Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University

Research on Animal Production, Vol. 17, Issue 1, 2026 p: 121-132

OPEN ACCESS

Research Paper

The Effect of using Different Levels of Full-Fat Soybean Supplemented with Protease on Growth Performance, Carcass Characteristics, Meat Shelf Life, Intestinal Tissue Changes, and some Blood Parameters in Japanese Quail

Iman Askari[1], Mahmood Shamsshargh[2], Amir Mohajernoie[3] and Seyedmohamad Mirbehbehani[4]

1- PhD, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, (Corresponding author: imanaskrai@gmail.com)
2- Associate Professor, Department of Animal and Poultry Nutrition, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
3- Ms. C., Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
4- Ph.D., Birjand University, Birjand, Iran

Received: 10 September, 2025 Revised: 20 November, 2025 Accepted: 22 December, 2025

Extended Abstract

Background: The use of oilseeds in poultry feeding is accepted as a management strategy to reduce feed costs, which is often used in Europe, Australia, and Canada. In Iran, poultry diets are mainly composed of corn and soybean meal. The use of exogenous enzymes improves the nutritional value of diets based on corn and soybean meal. Considering that few studies have been published regarding the effects of using whole grains along with corn and soybean in poultry nutrition. Therefore, to reduce the anti-nutritional effects of full-fat soybean using protease enzyme, the present study was conducted to investigate the effect of full-fat soybean on performance, carcass characteristics, meat quality, and intestinal morphology in Japanese quails.

Methods: To conduct the experiment, 480 male and female quail chicks were used in the form of eight treatments with four replications, in which 15 quails were randomly placed in each replication. The experimental period was from the age of 3 to 45 days. Two quails from each experimental unit, which were close to the average weight of the respective experimental unit, were selected and slaughtered at the end of the research. At this stage, the thighs and breasts of the slaughtered quails were numbered to measure moisture, acidity, and malondialdehyde, and then kept in ice until transfer to the freezer. In this research, a factorial experiment was conducted using a completely randomized basic design, and the quails were treated with four levels (zero, 4.25, 8.5, and 12.75%) of full-fat soybeans and two levels (zero and 500 mg/kg) of the multi-enzyme.

Results: The different levels of full-fat soybean and the multi-enzyme did not significantly affect weight gain, feed consumption, and feed conversion ratio in the whole period ($p > 0.05$). After 30 days of the slaughter, the water holding capacity of the breast meat was higher in quails fed diets without high-fat soybeans and 8.5% of high-fat soybeans (62.82 and 63.04, respectively) than the level received 12.75% of high-fat soybeans (60.05) ($p < 0.05$), but there was no significant difference with the level of 25.4% high-fat soybeans (61.32). Moreover, levels of 8.5% and 12.75% of high-fat soybeans led to higher amounts of malondialdehyde than the control treatment ($p < 0.05$; 1.45 and 1.55 µg/g, respectively). The effect of the enzyme was not significant on the meat quality indicators after 30 and 90 days of slaughter. The highest (12.53 cm) and the lowest (10.46 cm) duodenum length were observed by using 12.75% and 4.25% of high-fat soybean, respectively ($p < 0.05$). The level of 500 mg/kg enzyme decreased the length of the jejunum compared to the first level of enzyme (zero) (26.62 versus 28.98 cm). The interaction effect of high-fat soybean and the enzyme was significant ($p < 0.05$) on the lengths of the duodenum, jejunum, and ileum. In this case, the maximum duodenum length belonged to 12.75% of high-fat soybeans and the zero enzyme level (12.81 cm) and the lowest length was recorded for the level

Copyright ©2026 Askari 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.

of 4.25% high-fat soybeans and the zero enzyme level. The maximum length of the jejunum was obtained in the control treatment (zero level of high-fat soybean and the enzyme), and the lowest length was obtained in the levels of zero and 500, 4.25, and 500, 8.5, and 500, 12.75, and zero. The maximum length of the ileum was obtained at the level of 4.25 x 500, and the lowest length was obtained at the levels of 8.5 x 500, 12.25, zero, and 12.75 x 500 ($p < 0.05$). Blood cholesterol and LDL levels were higher in quails fed diets without high-fat soybeans than in those received high-fat soybeans ($p < 0.05$).

Conclusion: In general, in this experiment, the addition of high-fat soybean supplemented with the enzyme did not significantly affect growth performance, meat quality, intestinal morphology, and blood parameters in Japanese quails.

Keywords: Full fat, Japanese quail, Meat quality, Performance, Protease

How to Cite This Article: Askari, I., Shamsshargh, M., Mohajernoie, A., & Mirbehbehani, S. (2026). The Effect of using Different Levels of Full-Fat Soybean Supplemented with Protease on Growth Performance, Carcass Characteristics, Meat Shelf Life, Intestinal Tissue Changes, and some Blood Parameters in Japanese Quail. *Res Anim Prod,* 17(1), 121-132. DOI: 10.61882/rap.2026.1466

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

مقاله پژوهشی

تأثیر استفاده همزمان از سطوح مختلف سویای پرچرب با آنزیم پروتئاز بر عملکرد رشد، کیفیت گوشت، مورفولوژی روده و برخی فراسنجه‌های خونی در بلدرچین ژاپنی

ایمان عسکری[۱]، محمود شمس شرق[۲]، امیر مهاجرنوعی[۳] و سید محمد میربهبهانی[۴]

۱- دانش‌آموخته دکتری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران، (نویسنده مسوول: imanaskrai@gmail.com)
۲- دانشیار، گروه تغذیه دام و طیور، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۴- دانش‌آموخته دکتری، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۶/۱۹ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۴/۰۸/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۱
صفحه: ۱۲۱ تا ۱۳۲

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: استفاده از دانه‌های روغنی در تغذیه طیور به‌عنوان یک راهکار مدیریتی به‌منظور کاهش هزینه‌های خوراک مورد قبول است که غالباً در اروپا، استرالیا و کانادا مورد استفاده قرار می‌گیرد. در کشور ما نیز عمدتاً جیره‌های طیور مرکب از ذرت و کنجاله سویا هستند. استفاده از آنزیم‌های برون‌زادی قادر به بهبود ارزش تغذیه‌ای جیره‌های ذرت و کنجاله سویا است. مطالعات اندکی در خصوص اثرات استفاده از دانه‌های کامل به‌همراه ذرت و سویا در تغذیه طیور به چاپ رسیده است. لذا، این مطالعه به‌منظور بررسی اثر تغذیه‌ای سویای پرچرب با استفاده از آنزیم پروتئاز به‌صورت همزمان انجام پذیرفت و اثر سویای پر چرب بر عملکرد، خصوصیات لاشه، کیفیت گوشت و مورفولوژی روده در بلدرچین ژاپنی بررسی گردید.

مواد و روش: برای انجام آزمایش از ۴۸۰ قطعه جوجه بلدرچین سویه تاکسیدو (مخلوط دو جنس) در قالب هشت تیمار با چهار تکرار استفاده شد که در هر تکرار ۱۵ قطعه بلدرچین به‌طور تصادفی قرار داده شدند. دوره آزمایش از سن ۳ تا ۴۵ روزگی بود. عملکرد (خوراک مصرفی، افزایش وزن و ضریب تبدیل) هر تیمار در پایان دوره پرورش محاسبه گردید. در انتهای تحقیق، دو قطعه بلدرچین از هر واحد آزمایشی که از نظر وزنی نزدیک به میانگین وزن واحد آزمایشی مربوطه بودند، انتخاب و ذبح شدند. در این مرحله، ران‌ها و سینه‌های بلدرچین‌های ذبح شده جهت سنجش رطوبت، اسیدیته و مالون‌دی‌آلدئید شماره‌گذاری و تا زمان انتقال به فریزر در یخ نگهداری شدند. در این تحقیق، از آزمایش فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی استفاده شد و بلدرچین‌ها با چهار سطح (صفر، ۴/۲۵، ۸/۵ و ۱۲/۷۵ درصد) سویای پرچرب و دو سطح (صفر و ۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) مولتی‌آنزیم مورد مقایسه قرار گرفتند.

