Research on Animal Production, Vol. 16, Issue 3, 2025 p: 153-171

Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University

OPEN ACCESS

Research Paper

# The Effects of Dietary Wheat and Poultry By-Product Meal on Physical Pellet Quality, Production Performance, Carcass Characteristics, and Cecal Microbial Population in Broilers

**Omid Ahmadali[1], Mohsen Daneshyar[2], Sina Payvastegan[3], Amir Attar[4], Gholamreza Najafi[5], and Mohammad Reza Abdollahi[6]**

1- Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
2- Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran, (Corresponding author: m.daneshyar@urmia.ac.ir)
3- Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
4- Khorak Pardaz Hezareh Novin Co, Mashhad, Iran
5- Department of Basic Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran
6- Monogastric Research Centre, School of Agriculture and Environment, Massey University, Palmerston North 4442, New Zealand

Received: 6 February, 2025 Revised: 15 April, 2025 Accepted: 19 May, 2025

## Extended Abstract

**Background:** One of the main challenges to poultry production is the high cost of feedstuffs in Iran. On the one hand, the dependence of the poultry production on corn, especially soybean meal as a source of protein, creates a demand for cheap alternative products. Therefore, the use of non-consumable by-products of poultry slaughterhouses in human nutrition is an important approach to reduce production costs. Studies have proven that this by-product is a rich source of energy, amino acids, minerals, calcium, phosphorus, unsaturated fatty acids, and vitamin B12, and it is used as a protein source in the diet of monogastric animals in many countries. Moreover, the use of these production wastes in poultry feed will play an important role in reducing environmental pollution. With the expansion of the poultry industry, therefore, the use of poultry by-product meal (PBM) as a potentially effective substitute for other protein sources, such as soybean meal, can be used in feeding broilers. However, the defatting process of PBM is rarely carried out in the country's poultry slaughterhouses, resulting in a high fat content; despite this, PBM has a high fat content. Therefore, the use of this by-product in the diet of broilers will negatively affect the physical pellet quality (PPQ) of feed. Among the feedstuffs used in the diets, wheat, with the ability to absorb water and denature a part of its protein (gluten), may have an effective role in the quality of pellet feed. However, no study has evaluated the effect of wheat and PBM on the quality of pelleted feed and the performance of broiler chickens; hence, this experiment was conducted for this purpose.

**Methods:** To evaluate the PPQ in the present research, a first experiment was conducted in a Holmen Pellet Tester for the Pellet durability index (PDI) and the Pellet hardness (as kg) using a Kahl device (AMANDUS Kahl), respectively. In a second experiment, 450 one-day-old male broilers (Ross 308 strain) were obtained from a commercial hatchery and then weighed and distributed at the beginning of the trial, with random placement in 45-floor pens (10 birds/pen; 0.10 m2/bird). The research was conducted as a 3 x 3 factorial experiment with three levels of wheat and three levels of poultry meat powder in a completely randomized design with five replications, each containing 10 chicken pieces. To prevent the spoilage of PBM, 200 g of a synthetic antioxidant (containing butylhydroxytoluene and butylhydroxyanisole) and 5 kg of a disinfectant (brand name Formafide based on slow-release formaldehyde) for each ton after drying were added to the mixer to prevent secondary contamination and mixed for 5 min. Pen and feed weights were recorded to determine Feed Intake, Body Weight Gain, and Feed Conversion Ratio (FCR) on a pen basis at the end of each period. Intestinal morphology and cecal microbial population were measured as well. The data obtained from the present study were calculated using SAS statistical software and the GLM procedure for statistical analysis.

**Results**: The treatments could affect the PDI and hardness ($P < 0.05$). The use of PBM significantly reduced the PDI in the starter and grower diets ($P < 0.001$). The interaction effects of wheat with PBM significantly increased the PDI in starter and grower diets ($P < 0.05$). The main effect of different PBM levels did not affect the average daily feed consumption in the whole period ($P < 0.05$). The inclusion of 20% wheat treatment significantly increased feed intake ($P <$

Copyright ©2025 Ahmadali et al. Published by Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 Unported License which allows users to read, copy, distribute and make derivative works for non-commercial purposes from the material, as long as the author of the original work is cited properly.

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-23 ]

[ DOI: 10.61882/rap.2025.1504 ]

0.05) compared to the control. The interaction effects of PBM and wheat were significant on the average daily feed consumption during the period ($P < 0.05$). The inclusion of different PBM levels and wheat during the period showed no significant difference in weight gain ($P < 0.05$). The different levels of PBM did not affect the FCR in the whole period compared to the control treatment ($P < 0.05$), while the level of 2% improved the FCR ($P < 0.05$) compared to 4%. The wheat had a significant positive effect on the villus height ($P < 0.05$). On the other hand, the microbial population of *Escherichia coli* bacteria decreased significantly with the increase in wheat levels ($P < 0.05$).

**Conclusion:** Overall, the results showed that the inclusion of PBM as a protein source, especially soybean meal, can be a suitable alternative up to 4% considering the economic conditions and the high price of vegetable protein sources. Furthermore, the inclusion of wheat in the diet not only acted as a suitable pellet binder but also significantly increased the villus height and the ratio of the villus height to the depth of the crypt in the first two parts of the small intestine. On the other hand, it can play an effective role in improving the intestinal health of broiler chickens by reducing the population of harmful bacteria such as *E. coli*.

**Keywords:** Animal protein sources, diet, *Escherichia coli* bacteria, Intestinal villi, Pellet durability index, Pellet binder, Soybean meal

**How to Cite This Article:** Ahmadali, O., Daneshyar, M., Payvastegan, S., Attar, A., Najafi, Gh., Abdollahi, M. R. (2025). The Effects of Dietary Wheat and Poultry By-Product Meal on Physical Pellet Quality, Production Performance, Carcass Characteristics, and Cecal Microbial Population in Broilers. *Res Anim Prod,* 16(3), 153-171. DOI: 10.61882/rap.2025.1504

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-23 ]

[ DOI: 10.61882/rap.2025.1504 ]

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

OPEN ACCESS

مقاله پژوهشی

# تأثیر استفاده از پودر ضایعات کشتارگاهی طیور و گندم بر کیفیت فیزیکی خوراک پلت، عملکرد تولیدی، خصوصیات لاشه و جمعیت میکروبی سکوم جوجه‌های گوشتی

امید احمدآلی[۱]، محسن دانشیار[۲]، سینا پیوستگان[۳]، امیر عطار[۴]، غلامرضا نجفی[۵] و محمدرضا عبدالهی[۶]

۱- دانشجوی دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
۲- استاد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران، (نویسنده مسوول: m.daneshyar@urmia.ac.ir)
۳- استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
۴- شرکت خوراک پرداز نوین، مشهد، ایران
۵- دانشیار، گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
۶- دانشیار، مرکز تحقیقات تک‌معده‌ای‌ها، دانشکده کشاورزی و محیط زیست، دانشگاه ماسی، نیوزیلند

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۱۸ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۴/۰۱/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۲۹
صفحه ۱۵۳ تا ۱۷۱

## چکیده مبسوط

**مقدمه و هدف:** افزایش شدید قیمت نهاده‌های دامی در کشور از یک سو و وابستگی بخش طیور به ذرت و به‌ویژه کنجاله سویا به‌عنوان منبع پروتئینی از سوی دیگر، باعث ایجاد تقاضا برای محصولات جایگزین ارزان قیمت می‌شود. در این زمینه، استفاده از محصولات جانبی غیر قابل مصرف کشتارگاه‌های طیور در تغذیه انسان، یک رویکرد مهم برای کاهش هزینه‌های تولید است. مطالعات انجام‌گرفته ثابت کرده‌اند که این فرآورده فرعی منبع غنی از انرژی، اسیدهای آمینه، مواد معدنی، کلسیم، فسفر، اسیدهای چرب غیر اشباع و ویتامین $B_{12}$ است و در بسیاری از کشورها به عنوان منبع پروتئینی در جیره غذایی حیوانات تک‌معده استفاده می‌شود. همچنین، استفاده از این پسماندهای تولیدی در تغذیه طیور نقش مهمی در کاهش آلودگی زیست‌محیطی خواهد داشت. بنابراین، با گسترش صنعت طیور استفاده از پودر گوشت کشتارگاهی طیور به‌عنوان جایگزین مؤثر بالقوه برای منابع پروتئینی دیگر از جمله کنجاله سویا می‌تواند در تغذیه جوجه‌های گوشتی مورد استفاده قرار گیرد. با وجود این، فرآیند چربی‌گیری پودر گوشت در کشتارگاه‌های طیور کشور به‌ندرت انجام می‌گیرد، در نتیجه، میزان چربی آن بالا خواهد بود. در بین اقلام مورد استفاده در جیره غذایی، گندم با قابلیت جذب آب و دناتوره شدن بخشی از پروتئین آن (گلوتن) ممکن است نقش مؤثری در کیفیت خوراک پلت داشته باشد. از آن جا که تاکنون مطالعه‌ای برای ارزیابی تأثیر توام گندم و پودر گوشت بر کیفیت خوراک پلت‌شده و عملکرد جوجه‌های گوشتی انجام نشده است، این آزمایش انجام گرفت.

**مواد و روش‌ها:** در پژوهش حاضر، در آزمایش اول، به‌منظور بررسی کیفیت خوراک پلت‌شده، شاخص‌های قوام پلت و سختی پلت به‌ترتیب توسط دستگاه هولمن و دستگاه مدل آماندوس کال ارزیابی شدند. در آزمایش دوم، ۴۵۰ قطعه جوجه گوشتی نر و ماده سویه راس یک‌روزه پس از توزین انفرادی در ۴۵ واحد آزمایشی توزیع شدند. تحقیق به‌صورت آزمایش فاکتوریل ۳ × ۳ با سه سطح گندم (صفر، ۱۰ و ۲۰ درصد) و سه سطح پودر گوشت کشتارگاهی طیور (صفر، ۲ و ۴ درصد) در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تکرار و ۱۰ قطعه جوجه به‌ازای هر تکرار انجام شد. به‌منظور جلوگیری از فسادپذیری پودر گوشت کشتارگاهی طیور، به‌ازای هر تن بعد از خشک‌کردن آن، در داخل میکسر ۲۰۰ گرم آنتی‌اکسیدان سنتتیک (حاوی بوتیل هیدورکسی تولوئن و بوتیل هیدروکسی آنیسول) و جهت جلوگیری از آلودگی ثانویه ۵ کیلوگرم ضدعفونی کننده (با نام تجاری فرمافید بر پایه فرمالدئید آهسته رهش) اضافه گردید و به‌مدت ۵ دقیقه با هم مخلوط شد. مقدار مصرف خوراک در هر واحد آزمایشی در پایان هر دوره پرورش اندازه‌گیری شد. جهت محاسبه میانگین افزایش وزن، جوجه‌های هر تکرار به‌صورت گروهی در پایان هر دوره وزن‌کشی شدند. صفات عملکردی شامل خوراک مصرفی، افزایش وزن، ضریب تبدیل غذایی، ریخت‌شناسی روده و جمعیت فلورمیکروبی سکوم در پایان دوره آزمایش مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. داده‌های به‌دست آمده از مطالعه حاضر با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و رویه GLM آنالیز آماری محاسبه شدند.

**یافته‌ها:** تیمارها بر شاخص قوام پلت و سختی آن تأثیر داشتند (P<۰/۰۵). استفاده از پودر گوشت کشتارگاهی طیور منجر به کاهش شاخص قوام جیره‌های پیشدان و رشدان گردید و با افزایش سطح آن در جیره به‌طور قابل چشمگیری کاهش یافت (P < ۰/۰۰۱). سختی خوراک در جیره‌های پسدان به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (P < ۰/۰۵). اثرات متقابل گندم با پودر گوشت کشتارگاهی طیور، شاخص قوام فیزیکی جیره‌های پیشدان و رشدان را به‌طور معنی‌داری افزایش دادند (P < ۰/۰۵). اثر اصلی سطوح مختلف پودر گوشت کشتارگاهی طیور بر روی میانگین خوراک مصرفی روزانه در کل دوره تأثیری نداشت (P > ۰/۰۵). گنجاندن ۲۰ درصد گندم در مقایسه با تیمار شاهد، به‌طور معنی‌داری خوراک مصرفی را افزایش داد (P < ۰/۰۵). اثرات متقابل پودر گوشت کشتارگاهی طیور و گندم بر میانگین خوراک مصرفی روزانه در طول دوره معنی‌دار بودند (P < ۰/۰۵). گنجاندن سطوح مختلف پودر گوشت کشتارگاهی طیور و گندم در طول دوره بر افزایش وزن اختلاف معنی‌داری نداشت (P > ۰/۰۵). سطوح مختلف پودر گوشت کشتارگاهی طیور در کل دوره در مقایسه با تیمار شاهد بر روی ضریب تبدیل غذایی اثری نداشتند (P > ۰/۰۵)، در حالی‌که سطح ۲ درصد در مقایسه با ۴ درصد ضریب تبدیل غذایی را بهبود بخشید (P < ۰/۰۵). گندم به‌طور معنی‌داری بر طول پرزهای روده اثر مثبتی داشت (P < ۰/۰۵) و از طرفی جمعیت میکروبی باکتری‌های اشرشیاکلی با افزایش سطح گندم به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد (P < ۰/۰۵).

**نتیجه‌گیری کلی:** در کل، نتایج نشان دادند که گنجاندن پودر گوشت کشتارگاهی طیور به‌عنوان منبع پروتئینی با توجه به شرایط اقتصادی و بالابودن قیمت منابع پروتئینی گیاهی به‌ویژه کنجاله سویا می‌تواند تا سطح ۴ درصد جایگزین مناسبی باشد. همچنین، گنجاندن گندم در جیره نه‌تنها به‌عنوان یک پلت چسبان مناسب، بلکه به‌طور قابل توجهی منجر به افزایش طول ویلی‌ها در بخش‌های مختلف و نسبت طول به عمق کریپت در دو بخش ابتدایی روده کوچک شد. از طرفی، به‌منظور کاهش جمعیت باکتری‌های مضر از جمله اشرشیاکلی، می‌تواند نقش مؤثری در بهبود سلامت روده جوجه‌های گوشتی ایفا کند.

