Effect of Whey Powder and Corn Gluten on Performance, Carcass Characteristics and Intestinal Morphology of Arian Strain Broiler Chickens

Hassan Azizabadi [1*], Seyed Mohammad Hoseini[2], Mohammad Hassan Fathi Nasari[3], Zahra Tahami[4], Mohammad Bagher Montazar Torbati[2]

1-Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran.
2- Expert of Khorasan Razavi Agricultural Research Center
([*]Corresponding author: hassan.azizabadi@Birjand.ac.ir)
https://doi.org/10.22067/ijasr.2026.99734.1319

Introduction: In the poultry industry, the use of alternative and cost-effective protein sources is of great importance for improving the growth performance and gastrointestinal health of broiler chickens. The small intestine is a metabolically active tissue vital for animal development and growth and in chicks, it determines post-hatch growth potential, and numerous factors can influence its development. Whey powder, a by-product of the cheese-making industry, contains high-quality proteins, lactose, and bioactive compounds that can enhance growth performance by improving gut microbiota and increasing nutrient absorption. Corn gluten is also a by-product of corn wet-milling plants. The corn wet-milling process and the nutrient composition of the bran and concentrated corn steep liquor determine the structure of corn gluten feed, as well as the energy and protein content of this feed ingredient. Although corn gluten is considered a potential feed source for poultry, including broilers, turkeys, and laying hens, it remains relatively unfamiliar to Iranian producers. Therefore, given the domestic production of this product within the country's food industry and the strategic emphasis on utilizing available resources for feed supply, there was a recognized need to investigate the effects of its use. Given the lack of sufficient information regarding the simultaneous use of whey powder and corn gluten in poultry diets and their effects on carcass characteristics and intestinal morphology, the aim of this experiment was to investigate the interactive effects of whey powder and corn gluten on growth performance, internal and external carcass characteristics, relative length of the gastrointestinal tract, and small intestine morphology.

Materials and Methods: In this experiment, 585 one-day-old male Arian broiler chicks were used. The study was conducted as a completely randomized design with a 3×3 factorial arrangement, involving 9 treatments, 5 replicates per treatment, and 13 chicks per replicate, starting from one day of age. The experimental treatments included: Treatment 1 (0% whey powder and corn gluten), Treatment 2 (3% whey powder), Treatment 3 (6% whey powder), Treatment 4 (3% corn gluten), Treatment 5 (6% corn gluten), Treatment 6 (3% whey powder and 3% corn gluten), Treatment 7 (3% whey powder and 6% corn gluten), Treatment 8 (6% whey powder and 3% corn gluten), and Treatment 9 (6% whey powder and 6% corn gluten). 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. Performance traits, including feed intake, body weight gain and feed conversion ratio, were measured periodically. To measure carcass-related traits, two birds were selected from each experimental unit at the end of the rearing period; following slaughter via neck severance, the birds were de-feathered and their carcasses dissected. To assess variations in the relative weights of carcass components and carcass yield, the breast, thighs, wings, back and neck, liver, fat, spleen, gizzard, proventriculus, pancreas, and heart were weighed, and their relative weights were calculated in relation to the birds live weight.To examine intestinal morphological characteristics,

two birds were slaughtered at 45 days of age, and their carcasses were eviscerated. Subsequently, a two-centimeter segment of tissue from the mid-jejunum of each slaughtered bird was excised. the samples were fixed in 10% formalin. Morphological parameters including villus height, villus width, crypt depth, and the villus height-to-crypt depth ratio were calculated. Additionally, the relative lengths of the intestine and its various segments (duodenum, jejunum, and ileum) were measured using a graduated ruler.

Results and discussion: The results indicated that the simultaneous inclusion of 6% whey powder and 3% corn gluten significantly increased the yields of the carcass, breast, thighs, wings, and back-neck; however, no significant differences were observed regarding other carcass components such as the liver, fat, spleen, gizzard, proventriculus, pancreas, and heart among the treatment groups receiving varying levels of whey powder and corn gluten. The interaction effects between these two feed ingredients on average body weight and feed conversion ratio were not significant. Furthermore, the relative length and morphology of the small intestine in the broiler chickens were not significantly affected by the interaction between whey powder and corn gluten. One of the primary reasons for this lack of effect is the relatively low level of high-quality protein intake. The intake level in the present study was likely below the threshold required to affect intestinal epithelial cells; consequently, the only significant effect observed was on the length of the duodenum.Whey powder is a rich source of high quality proteins particularly essential amino acids such as leucine, isoleucine, and valine which play a key role in muscle protein synthesis. Corn gluten, with its high protein content and diverse amino acid profile, also serves as a suitable supplement for dietary rations. Combining these two protein sources ensures a superior supply of essential amino acids for muscle growth, Breast and thigh muscles are directly linked to muscle growth and protein synthesis; consequently, increased levels of amino acids and digestible protein have a direct impact on them. In contrast, internal organs such as the liver, spleen, and pancreas are governed more by genetic and physiological factors, making their growth rates less sensitive to dietary changes compared to muscle tissue. The findings suggest that the use of whey powder and corn gluten at levels of 3% and 6% can improve growth performance and carcass yield proportions.

Conclusion: Based on the results of the present study, the combined dietary inclusion of 6% whey powder and 3% corn gluten significantly increased carcass yield and the weights of major carcass components, including the breast, thigh, and back-neck.These findings indicate that the simultaneous use of whey powder and corn gluten can substantially improve performance, quantitative carcass characteristics, whereas the dietary combination has a limited effect on internal carcass traits and organs. the relative length and morphology of the small intestine in the broiler chickens were not significantly affected by the interaction between whey powder and corn gluten. Therefore, this combination can serve as an effective nutritional strategy to enhance carcass yield and optimal growth in broiler chickens without adversely affecting the quality of internal carcass components.

Keywords: Corn gluten, whey powder, carcass characteristics, intestinal morphology, Arian strain

تاثیر پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت بر عملکرد، خصوصیات لاشه و ریخت‌شناسی روده جوجه‌های گوشتی سویه آرین

حسن عزیزآبادی[1*]، سید محمد حسینی[1]، محمدحسن فتحی نسری[1]، زهرا تهامی[2]،

محمّدباقر منتظر تربتی [1]

تاریخ دریافت:۱۴۰۵/۰۴/۲۶
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۷/۲۶
تاریخ پذیرش:۱۴۰۵/۰۷/۱۷

۱- گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
۲-کارشناس مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان رضوی
(*نویسنده مسئول: Hassan.azizabadi@birjand.ac.ir
https://doi.org/10.22067/ijasr.2026.99734.1319

چکیده

این آزمایش با هدف بررسی تاثیر استفاده از سطوح مختلف پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت، بر عملکرد، اجزای لاشه و ریخت شناسی روده باریک جوجه‌های گوشتی انجام شد. تعداد ۵۸۵ قطعه جوجه‌خروس یک روزه سویه آرین در قالب طرح کاملا تصادفی با آرایش فاکتوریل ۳×۳ با نه تیمار، پنج تکرار و سیزده قطعه پرنده در هر تکرار در ۴۵ واحد آزمایشی توزیع شدند. تیمارهای آزمایشی شامل سطوح صفر (شاهد)، ۳ و ۶ درصد پودر آب‌پنیر و صفر، ۳ و ۶ درصد گلوتن ذرت در جیره بودند که از ابتدا تا ۴۵ روزگی در اختیار جوجه‌ها قرار گرفتند. نتایج نشان داد، افزودن ۶ درصد پودر آب‌پنیر به جیره جوجه‌های گوشتی سویه آرین باعث افزایش معنی‌دار وزن بدن و مصرف خوراک شد. استفاده همزمان ۳ درصد پودر آب‌پنیر و ۶ درصد گلوتن ذرت، بازده لاشه، سینه، ران‌ها، بال‌ها و پشت و گردن را به طور معنی‌داری افزایش داد، اما بر روی سایر اجزای لاشه جوجه‌های گوشتی شامل کبد، چربی، طحال، سنگدان، پیش معده، پانکراس و قلب در بین تیمارهایی که دارای سطوح مختلف پودر آب پنیر و گلوتن ذرت بود تفاوت معنی‌داری نداشت. طول نسبی و ریخت‌شناسی روده باریک جوجه‌های گوشتی هم تحت تاثیر معنی‌دار اثرات متقابل پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت قرار نگرفت. نتایج نهایی این که استفاده از پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت در سطح ۶ و ۳ درصد می‌تواند باعث بهبود عملکرد رشد و نسبت‌های لاشه جوجه گوشتی سویه آرین شود.

