

Research Article

Vol. 18, No.1, 2026, p. 91-104



Effects of Corn Grain Replacement with Triticale on Performance, Qualitative Traits of Eggs, and Some Biochemical Parameters of Blood Serum in Breeder Japanese Quail

Mohammad Javad Agah^{1*}, Elnaz Kami¹, Seyed Mohammad Reza Hashemi¹, Abdolhamid Karimi¹,
Mohammad Javad Abarghuei¹, Hossein Norollahi¹

1- Animal Science Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran

*Corresponding Author's Email: mjagah1400@gmail.com, m.agah@areeo.ac.ir

How to cite this article:

Received: 14-08-2025
Revised: 28-11-2025
Accepted: 02-12-2025
Available Online: 04-04-2026

Agah, M. J., Kami, E., Hashemi, S. M. R., Karimi, A., Abarghuei, M. J., & Norollahi, H. (2026). Effects of corn grain replacement with triticale on performance, qualitative traits of eggs, and some biochemical parameters of blood serum in breeder Japanese quail. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 18(1), 91-104. (in Persian with English abstract).

<https://doi.org/10.22067/IJASR.2025.94923.1267>

Introduction: Cereal grains are the primary source of energy in poultry diets. Energy from cereal grains is primarily derived from highly digestible carbohydrates, with a small contribution from the fat they contain. Therefore, depending on dietary energy requirements, cereal grains constitute a substantial proportion of poultry rations and play a major role in overall feed costs. On the other hand, among cereal grains, corn is more widely used in poultry nutrition than other cereal grains due to its high energy content and digestibility. Due to human consumption and the limitations of corn cultivation in Iran, such as water supply, climatic conditions, and soil type, it seems necessary to replace corn with other feedstuffs in order to provide energy in poultry diets. One of these grains is triticale, which can be used as an alternative cereal in poultry diets. Triticale is a hybrid of wheat and rye. The combination of wheat-like nutritional attributes and the robustness of rye make triticale adaptable to poor soils and highly tolerant to drought and cold stress. Furthermore, triticale is a suitable source of energy (3200 Kcal of metabolizable energy) and has a higher protein percentage than corn (14% compared to 9%). This makes it a suitable alternative for a major portion of corn and soybean meal in poultry diet composition. Therefore, the aim of this study was to investigate the effects of replacing corn grain with triticale in the diet on the performance, egg quality traits, and some biochemical parameters of blood serum in breeder Japanese quail.

Materials and Methods: A total of 288 mature breeder Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) were obtained at 6 weeks of age and transferred to the research farm. The breeder quails with the same average weight (240 birds) were placed in 12 groups (3 males and 9 females) in each experimental unit (cages measuring 35×70 cm). The experimental period was 7 weeks, with the first 2 weeks dedicated to habituation and the remaining 5 weeks focused on collecting experimental data. The experiment was conducted using a



Authors retain the copyright. This is an open access article distributed under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

 <https://doi.org/10.22067/IJASR.2025.94923.1267>

completely randomized design with 5 treatments, 4 replicates and 12 birds in each experimental unit (3 males and 9 females). The treatments were as follows: 1) control group based on corn and soybean meal (without triticale grains), 2) replacing 25% of corn grains with triticale, 3) replacing 50% of corn grains with triticale, 4) replacing 75% of corn grains with triticale, and 5) replacing 100% of corn grains with triticale. Performance parameters, egg quality traits, hatchability, and fertility of eggs were evaluated throughout the experimental period. At the end of the experimental period (13 weeks) blood samples were taken from two birds from each experimental unit and serum lipid concentrations were measured.

Results and Discussion: The results indicated that replacing corn with triticale up to 50% had no significant effects on egg production, feed conversion ratio, egg mass, or the production cost per kilogram of eggs. However, higher levels of replacement significantly reduced egg production and egg mass while increasing the cost of egg production ($P < 0.01$). Previous studies have reported a clear relationship between albumen content and overall egg weight. Triticale has also been reported to contain a relatively high protein level (ranging from 10.5 to 14.6%). Therefore, the increase in egg weight with the progressive inclusion of triticale might be attributed to the high protein levels of triticale compared to other cereal grains. In the present study, the control group and the group with 100% replacement of corn grain by triticale showed the highest and lowest yolk color index, respectively ($P < 0.01$). Given the role of pigments in corn grain and the decrease in their levels in diets containing high levels of triticale, the decrease in yolk color index is expected. Replacing corn grain with triticale up to 75% did not have a significant effect on total hatchability. In the current study, replacing corn grain with different levels of triticale did not have a significant effect on serum lipid parameters of breeder quails at 13 weeks of age.

Conclusion: In the present study, replacing corn grain with triticale up to 50% did not significantly affect egg production, feed intake, egg mass, the production cost per kilogram of quail eggs, fertility, hatchability, or most egg quality parameters. Therefore, replacing triticale grain up to 50% in balanced diets of breeder quails, even without the inclusion of exogenous enzymes, is feasible and recommended.

