

The effect of whey powder and corn gluten on growth performance and blood parameters of Arian strain broiler chickens raised under different flock density conditions

H. Azizabadi^{1*}, S.M. Hoseini², M.H. Fathi Nasari³, Z. Tahami⁴, M.B. Montazar Torbati²

1. Ph.D Student, University of Birjand 2. Excellent Assistant Professor, University of Birjand 3. Professor, University of Birjand 4. Expert of Khorasan Razavi Agricultural Research Center
(*Corresponding author:hassan.azizabadi@Birjand.ac.ir)

<https://doi.org/10.22067/ijasr.2025.95111.1270>

Introduction: by-products from the dairy industry, particularly whey which is the liquid residue remaining after cheese production, despite its high nutritional value, is often considered waste. However, its dried powder form can be used in poultry nutrition. Whey powder improves protein and fat digestibility in monogastric animals, thereby enhancing feed efficiency. Therefore, given the high biological value and quality of the proteins in whey powder, its bioactive compounds, and prebiotic properties, it plays a significant role in mitigating the effects of stocking density stress and consequently improving bird performance. Additionally, corn gluten, due to its affordability, appropriate nutritional value, and easy accessibility, can reduce feed costs while supplying part of the energy and protein requirements of poultry. Increasing stocking density is considered a management strategy to enhance production and efficiency in poultry farming. However, despite its advantages, high stocking density may lead to reduced performance, increased mortality rates, leg problems, and decreased bird welfare. Based on previous research and reviews, there is currently no information regarding optimal levels of whey powder and corn gluten under varying stocking densities for the Arian strain, specifically concerning growth performance and blood metabolites. Considering the critical role of gastrointestinal health in broiler growth and efficiency, evaluating the combined effects of these two feed sources (whey powder and corn gluten) in broiler diets under both standard and high stocking densities represents a scientifically and economically grounded nutritional and management decision. The goal is to optimize growth performance, essential amino acid profile of the diet, biological value of consumed protein (improved absorption), and blood metabolites by reducing stocking density-induced stress. Accordingly, the present study aims to investigate the effects of different levels of whey powder and corn gluten under varying flock stocking densities on the growth performance and blood metabolites of Arian broiler chickens.

Materials and Methods: In this experiment, 600 one-day-old male Arian broiler chicks were used. The study was conducted as a completely randomized design with a 2×2×2 factorial arrangement, involving 8 treatments, 5 replicates per treatment, and 13 chicks per replicate under standard stocking density conditions, and 17 chicks per replicate under high stocking density conditions, starting from one day of age. In this experiment, 45 experimental units (pen) with a length and width of 100 x 100 cm and a height of 80 cm were used, with a floor area of 1 m² per pen. The experimental treatments included: 1. Zero percent whey powder and zero percent corn gluten at 13 chicks per replicate (control group) 2. Zero percent whey powder and zero percent corn gluten at 17 chicks per replicate 3. 6% whey powder at 13 chicks per replicate 4. 6% whey powder at 17 chicks per replicate 5. 3% corn gluten at 13 chicks per replicate 6.

3% corn gluten at 17 chicks per replicate 7. 6% whey powder combined with 3% corn gluten at 13 chicks per replicate 8. 6% whey powder combined with 3% corn gluten at 17 chicks per replicate. The diets for the starter, grower, and finisher phases were formulated based on corn and soybean meal according to the nutritional requirements of the Arian strain. Feed intake and body weight gain were recorded weekly, and feed conversion ratio was calculated using the data on feed intake and weight gain. For evaluation of blood metabolites, blood samples were collected from the jugular vein at slaughter and analyzed using a centrifuge and an autoanalyzer device. Statistical analysis of the data was performed using SAS software.

Results and discussion: The main effects of whey powder and stocking density significantly increased feed intake compared to the control treatment ($P < 0.05$), while the main effect of corn gluten had no effect on feed intake ($P > 0.05$). The main effects of whey powder, corn gluten, and stocking density over the entire period significantly increased body weight and average body weight gain of the broilers and decreased the feed conversion ratio ($P < 0.05$). The interaction effects of whey powder, corn gluten, and stocking density over the entire period significantly increased feed intake in broiler chickens compared to the control, with the highest feed intake observed in the treatment containing 6% whey powder, 3% corn gluten, and 17 chicks per square meter ($P < 0.05$). Other performance indicators, including feed conversion ratio, average weight gain, and final body weight, were not affected by the interaction effects of the experimental treatments. The main effects of whey powder and corn gluten did not have a significant impact on the blood metabolites of broiler chickens ($P > 0.05$), but the main effect of stocking density significantly increased HDL levels in the broilers ($P < 0.05$). Blood metabolites were not affected by the interaction effects of whey powder, corn gluten, and stocking density ($P > 0.05$). It seems that simultaneous use of whey powder and corn gluten at different stocking densities can be considered an effective strategy for improving the growth and productivity of broiler chickens. Managing stocking density along with the use of nutritional additives can help improve the lipid profile of broiler chickens, but the direct effects of whey powder and corn gluten on blood metabolites require further investigation.

Conclusion: The present study demonstrated that the use of whey powder and corn gluten combined with stocking density management can have positive effects on growth performance and some metabolic indices of Arian broiler chickens. Specifically, whey powder and stocking density significantly improved feed intake and growth parameters, while the combination of corn gluten with stocking density reduced blood LDL levels, which may indicate improved metabolic health. Although some blood metabolites were not affected by the treatments, the overall results suggest that simultaneous adjustment of dietary composition and environmental conditions can enhance productivity and health in broiler chickens. These findings may provide valuable guidance for optimizing feeding and rearing strategies in the poultry industry. Overall, the results of this study indicated that using 6% whey powder and 3% corn gluten at a stocking density of 17 birds per square meter can improve the performance of Arian broiler chickens.

Keywords: Arian strain, Blood metabolites, corn gluten, performance, stock density, Whey powder

اثر پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت، بر عملکرد و فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی سویه آرین پرورش یافته، در تراکم متفاوت گله

حسن عزیزآبادی^۱ | سید محمد حسینی^۲ | محمدحسن فتحی نسری^۳ | زهرا تهامی^۴

محمدباقر منتظر تربتی^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۶/۰۴

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۸/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۸/۲۱

^۱ دانشجوی دکتری، گروه علوم دامی، دانشگاه بیرجند ^۲ دانشیار گروه علوم دامی، دانشگاه بیرجند

^۳ استاد، گروه علوم دامی، دانشگاه بیرجند ^۴ کارشناس مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان رضوی

hassan.azizabadi@birjand.ac.ir

<https://doi.org/10.22067/ijasr.2025.95111.1270>

چکیده

پژوهش حاضر به منظور بررسی عملکرد رشد و فراسنجه‌های خونی در جوجه‌های گوشتی سویه آرین تغذیه‌شده با پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت در شرایط تراکم متفاوت گله انجام شد. در این آزمایش از ۶۰۰ قطعه جوجه گوشتی نر یک‌روزه سویه آرین، در قالب طرح کاملاً تصادفی، با آرایش فاکتوریل ۲×۲×۲ با استفاده از ۸ تیمار، ۵ تکرار و ۱۳ قطعه جوجه در هر تکرار در حالت استاندارد و ۱۷ قطعه جوجه در هر تکرار در حالت تراکم بالا، از یک‌روزگی استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- سطح صفر درصد پودر آب‌پنیر و صفر درصد گلوتن ذرت با تراکم ۱۳ قطعه (تیمار شاهد) ۲- سطح صفر پودر آب‌پنیر و صفر گلوتن ذرت با تراکم ۱۷ قطعه ۳- سطح ۶ پودر آب‌پنیر با تراکم ۱۳ قطعه ۴- سطح ۶ پودر آب‌پنیر با تراکم ۱۷ قطعه ۵- سطح ۳ گلوتن ذرت با تراکم ۱۳ قطعه ۶- سطح ۳ گلوتن ذرت با تراکم ۱۷ قطعه ۷- سطوح ۶ پودر آب‌پنیر و ۳ گلوتن ذرت با تراکم ۱۳ قطعه ۸- سطوح ۶ پودر آب‌پنیر و ۳ گلوتن ذرت با تراکم ۱۷ قطعه بود. ضریب تبدیل، مصرف خوراک و افزایش وزن، به صورت هفتگی و فراسنجه‌های خونی در ۴۵ روزگی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد استفاده از پودر آب‌پنیر، گلوتن ذرت و شرایط تراکم تأثیر معنی‌داری بر افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراکی نداشت، اما مصرف خوراک و وزن بدن به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت. فراسنجه‌های خونی شامل گلوکز، پروتئین کل، کلسترول، تری‌گلیسرید، HDL و LDL تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. به‌طور کلی یافته‌های این پژوهش، نشان داد، استفاده از سطوح ۶ درصد پودر آب‌پنیر و ۳ درصد گلوتن ذرت، در شرایط تراکم ۱۷ قطعه در مترمربع می‌تواند باعث بهبود عملکرد جوجه‌های گوشتی سویه آرین شود.

