۳	۰/۲۹۸	۰/۳۵۶	۰/۰۱۷
اثرات متقابل							
پودر آب‌پنیر× گلوتن ذرت (درصد)							
صفر × صفر	۳۵/۲۰^{d}	۱۸/۲۰^{e}	۱۲/۳۱^{c}	۰/۶۶۲	۴/۵۹	۵/۲۳^{c}	۱۱/۱۹^{bc}
۳ × صفر	۳۸/۷۲^{c}	۲۰/۵۷^{d}	۱۴/۴۹^{b}	۰/۷۱۰	۴/۸۲	۶/۳۵^{bc}	۹/۸۷^{cd}
۶ × صفر	۳۹/۶۹^{c}	۲۱/۳۳^{cd}	۱۵/۰۳^{b}	۰/۷۱۴	۴/۶۵	۶/۲۸^{bc}	۹/۱۳^{d}
صفر × ۳	۴۱/۱۸^{bc}	۲۲/۱۹^{bcd}	۱۵/۴۷^{b}	۰/۷۶۶	۴/۸۵	۶/۴۲^{bc}	۱۰/۳۰^{cd}
صفر × ۶	۴۲/۶۸^{ab}	۲۲/۴۱^{abcd}	۱۵/۵۲^{b}	۰/۷۶۰	۵/۰۰	۶/۵۰^{b}	۱۰/۰۸^{cd}
۳ × ۳	۴۱/۳۰^{bc}	۲۱/۶۸^{cd}	۱۵/۲۱^{b}	۰/۷۹۲	۴/۹۴	۶/۴۱^{bc}	۱۰/۵۱^{cd}
۶ × ۳	۴۵/۵۱^{a}	۲۴/۵۵^{a}	۱۸/۲۳^{a}	۰/۸۴۲	۵/۲۷	۸/۳۶^{a}	۱۳/۲۲^{a}
۳ × ۶	۴۳/۵۴^{ab}	۲۴/۰۳^{ab}	۱۸/۳۹^{a}	۰/۷۱۶	۵/۱۸	۷/۹۳^{a}	۱۳/۴۶^{a}
۶ × ۶	۴۲/۷۲^{ab}	۲۳/۳۲^{abc}	۱۷/۵۱^{a}	۰/۸۰۲	۵/۰۳	۷/۲۴^{ab}	۱۲/۶۶^{ab}
خطای استاندارد میانگین‌ها	۰/۶۱۹	۰/۴۸۳	۰/۳۲۴	۰/۰۳۹	۰/۱۰۱	۰/۲۶۴	۰/۳۲۷
سطح احتمال	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۱	۰/۲۹۸	۰/۳۷۶	۰/۰۰۴	۰/۰۱۱

a-d: تفاوت میانگین ها در هر ستون با حروف نامشابه معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

۳. ۳ . مواد معدنی سرم خون

جدول (۶) اثرات اصلی و متقابل سطوح مختلف پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت، بر غلظت مواد معدنی سرم‌خون جوجه‌های‌گوشتی سویه آرین را نشان می‌دهد. بررسی اثرات اصلی، نشان داد استفاده از سطح سه و شش درصد پودر آب‌پنیر، غلظت کلسیم، فسفر و منیزیوم را تحت تأثیر قرار نداد، اما سطح شش درصد پودر آب‌پنیر و سطح شش درصد گلوتن ذرت، میزان آهن سرم خون را افزایش داد (P<۰/۰۵). استفاده از سطوح مختلف گلوتن ذرت باعث کاهش معنی‌دار کلسیم و فسفر خون گردید (P<۰/۰۵). نتایج اثرات متقابل نشان داد، سطوح مختلف پودر آب‌پنیر× گلوتن ذرت، تأثیر معنی‌داری بر غلظت کلسیم، فسفر، منیزیم و آهن سرم خون نداشت.