**واژه‌های کلیدی:** باکتری‌های اشرشیاکلی، پرزهای روده، پلت چسبان، جیره غذایی، شاخص قوام پلت، کنجاله سویا، منابع پروتئین حیوانی

## مقدمه

جیره غذایی طیور ترکیبی از دانه‌های غلات، محصولات جانبی غلات، چربی‌ها، منابع پروتئین گیاهی، محصولات جانبی حیوانی، مکمل‌های ویتامینه و موادمعدنی، اسیدهای آمینه کریستاله و افزودنی‌های خوراک است. پروتئین، یک ماده مغذی مهم در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی است و برای بسیاری از

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-23 ]

[ DOI: 10.61882/rap.2025.1504 ]

عملکردهای بدن، به‌ویژه افزایش ماهیچه‌ها استفاده می‌شود. با این‌حال، پروتئین یکی از گران‌ترین مواد مغذی در جیره طیور است. بنابراین، از نظر تغذیه‌ای و اقتصادی استفاده صحیح از پروتئین در تمامی سیستم‌های تغذیه ضروری است و مصرف بی‌رویه آن هزینه تولید را افزایش می‌دهد (Beski *et al*., 2015). کنجاله سویا منبع پروتئین ترجیحی است که در تولید خوراک طیور استفاده می‌شود. وابستگی جیره غذایی طیور به کنجاله سویا باعث ایجاد تقاضا برای محصولات جایگزین به‌عنوان منابع خوراکی ارزان قیمت می‌شود (Dalólio *et al*., 2019). در این زمینه، استفاده از محصولات جانبی با منشاء حیوانی یک استراتژی مهم برای کاهش هزینه های تولید است که همچنین می‌تواند راهکار مناسبی برای مصرف پسماندهای تولیدی صنایع کشتارگاه‌ها نیز باشد (Schneiders *et al*., 2021). در این زمینه، استفاده از محصولات جانبی غیرقابل مصرف کشتارگاه‌های طیور در تغذیه انسان، شامل ضایعات داخلی بدن، سر و پا و احتمالاً مقدار اجتناب‌ناپذیر پر به‌دست می‌آید (Shirazi *et al*., 2022)، یک رویکرد مهم برای کاهش هزینه‌های تولید است. مطالعات انجام‌گرفته ثابت کرده‌اند که این فرآورده فرعی منبع غنی از انرژی، اسیدهای آمینه و مواد معدنی است. همچنین، استفاده از این پسماندهای تولیدی در تغذیه طیور نقش مهمی در کاهش آلودگی زیست‌محیطی خواهد داشت. بنابراین، به‌نظر می‌رسد که استفاده از پودر گوشت کشتارگاهی طیور هزینه‌های تولید را کاهش می‌دهد. پودر گوشت طیور غنی از اسیدهای آمینه ضروری، کلسیم، فسفر، اسیدهای چرب غیر اشباع و ویتامین $B_{12}$ است (Hertrampf *et al*., 2000; Abdel-Warith *et al*., 2001) و در بسیاری از کشورها به‌عنوان منبع پروتئینی درجیره غذایی حیوانات تک‌معده استفاده می‌شود (Aimiuwu & Lilburn, 2006). با گسترش صنعت طیور، پودر گوشت طیور به‌عنوان جایگزین مؤثر بالقوه برای منابع پروتئینی از جمله کنجاله سویا می‌تواند در تغذیه جوجه‌های گوشتی مورد استفاده قرار گیرد (Kirkpinar *et al*., 2004; Cao & Adeola, 2016; Mahmood *et al*., 2018). اما با وجود این، فرآیند چربی‌گیری پودر گوشت در کشتارگاه‌های طیور کشور به‌ندرت انجام می‌گیرد در نتیجه، میزان چربی آن بالا خواهد بود. بنا بر این، استفاده از این فرآورده فرعی در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی تأثیر منفی بر کیفیت فیزیکی خوراک پلت شده خواهد داشت. در نتیجه، افزودن این محصول جانبی به خوراک پلت جوجه‌های گوشتی، به‌دلیل محتوای بالای چربی آن می‌تواند بر کیفیت فیزیکی خوراک پلت تأثیر منفی داشته باشد. با توجه به نتایج به‌دست آمده، اضافه کردن روغن‌های گیاهی به میکسر تأثیر مخربی بر کیفیت فیزیکی خوراک داشت (Thomas *et al*., 2001). زیرا به‌نظر می‌رسد که روغن تماس خوراک با دیواره‌های سوراخ‌های دای را کاهش می‌دهد، که این امر انتقال خوراک از طریق دای را تسهیل می‌کند و فشردگی خوراک را در داخل سوراخ‌های دای کاهش می‌دهد (Fahrenholz *et al*., 2012). موریتز و همکاران (Moritz *et al*., 2002) مشاهده کردند که افزایش روغن از ۳ درصد به ۶/۵ درصد، کیفیت فیزیکی خوراک پلت را از ۸۱/۶ درصد به ۶۲/۱ درصد کاهش داد، که با یافته‌های موراماتسو و همکاران (Muramatsu *et al*., 2015) مطابقت دارد. لیلی و همکاران (Lilly *et al*., 2011) گزارش کردند که کاهش کیفیت فیزیکی خوراک پلت باعث کاهش خوراک مصرفی و در نتیجه، منجر به کاهش وزن بدن و افزایش ضریب تبدیل غذایی شد، زیرا بهبود عملکرد زمانی قابل دستیابی است که خوراک پلت‌شده کیفیت فیزیکی خود را تا زمان مصرف توسط پرنده حفظ کند (Muramatsu *et al*., 2015).

برای به حداکثر رساندن مزایای پلت کردن، تکنیک‌های تولید به‌منظور تهیه جیره‌های غذایی پلت شده با کیفیت بالا بسیار مهم هستند؛ بنا بر این، کیفیت خوراک پلت باید مورد توجه قرار گیرد. مطالعات اخیر نشان داده‌اند که جیره‌های پلت شده به‌خودی خود تأثیر مناسبی بر عملکرد طیور گوشتی ندارند (Naderinejad *et al*., 2016; Mohammadi Ghasem Abadi *et al*., 2019a). عوامل مختلفی از قبیل نوع و میزان استفاده از اقلام خوراکی، به‌ویژه فرآورده‌های حاصل از غلات تقطیری، دی‌کلسیم فسفات و روغن‌ها کیفیت خوراک پلت را کاهش می‌دهند (Rigby *et al*., 2018). دانه گندم (*Triticum* spp.) منبع اساسی انرژی و پروتئین برای مصرف انسان و همچنین برای حیوانات کشاورزی به‌ویژه خوراک طیور در بسیاری از نقاط جهان است (Ravindran & Amerah, 2009; Pirgozliev *et al*., 2016). در بین اقلام مورد استفاده در جیره غذایی، گندم با قابلیت جذب آب و دناتوره شدن بخشی از پروتئین آن (گلوتن) ممکن است نقش مؤثری در کیفیت خوراک پلت داشته باشد (Moradi *et al*., 2018). ویژگی‌های ژلاتینه شدن نشاسته‌ها در بین انواع مختلف غلات متفاوت هستند. به‌طور خاص، نشاسته گندم به‌عنوان ماده‌ای با دمای ژلاتینه شدن پایین شناخته می‌شود که بین ۵۲ تا ۶۵ درجه سانتیگراد است. در نتیجه، نشاسته ممکن است نقش پلت چسبان را نشان دهد (Lund, 1984). از سوی دیگر، وود (Wood, 1987) پیشنهاد کرد که ویژگی‌های اتصال گندم، که ناشی از هیدراتاسیون و دناتوراسیون جزئی بخش پروتئین (گلوتن) در طول فرآوری خوراک هستند و می‌توانند کیفیت فیزیکی خوراک پلت را افزایش دهند که احتمالاً به‌دلیل اثرات متقابل بین نشاسته ژلاتینه شده و پروتئین‌های گلوتن دناتوره شده است (Mevliyaoğullari *et al*., 2023). از آن جاکه تاکنون مطالعه‌ای برای ارزیابی تأثیر توام گندم و پودر گوشت بر کیفیت خوراک پلت‌شده و عملکرد جوجه‌های گوشتی انجام نشده است، این آزمایش انجام گرفت.

## مواد و روش‌ها

### آزمایش اول: تاثیر سطوح مختلف پودر گوشت کشتارگاهی طیور و گندم بر کیفیت فیزیکی خوراک

اقلام اولیه ازقبیل دانه ذرت، گندم و کنجاله سویا با آسیاب چکشی (مدل تجاری SFSP ۱۱۲×۳۰) با صفحه‌های توری با قطر سوراخ‌های ۳ میلی‌متر آسیاب و در مخازن مورد نظر ذخیره شدند. خوراک نهایی مطابق فرمول جیره مربوطه در قالب یک تنی وارد سیستم توزین شد. سپس در زیر سیستم توزین توسط یک میکسر افقی دو شفت پدالی با ظرفیت ۱۰۰۰ کیلوگرم (مدل تجاری SLHSJ2A به مدت زمان ۲۰۰ ثانیه (۴۰ ثانیه

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-23 ]
[ DOI: 10.61882/rap.2025.1504 ]

خشک و ۱۶۰ ثانیه مرطوب) میکس شدند. خوراک آردی، پس از عبور از یک کاندیشنر دوبل دو طبقه با فشار بخار ۲/۵ بار و دمای خروجی ۷۴ درجه سانتی‌گراد در مدت ۴۵ ثانیه فرآوری شد. خوراک پلت‌شده با دستگاه پرس پلت (مدل تجاری MUZDL 420) با ظرفیت تولید ۸ تن در ساعت تولید شد. برای تولید محصول پیشدان، رشدان و پسدان به‌ترتیب، از دای‌هایی با قطر سوراخ‌های ۲، ۳ و ۴ میلی‌متر و با ضخامت ۲۲، ۳۶ و ۵۲ میلی‌متر استفاده شد. در نهایت، بعد از خنک شدن محصول نهایی و عبور آن از سرند خاکه‌گیری، در کیسه‌های مشخصی بسته‌بندی شدند. بعد از تولید دان مورد نیاز، شاخص قوام پلت با استفاده از روش عبدالهی و همکاران (Abdollahi *et al.*, 2010) و توسط دستگاه هولمن مدل NPH ۱۰۰ ساخت شرکت TekPro سنجش شد. به‌طور کلی، ۱۰۰ گرم نمونه آزمایشی (بدون خاکه) در دستگاه قرار داده می‌شود و با ایجاد جریان هوا در داخل محفظه دستگاه، پلت‌ها با همه دیگر برخورد می‌کنند و این عمل به‌مدت ۶۰ ثانیه کار و فشار ۶۸ میلی‌بار انجام می‌شود. سپس، پلت‌های سالم باقی‌مانده خارج و به‌صورت دستی وزن و مقدار شاخص قوام پلت به‌صورت درصد محاسبه شدند. برای هر تیمار پنج تکرار انجام گرفت. به‌منظور محاسبه شاخص استحکام پلت از رابطه زیر استفاده شد:

$$\text{شاخص قوام پلت} = \frac{\text{گرم پلت کامل پس از یک دقیقه}}{\text{صد گرم}} \times 100$$

سختی پلت با استفاده از دستگاه مدل آماندوس کال به‌طوری‌که نمونه‌های خوراک پلت‌شده با طول یکسان برای هر تیمار با پنج تکرار به‌ترتیب بین دو صفحه دستگاه قرار داده شد و به‌تدریج فشار افزایش یافت تا نمونه‌ها شکسته شوند و سپس، نیروی لازم بر حسب کیلوگرم برای شکستن مشخص شد (Thomas & Van derpoel, 1996).

**آزمایش دوم: تاثیر سطوح مختلف پودر گوشت کشتارگاهی طیور و گندم بر عملکرد تولیدی، خصوصیات لاشه و جمعیت میکروبی سکوم جوجه‌های گوشتی**

جدول ۱- آنالیز پودر گوشت کشتارگاهی طیور (AroLab، ۲۰۲۳)

Table 1. Poultry by-product meal analysis

| مواد مغذی (Nutrient) | مقدار (Amount) |
|---|---|
| انرژی قابل متابولیسم (Metabolizable energy) kcal/kg | 3157 |
| پروتئین خام (Crude protein) ٪ | 52.9 |
| چربی خام (Ether Extract) ٪ | 20.41 |
| فسفر کل (Total phosphorus) ٪ | 0.75 |
| کلسیم (Calcium) ٪ | 1.29 |
| لیزین قابل هضم (Dig[1]. lysine) ٪ | 1.90 |
| متیونین قابل هضم (Dig. methionine) ٪ | 0.54 |
| ترئونین قابل هضم (Dig. threonine) ٪ | 1.60 |

[1]Digestible

جوجه‌های هر تکرار به‌صورت گروهی در پایان هر دوره وزن‌کشی شدند. میزان افزایش وزن در هر دوره از اختلاف وزن هر گروه در ابتدا و انتهای هر دوره مشخص شد. ضریب تبدیل خوراک نیز از تقسیم متوسط خوراک مصرفی هر پرنده در هر دوره به‌میزان افزایش وزن در همان دوره محاسبه شد. در روز ۴۲ آزمایش در هنگام کشتار، عمل خونگیری به‌ازای هر پرنده (یک قطعه پرنده جنس نر از هر تکرار) انجام شد. سپس سرم نمونه‌ها با سانتریفیوژ rpm3000 به‌مدت ۱۰ دقیقه جدا و در داخل میکروتیوب‌ها در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید و برای انجام آزمایش‌های نهایی به آزمایشگاه انتقال داده شد. جهت ریخت‌شناسی پرزهای روده، در پایان سن ۴۲ روزگی، بخش‌های میانی دوازدهه و ژژنوم (حدود ۲ سانتی متر) و ایلئوسکال ار پنج پرنده از هر تیمار برداشته و با محلول بافر فسفات سالین شسته شدند و سپس تا هنگام آماده‌سازی

۴۵۰ قطعه جوجه گوشتی نر و ماده سویه راس یک‌روزه پس ار تعیین جنسیت به نسبت مساوی از هر دو جنس در روز شروع آزمایش (۱ روزگی) پس از توزین انفرادی در ۴۵ واحد آزمایشی توزیع شدند. تحقیق به‌صورت آزمایش فاکتوریل ۳ × ۳ با ۳ سطح، صفر، ۱۰ و ۲۰ درصد گندم و ۳ سطح، صفر، ۲ و ۴ درصد پودر گوشت کشتارگاهی طیور در قالب طرح کاملاً تصادفی با نه تیمار و پنج تکرار و ۱۰ قطعه جوجه به‌ازای هر تکرار استفاده شد. پودر گوشت مورد استفاده در این تحقیق از کشتارگاه سیمین بال از زیرمجموعه زنجیره یکپارچه تولید گوشت مرغ دهکده تأمین شد. به‌منظور جلوگیری از فسادپذیری به‌ازای هر تن بعد از خشک کردن آن، در داخل میکسر ۲۰۰ گرم آنتی‌اکسیدان سنتتیک (حاوی بوتیل هیدورکسی تولوئن و بوتیل هیدروکسی آنیسول) و به‌منظور جلوگیری از آلودگی ثانویه ۵ کیلوگرم ضدعفونی کننده (با نام تجاری فرمافید بر پایه فرمالدئید آهسته رهش) اضافه گرددید و به‌مدت ۵ دقیقه با هم مخلوط و در کیسه‌های مشخصی تا هنگام استفاده در جیره بسته‌بندی شد (جدول ۱).