یافته‌ها: در آزمایش فوق، سطوح مختلف سویای پرچرب و مولتی‌آنزیم مورد استفاده قرار گرفتند و یافته‌ها نشان دادند که استفاده از سویای پرچرب بدون مولتی‌آنزیم تأثیر معنی‌داری بر میزان افزایش وزن، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک در کل دوره نداشت ($p > ۰/۰۵$). در بازه زمانی ۳۰ روز پس از کشتار، در خصوص میزان رطوبت به‌عنوان شاخص کیفیت گوشت سینه، بلدرچین‌های تغذیه‌شده با جیره‌های فاقد سویای پرچرب و سطح ۸/۵ درصد سویای پرچرب ظرفیت نگهداری آب بیشتری (به‌ترتیب ۶۲/۸۲ و ۶۳/۰۴) در مقایسه با سطح ۱۲/۷۵ درصد سویای پر چرب (۶۰/۰۵) داشتند ($p < ۰/۰۵$)، ولی با سطح ۴/۲۵ درصد سویای پرچرب اختلاف معنی‌داری نداشتند (۶۱/۳۲). همچنین، سطوح ۸/۵ و ۱۲/۷۵ درصد سویای پرچرب مقادیر مالون‌دی‌آلدئید بیشتری را در قیاس با تیمار شاهد داشتند ($p < ۰/۰۵$)؛ به‌ترتیب ۱/۴۵ و ۱/۵۵ میکروگرم در گرم). اثر آنزیم بر هیچ‌یک از فراسنجه‌های کیفیت گوشت در بازه زمانی ۳۰ و ۹۰ روز پس از کشتار معنی‌دار نبود. سطح ۱۲/۷۵ درصد سویای پر چرب بالاترین طول دئودنوم (۱۲/۵۳ سانتی‌متر) و سطح ۴/۲۵ درصد سویای پرچرب کمترین طول دئودنوم (۱۰/۴۶ سانتی‌متر) را ایجاد کردند ($p < ۰/۰۵$). سطح دوم آنزیم (۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) باعث کاهش طول ژژنوم در مقایسه با سطح اول آنزیم (صفر) شد (۲۶/۶۲ در مقابل ۲۸/۹۸ سانتی‌متر). اثر متقابل سویای پرچرب و آنزیم در مورد طول دئودنوم، ژژنوم و ایلئوم معنی‌دار شدند ($p < ۰/۰۵$). در این مورد، بیشترین طول دئودنوم مربوط به سطح ۱۲/۷۵ درصد سویای پرچرب و سطح صفر آنزیم (۱۲/۸۱ سانتی‌متر) و کمترین طول مربوط به سطح ۴/۲۵ درصد سویای پرچرب و سطح صفر آنزیم بودند. بیشترین طول ژژنوم در تیمار شاهد (سطح صفر سویای پرچرب و آنزیم) و کمترین طول در سطوح صفر و ۵۰۰، ۴/۲۵ و ۵۰۰، ۸/۵ و ۵۰۰، ۱۲/۷۵ و صفر به دست آمدند. بیشترین طول ایلئوم در سطح ۵۰۰×۴/۲۵ و کمترین طول در سطوح ۵۰۰×۸/۵، ۱۲/۲۵و صفر و ۵۰۰×۱۲/۷۵ به‌دست آمدند ($p < ۰/۰۵$). سطوح کلسترول و LDL خون بالاتری در بلدرچین‌های تغذیه شده با جیره‌های بدون سویای پرچرب در مقایسه با جیره‌های حاوی سویای پرچرب مشاهده شدند ($p < ۰/۰۵$). کمترین مقادیر کلسترول و LDL خون مربوط به سطح ۴/۲۵ درصد سویای پرچرب بودند. در مورد فراسنجه‌های کیفیت گوشت در بازه زمانی ۳۰ و ۹۰ روز پس از نگهداری در فریزر، اثر سطوح مختلف سویای پرچرب بر ظرفیت نگهداری آب در هر دو زمان معنی‌دار شد ($p < ۰/۰۵$)، در حالی‌که در زمان ۳۰ میزان مالون‌دی‌آلدئید و در زمان ۹۰ میزان اسیدیته گوشت سینه به‌طور معنی‌داری متأثر از سطوح مختلف مصرف سویای پرچرب قرار گرفتند.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی، در این آزمایش افزودن سویای پرچرب مکمل شده با آنزیم اثر معنی‌داری بر عملکرد رشد، کیفیت گوشت، مورفولوژی روده و فراسنجه‌های خونی در بلدرچین ژاپنی نداشت.

واژه‌های کلیدی: بلدرچین ژاپنی، پروتئاز، سویای پر چرب، عملکرد، کیفیت گوشت

مقدمه

در بین انواع منابع جدید پروتئینی، پروتئین سویا جزء بهترین‌ها محسوب می‌گردد. کنجاله سویا مزایای زیادی نسبت به سایر منابع پروتئینی دارد. طی سالیان اخیر نیز از فرآورده‌های مختلف سویا به‌عنوان یک منبع برای پروتئین، کالری و اسیدهای چرب ضروری استفاده شده است. وقتی سویا با پروتئین‌های حیوانی از نظر قیمتی مورد مقایسه قرار گیرد، سودمندی این منبع پروتئینی بیشتر مشخص می‌شود. یک مزیت مهم سویا بر سایر منابع پروتئینی فراوانی آن است. هم‌اکنون انواع مختلف پروتئین‌های خوراکی سویا به‌طور صنعتی در دسترس قرار دارند (Chohan *et al*., 2014).

دانه سویای خام حاوی تعدادی مواد ضد تغذیه‌ای طبیعی است؛ بنابر این، اگر قبل یا در جریان روغن‌کشی و یا بعد از آن حرارت داده نشود ارزش غذایی کنجاله سویا نسبتاً پایین خواهد

بود و اغلب برای حیوانات تک‌معده‌ای می‌توانند مشکل‌ساز باشند (Liener, 2019).

این عوامل عبارتند از مواد ضد پروتئاز که این ماده با تریپسین و کیموتریپسین مترشحه از پانکراس ترکیب و سبب کاهش هضم پروتئین می‌شود. لذا، استفاده از دانه سویای خام یا کنجاله حرارت ندیده در تک‌معده‌ای‌ها و نشخوارکنندگان جوان سبب کاهش رشد و عدم بهبود ضریب تبدیل غذایی شد. از طرفی این مواد باعث بزرگ شدن پانکراس نیز شدند. هموگلوتنین (لکتین) این ماده در حدود ۳-۱٪ در دانه سویای خام وجود دارد و سبب به هم چسبیدن گلبول‌های قرمز خون می‌شود. این ماده در گوساله‌ها و گوسفند چنین اثری ندارد (Chohan *et al*., 2014)..

پرورش بلدرچین در سرتاسر جهان نه‌تنها برای تحقیقات، بلکه به‌عنوان منبع تجاری برای تولید گوشت و تخم از اهمیت بالایی برخوردار است (Manus & Mellorezende, 2009). ویژگی این پرنده شامل رشد سریع، بلوغ جنسی زودهنگام، میزان تولید بالا، و فاصله نسل جوجه‌کشی کوتاه، این پرنده را برای پرورش مناسب می‌کند (Kanna *et al*., 2003). مطالعات اندکی در خصوص اثر استفاده از سویای پرچرب به‌همراه ذرت و سویا در تغذیه طیور به چاپ رسیده‌اند (Biggs & Parsons, 2009). آزمایشات انجام‌گرفته توسط (Marquardt *et al*., 2004)، (Steenfeldt *et al*., 2008) و همچنین (Bedford, 2006) نشان دادند که افزودن آنزیم به جیره بر پایه گندم-سویا سبب بهبود افزایش وزن، ضریب تبدیل خوراک، قابلیت هضم ظاهری پروتئین، انرژی قابل متابولیسم ظاهری و کاهش رطوبت بستر و مدفوع گردید. استینفلت و همکاران (Steenfeldt *et al*., 2008) و بیگز و پارسونز (Biggs & Parsons, 2009) گزارش کردند که وزن لاشه جوجه‌های گوشتی با افزودن آنزیم به جیره بیشتر شد که این موضوع را به ذخیره بیشتر چربی در لاشه و همچنین افزایش وزن ماهیچه سینه نسبت دادند. بیگز و پارسونز (Biggs & Parsons, 2009) اثر استفاده از دانه‌های کامل گندم، جو و سورگوم را در چند آزمایش جداگانه مورد بررسی قرار دادند. در تمام آزمایشات انجام گرفته، هیچگونه اختلاف معنی‌داری در افزایش وزن و مصرف خوراک در کل دوره گزارش نشد. کنجاله دانه‌های روغنی بقایای باقیمانده پس از جداسازی قسمت عمده روغن این دانه‌ها هستند. این خوراک‌ها غنی از پروتئین هستند (۲۰-۵۰ درصد) و اغلب آنها خوراک‌هایی با ارزش برای حیوانات مزرعه محسوب می‌شوند. به‌طور میانگین، حدود ۹۵٪ از ازت موجود در کنجاله دانه‌های روغنی به‌صورت پروتئین حقیقی است و دارای قابلیت هضم ۷۵ تا ۹۰ درصد است. ارزش زیستی پروتئین دانه‌های روغنی به مراتب بالاتر از غلات است. کیفیت برخی از پروتئین‌های گیاهی در حد پودر ماهی است، ولی پایین‌تر از کیفیت پروتئین‌های شیر و تخم‌مرغ هستند. ارقام مربوط به نسبت بازدهی پروتئین و ارزش کلی پروتئین مؤید کیفیت خوب پروتئین حاصل از دانه‌های روغنی هستند، ولی اسکور شیمیایی آنها پایین است. این مسئله بیانگر توازن نامناسب اسیدآمینه و همچنین کمبود حداقل یک اسید آمینه‌ی ضروری در آنها است. به طور کلی، پروتئین دانه‌های روغنی دارای سیستئین و متیونین پایین و مقادیر متغیری از لیزین هستند. به‌همین دلیل، آنها قادر به تکمیل کردن کیفیت پروتئین‌های غلات که معمولاً همراه با آنها استفاده می‌شوند نیستند. کنجاله‌ها عموماً دارای فسفر بالا و کلسیم پایینی هستند (Farhoomand, 2009).