کلمات کلیدی: گلوتن ذرت، پودر آب‌پنیر، خصوصیات لاشه، ریخت‌شناسی روده، سویه آرین

مقدمه

کمبود مواد خوراکی مهمترین مشکلی است که در مسیر پیشرفت صنایع طیور در بیشتر نقاط جهان وجود دارد، زیرا نه تنها در نرخ رشد پرندگان دخالت دارند، بلکه از اهمیت اقتصادی بالایی در پرورش طیور تجاری برخوردار هستند (Farrell., 2013). تغذیه بهینه، مهمترین راهکار برای کاهش هزینه‌های تولید در این صنعت است، لذا توجه و دقت، در تنظیم جیره مناسب با احتیاجات و شرایط پرنده، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Beski *et al*., 2015). در صنعت پرورش طیور، استفاده از منابع پروتئینی جایگزین و اقتصادی به‌منظور بهبود عملکرد رشد و سلامت دستگاه گوارش جوجه‌های گوشتی اهمیت فراوانی دارد. روده کوچک، یک بافت فعال متابولیکی است که برای توسعه و رشد حیوانات حیاتی است و در جوجه‌ها مسئول پتانسیل رشد، پس از تفریخ می‌باشد و بسیاری از عوامل می‌توانند بر رشد روده تاثیر بگذارند (Hao *et al*., 2010). در شرایط

طبیعی پرورش جوجه گوشتی، جمعیت میکروبی دستگاه گوارش که در ایجاد مقاومت به عوامل بیماریزا نقش مهمی دارد، از والدین و محیط به جوجه منتقل می‌شود. اما سیستم صنعتی پرورش طیور، محیط استریل جوجه‌کشی و جداسازی جوجه‌ها از والدین که امری اجتناب ناپذیر می باشد، تشکیل جمعیت میکروبی مجرای گوارشی را در جوجه‌ها به تأخیر می‌اندازد و به همین علت جوجه‌ها نسبت به باکتری‌های بیماری‌زا بسیار حساس شده‌اند (Khan *et al*., 2013). پودر آب‌پنیر، به‌عنوان محصول جانبی صنعت پنیرسازی، حاوی پروتئین‌های با کیفیت بالا، لاکتوز و مواد زیست‌فعال است که می‌تواند با بهبود فلور میکروبی روده و افزایش جذب مواد مغذی، عملکرد رشد را ارتقاء دهد (Awad *et al*., 2009). مطالعات نشان داده‌اند که افزودن۱ تا ۲ درصد آب‌پنیر به جیره غذایی جوجه‌های گوشتی می‌تواند وزن بدن را به‌طور معنی‌داری افزایش داده و سلامت روده را بهبود بخشد.

گلوتن ذرت نیز یکی از محصولات جانبی کارخانه‌های آسیاب مرطوب ذرت است. فرآیند آسیاب مرطوب ذرت و ترکیبات مواد مغذی موجود در سبوس و خیساب غلیظ شده ذرت، تعیین کننده ساختار خوراک گلوتن ذرت و میزان انرژی و پروتئین موجود در این ماده خوراکی هستند. محتوای انرژی گلوتن ذرت با توجه به گونه و فرآوری آن متفاوت است. محتوای انرژی قابل متابولیسم به ترتیب در حدود ۹۲، ۷۱و ۵۲ درصد برای گاو، خوک و طیور است (Loy *et al*., 2019). میزان انرژی ذرت بسیار بالاست (۲۴۰۰ تا ۳۳۰۰ کیلوکالری) و معمولا به تنهایی بزرگ‌ترین منبع انرژی جیره محسوب می‌شود، دلیل این انتخاب، اقتصادی بودن، قابلیت هضم و ارزش تغذیه‌ای بالای آن است (Chogan, 2012). تحقیقات نشان داده است که افزودن ۵ تا ۱۰ درصد گلوتن ذرت به جیره غذایی می‌تواند به‌طور معنی‌داری باعث افزایش وزن بدن، کاهش مصرف خوراک و بهبود ضریب تبدیل غذایی شود (Saleh *et al*., 2019).

استفاده از سطوح ۳، ۶ و ۹ درصد کنجاله گلوتن ذرت در جیره جوجه‌های گوشتی باعث بهبود عملکرد شده است (Hasanzadeh *et al*., 2014) . با وجود اینکه گلوتن ذرت یکی از منابع خوراکی بالقوه برای طیور از جمله جوجه‌گوشتی، بوقلمون و مرغ تخم‌گذار به شمار می‌رود، این ماده برای پرورش‌دهندگان ایرانی کم‌تر شناخته شده است. لذا با توجه به تولید این فرآورده در صنایع غذایی کشور و رویکرد استفاده از منابع موجود برای تامین خوراک، نیاز به پژوهش درباره اثرات استفاده از آن احساس می‌شد. بر اساس پژوهش‌ها و بررسی‌های به عمل آمده، تاکنون اطلاعاتی از تاثیر سطوح مناسب پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت برای سویه آرین موجود نمی باشد. ترکیب این دو می‌تواند یک جیره متعادل با انرژی و پروتئین کافی (گلوتن ذرت) و با کیفیت (پودر آب‌پنیر) فراهم کند. بنابراین هدف از انجام پژوهش حاضر ارزیابی تأثیر استفاده همزمان پودر آب پنیر و گلوتن ذرت در جیره مرغ گوشتی سویه آرین بر شاخص‌های عملکردی، ویژگی‌های لاشه، ریخت‌شناسی روده جوجه‌های گوشتی و ارزیابی اقتصادی جیره‌ها بود.

مواد و روش ها

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 ۵۸۵ قطعه جوجه‌گوشتی نر یک‌روزه سویه آرین استفاده شد. آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با ساختار فاکتوریل ۳×۳ شامل سه سطح پودر آب‌پنیر (۰، ۳ و ۶ درصد) و سه سطح گلوتن ذرت (۰، ۳ و ۶ درصد) با نه تیمار، پنج تکرار و ۱۳ قطعه جوجه در هر تکرار انجام شد. در این آزمایش از ۴۵ واحد آزمایشی (پن) با طول و عرض ۱۰۰×۱۰۰ 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 جت‌هیتر گازی با توان ۵۰۰۰۰ کیلوکالری استفاده شد. برای بستر جوجه‌های گوشتی از رول کاغذی استفاده شد و قبل از جوجه‌ریزی، از آجر دودزای فرمالکس جهت ضدعفونی 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 شد. در ابتدای دوره پرورش دمای سالن ۲±۳۲ 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 آب‌پاشی می‌شد. رطوبت نسبی سالن در کل دوره پرورش حدود ۵۰ درصد تامین شد. برای تامین تهویه مورد نیاز از دو عدد هواکش ۵۰ در انتهای سالن استفاده شد. جهت تامین آب آشامیدنی، از آب شیرین لوله کشی شهری با سختی ۲۰۰ استفاده شد. برنامه واکسیناسیون مورد استفاده شامل ۷ روزگی دوگانه تزریقی نیوکاسل–آنفلوآنزا و قطره چشمی برونشیت، ۱۵ روزگی آشامیدنی نیوکاسل لاسوتا، ۲۰ روزگی آشامیدنی گامبورو و ۳۰ روزگی آشامیدنی نیوکاسل (یادآور) بود. تیمارهای آزمایشی شامل: تیمار یک (سطح صفر درصد پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت)، تیمار دو (سطح ۳ درصد پودر آب‌پنیر)، تیمار سه (سطح ۶ درصد پودر آب‌پنیر)، تیمار چهار (سطح ۳ درصد گلوتن ذرت)، تیمار پنج (سطح ۶ درصد گلوتن ذرت)، تیمار شش (سطح ۳ درصد پودر آب‌پنیر و ۳ درصد گلوتن ذرت)، تیمار هفت (سطح ۳ درصد پودر آب‌پنیر و ۶ درصد گلوتن ذرت)، تیمار هشت (سطح ۶ درصد پودر آب‌پنیر و ۳ درصد گلوتن ذرت)، تیمار نه (سطح ۶ درصد پودر آب‌پنیر و ۶ درصد گلوتن ذرت) بودند. در جداول ۱، ۲ و۳ به ترتیب، جیره‌های آزمایشی در دوره‌های آغازین (یک تا ۱۴ روزگی)، رشد (۱۵ تا ۲۴ روزگی) و پایانی (۲۵ تا ۴۵ روزگی) آورده شده است که از نظر انرژی قابل متابولیسم، پروتئین خام، کلسیم و فسفر قابل دسترس متعادل شدند.

پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت مورد استفاده

ترکیبات پودر آب‌پنیر مورد استفاده به ازای هر کیلوگرم شامل: ۱۰ درصد پروتئین‌خام، 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 منیزیوم و ۲۲۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی قابل سوخت و ساز بود. همچنین در این طرح، از گلوتن ذرت حاوی ۴۰ درصد پروتئین خام با انرژی قابل سوخت و ساز ۳۱۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم استفاده شد.

صفات مورد اندازه‌گیری

در پایان هر هفته، جوجه‌های هر تکرار به صورت گروهی و پس از دو ساعت محرومیت از خوراک، با ترازوی دیجیتال با دقت ۱۰± گرم توزین شدند. شاخص‌های عملکردی شامل خوراک مصرفی و افزایش وزن به صورت هفتگی ثبت شد و ضریب‌تبدیل خوراک، با استفاده از داده‌های افزایش وزن و خوراک مصرفی محاسبه شد. تلفات به صورت روزانه جمع‌آوری و توزین شدند. شاخص کارایی تولید اروپایی با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Awad *et al.*, 2008):

تعداد روز پرورش × ضریب تبدیل خوراک / میانگین وزن بدن × درصد ماندگاری = شاخص کارایی تولید اروپایی

برای ارزیابی اقتصادی جیره‌ها، هزینه خوراک مصرفی برای یک کیلوگرم افزایش وزن زنده در هر تیمار محاسبه و آنالیز شد (Rahmani *et al*., 2020). برای اندازه‌گیری صفات مربوط به لاشه، پس از پایان دوره پرورش (۴۵ روزگی)، از هر واحد آزمایشی، دو پرنده به صورت تصادفی انتخاب و پس از کشتار به روش قطع گردنی، پرکنی و تجزیه لاشه شدند. بررسی تغییرات وزن نسبی اجزای لاشه (کل لاشه، سینه، ران‌ها، بال‌ها، پشت و گردن) ، و وزن نسبی اندام‌های داخلی (کبد، چربی، طحال، سنگدان، پیش معده، پانکراس و قلب) به وزن زنده محاسبه شد.