جیره‌های غذایی پرندگان بر اساس احتیاجات تغذیه‌ای سویه مرغ گوشتی راس ۳۰۸ به‌ترتیب، از سه جیره آغازین (۱ تا ۱۰ روزگی)، رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی) و پایانی (۲۵ تا ۴۲ روزگی) با استفاده از نرم‌افزار AminoFeed نسخه ۵ تنظیم شدند (جداول ۲، ۳ و ۴). تمام جیره‌ها به‌صورت پلت بودند و پرندگان به آب و خوراک دسترسی آزاد داشتند. مقدار متوسط مصرف خوراک در هر واحد آزمایشی در پایان هر دوره پرورش مطابق فرمول زیر اندازه‌گیری شد.

$$\text{متوسط خوراک مصرفی هر پرنده در هردوره (گرم)} = \frac{\text{خوراک داده شده در اول دوره} - \text{خوراک باقیمانده در پایان دوره}}{\text{روز مرغ}}$$

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-23 ]

[ DOI: 10.61882/rap.2025.1504 ]

نمونه‌ها در داخل محلول تثبیت‌کننده (فرمالین ۱۰ درصد) قرار گرفتند. نمونه‌ها با استفاده از درجات صعودی الکل (۷۰، ۹۵ و الکل مطلق) آبگیری و جهت قالب گیری در موم قرار داده شدند. سپس، توسط دستگاه میکروتوم مقاطعی با ضخامت ۶ میکرومتر بریده و برروی اسلایدهای شیشه‌ای قرار داده شدند. اسلایدها با هماتوکسیلین–آئوزین رنگ‌آمیزی شدند و توسط میکروسکوپ نوری مورد بررسی قرار گرفتند. درنهایت طول ویلی‌ها، عمق کریپت ها و نسبت طول به عمق محاسبه گردید (Mohammadi Ghasem Abadi *et al.*, 2019b). از همان پرنده‌های کشتار شده در روز ۴۲ آزمایش، به‌منظور بررسی جمعیت فلور میکروبی روده، محتویات سکوم خارج،در ظروف استریل‌شده درب بسته ریخته، بلافاصله به‌منظور انجماد سریع پس از اتمام نمونه‌برداری به آزمایشگاه منتقل، و در فریز ۲۳– درجه سانتی‌گراد تا زمان انجام کشت و شمارش باکتریایی نگهداری شدند. رقیق‌کردن نمونه باعث کاهش تعداد میکروارگانیسم‌ها در یک حجم خاص می‌شود. از این کار برای شمارش تعداد باکتری‌ها در نمونه مربوطه استفاده می‌شود. روش کار بر مبنای رقیق‌کردن نمونه در سرم فیزیولوژی استریل است. تقریباً ۱ گرم از محتویات تازه سکوم بر روی فویل آلومینیومی وزن و به‌طور جداگانه در ۹ میلی‌لیتر محیط پپتون واتر (Peptone Water; Quelab; 15 g $L^{-1}$ (wv-1)) ریخته شد. سپس با ورتکس به‌مدت ۱ دقیقه همگن گردید و به‌مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق و سپس با سرم فیزیولوژی استریل ۱۰ برابر (یعنی ۱۰ درصد وزنی در حجم) رقیق و سپس به‌مدت ۳ دقیقه همگن شد. هر نمونه همگن به‌طور متوالی تا رقت ۱۲– ۱۰ رقیق شد و سپس ۰/۵میلی‌لیتر از رقت‌ها برروی محیط کشت‌های موردنظر منتقل شدند. به‌طور کلی، یک میلی‌لیتر از محلول پپتون واتر حاوی محتویات سکوم به ۹ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژی استریل (لوله شماره یک) اضافه می‌شود. در این‌صورت، در این لوله یک محلول ده برابر رقیق شده وجود دارد که آن را به‌صورت رقت ۱:۱۰ یا $۱۰^{-۱}$ نام‌گذاری می‌کنند. بعد از همگن کردن با پیپت، ۱ میلی‌لیتر از لوله شماره یک به لوله شماره دو منتقل می‌شود. حال در این لوله رقت ۱:۱۰۰ یا $۱۰^{-۲}$ است. دوباره لوله به‌خوبی ورتکس و بعد از یکسان شدن دوباره یک میلی‌لیتر از لوله شماره ۲ به لوله شماره ۳ منتقل می‌شود. رقت در این لوله ۱:۱۰۰۰ یا $۱۰^{-۳}$ است. به‌همین ترتیب، کار رقیق‌سازی در لوله‌ها ادامه پیدا می‌کند و در هر مرحله نمونه ده برابر یا بیشتر رقیق می‌شود. سپس از هرکدام از رقت مورد نظر (معمولاً رقت ۴ به بعد) ۰/۵ میلی‌لیتر برداشته، روی پلیت حاوی محیط کشت مربوطه ریخته، و این محلول با یک همزن شیشه‌ای L مانند استریل روی محیط کشت پخش می‌شود. برای هر پلت حاوی محیط کشت ۲ الی ۳ تکرار انجام گردید. شمارش جمعیت و کشت لاکتوباسیلوس‌ها، کلی‌فرم‌ها و کلستریدیوم‌ها به‌ترتیب در محیط‌های کشت MRS[1] آگار (کد مرک: ۱۱۰۶۶۰)، مک کانکی آگار (کد مرک: ۱۰۵۴۶۵) و RCA آگار[2] (کد مرک: ۱۰۵۴۱۱) انجام شدند. محیط‌های کشت مربوطه برای باکتری‌های کلی‌فرم‌ها و لاکتوباسیلوس‌ها به‌مدت ۲۴ ساعت در ۳۷ °C و کلستریدیوم‌ها به‌صورت غیرهوازی در درون جار حاوی گاز پک A (کد مرک: ۱۱۳۸۲۹) به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۳۷ °C در گرمخانه جهت رشد باکتری قرار داده شدند. نتایج به‌دست آمده از شمارش جمعیتی باکتری‌های مختلف بر پایه لگاریتمی محاسبه و به‌صورت واحد تشکیل کلنی[3] بیان می‌شوند. به‌عنوان مثال، اگر بر روی پلیت‌های $۱۰^{-۸}$ تعداد ۴۰ کلنی مشاهده شود تعداد باکتری‌ها مطابق فرمول زیر محاسبه می‌گردد.

تعداد باکتری‌ها (CFU) = تعداد کلنی‌ها × میانگین رقت × عکس ۰/۵

داده‌های به‌دست آمده از مطالعه حاضر با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و رویه GLM آنالیز آماری محاسبه شدند. مدل آماری پژوهش حاضر به شکل زیر است:

$yij = \mu + Aj + Bk + ABjk + eijk$

yij = مقدار هر مشاهده

μ = میانگین کل جامعه

Aj = اثر فاکتور A

Bk = اثر فاکتور B

ABjk = اثر متقابل دو فاکتور

[1] de Man, Rogosa, and Sharpe
[2] Reinforced Clostridial Agar
[3] Colony-forming unit (CFU)

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-23 ]
[ DOI: 10.61882/rap.2025.1504 ]

جدول ۲- ترکیب اقلام خوراکی و مواد مغذی جیره‌های آزمایشی دوره آغازین

Table 2. Ingredients and nutrient composition of the Starter

| اقلام خوراکی (درصد) Ingredients | تیمار ۱ T1 | تیمار ۲ T2 | تیمار ۳ T3 | تیمار ۴ T4 | تیمار ۵ T5 | تیمار ۶ T6 | تیمار ۷ T7 | تیمار ۸ T8 | تیمار ۹ T9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| دانه ذرت Corn grain | 55.20 | 55.47 | 57.74 | 45.51 | 45.77 | 46.04 | 35.81 | 36.07 | 36.34 |
| کنجاله سویا Soybean meal | 39.13 | 37.36 | 35.58 | 38.59 | 36.82 | 35.04 | 38.05 | 36.27 | 34.50 |
| گندم Wheat | - | - | - | 10 | 10 | 10 | 20 | 20 | 20 |
| پودر گوشت کشتارگاهی طیور Poultry by-product meal | - | 2 | 4 | - | 2 | 4 | - | 2 | 4 |
| روغن سویا Soybean oil | 1.18 | 0.81 | 0.46 | 1.40 | 1.04 | 0.68 | 1.64 | 1.27 | 0.91 |
| دی-ال-متیونین DL-Methionine | 0.29 | 0.27 | 0.23 | 0.29 | 0.26 | 0.23 | 0.29 | 0.26 | 0.23 |
| ال-لیزین سولفاته L-Lysine Sulfate | 0.29 | 0.29 | 0.29 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.31 | 0.31 | 0.31 |
| ال- تروئونین L-Threonine | 0.07 | 0.06 | 0.04 | 0.07 | 0.06 | 0.06 | 0.07 | 0.07 | 0.06 |
| ال- والین L-Valine | 0.05 | 0.0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.0.05 | 0.0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.04 |
| دی کلسیم فسفات Dicalcium phosphate | 2.05 | 1.99 | 1.92 | 2.04 | 1.98 | 1.91 | 2.03 | 1.97 | 1.90 |
| کربنات کلسیم Limestone | 0.59 | 0.58 | 0.57 | 0.59 | 0.58 | 0.57 | 0.60 | 0.59 | 0.58 |
| کلرید سدیم Sodium chloride | 0.24 | 0.23 | 0.25 | 0.23 | 0.23 | 0.22 | 0.23 | 0.22 | 0.21 |
| بی کربنات سدیم Sodium bicarbonate | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.19 | 0.19 | 0.19 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |
| ضد کوکسیدیوز Coccidiostat | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| مکمل ویتامینه Vitamin premix[1] | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 |
| مکمل معدنی Mineral premix[2] | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 |
| کولین کلراید Coline chloride | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 |
| انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری/کیلوگرم) Metabolizable energy, kcal/kg | 2826 | 2826 | 2826 | 2826 | 2826 | 2826 | 2826 | 2826 | 2826 |
| پروتئین خام Crude protein (٪) | 21.56 | 21.87 | 22.18 | 21.65 | 21.97 | 22.28 | 21.77 | 22.08 | 22.39 |
| کلسیم Ca (٪) | 0.93 | 0.93 | 0.93 | 0.93 | 0.93 | 0.93 | 0.93 | 0.93 | 0.93 |
| فسفر قابل دسترس Av. p (٪) | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0.46 |
| لیزین قابل هضم Dig. Lys[3] (٪) | 1.18 | 1.18 | 1.18 | 1.18 | 1.18 | 1.18 | 1.18 | 1.18 | 1.18 |
| متیونین + سیستین قابل هضم Dig. Met + Cis (٪) | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| ترئونین قابل هضم Dig. Thr (٪) | 0.74 | 0.74 | 0.74 | 0.74 | 0.74 | 0.74 | 0.74 | 0.74 | 0.74 |

[1] به‌ازای هر کیلوگرم جیره غذایی: ویتامین A، ۱۱۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین $D_3$، ۵۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین E، ۳۶/۷۵ واحد بین‌المللی؛ ویتامین $K_3$، ۳/۴ میلی‌گرم؛ ویتامین $B_1$، ۱/۹۸ میلی‌گرم؛ ویتامین $B_2$، ۵/۲۵ میلی‌گرم؛ اسید پانتوتنیک، ۱۰/۵ میلی‌گرم؛ نیاسین، ۳۱/۵ میلی‌گرم؛ ویتامین $B_6$، ۲/۸۷ میلی‌گرم؛ اسید فولیک، ۱/۲ میلی‌گرم؛ ویتامین $B_{12}$، ۰/۰۲۴ میلی‌گرم؛ بیوتین، ۰/۱۰۵ میلی‌گرم.

[2] به‌ازای هر کیلوگرم جیره غذایی: منگنز، ۱۲۰ میلی‌گرم ؛ روی، ۱۰۰ میلی‌گرم؛ آهن ۵۰ میلی‌گرم؛ مس، ۱۲ میلی‌گرم؛ ید، ۱/۳ میلی‌گرم؛ سلنیوم ۰/۰۳ میلی‌گرم؛ آنتی‌اکسیدان ۱۰۰ میلی‌گرم.

[1]Supplied per kg diet: vitamin A, 11 000 IU; vitamin D3, 5000 IU; vitamin E, 36.75 IU; vitamin K3, 3.4 mg; vitamin B1,1.98 mg; vitamin B2, 5.25 mg; pantothenic acid, 10.5 mg; niacin, 31.5 mg; vitamin B6, 2.87 mg; folic acid, 1.2 mg; vitamin B12, 0.024 mg; biotin, 0.105 mg;

[2]Supplied per kg diet: manganese, 120 mg; zinc, 100 mg; iron, 50 mg; copper, 12 mg; iodine, 1.3 mg; selenium, 0.3 mg; antioxidant, 100 mg.