Keywords: Egg mass, Feed conversion ratio, Hatchability, Lipid profile parameters, Yolk color index

اثرات جایگزینی دانه ذرت با ترتیکاله بر عملکرد، صفات کیفی تخم و برخی فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم خون بلدرچین ژاپنی مولد

محمدجواد آگاه^{۱*}، الناز کمی^۱، سید محمدرضا هاشمی^۱، عبدالحمید کریمی^۱، محمدجواد ابرقوئی^۱، حسین نوراللهی^۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۵/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۱۱

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر جایگزینی دانه ذرت با ترتیکاله در جیره بر عملکرد، صفات کیفی تخم و برخی فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم خون بلدرچین ژاپنی (*Coturnix coturnix japonica*) مولد از سن ۷ تا ۱۳ هفتگی انجام شد. تعداد ۳۴۰ قطعه بلدرچین مولد در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار، چهار تکرار و ۱۲ قطعه بلدرچین در هر تکرار (به ترتیب نه و سه قطعه پرنده ماده و نر) توزیع شدند. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- جیره شاهد برپایه دانه ذرت و کنجاله سویا، ۲- جایگزینی ۲۵ درصد دانه ذرت با دانه ترتیکاله، ۳- جایگزینی ۵۰ درصد دانه ذرت با دانه ترتیکاله، ۴- جایگزینی ۷۵ درصد دانه ذرت با دانه ترتیکاله و ۵- جایگزینی ۱۰۰ درصد دانه ذرت با دانه ترتیکاله (جیره برپایه دانه ترتیکاله و کنجاله سویا) بودند. نتایج نشان داد که جایگزینی دانه ترتیکاله تا ۵۰ درصد ذرت جیره، تأثیر معنی‌داری بر درصد تخم‌گذاری، ضریب تبدیل غذایی، توده تخم تولیدی و هزینه یک کیلوگرم تخم بلدرچین تولیدی نداشت، اما سطوح بالاتر جایگزینی، میزان تخم‌گذاری و توده تخم تولیدی را کاهش داده و هزینه تولید تخم را افزایش داد ($P < 0.01$). شاهد و جایگزینی ۱۰۰ درصد دانه ذرت با دانه ترتیکاله به‌ترتیب بیشترین و کمترین شاخص رنگ زرده را داشتند ($P < 0.01$). جایگزینی دانه ترتیکاله تا ۷۵ درصد ذرت جیره تأثیر معنی‌داری بر درصد جوجه‌درآوری کل نداشت. بنابراین جایگزینی دانه ترتیکاله تا سطح ۵۰ درصد دانه ذرت در جیره بلدرچین‌های مولد، به دلیل نداشتن اثرات منفی بر شاخص‌های کمی و کیفی تولید تخم پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: توده تخم تولیدی، جوجه‌درآوری، شاخص رنگ زرده، ضریب تبدیل غذایی، فراسنجه‌های لیپیدی خون

مقدمه

میزان الیاف خام، سهولت هضم و مقدار گزانتوفیل موجود نسبت به سایر دانه‌های غلات در تغذیه طیور کاربرد بیشتری دارد و به‌ترتیب ذرت خوشه‌ای، گندم، جو و سایر غلات در درجات بعدی اهمیت قرار دارند (NRC, 1989; Golian et al., 2009). این در حالی است که قیمت جهانی ذرت به دلیل محدودیت عملکرد جهانی در پوشش نیازهای انسان و دام در حال افزایش است. با توجه به محدودیت کشت ذرت در ایران از نظر تأمین آب مورد نیاز، شرایط آب‌وهوایی، مسطح نبودن اراضی کشاورزی و نوع خاک، انگیزه جایگزین نمودن اقلام خوراکی دیگر برای تأمین انرژی جیره غذایی طیور به جای ذرت وجود دارد (Chizari & Hajiheidary, 2010). یکی از این دانه‌ها ترتیکاله می‌باشد که می‌توان از آن در تهیه جیره‌های خوراکی طیور استفاده نمود. نام ترتیکاله از نام علمی گونه‌های به‌وجودآورنده آن گرفته شده است. در این مورد، گندم به عنوان پایه مادر به کار گرفته شده و دانه گرده از چاودار می‌باشد. ترتیکاله گیاهی یک‌ساله و تیپ

غلات به عنوان منابع اصلی تأمین انرژی در جیره طیور می‌باشند. انرژی حاصل از غلات، توسط کربوهیدرات‌های سهل‌الهضم و به مقدار کمتری چربی موجود در آن‌ها تأمین می‌شود. بنابراین با توجه به سطح انرژی جیره و نیاز حیوان، غلات معمولاً سهم قابل توجهی از کل جیره طیور را به خود اختصاص می‌دهند و همواره تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر هزینه پرورش طیور دارند (Ahiwe et al., 2018). از طرف دیگر، ذرت در بین غلات به علت داشتن انرژی بالا، پایین بودن

۱- بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

(*) نویسنده مسئول: (Email: mjagah1400@gmail.com)

<https://doi.org/10.22067/IJASR.2025.94923.1267>

یکنواخت در طی شبانه‌روز انجام شد. در شروع دوره تخم‌گذاری (دوره عادت‌پذیری) بلدرچین‌هایی که دارای رکوردهای تولیدی نامناسب (تخم‌های نامتعارف، پوسته نازک و تخم‌های کوچک) بوده و یا بلدرچین‌های بیمار از گله حذف و جایگزین شدند.