کلمات کلیدی: پودر آب‌پنیر، تراکم جمعیت، عملکرد، فراسنجه‌های خونی، گلوتن ذرت

مقدمه

فرآورده‌های جانبی صنایع لبنی به ویژه آب‌پنیر، که مایع باقیمانده از فرآیند پنیرسازی است، به رغم دارا بودن ارزش غذایی بالا، اغلب به‌عنوان ضایعات تلقی می‌شود. این در حالی است که پودر خشک‌شده آن می‌تواند در تغذیه طیور مورد استفاده قرار گیرد (Aghaei et al., 2010). آب‌پنیر حاوی ترکیبات پروتئینی متعددی مانند بتالاکتوگلوبولین، آلفالاکتالبومین و ایمنوگلوبولین‌ها می‌باشد که دارای اثرات فیزیولوژیکی و بیولوژیکی، از جمله تنظیم ساخت پروتئین عضلات اسکلتی، کاهش تنش اکسیداتیو و تقویت سامانه ایمنی است (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 پرند را به شکل محسوسی تحت‌تأثیر قرار دهد (Smithers, 2015 and Pineda-Quiroga et al., 2018). همچنین پودر آب‌پنیر با بهبود قابلیت هضم پروتئین و چربی در تک‌مده‌ای‌ها، موجب افزایش بازده خوراک می‌شود، به‌طوری‌که در سال‌های اخیر به‌عنوان جایگزینی برای آنتی‌بیوتیک‌ها در تغذیه طیور مطرح شده است (Kermanshahi and Rostami, 2006).

از طرفی گلوتن ذرت می‌تواند به‌عنوان مکمل پروتئینی در خوراک طیور مورد استفاده 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 مورد نیاز طیور باشد (Loy and Lundy, 2019). پژوهش‌های مختلف، حاکی از تأثیر مثبت گلوتن ذرت بر میانگین افزایش وزن بدن و بهبود ضریب‌تبدیل خوراکی 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 ارتقاء سلامت و رشد پرند شود (Li-Chan and Samaranayaka, 2011 and Saleh et al., 2019).

افزایش تراکم، یکی از ابزارهای مدیریتی جهت افزایش تولید و بهره‌وری در پرورش طیور محسوب می‌شود (Verspect et al., 2011). اما تراکم زیاد علی‌رغم مزایای زیادی که دارد می‌تواند باعث کاهش عملکرد، افزایش میزان مرگ و میر، بروز مشکلات پا و کاهش کیفیت زندگی پرند شود (Smitizis et al., 2012). در پژوهشی گزارش شد که افزایش تراکم گله، باعث کاهش مصرف خوراک و افزایش وزن بدن و افزایش آمینواسپاراتات ترانسفراز سرم خون جوجه‌های گوشتی شد (Abudabos et al., 2013). همچنین در پژوهشی دیگر گزارش شد، پرورش جوجه‌های گوشتی در تراکم پایین، نسبت به تراکم بالا، موجب بهبود ضریب‌تبدیل خوراک و افزایش وزن شد (Costa et al., 2020). در پژوهشی که از چهار سطح تراکم (۱۰، ۱۵، ۱۷ و ۲۰ پرند در مترمربع) در پرورش جوجه‌گوشتی استفاده شد، پرورش ۱۰ پرند در هر مترمربع بیشترین نرخ رشد را به همراه داشت ولی ۱۷ پرند در مترمربع بیشترین بازده اقتصادی را نشان داد (Gholami et al., 2020).

بر اساس پژوهش‌های انجام‌شده، تاکنون اطلاعات کافی در خصوص تأثیر سطوح مختلف پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت در شرایط تراکم متفاوت گله بر عملکرد رشد و فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی سویه آرین گزارش نشده است. با توجه به نقش کلیدی سلامت دستگاه گوارش در بهبود رشد و کارایی جوجه‌های گوشتی، بررسی اثرات ترکیبی این دو منبع خوراکی می‌تواند از دیدگاه مدیریتی و تغذیه‌ای، رویکردی علمی و اقتصادی تلقی شود. ترکیب پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت در جیره می‌تواند با هدف بهینه‌سازی عملکرد رشد، اصلاح تعادل اسیدهای آمینه ضروری، افزایش ارزش بیولوژیکی و قابلیت جذب پروتئین مصرفی، و بهبود فراسنجه‌های خونی از طریق کاهش تنش‌های ناشی از تراکم مورد استفاده قرار

گیرد. از آنجا که گلو تن ذرت منبعی غنی از انرژی و پروتئین و پودر آب‌پنیر ماده‌ای با کیفیت تغذیه‌ای بالا به شمار می‌رود، استفاده‌ی همزمان از آن‌ها می‌تواند جیره‌ای متعادل از نظر انرژی و پروتئین فراهم سازد. بر این اساس، هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثر سطوح مختلف پودر آب‌پنیر و گلو تن ذرت در شرایط تراکم متفاوت گله بر عملکرد رشد و فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی سویه آرین است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش، در بهمن سال ۱۴۰۲ در سالن مرغداری پژوهشی دهیاری روستای خرمبک، واقع در کیلومتر ۵ جاده نیشابور- سبزوار انجام شد. در این آزمایش از ۶۰۰ قطعه جوجه‌گوشتی نر یک‌روزه سویه آرین استفاده شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل $2 \times 2 \times 2$ با استفاده از ۸ تیمار، ۵ تکرار و ۱۳ قطعه جوجه در هر تکرار در شرایط استاندارد و ۱۷ قطعه جوجه در هر تکرار در شرایط استاندارد (پن) با طول و عرض 100×100 سانتیمتر و ارتفاع ۸۰ سانتیمتر استفاده شد که مساحت کف هر پن ۱ متر مربع بود. هر پن مجهز به ۲ عدد آب‌خوری نیپل و یک دان‌خوری استاندارد بود. برای گرم کردن سالن از یک جت هیتر گازی با توان ۵۰۰۰ کیلو کالری استفاده شد. برای بستر جوجه‌های گوشتی از رول کاغذی استفاده شد و قبل از جوجه ریزی از آجر دودزای فرمالکس جهت ضد عفونی استفاده شد. روشنایی سالن پرورش با استفاده از تعداد ۲۰ عدد لامپ ۱۰۰ واتی تامین شد. طول دوره روشنایی در سه روز ابتدایی دوره پرورش بصورت ۲۴ ساعت بود و پس از آن بصورت ۲۳ ساعت روشنایی و ۱ ساعت تاریکی به دلیل عادت پذیری به قطعی ناگهانی برق اعمال شد. از ۳۰ روزگی تا پایان دوره روزانه به مدت ۴ ساعت تاریکی اعمال گردید. دمای سالن در ابتدای دوره پرورش دمای سالن 32 ± 2 بود و تا ۲۵ روزگی به ۲۲ درجه سانتیگراد کاهش یافت و تا انتهای دوره در همین دما قرار گرفت. جهت تأمین رطوبت مورد نیاز، سالن به طور مداوم آب پاشی می گردید. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- سطح صفر درصد پودر آب‌پنیر و صفر درصد گلو تن ذرت با تراکم ۱۳ قطعه (تیمار شاهد) ۲- سطح صفر درصد پودر آب‌پنیر و صفر درصد گلو تن ذرت با تراکم ۱۷ قطعه ۳- سطح ۶ درصد پودر آب‌پنیر با تراکم ۱۳ قطعه ۴- سطح ۶ درصد پودر آب‌پنیر با تراکم ۱۷ قطعه ۵- سطح ۳ درصد گلو تن ذرت با تراکم ۱۳ قطعه ۶- سطح ۳ درصد گلو تن ذرت با تراکم ۱۷ قطعه ۷- سطوح ۶ درصد پودر آب‌پنیر و ۳ درصد گلو تن ذرت با تراکم ۱۳ قطعه ۸- سطوح ۶ درصد پودر آب‌پنیر و ۳ درصد گلو تن ذرت با تراکم ۱۷ قطعه بود. جیره‌های غذایی مورد استفاده برای دوره‌های آغازین، رشد و پایداری، بر پایه ذرت و سویا و با استفاده از جداول نیازمندی‌های غذایی سویه آرین، با استفاده از نرم افزار UFFDA فرموله شدند (Arian Broiler Breeding Guide, 2010). در پایان هر هفته، جوجه‌های هر تکرار به صورت گروهی و پس از دو ساعت محرومیت از خوراک، با ترازوی دیجیتال، با دقت ± 10 گرم توزین شدند. خوراک مصرفی و افزایش وزن به صورت هفتگی ثبت شد و ضریب تبدیل خوراک، با استفاده از داده‌های افزایش وزن و خوراک مصرفی محاسبه شد. تلفات به صورت روزانه جمع‌آوری و توزین شدند. برای ارزیابی فراسنجه‌های خونی، نمونه خون ۲ قطعه پرنده از هر تکرار، در هنگام کشتار، از طریق رگ گردن گرفته شد و در دستگاه سانتریفیوژ مدل یونیورسال، ساخت شرکت پارس آزما‌ی ایران با دور ۳۰۰۰ در دقیقه به مدت 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، مورد آنالیز قرار گرفت.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها توسط نرم افزار SAS (Statistical Analysis Systems Institute, 2004) انجام شد. میانگین تیمارها با استفاده از آزمون توکی-کرامر در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر مقایسه شد. مدل آماری مورد استفاده به صورت رابطه یک بود:

پروتئین خام (درصد)	22	22	22	22	22	22	22	22
Crude proteine(%)								
لیزین (درصد)	1.2	1.2	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18
Lysine(%)								
متیونین+سیستئین (درصد)	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88
Met+Cys(%)								
ترئونین (درصد)	0.77	0.77	0.75	0.75	0.73	0.73	0.71	0.71
Threonine(%)								
تریپتوفان (درصد)	0.27	0.27	0.26	0.26	0.25	0.25	0.25	0.25
Tryptophan(%)								
کلسیم (درصد)	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Calcium(%)								
فسفر (درصد)	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
Phosphorus(%)								
تفاوت کاتیون و آنیون جیره								
(میلی اکی والان بر کیلوگرم)								
DCAD(meq/kg)	278.30	278.30	293.63	293.63	262.90	262.90	276.88	276.88

^۱پودر آبپنیر مصرفی به ازای هر کیلوگرم شامل: ۱۰ درصد پروتئین خام، ۰/۷ درصد کلسیم، ۰/۵ درصد فسفر، ۹ درصد خاکستر، ۱/۵ درصد چربی، ۷ درصد رطوبت، ۲۰ گرم در کیلوگرم سدیم، ۱۵ گرم در کیلوگرم کلر،

۱۵ گرم در کیلوگرم پتاسیم، ۱/۲ گرم در کیلوگرم منیزیم و ۲۲۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی قابل سوخت و ساز بود. ^۲گلوتن ذرت مصرفی به ازای هر کیلوگرم جیره حاوی ۴۰ درصد پروتئین خام و ۳۱۰۰ کیلوکالری انرژی قابل سوخت و ساز می باشد. ^۳مکمل معدنی به ازای هر کیلوگرم جیره شامل: ۳۹۶۸۰ میلی گرم منگنز، ۲۰۰۰۰ میلی گرم آهن، ۳۳۸۸۰ میلی گرم روی، ۴۰۰۰ میلی گرم مس، ۳۹۶ میلی گرم ید و ۸۰ میلی گرم سلنیوم می باشد. ^۴پرمیکس ویتامینی به ازای هر کیلوگرم جیره شامل: ۳۶۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۸۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D3، ۱۴۴۰۰ واحد بین المللی ویتامین E، ۷۰۰ میلی گرم ویتامین B1، ۲۶۴۰ میلی گرم ویتامین B2، ۳۹۲۰ میلی گرم ویتامین B3، ۱۱۷۶ میلی گرم ویتامین B6، ۴۰۰ میلی گرم ویتامین B9، ۶ میلی گرم ویتامین B12، ۴۰ میلی گرم ویتامین B7، و ۴۰۰ میلی گرم آنتی اکسیدان تامین شده است.

^۱ Whey powder per kg of diet 10% crude protein, 0.7% calcium, 0.5% phosphorus, 1.5% fat, 7% moisture, 20 gr sodium, 15 gr chlorine, 15 gr potassium, 1.2 gr magnesium, 2200 kcal metabolizable energy.

^۲ Corn gluten per kg of diet 40% crude protein and 3100 kcal metabolizable energy.

^۳ Mineral supplement per kilogram of diet contains: Manganese: 39680 mg, Iron: 20000 mg, Zinc: 33880 mg, Copper: 4000 mg, Iodine: 396 mg and Selenium: 80 mg.

^۴ Vitamin premix per kg of diet 3600000 IU of vitamin A, 800000 IU vitamin D₃, 14400 IU vitamin E, 700 mg vitamin B₁, 2640 mg vitamin B₂, 3920 mg vitamin B₃, 1176 mg vitamin B₆, 400 mg vitamin B₉, 6 mg vitamin B₁₂, 40 mg vitamin B₇ and 400 mg antioxidants.

در جدول ۲، مواد تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی جوجه‌های گوشتی سویه آریان در دوره رشد (۱۵ تا ۲۴ روزگی) آورده شده است.

جدول ۲- مواد تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی جوجه‌های گوشتی سویه آریان در دوره رشد (۱۵ تا ۲۴ روزگی)

Table 2: Ingredients and chemical composition of experimental diets for Arian strain broiler chickens in the Growth period (15 to 24 days)

اقلام خوراکی Ingredients	تیمار ۱ Treatment1	تیمار ۲ Treatment2	تیمار ۳ Treatment3	تیمار ۴ Treatment4	تیمار ۵ Treatment5	تیمار ۶ Treatment6	تیمار ۷ Treatment7	تیمار ۸ Treatment8
تراکم جمعیت Stock Density	-	+	-	+	-	+	-	+
^۱ پودر آبپنیر Whey powder ¹	0	0	6	6	0	0	6	6
^۲ گلوتن ذرت Corn gluten ²	0	0	0	0	3	3	3	3
ذرت Corn	58.12	58.12	51.24	51.24	58.49	58.49	51.61	51.61
کنجاله سویا Soybean meal	36.73	36.73	36.55	36.55	33.73	33.73	33.55	33.55
روغن سویا	1.13	1.13	2.38	2.38	0.69	0.69	1.93	1.93

Soybean oil								
کربنات کلسیم	0.91	0.91	0.89	0.89	1.01	1.01	0.99	0.99
Calcium carbonate								
دی کلسیم فسفات	1.64	1.64	1.50	1.50	1.51	1.51	1.38	1.38
Di-calcium phosphate								
نمک	0.25	0.25	0.18	0.18	0.25	0.25	0.18	0.18
Nacl								
سدیم بی‌کربنات	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Sodium bicarbonate								
^۲ مکمل معدنی ویتامینه	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Min-vit-premix ³								
دی ال متیونین	0.31	0.31	0.33	0.33	0.35	0.35	0.36	0.36
DL-Met								
لیزین هیدروکلراید	0.15	0.15	0.18	0.18	0.33	0.33	0.26	0.26
Lys- HCL								
کولین کلراید	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Choline chloride								

Chemical composition								
انرژی قابل متابولیسم	2950	2950	2950	2950	2950	2950	1950	2950
(کیلوکالری بر کیلوگرم)								
Metabolizable energy(kcal/kg)								
پروتئین خام (درصد)	20	20	20	20	20	20	20	20
Crude proteine(%)								
لیزین (درصد)	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18
Lysine(%)								
متیونین+سیستئین (درصد)	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88
Met+Cys(%)								
ترئونین (درصد)	0.69	0.69	0.67	0.67	0.66	0.66	0.64	0.64
Threonine(%)								
تریپتوفان (درصد)	0.24	0.24	0.23	0.23	0.22	0.22	0.22	0.22
Tryptophan(%)								
کلسیم (درصد)	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Calcium(%)								
فسفر (درصد)	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
Phosphorus(%)								
تفاوت کاتیون و آنیون جیره								
(میلی اکی والان بر کیلوگرم)								
DCAD(meq/kg)	243.51	243.51	257.48	257.48	226.70	226.70	240.67	240.67

^۱ پودر آب‌پنیر مصرفی به ازای هر کیلوگرم شامل: ۱۰ درصد پروتئین خام، ۰/۷ درصد کلسیم، ۰/۵ درصد فسفر، ۹ درصد خاکستر، ۱/۵ درصد چربی، ۷ درصد رطوبت، ۲۰ گرم در کیلوگرم سدیم، ۱۵ گرم در کیلوگرم کلر، ۱۵ گرم در کیلوگرم پتاسیم، ۱/۲ گرم در کیلوگرم منیزیم و ۲۲۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی قابل سوخت و ساز بود. ^۲ گلوتن ذرت مصرفی به ازای هر کیلوگرم جیره حاوی ۴۰ درصد پروتئین خام و ۳۱۰۰ کیلوکالری انرژی قابل سوخت و ساز می باشد. ^۳ مکمل معدنی به ازای هر کیلوگرم جیره شامل: ۳۹۶۸۰ میلی گرم منگنز، ۲۰۰۰۰ میلی گرم آهن، ۳۳۸۸۰ میلی گرم روی، ۴۰۰۰ میلی گرم مس، ۳۹۶ میلی گرم ید و ۸۰ میلی گرم سلنیوم می باشد. ^۴ پرمیکس ویتامینی به ازای هر کیلوگرم جیره شامل: ۳۶۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۸۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D₃، ۱۴۴۰۰ واحد بین المللی ویتامین E، ۷۰۰ میلی گرم ویتامین B₁، ۲۶۴۰ میلی گرم ویتامین B₂، ۳۹۲۰ میلی گرم ویتامین B₃، ۱۱۷۶ میلی گرم ویتامین B₆، ۴۰۰ میلی گرم ویتامین B₉، ۶ میلی گرم ویتامین B₁₂، ۴۰ میلی گرم ویتامین B₇ و ۴۰۰ میلی گرم آنتی اکسیدان تامین شده است.