برای بررسی ویژگی‌های ریخت‌شناسی روده، در سن ۴۵ روزگی از هر واحد آزمایشی، دو پرنده به صورت تصادفی انتخاب و به روش قطع گردنی ذبح و محتویات لاشه تخلیه شد. در ادامه، دو سانتی‌متر از بافت ناحیه میانی ژژنوم هر یک از پرندگان کشتار شده، برداشته و پس از شست و شو و خارج کردن محتویات آن با سرنگ حاوی سرم نمکی ۰/۹ درصد، در محلول فرمالین ۱۰ درصد تثبیت شد. برای آماده سازی نمونه‌های بافت روده، مراحل ابگیری، شفاف سازی و پارافینی شدن انجام شد. سپس برش‌هایی به ابعاد پنج میکرومتر از هر نمونه تهیه و روی لام قرار داده شد. در ادامه، رنگ‌آمیزی با هماتوکسیلین و ائوزین انجام و با کمک دوربین نصب شده روی میکروسکوپ نوری و نرم افزار EPIX XCAP، ویژگی‌های ریخت‌شناسی، شامل طول پرز، عرض پرز، عمق کریپت و نسبت طول پرز به عمق کریپت و سطح جذبی پرزها محاسبه شد (Uni *et al*., 2003). تعداد پرزهای مورد بررسی برای هر نمونه ۵ پرز و ۳ مقطع عرضی، جهت اندازه‌گیری انتخاب شد. میدان‌های میکروسکوپی نیز به صورت تصادفی برای تمامی نمونه‌ها انتخاب شد. برای اندازه‌گیری طول پرزها، فاصله بین پایه تا راس آن‌ها و برای اندازه‌گیری عرض پرز، فاصله بین طرفین پایه آن‌ها تعیین شد. برای اندازه‌گیری طول پرز و عرض پرز، توسط میکروسکوپ (SZM-2 ایتالیا، OPTICA)، از درشت نمایی ۴۰ برابر و برای عمق کریپت از درشت نمایی ۱۰۰ برابر استفاده شد (Bradley *et al*., 1994)

سطح جذبی پرزهای روده با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Sakamoto *et al*., 2000):

سطح جذبی پرزها = ۲π × (میانگین طول پرز) × (۲/ میانگین عرض پرز)

تعیین میزان عمق کریپت‌ها با اندازه‌گیری فاصله‌ی بین پایه‌ی پرزها تا پایین‌ترین ناحیه‌ی کریپت انجام شد. اندازه‌گیری فوق به صورت خطی و بر حسب میکرومتر و با استفاده از لنز مدرج انجام گرفت. همچنین طول نسبی روده و قسمت‌های مختلف روده (دئودنوم، ژژنوم و ایلئوم) با استفاده از یک خط کش مدرج اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

داده‌های حاصل پس از پردازش با Excel، با استفاده از نرم افزار SAS (Statistical Analysis Systems Institute, 2004) طرح کاملا تصادفی به روش فاکتوریل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و میانگین تیمارهای مختلف با روش توکی-کرامر در سطح خطای ۵ درصد مقایسه گردید. مدل آماری طرح به صورت ذیل می‌باشد:

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

که در این مدل:

Y_{ijk}**:** صفات مورد مطالعه جوجه‌های گوشتی

μ: میانگین صفت

W_i**:** اثر پودر آب‌پنیر

G_j: **ا**ثرگلوتن ذرت

$(W\times G)_{ij}$ **:** اثر متقابل پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت

e_{ijk}: اثر خطای آزمایشی

جیره‌های آزمایشی

در جدول ۱، مواد تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی جوجه‌های گوشتی سویه آرین در دوره آغازین (۱ تا ۱۴ روزگی) آورده شده است.

جدول ۱- مواد تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی جوجه های گوشتی سویه آرین در دوره آغازین (۱۴-۱ روزگی)

Table 1: Ingerdients and chemical composition of experimental diets for Arian strain broiler chickens in the Initial period (1 to 14 days)

اقلام خوراکی Ingredients	تیمار۱ Treatment1	تیمار۲ Treatment2	تیمار۳ Treatment3	تیمار۴ Treatment4	تیمار۵ Treatment5	تیمار۶ Treatment6	تیمار۷ Treatment7	تیمار۸ Treatment8	تیمار۹ Treatment9
پودر آب‌پنیر[1] Whey powder[2]	0	3	6	0	0	3	3	6	6
گلوتن ذرت[2] Corn gluten	0	0	0	3	6	3	6	3	6
ذرت Corn	52.72	49.39	45.89	53.24	52.97	49.88	50.24	46.36	46.73
کنجاله سویا Soybean meal	42.7	42.59	42.52	39.69	36.82	39.59	36.58	39.51	36.51
روغن سویا Soybean oil	0.69	1.29	1.94	0.25	0	0.85	0.40	1.49	1.05
کربنات کلسیم Calcium carbonat	0.91	0.9	0.89	1.01	1.17	1	1.1	0.99	1.09
دی کلسیم فسفات Di-ca- phosphate	1.59	1.52	1.45	1.46	1.53	1.39	1.26	1.32	1.2
نمک Nacl	0.25	0.18	0.18	0.25	0.30	0.18	0.18	0.18	0.18
سدیم بیکربنات Sodium bicarbonate	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
مکمل معدنی ویتامینه[3] Min-vit-premix[3]	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
دی ال متیونین DL-Met	0.26	0.27	0.29	0.29	0.31	0.30	0.32	0.31	0.33

لیزین هیدروکلراید Lys- HCL	0.12	0.10	0.10	0.06	0.15	0.07	0.16	0.09	0.18
کولین کلراید Choline chloride	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Chemical composition									
انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری بر کیلوگرم) Metabolizable energy(kcal/kg)	2870	2870	2870	2870	2870	2870	2870	2870	2870
پروتئین خام (درصد) Crude proteine(%)	22	22	22	22	22	22	22	22	22
لیزین (درصد) Lysine(%)	1.2	1.19	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18
متیونین+سیستئین(درصد) Met+Cys(%)	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88
ترئونین(درصد) Threonine(%)	0.77	0.76	0.75	0.73	0.70	0.72	0.69	0.71	0.68
تریپتوفان (درصد) Tryptophan(%)	0.27	0.26	0.26	0.25	0.24	0.25	0.23	0.25	0.23
کلسیم (درصد Calcium(%)	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
فسفر (درصد) Phosphorus(%)	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42

[1]پودر آب‌پنیر مصرفی به ازای هر کیلوگرم شامل: ۱۰ درصد پروتئین‌خام، 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 منیزیوم و ۲۲۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی قابل سوخت و ساز بود. [2] گلوتن ذرت مصرفی به ازای هر کیلوگرم جیره حاوی ۴۰ درصد پروتئین‌خام و ۳۱۰۰ کیلوکالری انرژی قابل سوخت و ساز می باشد. [3]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 بین المللی ویتامین A، ۸۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D_3، ۱۴۴۰۰ واحد بین المللی ویتامین E، ۷۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_1، ۲۶۴۰ میلی‌گرم ویتامین B_2، ۳۹۲۰ میلی‌گرم ویتامین B_3، ۱۱۷۶ میلی‌گرم ویتامین B_6، ۴۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_9، ۶ میلی‌گرم ویتامین B_{12}، ۴۰ میلی‌گرم بیوتین، و ۴۰۰ میلی‌گرم آنتی اکسیدان بود.

[1] 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.

[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 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 آرین در دوره رشد (۲۴ تا ۱۵ روزگی) آورده شده است.