تعیین ترکیب شیمیایی دانه تریتیکاله

در این پژوهش، رقم تریتیکاله مورد استفاده رقم هاشمی (لاین ET-84-17) بود. به‌منظور تعیین مقدار ترکیبات مواد مغذی دانه تریتیکاله رقم یادشده ابتدا درصد رطوبت، پروتئین خام، خاکستر و چربی خام به‌روش AOAC (۲۰۰۵) اندازه‌گیری شد و مقدار عصاره عاری از ازت NFE آن از معادله ۱ به دست آمد (Pond *et al.*, 2004). سپس مقدار انرژی قابل سوخت‌وساز دانه تریتیکاله به‌وسیله معادله ۲ محاسبه شد (Janssen, 1989) (جدول ۱). در مورد سایر ترکیبات شیمیایی دانه تریتیکاله، دانه ذرت و کنجاله سویا به جداول ترکیبات مواد غذایی استناد شد (NRC, 1994).

$$\text{معادله (۱)} \quad \text{NFE} = 100 - (\% \text{EE} + \% \text{Ash} + \% \text{CP} + \% \text{Fiber})$$

$$\text{معادله (۲)} \quad \text{MEn (Kcal/kg)} = (34.49 \times \text{CP}) + (62.16 \times \text{EE}) + (35.61 \times \text{NFE})$$

تیمارهای آزمایشی

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار، چهار تکرار و ۱۲ قطعه بلدرچین در هر تکرار (به‌ترتیب نه و سه قطعه پرنده ماده و نر) انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- جیره شاهد برپایه دانه ذرت و کنجاله سویا (فاقد دانه تریتیکاله)، ۲- جایگزینی ۲۵ درصد دانه ذرت با دانه تریتیکاله، ۳- جایگزینی ۵۰ درصد دانه ذرت با دانه تریتیکاله، ۴- جایگزینی ۷۵ درصد دانه ذرت با دانه تریتیکاله و ۵- جایگزینی ۱۰۰ درصد دانه ذرت با دانه تریتیکاله (جیره برپایه دانه تریتیکاله و کنجاله سویا) بودند (جدول ۲). جیره‌های آزمایشی با توجه به جدول نیازمندی‌های توصیه‌شده برای پرورش بلدرچین ژاپنی مولد (NRC, 1994) با نرم‌افزار Excel (UNE Form) تنظیم شدند.

صفات کمی تولید تخم

برای اندازه‌گیری درصد تخم‌گذاری، تخم بلدرچین‌های هر واحد آزمایشی روزانه، ساعت هشت صبح جمع‌آوری، شمارش و رکوردها شامل تعداد تخم‌های مشکل‌دار از نظر پوسته (تخم‌های بی‌پوسته یا لمبه، تخم‌های با پوسته شکسته و تخم‌های بدشکل) و تعداد تخم‌های سالم و وزن تخم‌ها به همراه تعداد تلفات احتمالی روزانه هر تکرار ثبت شدند. درصد تولید در نهایت مطابق معادله ۳ محاسبه شد (Baylan *et al.*, 2024).

عمومی آن شبیه گندم است. در مقایسه با گندم از قابلیت رشد و مقاومت بیشتری برخوردار بوده و نسبت به شرایط آب‌وهوایی و زمین برای مناطق نامناسب توصیه شده است (Babic *et al.*, 2021; Coblentz *et al.*, 2022; Poaty Ditungou *et al.*, 2024). پروتئین تریتیکاله از گندم بیشتر و انرژی قابل سوخت‌وساز آن مشابه گندم می‌باشد (Lim *et al.*, 2021). بنابراین تریتیکاله به‌عنوان یک ماده خوراکی انرژی‌زا (با ۳۲۰۰ کیلوکالری انرژی قابل سوخت‌وساز) و نیز به‌دلیل بالاتر بودن درصد پروتئین آن نسبت به دانه ذرت (۱۴ درصد در مقایسه با نه درصد) می‌تواند جایگزین مناسبی برای بخش عمده‌ای از ذرت و کنجاله سویا در ترکیب جیره طیور باشد (Zarghi *et al.*, 2012). از طرفی، پرورش بلدرچین در سال‌های اخیر به‌منظور تولید گوشت و تخم به‌ویژه در واحدهای کوچک نیمه‌صنعتی و در فعالیت‌های اشتغال‌زایی مورد توجه قرار گرفته است. در جیره بلدرچین (با سنین مختلف و در جیره‌های با اقلام خوراکی مختلف) دانه ذرت در حدود ۵۰ تا ۶۰ درصد کل جیره را تشکیل می‌دهد، که با جایگزینی بخشی از دانه ذرت با تریتیکاله می‌توان تا حدودی از نیاز صنعت طیور به دانه ذرت را کاهش داد. بنابراین، هدف این پژوهش بررسی اثرات جایگزینی دانه ذرت با تریتیکاله بر عملکرد، صفات کیفی تخم و برخی فراساده‌های بیوشیمیایی سرم خون بلدرچین ژاپنی مولد (*Coturnix coturnix japonica*) می‌باشد.