^۱ Whey powder per kg of diet 10% crude protein, 0.7% calcium, 0.5% phosphorus, 1.5% fat, 7% moisture, 20 gr sodium, 15 gr chlorine, 15 gr potassium, 1.2 gr magnesium, 2200 kcal metabolizable energy.

^۲ Corn gluten per kg of diet 40% crude protein and 3100 kcal metabolizable energy.

^۳ Mineral supplement per kilogram of diet contains: Manganese: 39680 mg, Iron: 20000 mg, Zinc: 33880 mg, Copper: 4000 mg, Iodine: 396 mg and Selenium: 80 mg.

^۴ Vitamin premix per kg of diet 3600000 IU of vitamin A, 800000 IU vitamin D₃, 14400 IU vitamin E, 700 mg vitamin B₁, 2640 mg vitamin B₂, 3920 mg vitamin B₃, 1176 mg vitamin B₆, 400 mg vitamin B₉, 6 mg vitamin B₁₂, 40 mg vitamin B₇ and 400 mg antioxidants.

در جدول ۳، مواد تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی جوجه‌های گوشتی سویه آرین در دوره پایانی (۲۵ تا ۴۵ روزگی)، آورده شده است.

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

Table 3: Ingerdients and chemical composition of experimental diets for Arian strain broiler chickens in the Final period +(25 to 45 days)

[illegible]

Calcium(%)	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
فسفر (درصد)	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Phosphorus(%)								
تبادل کاتیون و آنیون جیره								
(میلی اکی والان بر کیلوگرم)								
DCAD(meq/kg)	207.25	207.25	221.21	221.21	190.45	190.45	204.40	204.40
¹ پودر آب پنیر مصرفی به ازای هر کیلوگرم شامل: ۱۰ درصد پروتئین خام، ۰/۷ درصد کلسیم، ۰/۵ درصد فسفر، ۹ درصد خاکستر، ۱/۵ درصد چربی، ۷ درصد رطوبت، ۲۰ گرم در کیلوگرم سدیم، ۱۵ گرم در کیلوگرم کلر، ۱۵ گرم در کیلوگرم پتاسیم، ۱/۲ گرم در کیلوگرم منیزیم و ۲۲۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی قابل سوخت و ساز بود. ^۲ گلوتن ذرت مصرفی به ازای هر کیلوگرم جیره حاوی ۴۰ درصد پروتئین خام و ۳۱۰۰ کیلوکالری انرژی قابل سوخت و ساز می باشد. ^۳ مکمل معدنی به ازای هر کیلوگرم جیره شامل: ۳۹۶۸۰ میلی گرم منگنز، ۲۰۰۰۰ میلی گرم آهن، ۳۳۸۸۰ میلی گرم روی، ۴۰۰۰ میلی گرم مس، ۳۹۶ میلی گرم ید و ۸۰ میلی گرم سلنیوم می باشد. ^۴ پرمیکس ویتامینی به ازای هر کیلوگرم جیره شامل: ۳۶۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۸۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D ₃ ، ۱۴۴۰۰ واحد بین المللی ویتامین E، ۷۰۰ میلی گرم ویتامین B ₁ ، ۲۶۴۰ میلی گرم ویتامین B ₂ ، ۳۹۲۰ میلی گرم ویتامین B ₃ ، ۱۱۷۶ میلی گرم ویتامین B ₆ ، ۴۰۰ میلی گرم ویتامین B ₉ ، ۶ میلی گرم ویتامین B ₁₂ ، ۴۰ میلی گرم ویتامین B ₇ و ۴۰۰ میلی گرم آنتی اکسیدان تامین شده است.								
¹ Whey powder per kgr of diet 10% crude protein, 0.7% calcium, 0.5% phosphorus, 1.5% fat, 7% moisture, 20 gr sodium, 15 gr chlorine, 15 gr potassium, 1.2 gr magnesium, 2200 kcal metabolizable energy.								
² Corn gluten per kg of diet 40% crude protein and 3100 kcal metabolizable energy.								
³ Mineral supplement per kilogram of diet contains: Manganese: 39680 mg, Iron: 20000 mg, Zinc: 33880 mg, Copper: 4000 mg, Iodine: 396 mg and Selenium: 80 mg.								
³ Vitamin premix per kg of diet 3600000 IU of vitamin A, 800000 IU vitamin D ₃ , 14400 IU vitamin E, 700 mg vitamin B ₁ , 2640 mg vitamin B ₂ , 3920 mg vitamin B ₃ , 1176 mg vitamin B ₆ , 400 mg vitamin B ₉ , 6 mg vitamin B ₁₂ , 40 mg vitamin B ₇ and 400 mg antioxidants.								

نتایج و بحث

اثرات اصلی تیمارهای آزمایشی بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی سویه آرین در جدول ۴ ارائه شده است. نتایج نشان داد، اثر اصلی پودر آب پنیر و تراکم جمعیت به طور معنی داری باعث افزایش مصرف خوراک، نسبت به تیمار شاهد شد ($P < 0/05$)؛ اما اثر اصلی گلوتن ذرت، تأثیری بر مصرف خوراک نداشت ($P > 0/05$). اثرات اصلی پودر آب پنیر، گلوتن ذرت و تراکم جمعیت در کل دوره، به طور معنی داری وزن بدن جوجه‌ها و میانگین افزایش وزن بدن را افزایش و ضریب تبدیل خوراک را کاهش داد ($P < 0/05$). اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی نیز در جدول ۵ ارائه شده است. اثر متقابل پودر آب پنیر و تراکم جمعیت به طور معنی داری باعث افزایش مصرف خوراک نسبت به تیمار شاهد شد ($P < 0/05$)، به طوری که استفاده از ۶ درصد پودر آب پنیر، در شرایط تراکم معمولی و تراکم بالا نسبت به تیمار شاهد مصرف خوراک بیشتری را نشان داد. بر هم کنش پودر آب پنیر، گلوتن ذرت و تراکم جمعیت در کل دوره به صورت معنی داری مصرف خوراک را در جوجه‌های گوشتی نسبت به شاهد افزایش داد، به طوری که بیشترین مصرف خوراک مربوط به تیمار حاوی ۶ درصد پودر آب پنیر، ۳ درصد گلوتن ذرت و ۱۷ قطعه جوجه در هر مترمربع بود ($P < 0/05$). سایر شاخص‌های عملکردی شامل ضریب تبدیل خوراک، میانگین افزایش وزن بدن، وزن نهایی بدن و شاخص کارایی تولید اروپایی تحت تأثیر اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت، اما به صورت عددی نسبت به تیمار شاهد بهبود نشان داد ($P > 0/05$).

با توجه به ارزش بیولوژیکی و کیفیت بالای پروتئین‌های پودر آب پنیر، وجود ترکیبات زیست فعال و خاصیت پری بیوتیکی آن، نقش مهمی در سلامت و عملکرد پرنده خواهد داشت. این پروتئین‌ها ارزش بیولوژیکی بالایی (عدد ۱۰۴) دارد که می تواند عملکرد پرنده را تحت تأثیر قرار دهد (Pineda-Quiroga et al., 2018) از طرفی گلوتن ذرت نیز یک منبع مهم پروتئین و انرژی بوده که به ویژه از لحاظ کمیت می تواند جایگزین بخشی از کنجاله سویا با توجه به قیمت بالای آن شود و بنابراین قرار گرفتن پودر آب پنیر (غنی از لیزین، ترئونین و کیفیت بالای پروتئین) در کنار گلوتن ذرت (غنی از اسیدهای آمینه گوگرددار متیونین، سیستئین و کمیت بالای پروتئین و انرژی) می تواند اثرات هم افزایی خوبی را در پی داشته باشد و نهایتاً استفاده از اسیدهای آمینه ضروری را در جیره کاهش دهند، همچنین پودر آب پنیر و