جدول ۲- مواد تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی جیره های آزمایشی جوجه های گوشتی سویه آرین در دوره رشد (۲۴-۱۵ روزگی)

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

اقلام خوراکی Ingredients	تیمار۱ Treatment1	تیمار۲ Treatment2	تیمار۳ Treatment3	تیمار۴ Treatment4	تیمار۵ Treatment5	تیمار۶ Treatment6	تیمار۷ Treatment7	تیمار۸ Treatment8	تیمار۹ Treatment9
پودر آب‌پنیر[1] Whey powder[2]	0	3	6	0	0	3	3	6	6
گلوتن ذرت[3] Corn gluten	0	0	0	3	6	3	6	3	6
ذرت Corn	58.12	54.76	51.24	58.49	58.86	55.12	55.49	51.61	51.98
کنجاله سویا Soybean meal	36.73	36.62	36.55	33.73	30.72	33.62	30.62	33.55	30.54
روغن سویا Soybean oil	1.13	1.73	2.38	0.69	2.4	1.29	0.84	1.93	1.49
کربنات کلسیم Calcium carbonat	0.91	0.9	0.89	1.01	1.11	1	1.1	0.99	1.09
دی کلسیم فسفات Di-ca- phosphate	1.64	1.57	1. 5	1.51	1.38	1.44	1.32	1.38	1.25
نمک Nacl	0.25	0.18	0.18	0.25	0.25	0.18	0.18	0.18	0.18
سدیم بیکربنات Sodium bicarbonate	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
مکمل معدنی ویتامینه[3] Min-vit-premix[3]	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
دی ال متیونین DL-Met	0.31	0.32	0.33	0.35	0.35	0.34	0.37	0.36	0.38
لیزین هیدروکلراید Lys- HCL	0.15	0.16	0.18	0.33	0.33	0.25	0.34	0.26	0.35
کولین کلراید Choline chloride	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Chemical composition									
انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری بر کیلوگرم) Metabolizable energy(kcal/kg)	2950	2950	2950	2950	2950	2950	2950	2950	2950
پروتئین خام (درصد) Crude proteine(%)	20	20	20	20	20	20	20	20	20
لیزین (درصد) Lysine(%)	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18
متیونین+سیستئین(درصد) Met+Cys(%)	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88
ترئونین(درصد) Threonine(%)	0.69	0.68	0.67	0.66	0.62	0.65	0.61	0.64	0.60
تریپتوفان (درصد) Tryptophan(%)	0.24	0.23	0.23	0.22	0.20	0.22	0.20	0.22	0.20
کلسیم (درصد	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75

نسخه پیش انتشار

Calcium(%) فسفر (درصد) Phosphorus(%)	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38

[1]پودر آب‌پنیر مصرفی به ازای هر کیلوگرم شامل: ۱۰ درصد پروتئین‌خام، 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 منیزیوم و ۲۲۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی قابل سوخت و ساز بود. [2] گلوتن ذرت مصرفی به ازای هر کیلوگرم جیره حاوی ۴۰ درصد پروتئین‌خام و ۳۱۰۰ کیلوکالری انرژی قابل سوخت و ساز می باشد. [3]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 بین المللی ویتامین A، ۸۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D_3، ۱۴۴۰۰ واحد بین المللی ویتامین E، ۷۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_1، ۲۶۴۰ میلی‌گرم ویتامین B_2، ۳۹۲۰ میلی‌گرم ویتامین B_3، ۱۱۷۶ میلی‌گرم ویتامین B_6، ۴۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_9، ۶ میلی‌گرم ویتامین B_{12}، ۴۰ میلی‌گرم بیوتین، و ۴۰۰ میلی‌گرم آنتی اکسیدان بود.

[1] 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.

[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 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 جیره های آزمایشی جوجه های گوشتی سویه آرین در دوره پایانی (۴۵-۲۵ روزگی)

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

اقلام خوراکی Ingredients	تیمار۱ Treatment1	تیمار۲ Treatment2	تیمار۳ Treatment3	تیمار۴ Treatment4	تیمار۵ Treatment5	تیمار۶ Treatment6	تیمار۷ Treatment7	تیمار۸ Treatment8	تیمار۹ Treatment9
[1]پودر آب‌پنیر Whey powder[2]	0	3	6	0	0	3	3	6	6
[2]گلوتن ذرت Corn gluten	0	0	0	3	6	3	6	3	6
ذرت Corn	63.49	60.12	56.6	63.86	64.23	60.49	60.86	56.97	57.34
کنجاله سویا Soybean meal	30.74	30.63	30.56	27.74	24.73	27.63	24.63	27.55	24.55
روغن سویا Soybean oil	1.48	2.08	2.73	1.03	0.59	1.63	1.19	2.28	1.83
کربنات کلسیم Calcium carbonat	0.91	0.9	0.89	1.01	1.11	1	1.1	0.99	1.09
دی کلسیم فسفات Di-ca- phosphate	1.69	1.62	1.56	1.56	1.44	1.50	1.37	1.43	1.30
نمک Nacl	0.25	0.18	0.18	0.25	0.25	0.18	0.18	0.18	0.18
سدیم بیکربنات	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

Sodium bicarbonate									
مکمل معدنی ویتامینه[3]	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Min-vit-premix[3]									
دی ال متیونین	0.36	0.37	0.33	0.38	0.40	0.39	0.41	0.40	0.43
DL-Met									
لیزین هیدروکلراید	0.33	0.34	0.35	0.42	0.50	0.43	0.52	0.44	0.53
Lys- HCL									
کولین کلراید	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Choline chloride									
Chemical composition									
انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری بر کیلوگرم)	3025	3025	3025	3025	3025	3025	3025	3025	3025
Metabolizable energy(kcal/kg)									
پروتئین خام (درصد)	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Crude proteine(%)									
لیزین (درصد)	1.18	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	0.88
Met+Cys(%)									
ترئونین(درصد)	0.62	0.60	0.60	0.58	0.54	0.57	0.53	0.56	0.52
Threonine(%)									
تریپتوفان (درصد)	0.21	0.20	0.20	0.19	0.17	0.19	0.17	0.18	0.17
Tryptophan(%)									
کلسیم (درصد	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
Calcium(%)									
فسفر (درصد)	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Phosphorus(%)									

[1]پودر آب‌پنیر مصرفی به ازای هر کیلوگرم شامل: ۱۰ درصد پروتئین‌خام، 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 منیزیوم و ۲۲۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی قابل سوخت و ساز بود. [2] گلوتن ذرت مصرفی به ازای هر کیلوگرم جیره حاوی ۴۰ درصد پروتئین‌خام و ۳۱۰۰ کیلوکالری انرژی قابل سوخت و ساز می باشد. [3]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 بین المللی ویتامین A، ۸۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D_3، ۱۴۴۰۰ واحد بین المللی ویتامین E، ۷۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_1، ۲۶۴۰ میلی‌گرم ویتامین B_2، ۳۹۲۰ میلی‌گرم ویتامین B_3، ۱۱۷۶ میلی‌گرم ویتامین B_6، ۴۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_9، ۶ میلی‌گرم ویتامین B_{12}، ۴۰ میلی‌گرم بیوتین، و ۴۰۰ میلی‌گرم آنتی اکسیدان بود.

[1] 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.

[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 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.

نتایج و بحث

نسخه پیش انتشار

اثر تیمارهای آزمایشی بر شاخص‌های عملکردی و ارزیابی اقتصادی جیره‌ها

جدول ۴ اثرات اصلی و متقابل سطوح مختلف پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت بر شاخص‌های عملکردی و ارزیابی اقتصادی جیره‌های جوجه‌های گوشتی سویه آرین را نشان می‌دهد. نتایج اثرات اصلی نشان داد، وزن بدن و مصرف خوراک جوجه های گوشتی در هنگام استفاده از پودر آب‌پنیر در سطوح مختلف به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش نشان داد و سطح ۶ درصد گلوتن ذرت باعث کاهش معنی‌دار وزن بدن نسبت به تیمار شاهد گردید($P<۰/۰۵$). ضریب‌تبدیل خوراک، در تیمار حاوی ۶ درصد گلوتن ذرت به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($p<۰/۰۵$) و در تیمار حاوی ۶ درصد پودر آب‌پنیر کمترین میزان را داشت ($p<۰/۰۵$). بررسی اثرات متقابل بین این دو ماده خوراکی بر میانگین وزن بدن و مصرف خوراک معنی دار ($P<۰/۰۵$) و بر ضریب تبدیل خوراک معنی‌دار نبود ($P>۰/۰۵$). همچنین در مورد استفاده همزمان از این دو ماده خوراکی، نتایج اثرات متقابل نشان داد تیمار حاوی شش درصد پودر آب‌پنیر و سه درصد گلوتن ذرت (تیمار هشت)، به طور معنی‌داری وزن نهایی بالاتری داشتند ($P<۰/۰۵$). در حالی که با افزایش سطوح گلوتن ذرت در جیره، ضریب‌تبدیل خوراک افزایش یافت ($P<۰/۰۵$). شاخص تولید اروپایی در هنگام استفاده از سطوح مختلف پودر آب‌پنیر به طور معنی‌داری افزایش یافت ($P<۰/۰۵$). همچنین استفاده از سطوح مختلف گلوتن ذرت، شاخص تولید اروپایی را به‌طور معنی‌داری کاهش داد ($P>۰/۰۵$). نتایج اثرات متقابل نشان داد که همه تیمارهای آزمایشی شاخص تولید بالاتری نسبت به تیمار شاهد داشتند و تیمار حاوی ۶ درصد پودر آب‌پنیر بیشترین شاخص تولید را داشت. در استفاده ترکیبی از پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت بهترین نتایج مربوط به تیمار هشت (۶ درصد پودر آب‌پنیر و ۳ درصد گلوتن ذرت) بود. هزینه خوراک مصرفی به ازای هر کیلوگرم افزایش وزن تحت تاثیر معنی‌دار تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت ($P>۰/۰۵$). هرچند تیمار شاهد نسبت به سایر تیمارها بیشترین هزینه خوراک مصرفی را به صورت عددی نشان داد.