جدول ٦. اثرات اصلی و متقابل پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت بر غلظت مواد معدنی سرم خون جوجه‌های گوشتی آرین در سن ۴۵ روزگی (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)

اثرات اصلی	کلسیم	فسفر	آهن	منیزیم
پودر آب‌پنیر (درصد)				
صفر	۱۰/۵۴	۵/۷۲	۸۹/۸۰ b	۱/۹۴
۳	۱۰/۴۶	۴/۵۲	۱۰۲/۴۰ ab	۱/۹۴
۶	۱۰/۶۸	۵/۴۵	۱۱۶/۰۰ a	۱/۹۰
خطای استاندارد میانگین‌ها	۰/۱۱۷	۰/۰۹	۵/۶۳	۰/۰۶
سطح احتمال	۰/۴۳	۰/۱۱	۰/۰۰۸	۰/۸۷
گلوتن ذرت (درصد)				
صفر	۱۰/۸۱ a	۵/۸۱ a	۹۰/۶۶ b	۱/۹۸
۳	۱۰/۴۲ b	۵/۴۹ b	۱۰۵/۴۶ ab	۱/۹۰
۶	۱۰/۴۵ b	۵/۳۹ b	۱۱۲/۰۶ a	۱/۹۰
خطای استاندارد میانگین‌ها	۰/۱۱۷	۰/۰۹	۵/۶۳	۰/۰۶
سطح احتمال	۰/۰۴	۰/۰۰۶	۰/۰۳	۰/۶۵
اثرات متقابل				
پودر آب‌پنیر× گلوتن ذرت (درصد)				
صفر × صفر	۱۰/۸۶	۶/۰۸	۸۶/۴۰	۲/۰۰
۳ × صفر	۱۰/۷۴	۵/۸۸	۷۸/۸۰	۱/۹۲
۶ × صفر	۱۰/۸۴	۵/۴۸	۱۰۶/۸۰	۲/۰۲
صفر × ۳	۱۰/۴۶	۵/۶۸	۹۹/۶۰	۱/۸۶
صفر × ۶	۱۰/۳۲	۵/۴۰	۸۳/۴۰	۱/۹۶
۳ × ۳	۱۰/۲۰	۵/۴۰	۱۰۶/۲۰	۲/۰۲
۶ × ۳	۱۰/۴۶	۵/۳۰	۱۲۲/۲۰	۱/۹۰
۳ × ۶	۱۰/۶۲	۵/۴۰	۱۱۰/۶۰	۱/۸۲
۶ × ۶	۱۰/۵۰	۵/۴۵	۱۳۲/۲۵	۱/۸۰
خطای استاندارد میانگین‌ها	۰/۲۰۳	۰/۱۵۹	۹/۸۸	۰/۱۱۷
سطح احتمال	۰/۸۲	۰/۲۴	۰/۱۳	۰/۷۱

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

۴. بحث

۴. ۱. عملکرد رشد

هدف از این پژوهش بررسی سطوح مختلف پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت بر عملکرد رشد، ویژگی‌های استخوان درشت‌نی و غلظت مواد معدنی سرم‌خون جوجه‌های گوشتی سویه آرین بود. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که اثرات متقابل بین پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت بر میانگین وزن بدن و مصرف خوراک معنی‌دار است، به‌طوری‌که پرندگان تغذیه‌شده با جیره حاوی شش درصد پودر آب‌پنیر و سه درصد گلوتن ذرت به‌طور قابل‌توجهی وزن نهایی بالاتری نسبت به پرندگان تیمار شاهد داشتند. مطالعات قبلی از بهبود عملکرد رشد در نتیجه افزودن پودر آب‌پنیر به جیره طیور، حمایت کرده‌اند (Momtazan *et al*., 2011) که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد. این بهبود عملکرد می‌تواند به‌علت بهبود رشد میکروویلی‌های روده در جوجه‌های گوشتی باشد. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که پودر آب‌پنیر می‌تواند با افزایش بیان پروتئین‌های اتصال‌دهنده سلولی مانند کلادین-۱، اوکلودین، عملکرد سد روده‌ای، افزایش رشد میکروویلی‌ها و تنظیم میکروبیوم روده به بهبود سلامت گوارش کمک کند (Dulantha *et al*., 2022) که این موضوع سبب افزایش سطح جذب مواد مغذی شده و استفاده مؤثر از مواد مغذی را افزایش می‌دهد (Gulsen *et al*., 2002). هم‌چنین پودر آب‌پنیر، با داشتن ارزش بیولوژیکی بالا، ترکیبات زیست‌فعال و خاصیت پری‌بیوتیکی، نقش مؤثری در بهبود سلامت روده و عملکرد سیستم ایمنی دارد (Pineda-