مواد و روش‌ها

پرنده‌ها و مدیریت پرورش

این پژوهش در سالن پرورش بلدرچین مزرعه تحقیقاتی علی‌آباد کمین واقع در شهرستان پاسارگاد در ۱۲۰ کیلومتری شهرستان شیراز انجام شد. تعداد ۲۸۸ قطعه بلدرچین بالغ مولد از نژاد کوترنیکس ژاپنی (*Coturnix-coturnix japonica*) در پایان شش هفته‌گی از یک مزرعه تجاری خریداری و به سالن پرورش منتقل شدند. تعداد ۲۴۰ قطعه بلدرچین مولد تخم‌گذار با میانگین وزن مشابه (ماده‌ها ۲۸۵±۲۰ گرم و نرها ۲۵۰±۲۰ گرم)، در گروه‌های ۱۲ تایی (سه قطعه نر و نه قطعه ماده) در هر واحد آزمایشی با قفس‌هایی به ابعاد ۳۵×۷۰ سانتی‌متر قرار گرفتند. طول دوره آزمایشی هفت هفته بود که دو هفته اول عادت‌پذیری و پنج هفته بعدی جمع‌آوری داده‌های آزمایشی انجام شد. برنامه نوری در ابتدا به‌صورت ۱۴ ساعت روشنائی و ۱۰ ساعت تاریکی اعمال گردید و به‌تدریج بر ساعات روشنائی افزوده شد، به‌طوری‌که ساعات روشنائی در آخر دوره عادت‌پذیری به ۱۶ ساعت رسید که تا پایان دوره بدون تغییر باقی ماند. دمای سالن در طول دوره آزمایش در محدوده ۲۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. در طول دوره آزمایش، بلدرچین‌ها سه نوبت در روز (ساعت هشت صبح، دو و شش بعد از ظهر) تغذیه شدند. تهویه مناسب سالن به‌طور

گرم توده تخم تولیدی بلدرچین از حاصل ضرب میانگین وزن تخم پرند در دوره مورد نظر در میزان تخم تولیدی (درصد) به دست آمد (Agah et al., 2019). ضریب تبدیل غذایی در یک دوره زمانی برای یک واحد آزمایشی و یا گروه پرندگان، از تقسیم گرم خوراک مصرفی روزانه بر وزن تجمعی تخم‌های تولیدی همان گروه محاسبه شد (Agah et al., 2019).

تعیین کارایی اقتصادی جیره‌های آزمایشی از طریق تعیین هزینه خوراک به ازای هر کیلو تخم بلدرچین تولیدی انجام شد. بر این اساس با در نظر گرفتن درصد مصرفی هر نهاده در جیره و متوسط قیمت نهاده در طول دوره اجرای پروژه، هزینه کیلوگرم جیره مصرفی برای هر تیمار (CF_j) از طریق معادله ۷ محاسبه شد (Shakeri, 2010; Kay, 1991).

معادله (۷)

$$CF_j = (Pe_{ij} \times Pr_{ij}) + \dots + (Pe_{nj} \times Pr_{nj})$$

که در آن، CF_j: هزینه کیلوگرم جیره مصرفی برای هر تیمار، Pe_{ij}: درصد مصرف نهاده خوراکی i در جیره j، Pr_{ij}: متوسط قیمت نهاده خوراکی i در جیره و i = 1, 2, ..., n: تعداد اقلام مصرفی در جیره است (محاسبه هزینه تغذیه براساس قیمت‌های زمان انجام پژوهش در شهریور ۱۴۰۱ است).

$$\text{معادله (۳)} \quad \text{درصد تولید} = \frac{\text{تعداد تخم تولیدی}}{\text{تعداد بلدرچین‌های زنده موجود}}$$

میانگین وزن تخم از معادله ۴ به دست آمد. در این رابطه، منظور از وزن کل تخم شامل همه تخم‌ها اعم از شکسته، لمبه و بدشکل است (Agah et al., 2019).