جدول ٤– اثرات تیمارهای آزمایشی بر شاخص‌های عملکردی و هزینه هر کیلوگرم افزایش وزن بدن جوجه‌های گوشتی سویه آرین در ۴۵ روزگی

Table 4: Effect of experimental treatments on performance characteristies and cost per kilogram body weight gain of broiler chickens at 45 days of age

اثرات effects	وزن پایانی (گرم) Final Weight (gr)	مصرف خوراک (گرم) Feed intake (gr)	ضریب تبدیل خوراک Feed Convertion Ratio	شاخص کارایی تولید اروپایی EPEF	هزینه هر کیلوگرم افزایش وزن بدن Cost per kg BWG
پودر آب‌پنیر Whey Powder					
0% Whey powder	2153.66^{c}	3995.66^{c}	1.89	253.46 ^{b}	36043
3% Whey powder	2268.66^{b}	4156.33^{b}	1.87	270.73 ^{ab}	36443
6% Whey powder	2376.66^{a}	4275.33^{a}	1.83	288.32 ^{a}	36446
SEM	16.103	8.468	0.030	5.182	588.525
P-value	0.0001	0.0001	0.35	0.0002	0.856
گلوتن ذرت Corn Gluten					
0% Corn gluten	2328.33^{a}	4131.66	1.81^{b}	286.73 ^{a}	36490

3% Corn gluten	2275.66[a]	4153.00	1.86[ab]	271.86 [ab]	36214
6% Corn gluten	2195.00[b]	4142.66	1.92[a]	253.93 [b]	36228
SEM	16.103	8.468	0.030	5.182	588.525
P-value	0.0001	0.218	0.04	0.0003	0.932
پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت Whey Powder and Corn Gluten					
0% Whey powder and 0%Corn gluten	2124.00[e]	3915.00[h]	1.88	251.10 [dc]	37116
3% Whey powder and 0%Corn gluten	2371.00[ab]	4155.00[de]	1.79	295.47 [ab]	36172
6% Whey powder and 0%Corn gluten	2490.00[a]	4325.00[a]	1.77	313.22 [a]	36180
0% Whey powder and 3%Corn gluten	2227.00[cde]	3993.00[g]	1.83	271.13 [bdc]	34735
0% Whey powder and 6%Corn gluten	2110.00[e]	4079.00[f]	1.98	237.93 [d]	36277
3% Whey powder and 3%Corn gluten	2247.00[cde]	4208.00[cde]	1.91	261.52 [bdc]	37162
3% Whey powder and 6%Corn gluten	2188.00[de]	4106.00[ef]	1.91	254.75 [bdc]	35996
6% Whey powder and 3%Corn gluten	2353.00[a]	4258.00[bc]	1.84	282.65 [abc]	36746
6% Whey powder and 6%Corn gluten	2287.00[bcd]	4243.00[bc]	1.89	268.77 [bdc]	36412
SEM	27.892	14.668	0.0525	8.975	1019.355
P-value	0.0005	0.0001	0.50		

a-g: حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار (P<۰/۰۵) است.

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

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 تغذیه شده با جیره حاوی شش درصد پودر آب‌پنیر و سه درصد گلوتن ذرت به‌طور قابل توجهی 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 به علت 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 و غیره، 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 موادمغذی شده و استفاده موثر از موادمغذی را افزایش می‌دهد (Gulsen *et al*., 2002). همچنین پودر آب‌پنیر، با داشتن ارزش بیولوژیکی بالا، ترکیبات زیست‌فعال و خاصیت پری‌بیوتیکی، نقش موثری در بهبود سلامت روده و عملکرد سیستم ایمنی دارد (Pineda-Quiroga *et al*., 2018). افزایش مصرف خوراک در اثر مصرف پودر آب‌پنیر احتمالاً به دلیل بهبود هضم و جذب موادمغذی ناشی از ترکیبات زیست‌فعال آب‌پنیر است (Patel., 2015). افزودن گلوتن ذرت به جیره تأثیر متفاوتی داشت؛ سطح ۶ درصد گلوتن ذرت باعث کاهش معنی‌دار میانگین وزن بدن و افزایش ضریب تبدیل خوراک

شد که می‌تواند نشان‌دهنده کاهش کارایی تبدیل خوراک به گوشت باشد. تصور می‌شود این اثر احتمالا می‌تواند ناشی از وجود عوامل ضدمغذی،کمبود اسیدهای‌آمینه ضروری، قابلیت هضم پایین‌تر و فیبر بالاتر در آن باشد که جذب موادمغذی را کاهش می‌دهد (Loy *et al*., 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 این حال، تعامل معنی‌داری بین پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت در ضریب تبدیل خوراک مشاهده نشد که نشان می‌دهد اثر هر کدام مستقل از دیگری است. ولی ترکیب ۶ درصد پودر آب‌پنیر و ۳ درصد گلوتن ذرت منجر به بالاترین وزن نهایی شد، که این می‌تواند نشان‌دهنده اثر هم‌افزایی احتمالی در بهبود رشد باشد. به نظر 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 حاوی۶ درصد پودر آب‌پنیر و سطح پایین تر گلوتن ذرت عملکرد بهتری را داشت احتمالا می‌تواند ناشی از 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). شاخص کارایی تولید اروپایی معیار بهتری برای اندازه‌گیری بازده اقتصادی جوجه های 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. افزایش معنی‌دار شاخص کارایی تولید اروپایی در اثر استفاده از سطوح مختلف پودر آب‌پنیر نشان می‌دهد که این ماده می‌تواند در بهبود بهره‌وری کلی گله مؤثر باشد. شاخص کارایی تولید اروپایی تابعی از عواملی همچون وزن بدن، افزایش وزن روزانه، ضریب تبدیل خوراک و میزان تلفات است؛ بنابراین، افزایش این شاخص می‌تواند بیانگر بهبود هم‌زمان یک یا چند مورد از این صفات باشد. در مقابل، کاهش معنی‌دار شاخص کارایی تولید اروپایی با افزایش سطح گلوتن ذرت نشان می‌دهد که افزایش میزان این ماده در جیره لزوماً موجب بهبود بهره‌وری تولید نمی‌شود. گلوتن ذرت اگرچه منبعی غنی از پروتئین و انرژی است، اما از نظر ترکیب اسیدهای آمینه، به‌ویژه لیزین و تریپتوفان، محدودیت‌هایی دارد. بنابراین، افزایش سطح آن در جیره در صورت عدم تعادل مناسب اسیدهای آمینه می‌تواند کارایی استفاده از پروتئین را کاهش داده و در نهایت بر عملکرد رشد و شاخص کارایی تولید اثر منفی داشته باشد. بیشترین شاخص کارایی تولید اروپایی در تیمار حاوی ۶ درصد پودر آب‌پنیر مشاهده شد که می‌تواند نشان‌دهنده مناسب بودن این سطح برای تأمین بخشی از نیازهای تغذیه‌ای پرنده باشد. در بین تیمارهای ترکیبی، تیمار ۸ شامل ۶ درصد پودر آب‌پنیر و ۳ درصد گلوتن ذرت، بالاترین شاخص کارایی تولید اروپایی را نشان داد. به نظر می‌رسد استفاده همزمان از این دو ماده در این سطح توانسته است ترکیب مناسبی از مواد مغذی را برای پرنده فراهم کند. عدم وجود اثر معنی‌دار تیمارهای آزمایشی بر هزینه خوراک مصرفی به ازای هر کیلوگرم افزایش وزن نشان می‌دهد که تغییر سطوح پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت در شرایط آزمایش حاضر، از نظر اقتصادی تفاوت آماری مشخصی ایجاد نکرده است. با وجود این، بالاتر بودن عددی هزینه خوراک در تیمار شاهد می‌تواند نشان دهد که بهبود عملکرد تولید در تیمارهای حاوی مواد آزمایشی تا حدی موجب استفاده اقتصادی‌تر از خوراک شده است. در زمان اجرای این طرح (۱۴۰۳) قیمت گلوتن ۲۰ هزارتومان و قیمت سویا ۴۰ هزار تومان بود که کاملا اقتصادی است. گلوتن ذرت یک منبع مهم پروتئین و اترژی 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 نهایتا استفاده از اسیدهای آمینه ضروری را در جیره کاهش دهند، همچنین در جیره های حاوی گلوتن ذرت، روغن کمتر، ذرت کمتر و سویای کمتری استفاده شده است و درنتیجه جیره ها ارزان تر شده است. از آنجا که هزینه خوراک به ازای هر کیلوگرم افزایش وزن حاصل تعامل قیمت جیره و میزان خوراک مصرفی و همچنین رشد حیوان است، تغییرات کوچک در هر یک از این مؤلفه‌ها می‌تواند بر مقدار نهایی هزینه اثرگذار باشد. بنابراین، اگرچه اختلاف مشاهده‌شده از نظر آماری معنی‌دار نبود، روند عددی موجود می‌تواند از نظر اقتصادی قابل توجه باشد و بررسی آن در شرایط تجاری و با در نظر گرفتن قیمت واقعی مواد اولیه می‌تواند اطلاعات دقیق‌تری درباره صرفه اقتصادی استفاده از پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت فراهم کند.