Quiroga *et al*., 2018). افزایش مصرف خوراک در اثر مصرف پودر آب‌پنیر احتمالاً به‌دلیل بهبود هضم و جذب موادمغذی ناشی از ترکیبات زیست‌فعال آب‌پنیر است (Patel., 2015). افزودن گلوتن ذرت به جیره تأثیر متفاوتی داشت؛ سطح شش درصد گلوتن ذرت باعث کاهش معنی‌دار میانگین وزن بدن و افزایش ضریب تبدیل خوراک شد که نشان‌دهنده کاهش کارایی تبدیل خوراک به گوشت است. تصور می‌شود این اثر به‌علت وجود عوامل ضدمغذی، کمبود اسیدهای‌آمینه ضروری، قابلیت هضم پایین‌تر و فیبر بالاتر در آن باشد که جذب موادمغذی را کاهش می‌دهد (Loy & Lundy, 2019). افزایش ضریب تبدیل خوراک با افزایش گلوتن ذرت نیز نشان‌دهنده کاهش بازدهی تغذیه‌ای است که باید در طراحی جیره‌ها با دقت مدنظر قرار گیرد.

گلوتن ذرت یک منبع مهم پروتئین و انرژی بوده که به‌ویژه از لحاظ کمیت می‌تواند جایگزین بخشی از روغن سویا و کنجاله سویا با توجه به قیمت بالای آن شود. با این‌حال، تعامل معنی‌داری بین پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت در ضریب تبدیل خوراک مشاهده نشد که نشان می‌دهد اثر هرکدام مستقل از دیگری است. اما ترکیب شش درصد پودر آب‌پنیر و سه درصد گلوتن ذرت منجر به بالاترین وزن نهایی شد که این می‌تواند نشان‌دهنده اثر هم‌افزایی احتمالی در بهبود رشد باشد. به‌نظر می‌رسد استفاده هم‌زمان از پودر آب‌پنیر (غنی از لیزین، ترئونین و کیفیت بالای پروتئین) و گلوتن ذرت (غنی از اسیدهای آمینه گوگرددار متیونین، سیستئین و کمیت بالای پروتئین و انرژی) می‌تواند یک جیره متعادل با انرژی و پروتئین کافی و با کیفیت فراهم کند. تفسیر این‌که چرا تیمار حاوی شش درصد پودر آب‌پنیر و سطح پایین‌تر گلوتن ذرت عملکرد بهتری را داشت می‌تواند به‌علت کیفیت برتر پروتئین پودر آب‌پنیر، قابلیت هضم و جذب بالاتر پودر آب‌پنیر نسبت به گلوتن ذرت و عدم حضور ترکیبات ضد تغذیه‌ای در پودر آب‌پنیر باشد. گلوتن ذرت می‌تواند دارای سطوحی از پپتیدهای غیرقابل‌هضم یا ترکیبات محدودکننده رشد باشد (Abdollahi *et al*., 2017).