معادله (۴)

$$\text{گرم میانگین وزن تخم بلدرچین} = \frac{\text{گرم وزن کل تخم بلدرچین گروه آزمایشی}}{\text{تعداد کل تخم بلدرچین تولیدی گروه آزمایشی}}$$

مقدار خوراک مصرفی برای هر دوره برای هر واحد از اختلاف وزن خوراک تخصیص داده شده در ابتدای هر دوره با خوراک باقی مانده محاسبه شد. میانگین خوراک مصرفی روزانه هر پرند، با احتساب تلفات و براساس گرم/پرنده/روز با استفاده از معادله‌های ۵ و ۶ محاسبه شد (Agah et al., 2019).

معادله (۵)

جوجه روز هر واحد آزمایش = (تعداد پرند زنده در آخر دوره × تعداد روزهای دوره) + (مجموع روزهایی که پرنده‌های تلف شده در طول آن دوره زنده بودند)

معادله (۶)

$$\text{خوراک مصرفی} = \frac{\text{گرم خوراک باقیمانده در انتهای دوره} - \text{گرم خوراک داده شده ابتدای دوره}}{\text{پرنده/روز}}$$

جدول ۱- ترکیب شیمیایی تریتیکاله رقم هاشمی (لاین ET-84-17)، دانه ذرت و کنجاله سویا

Table 1- Chemical composition of Hashemi variety triticale (ET-84-17), corn grain and soybean meal

رقم Variety	ماده خشک (درصد) Dry matter (%)	پروتئین خام (درصد) Crude protein (%)	فیبر خام (درصد) Crude fiber (%)	خاکستر (درصد) Ash (%)	چربی خام (درصد) Ether extract (%)	عصاره عاری از ازت (درصد) Nitrogen free extract (%)	کلسیم (درصد) Calcium (%)	فسفر قابل دسترس (درصد) Available phosphorus (%)	انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری بر کیلوگرم) ME (kcal/kg)
هاشمی (ET-84-17)	95.12	12.00	3.20	1.82	1.59	75.50	0.05	0.1	3201
Yellow corn ¹	89.00	8.50	2.20	-	3.80	-	0.02	0.08	3350
کنجاله سویا ^۱ Soybean meal ¹	89.00	44.00	7.00	-	0.80	-	0.29	0.27	2230

^۱ مطابق با NRC، ۱۹۹۴ و مقادیر تعیین شده برای دانه ذرت، همانطور که در جدول ۱ نشان داده شده است.

¹ According to NRC, 1994 and determined values for corn grains as shown in Table 1.

جدول ۲- اجزاء و ترکیبات شیمیایی جیره‌های پایه و آزمایشی

Table 2- Ingredient and chemical composition of basal and experimental diets

اجزای خوراکی (درصد ماده خشک) Ingredients (% DM)	جیره‌های آزمایشی Experimental diets				
	شاهد Control	۲۵ درصد تریتیکاله 25% triticale	۵۰ درصد تریتیکاله 50% triticale	۷۵ درصد تریتیکاله 75% Triticale	۱۰۰ درصد تریتیکاله 100% triticale
ذرت Corn	57.00	43.82	29.33	16.02	0
تریتیکاله Triticale	0	14.30	29.33	44.46	62.34
کنجاله سویا (۴۴ درصد پروتئین) Soybean meal (44% CP)	29.91	28.65	27.88	25.94	23.90
گلوتن ذرت Corn gluten	2.76	2.70	2.63	2.66	2.70
سنگ آهک (کلسیم کربنات) Limestone (calcium carbonate)	5.59	5.59	5.59	5.59	5.59
دی کلسیم فسفات Di-calcium phosphate	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
نمک Common salt	0.26	0.28	0.29	0.30	0.30
سدیم بی کربنات Sodium bicarbonate	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
ال- ترئونین L-threonine	0.06	0.07	0.08	0.10	0.13
ال- لیزین کلراید L-lysine HCl	0.09	0.10	0.11	0.14	0.17
دی ال- متیونین DL-methionine	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
روغن سویا Soybean oil	2.39	2.55	2.82	2.85	2.93
مکمل ویتامینی و معدنی ^۱ Vitamin and Mineral premix ¹	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
ترکیبات محاسبه شده Calculated compositions					
انرژی قابل متابولیسم ظاهری (کیلوکالری بر کیلوگرم) Apparent metabolizable energy (kcal/kg)	2900	2900	2900	2900	2900
پروتئین خام (درصد) Crude protein (%)	20	20	20	20	20
کلسیم (درصد) Calcium (%)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
فسفر قابل دسترس (درصد) Available phosphorus (%)	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
متیونین کل (درصد) Total methionine (%)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
متیونین + سیستئین کل (درصد) Total methionine + cysteine (%)	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
لیزین کل (درصد) Total lysine (%)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ترئونین کل (درصد) Total threonine (%)	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
سدیم (درصد) Sodium (%)	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