گلوتن ذرت از محصولات جانبی هستند که می توانند جایگزین بخشی از منابع پروتئین (سویا) و منابع انرژی (ذرت) جیره شوند. همان طور که اشاره شد پودر آب پنیر دارای ترکیبات پروتئینی متعددی مانند بتالاکتوگلوبولین، آلفالاکتوبومین و ایمنوگلوبولین ها می باشد که می تواند سبب کاهش تنش اکسیداتیو و تقویت سامانه ایمنی گردد (Patel, 2015)، مطابق با نتایج پژوهش حاضر به نظر می رسد پودر آب پنیر، سبب کاهش اثرات ناشی از تنش تراکم نیز گردیده است. همچنین همان طور که اشاره شد، پروتئین های آب پنیر به دلیل دارا بودن سطوح بالایی از اسیدهای آمینه شاخه دار (لوسین، ایزولوسین، والین)، سیستئین و پپتیدهای فعال زیستی، از ارزش بیولوژیکی بالاتری نسبت به کنجاله سویا برخوردارند و می توانند عملکرد پرنده را به شکل محسوسی تحت تأثیر قرار دهد (Smithers, 2015 and Pineda-Quiroga et al., 2018)، که با نتایج پژوهش حاضر هم خوانی دارد. پژوهش های قبلی از بهبود عملکرد رشد در نتیجه افزودن پودر آب پنیر به جیره طیور، حمایت کرده اند (Momtazan et al., 2011). که با نتایج پژوهش حاضر هم خوانی دارد. این بهبود عملکرد می تواند به علت بهبود رشد میکروویلی های روده در جوجه های گوشتی باشد (Long et al., 2018). پژوهش ها نشان داده اند که پودر آب پنیر می تواند با افزایش بیان پروتئین های اتصال دهنده سلولی مانند کلاдин-۱، اوکلودین و غیره، عملکرد سد روده ای، افزایش رشد میکروویلی ها و تنظیم میکروبیوم روده، به بهبود سلامت گوارش کمک کند (Dulantha et al., 2022) که این موضوع سبب افزایش سطح جذب موادمغذی شده و استفاده موثر از موادمغذی را افزایش می دهد (Gulsen et al., 2002). همچنین پودر آب پنیر، با داشتن ارزش بیولوژیکی بالا، ترکیبات زیست فعال و خاصیت پری بیوتیکی، نقش موثری در بهبود سلامت روده و عملکرد سیستم ایمنی دارد (Pineda-Quiroga et al., 2018). لاکتوز ماده اصلی آب پنیر بوده که به عنوان پری بیوتیک عمل می کند زیرا به وسیله پرنده نمی تواند هضم شود، اما توسط میکروب های روده ای تخمیر می شود (Molnar et al., 2018) لاکتوز به عنوان یک سوستر جهت تخمیر از طریق باکتری های اسیدلاکتیک روده ای عمل می کند و pH مواد هضمی روده ای تحت تأثیر قرار می گیرد (Corrier et al., 1990)، بنابراین لاکتوز جذب موادمغذی را افزایش داده که می تواند سبب بهبود عملکرد پرنده شود که این نتیجه با نتایج پژوهش حاضر هم خوانی دارد. افزایش مصرف خوراک در اثر مصرف پودر آب پنیر احتمالاً به دلیل بهبود هضم و جذب موادمغذی ناشی از ترکیبات زیست فعال آب پنیر است (Patel., 2015). افزودن پودر آب پنیر و افزایش تراکم جمعیت به طور معنی داری مصرف خوراک جوجه های گوشتی سویه آرین را افزایش داد. این موضوع می تواند نشان دهنده تأثیر مثبت پودر آب پنیر بر تحریک اشتها و همچنین واکنش جوجه ها به شرایط تراکم مختلف باشد. از سوی دیگر، گلوتن ذرت تأثیر قابل توجهی بر مصرف خوراک نداشت که ممکن است به دلیل خصوصیات تغذیه ای یا قابلیت هضم این ماده در جوجه ها باشد. گلوتن ذرت یک منبع مهم پروتئین و انرژی بوده که به ویژه از لحاظ کمیت می تواند جایگزین بخشی از کنجاله سویا شود؛ علاوه بر این، اثرات متقابل بین پودر آب پنیر و تراکم جمعیت، مصرف خوراک را به شکل معنی داری افزایش داد، به طوری که استفاده از ۶ درصد پودر آب پنیر در هر دو سطح تراکم، مصرف خوراک بالاتری نسبت به شاهد به همراه داشت. همچنین، برهم کنش سه گانه پودر آب پنیر، گلوتن ذرت و تراکم جمعیت، بیشترین میزان مصرف خوراک را ایجاد کرد که نشان دهنده نقش مهم ترکیبی این عوامل در تنظیم رفتار تغذیه ای جوجه ها است. با این حال، تعامل معنی داری بین پودر آب پنیر، گلوتن ذرت و تراکم بالا در افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک مشاهده نشد، که نشان می دهد اثر هر کدام مستقل از دیگری است. ولی ترکیب ۶٪ پودر آب پنیر و ۳٪ گلوتن ذرت با تراکم ۱۷ قطعه جوجه در متر مربع، از لحاظ عددی، بالاترین وزن زنده، بیشترین مصرف خوراک و کمترین ضریب تبدیل خوراک را نشان داد، این موضوع می تواند بیانگر اثر هم افزایی احتمالی ترکیب پودر آب پنیر و گلوتن ذرت در جیره جوجه های گوشتی آرین در شرایط متراکم پرورش، در بهبود شاخص رشد باشد. به نظر می رسد استفاده همزمان از پودر آب پنیر که غنی از لیزین، ترئونین (Mehri et al., 2004) و کیفیت بالای پروتئین

(Gregory et al., 1999) و گلوتن ذرت (غنی از اسیدهای آمینه گوگرددار متیونین، سیستئین و کمیت بالای پروتئین و انرژی) در شرایط تراکم بالا، می‌تواند یک جیره متعادل با انرژی و پروتئین کافی و با کیفیت فراهم کند. با وجود اینکه سایر شاخص‌های عملکردی مانند ضریب تبدیل خوراک، میانگین افزایش وزن و وزن نهایی تحت‌تأثیر اثرات متقابل قرار نگرفتند، بهبود عددی آن‌ها نسبت به تیمار شاهد نویدبخش بهبودهای عملکردی است، که می‌تواند در شرایط عملیاتی اهمیت داشته باشد. به نظر می‌رسد، که استفاده همزمان از پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت در تراکم‌های مختلف، می‌تواند به عنوان یک استراتژی موثر، برای ارتقای رشد و بهره‌وری جوجه‌های گوشتی مورد توجه قرار گیرد. پژوهشگران معتقدند که، با افزایش تراکم گله، دمای محیط پرند افزایش می‌یابد و قرار گرفتن پرند در محیط‌های با دمای زیاد، کاهش مصرف خوراک را به دنبال دارد (Zhang et al., 2013). فیدز و همکاران (Feddes et al., 2002) با استفاده از چهار سطح تراکم گزارش کردند، که افزایش تراکم تأثیر معنی‌داری بر خوراک مصرفی جوجه‌های گوشتی ندارد. ترکیباتی مثل پروبیوتیک‌ها و پودر آب‌پنیر می‌توانند با بهبود هضم و جذب مواد مغذی، موجب افزایش مصرف خوراک شوند که البته شرایط پرورش جوجه‌ها و دوز مصرفی آن‌ها بر نتایج به دست آمده می‌تواند تأثیرگذار باشد (Dastar et al., 2008). هوشمند و همکاران (Houshmand et al., 2012) بیان کردند، تفاوت معنی‌داری، در افزایش وزن روزانه جوجه‌های پرورش‌یافته در تراکم‌های مختلف وجود ندارد. در مطالعات دیگری گزارش شده است که تراکم تأثیر معنی‌داری بر ضریب تبدیل خوراک نداشته است (Vargas-Rodriguez et al., 2013)، که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی ندارد. تناقض بین نتایج آزمایشات مختلف، ممکن است به دلیل عوامل مختلفی مانند شرایط محیطی فراهم شده در سالن از قبیل دما، رطوبت، تهویه، ترکیب جیره، تعداد پرند در مترمربع، طول دوره پرورش و وزن نهایی در پاسخ پرندگان به تنش تراکم باشد. در پژوهشی که از چهار سطح تراکم (۱۰، ۱۵، ۱۷ و ۲۰ پرند در مترمربع) در پرورش جوجه گوشتی استفاده شد، پرورش ۱۰ پرند در هر مترمربع، بیشترین نرخ رشد را همراه داشت، ولی ۱۷ پرند در مترمربع بیشترین بازده اقتصادی را نشان داد (Gholami et al., 2020). شاخص کارایی تولید اروپایی معیار بهتری برای اندازه‌گیری بازده اقتصادی جوجه‌های گوشتی است. زیرا برای محاسبه آن علاوه بر عملکرد رشد و ضریب تبدیل غذایی، تعداد روزهای پرورش و درصد تلفات نیز در نظر گرفته می‌شود. با توجه به اینکه در آزمایش حاضر تقریباً کلیه عوامل مؤثر بر میزان تلفات برای همه تیمارها یکسان بوده است، لذا اختلاف معنی‌داری نیز در این صفت بین تیمارها مشاهده نشد. شاخص کارایی تولید اروپایی در تیمار ۸ که حاوی سطح ۶ درصد پودر آب‌پنیر، ۳ درصد گلوتن ذرت و ۱۷ قطعه جوجه در مترمربع بود، بیشترین مقدار را نسبت به تیمار شاهد داشت. در کل، یافته‌های پژوهش حاضر، بر اهمیت ترکیب مواد مغذی و مدیریت تراکم جمعیت در بهبود عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی تأکید دارد و می‌تواند راهنمایی، برای بهینه‌سازی تغذیه و شرایط پرورش در صنعت مرغداری باشد.