اما با توجه به نتایج مطالعه حاضر، به‌نظر می‌رسد سطوح پایین‌تر گلوتن ذرت نسبت به سطوح بالاتر آن، در صورت ترکیب با پودر آب‌پنیر می‌تواند منجر به عملکرد بهتر پرنده شود و استفاده از آن به‌تنهایی و هم‌چنین در سطوح بالاتر منجر به کاهش عملکرد پرنده خواهد شد. مبنای انتخاب تیمار برتر، علاوه بر شاخص‌های رشد، ویژگی‌های استخوانی نیز بوده است. براساس نتایج به‌دست‌آمده، خصوصیات استخوان که در ادامه آورده شده است، در تیمارهای حاوی سطوح سه و به‌ویژه شش درصد پودر آب‌پنیر همراه با سه درصد گلوتن ذرت به‌مراتب بهتر از تیمارهایی بود که در آن‌ها پودر آب‌پنیر به‌تنهایی یا همراه با شش درصد گلوتن ذرت استفاده شده بود. این موضوع نشان می‌دهد که استفاده از شش درصد گلوتن ذرت نتایج مطلوبی نداشته است. بنابراین با درنظرگرفتن مجموع نتایج مربوط به عملکرد رشد و خصوصیات استخوانی، سطح شش درصد پودر آب‌پنیر همراه با سه درصد گلوتن ذرت به‌عنوان ترکیب برتر پیشنهاد می‌شود. هم‌چنین، گلوتن مورداستفاده دارای ۴۰ درصد پروتئین بوده وانرژی بالایی دارد و نسبت به پودر آب‌پنیر، کنجاله سویا و روغن سویا قیمت پایین‌تری داشته است. همان‌طورکه در جیره‌ها مشخص است، با افزودن گلوتن ذرت، مقدار سویا و روغن مصرفی در جیره کاهش یافته و در نتیجه، هزینه نهایی جیره نیز کم‌تر شده است. از این‌رو، تأکید بر استفاده از این ترکیب نه‌تنها از نظر عملکردی بلکه از نظر اقتصادی نیز توجیه‌پذیر است.

۴. ۲. ویژگی‌های استخوان درشت‌نی

براساس یافته‌های پژوهش‌گران، استفاده از سطوح پایین پودر آب‌پنیر (تا دو درصد) موجب بهبود عملکرد رشد شده اما مقادیر بالاتر (پنج درصد) توانست منجر به کاهش طول استخوان گردد (Panda *et al*., 2006). درحالی‌که در پژوهش حاضر، استفاده از شش درصد پودر آب‌پنیر در کنار سه درصد گلوتن ذرت، تأثیر منفی بر طول استخوان نداشت و وزن و