^۱ هر کیلوگرم جیره حاوی: ویتامین A، ۱۱۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ کوله کلسیفرول، ۲۳۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین E، ۱۲ واحد بین‌المللی؛ ویتامین K₃، ۲ میلی‌گرم؛ ویتامین B₁₂، ۰/۰۲ میلی‌گرم؛ تیامین، ۴ میلی‌گرم؛ ریوفلاوین؛ ۴ میلی‌گرم؛ اسید فولیک، ۱ میلی‌گرم؛ بیوتین، ۰/۰۳ میلی‌گرم؛ پیریدوکسین، ۴ میلی‌گرم؛ کولین کلراید، ۸۴۰ میلی‌گرم؛ اتوکسی کوئین، ۰/۱۲۵ میلی‌گرم؛ سولفات منگنز، ۱۰۰ میلی‌گرم؛ سلنیوم (سدیم سلنات)، ۰/۲ میلی‌گرم؛ ید، ۱ میلی‌گرم؛ سولفات مس، ۱۰۰ میلی‌گرم؛ آهن، ۵۰ میلی‌گرم بود.

¹ Per kilogram of diet contains: Vitamin A: 11000 IU; vitamin D₃: 2300 IU; vitamin E: 121 IU; vitamin K₃: 2 mg; vitamin B₁₂: 0.02 mg; thiamine: 4 mg; riboflavin: 4 mg; folic acid: 1 mg; biotin: 0.03 mg; vitamin B₆: 4 mg; choline chloride: 840 mg; etoxyquin: 0.125 mg; manganese (II) sulfate: 100 mg; Se (sodium selenite): 0.2 mg; Iodine: 1 mg; copper (II) sulfate: 100 mg and Fe: 50 mg.

خصوصیات کیفی تخم بلدرچین (واحد هاو^۱، وزن پوسته، ضخامت

صفات کیفی تخم

برای اندازه‌گیری درصد شاخص شکل تخم، ابتدا طول و عرض تخم را به وسیله کولیس دیجیتال (TESA Cal, IP65, SWISS) اندازه‌گیری کرده و درصد شاخص شکل تخم بلدرچین از حاصل تقسیم عرض (میلی‌متر) به طول تخم (میلی‌متر) ضرب در ۱۰۰ به- دست آمد (Abdel Wahed et al., 2010; Baylan et al., 2024).

نرخ جوجه‌درآوری

برای محاسبه نرخ جوجه‌درآوری، تخم‌های بلدرچین در چهار روز منتهی به هفته آخر آزمایش جمع‌آوری، شمارش و توزین شدند. به این ترتیب که تعداد ۱۰۰ عدد تخم از هر گروه تیماری و برای پنج تیمار در مجموع تعداد ۵۰۰ عدد تخم بلدرچین، جمع‌آوری و به دستگاه جوجه‌کشی منتقل و پس از گذراندن دوره ستری ۱۴ روزه به دستگاه هچر منتقل شدند. درصد جوجه‌درآوری کل به صورت نسبت بین تعداد جوجه‌های تفریخ‌شده و تعداد کل تخم‌های گذاشته‌شده در دستگاه ستر و درصد جوجه‌درآوری از تخم‌های بارور به صورت نسبت بین تعداد جوجه‌های تفریخ‌شده به تعداد تخم‌های بارور انکوباسیون شده محاسبه گردید (Ozkan et al., 2024).

غلظت لیپیدهای خون

به منظور تعیین غلظت لیپیدهای خون در پایان دوره (۱۳ هفته‌گی) از هر واحد آزمایشی از دو پرنده نمونه خون گرفته شد. پس از جداسازی سرم خون به کمک سانتریفیوژ (۲۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه)، در میکروتیوب‌های ۰/۵ سی‌سی تا زمان آنالیز در دمای منفی ۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. در آزمایشگاه مقدار کلسترول تام، LDL، HDL و تری‌گلیسرید هر نمونه پس از یخ‌کشایی توسط دستگاه اتوآنالیزر اسپکتروفوتومتری (BIOSYSTEM A15, Spain) و با استفاده از کیت تجاری زیست شیمی (Ziest Chem Diagnostic, Tehran, Iran) اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری

تمامی داده‌ها بعد از مرتب شدن با نرم‌افزار JMP تست نرمالیتیه شدند. نتایج به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (SAS, 2008) و با استفاده از رویه One Way ANOVA در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. مدل آماری استفاده‌شده در این آزمایش به صورت معادله ۹ بود.