اثر تیمارهای آزمایشی بر خصوصیات لاشه

نتایج اثر تیمارهای آزمایشی بر وزن نسبی اجزای لاشه و اندام‌های داخلی به وزن زنده پرنده در جداول ۵ و ۶ نشان داده شده است. نتایج اثرات اصلی نشان داد که تیمارهای آزمایشی خصوصیات لاشه را به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار داد (P<۰/۰۵). سطوح مختلف پودر آب‌پنیر باعث افزایش معنی‌دار درصد سینه و ران گردید و سطح ۶ درصد گلوتن ذرت درصد سینه، ران و بازده لاشه را نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش داد (P<۰/۰۵). نتایج اثرات متقابل نشان داد که بازده لاشه، سینه، ران‌ها، بال‌ها و پشت گردن تحت تاثیر اثرات متقابل پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت قرار گرفته است (P<۰/۰۵). طبق جدول ۵، اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی بر بازده لاشه نشان داد که تیمار دریافت کننده ۳ درصد پودر آب‌پنیر به تنهایی و تیمار حاوی ۳ درصد پودر آب‌پنیر همراه با ۶ درصد گلوتن ذرت، در مقایسه با تیمار شاهد و تیمارهای دیگر به طور معنی‌داری درصد بازده لاشه بالاتری داشته است (P<۰/۰۵)؛ همچنین تیمار حاوی۳ درصد پودر آب‌پنیر و ۶ درصد گلوتن ذرت (به جز تیمارهایی که فاقد پودر آب‌پنیر بودند) در مقایسه با سایر تیمارهای آزمایشی به طور معنی‌داری وزن سینه را افزایش داد (P<۰/۰۵).

نتایج حاصل از تاثیر سطوح مختلف پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت بر وزن ران، نشان داد که تیمار ۳ درصد پودر آب‌پنیر و ۶ درصد گلوتن ذرت نسبت به سایر تیمارها به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد (P<۰/۰۵)، حال آن که در مقایسه با سایر تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). تفاوت معنی‌داری از نظر وزن بال بین تیمار شاهد با تیمار (بدون آب‌پنیر و ۶ درصد گلوتن ذرت) وجود ندارد، حال آن که در مقایسه با سایر تیمارهای آزمایشی به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد (P<۰/۰۵). بررسی اثرات متقابل در مورد پشت گردن نشان می‌دهد تیمارهای شاهد، تیمار ۳ درصد گلوتن ذرت، تیمار ۶ درصد گلوتن ذرت و تیمار ۳ درصد گلوتن ذرت و ۳ درصد پودر آب‌پنیر، در مقایسه با تیمارهای ۳ درصد پودر آب‌پنیر و ۶ درصد پودر آب‌پنیر، افزایش معنی‌داری پیدا کرد (P<۰/۰۵). در مورد وزن نسبی اندام‌های داخلی نظیر کبد، چربی، طحال، سنگدان، پیش معده، پانکراس و قلب اختلاف معنی‌داری را در بین تیمارها نشان نداد و تحت تاثیر اثرات اصلی و متقابل سطوح مختلف پودر آب پنیر و گلوتن ذرت قرار نگرفتند (P>۰/۰۵).

نتایج ازوجی (Azvaji., 2022)، نشان داد استفاده از سطوح مختلف پودر آب‌پنیر در جیره جوجه‌های گوشتی، موجب تغییر معنی‌داری در وزن نسبی لاشه، سینه، ران، پشت و گردن نسبت به تیمار شاهد نشد. اما به لحاظ عددی تیمار حاوی ۴ درصد پودر آب‌پنیر از وزن نسبی لاشه، ران و سینه بالاتری نسبت به سایر تیمارها برخوردار بود. مهری و همکاران (Mehry *et al*., 2004)و پوررضا و همکاران (purreza *et al*., 2003) نیز گزارش کردند پودر آب‌پنیر، اثری بر صفات لاشه نداشت که

با نتایج مطالعه حاضر مطابقت ندارد، که می‌تواند به علت تفاوت در سویه، سن پرنده، سطح مصرف پودر آب‌پنیر و ترکیب جیره باشد. همچنین قهاری کوچکسرایی و همکاران (Ghahhari koochacksaraei *et al*., 2018) نشان دادند که بین تیمار شاهد و تیمارهای حاوی گلوتن ذرت تفاوت معنی‌داری در اجزای لاشه شامل کبد، سنگدان و چربی محوطه بطنی وجود نداشت. همچنین در مطالعه ازوجی در سال ۱۴۰۱ درصد چربی محوطه شکمی، درصد لاشه، سنگدان، کبد، قلب و پانکراس تحت تاثیر سطوح مختلف گلوتن ذرت قرار نگرفتند که با یافته‌های این تحقیق مطابقت دارد. نتایج بدست آمده با نتایج حسن زاده و حسین خانی (Hassanzadeh seyedi *et al*., 2014) که نشان دادند استفاده از گلوتن ذرت تا سطح ۹ درصد باعث افزایش درصد چربی شکمی نسبت به تیمار شاهد می شود و همچنین با نتایج آزمایش رز و همکاران (Rose et al., 2003) که افزایش چربی لاشه در صورت استفاده از گلوتن ذرت نسبت به تیمار شاهد را گزارش کرده بودند همخوانی ندارد. این یافته‌ها برخلاف نتایج شبانی و دستار (Shabani *et al*., 2011) که گزارش کردند اجزای لاشه جوجه‌های گوشتی شامل ران و سینه تحت تاثیر سطوح مختلف گلوتن ذرت قرار نگرفته است می‌باشد. مطالعات نشان داده‌اند که افزودن پودر آب‌پنیر به جیره جوجه‌های گوشتی باعث بهبود عملکرد رشد شامل افزایش میانگین وزن روزانه، مصرف خوراک و درصد سینه شد (Sugiharto, 2021). همچنین، نتایج نشان داد افزودن گلوتن ذرت به جیره جوجه‌های گوشتی باعث بهبود خصوصیات لاشه می‌شود (Abhijeet *et al*., 2021).

پودر آب پنیر منبع غنی از پروتئین‌های با کیفیت بالا، به‌ویژه اسیدهای آمینه ضروری مانند لوسین، ایزولوسین و والین است که نقش کلیدی در سنتز پروتئین عضلانی دارند. این اسیدهای آمینه مستقیماً مسیرهای سنتز پروتئین عضله (muscle protein synthesis) را فعال می‌کنند و موجب افزایش رشد عضلات سینه و ران می‌شوند (Ashour *et al*., 2019). گلوتن ذرت نیز با محتوای پروتئینی بالا و اسیدهای آمینه متنوع، مکمل مناسبی برای جیره‌های غذایی است (Abhijeet *et al*., 2021). ترکیب این دو منبع پروتئینی موجب تأمین بهتر اسیدهای آمینه ضروری برای رشد عضلات می‌شود. عضلات سینه و ران به‌طور مستقیم با رشد و سنتز پروتئین عضلانی مرتبط هستند و افزایش اسیدهای آمینه و پروتئین قابل هضم، تأثیر مستقیمی بر آن‌ها دارد. اندام‌های داخلی مانند کبد، طحال، قلب و پانکراس بیشتر تحت کنترل ژنتیکی و فیزیولوژیکی هستند و میزان رشد آنها کمتر از عضلات، نسبت به تغییرات جیره غذایی حساس است (Golian *et al*, 1999). بازدهی قسمت های مختلف لاشه تا حدود زیادی به سن و ساختار ژنتیکی پرنده بستگی دارد و انتخاب جیره غذایی اثر خیلی کمی بر آن دارد (Shabani *et al*., 2011).

جدول ۵- اثر تیمارهای آزمایشی بر درصد اجزای لاشه به وزن زنده جوجه‌های گوشتی در سن ۴۵ روزگی

Table 5: Effect of experimental treatments on carcass characteristics of broiler chickens at 45 days of age (%)

اثرات effects	سینه Breast	ران thigh	بال wing	پشت و گردن Back and neck	بازده لاشه Carcass yield
پودر آب‌پنیر Whey Powder					
0% Whey powder	30.34^{b}	32.48^{b}	10.77^{b}	26.45^{a}	0.615^{a}
3% Whey powder	32.62^{a}	34.62^{a}	11.40^{a}	21.34^{b}	0.587^{b}
6% Whey powder	33.59^{a}	35.05^{a}	10.36b	20.98^{b}	0.615^{a}
SEM	0.311	0.397	0.145	0.638	0.003
P-value	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
گلوتن ذرت					

Corn Gluten					
0% Corn gluten	32.59[a]	35.15[a]	11.14[a]	21.10[b]	0.610[a]
3% Corn gluten	32.20[a]	34.44[a]	10.64b	21.88[b]	0.612[a]
6% Corn gluten	30.75[b]	32.56[b]	10.94[b]	25.79[a]	0.597[b]
SEM	0.311	0.397	00.145	0.638	0.003
P-value	0.0001	0.0002	0.0067	0.0001	0.006
پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت Whey Powder and Corn Gluten					
0% Whey powder and 0%Corn gluten	29.52[c]	33.07[bc]	11.44[ab]	25.95[ab]	0.612a[b]
3% Whey powder and 0%Corn gluten	30.88[bc]	31.94[c]	9.75[d]	27.41[a]	0.636[a]
6% Whey powder and 0%Corn gluten	30.62[bc]	32.43[c]	11.12[abc]	25.99[a]	0.599[abc]
0% Whey powder and 3%Corn gluten	33.92[a]	36.15[ab]	11.93[a]	17.98[d]	0.597[abc]
0% Whey powder and 6%Corn gluten	34.46[a]	35.77[ab]	11.10[abc]	18.65[d]	0.589[cd]
3% Whey powder and 3%Corn gluten	29.47[c]	31.93[c]	11.18[abc]	27.41[a]	0.576[c]
3% Whey powder and 6%Corn gluten	34.33[a]	36.22[a]	10.05[cd]	19.38[cd]	0.620[a]
6% Whey powder and 3%Corn gluten	34.27[a]	35.61[ab]	10.53[bcd]	19.58[bcd]	0.610[ab]
6% Whey powder and 6%Corn gluten	32.17[ab]	33.33[abc]	10.51[bcd]	23.97[abc]	0.615[ab]
SEM	0.539	0.688	0.252	1.106	0.005
P-value	0.0001	0.035	0.0013	0.0004	0.007

a-d: حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) است.