استفاده از آنزیم‌های برون‌زادی قادر به بهبود ارزش تغذیه‌ای در جیره‌های ذرت و کنجاله سویا است (Meng *et al*., 2005). با استفاده مخلوطی از آنزیم‌های کربوهیدراز در جیره‌های ذرت و کنجاله سویا، بهبود قابلیت هضم نشاسته، بهبود قابلیت هضم پروتئین ایلئومی و بهبود در میزان AME_n گزارش شد. طبق نتایج Shirzadi *et al*. (2009)، استفاده از آنزیم‌های تجزیه کننده پلی ساکارید غیر نشاسته‌ای در جیره‌های حاوی جو باعث بهبود معنی‌دار وزن لاشه قابل طبخ شد. ازوجی و همکاران (Ezoji *et al.,* 2023) گزارش کردند که افزودن آنزیم به جیره‌های حاوی سطوح مختلف گلوتن ذرت باعث بهبود قابلیت هضم پروتئین خام و بهبود عملکرد شد.

فرآیند اکسترود کردن مقادیر انرژی بیشتری را برای سویاهای پرچرب در قیاس با سایر فرآورده‌های دیگر موجب می‌شود. همچنین وانگ و همکاران (Wang *et al*., 2005) نشان دادند که مقادیر انرژی قابل متابولیسم سویاهای پرچرب اکسترود شده به میزان زیادی با پلت کردن جیره افزایش یافت.

این تحقیق با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف دانه کامل سویای برشته شده (سویای پرچرب) و مولتی‌آنزیم بر عملکرد، راندمان لاشه، کیفیت گوشت سینه و برخی از فراسنجه‌های خونی در بلدرچین ژاپنی سویه تاکسیدو انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق با استفاده از هشت تیمار در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل ۲×۴ در سالن مرغداری مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی گرگان انجام شد. بلدرچین‌های یکروزه نژاد ژاپنی خریداری و پس از آماده‌سازی سالن، به سالن پرورش انتقال داده شدند. مولفه اول، سطوح سویای پرچرب (صفر، ۴/۲۵٪، ۸/۵٪ و ۱۲/۷۵٪) و مولفه دوم، سطوح مولتی‌آنزیم کمزایم (صفر و ۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) بودند. مولتی‌آنزیم کمزایم ساخت کشور بلژیک و دارای پروتئاز و کربوهیدراز به نسبت مساوی بود. جیره‌های آزمایشی مطابق توصیه NRC (1994) تنظیم شدند. اجزا و ترکیبات جیره و مواد مغذی در جدول ۱ قید شده‌اند.

جدول ۱- اجزا و ترکیب مواد مغذی جیره

Table 1. Feed ingredients and chemical composition of the diets

T_4	T_3	T_2	T_1	اجزای جیره (درصد) (Feed ingredients)
51.45	51.67	51.89	52.11	ذرت (Corn)
31.06	34.45	37.87	41.23	کنجاله سویا (Soybean meal)
0.07	0.71	1.34	1.98	روغن سویا (Soybean oil)
12.75	8.5	4.25	0	سویای پرچرب (Full Fat Soybean)
2	2	2	2	پودر ماهی (Fish meal)
0.5	0.5	0.49	0.48	دی‌کلسیم فسفات (Dicalcium phosphate)
1.2	1.2	1.2	1.2	کربنات کلسیم (Carbonate carbonate)
0.31	0.31	0.31	0.31	نمک طعام (Salt)
0.25	0.25	0.25	0.25	مکمل ویتامینی[5] (Vitamine supplement)
0.25	0.25	0.25	0.25	مکمل معدنی[6] (Mineral supplement)
0.05	0.05	0.05	0.05	سالینومایسین (Salinomycine)
0.12	0.12	0.12	0.12	DL- متیونین (DL-Methionine)
				ترکیب مواد مغذی (درصد) (Chemical Composition)
2900	2900	2900	2900	انرژی قابل سوخت و ساز (کیلوکالری در کیلوگرم) (AME)
24	24	24	24	پروتئین خام (Protein)
0.8	0.8	0.8	0.8	کلسیم (Calcium)
0.3	0.3	0.3	0.3	فسفر قابل استفاده (Available phosphorus)
0.15	0.15	0.15	0.15	سدیم (Salt)
۱/۳۴	1.34	1.34	1.33	لیزین (Lysine)
0.5	0.5	0.5	0.5	متیونین (Methionine)
0.88	0.88	0.88	0.88	متیونین + سیستین (Methionine and Cystine)

۱- تیمار شاهد (سطح صفر درصد سویای پر چرب)- ۲- تیمار شاهد به‌علاوه سطح ۴/۲۵٪ سویای پر چرب- ۳- تیمار شاهد به‌علاوه سطح ۸/۵٪ سویای پر چرب و ۴- تیمار شاهد به‌علاوه سطح ۱۲/۷۵٪ سویای پر چرب

هر سطح از سطوح تیمار اعمال شده دارای دو سطح آنزیم Kemzyme در مقادیر صفر و ۵۰۰ گرم در تن است.

۵- هر کیلوگرم مکمل ویتامینی تأمین‌کننده موارد زیر است:

۳۵۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۱۰۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D_3، ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۱۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین K_3، ۹۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_1، ۳۳۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_2، ۵۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_3، ۱۵۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_5، ۱۵۰ میلی‌گرم ویتامین B_6، ۵۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_9، ۷/۵ میلی‌گرم ویتامین B_{12}، ۲۵۰۰۰۰ میلی‌گرم کولین، ۵۰۰ میلی‌گرم بیوتین.

۶- هر کیلوگرم از مکمل معدنی تأمین‌کننده مواد زیر است: ۵۰۰۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۲۵۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۵۰۰۰۰ میلی‌گرم روی، ۵۰۰۰ میلی‌گرم مس، ۵۰۰ میلی‌گرم ید، ۱۰۰ میلی‌گرم سلنیوم.

1-Control (0% Full fat soybean), 2- Control group + 4.25% Full-fat soybean, 3- Control group + 8.5% Full-fat soybean, 4- Control group + 12.75% Full-fat soybean

Each treatment level has two levels of Kemzyme in amounts of zero and 500 grams per ton.

5 –Each kilogram of vitamin supplement provides the following:

3500000 international units of vitamin A, 1000000 international units of vitamin D3, 9000 international units of vitamin E, 1000 mg of vitamin K3, 900 mg of vitamin B1, 3300 mg of vitamin B2, 5000 mg of vitamin B3, 15000 mg of vitamin B5, 150 mg of vitamin B6, 500 mg of vitamin B9, 7.5 mg of vitamin B12, 250000 mg of choline, 500 mg of biotin.

6- Each kilogram of mineral supplement provides the following substances: 50000 mg of manganese, 25000 mg of iron, 50000 mg of zinc, 5000 mg of copper, 500 mg of iodine, 100 mg of selenium.