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + e_{ij} \quad (9) \text{ معادله}$$

که در آن، Y_{ijk} : مقدار هر مشاهده، μ : میانگین جامعه، A_i : اثر

پوسته، درصد سفیده، درصد زرده، درصد پوسته، شاخص شکل و شاخص رنگ زرده) در هفته پایانی بر روی سه عدد تخم (سالم و بدون ترک‌خوردگی با اندازه متوسط از هر واحد آزمایشی در سن ۱۳ هفته‌گی) اندازه‌گیری شد. برای تعیین وزن پوسته، ابتدا محتویات پوسته تخم‌ها تمیز شده و پوسته‌ها به مدت ۴۸ ساعت برای خشک شدن در دمای اتاق نگهداری شدند. بعد از خشک شدن، وزن آن‌ها با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم (Sartorius, TE153S, Germany) اندازه‌گیری گردید (Yilmaz et al., 2011). پس از محاسبه وزن پوسته (گرم) و تقسیم آن به وزن کل تخم (گرم)، حاصل آن در ۱۰۰ ضرب شده و درصد پوسته تخم بلدرچین به عنوان معیاری از کیفیت پوسته مورد ارزیابی قرار گرفت (Yilmaz et al., 2011). برای اندازه‌گیری ضخامت پوسته، ابتدا ضخامت پوسته تخم بلدرچین با استفاده از ریزسنج دیجیتال (مدل FE20) با دقت ۰/۰۰۱ میلی‌متر در سه نقطه نوک پهن، وسط و نوک باریک اندازه‌گیری گردید و میانگین آن‌ها به عنوان ضخامت نهایی پوسته در نظر گرفته شد. این کار برای هر ۳۶ عدد تخم بلدرچین انجام گردید و میانگین آن‌ها به عنوان ضخامت نهایی پوسته تخم برای هر یک از واحدهای آزمایشی در نظر گرفته شد (Baylan et al., 2024). برای مشخص کردن رنگ زرده از واحد راش^۲ استفاده شد. در این روش ۱۵ شابلن رنگی به صورت بادبزنی هستند و هر شابلن دارای یک رنگ می‌باشد که به طور چشمی اندازه‌گیری می‌شود. دامنه رنگ‌ها از زرد کم رنگ شماره ۱ تا نارنجی مایل به قرمز ۱۵ می‌باشد (Wu et al., 2005). از تقسیم وزن زرده به وزن تخم بلدرچین (گرم)، حاصل آن، در ۱۰۰ ضرب شده و درصد زرده تخم بلدرچین به عنوان معیاری از کیفیت زرده مورد ارزیابی قرار گرفت (Yilmaz et al., 2011). با کم کردن وزن زرده و وزن پوسته از وزن کل تخم، وزن سفیده برحسب گرم محاسبه شد. سپس از تقسیم وزن سفیده به وزن تخم بلدرچین (گرم) و ضرب حاصل آن در ۱۰۰، درصد سفیده تخم بلدرچین به عنوان معیاری از کیفیت سفیده مورد ارزیابی قرار گرفت (Yilmaz et al., 2011). برای تعیین واحد هاو^۱، ارتفاع سفیده غلیظ از یک نقطه مشخص برای تمامی تخم‌ها با استفاده از دستگاه ارتفاع‌سنج (TESA Cal, IP65, SWISS) اندازه‌گیری و با استفاده از معادله ۸ واحد هاو محاسبه شد. هرچه واحد هاو بزرگ‌تر باشد، کیفیت سفیده بهتر است (Baylan et al., 2024).

$$\text{معادله (۸)} \quad HU = 100 \log (H + 7.57 - 1.7 W^{0.37})$$

که در آن، HU: واحد هاو، H: ارتفاع سفیده (میلی‌متر) و W: وزن تخم (گرم) است.

تیمار و Eij: اثر خطای آزمایش بود.

نتایج و بحث

صفات کمی تولید تخم

در این پژوهش، به جز صفات خوراک مصرفی و درصد تخم بلدرچین پوسته نازک و لمبه، بقیه صفات عملکردی مورد ارزیابی شامل وزن تخم، درصد تولید تخم، ضریب تبدیل غذایی، توده تخم تولیدی و هزینه یک کیلوگرم تخم تولیدی در پایان دوره آزمایشی (۷ تا ۱۳ هفتگی) تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفتند ($P < 0.01$) (جدول ۳). به طوری که جایگزینی دانه ذرت با تریتیکاله تا سطح ۷۵ درصد در مقایسه با گروه شاهد منجر به افزایش وزن تخم تولیدی (به ترتیب ۱۲/۴ در برابر ۱۲/۱۳ گرم) شد، اما جایگزینی ۱۰۰ درصدی دانه ذرت با تریتیکاله در مقایسه با گروه شاهد منجر به کاهش معنی-دار وزن تخم بلدرچین (۱۱/۸۸ در برابر ۱۲/۱۳ گرم) شد ($P < 0.01$). محققان در متاآنالیزی نشان دادند که هرچند سطوح مختلف دانه تریتیکاله با سوبه های متفاوت بر مصرف خوراک، ضریب تبدیل خوراک و تولید تخم اثر معنی داری نداشت، اما وزن تخم تحت تأثیر سطوح مختلف دانه تریتیکاله در ترکیب جیره قرار گرفت، به طوری که نتایج حاکی از آن بود که همبستگی مثبتی بین درصد تریتیکاله و وزن تخم مرغ در مرغ های تخم گذار وجود داشت (Poaty Ditungou et al., 2024). همچنین محققان بیان کردند که بین آلومین (از اجزای پروتئین تخم) و وزن تخم رابطه واضحی وجود داد (Silversides & Budgell, 2004). از آنجا که تریتیکاله حاوی سطوح نسبتاً بالای پروتئین (بین ۱۰/۵ تا ۱۴/۶ درصد) است (Dennett et al., 2013)، بنابراین افزایش وزن تخم با گنجاندن تدریجی دانه تریتیکاله در ترکیب جیره خوراکی پرندگان تخم گذار ممکن است به دلیل سطح بالای پروتئین تریتیکاله در مقایسه با غلات جایگزین باشد (Poaty Ditungou et al., 2024).