[3]Digestible

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-23 ]

[ DOI: 10.61882/rap.2025.1504 ]

جدول۳- ترکیب اقلام خوراکی و مواد مغذی جیره‌های آزمایشی دوره رشد

Table 3. Ingredients and nutrient composition of the Grower

| تیمار ۹ T9 | تیمار ۸ T8 | تیمار ۷ T7 | تیمار ۶ T6 | تیمار ۵ T5 | تیمار ۴ T4 | تیمار ۳ T3 | تیمار ۲ T2 | تیمار ۱ T1 | اقلام خوراکی (درصد) Ingredients |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 38.30 | 38.03 | 37.78 | 47.99 | 47.73 | 47.47 | 57.69 | 57.42 | 57.16 | دانه ذرت Corn grain |
| 32.43 | 34.21 | 35.98 | 32.98 | 34.75 | 36.52 | 35.52 | 35.29 | 37.07 | کنجاله سویا Soybean meal |
| 20 | 20 | 20 | 10 | 10 | 10 | - | - | - | گندم Wheat |
| 4 | 2 | - | 4 | 2 | - | 4 | 2 | - | پودر گوشت کشتارگاهی طیور Poultry by-product meal |
| 1.59 | 1.86 | 2.22 | 1.28 | 1.63 | 1.99 | 1.05 | 1.41 | 1.77 | روغن سویا Soybean oil |
| 0.22 | 0.25 | 0.28 | 0.23 | 0.25 | 0.28 | 0.23 | 0.26 | 0.28 | دی-ال-متیونین DL-Methionine |
| 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.27 | 0.27 | 0.27 | 0.25 | 0.26 | 0.26 | ال-لیزین سولفاته L-Lysine Sulfate |
| 0.06 | 0.07 | 0.07 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.05 | 0.06 | 0.06 | ال- تروئونین L-Threonine |
| 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | ال- والین L-Valine |
| 1.52 | 1.60 | 1.65 | 1.53 | 1.60 | 1.66 | 1.54 | 1.60 | 1.67 | دی کلسیم فسفات Dicalcium phosphate |
| 0.47 | 0.48 | 0.49 | 0.47 | 0.48 | 0.49 | 0.47 | 0.48 | 0.49 | کربنات کلسیم Limestone |
| 0.21 | 0.22 | 0.23 | 0.22 | 0.25 | 0.23 | 0.22 | 0.23 | 0.24 | کلرید سدیم Sodium chloride |
| 0.22 | 0.22 | 0.22 | 0.21 | 0.21 | 0.21 | 0.21 | 0.21 | 0.21 | بی کربنات سدیم Sodium bicarbonate |
| 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | ضد کوکسیدیوز Coccidiostat |
| 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | مکمل ویتامینه Vitamin premix[1] |
| 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | مکمل معدنی Mineral premix[2] |
| 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | کولین کلراید Coline chloride |
| 2897.5 | 2897.5 | 2897.5 | 2897.5 | 2897.5 | 2897.5 | 2897.5 | 2897.5 | 2897.5 | انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری/کیلوگرم) Metabolizable energy, kcal/kg |
| 21.61 | 21.3 | 20.99 | 21.51 | 21.19 | 20.88 | 21.4 | 21.09 | 20.78 | پروتئین خام (٪) Crude protein |
| 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | کلسیم (٪) Ca |
| 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | فسفر قابل دسترس (٪) Av. p |
| 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | لیزین قابل هضم (٪) [3] Dig. Lys |
| 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | متیونین + سیستین قابل هضم (٪) Dig. Met + Cis |
| 0.72 | 0.72 | 0.72 | 0.72 | 0.72 | 0.72 | 0.72 | 0.72 | 0.72 | ترئونین قابل هضم (٪) Dig. Thr |

۱- به‌ازای هر کیلوگرم جیره غذایی: ویتامین A، ۱۱۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین $D_3$، ۵۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین E، ۳۶/۷۵ واحد بین‌المللی؛ ویتامین $K_3$، ۳/۴ میلی‌گرم؛ ویتامین $B_1$، ۱/۹۸ میلی‌گرم؛ ویتامین $B_2$، ۵/۲۵ میلی‌گرم؛ اسید پانتوتنیک، ۱۰/۵ میلی‌گرم؛ نیاسین، ۳۱/۵ میلی‌گرم؛ ویتامین $B_6$، ۲/۸۷ میلی‌گرم؛ اسید فولیک، ۱/۲ میلی‌گرم؛ ویتامین $B_{12}$، ۰/۰۲۴ میلی‌گرم؛ بیوتین، ۰/۱۰۵ میلی‌گرم.

۲- به‌ازای هر کیلوگرم جیره غذایی: منگنز، ۱۲۰ میلی‌گرم ؛ روی، ۱۰۰ میلی‌گرم؛ آهن ۵۰ میلی‌گرم؛ مس، ۱۲ میلی‌گرم؛ ید، ۱/۳ میلی‌گرم؛ سلنیوم ۰/۰۳ میلی‌گرم؛ آنتی‌اکسیدان ۱۰۰ میلی‌گرم.

[1]Supplied per kg diet: vitamin A, 11 000 IU; vitamin D3, 5000 IU; vitamin E, 36.75 IU; vitamin K3, 3.4 mg; vitamin B1,1.98 mg; vitamin B2, 5.25 mg; pantothenic acid, 10.5 mg; niacin, 31.5 mg; vitamin B6, 2.87 mg; folic acid, 1.2 mg; vitamin B12, 0.024 mg; biotin, 0.105 mg;

[2]Supplied per kg diet: manganese, 120 mg; zinc, 100 mg; iron, 50 mg; copper, 12 mg; iodine, 1.3 mg; selenium, 0.3 mg; antioxidant, 100 mg.

[3]Digestible

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-23 ]

[ DOI: 10.61882/rap.2025.1504 ]

جدول ۴- ترکیب اقلام خوراکی و مواد مغذی جیره‌های آزمایشی دوره پایانی

Table 4. Ingredients and nutrient composition of the Finisher

| اقلام خوراکی (درصد) Ingredients | تیمار ۱ T1 | تیمار ۲ T2 | تیمار ۳ T3 | تیمار ۴ T4 | تیمار ۵ T5 | تیمار ۶ T6 | تیمار ۷ T7 | تیمار ۸ T8 | تیمار ۹ T9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| دانه ذرت Corn grain | 61.95 | 62.64 | 63.31 | 52.20 | 52.68 | 53.57 | 42.45 | 43.13 | 43.81 |
| کنجاله سویا Soybean meal | 33.26 | 31.09 | 28.92 | 32.77 | 30.60 | 28.43 | 32.28 | 30.11 | 27.94 |
| گندم Wheat | - | - | - | 10 | 10 | 10 | 20 | 20 | 20 |
| پودر گوشت کشتارگاهی طیور Poultry by-product meal | - | 2 | 4 | - | 2 | 4 | - | 2 | 4 |
| روغن سویا Soybean oil | 1.45 | 1.03 | 0.61 | 1.69 | 1.27 | 0.85 | 1.93 | 1.50 | 1.08 |
| دی-ال-متیونین DL-Methionine | 0.24 | 0.21 | 0.18 | 0.24 | 0.21 | 0.18 | 0.23 | 0.20 | 0.18 |
| ال-لیزین سولفاته L-Lysine Sulfate | 0.17 | 0.19 | 0.20 | 1.0.18 | 0.2 | 0.21 | 0.19 | 0.21 | 0.22 |
| ال- تروئونین L-Threonine | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| ال- والین L-Valine | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| دی‌کلسیم فسفات Dicalcium phosphate | 1.28 | 1.22 | 1.15 | 1.27 | 1.21 | 1.15 | 1.26 | 1.20 | 1.14 |
| کربنات کلسیم Limestone | 0.40 | 0.39 | 0.38 | 0.40 | 0.40 | 0.38 | 0.40 | 0.39 | 0.38 |
| کلرید سدیم Sodium chloride | 0.24 | 0.22 | 0.22 | 0.23 | 0.22 | 0.22 | 0.23 | 0.22 | 0.21 |
| بی‌کربنات سدیم Sodium bicarbonate | 0.22 | 0.22 | 0.22 | 0.24 | 0.23 | 0.23 | 0.23 | 0.23 | 0.23 |
| ضد کوکسیدیوز Coccidiostat | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| مکمل ویتامینه Vitamin premix[1] | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| مکمل معدنی Mineral premix[2] | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| کولین کلراید Coline chloride | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری/کیلوگرم) Metabolizable energy, kcal/kg | 2945 | 2945 | 2945 | 2945 | 2945 | 2945 | 2945 | 2945 | 2945 |
| پروتئین خام (٪) Crude protein | 19.47 | 19.66 | 19.85 | 19.59 | 19.78 | 19.97 | 19.71 | 19.90 | 20.08 |
| کلسیم (٪) Ca | 0.67 | 0.67 | 0.67 | 0.67 | 0.67 | 0.67 | 0.67 | 0.67 | 0.67 |
| فسفر قابل دسترس (٪) Av. p | 0.33 | 0.33 | 0.33 | 0.33 | 0.33 | 0.33 | 0.33 | 0.33 | 0.33 |
| لیزین قابل هضم (٪) [3] Dig. Lys | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| متیونین + سیستین قابل هضم (٪) Dig. Met + Cis | 0.76 | 0.76 | 0.76 | 0.76 | 0.76 | 0.76 | 0.76 | 0.76 | 0.76 |
| ترئونین قابل هضم (٪) Dig. Thr | 0.66 | 0.66 | 0.66 | 0.66 | 0.66 | 0.66 | 0.66 | 0.66 | 0.66 |

۱- به‌ازای هر کیلوگرم جیره غذایی: ویتامین A، ۱۱۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین $D_3$، ۵۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین E، ۳۶/۷۵ واحد بین‌المللی؛ ویتامین $K_3$، ۳/۴ میلی‌گرم؛ ویتامین $B_1$، ۱/۹۸ میلی‌گرم؛ ویتامین $B_2$، ۵/۲۵ میلی‌گرم؛ اسید پانتوتنیک، ۱۰/۵ میلی‌گرم؛ نیاسین، ۳۱/۵ میلی‌گرم؛ ویتامین $B_6$، ۲/۸۷ میلی‌گرم؛ اسید فولیک، ۱/۲ میلی‌گرم؛ ویتامین $B_{12}$، ۰/۰۲۴ میلی‌گرم؛ بیوتین، ۰/۱۰۵ میلی‌گرم.

۲- به‌ازای هر کیلوگرم جیره غذایی: منگنز، ۱۲۰ میلی‌گرم ؛ روی، ۱۰۰ میلی‌گرم؛ آهن ۵۰ میلی‌گرم؛ مس، ۱۲ میلی‌گرم؛ ید، ۱/۳ میلی‌گرم؛ سلنیوم ۰/۰۳ میلی‌گرم؛ آنتی‌اکسیدان ۱۰۰ میلی‌گرم.

[1]Supplied per kg diet: vitamin A, 11 000 IU; vitamin D3, 5000 IU; vitamin E, 36.75 IU; vitamin K3, 3.4 mg; vitamin B1,1.98 mg; vitamin B2, 5.25 mg; pantothenic acid, 10.5 mg; niacin, 31.5 mg; vitamin B6, 2.87 mg; folic acid, 1.2 mg; vitamin B12, 0.024 mg; biotin, 0.105 mg;

[2]Supplied per kg diet: manganese, 120 mg; zinc, 100 mg; iron, 50 mg; copper, 12 mg; iodine, 1.3 mg; selenium, 0.3 mg; antioxidant, 100 mg.

[3]Digestible

## نتایج و بحث

نتایج تأثیر تیمارها را بر شاخص قوام پلت و سختی آن نشان دادند ($P < ۰/۰۵$) (جدول ۵). استفاده از پودر گوشت کشتارگاهی طیور منجر به کاهش شاخص قوام جیره‌های رشد و پایانی شد و با افزایش سطح آن در جیره به‌طور قابل چشمگیری کاهش یافت ($P < ۰/۰۰۱$)، اما تأثیری بر سختی خوراک نداشت.

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-23 ]

[ DOI: 10.61882/rap.2025.1504 ]

جدول ۵- اثرات سطوح مختلف پودر گوشت کشتارگاهی طیور و گندم بر شاخص قوام و سختی خوراک پلت‌شده

Table 5. Influences of PBM and wheat levels on the pellet-durability index (PDI, %) and pellet hardness (kg)

| Pellet hardness | | | PDI | | | ترتیب تیمارها Treatment arrangement | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Finisher | Grower | Starter | Finisher | Grower | Starter | | اثرات اصلی (پودر گوشت ٪) Main effects PBM (%) |
| 4.66[a] | 3.78 | 3.81 | 69.95 | 73.50[a] | 85.41[a] | | 0 |
| 4.52[ab] | 3.38 | 3.62 | 69.70 | 69.50[b] | 84.11[b] | | 2 |
| 3.76[b] | 3.59 | 4.03 | 69.08 | 66.79[c] | 83.50[b] | | 4 |
| 0.25 | 0.14 | 0.15 | 0.45 | 0.32 | 0.18 | | خطای معیار SEM |
| | | | | | | | اثرات اصلی ( گندم ٪) Main effects Wheat |
| 3.88 | 3.26[b] | 4.14[a] | 65.57[c] | 55.65[c] | 81.97[b] | | 0 |
| 3.40 | 3.50[ab] | 3.70[b] | 68.94[b] | 74.96[b] | 85.27[a] | | 10 |
| 4.65 | 3.98[a] | 3.63[b] | 74.23[a] | 78.73[a] | 85.77[a] | | 20 |
| 1.92 | 1.51 | 1.48 | 0.25 | 0.14 | 0.15 | | خطای معیار SEM |
| | | | | | | | اثرات متقابل (پودر گوشت و گندم) Interaction effects (PBM×Wheat) |
| | | | | | | گندم Wheat | پودر گوشت PBM |
| 3.96[ab] | 3.76[ab] | 3.64 | 59.40[d] | 63.77[f] | 84.89[ab] | 0 | 0 |
| 4.08[ab] | 2.88[b] | 3.30 | 61.23[d] | 55.67[g] | 82.15[c] | 0 | 2 |
| 3.62[b] | 3.16[b] | 3.94 | 70.64[c] | 47.53[h] | 78.88[d] | 0 | 4 |
| 5.58[ab] | 3.82[ab] | 3.78 | 76.08[b] | 75.18[cd] | 85.31[ab] | 10 | 0 |
| 3.64[b] | 2.86[b] | 3.38 | 75.26[b] | 76.95[c] | 84.34[b] | 10 | 2 |
| 4.00[ab] | 3.82[ab] | 3.94 | 60.90[d] | 72.74[cd] | 86.16[a] | 10 | 4 |
| 4.44[ab] | 3.76[ab] | 4.02 | 79.81[a] | 80.20[b] | 86.03[a] | 10 | 0 |
| 5.84[a] | 4.40[a] | 4.20 | 72.60[bc] | 84.01[a] | 85.83[ab] | 20 | 2 |
| 3.68[b] | 3.80[ab] | 4.22 | 70.27[c] | 71.97[e] | 85.45[ab] | 20 | 4 |
| 0.43 | 0.25 | 0.26 | 0.79 | 0.56 | 0.32 | | خطای معیار SEM |
| | | | | | | | *P-value* |
| 0.034 | 0.169 | 0.177 | 0.395 | 0.0001 | 0.0001 | | پودر گوشت PBM |
| 0.100 | 0.004 | 0.042 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | | گندم Wheat |
| 0.005 | 0.008 | 0.710 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | | اثرات متقابل Interaction effects |