فراسنجه‌ها و روش‌های اندازه‌گیری

عملکرد (خوراک مصرفی، افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک) هر تیمار در پایان دوره پرورش محاسبه گردید.

در انتهای تحقیق، دو قطعه بلدرچین از هر واحد آزمایشی که از نظر وزنی نزدیک به میانگین وزن واحد آزمایشی مربوطه بودند، انتخاب و ذبح شدند. در این مرحله، ران‌ها و سینه‌های بلدرچین‌های ذبح شده شماره‌گذاری و تا زمان انتقال به فریزر در یخ نگهداری شدند.

جهت اندازه‌گیری اسیدیته، ۱۰ گرم نمونه گوشت در آب مقطر حل گردید و سپس اسیدیته محلول به دست آمده توسط دستگاه pH متر اندازه‌گیری گردید. جهت اندازه‌گیری شاخص رطوبت، ۱۰ گرم نمونه از قسمت ران جدا و سپس به آون ۱۰۳ درجه سانتی‌گراد منتقل گردید. میزان رطوبت از تفریق وزن اولیه گوشت از وزن پایانی بعد از خشک کردن در آون به دست آمد (Bedford, 2006). جهت اندازه‌گیری مالون‌دی‌آلدئید، ۱۰ گرم از گوشت چرخ شده نمونه ران با ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر دو بار تقطیر به‌مدت دو دقیقه همگن شد و سپس ۲/۵ میلی‌لیتر HCL ۴ مولار برای رساندن pH به۱/۵ به همراه سه عدد سنگ جوش به آن اضافه شد. فلاسک حرارت داده شد تا ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر در مدت ۱۰ دقیقه از زمان جوش به‌دست آمد. ۵ میلی‌لیتر معرف TBA[1] به لوله درب‌دار منتقل و به مدت ۴۵ دقیقه در آب جوش حرارت داده شد. یک گروه بلانک با استفاده از آب مقطر و ۵ میلی‌لیتر معرف تهیه گردید. در پایان، جذب آنها در طول موج ۵۳۸ نانومتر با استفاده از اسپکتوفتومتر اندازه‌گیری شد (Marcincak *et al*., 2003).

خصوصیات لاشه و وزن اندام‌های داخلی

در انتهای تحقیق، دو قطعه بلدرچین از هر واحد تحقیق که از نظر وزنی نزدیک به میانگین وزن واحد آزمایشی مربوطه

[1]. Thiobarbituric Acid

بودند، انتخاب و ذبح شدند. پس از کشتار و پرکنی به‌صورت دستی، امعا و احشا تخلیه و بخش‌های مختلف قسمت‌های مورد نظر (عضله سینه، عضله ران، لاشه قابل طبخ، چربی محوطه بطنی، پانکراس، و روده کوچک) به تفکیک با اسکالپل برش داده شد. وزن و طول روده کوچک و طول بخش‌های مختلف آن به تفکیک توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین و خط‌کش ثبت شدند و پس از شستشو در زیپ کیپ برای انجام آزمایشات مورد نظر قرار گرفتند. در این مرحله، ران‌ها و سینه‌های بلدرچین‌های ذبح شده، شماره‌گذاری و تا زمان انتقال به فریزر در یخ نگهداری شدند. لازم به ذکر است که نمونه‌های گوشت جمع‌آوری شده قبل از انتقال به فریزر کاملاً شسته و سپس خشک شدند و آنگاه به فریزر ۲±۲۰- منتقل گردیدند. آزمایشات کیفیت گوشت شامل اندازه‌گیری میزان مالون‌دی‌آلدهید (TBARS)، ظرفیت نگهداری آب، اسیدیته، چربی خام و رطوبت گوشت پس از انجماد گوشت و انجمادزدایی گوشت، ۳۰ روز و ۹۰ روز پس از کشتار انجام شدند.

اندازه‌گیری فراسنجه‌های خون

به‌منظور اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی از هر قفس دو پرنده به طور تصادفی انتخاب و در هنگام ذبح پرنده خونگیری از گردن انجام شد. نمونه‌های خون به آزمایشگاه منتقل و جهت استخراج سرم به‌مدت ۱۵ دقیقه با دور ۳۰۰۰ در دقیقه سانتریفیوژ شدند. سپس، فراسنجه‌های مورد نظر در آزمایشگاه تعیین شدند. گلوکز خون، تری‌گلیسیرید، کلسترول و HDL با روش آنزیماتیک و توسط دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شدند (Marcincak *et al*., 2003).

مدل آماری طرح و تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های به‌دست آمده با استفاده از آزمایشات فاکتوریل ۴×۲ (۴ سطح سویای پرچرب و ۲ سطح مولتی‌آنزیم کمزایم) و در قالب طرح کاملاً تصادفی تجزیه واریانس شدند.

اطلاعات و نتایج جمع‌آوری شده از آزمایش‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و رویه GLM مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند (SAS, 2003). برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

عملکرد

داده‌های مربوط به مصرف خوراک، افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک در کل دوره پرورش در جدول ۲ گزارش شده‌اند. نتایج نشان دادند که اثر سطوح مختلف سویای پرچرب بر مصرف خوراک معنی‌دار نبود ($p > ۰/۰۵$)؛ اما به‌طور عددی مصرف خوراک بیشتری در کل دوره پرورش (۳ تا ۴۵ روزگی) در بلدرچین‌های تغذیه شده با جیره‌های بدون سویای پرچرب (۹۱۲/۸۸ گرم) نسبت به جیره‌های حاوی سویای پرچرب مشاهده شد. افزایش وزن بیشتری در بلدرچین‌های تغذیه شده با سطح ۴/۲۵ درصد سویای پرچرب (۲۲۲/۴۷ گرم) نسبت به جیره‌های حاوی سطوح دیگر سویای پرچرب به دست آمد؛ اما این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود. اثر آنزیم نیز بر عملکرد معنی‌دار نبود. اثر سطوح مختلف سویای پرچرب، آنزیم و اثر متقابل سویای پرچرب و آنزیم بر ضریب تبدیل غذایی در کل دوره پرورش معنی‌دار نبودند.

در ارتباط با اثرات سویای پرچرب بر عملکرد تولیدی بلدرچین‌ها، نتایج این تحقیق مطابق با نتایج (MacIsaac *et al*., 2005)، (Biggs & Parsons, 2009) و (Malakian *et al*., 2011) هستند. پاپسکو و کریست (Popescu & Criste, 2003) گزارش کردند که استفاده از سطوح مختلف سویای پرچرب (۲۷/۷، ۳۳/۸ و ۴۱ درصد) هیچگونه تأثیر معنی‌داری بر مصرف خوراک و افزایش وزن در جوجه‌های گوشتی در پایان دوره نداشت. بیگز و پارسونز (Biggs & Parsons, 2009) اعلام کردند که مصرف دانه کامل دانه غلات در جوجه‌های گوشتی هیچگونه تأثیر معنی‌داری بر عملکرد آنها نداشت. ملکیان و همکاران (Malakian *et al*., 2011) عدم تأثیر معنی‌دار سطوح مختلف دانه پرچرب آفتابگردان (۰، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰٪) بر میانگین مصرف خوراک در جوجه‌های گوشتی را اعلام کردند. برخلاف نتایج این تحقیق، بیگز و پارسونز (Biggs & Parsons, 2009) افزایش مصرف خوراک را در جوجه‌های گوشتی با تغذیه دانه سویای اکسترود شده در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد در مقایسه با دانه خام مشاهده نمودند. تحقیق دیگر (MacIsaac *et al*., 2005) نشان داد که سویای پرچرب حرارت داده‌شده که به ترتیب در مقادیر ۰، ۳۳/۳، ۶۶/۶ و ۱۰۰ درصد در جیره جایگزین کنجاله سویا شده بود اثر معنی‌داری بر افزایش وزن بوقلمون‌های ماده نداشت. ملکیان و همکاران (Malakian *et al*., 2011) تأثیر سطوح مختلف دانه پرچرب آفتابگردان (۰، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰٪) بر افزایش وزن در جوجه‌های گوشتی را فاقد اختلاف معنی‌دار گزارش نمودند. اکسترود کردن سویا باعث کاهش فعالیت بازدارنده تریپسین و سایر مواد ضد تغذیه‌ای موجود در سویا می‌شود که باعث بهبود قابلیت هضم و جذب سویا شد، در نتیجه تفاوت معنی‌داری در عملکرد تیمارهای مختلف مشاهده نشد. در این تحقیق، استفاده از آنزیم هیچگونه تأثیر معنی‌داری بر افزایش وزن در بازه‌های مختلف زمانی و در کل دوره نداشت ($p > ۰/۰۵$). این نتایج با یافته‌های تروچی و همکاران (Troche *et al.,* 2007) که اختلاف معنی‌داری در افزایش وزن زنده در نتیجه استفاده از آنزیم آویزایم ۱۵۰۲ در جیره بوقلمون‌های نر که بر پایه ذرت، کنجاله سویا و گندم بود به‌دست نیاوردند مطابقت دارند. آنها به بررسی تأثیر آنزیم آویزایم ۱۵۰۰ در جیره‌های جوجه‌های گوشتی پرداختند و تفاوت معنی‌داری را در افزایش وزن پرنده‌ها با استفاده از آنزیم گزارش نکردند. مارسمن و همکاران (Marsman *et al.,* 1997) به بررسی اثر فرآیند حرارتی سویا و افزودن آنزیم به جیره و تأثیر آنها بر عملکرد جوجه‌های گوشتی پرداختند. آنها هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری را در افزایش وزن مابین تیمارهای دارای آنزیم و تیمار شاهد گزارش نکردند.