جدول ۴- اثر اصلی پودر آب‌پنیر، گلوتن ذرت و تراکم بر عملکرد جوجه‌های گوشتی سویه آرین

Table 4: Main Effect of Whey powder, Corn gluten and density on the Performance of Arian Strain broiler chickens

اثرات	میانگین خوراک مصرفی (گرم/پرند/دوره)	ضریب تبدیل خوراکی	میانگین وزن نهایی (گرم/پرند/دوره)	میانگین افزایش وزن (گرم/پرند/دوره)
effects	Average Feed Intake (gr/period/bird)	Feed Conversion Ratio	Average Final Weight (gr/period/bird)	Average weight gain (gr/period/bird)
پودر آب‌پنیر				
Whey Powder				
0% Whey powder	4167.50 ^b	1.99 ^a	2149.45 ^b	2105.45 ^b
6% Whey powder	4229.00 ^a	1.77 ^b	2439.75 ^a	2395.75 ^a

SEM	10.668	0.030	34.499	34.499
P-value	0.0003	0.0001	0.0001	0.0001
گلو تن ذرت				
Corn Gluten				
0% Corn gluten	4194.00	1.95 ^a	2213.60 ^b	2169.60 ^b
3% Corn gluten	4202.50	1.81 ^b	2375.60 ^a	2331.60 ^a
SEM	10.668	0.040	34.499	34.499
P-value	0.557	0.002	0.002	0.002
تراکم جمعیت				
Stock Density				
13 Bird/m2	4171.25 ^b	1.92 ^a	2232.70 ^b	2188.70 ^b
17 Bird/m2	4225.25 ^a	1.83 ^b	2356.50 ^a	2312.50 ^a
SEM	10.668	0.030	34.499	34.499
P-value	0.0001	0.042	0.016	0.016

a-c: حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی دار ($P < 0.05$) است.

a-c Means within the same row indicated by different letters are significantly different ($p < 0.05$).

جدول ۵- اثرات متقابل پودر آب پنیر، گلوتن ذرت و تراکم بر عملکرد جوجه‌های گوشتی سویه آرین

Table 5: The Interaction effect of Whey powder, Corn gluten and Stock density on the Performance of Arian Strain broiler chickens

اثرات متقابل	میانگین خوراک مصرفی (گرم/پرند/دوره)	ضریب تبدیل خوراکی	میانگین وزن نهایی (گرم/پرند/دوره)	میانگین افزایش وزن (گرم/پرند/دوره)	شاخص کارایی تولید اروپایی
Interaction effects	Average Feed Intake (gr/period/bird)	Feed Conversion Ratio	Average Final Weight (gr/period/bird)	Average weight gain (gr/period/bird)	European Production Efficiency Factor
پودر آب پنیر و گلوتن ذرت					
<u>Whey Powder and Corn Gluten</u>					
0% Whey powder and 0%Corn gluten	4175.00	2.09	2046.60	2002.60	217.40
0% Whey powder and 3%Corn gluten	4160.00	1.89	2252.30	2208.30	292.80
6% Whey powder and 0%Corn gluten	4213.00	1.80	2380.60	2336.60	265.80
6% Whey powder and 3%Corn gluten	4245.00	1.73	2498.90	2454.90	320.30
SEM	15.088	0.043	48.790	48.790	11.623
P-value	0.129	0.129	0.377	0.377	0.375
گلوتن ذرت و تراکم جمعیت					
<u>Corn gluten and Stock Density</u>					
0% Corn gluten and 13Bird/m ²	4169.50	2.00	2149.90	2105.90	241.30
0% Corn gluten and 17Bird/m ²	4218.50	1.90	2277.30	2233.30	268.90
3% Corn gluten and 13Bird/m ²	4173.00	1.85	2315.50	2271.50	280.20
3% Corn gluten and 17Bird/m ²	4232.00	1.77	2435.70	2391.70	305.90
SEM	15.088	0.043	48.790	48.790	11.623
P-value	0.742	0.835	0.941	0.941	0.389
پودر آب پنیر و تراکم جمعیت					
<u>Whey Powder and Stock Density</u>					
0% Whey Powder and 13Bird/m ²	4105.50 ^b	2.05	2051.60	2007.60	223.20
0% Whey Powder and 17Bird/m ²	4229.50 ^a	1.93	2247.30	2203.30	298.30
6% Whey Powder and 13Bird/m ²	4237.00 ^a	1.80	2413.80	2369.80	260.00

6% Whey Powder and 17Bird/m ²	4221.00 ^a	1.74	2465.70	2421.70	314.80
SEM	15.088	0.043	48.790	48.790	11.623
P-value	0.0001	0.448	0.150	0.150	0.935
پودر آب پنیر، گلو تن ذرت و تراکم جمعیت Whey Powder, Corn gluten and Stock Density					
0% Whey powder, 0% Corn gluten and 13 Bird/m ²	4094.00 ^c	2.14	1961.80	1917.80	203.80
0% Whey powder, 0% Corn gluten and 17 Bird/m ²	4256.00 ^a	2.05	2131.40	2087.40	231.00
6% Whey powder, 0% Corn gluten and 13 Bird/m ²	4245.00 ^a	1.86	2338.00	2294.00	278.80
6% Whey powder, 0% Corn gluten and 17 Bird/m ²	4181.00 ^{abc}	1.75	2423.20	2379.20	306.80
0% Whey powder, 3% Corn gluten and 13 Bird/m ²	4117.00 ^{bc}	1.96	2141.40	2097.40	242.60
0% Whey powder, 3% Corn gluten and 17 Bird/m ²	4203.00 ^{ab}	1.81	2363.20	2319.20	289.00
6% Whey powder, 3% Corn gluten and 13 Bird/m ²	4229.00 ^a	1.74	2489.60	2445.60	317.80
6% Whey powder, 3% Corn gluten and 17 Bird/m ²	4261.00 ^a	1.72	2508.20	2464.20	322.80
SEM	21.337	0.060	68.999	68.999	16.437
P-value	0.007	0.396	0.547	0.547	0.370

a-c: حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی دار ($P < 0.05$) است.

a-c Means within the same row indicated by different letters are significantly different ($p < 0.05$).

نتایج مربوط به اثرات اصلی پودر آب پنیر، گلو تن ذرت و تراکم جمعیت بر غلظت گلوکز، پروتئین کل و لیپیدهای خونی در جدول ۶ نشان داده شده است. اثر اصلی پودر آب پنیر و گلو تن ذرت تاثیر معنی داری بر شاخص های خونی جوجه های گوشتی نداشت ($P > 0.05$)، اما اثر اصلی تراکم جمعیت باعث افزایش معنی دار HDL خون جوجه های گوشتی گردید ($P < 0.05$). نتایج مربوط به اثرات متقابل پودر آب پنیر، گلو تن ذرت و تراکم جمعیت بر غلظت گلوکز، پروتئین کل و لیپیدهای خونی در جدول ۷ ارائه شده است. اثر متقابل گلو تن ذرت و تراکم جمعیت باعث کاهش معنی دار LDL خون نسبت به تیمار شاهد شد ($P < 0.05$). سایر فراسنجه های خونی، تحت تاثیر معنی دار بر هم کنش پودر آب پنیر، گلو تن ذرت و تراکم جمعیت قرار نگرفت ($P > 0.05$).