در مقابل، سختی خوراک در جیره‌های پسدان به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (P < ۰/۰۵). در مقایسه با تیمار شاهد، استفاده از گندم در جیره‌های غذایی (بدون پودر گوشت کشتارگاهی طیور)، شاخص قوام خوراک پلت و سختی خوراک رشدان را بهبود بخشید (P < ۰/۰۵)، اما تأثیری بر سختی جیره‌های پیشدان و پسدان نداشت (P > ۰/۰۵). اثرات متقابل گندم با پودر گوشت کشتارگاهی طیور، شاخص قوام فیزیکی جیره‌های پیشدان و رشدان را به‌طور معنی‌داری افزایش داد (P < ۰/۰۵) اما فاقد تأثیر معنی‌دار بر سختی جیره‌های غذایی بود. با افزایش گندم از سطح ۱۰ به ۲۰ درصد در جیره‌های حاوی ۴ درصد پودر گوشت کشتارگاهی طیور، شاخص قوام خوراک پلت در مقایسه با تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری بهبود پیدا کرد (P < ۰/۰۵). اثرات تیمارهای آزمایشی بر خوراک مصرفی، افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی در کل دوره آزمایش در جدول ۶ نشان داده شده‌اند. خوراک مصرفی در طول دوره آزمایشی، با گنجاندن گندم (۱۰ و ۲۰ درصد) در جیره‌های فاقد پودر گوشت کشتارگاهی طیور، در مقایسه با جیره شاهد یا زمانی که تنها ۲ درصد پودر گوشت کشتارگاهی طیور استفاده شده بود، افزایش یافت. همچنین، افزایش وزن روزانه تحت تأثیر تیمارهای غذایی قرار نگرفت (P > ۰/۰۵). گنجاندن سطح ۲ درصد پودر گوشت کشتارگاهی طیور در کل دوره، در مقایسه با سطح ۴ درصد، ضریب تبدیل غذایی را بهبود بخشید (P < ۰/۰۵).

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-23 ]

[ DOI: 10.61882/rap.2025.1504 ]

جدول ۶- اثرات سطوح مختلف پودر گوشت کشتارگاهی طیور و گندم بر میانگین خوراک مصرفی روزانه (گرم)، افزایش وزن (گرم) و ضریب تبدیل غذایی در طول دوره آزمایش (۱ الی ۴۲ روزگی)

Table 6. Influences of PBM and wheat levels on average feed intake (FI) (g), average daily gain (ADG) (g), and feed conversion ratio (FCR) in broilers during the whole experimental (d 1–42) periods

| ترتیب تیمارها Treatment arrangement | | میانگین خوراک مصرفی Average feed intake | میانگین افزایش وزن Average daily gain | ضریب تبدیل خوراک Feed conversion ratio |
|---|---|---|---|---|
| اثرات اصلی (پودر گوشت ٪) Main effects PBM | | | | |
| 0 | | 96.39 | 59.53 | 1.62[ab] |
| 2 | | 94.36 | 59.80 | 1.58[b] |
| 4 | | 95.93 | 57.70 | 1.66[a] |
| خطای معیار (SEM) | | 0.0009 | 0.0008 | 0.0009 |
| اثرات اصلی ( گندم ٪) Main effects Wheat | | | | |
| 0 | | 94.52 | 58.07 | 1.62 |
| 10 | | 96.49 | 59.02 | 1.63 |
| 20 | | 95.67 | 59.94 | 1.59 |
| خطای معیار (SEM) | | 0.0009 | 0.0008 | 0.014 |
| اثرات متقابل (پودر گوشت و گندم) Interaction effects (PBM×Wheat) | | | | |
| پودر گوشتPBM | Wheat گندم | | | |
| 0 | 0 | 93.26[b] | 57.72 | 1.61 |
| 2 | 0 | 92.91[b] | 55.58 | 1.58 |
| 4 | 0 | 97 .39[ab] | 57.92 | 1.68 |
| 0 | 10 | 99.36[a] | 61.48 | 1.61 |
| 2 | 10 | 95.12[ab] | 59.60 | 1.59 |
| 4 | 10 | 94.99[ab] | 56.00 | 1.67 |
| 0 | 20 | 96.56[ab] | 59.40 | 1.62 |
| 2 | 20 | 95.05[ab] | 61.24 | 1.55 |
| 4 | 20 | 95.41[ab] | 59.20 | 1.61 |
| خطای معیار (SEM) | | 0.001 | 0.001 | 0.025 |
| *P-value* | | | | |
| پودر گوشت PBM | | 0.088 | 0.292 | 0.010 |
| گندم Wheat | | 0.270 | 0.170 | 0.070 |
| اثرات متقابل Interaction effects | | 0.048 | 0.279 | 0.655 |

با توجه به نتایج در جدول ۷، پودر گوشت کشتارگاهی طیور بر طول ویلی‌ها در بخش ژژنوم به‌طور معنی‌داری تأثیر گذاشت (P < ۰/۰۵) در حالی که عمق کریپت نسبت طول به عمق کریپت تحت تأثیر قرار نگرفت (P > ۰/۰۵). گنجاندن ۱۰ درصد گندم در جیره غذایی به‌طور معنی‌داری طول ویلی‌ها را افزایش، اما سطح ۲۰ درصد در مقایسه با تیمار شاهد تأثیری نداشت (P > ۰/۰۵). اثرات متقابل پودر گوشت کشتارگاهی طیور و گندم در جیره‌های آزمایشی اختلاف معنی‌داری نشان دادند (P < ۰/۰۵). نتایج ریخت‌شناسی پرزهای ایلئوم نشان دادند که گنجاندن پودر گوشت کشتارگاهی طیور بر طول ویلی‌ها، عمق کریپت و نسبت طول به عمق کریپت تأثیری معنی‌داری نداشت (P > ۰/۰۵). در حالی‌که اثر اصلی گندم به‌طور معنی‌داری طول ویلی‌ها را افزایش داد (P < ۰/۰۵)، اما نسبت طول به عمق کریپت تحت تأثیر قرار نگرفت (P > ۰/۰۵). اثرات متقابل سطوح مختلف پودر گوشت کشتارگاهی طیور و گندم تأثیر معنی‌داری بر طول ویلی‌ها و عمق کریپت‌ها داشتند (P < ۰/۰۵). نتایج مربوط به تاثیر سطوح مختلف پودر گوشت کشتارگاهی طیور و گندم بر جمعیت فلور میکروبی سکوم جوجه‌های گوشتی در جدول ۸ نشان داده شده‌اند. همان‌طور که مشاهده می‌شود، پودر گوشت کشتارگاهی طیور در مقایسه با تیمار شاهد بر جمعیت باکتری‌های لاکتوباسیلوس، کلستریدیوم و اشرشیاکلی تأثیر معنی‌داری نداشت (P > ۰/۰۵). از طرفی، جمعیت باکتری‌های لاکتوباسیلوس و کلستریدیوم تحت تأثیر گندم قرار نگرفت (P > ۰/۰۵) اما جمعیت میکروبی باکتری‌های اشرشیاکلی با افزایش سطح گندم به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد (P < ۰/۰۵). اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی در مقایسه با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نداشتند (P > ۰/۰۵).

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-23 ]

[ DOI: 10.61882/rap.2025.1504 ]

جدول ۷- اثرات سطوح مختلف پودر گوشت کشتارگاهی طیور و گندم بر ریخت‌شناسی پرزهای روده جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی

Table 7. The effects of different PMB and wheat levels on the intestinal morphology of broiler chickens at the age of 42 days

| ترتیب تیمارها Treatment arrangement | | ژژنوم | | | ایلئوم | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | طول ویلی Villus height (میکرومتر) | عمق کریپت Crypt depth (میکرومتر) | طول ویلی به عمق کریپت Villus height / Crypt depth (میکرومتر) | طول ویلی Villus height (میکرومتر) | عمق کریپت Crypt depth (میکرومتر) | طول ویلی به عمق کریپت Villus height / Crypt depth (میکرومتر) |
| اثرات اصلی ( پودر گوشت ٪) Main effects PBM (%) | | | | | | | |
| 0 | | 1068.4[a] | 183,20 | 5.84 | 763.53 | 88.26 | 8.71 |
| 2 | | 1005.50[b] | 183.33 | 5.56 | 775.53 | 93.46 | 8.42 |
| 4 | | 1009.90[b] | 183.53 | 5.51 | 802.40 | 91.33 | 8.78 |
| خطای معیار (SEM) | | 15.95 | 2.75 | 0.129 | 17.25 | 3.05 | 0.300 |
| اثرات اصلی ( گندم ٪) Main effects Wheat | | | | | | | |
| 0 | | 975.87[b] | 182.66 | 5.36[b] | 707.66[a] | 88.06 | 8.20 |
| 10 | | 1087.60[a] | 182.60 | 5.69[a] | 820.53[a] | 92.60 | 8.92 |
| 20 | | 1020.33[a] | 182.80 | 5.58[ab] | 813.26[a] | 92.40 | 8.88 |
| خطای معیار (SEM) | | 17.40 | 2.75 | 0.129 | 17.25 | 3.05 | 0.300 |
| اثرات متقابل (پودر گوشت و گندم) Interaction effects (PBM×Wheat) | | | | | | | |
| پودر گوشت PBM | گندم Wheat | | | | | | |
| 0 | 0 | 1026.60[bc] | 189.60[abc] | 5.43[a] | 715.00[b] | 83.20[abc] | 8.69 |
| 2 | 0 | 992.80[bc] | 179.40[bc] | 5.56[b] | 704.60[b] | 95.20[bc] | 7.65 |
| 4 | 0 | 908.20[c] | 179.00[bc] | 5.10[b] | 703.40[b] | 85.80[bc] | 8.27 |
| 0 | 10 | 1216.20[a] | 184.00[abc] | 6.61[a] | 831.00[ab] | 95.60[abc] | 8.71 |
| 2 | 10 | 1101.80[ab] | 196.20[ab] | 5.62[ab] | 888.00[a] | 102.00[ab] | 8.73 |
| 4 | 10 | 944.80[c] | 167.60[c] | 5.65[ab] | 742.60[b] | 80.20[c] | 9.34 |
| 0 | 10 | 962.40[c] | 176.00[bc] | 5.49[b] | 744.60[b] | 86.00[bc] | 8.73 |
| 2 | 20 | 992.00[c] | 168.40[c] | 5.49[b] | 734.00[b] | 83.20[c] | 8.90 |
| 4 | 20 | 1176.60[a] | 204.00[a] | 5.77[ab] | 961.20[a] | 108.00[a] | 9.00 |
| خطای معیار | | 27.64 | 4.77 | 0.22 | 29.88 | 5.28 | 0.52 |
| *P-value* | | | | | | | |
| پودر گوشت PBM | | 0.013 | 0.831 | 0.161 | 0.277 | 0.487 | 0.577 |
| گندم Wheat | | 0.0001 | 0.998 | 0.008 | 0.0001 | 0.500 | 0.179 |
| اثرات متقابل Interaction effects | | 0.0001 | 0.0001 | 0.031 | 0.0001 | 0.0009 | 0.732 |

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-23 ]

[ DOI: 10.61882/rap.2025.1504 ]

جدول ۸- اثرات سطوح مختلف پودر گوشت کشتارگاهی طیور و گندم بر تعداد جمعیت فلور میکروبی سکوم جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی ($log_{10}$cfu/g)

Table 8. The effects of different PMB and wheat levels on the number of microbial flora in broiler caeca at the age of 42 days ($log_{10}$cfu/g)

| ترتیب تیمارها<br>Treatment arrangement | | لاکتوباسیلوس<br>*Lactobacillus*<br>($log_{10}$cfu/g) | کلستریدیوم<br>*Clostridium*<br>($log_{10}$cfu/g) | اشرشیاکلی<br>*E. coli*<br>($log_{10}$cfu/g) |
|---|---|---|---|---|
| اثرات اصلی ( پودر گوشت ٪)<br>Main effects PBM | | | | |
| 0 | | 9.76 | 10.28 | 6.42 |
| 2 | | 9.47 | 9.16 | 6.07 |
| 4 | | 9.55 | 10.02 | 6.48 |
| خطای معیار<br>SEM | | 0.41 | 0.39 | 0.33 |
| اثرات اصلی ( گندم ٪)<br>Main effects Wheat | | | | |
| 0 | | 9.92 | 9.50 | 6.39[a] |
| 10 | | 9.63 | 10.67 | 6.40[ab] |
| 20 | | 9.23 | 9.29 | 5.64[b] |
| خطای معیار (SEM) | | 0.41 | 0.39 | 0.33 |
| اثرات متقابل (پودر گوشت و گندم)<br>Interaction effects (PBM×Wheat) | | | | |
| پودر گوشتPBM | Wheat<br>گندم | | | |
| 0 | 0 | 9.88 | 9.19 | 6.48 |
| 2 | 0 | 9.29 | 9.77 | 6.98 |
| 4 | 0 | 10.58 | 9.55 | 7.34 |
| 0 | 10 | 9.77 | 11.61 | 6.87 |
| 2 | 10 | 9.88 | 10.32 | 5.46 |
| 4 | 10 | 9.25 | 10.07 | 6.87 |
| 0 | 20 | 9.63 | 10.03 | 5.92 |
| 2 | 20 | 9.24 | 7.40 | 5.76 |
| 4 | 20 | 8.83 | 10.44 | 5.23 |
| خطای معیار (SEM) | | 0.71 | 0.67 | 0.57 |
| *P-value* | | | | |
| پودر گوشت PBM | | 0.883 | 0.151 | 0.627 |
| گندم Wheat | | 0.505 | 0.058 | 0.043 |
| اثرات متقابل<br>Interaction effects | | 0.600 | 0.074 | 0.321 |