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

جدول ٦- اثر تیمارهای آزمایشی بر درصد اندام‌های داخلی به وزن زنده جوجه گوشتی در سن ۴۵ روزگی

Table 6: Effect of experimental treatments on carcass characteristics of broiler chickens at 45 days of age (%)

اثرات effects	کبد liver	چربی fat	طحال spleen	سنگدان gizzard	پیش معده prestomach	پاتکراس pancreas	قلب heart
پودر آب‌پنیر Whey Powder							
0% Whey powder	2.08	1.30	0.05	1.63	0.56[a]	0.20	0.47
3% Whey powder	1.94	1.24	0.04	1.54	0.52[ab]	0.17	0.47
6% Whey powder	2.09	1.23	0.05	1.51	0.48[b]	0.16	0.48
SEM	0.066	0.077	0.006	0.045	0.016	0.013	0.018
P-value	0.210	0.818	0.631	0.162	0.005	0.089	0.079
گلوتن ذرت Corn Gluten							
0% Corn gluten	2.08	1.32	0.05	1.56	0.51	0.19	0.47
3% Corn gluten	2.08	1.31	0.04	1.51	0.54	0.17	0.46
6% Corn gluten	1.94	1.14	0.05	1.60	0.51	0.17	0.49
SEM	0.066	0.077	0.006	0.045	0.016	0.013	0.018
P-value	0.248	0.212	0.479	0.444	0.414	0.611	0.538
پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت Whey Powder and Corn Gluten							
0% Whey powder and 0%Corn gluten	2.21	1.50	0.07	1.67	0.54	0.21	0.46
3% Whey powder and 0%Corn gluten	1.99	1.20	0.04	1.51	0.59	0.22	0.47
6% Whey powder and 0%Corn gluten	2.03	1.19	0.05	1.70	0.56	0.18	0.48
0% Whey powder and 3%Corn gluten	2.03	1.31	0.04	1.52	0.49	0.19	0.49

0% Whey powder and 6%Corn gluten	2.00	1.23	0.04	1.54	0.55	0.15	0.44
3% Whey powder and 3%Corn gluten	1.78	1.19	0.05	1.54	0.52	0.16	0.47
3% Whey powder and 6%Corn gluten	2.00	1.16	0.06	1.47	0.49	0.16	0.48
6% Whey powder and 3%Corn gluten	2.25	1.49	0.05	1.49	0.48	0.15	0.46
6% Whey powder and 6%Corn gluten	2.02	1.06	0.04	1.55	0.47	0.17	0.51
SEM	0.114	0.133	0.11	0.078	0.028	0.022	0.032
P-value	0.312	0.205	0.473	0.688	0.752	0.64	0.869

اثر تیمارهای آزمایشی بر طول نسبی و ریخت‌شناسی روده باریک

اثرات سطوح مختلف پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت بر خصوصیات روده باریک، در جداول ۷ و ۸ نشان داده شده است. نتایج نشان داد، وزن نسبی روده، طول ژژنوم و طول ایلئوم تحت تاثیر معنی‌دار تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (P>۰/۰۵). طول نسبی دئودنوم تحت تاثیر معنی‌دار تیمارهای آزمایشی قرار گرفت (P<۰/۰۵). همچنین طول پرز، عرض پرز، عمق کریپت، نسبت طول پرز به عمق کریپت و سطح جذبی روده در ژژنوم، نیز تحت تاثیر معنی‌دار تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (P>۰/۰۵). در خصوص سایر پارامترها، به نظر می‌رسد میزان پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت جیره، در آزمایش حاضر در حدی نبوده است که شاخص‌های روده را به طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار دهد.

یکی از دلایل اصلی این عدم تأثیر، سطح نسبتاً پایین مصرف پروتئین با کیفیت بالا است. مطالعات نشان داده‌اند که برای تحریک تغییرات ریخت‌شناسی روده، نیاز به مقدار کافی پروتئین و اسیدهای‌آمینه قابل‌هضم است و افزودن مقادیر پایین (مثلاً کمتر از ۴٪ پودر آب‌پنیر)، معمولاً تغییرات قابل توجهی در طول یا ساختار پرزها ایجاد نمی‌کند. سطح مصرف در مطالعه حاضر احتمالاً زیر آستانه لازم برای اثرگذاری بر سلول‌های اپیتلیال روده بوده است، بنابراین تنها اثر معنی‌دار بر طول دئودنوم مشاهده شد. همچنین، حتی پروتئین‌های با کیفیت بالا در سطوح پایین، بیشتر برای سنتز پروتئین عضلات و بافت‌های لاشه استفاده می‌شوند و سهم کمی برای تحریک رشد روده باقی می‌ماند. علاوه بر این، رشد و ریخت‌شناسی روده باریک به عوامل دیگری مانند ترکیب کلی جیره، نسبت انرژی به پروتئین، محتوای فیبر و استفاده از مواد محرک رشد روده (مانند پری‌بیوتیک‌ها و آنزیم‌ها) وابسته است (Vakili *et al*., 2015). بنابراین، عدم مشاهده تغییر معنی‌دار در شاخص‌های روده‌ای، می‌تواند ناشی از سطح پایین مصرف و محدودیت‌های فیزیولوژیک روده در جوجه‌های گوشتی باشد.

جدول ۸ – اثر پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت بر وزن نسبی (گرم) و طول نسبی روده باریک (سانتی متر بر کیلوگرم) جوجه های گوشتی آرین در ۴۵ روزگی

Table 8: The effect of whey powder and corn gluten on the relative weight (grams) and relative length of the small intestine (cm/kg) of Arian broiler chickens at 45 days of age

اثرات effects	وزن روده Intestine weight	طول دئودنوم Deodunum length	طول ژژنوم Jejunum length	طول ایلئوم Ileum length
پودر آب‌پنیر Whey Powder				
0% Whey powder	5.46	15.26	44.05	41.97 [b]

3% Whey powder	5.17	15.02	47.63	46.66 [a]
6% Whey powder	4.67	14.56	43.25	42.69 [ab]
SEM	0.243	0.484	1.514	1.397
P-value	0.082	0.590	0.100	0.040
گلوتن ذرت Corn Gluten				
0% Corn gluten	5.39	14.07 [b]	41.81 [b]	38.58 [b]
3% Corn gluten	5.11	14.79 [ab]	46.27 [a]	44.88 [a]
6% Corn gluten	4.80	15.97 [a]	46.86 [a]	47.87 [a]
SEM	0.243	0.484	1.514	1.397
P-value	0.253	0.020	0.040	0.0001
پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت Whey Powder and Corn Gluten				
0% Whey powder and 0%Corn gluten	6.20	16.76 [a]	40.53	36.37
3% Whey powder and 0%Corn gluten	5.02	13.06 [ab]	44.33	40.40
6% Whey powder and 0%Corn gluten	5.17	12.41 [b]	40.56	38.98
0% Whey powder and 3%Corn gluten	5.13	13.76 [ab]	44.89	42.29
0% Whey powder and 6%Corn gluten	5.84	15.25 [ab]	46.73	47.26
3% Whey powder and 3%Corn gluten	4.53	15.57 [ab]	49.05	49.51
3% Whey powder and 6%Corn gluten	4.83	16.43 [a]	49.52	50.08
6% Whey powder and 3%Corn gluten	4.48	15.04 [ab]	44.88	42.84
6% Whey powder and 6%Corn gluten	4.71	16.24 [ab]	44.32	46.27
SEM	0.422	0.839	2.623	2.419
P-value	0.166	0.004	0.989	0.781

a-b: حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار (P<۰/۰۵) است.