یافته‌های این پژوهش، نشان داد که اثرات اصلی پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت بر شاخص‌های خونی شامل غلظت گلوکز، پروتئین کل و لیپیدهای خون جوجه‌های گوشتی معنی‌دار نبود، که می‌تواند نشان‌دهنده آن باشد که این مواد، در دوزهای مورد استفاده، تأثیر مستقیمی بر شاخص‌های خونی پایه نداشته‌اند، یا بدن جوجه‌ها توانسته است، تعادل مناسبی را حفظ کند. اما تراکم جمعیت به طور معنی‌داری باعث افزایش سطح HDL (کلسترول خوب) خون شد، که این امر می‌تواند به عنوان واکنشی فیزیولوژیکی، نسبت به شرایط پرورش در تراکم‌های مختلف تلقی شود و نشان‌دهنده تأثیر مثبت مدیریت تراکم بر سلامت متابولیکی پرنده‌ها باشد. در بخش اثرات متقابل، برهم‌کنش گلوتن ذرت و تراکم جمعیت منجر به کاهش معنی‌دار LDL (کلسترول بد) خون نسبت به تیمار شاهد شد، که این نتیجه، اهمیت تعامل بین تغذیه و شرایط محیطی را، در بهبود پروفایل لیپیدی خون نشان می‌دهد. کاهش LDL می‌تواند نقش حفاظتی در برابر بیماری‌های متابولیکی و افزایش سلامت کلی جوجه‌ها داشته باشد. با این حال، سایر شاخص‌های خونی، تحت تأثیر اثرات متقابل پودر آب‌پنیر، گلوتن ذرت و تراکم جمعیت قرار نگرفتند، که ممکن است به دلیل محدودیت‌های دوز یا مدت زمان تیمار باشد. به طور کلی، نتایج، حاکی از این است که، مدیریت تراکم جمعیت، همراه با استفاده از افزودنی‌های تغذیه‌ای می‌تواند به بهبود وضعیت لیپیدی جوجه‌های گوشتی کمک کند، اما اثرات مستقیم پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت بر متغیرهای خونی، نیازمند بررسی‌های بیشتری است. مهری و همکاران (Mehri et al., 2004)، دریافتند که پودر آب‌پنیر، اثری بر فراسنجه‌های خونی نداشته است، همچنین با بررسی نتایج حاصل از اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی جوجه مرغ‌های مادر گوشتی در ۴۹ روزگی مشاهده شد، که اثر استفاده از سطوح مختلف پودر آب‌پنیر بر میزان غلظت کلسترول، LDL و HDL خون جوجه‌ها معنی‌دار نیست، که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد. میرفندرسکی و جهانیان (Mirfendereski and Jahanian, 2015)، افزایش سطح گلوکز خون را در مرغان پرورش‌یافته، در شرایط تراکم، گزارش نمودند، اما شاخص‌های لیپیدی خون تحت تأثیر تراکم قرار نگرفت. با توجه به این که در شرایط پرورش متراکم، پرنده تحت تنش قرار می‌گیرد و سامانه ایمنی آن تضعیف می‌شود، شاید بتوان مشکلات ناشی از تراکم بالا را با ایجاد تغییر در ترکیب جیره، مانند افزودن پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت، به جیره بهبود بخشید. در مطالعه بونتیم و همکاران (Boontiam et al., 2019)، تراکم بالای بلدرچین‌ها باعث افزایش غلظت گلوکز خون شد، که نشان‌دهنده این است که تراکم بالا متابولیسم گلوکز را فعال می‌کند. مطابق با نتایج پژوهش حاضر، حسن آبادی و پورابری (Hasanabadi and porabri, 2009) از سه سطح تراکم ۱۳، ۱۶ و ۱۹ پرنده در مترمربع استفاده کردند و نتایج حاصل نشان داد، افزایش تراکم گله هیچ تأثیر معنی‌داری بر غلظت کلسترول خون در بین تیمارهای مختلف نداشت. همچنین در پژوهشی دیگر افزایش تراکم (۱۴، ۱۶، ۱۸ پرنده در هر متر مربع) بر شاخص‌های خونی جوجه‌های گوشتی تأثیر نداشت (Dozier et al., 2005). تغذیه پرنده‌گان با پودر آب‌پنیر، میزان غلظت کلسترول، HDL و LDL را در مقایسه با شاهد کاهش داد (Fallah, 2016). پژوهشگران، بیان کردند میکروارگانیزم‌های موجود در دستگاه گوارش، می‌تواند کلسترول موجود در روده را مورد متابولیسم قرار دهد، در نتیجه، سطح جذب مقدار کلسترول کاهش می‌یابد (Taherpour et al., 2009). این یافته‌ها نشان می‌دهد که، تنظیم بهینه تراکم جمعیت و انتخاب مواد افزودنی تغذیه‌ای می‌تواند به عنوان ابزاری موثر برای بهبود سلامت متابولیکی و عملکرد عمومی جوجه‌های گوشتی مورد استفاده قرار گیرد، که این امر، اهمیت توجه به تعاملات بین عوامل محیطی و تغذیه‌ای را در پرورش طیور تأکید می‌کند.

جدول ۶- اثر اصلی پودر آب‌پنیر، گلوتن ذرت و تراکم جمعیت بر فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی سویه آریان

Table 6: Main Effect of Whey powder, Corn gluten and stock density on blood parameters of Arian Strain broiler chickens

اثرات Effect	CHOL (mg/dl)	TP (g/dl)	HDL (mg/dl)	LDL (mg/dl)	TG (mg/dl)	GLU (mg/dl)
پودر آب پنیر Whey Powder						
0% Whey powder	130.75	4.10	56.10	51.00	90.70	123.30
6% Whey powder	133.00	4.08	58.65	50.30	88.30	125.45
SEM	2.96	0.133	2.136	2.225	2.388	3.023
P-value	0.59	0.895	0.405	0.825	0.482	0.618
گلوتن ذرت Corn Gluten						
0% Corn gluten	133.20	4.02	59.136	49.70	90.60	124.35
3% Corn gluten	130.55	4.16	55.60	51.60	88.40	124.40
SEM	2.96	0.133	2.136	2.225	2.388	3.022
P-value	0.53	0.481	0.248	0.550	0.519	0.990
تراکم جمعیت Stock Density						
13 Bird/m ²	129.00	4.13	53.00 ^b	52.85	90.85	124.35
17 Bird/m ²	134.75	4.05	61.75 ^a	48.45	88.15	124.40
SEM	2.96	0.133	2.136	2.225	2.388	3.022
P-value	0.17	0.656	0.006	0.171	0.430	0.990

a-c: حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی دار ($P < 0.05$) است. CHOL: کلسترول، TP: پروتئین کل، HDL: لیپید با چگالی بالا، LDL: لیپید با چگالی پایین، TG: تری گلیسرید، GLU: گلوکز، SEM، میانگین خطای استاندارد.

a-c Means within the same row indicated by different letters are significantly different ($p < 0.05$).

CHOL: cholesterol, TP: Total protein, HDL: High density lipoprotein, LDL: Low density lipoprotein, TG: Triglyceride, GLU: Glucose

جدول ۷- اثرات متقابل پودر آب پنیر، گلوتن ذرت و تراکم جمعیت بر فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی سویه آریان

Table 7: The interaction Effect of Whey powder, Corn gluten and stock density on blood parameters of Arian Strain broiler chickens

اثرات متقابل Interaction effects	CHOL (mg/dl)	TP (g/dl)	HDL (mg/dl)	LDL (mg/dl)	TG (mg/dl)	GLU (mg/dl)
پودر آب پنیر و گلوتن ذرت Whey Powder and Corn Gluten						
0% Whey powder and 0% Corn gluten	133.20	3.99	56.80	51.20	92.20	122.500
0% Whey Powder and 3% Corn gluten	128.30	4.22	55.40	50.80	89.20	124.100
6% Whey Powder and 0% Corn gluten	133.20	4.06	61.50	48.20	89.00	126.200
6% Whey Powder and 3% Corn gluten	132.80	4.10	55.80	52.40	87.60	124.700
SEM	4.190	0.189	3.021	3.147	3.378	4.273
P-value	0.59	0.619	0.481	0.470	0.814	0.719
گلوتن ذرت و تراکم جمعیت Corn gluten and Stock Density						
0% Corn gluten and 13 Bird/m ²	129.00	4.25	50.60	57.00 ^a	91.70	123.500
0% Corn gluten and 17 Bird/m ²	132.50	3.96	61.60	45.00 ^b	89.70	123.100
3% Corn gluten and 13 Bird/m ²	129.00	4.02	55.40	48.70 ^{ab}	90.00	125.200
3% Corn gluten and 17 Bird/m ²	137.00	4.14	61.90	51.90 ^{ab}	86.60	125.700
SEM	4.190	0.189	3.021	3.147	3.378	4.273
P-value	0.59	0.287	0.462	0.021	0.837	0.916
پودر آب پنیر و تراکم جمعیت Whey Powder and Flock Density						
0% Whey powder and 13 Bird/m ²	126.40	4.04	53.10	49.40	92.40	122.100
0% Whey powder and 17 Bird/m ²	140.00	4.01	65.20	50.00	88.80	126.600
6% Whey powder and 13 Bird/m ²	131.60	4.23	52.90	56.30	89.50	126.600

6% Whey powder and 17 Bird/m ²	129.50	4.09	58.30	46.90	87.50	122.200
SEM	4.190	0.189	3.021	3.147	3.378	4.273
P-value	0.07	0.773	0.275	0.122	0.791	0.305
پودر آب پنیر و گلوتن ذرت و تراکم جمعیت Whey Powder and Corn gluten and Stock Density						
0% Whey powder and 0% Corn gluten and 13 Bird/m ²	130.00	4.12	50.00	55.20	94.20	120.40
0% Whey powder and 0% Corn gluten and 17 Bird/m ²	136.40	3.86	63.60	47.20	90.20	124.60
6% Whey powder and 0% Corn gluten and 13 Bird/m ²	122.80	3.96	56.20	43.60	90.60	123.80
6% Whey powder and 0% Corn gluten and 17 Bird/m ²	143.60	4.16	66.80	52.80	87.40	128.60
0% Whey powder and 3% Corn gluten and 13 Bird/m ²	128.00	4.38	51.20	58.80	89.20	126.60
0% Whey powder and 3% Corn gluten and 17 Bird/m ²	128.00	4.06	59.60	42.80	89.20	121.60
6% Whey powder and 3% Corn gluten and 13 Bird/m ²	135.20	4.08	54.60	53.80	89.40	126.60
6% Whey powder and 3% Corn gluten and 17 Bird/m ²	130.40	4.12	57.00	57.00	58.80	122.80
SEM	5.925	0.267	0.273	4.451	4.777	6.044
P-value	0.24	0.895	0.805	0.752	0.746	0.972

a-c: حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی دار ($P < 0.05$) است. CHOL: کلسترول، TP: پروتئین کل، HDL: لیپید با چگالی بالا، LDL: لیپید با چگالی پایین، TG: تری گلیسرید، GLU: گلوکز، SEM، میانگین خطای استاندارد.

a-c Means within the same row indicated by different letters are significantly different ($p < 0.05$).