عبدالهی و همکاران (Abdollahi *et al*., 2013) گزارش دادند که افزودن چربی و روغن به جیره‌های پلت‌شده کیفیت فیزیکی و سختی را کاهش داد. در تحقیقی، محمدی قاسم‌آبادی و همکاران (Mohammadi Ghasem Abadi *et al*., 2019b) نشان دادند که افزایش سطح روغن سویا (از ۱/۵ به ۳ درصد) در جیره‌ها منجر به کاهش شاخص قوام پلت گردید. علاوه بر این، لر و همکاران (Loar *et al*., 2014) در آزمایشی با افزایش چربی جیره از ۱ به ۲/۱۸ درصد، کاهش قابل‌توجهی را در شاخص قوام پلت (۱۳ درصد) مشاهده کردند. بنا بر این، سطح بالای روغن جیره در هنگام پلت‌کردن خوراک، نیروی واردشده بین دای[1] و غلتک را کاهش و سرعت عبور خوراک از سوراخ‌های دای را افزایش و در نتیجه نیروی اصطکاک را کاهش می‌دهد. از طرفی، مقدار بالای روغن جیره مانع از نفوذ مناسب بخار به داخل خوراک آردی در هنگام مرحله کاندیشن کردن می‌شود و در نتیجه چسبندگی خوراک را کاهش داده، منجر به تأثیر منفی بر کیفیت فیزیکی خوراک پلت می‌گردد. بنا بر این، احتمالاً کاهش شاخص قوام پلت و سختی (به‌ویژه در مرحله پسدان به‌علت بزرگ‌بودن سوراخ‌های دای) با افزایش سطح پودر گوشت کشتارگاهی طیور به‌دلیل افزایش چربی در جیره است. در مقابل، گنجاندن گندم در جیره نقش مهمی در بهبود کیفیت فیزیکی خوراک پلت‌شده داشت. در واقع، این نتایج با گزارش مرادی و همکاران (Moradi *et al.,* 2018) مطابقت دارند. این محققان نشان دادند که گنجاندن ۱۰ و ۲۰ درصد گندم در جیره غذایی طیور گوشتی، کیفیت فیزیکی خوراک پلت را بهبود بخشید. همچنین، این یافته‌ها با نتایج استیونز (Stevens, 1987) مطابقت دارند. موفقیت گندم تا حد زیادی به‌دلیل خواص شیمیایی و فیزیکی خاص پروتئین‌های گلوتن آن است که ویژگی منحصر به فرد بودن گندم را تشکیل می‌دهد. گلیادین‌ها و گلوتنین‌ها، پروتئین‌های ذخیره گندم هستند که به‌عنوان پروتئین‌های گلوتن نیز شناخته می‌شوند (Wieser *et al.,* 2022). پروتئین‌های مشتق‌شده از منابع گیاهی مانند گندم به‌طور مثبت بر کیفیت فیزیکی خوراک پلت تأثیر می‌گذارند (Briggs *et al*., 1999; Stevens, 1987). گلوتن به‌دلیل ظرفیت بالای اتصال به آب، به‌طوری‌که حدود دو برابر وزن خود آب جذب می‌کند (Schopf *et al*., 2021)، ممکن است با تشکیل پیوندهای هیدروژنی بین بخش آبدوست پروتئین و مولکول‌های آب در اثر تزریق بخار در مرحله کاندیشن کردن (Maier & Briggs, 2000) منجر به

[1] *Die*

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-23 ]

[ DOI: 10.61882/rap.2025.1504 ]

چسبندگی اجزای خوراک و بهبود کیفیت فیزیکی خوراک پلت شود. نتایج آزمایشات کیرکپینار و همکاران (Kirkpinar *et al*., 2004) نشان دادند که گنجاندن پودرگوشت کشتارگاهی تا سطح ۴/۵ درصد در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی درکل دوره پرورش در مقایسه با تیمار شاهد، بر عملکرد اختلاف معنی‌داری نداشت. با این وجود، در سه هفته پایانی مرحله رشد، تیمارهای حاوی ۲/۵ درصد پودر گوشت کشتارگاهی طیور در مقایسه با تیمار شاهد خوراک مصرفی بیشتری داشتند. نتایج تحقیق ما نشان دادند که با افزایش سطح پودر گوشت کشتارگاهی طیور از ۲ به ۴ درصد خوراک مصرفی به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد. محمود و همکاران (Mahmood *et al*., 2018) در آزمایشی گزارش کردند که با گنجاندن ۳ درصد پودر گوشت، مقدار خوراک مصرفی در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت. اما وقتی که سطح پودر گوشت از ۳ به ۶ درصد افزایش پیدا کرد، مقدار خوراک مصرفی به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد. طبق یافته‌های چوپانی و همکاران (Choopani *et al.,* 2022)، استفاده از سطح ۵ درصد پودر گوشت کشتارگاهی طیور در جیره جوجه‌های گوشتی در مقایسه با تیمار شاهد، خوراک مصرفی را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. در مقابل، حسابی نامقی و همکاران (Hesabi Nameghi *et al*., 2022) استفاده از سطح ۷ درصد را بدون اثر منفی بر میانگین خوراک مصرفی در مقایسه با تیمار شاهد پیشنهاد کردند. چنین استنباط می‌شود که اختلاف در مصرف خوراک با سطوح مختلف پودر ضایعات کشتارگاهی طیور در نتیجه اختلاف در فرآیند تولید و خوشخوراکی آن باشد. چون فرآوری با حرارت بالا منجر به کاهش قابلیت هضم و جذب اسیدهای آمینه و توازن نامناسب آن‌ها می‌شود و درنتیجه به‌دلیل عدم تعادل سطح اسیدهای آمینه پلاسما و بافت‌ها، مصرف خوراک کاهش پیدا می‌کند (Kleyn, 2013). از طرفی، فرآوری با حرارت پایین منجر به رشد جمعیت میکروبی، اکسیداسیون چربی و به‌دنبال آن فسادپذیری و افزایش نیتروژن فرار کل (TVN) خواهد شد (Jones-Ibarra *et al*., 2017؛ Hesabi Nameghi *et al*., 2022؛ Ribeiro *et al*., 2019؛ Laflamme *et al*., 2014). چون پودر گوشت کشتارگاهی طیور ترکیبی از مواد آلی که به فرآیند خوداکسایش یا اتواکسیداسیون بسیار مستعد است (Awonorin *et al*., 1995)، عواملی مانند دما، رطوبت، فعالیت آب، آنزیم‌ها، اشعه ماوراء بنفش و یون‌های فلزی منجر به تشکیل رادیکال‌های آزاد خواهند شد که در نهایت منجر به فسادپذیری و عدم خوشخوراکی پودر گوشت کشتارگاهی طیور می‌شود (De Oliveira & Zanoelo, 2012؛ Murry *et al*., 1997؛ Riberiro *et al*., 2019؛ Silva *et al*., 2014). در تحقیق دیگری، سیلوا و همکاران (Silva *et al*., 2014) ثابت کردند که بیشترین افزایش وزن مربوط به تیمارهایی بود که سطح ۶ درصد پودر گوشت کشتارگاهی طیور در جیره غذایی آن‌ها گنجانده شده بود. همچنین صحرایی و همکاران (Sahraei *et al*., 2012) گزارش دادند که گنجاندن پودر گوشت کشتارگاهی طیور در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی به بالاتر از ۶ درصد تأثیر منفی بر افزایش وزن بدن داشت که با یافته‌های این آزمایش مطابقت دارد. در تحقیق دیگری، کیرکپینار و همکاران (Kirkpinar *et al.,* 2004) گزارش کردند که استفاده از پودر گوشت کشتارگاهی طیور تا سطح ۴ درصد در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی در کل دوره آزمایشی، در مقایسه با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری بر افزایش وزن نداشت که با نتایج این تحقیق همسو است. آمیوو و لیلبورن (Aimiuwu & Lilburn, 2006) گزارش دادند که با افزایش سطح پودر گوشت کشتارگاهی طیور در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی، ضریب تبدیل غذایی افزایش پیدا کرد به‌طوری‌که در بالاترین سطح آن در جیره (۹ درصد) اختلاف معنی‌داری نشان داد و با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. محقق دیگری (Pesti, 1987) گزارش کرد که گنجاندن این فرآورده فرعی کشتارگاه طیور در سطح ۵ درصد اثر مخربی بر ضریب تبدیل غذایی نداشت. اختلاف در نتایج به‌دست آمده ممکن است به‌علت اجزای تشکیل‌دهنده و کیفیت آن‌ها، متغیر بودن میزان مواد مغذی موجود در آن و شرایط فرآوری این فرآورده فرعی کشتارگاه طیور باشد (Odeyemi *et al.,* 2020; Volpato *et al*., 2022; Sajjadi *et al*., 2024; Lasekan *et al.,* 2013). بنا بر این، این تغییرات بر قابلیت هضم و پروفایل مواد مغذی از جمله اسیدهای آمینه تأثیر می‌گذارند و تعیین کیفیت پروتئین آن را دچار مشکل خواهند کرد (Yamka *et al*., 2003) چون با افزایش سطح پودر گوشت کشتارگاهی طیور در جیره غذایی، قابلیت هضم پروتئین خام کاهش پیدا می‌کند (Kirkpinar *et al*., 2004). همچنین، با افزایش سطح آن در جیره ممکن است قابلیت هضم ایلئومی ماده خشک، انرژی و ازت کاهش پیدا کند (Cao & Adeola, 2016). از طرفی، قابلیت هضم اسیدهای آمینه ممکن است تحت تأثیر شرایط فرآوری پودر گوشت کشتارگاهی طیور قرار گیرد و قابلیت هضم آن‌ها کاهش خواهد یافت. مک ناگتون و همکاران (McNaughton *et al*., 1977) ثابت کردندکه وقتی فشار بخار در دیگ پخت از ۱۰۳ به ۳۱۰ کیلوپاسکال به‌مدت ۱۵دقیقه افزایش پیدا کرد قابلیت دسترسی زیستی لیزین از ۳/۷۷ به ۱/۵۲ درصد کاهش یافت. همچنین، فرآیند حرارتی ممکن است اسیدهای آمینه را از فرم L به D تغییر دهد و بنابراین قابلیت هضم و دسترسی اسیدهای آمینه کاهش پیدا کند (Shirley & Parsons, 2000؛ Rao *et al*., 1984).

ویژگی‌های ریخت‌شناسی روده شامل طول پرزها، عمق کریپت و نسبت طول پرز به عمق کریپت به‌عنوان شاخص سلامت روده موردتوجه قرار می‌گیرند و رابطه مستقیمی با ظرفیت جذبی غشای روده دارند (Montagne *et al*., 2013). حسابی نامقی و همکاران (Hesabi Nameghi *et al.,* 2021) گزارش دادند که گنجاندن ۷ درصد از این فرآورده فرعی در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی در مقایسه با تیمار شاهد در سن ۴۲ روزگی، در ایلئوم به‌طور معنی‌داری طول ویلی‌ها را کاهش داد. نویدشاد و سیف دواتی (Navidshad & Seifdavati, 2009) در تحقیقی به‌منظور بررسی اثر سطوح مختلف پودر کشتارگاهی دامی، گزارش دادند که با افزایش سطح این فرآورده فرعی تا سطح ۵ درصد، طول ویلی‌ها و عمق کریپت‌ها در بخش‌های دودنوم و ژژنوم در مقایسه با تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد و با نتایج این تحقیق همسو است. با توجه به این که ممکن است شرایط فرآوری پودر گوشت

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-23 ]
[ DOI: 10.61882/rap.2025.1504 ]