عرض استخوان را بهبود بخشید که این نشان‌دهنده تعامل پیچیده بین مواد مغذی مختلف در تأثیرگذاری بر ساختار استخوان‌هاست. پودر آب‌پنیر حاوی مقادیر بالای کلسیم و فسفر است که در فرایند معدنی‌شدن استخوان‌ها تأثیر مستقیمی دارد. در پژوهشی نشان داده شد، استفاده از گلوتن ذرت هیچ تغییر معنی‌داری بر ویژگی‌های استخوانی و یا محتوای مواد معدنی استخوان مانند کلسیم و فسفر نداشته است (Zhao *et al*., 2024). پودر آب‌پنیر می‌تواند بر خواص استخوان جوجه‌های گوشتی تأثیر بگذارد، اگرچه این اثرات بسته به نوع خاص، میزان مصرف و سن جوجه‌های گوشتی می‌تواند متفاوت باشد. سازوکارهای تأثیر پودر آب‌پنیر بر استخوان درشت‌نی شامل افزایش جذب کلسیم و فسفر در روده (ضروری برای تشکیل ماتریکس استخوان)، تأمین اسیدهای آمینه ضروری برای سلول‌های سازنده استخوان، کاهش تنش اکسیداتیو و جلوگیری از تحلیل استخوان، کمک به رشد فلور مفید روده (مثل لاکتوباسیلوس) و بهبود هضم و جذب مواد معدنی موردنیاز استخوان می‌باشد. لاکتوز جذب روده‌ای کلسیم و فسفر را افزایش داده که می‌تواند روی مقاومت و ریخت‌شناسی استخوان اثر بگذارد (Pineda-Quiroga *et al*., 2018). وزن و ضخامت (قطر) استخوان درشت‌نی تحت‌تأثیر پودر آب‌پنیر جیره قرار نمی‌گیرد، اما استفاده از پنج درصد پودر آب‌پنیر طول استخوان درشت‌نی را کاهش می‌دهد (Tsiouris *et al*., 2020) که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی ندارد. در خصوص طول استخوان درشت‌نی، در این مطالعه هیچ تفاوت معنی‌داری بین تیمارها و گروه شاهد مشاهده نشد. این نکته می‌تواند نشان‌دهنده این باشد که طول استخوان تحت تأثیر متغیرهای تغذیه‌ای خاصی نیست یا نیاز به‌مدت زمان بیش‌تری برای مشاهده تغییرات در این صفت دارد. به‌نظر می‌رسد استفاده هم‌زمان پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت باعث جذب بهتر موادمغذی موردنیاز برای سلامت استخوان و تحریک فعالیت سلول‌های استخوان‌ساز و در نهایت افزایش استحکام استخوان درشت‌نی شود. با این‌حال، به‌دلیل کمبود مطالعات مرتبط با تأثیر هم‌زمان پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت بر خصوصیات استخوانی جوجه‌های گوشتی، یافته‌های حاضر می‌تواند به‌عنوان یک نقطه شروع مهم برای پژوهش‌های آینده در این زمینه در نظر گرفته شود.

۴. ۳. مواد معدنی سرم خون

پودر آب‌پنیر، به‌دلیل ترکیب پروتئینی و معدنی آن، می‌تواند تأثیر مثبتی بر جذب و غلظت مواد معدنی در خون داشته باشد. یافته‌های این مطالعه با نتایج مهری و همکاران (۱۳۸۳) که گزارش دادند، پودر آب‌پنیر تأثیری بر فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی ندارد، همخوانی دارد. هم‌چنین پژوهش‌گران بیان کردند، اثر استفاده از سطوح مختلف گلوتن ذرت بر فراسنجه‌های خونی از نظر آماری معنی‌دار نبود (Hosseini *et al*., 2020). مطابق با نتایج مطالعه حاضر گزارش گردید که استفاده از گلوتن ذرت تأثیر معنی‌داری بر کلسیم، فسفر و سایر مواد معدنی سرم خون در جوجه‌های گوشتی ندارد (Zhao *et al*., 2024). به‌نظر می‌رسد پودر آب‌پنیر با افزایش فعالیت آنزیم‌ها (Ashour *et al*., 2019) و با تأثیر بر سنتز پروتئین‌های حامل مواد معدنی بتواند بر غلظت مواد معدنی سرم خون تأثیرگذار باشد. در این مطالعه افزودن پودر آب‌پنیر به جیره‌غذایی طیور موجب افزایش غلظت آهن و بهبود وضعیت معدنی سرم خون شد، این اثر ممکن است به‌دلیل غنی‌بودن پودر آب‌پنیر از پروتئین‌های محلول و برخی ویتامین‌های محلول در آب مانند ویتامین B باشد (Modler, 1987) که جذب بهتر مواد معدنی را تسهیل می‌کند (Al-Ubaidi *et al*., 1964). در مورد گلوتن ذرت، یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که مصرف گلوتن ذرت موجب کاهش سطح فسفر در خون جوجه‌ها می‌شود. این نتیجه ممکن است به‌دلیل تعاملات پروتئینی گلوتن ذرت با فسفر باشد که باعث کاهش جذب آن در دستگاه گوارش می‌شود. در این پژوهش، اثرات متقابل پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت بر غلظت مواد معدنی سرم خون جوجه‌های گوشتی موردبررسی قرار گرفت. به‌نظر می‌رسد استفاده ترکیبی از پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت موجب بهبود جذب کلسیم، فسفر،