بر خلاف نتایج این تحقیق، آزمایشات انجام گرفته توسط (Bedford, 2005) نشان دادند که افزودن آنزیم به جیره‌های بر پایه گندم، جو و چاودار سبب بهبود در افزایش وزن جوجه‌های گوشتی شد ($p<۰/۰۵$). در مورد اثر آنزیم بر مصرف خوراک، نتایج این تحقیق با نتایج تروچی و همکاران (Troche *et al.,* 2007) که هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری را در نتیجه

استفاده از آنزیم‌ها بر میانگین مصرف خوراک گزارش نکردند مطابقت دارند. بر خلاف نتایج این تحقیق شیرزادی و همکاران (Shirzadi *et al*., 2009) نشان دادند که افزودن آنزیم به جیره‌های حاوی جو مصرف خوراک کل دوره را در جوجه‌های گوشتی به‌صورت معنی‌داری ($p < ۰/۰۵$) افزایش می‌دهد. نتایج این تحقیق در مورد اثر آنزیم بر ضریب تبدیل غذایی با یافته‌های تروچی و همکاران (Troche *et al.,* 2007) که هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری را در نتیجه استفاده از آنزیم‌ها در جیره بر ضریب تبدیل غذایی پرنده گزارش نکردند موافق هستند. از طرف دیگر، نتایج این تحقیق با یافته‌های بدفورد (Bedford, 2006) که همگی تأثیرات معنی‌دار آنزیم‌های اگزوژنز را بر ضریب تبدیل غذایی پرندگان در کل دوره پرورش گزارش کردند مغایر هستند (Foltyn *et al*., 2013). سحرخیز بندفیروزی و همکاران (Saharkhiz Bandfirouzi *et al*., 2019) گزارش نمودند که استفاده از آنزیم در جیره‌های دارای پودر دانه غلات باعث بهبود عملکرد و وضعیت آنتی‌اکسیدانی خون بلدرچین ژاپنی شد.

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد تیمارهای مختلف از سن ۳ تا ۴۵ روزگی

Table 2. Comparison of the average performance of different treatments from the age of 3 to 45 days

تیمار (Treatment)	خوراک مصرفی (Feed intake)	افزایش وزن (Weight gain)	ضریب تبدیل خوراک (Feed Convrsion Ratio)
سطح سویای پر چرب Level of full fat soybean (درصد در جیره)			
0	912.88	218.48	4.19
4.25	902	222.47	4.06
8.5	863.13	216.29	4.09
12.75	854.54	218.86	4.02
SEM	20.5	5.25	0.12
P-value	0.14	0.86	0.77
سطح آنزیم Enzyme level (میلی‌گرم در کیلوگرم)			
0	897.27	221.09	4.08
500	887	216.95	4.1
SEM	14.04	3.64	0.08
P-value	0.7	0.43	0.85
اثرات متقابل interaction effects			
0 × 0	921.5	221.2	4.17
0 ×500	904.25	215.76	4.21
4.25 ×0	914.5	222.86	4.11
4.25 ×500	889.5	222.07	4.01
8.5 ×0	839.75	220.15	3.99
8.5 ×500	886.5	212.43	4.19
12.75 ×0	841.33	220.17	4.04
12.75 ×500	867.75	21756	3.99
SEM	27.34	6.74	0.16
P-value	0.53	0.97	0.81

کیفیت گوشت

داده‌های مربوط به فراسنجه‌های کیفیت گوشت سینه در بازه زمانی ۳۰ روز پس از کشتار در جدول ۳ گزارش شده‌اند. گوشت سینه بلدرچین‌های تغذیه شده با جیره‌های فاقد سویای پرچرب و سطح ۸/۵ درصد سویای پرچرب ظرفیت نگهداری آب بیشتری (به ترتیب ۶۲/۸۲ و ۶۳/۰۴) در مقایسه با سطح ۱۲/۷۵ درصد سویای پرچرب (۶۰/۰۵) داشت ($p < ۰/۰۵$)، ولی با سطح ۴/۲۵ درصد سویای پرچرب اختلاف معنی‌داری نداشت (۶۱/۳۲). همچنین، سطوح ۸/۵ و ۱۲/۷۵ درصد سویای پرچرب مقادیر مالون‌دی‌آلدئید بیشتری را در قیاس با تیمار صفر داشتند (به‌ترتیب ۱/۴۵ و ۱/۵۵ میکروگرم در گرم). حجم بیشتر اسیدهای چرب غیر اشباع در گوشت سینه تیمارهای دریافت کننده سطوح بالاتر سویای پرچرب باعث اکسیداسیون بیشتر و در نتیجه افزایش مالون‌دی‌آلدهید می‌شود (Kahraman *et al*., 2004). اثر آنزیم بر فراسنجه‌های مورد اندازه‌گیری معنی‌دار نبود. اثر متقابل سویای پرچرب و آنزیم برای ظرفیت نگهداری آب از لحاظ آماری معنی‌دار نبود.

داده‌های مربوط به فراسنجه‌های کیفیت گوشت سینه در بازه زمانی ۹۰ روز پس از کشتار در جدول ۴ گزارش شده‌اند. اثر سویای پرچرب بر مقدار ظرفیت نگهداری آب و اسیدیته معنی‌دار بود ($p < ۰/۰۵$). گوشت سینه بلدرچین‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی سطح ۸/۵ درصد سویای پرچرب بالاترین ظرفیت نگهداری آب را به غیر از سطح صفر داشتند (۵۹/۹۱ درصد). اما اثر آنزیم بر هیچ‌یک از فراسنجه‌های کیفیت گوشت در بازه زمانی ۹۰ روز پس از کشتار معنی‌دار نبود. نارسیسو گایتن و همکاران (Narciso-Gaytán *et al.,* 2010) تأثیر انواع چربی در جیره با ۲ سطح ویتامین E را بر فسادپذیری گوشت جوجه‌های گوشتی مورد بررسی قرار دادند. جیره شاهد ذرت و کنجاله سویا بود و تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از جیره شاهد و چربی حیوانی، روغن نخل، چربی خوک و یا روغن سویا. دو سطح ویتامین عبارت بودند از سطح پایین (۳۳ میلی‌گرم در کیلوگرم) و سطح بالا (۳۰۰-۴۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم). نتایج این تحقیق نشان دادند که جیره‌های حاوی روغن سویا میزان مالون‌دی‌آلدئید را در روز ۱۰ و ماه ۶ پس از نگهداری بیش از دیگر منابع چربی افزایش دادند ($p < ۰/۰۵$). در این تحقیق، اثر متقابل زمان و چربی و یا زمان با ویتامین نیز معنی‌دار شد.