کشارگاهی طیور قابلیت هضم اسیدهای آمینه را کاهش دهند، می‌توان این فرض را مطرح کرد که اسیدهای آمینه غیرقابل هضم موجود در جیره غذایی تأثیر منفی بر ریخت‌شناسی روده خواهند داشت (Qaisrani *et al*., 2014). همچنین، با ورود پروتئین‌های غیر قابل هضم منابع پروتئین حیوانی از قبیل پودر ماهی و پودر گوشت و استخوان به سکوم، در نتیجه توسط باکتری‌های بیماری‌زا از قبیل کلستریدیوم پرفریجنس مورد استفاده و جمعیت آن‌ها تکثیر پیدا خواهد کرد. از طرفی، پروتئین‌های هضم نشده ممکن است رشد باکتری‌های استفاده‌کننده از ازت را تحریک کنند (Reid & Hillman, 1999) که منجر به افزایش سطوح ترکیبات سمی مانند آمین‌های بیوژنیک، فنل‌ها و کرزول‌ها می‌شود (Apajalahti & Vienola, 2016) و در نهایت منجر به تخریب دیواره روده خواهند شد (Williams, 2005 ؛Drew *et al.,* 2004). نتایج تحقیق ما نشان می‌دهند که گندم به‌طور معنی‌داری بر طول پرزهای روده اثر مثبتی دارد. امیراحمدی و همکاران (Amirahmadi *et al.,* 2020) در آزمایشی گزارش دادند که گنجاندن ۳۰ درصد گندم در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی در مقایسه با تیمار شاهد، به‌طور معنی‌داری موجب افزایش طول پرزهای ژژنوم گردید در حالی‌که طول پرزها و عمق کریپت در ایلئوم اختلاف معنی‌داری نشان نداد. در آزمایش دیگری، لیو و همکاران (Liu *et al.,* 2024) با گنجاندن گندم به‌جای ذرت به مقدار ۱۵، ۳۰ و ۵۵/۷۷ درصد در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی، گزارش دادند که در بالاترین سطح، در ناحیه دودنوم طول پرز به عمق کریپت به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد. همچنین در ناحیه ایلئوم، طول پرزها و نسبت طول پرز به عمق کریپت با گنجاندن سطوح متوسط و بالای گندم، به‌طور معنی‌داری بالا بود. با توجه به نتایج آزمایش ما، گنجاندن سطوح ۱۰ و ۲۰ درصد گندم در جیره غذایی احتمالاً منجر به افزایش سطوح پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای، به مقداری که اثر منفی بر عملکرد دستگاه گوارش داشته باشد، نمی‌گردد. از طرفی، گندم حاوی دو نوع پروتئین ویژه به‌نام گلیادین و گلوتنین است که در ساختار آن‌ها دو اسیدآمینه مهم از قبیل اسید گلوتامیک و اسید آسپارتیک و همچنین اسیدآمینه پرولین نیز یافت می‌شوند (Liu *et al*., 2024). بنا بر این، اسید گلوتامیک توسط آنزیم گلوتامین سنتتاز، اغلب در عضلات (Francis & Griffiths, 2002)، به گلوتامین که نقش مهمی در تأمین انرژی سلول‌های روده دارد تبدیل می‌گردد (Newsholme *et al*., 2003) و همچنین تولید موسین را افزایش می‌دهد (Tako *et al*., 2004) که احتمالاً تأثیر مثبتی بر ریخت‌شناسی روده دارد. از طرفی، افزایش نسبت باکتری‌های فیرمیکوتوس‌ها[1] که نقش مهمی در تجزیه پلی‌ساکاریدها و الیگوساکاریدها دارند و در نتیجه آن سطح اسید بوتیریک افزایش می‌یابد، که به‌طور مستقیم طول پرزهای روده را افزایش می‌دهد (Zafar & Saier, 2021). غیاثوند و همکاران (Ghiasvand *et al*., 2021) در مطالعه‌ای بر روی جوجه‌های گوشتی گزارش دادند که جیره‌های بر پایه گندم باعث افزایش جمعیت باکتری‌های اشرشیاکلی در ایلئوم شدند و در مقایسه با جیره‌های بر پایه ذرت، نسبت رومینوکوکسینین[2] روده کور کاهش یافت (Nguyen *et a*l. 2021). ما و ژانگ (Ma & Zhang, 2022) در تحقیقی بر روی خوک‌ها نشان دادند که جمعیت فیرمیکوتوس‌ها در روده کور خوک‌هایی که با جیره غذایی بر پایه گندم در مقایسه با جیره بر پایه ذرت تغذیه کرده بودند کاهش پیدا کرد. این نتایج نشان می‌دهند که رژیم غذایی حاوی سطوح بالای گندم بر ترکیب جمعیت میکروبی سکوم تأثیر منفی می‌گذارد. با این اوصاف، نتایج حاصل از خوک‌های در حال رشد نشان دادند که تغذیه با جیره غذایی بر پایه گندم باعث کاهش سطح اشریشیا شیگلا[3] و افزایش نسبت باکتری‌های مفید مانند بیفیدوباکتریوم[4] و لاکتوباسیلوس در سطح جنس شد. علاوه بر این، مطالعه دیگری روی جوجه‌های گوشتی نیز نشان داد که گنجاندن سطوح بالای گندم به جیره غذایی، تعداد باکتری‌های مضر مانند کلستریدیوم پرفرنجنس را در روده کور به‌میزان قابل‌توجهی کاهش داد (Engberg *et al*., 2004). اختلاف بین این مطالعات ممکن است به عواملی از قبیل هدف آزمایش، محیط و فیبر جیره غذایی مرتبط باشد (Liu *et a*l., 2024). لیو و همکاران (Liu *et al.,* 2024) در مطالعه‌ای با افزایش سطح گندم و جایگزین کردن آن با ذرت، نشان دادند که گندم منجر به افزایش جمعیت باکتری‌های مفید از قبیل فیرمیکوتوس‌ها و بیفیدوباکتریوم‌ها گردید و از طرفی جمعیت باکتری‌های مضر را کاهش داد که با بخشی از نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. باکتری‌های فیرمیکوتوس، از جمله رومینوکوکسین، بیفیدوباکتریوم و لاکتوباسیلوس، مقادیر زیادی بوتیرات و پروپیونات تولید می‌کنند که نقش مهمی را در رشد روده بر عهده دارند (Zhang *et al*., 2021). نتیجه یک مطالعه قبلی نشان داد که تغذیه جوجه‌های گوشتی از جیره‌های بر پایه گندم از سن ۱۴ تا ۲۱ روزگی، مقدار اسید بوتیریک روده را ۷۱ درصد افزایش داد (McCafferty *et al*., 2019). با توجه به نتایج به‌دست آمده، به‌نظر می‌رسد که افزایش تولید اسید بوتیریک در جیره‌های حاوی گندم منجر به کاهش اسیدیته دستگاه گوارش می‌شود و در نهایت، جمعیت باکتری‌های مضر از قبیل اشریشیا کلی کاهش پیدا می‌کند (El-Saadony *et al*., 2021).

## نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از آزمایش نشان می‌دهند که گنجاندن پودر گوشت کشتارگاهی طیور در جیره جوجه‌های گوشتی قوام پلت جیره‌های پیشدان و رشدان را به‌شدت کاهش می‌دهد، به‌طوری‌که در سطح ۴ درصد به‌خوبی قابل مشاهده است. لذا، برای کاهش اثر منفی این فرآورده فرعی بر شاخص قوام پلت، گنجاندن گندم تا سطح ۲۰ درصد نقش مهمی در بهبود کیفیت خوراک پلت خواهد داشت.

[1] *Firmicutes*
[2] *Ruminococcinin*
[3] *Escherichia-Shigella*
[4] *Bifidobacterium*

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-23 ]
[ DOI: 10.61882/rap.2025.1504 ]

از طرفی، گنجاندن پودر گوشت کشتارگاهی طیور به‌عنوان منبع پروتئینی با توجه به شرایط اقتصادی و پایین بودن قیمت آن در مقایسه با قیمت منابع پروتئینی گیاهی به‌ویژه کنجاله سویا می‌تواند جایگزین مناسبی باشد و با توجه به نتایج به‌دست آمده در این تحقیق، استفاده از آن در جیره تا سطح ۴ درصد، تأثیر منفی بر شاخص‌های عملکردی، ریخت‌شناسی و جمعیت میکروبی روده نداشت. همچنین، گنجاندن گندم در جیره نه‌تنها به‌عنوان یک پلت چسبان مناسب، بلکه به‌طور قابل‌توجهی منجر به افزایش طول ویلی‌ها در بخش‌های مختلف و نسبت طول به عمق کریپت در دو بخش ابتدایی روده کوچک شد. از طرفی، به‌منظور کاهش جمعیت باکتری‌های مضر از جمله اشریشیاکلی، می‌تواند نقش مؤثری در بهبود سلامت روده جوجه‌های گوشتی ایفا کند. به‌نظر می‌رسد که ممکن است افزایش تولید اسید بوتیریک در جیره‌های حاوی گندم، منجر به کاهش اسیدیته دستگاه گوارش شود و با تأثیر مثبت آن عملکرد را بهبود ببخشد.

**References**

Abdel-Warith, A. A., Russell, P. M., & Davies, S. J. (2001). Inclusion of a commercial poultry by-product meal as a protein replacement of fish meal in practical diets for African catfish Clarias gariepinus (Burchell 1822). *Aquaculture Research*, 32, 296-305. https://doi.org/10.1046/j.1355-557x.2001.00053.x

Abdollahi, M. R., Ravindran, V., & Svihus, B. (2013). Pelleting of broiler diets: an overview with emphasis on pellet quality and nutritional value, *Animal Feed Science and Technology*, 179, 1–23. 10.1016/j.anifeedsci.2012.10.011

Abdollahi, M. R., Ravindran, V., Wester, T. J., Ravindran, G., & Thomas, D. V. (2010). Influence of conditioning temperature on the performance, nutrient utilisation and digestive tract development of broilers fed on maize- and wheat-based diets*, British Poultry Science*, 51, 648–657. https://doi.org/ 10.1080/00071668.2010.522557

Abd El-Ghany, W. A., & Babazadeh, D. (2022). Betaine: A Potential Nutritional Metabolite in the Poultry Industry. *Animals (Basel)*, 30;12(19):2624. https://doi.org/ 10.3390/ani12192624

Aimiuwu, O. C., & Lilburn, M. S. (2006). Protein quality of poultry by-product meal manufactured from whole fowl co-extruded with corn or wheat. *Poultry Science*, 85(7), 1193-1199. https://doi.org/ 10.1093/ps/85.7.1193

Amirahmadi, E., Safamehr, A.R., Nobakht, A., & Mehmannavaz, Y. (2020). Adding wheat and rapeseed meal to corn-soy diets affects intestinal morphology and nutrient digestibility in broilers. *South African Journal of Animal Science,* 50 (No. 6). 800-806. https://doi.org/ 10.4314/sajas.v50i6.5

Apajalahti, J., & Vienola, K. (2016). Interaction between chicken intestinal microbiota and protein digestion. *Animal Feed Science and Technology*, 221, 323–330. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.05.004

Awonorin, S., Ayoade, J., Bamiro, F., & Oyewole, L. (1995). Relationship of rendering process temperature and time to selected quality parameters of poultry by-product meal. LWT-*Food Science and Technology*, 28, 129–134. https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80024-7

Beski, S. S., Swick, R. A., & 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

Briggs, J. L., Maier, D. E., Watkins, B. A., & Behnke, K. C. (1999). Effect of ingredients and processing parameters on pellet quality. *Poultry Science*, 78, 1464–1471. https://doi.org/10.1093/ps/78.10.1464

Cao, M. H., & Adeola, O. (2016). Energy value of poultry byproduct meal and animal-vegetable oil blend for broiler chickens by the regression method. *Poultry Science*, 95(2), 268-275. https://doi.org/10.3382/ps/pev317

Choopani, H. R., Mojtahedi, M., Hosseini-Vashan, S. J., Ghiasi, S. E. (2023). Effect of Different Levels of Pellet Binder and Poultry By-product Meal on Performance, Carcass Quality and Serum Parameters of Broiler Chicken. *Iranian Journal of Animal Science Reserche,* 14(4), 549-563. [In Persian]

Dalólio, F. S., Silva, D. L., Albino, L. F. T., Nunes, R. V., Ribeiro Júnior, V., Rostagno, H. S., Ferreira Junior, H. C., & Pinheiro, S. R. F. (2019). Energy values and standardized ileal digestibility of amino acids in some feedstuffs for broilers. *Semina: Ciências Agrárias*, 40(6), 2651-2662. 2651, Semina: Ciências Agrárias, Londrina, 40(6), 2651-2662, nov./dez. 2019. doi: 10.5433/1679-0359.2019v40n6p265

De Oliveira, G. A., & Zanoelo, E. F. (2012). Thermophysical properties of hydrolyzed by-products from the meat industry. *Journal of Food Process Engineering,* 35, 930–939. https://doi.org/10.1111/j.1745-4530.2011.00644.x

Drew, M. D., Syed, N. A., Goldade, B. G., Laarveld, B., & Van Kessel, A. G. (2004). Effects of dietary protein source and level on intestinal populations of Clostridium perfringens in broiler chickens. *Poultry science*, 83(3), 414-420. https://doi.org/10.1093/ps/83.3.414

El-Saadony, M. T., Yaqoob, M. U., Hassan, F. U., Alagawany, M., Arif, M., & Taha A. E. (2022). Applications of butyric acid in poultry production: the dynamics of gut health, performance, nutrient utilization, egg quality, and osteoporosis. *Animal Health Research Reviews*, 23, 136–146. https://doi.org/10.1017/S1466252321000220

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-23 ]

[ DOI: 10.61882/rap.2025.1504 ]

Engberg, R. M., Hedemann, M. S., Steenfeldt, S., & Jensen, B. B. (2004). Influence of whole wheat and xylanase on broiler performance and microbial composition and activity in the digestive tract. *Poultry Science*, 83, 925-938. https://doi.org/10.1093/ps/83.6.925

Fahrenholz, A. C. (2012). Evaluating factors affecting pellet durability and energy consumption in a pilot feed mill and comparing methods for evaluating pellet durability. Doctoral thesis, Kansas State University. https://krex.k-state.edu/server/api/core/bitstreams/37f7cc29-0d70-4c5e-8689-e6d2d535b68c/content.

Francis, J. A., & Griffiths, R. D. (2002). Glutamine: essential for immune nutrition in the critically ill. *British Journal of Nutrition,* 87:3–8. https://doi.org/10.1079/BJN2001451

Ghiasvand, A. R., Khatibjoo, A., Mohammadi, Y., Akbari Gharaei, M., & Shirzadi, H. (2021). Effect of fennel essential oil on performance, serum biochemistry, immunity, ileum morphology and microbial population, and meat quality of broiler chickens fed corn or wheat-based diet. *British Poultry Science*, 62, 562–572. https://doi.org/10.1080/00071668.2021.1883551

Hertrampf, J. W., & Piedad-Pascual, F. (2000). "Poultry By-Product Meal." In Handbook on Ingredients for *Aquaculture Feeds*, pp. 330-337. Springer, Dordrecht.

Hesabi Nameghi, A. H., Edalatian, O., & Bakhshalinejad, R. (2022). A blend of thyme and rosemary powders with poultry by-product meal can be used as a natural antioxidant in broilers. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 45. https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v45i1.57126

Jones-Ibarra, A. M., Acuff, G. R., Alvarado, C. Z., &Taylor, T. M. (2017). Validation of thermal lethality against Salmonella enterica in poultry offal during rendering. *Food Protection*, 80, 1422–1428. https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-16-554

Kirkpinar, F., Açikgöz, Z., Bozkurt, M., & Ayhan, V. (2004). Effects of inclusion of poultry by-product meal and enzyme-prebiotic supplementation in grower diets on performance and feed digestibility of broilers. *British Poultry Science,* 45(2), 273-279. https://doi.org/10.1080/00071660410001715885

Kleyn, R. (2013). Chicken Nutrition: A guide for nutritionists and poultry professionals. Contextbooks. 374 p.