منیزیوم و سایر مواد معدنی شود (Al-Ubaidi *et al*., 1964)، اما نتایج نشان داد که ترکیب این دو ماده غذایی تأثیر معنی‌داری بر غلظت کلسیم، فسفر، منیزیم و آهن نداشت. این یافته ممکن است به‌دلیل نداشتن اثرات متقابل قابل‌توجه بین ترکیب این مواد بر جذب مواد معدنی باشد. به عبارت دیگر، شاید پروتئین‌ها و مواد موجود در پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت به‌صورت مستقل بر جذب مواد معدنی تأثیر می‌گذارند و ترکیب این دو ماده به‌طور هم‌زمان تأثیرات جدیدی در جذب مواد معدنی ایجاد نمی‌کند. البته باید توجه داشت که فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی می‌تواند تحت تأثیر عوامل متعدد محیطی، تغذیه‌ای و مدیریتی قرار گیرد (Perez-Rodríguez *et al*., 2008). به‌نظر می‌رسد تاکنون مطالعه‌ای مشخص و کامل بر روی اثر هم‌زمان پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت بر فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی انجام نشده است و یافته‌های این پژوهش می‌تواند گامی مؤثر در جهت درک بهتر این اثرات باشد.

۵. نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که افزودن شش درصد پودر آب‌پنیر به جیره جوجه‌های گوشتی آرین باعث افزایش معنی‌دار وزن بدن، مصرف خوراک و بهبود ویژگی‌های استخوانی مانند طول، وزن و تراکم مواد معدنی استخوان درشت‌نی شد. هم‌چنین، ترکیب بهینه شش درصد پودر آب‌پنیر همراه با سه درصد گلوتن ذرت، عملکرد رشد و کیفیت استخوان را بهبود بخشید. این نتایج نشان می‌دهد که استفاده هم‌زمان از پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت در سطوح مشخص می‌تواند به‌عنوان یک استراتژی مؤثر برای ارتقای عملکرد تغذیه‌ای و سلامت استخوانی جوجه‌های گوشتی آرین پیشنهاد شود.

۶. ملاحظات اخلاقی

نویسندگان اصول اخلاقی را در انجام و انتشار این پژوهش علمی رعایت نموده‌اند و این موضوع مورد تأیید همه آن‌هاست.

۷. مشارکت نویسندگان

حسن عزیزآبادی: تهیه و آماده‌سازی نمونه‌ها، انجام آزمایش و گردآوری داده‌ها، انجام محاسبات، تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، تحلیل و تفسیر اطلاعات و نتایج، تهیه پیش‌نویس مقاله؛

سیدمحمد حسینی: استاد راهنمای اول پایان‌نامه، طراحی پژوهش، نظارت بر مراحل انجام پژوهش و نهایی‌سازی مقاله؛

محمدحسن فتحی نسری: استاد راهنمای دوم پایان‌نامه، نظارت بر مراحل انجام پژوهش، بازبینی و نهایی‌سازی مقاله؛

زهرا تهامی و محمدباقر منتظرتربتی: اساتید مشاور پایان‌نامه، تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، مطالعه و بازبینی مقاله.

۸. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۹. تشکر و قدردانی

از مجموعه اساتید دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، شرکت‌های گهردانه شرق، آریاماه‌رشد، فراورسازان و دامپروران به‌خاطر همکاری‌های لازم و هم‌چنین از آزمایشگاه‌های پارت‌آزما، ماد، طوس و دامپزشکی نیشابور، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۱۰. منابع

راهنمای پرورش جوجه گوشتی آرین، کارگروه آموزش، تحقیق و توسعه مرغ لاین آرین، کمیته ملی احیای مرغ لاین آرین، آذر ۱۳۹۹.