به‌طور کلی، پیشرفت اکسیداسیون گوشت بعد از کشتار به عوامل زیادی از قبیل مقدار پرواکسیدان‌های گوشت (میوگلوبین، آهن و فلزات دیگر)، سطوح آنتی‌اکسیدان‌های

گوشت (آلفاتوکوفرول، دی‌پپتیدهای حاوی هیستیدین و آنزیم‌هایی از قبیل گلوتاتیون پراکسیداز، سوپر اکسید دیسموتاز و کاتالاز)، مقدار چربی گوشت و پروفیل اسیدهای چرب آن، نحوه و میزان عمل‌آوری گوشت (قطعه قطعه شده،چرخ شده و حرارت دیده) و شرایط بسته‌بندی (نور، مدت زمان نگهداری، دما و نحوه ذخیره‌سازی) بستگی دارد (جنسن و همکاران، ۱۹۹۸). لذا، مکمل ال-کارنیتین می‌تواند از طریق کاهش سطح چربی گوشت و کاهش روند اکسیداسیون در بهبود کیفیت گوشت اثرات مثبتی داشته باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین فراسنجه‌های کیفیت گوشت سینه ۳۰ روز پس از کشتار در تیمارهای مختلف آزمایشی

Table 3. A comparison of the average quality indices of breast meat 30 days after slaughter in different experimental treatments

مالون‌دی‌آلدئید (میکروگرم در گرم) Malondialdehhyde(microgram/gram)	چربی خام (درصد) Crude fat (%)	رطوبت (درصد) Moisture (%)	PH	ظرفیت نگهداری آب (درصد) Water Holding Capacity (%)	تیمار Treatment
					سطح سویای پرچرب Level of full-fat soybean (درصد در جیره)
0.9^{b}	10.76	72.17	6.86	62.82^{a}	0
1.35^{ab}	8.92	74.14	6.87	61.13^{ab}	4.25
1.45^{a}	9.96	72.64	6.94	63.04^{a}	8.5
1.55^{a}	11.05	70.21	6.89	60.33^{b}	12.75
0.17	0.84	2.06	0.07	0.84	SEM
0.05	0.26	0.39	0.86	0.09	P-value
					سطح آنزیم Enzyme level (میلی‌گرم در کیلوگرم)
1.29	9.8	72.74	6.94	62.54	0
1.31	10.57	72.36	6.85	61.33	500
0.12	0.59	1.43	0.05	0.06	SEM
0.7	0.33	0.86	0.22	0.12	P-value
					اثرات متقابل Interaction effects
1	10.06	71.76	6.91	62.83^{a}	0 × 0
0.8	11.69	72.72	6.81	62.82^{a}	0 ×500
1.35	9.53	76.31	6.89	62.46^{a}	4.25 ×0
1.34	8.31	73.98	6.84	59.8^{ab}	4.25 ×500
1.46	9.53	72.53	6.95	62.48^{a}	8.5 ×0
1.44	10.53	72.74	6.93	63.6^{a}	8.5 ×500
1.33	10.09	70.34	6.98	62.33^{a}	12.75 ×0
1.85	12	70.08	6.8	58.34^{b}	12.75 ×500
0.22	1.14	2.68	0.09	1.05	SEM
0.51	0.53	0.95	0.85	0.16	P-value

حروف نامشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار هستند ($p < ۰/۰۵$).

Different letters in each row have statistically significant differences ($p < 0.05$).

جدول ۴- مقایسات میانگین فراسنجه¬های کیفیت گوشت سینه ۹۰ روز پس از کشتار در تیمارهای مختلف آزمایشی

Table 4. Comparisons of the average quality parameters of breast meat 90 days after slaughter in different experimental treatments

آلدئیددی‌مالون (میکروگرم در گرم) Malondialdehhyde (microgram/gram)	چربی خام (درصد) Crude fat (%)	رطوبت (درصد) Moisture (%)	pH	ظرفیت نگهداری آب (درصد) Water Holding Capacity (%)	تیمار Treatment
					سطح سویای پرچرب Level of full-fat soybean (درصد در جیره)
1.03	7.65	67.35	6.03^{b}	57.68^{ab}	0
0.98	7.79	66.76	6.59^{a}	53.13^{c}	4.25
1.09	9.71	65.66	6.13^{ab}	58.91^{a}	8.5
1.11	10.11	66.21	6.47^{ab}	54.82^{bc}	12.75
0.09	1.19	0.91	0.18	1.09	SEM
0.77	0.35	0.6	0.09	0.006	P-value
					سطح آنزیم Enzyme level (میلی‌گرم در کیلوگرم)
1.08	8.91	66.32	6.25	57.01	0
1.03	8.71	66.67	6.33	55.54	500
0.07	0.84	0.65	0.12	0.78	SEM
0.65	0.87	0.71	0.49	0.14	P-value
					اثرات متقابل Interaction effects
1.13	7.69	66.24^{ab}	6.03	58.14^{ab}	0 × 0
0.92	7.61	68.46^{a}	6.02	57.21^{abc}	0 ×500
0.93	8.88	65.69^{ab}	6.55	53.13^{bc}	4.25 ×0
1.03	7.7	67.83^{ab}	6.67	53.11^{bc}	4.25 ×500
1.09	8.81	67.43^{ab}	6.97	59.39^{a}	8.5 ×0
1.1	10.6	63.88^{b}	6.3	58.43^{a}	8.5 ×500
1.15	10.26	65.91^{ab}	6.45	57.49^{abc}	12.75 ×0
1.07	9.95	66.5^{ab}	6.5	52.81^{c}	12.75 ×500
0.13	1.5	1.22	0.24	1.38	SEM
0.71	0.71	0.12	0.89	0.49	P-value

حروف نامشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار هستند ($p < ۰/۰۵$).

Different letters in each row have statistically significant differences ($p < 0.05$).

طول روده کور، روده کوچک و بخش‌های مختلف آن

داده‌های مربوط به طول روده کور، روده کوچک و بخش‌های مختلف آن در جدول ۵ گزارش شده‌اند. سطح ۱۲/۷۵ درصد سویای پرچرب بالاترین طول دوازدهه (۱۲/۵۳ سانتی‌متر) و سطح ۴/۲۵ درصد سویای پرچرب کمترین طول دوازدهه (۱۰/۴۶ سانتی‌متر) را ایجاد کردند ($p < ۰/۰۵$). اختلاف سطح ۱۲/۷۵ درصد و صفر درصد (۱۲/۵۳ سانتی‌متر در مقابل ۱۰/۹۷ سانتی‌متر) و سطح ۸/۵ درصد با ۴/۲۵ درصد (۱۱/۷۷ سانتی‌متر در مقابل ۱۰/۴۶ سانتی‌متر) نیز با یکدیگر معنی‌دار بودند ($p < ۰/۰۵$). اثر سویای پرچرب بر طول سایر بخش‌ها معنی‌دار نبود.

اثر آنزیم بر طول بخش‌های مختلف روده نشان داد که طول ژژنوم بشکل معنی‌داری ($p < ۰/۰۵$) تحت تأثیر آنزیم قرار گرفت. در این مورد سطح دوم آنزیم (۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) باعث کاهش طول ژژنوم در مقایسه با سطح اول آنزیم (صفر) شد (۲۶/۶۲ در مقابل ۲۸/۹۸ سانتی‌متر).

اثر متقابل سویای پرچرب و آنزیم در مورد طول دوازدهه، ژژنوم و ایلئوم معنی‌دار نشد. در این مورد، بیشترین طول دوازدهه مربوط به سطح ۱۲/۷۵ درصد سویای پرچرب و سطح صفر آنزیم (۱۲/۸۱ سانتی‌متر) و کمترین طول مربوط به سطح ۴/۲۵ درصد سویای پرچرب و سطح صفر آنزیم بود. بیشترین طول ژژنوم در تیمار شاهد (سطح صفر سویای پرچرب و آنزیم) و کمترین طول در سطوح صفر و ۵۰۰، ۴/۲۵ و ۵۰۰، ۸/۵ و ۵۰۰، ۱۲/۷۵ و صفر به‌دست آمدند. بیشترین طول ایلئوم در سطح ۵۰۰×۴/۲۵ و کمترین طول در سطوح ۵۰۰×۸/۵، ۱۲/۲۵و صفر و ۵۰۰×۱۲/۷۵ به‌دست آمدند ولی از لحاظ آماری معنی‌دار نبودند.

نتایج این تحقیق در ارتباط با اثر افزودن آنزیم بر طول روده و قسمت‌های گوناگون آن با نتایج اولکوسکی و همکاران (Olkowski *et al*., 2010) که گزارش کردند استفاده از آنزیم رونوزایم به‌صورت معنی‌داری باعث کاهش طول روده کوچک (۲۰/۷۷ در مقابل ۲۳/۳۴)، دوازدهه (۳/۹۹ در مقابل ۴/۶۴)، ژژنوم (۸/۶۴ در مقابل ۹/۸۶) و ایلئوم (۸/۱۴ در مقابل ۸/۸۴) در مقایسه با تیمار شاهد شد، مطابقت دارند.