Laflamme, D., Izquierdo, O., Eirmann, L., & Binder, S. (2014). Myths and misperceptions about ingredients used in commercial pet foods. Veterinary Clinics of North America: *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 44, 689–698. https://doi.org/ 10.1016/j.cvsm.2014.03.002

Lasekan, A., Abu Bakar, F., & Hashim, D. (2013). Potential of chicken by-products as sources of useful biological resources. *Waste Manag*, 33, 552–565. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.08.001

Liu, L., Wang, Z., Wei, B., Wang, L., Zhang, Q., Si, X., Huang, Y., Zhang, H., & Chen, W. (2024). Replacement of Corn with Different Levels of Wheat Impacted the Growth Performance, Intestinal Development, and Cecal Microbiota of Broilers. *Animals (Basel),* 14(11), 1536. https://doi.org/10.3390/ani14111536

Loar, R. E., & Corzo, A. (2011). Effects of feed formulation on feed manufacturing and pellet quality characteristics of poultry diets. *World's Poultry Science Journal*, 67, 19-28. https://doi.org/10.1017/S004393391100002X

Lund, D., & Lorenz, K. J. (1984): Influence of time, temperature, moisture, ingredients, and processing conditions on starch gelatinization. *C R C Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 20(4), 249-273. https://doi.org/10.1080/10408398409527391

Ma, X., Li, Z., & Zhang, Y. (2022). Effects of the partial substitution of corn with wheat or barley on the growth performance, blood antioxidant capacity, intestinal health and fecal microbial composition of growing pigs. *Antioxidants,* 11, 1614. https://doi.org/10.3390/antiox11081614.

Maier, D. E., & Briggs, J. L. (2000). Making better. *Feed and Grain*, 1, 12–15.

Mahmood, T., Mirza, M. A., Nawaz, H., & Shahid, M. (2018). Exogenous protease supplementation of poultry by-product meal-based diets for broilers: Effects on growth, carcass characteristics and nutrient digestibility. *Animal Physiology and Animal Nutrition*, 102(1), e233-e241. https://doi.org/10.1111/jpn.12734

McCafferty, K. W., Bedford, M. R., Kerr, B. J., & Dozier, W. A. (2019). Effects of age and supplemental xylanase in corn- and wheat-based diets on cecal volatile fatty acid concentrations of broilers. *Poultry Science*, 98, 4787–4800. https://doi.org/10.3382/ps/pez194

McCoy, R. A., Behnke, K. C., Hancock, J. D., & McEllhiney, R. R. (1994). Effect of mixing uniformity on broiler chick performance. *Poultry Science*, 73, 443-451. https://doi.org/10.3382/ps.0730443

McNaughton, J. L., Pasha, H. A., Day, E. J., & Dilworth, B. C. (1997). Effect of pressure and temperature on poultry offal meal quality. *Poultry Science*, 56(1977), 1161-1167. https://doi.org/10.3382/ps.0561161

Mevliyaoğulları, E., Karslı, M. A., & Mert, B. (2023). Utilizing surplus bread as an ingredient in dog food: Evaluating baking and extrusion processing on physicochemical properties and in vitro digestibility performance. *Journal of Cereal Science,* 113, 103741. https://doi.org/10.1016/j.jcs.2023.103741

Mohammadi, G.A., Hossein, M., Hossein, M., Shivazad, M., Torshizi, M. A. K., & Kim, W. K. (2019a). Effect of different types and levels of fat addition and pellet binders on physical pellet quality of broiler feeds. *Poultry Science,* 98, 4745–4754. https://doi.org/10.3382/ps/pez190

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-23 ]

[ DOI: 10.61882/rap.2025.1504 ]

Mohammadi, G.A., Hossein, M., Hossein, M., Shivazad, M., Torshizi, M. A. K., & Kim, W.K. (2019b). Effects of feed form and particle size, and pellet binder on performance, digestive tract parameters, intestinal morphology, and cecal microflora populations in broilers. *Poultry Science*, 98(3), 1432-1440. https://doi.org/10.3382/ps/pey488

Montagne, L., Pluske, J. R., & Hampson, D. J. (2003). A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. *Animal Feed Science and Technology*, 108(1-4), 95-117. https://doi.org/10.1016/S0377-8401(03)00163-9

Moradi, A., Moradi, S., & Abdollahi, M. R. (2018). Influence of feed ingredients with pellet-binding properties on physical pellet quality, growth performance, carcass characteristics and nutrient retention in broiler chickens. *Animal Production Science*, 59(1), 73-81. https://doi.org/10.1071/AN17109.

Muramatsu, K., Massuquetto, A., Dahlke, F., & Maiorka, A. (2015). Factors that affect pellet quality: *Agricultural Science and Technology*, 9, 717–722. https://doi.org/ 10.17265/2161-6256/2015.09.002

Murray, S. M., Patil, A. R., Fahey Jr., G. C., Merchen, N. R., & Hughes, D. M. (1997). Raw and rendered animal by-products as ingredients in dog diets. *Animal Science*, 75, 2497–2505. https://doi.org/10.2527/1997.7592497x

Naderinejad, S., Zaefarian, F., Abdollahi, M.R., Hassanabadi, A. Kermanshahi, H., & Ravindran, V. (2016). Influence of feed form and particle size on performance, nutrient utilisation, and gastrointestinal tract development and morphometry in broiler starters fed maize-based diets. *Animal Feed Science and Technology,* 215, 92–104. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.02.012

Navidshad, B., & Seifdavati, J. (2009). Effect of dietary levels of a modified meat meal on performance and small intestinal morphology of broiler chickens. *African Journal of Biotechnology*, 8(20). https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/66017

Newsholme, P., Procopio, J., Lima, M. M. R., Pithon-Curi, T. C., & Curi, R. (2003). Glutamine and glutamate—their central role in cell metabolism and function. *Cell Biochemistry and Function*, *21*(1), 1-9. https://doi.org/10.1002/cbf.1003

Nguyen, H. T., Bedford, M. R., Wu, S. B., & Morgan, N. K. (2022). Dietary Soluble Non-Starch Polysaccharide Level Influences Performance, Nutrient Utilisation and Disappearance of Non-Starch Polysaccharides in Broiler Chickens. *Animals (Basel),* 22, 12(5), 547. https://doi.org/10.3390/ani12050547

Odeyemi, O. A., Alegbeleye, O. O., Strateva, M., & Stratev, D. (2020). Understanding spoilage microbial community and spoilage mechanisms in foods of animal origin. Comprehensive reviews in food science and food safety, 19(2), 311-331. https://doi.org/10.1111/1541-4337.12526

Pesti, G. (1987). The nutritional value of poultry by-product meal. *Agricultural and Food Sciences*, 176-181. https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19881404151

Pirgozliev, V., Mirza, M., & Rose, S. (2016). Does the effect of pelleting depend on the wheat sample when fed to chickens? *Animal,* 10(4), 571- 577. https://doi.org/10.1017/S1751731115002311

Qaisrani, S. N., Moquet, P. C. A., Van Krimpen, M. M., Kwakkel, R. P., Verstegen, M. W. A., & Hendriks, W. H. (2014). "Protein source and dietary structure influence growth performance, gut morphology, and hindgut fermentation characteristics in broilers." *Poultry Science*, 93(12), 3053-3064. https://doi.org/10.3382/ps.2014-04091

Rao, V. K., Johri, T., & Sandagopan, V. R. (1984). Effect of processing conditions on the nutritive value of meat meal. *Indian Journal Poultry Science,* 19, 132-136. https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19851465253

Ravindran, V. R., & Amerah, A. M. (2009). Wheat: composition and feeding value for poultry S. Davies, G. Evans (Eds.), Soybean and Wheat Crops: Growth, Fertilization and Yield, Nova Science Publishers, United States, 245-259.

Reid, C. A., & Hillman, K. (1991). The effects of retrogradation and amylose/amylopectin ratio of starches on carbohydrate fermentation and microbial populations in the porcine colon. *Animal Science*, 68(3), 503-510. https://doi.org/10.1017/S1357729800050529

Ribeiro, L. B., Bankuti, F. I., da Silva, M. U., Ribeiro, P. M., Silva, J. M., Sato, J., Bortolo, M., & Vasconcellos, R. S. (2019). Oxidative stability and nutritional quality of poultry by-product meal: An approach from the raw material to the finished product. *Animal Feed Science and Technology*, 255, 114226. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.114226

Rigby, T. R., Glover, B. G., Foltz, K. L., Boney, J. W., & Moritz, J. S. (2018). Effects of modifying diet and feed manufacture concern areas that are notorious for decreasing pellet quality. *Applied Poultry Research*, 27, 240–248. https://doi.org/10.3382/japr/pfx064

Sajjadi, S., Toghdory, A., Ghoorchi, T., & Mohammad, A. (2024). The Effect of Replacing Soybean Meal with Poultry Slaughter Residue Powder on Feed Intake and Rumen Parameters of Dalagh Dairy Ewes. *Research on Animal Production*, 15(1), 1-12. [In Persian]

Sahraei, M., Ghanbari, A., & Lootfollahian, H. (2012). Effects of Inclusion of poultry slaughter house by-product meals in diet on performance, serum uric acid and carcass traits of broilers. *Global Veterinaria,* 8(3), 270-275. https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20123118817

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-23 ]

[ DOI: 10.61882/rap.2025.1504 ]

Schoeff, R. W. (1994). History of the Formula Feed Industry. In: R.R. McEllhiney, Ed. Feed Manufacturing Technology IV. American Feed Industry Association. Arlington, Virginia, 7.

Schneiders, J. L., de Avila, A. S., Broch, J., Frank, R., Schöne, R. A., Hofferber, T. R., & Nunes, R. V. (2021). Energetic values of animal by-products for broiler chickens of different ages. *Research, Society and Development*, 10(6), e37110615639-e37110615639. https://doi.org/10.33448/rsd-v10i6.15639

Silva, E. P. D., Rabello, C. B. V., Lima, M. B. D., Ludke, J. V., Arruda, E. M. F. D., & Albino, L. F. T. (2014). Poultry offal meal in broiler chicken feed. *Scientia Agricola*, *71*, 188-194. https://doi.org/10.1590/S0103-90162014000300003

Shirazi, J., Ghoorchi, T., Abdolhakim Toghdory, A., & Seyed Almousavi, S. M. M. (2023). Investigating the Effect of Replacing Soybean Meal with Poultry Slaughterhouse Waste Mixed with Rice Bran and Urea on Performance, Blood and Rumen Parameters of Fattening Lambs. *Research on Animal Production,* 13(38), 110- 117. [In Persian]

Shirley R. B., & Parsons C. M. (2000). Effect of pressure processing on amino acid digestibility of meat and bone meal for poultry. *Poultry Science*, 79, 1175-118. https://doi.org/10.1093/ps/79.12.1775

Stevens, C. A. (1987). Starch gelatinisation and the influence of particle size, steam pressure and die speed on the pelleting process. Ph.D. Thesis, Kansas State University, Manhattan, KS.

Tako, E., Ferket, P. R., & Uni, Z. (2004). Effects of in ovo feeding of car- bohydrates and beta-hydroxy-beta-methylbutyrate on the development of chicken intestine. *Poultry Science,* 83, 2023–2028. https://doi.org/10.1093/ps/83.12.2023

Thomas, M., & Van der Poel A. F. B. (1996). Physical quality of pelleted animal feed 1. Criteria for pellet quality. *Animal Feed Science and Technology*, 61, 89–112. https://doi.org/10.1016/0377-8401(96)00949-2

Thomas, M., Rijm, W., & Van der Poel, A. F. B. (2001). Functionality of raw materials and feed composition. Pages 87–102 in Feed Manufacturing in the Mediterranean Region. Improving Safety: From Feed to Food. *CIHEAM, Zaragoza, Spain*. http://om.ciheam.org/om/pdf/c54/01600016.pdf

Volpato, J, A., Ribeiro, L. B., Torezan, B. G., da Silva, I. C., Ide Oliveira Martins, I. Francisco, J. C. P., Genova, J. L., de Oliveira, N. T. E., Carvalho, S. T., de Oliveira Carvalho, P. L., & Vasconcellos, R. S. (2022). Determinant production factors to the in vitro organic matter digestibility and protein oxidation of poultry by-product meal. *Poultry Science*, 102, 02:102481. https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102481

Wieser, H. (2007). Chemistry of gluten proteins. *Food Microbiology*, 24, 115–119. https://doi.org/10.1016/j.fm.2006.07.004

Williams, R. B. (2005). Intercurrent Coccidiosis and Necrotic Enteritis of Chickens: Rational, Integrated Disease Management by Maintenance of Gut Integrity. *Avian Pathology*, 34(3), 159-180. https://doi.org/10.1080/03079450500112195

Wood, J. F. (1987). The functional properties of feed raw materials and their effect on the production and quality of feed pellets. *Animal Feed Science and Technology*, 18, 1–17. https://doi.org/10.1016/0377-8401(87)90025-3

Yamka, R. M., Jamikorn, U., True, A. D., & Harmon, D. L. (2003). Evaluation of low-ash poultry meal as a protein source in canine. foods. *Animal Science*, 81, 2279–2284. https://doi.org/10.2527/2003.8192279x

Zafar, H., & Saier, M. H. (2021). Gut bacteroides species in health and disease. *Gut Microbes*, 13, 1–20. https://doi.org/10.1080/19490976.2020.1848158

Zhang, M., Wang, Y., Zhao, X., Liu, C., Wang, B., & Zhou, J. (2021). Mechanistic basis and preliminary practice of butyric acid and butyrate sodium to mitigate gut inflammatory diseases: a comprehensive review. *Nutrition Research,* 95, 1–18. https://doi.org/10.1016/j.nutres.2021.08.007

[ Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-04-23 ]

[ DOI: 10.61882/rap.2025.1504 ]