مهری، م.، زارع شحنه، ا. و سمیع، ع. (۱۳۸۳). اثرات استفاده از پودر آب‌پنیر بر عملکرد جوجه‌های گوشتی. *مجله علوم کشاورزی ایران*، ۳۵(۴)، ۱۰۱۳-۱۰۰۷.

References

Abdollahi, M. R., Zaefarian, F., Gu, Y., Xiao, W., Jia, J., & Ravindran, V. (2017). Influence of soybean bioactive peptides on growth performance, nutrient utilisation, digestive tract development and intestinal histology in broilers. *Journal of Applied Animal Nutrition*, 5, 1-7 https://doi.org/10.1017/jan.2017.6

Aghaei, A., Tabatebaei, S., Chaji, M., & Nazari, M. (2010). Effect of dried whey prebiotics and probiotics in laying hens performance and intestinal flora. *Animal and Veterinary Advances*, 9, 1996-2000. https://doi.org/10.3923/javaa.2010.1996.2000

Al-Ubaidi, Y., & Bird, H. (1964). Assay for the unidentified growth factor in dried whey. *Poultry Science*, 43 (6), 1484-1488. https://doi.org/10.3382/ps.0431484

Arian Broiler Breeding Guide, Arian Line Chicken Training, Research and Development Working Group, *National Committee for the Revival of Arian Line Chicken*, (December 2020). (in Persian)

Ashour, E. A., Abd El-Hack, M. E., Alagawany, M., Swelum, A. A., Osman, A. O., Saadeldin, I. S., Abdel-Hamid, M., & Hussein, El-S. O. S. (2019). Use of Whey Protein Concentrates in Broiler Diets. *Poultry Science Association Inc*, 0, 1-11. https://doi.org/10.3382/japr/pfz070

Awad, W. A., Ghareeb, K., Abdel-Raheem, S., & Böhm, J. (2009). Effects of dietary inclusion of probiotic and synbiotic on growth performance, organ weights, and intestinal histomorphologyof broiler chickens. *Poultry Science*, 88(1), 49-56. https://doi.org/10.3382/ps.2008-00244

Dulantha, U., J Aane, M., Katharine, A., Rod, C., & Rachel, C. A. (2022). A bioactive bovine whey protein extract improves intestinal barrier function in vitro. *Short communication dairy foods*, 3, 387-392. https://doi.org/10.3168/jdsc.2022-0245

Gulsen, N. B., Coskun, H. D., Umucalilar, F. Inal., & Boydak, M. (2002). Effect of lactose and dried whey supplementation on growth performance and histology of the immune system in broilers. *Archiveof Animal Nutrition*, 56, 131-139. https://doi.org/10.1080/00039420214186

Hosseini, S. A., Alizadeh-Ghamsari, A. H., Lotfollahian, H., Tavakkoli, M., & Barfourooshi, H. J. (2020). Effects of different levels of corn gluten feed on performance, immune responses, intestinal morphology and some blood parameters of broiler chickens. *Journal Animal Production*, 22(1), 93-103.

Kermanshahi, H., & Rostami, H. (2006). Influence of supplemental dried whey on broiler performance and cecal flora. *International journal of poultry Science*, *5*(6), 538-543. https://doi.org/10.3923/ijps.2006.538.543

Kim, E. J., Utterback P. L., & Parsons. C. M. (2012). Comparison of amino acid digestibility coefficients for corn, corn gluten meal, and corn distillers dried grains with soluble among 3 different bioassays. *Poultry Science*, 91, 3141-3147. https://doi.org/10.3382/ps.2012-02418

Li-chan, E. C. Y., & Samaranayaka, A. G. P. (2011). Food- derived peptidic antioxidants: a review of their production, assessment, and potential application. *Journal of Functional Foods*, 3, 229-254. https://doi.org/10.1016/j.jff.2011.05.006

Loy, D.D., & Lundy, E.L. (2019). Nutritional properties and feeding value of corn and its coproducts in Corn. *AACC International Press*, 633-659. https://doi.org/10.1016/b978-0-12-811971-6.00023-1

Mehri, M., Zareshahne, A., & Sami, A.H. (1383). Effects of using whey powder on broiler performance. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 4(35), 1007-1013 (in Persian).