جدول ۵- مقایسه میانگین تیمارهای مختلف از نظر طول سکوم، روده کوچک و قسمت‌های مختلف آن در پایان دوره پرورش (سانتی‌متر)
Table 5. Comparisons of the average of different treatments for the lengths of cecum, small intestine, and its different parts (cm)

سکوم Cecum	ایلئوم Ileum	ژژنوم Jejunum	دئودنوم Duodenum	روده کوچک Small intestine	تیمار Treatment
					سطح سویای پرچرب-full Level of fat soybean (درصد در جیره)
7.92	24.09	28.59	10.97^{bc}	63.66	0
7.81	25.65	26.76	10.46^{c}	60.88	4.25
7.59	22.31	27.75	11.77^{ab}	63.25	8.5
7.38	21.82	28.09	12.53^{a}	62.44	12.75
0.31	1.34	0.82	0.39	1.47	SEM
0.63	0.18	0.56	0.003	0.62	P-value
					سطح آنزیم Enzyme level (میلی‌گرم در کیلوگرم)
7.83	22.21	28.98^{a}	11.25	62.62	0
7.52	24.73	26.62^{b}	11.61	61.99	500
0.22	0.94	0.64	0.28	1.03	SEM
0.32	0.64	0.01	0.37	0.67	P-value
					اثرات متقابل Interaction effects
8.06	22.94^{ab}	31.31^{a}	10.75^{bc}	65	0 × 0
7.77	25.25^{ab}	25.87^{b}	11.19^{abc}	62.31	0 ×500
7.67	23.18^{ab}	27.39^{ab}	10.1^{c}	60.54	4.25 ×0
7.94	28.12^{a}	26.14^{b}	10.81^{bc}	61.21	4.25 ×500
7.94	22.66^{ab}	28.52^{ab}	11.36^{abc}	63.37	8.5 ×0
7.25	21.96^{b}	26.97^{b}	12.19^{ab}	61.12	8.5 ×500
7.65	20.06^{b}	28.69^{b}	12.81^{a}	61.56	12.75 ×0
7.11	23.57^{ab}	27.49^{ab}	12.25^{ab}	63.31	12.75 ×500
0.43	1.78	1.22	0.54	2	SEM
0.72	0.49	0.28	0.59	0.64	P-value

حروف نامشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار هستند ($p < ۰/۰۵$).

Different letters in each row represent statistically significant differences ($p < 0.05$).

فراسنجه‌های خونی

داده‌های مربوط به فراسنجه‌های خونی در جدول ۶ گزارش شده‌اند. سطوح کلسترول و LDL خون بالاتری در بلدرچین‌های تغذیه‌شده با جیره‌های بدون سویای پرچرب در مقایسه با جیره‌های حاوی سویای پر چرب مشاهده شدند. البته در سطح ۱۲/۷۵ معنی‌دار نبود. اثر سویای پرچرب بر مقادیر گلوکز، تری‌گلیسرید و HDL معنی‌دار نبود.

اثر آنزیم بر هیچ‌یک از فراسنجه‌های خونی مورد اندازه‌گیری معنی‌دار نشد. بالاترین سطح تری‌گلیسرید سطح ۰× ۴/۲۵، بالاترین سطح کلسترول سطح ۰ × ۰ و بالاترین سطح LDL سطح ۵۰۰ × ۰ بودند ولی از لحاظ آماری معنی‌دار نبودند.

تحقیق انجام شده ملکیان و همکاران (Malakian *et al.,* 2011) نشان داد که استفاده از دانه پرچرب آفتابگردان (۰، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد در جیره) تأثیر معنی‌داری بر غلظت کلسترول خون جوجه‌های گوشتی داشت ولی تأثیر معنی‌داری بر غلظت تری‌گلیسرید خون نداشت. بر اساس نتایج یک مطالعه (Yoruk *et al*., 2006)، افزودن مولتی‌آنزیم‌ها به جیره‌های ذرت و سویا در مرغ‌های تخم‌گذار هیچ‌گونه تأثیر معنی‌داری بر

غلظت‌های گلوکز خون، تری‌گلیسرید، HDL و VLDL ایجاد نکرد که با نتایج این تحقیق مشابهت دارد. بر خلاف نتایج این تحقیق، آلپارسلان و اوزدوگان (Alparslan & Özdogan, 2006) تأثیرات معنی‌دار جیره‌های حاوی روغن ماهی (صفر، ۲٪ و ۴٪) را بر غلظت کلسترول خون جوجه‌های گوشتی گزارش کردند. پائین‌ترین مقدار HDL در گروه شاهد (بدون روغن ماهی) ثبت شد. مقادیر LDL در بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری نداشتند. هر چند که بهترین نتایج برای این فراسنجه چه برای نرها و چه ماده‌ها در گروه‌های حاوی روغن ماهی گزارش شدند. ازوجی و همکاران (Ezoji *et al*., 2023) گزارش کردند که افزودن آنزیم به جیره جوجه‌های گوشتی باعث افزایش گلوکز خون شد.

در مورد تأثیر استفاده از آنزیم بر فراسنجه‌های خونی، نتایج این تحقیق با نتایج (Yoruk *et al*., 2006) که گزارش کردند افزودن مولتی‌آنزیم‌ها به جیره‌های ذرت و سویا در مرغ‌های تخمگذار هیچ‌گونه تأثیر معنی‌داری بر غلظت گلوکز خون، تری‌گلیسرید، HDL و VLDL نداشت، مطابقت دارند. همچنین، حاجاتی و همکاران (Hajati *et al.,* 2009) اعلام کردند که افزودن آنزیم به جیره‌های ذرت–سویا–گندم، غلظت‌های گلوکز، HDL و تری‌گلیسرید را به‌صورت معنی‌داری ($p < ۰/۰۵$) افزایش داد که مغایر با نتایج تحقیق حاضر است.

جدول ۶- مقایسه میانگین تیمارهای مختلف از نظر فراسنجه‌های خونی

Table 6. Comparisons of the average of different treatments in terms of blood parameters

VLDL	LDL	HDL	کلسترول Cholesterol	تری‌گلیسرید Triglyceride	گلوکز Glucose	تیمار Treatment
						سطح سویای پر چرب Level of full-fat soybean (درصد در جیره)
23.25	101.42^{a}	88.72	215.94^{a}	116.24	307.42	0
25.09	73.6^{b}	80.62	167.67^{c}	125.42	266.85	4.25
23.62	88.76^{ab}	88.99	183.74^{bc}	110.97	288.52	8.5
21.89	87.77^{ab}	85.44	196.55^{ab}	109.43	290.19	12.75
2.01	8.66	7.78	8.62	9.43	16.29	SEM
0.73	0.18	0.86	0.002	0.61	0.17	P-value
						سطح آنزیم Enzyme level (میلی‌گرم در کیلوگرم)
25.29	80.65	86.91	191.71	122.87	282.81	0
21.63	95.13	84.98	190.34	108.15	281.39	500
1.47	6.05	5.51	6.09	6.66	11.15	SEM
0.07	0.1	0.81	0.87	0.12	0.93	P-value
						اثرات متقابل Interaction effects
23.81	93.23^{ab}	95.52^{b}	226.62^{a}	119.05^{ab}	297.26	0 × 0
22.69	109.6^{a}	81.91^{b}	205.25^{ab}	113.43^{ab}	319.59	0 ×500
28.85	66.64^{b}	83.5^{b}	168.82^{b}	144.25^{a}	266.78	4.25 ×0
21.32	80.57^{ab}	77.74^{b}	166.52^{b}	106.58^{ab}	266.92	4.25 ×500
24.77	73.53^{ab}	81.82^{b}	171.7^{b}	109.62^{ab}	256.95	8.5 ×0
22.47	103.99^{ab}	96.16^{a}	195.79^{ab}	112.33^{ab}	272.3	8.5 ×500
23.71	89.2^{ab}	86.79^{b}	199.7^{ab}	108.57^{ab}	310.27	12.75 ×0
20.06	86.35	84.08^{b}	193.78^{ab}	100.28^{b}	266.77	12.75 ×500
2.72	13.03	10.81	11.62	12.97	22.25	SEM
0.68	0.55	0.64	0.3	0.44	0.5	P-value

حروف نامشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار هستند ($p < ۰/۰۵$).