CHOL: cholesterol, TP: Total protein, HDL: High density lipoprotein, LDL: Low density lipoprotein, TG: Triglyceride, GLU: Glucose

نتیجه گیری کلی

پژوهش حاضر، نشان داد که استفاده از پودر آب پنیر و گلوتن ذرت، همراه با مدیریت متراکم گله، می تواند تأثیرات مثبتی بر عملکرد رشد و برخی شاخص های متابولیکی جوجه های گوشتی سویه آرین داشته باشد. به ویژه، پودر آب پنیر و تراکم گله به طور معنی داری مصرف خوراک و شاخص های رشد را بهبود بخشیدند، در حالی که، ترکیب گلوتن ذرت با تراکم گله، باعث کاهش سطح LDL خون شد، که می تواند نشان دهنده ارتقای سلامت متابولیکی باشد. نتایج کلی، حاکی از این است که، تنظیم همزمان ترکیب تغذیه ای و شرایط محیطی می تواند به بهبود بهره وری و سلامت جوجه های گوشتی کمک کند. این یافته ها می تواند راهنمای مناسبی برای بهینه سازی روش های تغذیه و پرورش، در صنعت مرغداری باشد. به طور کلی یافته های این پژوهش، نشان داد، استفاده از سطوح ۶ درصد پودر آب پنیر و ۳ درصد گلوتن ذرت، در شرایط تراکم ۱۷ قطعه در مترمربع می تواند باعث بهبود عملکرد جوجه های گوشتی سویه آرین شود.

منابع

1. Aghaei, A., Tabatabaei, S., Chaji, M., & Nazari, M. (2010). Effect of dried whey prebiotics and probiotics in laying hens performance and intestinal flora. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9, 1996-2000. <https://doi.org/10.3923/javaa.2010.1996.2000>
2. Arian Broiler Breeding Guide, Arian Line Chicken Training, Research and Development Working Group, National Committee for the Revival of Arian Line Chicken, (December 2010). (in Persian)

3. Boontiam, W., Sangsoponjit, S., & Klompanya, A. (2019). Effects of Dietary Crude Protein Level and Stocking Density on Growth Performance, Nutrient Retention, Blood Profiles, and Carcass Weight of Growing-Meat Quails. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 9(4), 755-762.
4. Corrier, D., Hinton, A., Ziprin, R., & De Loach, J. (1990). Effect of dietary lactose on Salmonella colonization of market-age broiler chickens. *Avian Disease*. 34, 668-676. <https://doi.org/10.2307/1591262>
5. Costa, H. D. A., Vaz, R. G. M. V., Silva, M. C. D., Rodrigues, K. F., Sousa, L. F., Bezerra, L. D. S., & Oliveira, M. F. D. (2020). Performance and meat quality of broilers chicken reared on two different litter materials and at two stocking densities. *British Poultry Science*, 62(3), 396-403. <https://doi.org/10.1080/00071668.2020.1864810>
6. Dastar, B., Khaksefidi, A., and Mostafalo, Y. (2008). The effect of tepax probiotic and protein level on broilers performance. *Journal of Science and Technology of Agricultural and Natural Resources*, 12, 449-459.
7. Dozier, W. A., Thaxton, J. P., Branton, S. L., Morgan, G. W., Miles, D.M., Roush, W., Lott, B. & Vizzier-Thaxton, Y. (2005). Stocking density effects on growth performance and processing yields of heavy broilers. *Poultry Science*, 84 (8):1332–1338. <https://doi.org/10.1093/ps/84.8.1332>
8. 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>
9. Fallah, R. (2016). Productive performance, carcass trait and blood parameters of broiler chickens fed different levels of dried whey and protexin probiotic. *International Journal of Basic Sciences and Applied Research*, 5 (4), 240-247.
10. Feddes, J. J., Emmanuel, E. J. & Zuidhoft, M. J. (2002). Broiler performance, body weight variance, feed and water intake, and carcass quality at different stocking densities. *Poultry Science*, 81(6), 774-779. <https://doi.org/10.1093/ps/81.6.774>
11. Gholami, M., Chamani, M., Seidavi, A., Sadeghi, A. A., & Aminafschar, M. (2020). Effects of stocking density and environmental conditions on performance, immunity, carcass characteristics, blood constituents, and economical parameters of cobb 500 strain broiler chickens. *Italian Journal of Animal Science*. 19(1): 524-535. <https://doi.org/10.1080/1828051x.2020.1757522>
12. Gregory, D., Judith, K., & Lois, D. (1999). Handbook of dairy foods and nutrition, second edition. Page 31. <https://doi.org/10.1201/9781420050189.ch3>
13. 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. *Archive of Animal Nutrition*, 56:131-139. <https://doi.org/10.1080/00039420214186>
14. Hasanabadi, A., & Poorabri, M. M. (2009). Studying the effect of Stock density on performance, some blood metabolites and carcass indices of male broiler chickens. *Animal Science Research (Agriculture Science)*, 19 (1) 137-155. (In Persian)
15. Houshmand, M., Azhar, K., Zulkifli, I., Bejo, M., & Kamyab, A. (2012). Effects of prebiotic, protein level, and stocking density on performance, immunity, and stress indicators of broilers. *Poultry Science*, 91(2), 393-401. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-01050>
16. 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>
17. 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>
18. 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>
 19. Long, S. F., Xu, Y. T., Pan, L., Wang, C. L., Wu, Y. Y., Han, Y. M., Yun, C. H., & Piao, X. S. (2018). Mixed organic acids as antibiotic substitutes improve performance serum immunity, intestinal morphology and microbiota for weaned piglets. *Animal Feed Science. Technol.* 235, 23-32. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.08.018>
 20. 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>
 21. Mehri, M., Zareshahne, A. & Sami, A.H. (2004). Effects of using whey powder on broiler performance. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 4,35: 1007-1013 (in Persian).
 22. Mirfendereski ‘E., & Jahanian. R. (2015). Effects of dietary organic chromium and vitamin C supplementation on performance ‘immune responses ‘blood metabolites‘ and stress status of laying hens subjected to high stocking density. *Poultry Science*. 94: 281-288. <https://doi.org/10.3382/ps/peu074>
 23. Molnar, A., Dublec, F., Pal, L., Wagner, L., Hess, C., Hess, M., Husveth, F., & Dublec, K.(2018). Soluble nondigestible carbohydrates improve intestinal function and increase cecal coliform load in broiler chickens. *Journal of Animal Physiology and Nutrition*. 2018, 102, 1615-1624. <https://doi.org/10.1111/jpn.12985>
 24. 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.
 25. Patel, I. (2015). Emerging trends in nutraceutical application of whey protein and its derivatives. *Journal of Food Science Technology*, 52, 6847-6858. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-1894-0>
 26. Pineda-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 journal*, 12, 692-700. <https://doi.org/10.1017/s1751731117002208>
 27. 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.
 28. 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.
 29. Smithers, G. W. (2015). Whey-ing up the options- Yesterday, today and tomorrow. *International Dairy journal*, 48, 2-14. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2015.01.011>
 30. Smitizis, P., Kalogeraki, E, M Goliomytis, M., Charismiadou, M., Triantaphyllopoulos, K., Ayoutanti, A., Niforou, K., Hager-Theodorides, A., Deigeorgis, S. (2012). Impact of stocking density on broiler growth performance, meat characteristics, behavioural components and indicators of physiological and oxidative stress. *British Poultry Science*, 53(6), 721-730. <https://doi.org/10.1080/00071668.2012.745930>
 31. Statistical Analysis Systems Institute (SAS). (2004). SAS version 9.4. SAS Institute Inc., Cary. NC. USA.

32. Taherpour, K., Moravej, H., Shivazad, M., adibmoradi, M., & Yakhchali, B. (2009). Effect of dietary probiotic, prebiotic and butyric acid glycerides on performance and serum composition in broiler chickens. *African journal of biotechnology*, 8(10), pp.2329-2334, 18 May, 2009, ISSN1684-5315 2009 Academic journals.
33. Vargas-Rodriguez, L., Duran-Melendez, L., Garcia-Masias, J., Arcos-Garcia, J., Joaquin-Torres, B. and Ruelas-Inzunza, M. (2013). Effect of probiotic and population density on the growth performance and carcass characteristics in broiler chickens. *International Journal of Poultry Science*, 12(7), 390-395. <https://doi.org/10.3923/ijps.2013.390.395>
34. Verspecht, A., Vanhonacher, F., Varbeke, W., Zoons, J., & Van Huylenbroeck, G. (2011). Economic impact of decreasing stocking densities in broiler production in Belgium. *Poultry Science*. 90(8), 1844-1851. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-01277>
35. Zhang, H., Piao, X., Zhang, Q., Li, P., Yi, J., Liu, J., Li, Q. & Wang, G. (2013). The effects of Forsythia suspensa extract and berberine on growth performance, immunity, antioxidant activities, and intestinal microbiota in broilers under high stocking density for sythia suspensa extract and berberine alleviated stress. *Poultry Science*, 92(8), 1981-1988. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03081>