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

جدول ۹– اثر تیمارهای آزمایشی بر شاخص‌های ریخت‌شناسی ژژنوم (میلی‌متر) و سطح جذبی روده (میلی‌متر مربع) جوجه‌های گوشتی در سن ۴۵ روزگی

Table 9: Effect of experimental treatments on morphological indices of the jejunum(mm) and Intestinal absorptive surface (mm^2) of broiler chickens at 45 days of age

اثرات effects	طول پرز Villus length	عرض پرز Villus width	عمق کریپت Crypt depth	نسبت طول پرز به عمق کریپت Villus length/crypt depth	سطح جذبی روده Intestinal absorptive surface (mm^2)
پودر آب‌پنیر Whey Powder					
0% Whey powder	1492.35	329.63	195.87	4.59	899.20
3% Whey powder	1424.92	350.04	208.50	4.19	905.46
6% Whey powder	1679.50	384.83	187.23	4.40	990.20
SEM	78.181	18.768	12.849	0.214	59.426
P-value	0.07	0.12	0.50	0.435	0.488
گلوتن ذرت Corn Gluten					
0% Corn gluten	1549.48	352.62	217.34	4.41	1020.60
3% Corn gluten	1474.10	332.09	184.14	4.53	846.60
6% Corn gluten	1573.20	379.79	190.14	4.23	927.66
SEM	78.181	18.768	12.849	0.214	59.426
P-value	0.64	0.21	0.16	0.609	0.131
پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت Whey Powder and Corn Gluten					

0% Whey powder and 0%Corn gluten	1449.42	313.57	234.04	4.61	1025.40
3% Whey powder and 0%Corn gluten	1552.70	388.35	222.95	4.65	1015.20
6% Whey powder and 0%Corn gluten	1646.32	355.93	195.04	4.50	1021.20
0% Whey powder and 3%Corn gluten	1369.99	297.52	167.90	3.97	719.40
0% Whey powder and 6%Corn gluten	1657.65	377.81	185.70	4.65	952.80
3% Whey powder and 3%Corn gluten	1339.30	296.28	206.49	3.95	872.20
3% Whey powder and 6%Corn gluten	1382.77	365.51	196.09	4.66	829.00
6% Whey powder and 3%Corn gluten	1713.01	402.48	178.04	4.30	948.20
6% Whey powder and 6%Corn gluten	1679.19	396.07	188.63	4.25	1001.20
SEM	135.41	32.50	22.25	0.370	102.930
P-value	0.55	0.24	0.74	0.711	0.631

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج مطالعه حاضر، مصرف ترکیبی ۶ درصد پودر آب‌پنیر و ۳ درصدگلوتن ذرت در جیره جوجه‌های گوشتی، عملکرد مطلوب‌تری در بهبود صفات رشد، افزایش معنی‌دار بازده لاشه و وزن اجزای اصلی آن شامل سینه، ران و پشت گردن داشت. این یافته‌ها نشان می‌دهد که استفاده همزمان از پودر آب‌پنیر و گلوتن ذرت می‌تواند بهبود قابل توجهی در خصوصیات کمی لاشه ایجاد کند، در حالی که ترکیب جیره غذایی اثر محدودی بر صفات درونی و اندام‌های داخلی لاشه دارد. بنابراین، این ترکیب می‌تواند به عنوان یک استراتژی غذایی موثر برای افزایش بازده لاشه و در نهایت ارتقاء عملکرد پرنده، در جوجه‌های گوشتی مورد استفاده قرار گیرد، بدون اینکه کیفیت اجزای درونی لاشه تحت تأثیر منفی قرار گیرد.

سپاسگزاری

با کمال احترام و سپاس، مراتب قدردانی خود را از همکاری‌های ارزشمند شرکت‌های دامپروران، گهردانه شرق، آریاماه‌رشد و فراورسازان ابراز می‌دارم. همچنین از اساتید گرامی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند و مسئولین آزمایشگاه‌های پارت آزما، ماد، طوس که در انجام این پژوهش مرا یاری نمودند، صمیمانه تشکر می‌کنم.

Refrences

1. 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

2. Abhijeet, K., Prasanna, S. B., Mahesh, P. S., Ranjith, R., Prabha Karan Y.,Bhandekar, S.K., Ali, S. M., Masood, K. D., (2021). Effect of Feeding Corn Gluten Meal in Feed Ration on Growth Performance of Commercial Broiler Chicken. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 40(3), 337-340. https://doi.org/10.18805/ajdfr.dr-1629
3. Ashour, E. A., Abd El-Hack, M. E., Alagawany, M., Swelum, A. A., Osman, A. O., Saadeldin, I. M., Abdel-Hamid, M., Hussein, S. O. S. (2019). Use of Whey Protein Concentrates in Broiler Diets. *Poultry Science*, 98(9), 3792-3800. https://doi.org/10.3382/japr/pfz070
4. 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 histomorphology of broiler chickens. *Poultry Science*, 88: 49–55. https://doi.org/10.3382/ps.2008-00244
5. Awad, W., Ghareeb, K. & Böhm, J. (2008). Intestinal structure and function of broiler chickens on diets supplemented with a synbiotic containing Enterococcus faecium and oligosaccharides. *International Journal of Molecular Sciences*, 9: 2205-2216.
6. Azvaji, A. (2022). Effect of different levels of corn gluten feed, with and without enzymes, on performance, carcass characteristics, nutrient digestibility, gastro intestinal microbial population, and blood parameters of broiler chickens. Master's thesis. University of Surrey. (in Persian)
7. Beski, S. S., Swick, R. A. and Iji, P. A. (2015). Specialized protein products in broiler chicken nutrition: A review. *Animal Nutrition*, 1(2), 47-53. https://doi.org/10.1016/j.aninu.2015.05.005
8. Bradley, G. L., Savage, T. F., & Timm, K. I.. (1994). The effects of supplementing diets with Saccharomyces cerevisiae var. boulardii on male poult performance and ileal morphology. *Poultry Science*, 73(11), 1766-1770.
9. Chogan, R. (2012). Corn and Its Characteristics. *Agricultural Education Publications*. p. 466. (in Persian)
10. 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
11. Farrell, D. (2013). The role of poultry in human nutrition. *Poultry Development Review*. Rome: Food and Agriculture Organization, 2-9.
12. Ghahhari koochacksaraei, Y. (2018). Effect of corn gluten feed on performance, carcass characteristics, and intestinal villus morphology in broiler chickens. Master's Thesis. Gorgan University. (in Persian)
13. Golian, A., Salar moeini, M., Mazhari, M. (1999). Poultry feeding, Authored by S. Leeson and J. D. Summers. *Publication of Company Research and Kosar Agricultural Development*. P, 81. (in Persian)
14. 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
15. Hao, X. (2010). Application of slightly acidic electrolyzed water for disinfection in a broiler farm. Proceeding of the CSBE-SCGAB Conference (CIGR and AGM Quebec city, Canada. https://doi.org/10.13031/ids2010.2013

16. Hasanzadeh seyedi,A. and .,A.Hosseynkhani.2014. Evaluation corn gluten meal nutritive value for broiler chicks, *International journal of advanced biological and biomedical research*. eISSN:2322-4827.
17. Hoffman, L. and Baker, A. (2010) Market issues and prospects for US Distillers' grains supply, use and price relationships. USDA, *Economic research service*. Available at: https://ethanolrfa.org/wpcontent/ uploads/2015/09/Market-Issues.pdf.
18. Khan, R.U. and S. Naz. 2013. The applications of probiotics in poultry production. World's *poultry Science Journal* 69: 621-632. https://doi.org/10.1017/s0043933913000627
19. Kim., E.J., Utterback, P.L and Parsons, C.M. 2012. Comparison of amino acid digestibility coefficients for corn, corn gluten meal, and corn distillers dried grains with solubles among 3 different bioassays. 91(12):3141-7.
20. Loy, D. D. and Lundy, E. L. (2019). Nutritional properties and feeding value of corn and its coproducts. In Corn (pp. 633-659). *AACC International Press*. 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. 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. 10.22092/vj.2011.101083
23. 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
24. 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
25. Pourreza, J, and Alipoor, M. (2003). Effect of dietary whey by drinking on broiler performance. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 4: 157–166. (in Persian)
26. Rahmani, R, & Agah, M. J. (2020). Economic Evaluation of Broiler Rations in Light of Exchange Rate Fluctuations in Iran. *Journal of Applied Research in Animal Sciences*, 36: 13-26. (in persian).
27. Rose, S.P., V.R. Pirgozliev, J. Countney and S.D. Hare.2003. Dietary protein source and lysine balance on the efficiency of energy utilization in broiler chickens. International symposium. *Rostock Warnemunde, Germany*. Pages 227-230. https://doi.org/10.3920/9789086865208_040
28. Sakamoto, K., Hirose, H., Onizuka, A., Hayashi, M., Futamura, N., Kawamura, y., & Ezaki, T. (2000). Quantitative study of changes in intestinal morphology and mucus gel on total parenteral nutrition in rat. *Journal of Sirgical Research*, 94: 99-106.
29. 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.

30. Shabani, A. and Dastar, B. (2011). Effect of corn gluten feed utilization on performance and carcass characteristics of broiler chicks. *Research On Animal Production (Scientific and Research)*, 2(3), 69-79.
31. Shabani, M., & Dastjerdi, M. (2011). Effects of dietary corn gluten meal on broiler carcass traits. *Journal of Animal Science*, 89(5), 1456-1462
32. Statistical Analysis Systems Institute (SAS). (2004). SAS version 9.4. SAS Institute Inc., Cary. NC. USA.
33. Sugiharto., S. (2021). Herbal supplements for sustainable broiler production during post antibiotic era in Indonesia - an overview. *Livestock Research for Rural Development*, 33-38
34. Uni Z, Smirnov A & Sklan D (2003) Pre and posthatch development of goblet cells in the broiler small intestine: Effect of delayed access to feed. *Poultry Science* 82(2): 320-327. https://doi.org/10.1093/ps/82.2.320
35. Vakili, A., et al. (2015). Effect of whey protein on intestinal morphology of broilers. *Journal of Animal Science*, 93(2), 732–740.

نسخه پیش انتشار