Different letters in each row represent statistically significant differences ($p < 0.05$).

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی، تغذیه بلدرچین‌ها با استفاده از سویای پرچرب در سطوح پایین با آنزیم توانست تأثیر مطلوبی روی صفات مورد مطالعه در این آزمایش داشته باشد. همچنین، قیمت تمام شده هر کیلو گوشت در ازای استفاده از جیره سطوح پایین (۴/۲۵) سویای پرچرب با آنزیم کاهش یافت. با توجه به این‌که آنزیم مورد استفاده در این آزمایش صرفاً حاوی پروتئاز و کربوهیدراز بود، پیشنهاد می‌گردد که هنگام استفاده از سویای پرچرب در جیره، جهت دستیابی به نتایج مطلوب‌تر از آنزیم‌هایی استفاده گردد که علاوه بر کربوهیدراز و پروتئاز، حاوی لیپاز نیز باشند.

References

Alparslan, G., & Özdogan, M. (2006). The effects of diet containing fish oil on some blood parameters and the performance values of broilers and cost efficiency. *International Journal of Poultry Science*, *5*(5), 415-419.

Bedford, M. (2006). Mechanism of action and potential environmental benefits from the use of feed enzymes. *Animal Feed Science and Technology*, *53*(2), 145-155.

Biggs, P., & Parsons, C. (2009). The effects of whole grains on nutrient digestibilities, growth performance, and cecal short-chain fatty acid concentrations in young chicks fed ground corn-soybean meal diets. *Poultry Science*, *88*(9), 1893-1905.

Chohan, A., McNiven, M., Hamilton, R., & MacLeod, J. (2014). High protein and low trypsin inhibitor varieties of full-fat soybeans in broiler chicken starter diets. *Canadian Journal of Animal Science*, *73*(2), 401-409.

Ezoji, A., Rezaei, M., Kazemifard, M., & Ashayerizadeh, O. (2023). Effect of different levels of corn gluten feed with and without enzyme addition on growth performance, carcass characteristics, nutrient digestibility and some blood parameters in broiler chicks. *Research on Animal Production,* 14(40), 1-13. [In Persian]

Foltyn, M., Rada, V., Lichovnikova, M., Šafařík, I., Lohniský, A., & Hampel, D. (2013). Effect of extruded full-fat soybeans on performance, amino acids digestibility, trypsin activity, and intestinal morphology in broilers. *Czech Journal of Animal Science, 58*(10), 470-478.

Hajati, H., Rezaei, M., & Sayyahzadeh, H. (2009). The Effect of enzyme supplementation on performance, carcass characteristics and some blood parameters of broiler fed on corn-soybean meal- wheat diets. *International Journal of Poultry Science*, 8, 1199-1205.

Jenson, C., Lauridsen, C., & Bertelsen, G. (1998). Dietary vitamin E: quality and storage stability of pork and poultry. *Trends in Food Science and Technology*, 9, 62-72.

Kahraman, R., Özpınar, H., Abas, İ., Kutay, H. C., Eseceli, H., & Grashorn, M. (2004). Effects of different dietary oil sources on fatty acid composition and malondialdehyde levels of thigh meat in broiler chickens. *Archiv fur Geflugelkunde,* 77-86, 68(2).

Khanna, T., Zaidi, F.A., & Dandiya, P. C. (2003). CNS and analgesic studies on Nigella sativa. *Fitoterapia, 5,* 407-10.

Liener, I. E. (2019). Anti-nutritional factors as determinants of soybean quality. In World Soybean Research Conference II CRC Press. (pp. 703-712).

MacIsaac, J., Burgoyne, K., Anderson, D., & Rathgeber, B. (2005). Roasted full-fat soybeans in starter, grower, and finisher diets for female broiler turkeys. *Journal of Applied Poultry Research*, *14*(1), 116-121.

Malakian, M., Hassanabadi, A., & Heidariniya, A. (2011). Effects of safflower seed on performance, carcass traits and blood parameters of broilers. *Research Journal of Poultry Science*, *4*(2), 18-21.

Marcincak, S., Sokol, J., Turek, P., Rozanska, H., Dicakova, Z., Mate, D., Popelka, P., & Korim, P. (2003). Comparative evaluation of analytical techniques to quantify malondialdehyde in broiler meat. *Bulletin-Veterinary Institute in Pulawy*, *47*(2), 491-496.

Marquardt, R., Boros, D., Guenter, W., & Crow, G. (2004). The nutritive value of barley, rye, wheat and corn for young chicks as affected by use of a Trichoderma reesei enzyme preparation. *Animal Feed Science and Technology*, *45*(3-4), 363-378.

Marsman, G. J. P., Grupeen, H., Van der poel, A. F. B., Kwakkel, R. P., Verstegen, M. W. A., & Voragen, A. G. J. (1997). The effect of thermal processing and enzyme treatment of soybean meal on groth performance, ileal nutrient digestibilities and chime charactaristics in broiler chicks. *Poultry Science*, 76, 864-872.

Mellorezende, M. J., & Manus, C. M. (2009). Determination of metabolizable energy value of corn with different average geometric diameters for European quails (*Coturnixcoturnix*). *Brazilian Archives of Biology and Technology, 52,* 981-984. https://doi.org/10.1590/S1516-89132009000400022.

Meng, X., Slominski, B., Nyachoti, C., Campbell, L., & Guenter, W. (2005). Degradation of cell wall polysaccharides by combinations of carbohydrase enzymes and their effect on nutrient utilization and broiler chicken performance. *Poultry Science*, *84*(1), 37-47.

Narciso-Gaytán, C., Shin, D., Sams, Keeton, A. R. Miller, R. K., Smith, S. B., & Sánchez-Plata, M. X. (2010). Dietary lipid source and vitamin E effect on lipid oxidation stability of refrigerated fresh and cooked chicken meat. *Poultry Science,* 89, 2726-2734

National Research Council, & Subcommittee on Poultry Nutrition. (1994). Nutrient requirements of poultry: 1994. *National Academies Press*.

Olkowski, B. I., Janiuk, I., & Jakubczak, A. (2010). Effect of enzyme preparation with activity directed towards degradation of non starch polysaccharides on yellow lupine seed based diet for young broilers. *Acta Veterinaria Brno*, *79*(3), 395-402.

Popescu, A., & Criste, R. (2003). Using full fat soybean in broiler diets and its effect on the production and economic efficiency of fattening. *Journal of Central European Agriculture*, *4*(2), 167-174.

Saharkhiz bandfirouzi, k., Rezaei, M., & Kazemifard, M. (2019). Effects of different levels of tomato powder with and without addition of enzymes on performance, blood parameters and antioxidant status of japanese quails. *Research on Animal Production,* 10(23), 11-21. [In Persian]

SAS Institue. (2003). SAS/STAT User›s quide, release 9.1 edition. SAS insitute Inc., Cary, NC.

Shirzadi, H., Moravej, H., & Shivazad, M. (2009). Comparison of the effects of different kinds of NSP enzymes on the performance, water intake, litter moisture and jejunal digesta viscosity of broilers fed barley-based diet. *Journal of Food Agriculture and Environment*, *7*(3-4), 615-619.

Steenfeldt, S., Hammershøj, M., Müllertz, A., & Jensen, J. F. (2008). Enzyme supplementation of wheat-based diets for broilers: 2. Effect on apparent metabolisable energy content and nutrient digestibility. *Animal Feed Science and Technology*, *75*(1), 45-64.

Troche, C., Sun, X., Mc Elroy, A. P., Remust, J., & Novak, C. L. (2007). Supplementation of Avizyme 1502 to corn-soybean meal-wheat diets fed to turkey tom poulets: The first fifty-six days of age. *Poultry Science,* 86, 496-502.

Wang, Z., Qiao, S., Lu, W., & Li, D. (2005). Effects of enzyme supplementation on performance, nutrient digestibility, gastrointestinal morphology, and volatile fatty acid profiles in the hindgut of broilers fed wheat-based diets. *Poultry Science*, *84*(6), 875-881.

Wiseman, J. (2007). Developments in utilization of full fat soybean meal for non-ruminants. *Feed International, February*, *14*.

Yoruk, M., Gul, M., Hayirli, A., & Karaoglu, M. (2006). Multi-enzyme supplementation to peak producing hens fed corn-soybean meal based diets. *International Journal of Poultry Science*, *5*(4), 374-380.