Modler, H. (1987). The use of whey as animal feed and fertilizer. In: Bulletin of the International Dairy Federation No. 212. *International Dairy Federation, Brussels, Belgium*, p. 111.

Momtazan, R., Moravej, H., Zaghary, M., & Bahmani, M. (2011). Synchronic use of multi-enzyme and probiotic on performance of broilers with wheat and barley based diet. *Veterinary Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*, 93, 19-32. https://doi.org/10.22092/vj.2011.101083

Nadeem, M. A., Gilani, A. H., Khan, A.G., & Mahr, U.N. (2005). Amino acids availability of poultry feedstuffs in Pakistan. *International Journal of Agriculture and Biology*, 6, 985-989.

Owings, W. J., Sell, J. L., Ferket, P., & Hasiak, R. J. (1988). Growth performance and carcass composition of turkey hens fed corn gluten feed. *Poultry Science*, 67, 585-589. https://doi.org/10.3382/ps.0670585

Panda, A. K., Rao, S.V.R., Raju, M.V.L.N., & Sharma, S. R. (2006). Dietary supplementation of Lactobacillus sporogenes on performance and serum Biochemico-Lipid profile of broiler chicken. *Poultry science*, 43, 235-242. https://doi.org/10.2141/jpsa.43.235

Patel, I. (2015). Emerging trends in nutraceutical application of whey protein and its derivatives. *Food Science Technol*ogy, 52, 6847-6858. https://doi.org/10.1007/s13197-015-1894-0

Perez-Rodríguez, L., Alonso-Alvarez, C., Martínez-Haro, M., & Viñuela, J. (2008). Variation in plasma biochemical parameters in captive adult red-legged partridges (*Alectoris rufa*) during daylight hours. *European Journal of Wildlife Research*, 54(1), 21-26. https://doi.org/10.1007/s10344-007-0102-6

Pineda-Q Quiroga, C., Camarinha-Silva, A., Borda-Molina, D., Atxaerandio, R., Riz, R., & Garcia-Rodriguez, A. (2018). Feeding broilers with dry whey powder and whey protein concentrate affected productive performance, ileal digestibility of nutrients and cecal microbiota community. *Animal science*, 12, 692-700. https://doi.org/10.1017/s1751731117002208

Schingoethe, D.J. (2007). Use of ethanol distillerís byproducts in lactating dairy cow diets. *5 th Mid-Atlantic Nutrition Conference*, Mar, 28-29. 100-108.

Saleh, A. A., Amber, K. A., & Abudabos, A. M. (2019). Effect of feeding different levels of corn gluten meal on the growth performance, carcass traits and blood chemistry of broiler chickens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 103(1), 186-193.

Shariat., J., & Pourreza Faghani, M. (2014). Effect of inclusion of different levels of liquid corn gluten on performance, carcass characteristics and blood parameters of broiler chickens. *International journal of Development research*, ISSN: 2230-9926.

Smithers, G. W. (2015). Whey-ing up the options- Yesterday, today and tomorrow. *International Dairy*, 48, 2-14. https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2015.01.011

Statistical Analysis Systems Institute (SAS). (2004). SAS version 9.4. SAS Institute Inc., Cary. NC. USA.

Tsiouris, V., G. Kontominas, M., Filioussis, G., Chalvatzi, S., Giannenas, I., Papadopoulos, G., Koutoulis, K., Fortomaris, P., & Georgopoulou, I. (2020). The effect of whey on performance, gut health and bone morphology parameters in broiler chicks. *Foods*, 9, 588. https://doi.org/10.3390/foods9050588

Zhao, Y. (2024). Antioxidant capacity of fermented corn gluten meal in broiler chickens: A solid-state approach with mixed microbial fermentation. *Poultry Science*, 103(12), 104318. https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104318