مطابق نتایج جدول ۳، در مورد صفات درصد تخم گذاری و ضریب تبدیل غذایی نیز این محدودیت در استفاده از دانه تریتیکاله وجود داشت، به طوری که گروه های تغذیه شده با جیره های جایگزینی دانه ذرت با تریتیکاله تا سطح ۵۰ درصد تفاوت معنی داری با جیره شاهد نداشتند، اما سطوح بالاتر جایگزینی دانه ذرت با تریتیکاله (۷۵ و ۱۰۰ درصد) باعث کاهش معنی دار درصد تخم گذاری و افزایش عددی ضریب تبدیل غذایی شد ($P < 0.01$). توده تخم تولیدی و هزینه یک کیلوگرم تخم بلدرچین تولیدی نیز با جایگزینی دانه تریتیکاله تا سطح ۵۰ درصد تفاوت معنی داری با جیره شاهد نشان نداد. اما جایگزینی ۱۰۰ درصدی سهم دانه ذرت جیره با دانه تریتیکاله، کمترین مقدار توده تخم بلدرچین تولیدی (۹/۶۰ گرم) و بیشترین هزینه برای تولید یک کیلوگرم تخم بلدرچین تولیدی (۵۵۷۷۱ تومان) را نشان داد.

همسو با نتایج پژوهش حاضر، تحقیقات انجام شده روی بلدرچین تخم گذار نشان داد که جایگزینی گندم یا ذرت با تریتیکاله در نسبت های بالا (بین ۵۰ تا ۱۰۰ درصد) منجر به کاهش مصرف خوراک و تولید تخم می شود. در واقع، در مقایسه با گندم و ذرت، تریتیکاله حاوی مقادیر زیادی آرایینوزایلان های محلول و کل پلی ساکاریدهای غیرنشاسته ای است، بنابراین گنجاندن بیش از حد آن در رژیم غذایی می تواند مصرف خوراک، دسترسی به مواد مغذی و عملکرد پرنده را کاهش دهد (Ebrahimi et al., 2017; Bakhtiyari Moez et al., 2020). در پژوهش عبدالواحد و همکاران (Abdel Wahed et al., 2010) نیز جایگزینی دانه تریتیکاله تا سطح ۶۰ درصد با دانه ذرت در جیره بلدرچین های تخم-گذار ژاپنی، بهترین عملکرد و بالاترین بازده اقتصادی را در مقایسه با شاهد داشت. در مطالعه ای دیگر نیز بالاترین مقادیر برای تولید تخم بلدرچین، وزن تخم و راندمان خوراک مصرفی در جیره بلدرچین های تخم گذار را استفاده از دانه تریتیکاله تا سطح ۴۰ درصد کل جیره (۶۷ درصد سهم دانه ذرت) همراه با یک گرم در کیلوگرم آنزیم آویزیم گزارش کردند، اگرچه استفاده از دانه تریتیکاله تا سطح ۶۰ درصد کل جیره (۱۰۰ درصد سهم دانه ذرت) همراه با یک گرم در کیلوگرم آنزیم آویزیم نیز امکان پذیر بود، اما استفاده از ۴۰ درصد دانه تریتیکاله با آنزیم برای بهبود عملکرد تولیدی مؤثرتر بود (Gucly, 2003). در پژوهشی دیگر نیز جایگزینی دانه ذرت با دانه تریتیکاله در سطوح ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد ترکیب جیره مرغ های تخم گذار تأثیری بر عملکرد تولیدی مرغ های تخم گذار نداشت (Lim et al., 2021). سایر محققان نشان دادند که گنجاندن دانه تریتیکاله تا سطح ۳۰ درصد در جیره دوره تخم گذاری، اثر معنی داری بر مصرف خوراک، تولید تخم و وزن تخم در مرغ های تخم گذار ندارد (Hermes & Johnson, 2004). پژوهشگران بیان کردند که افزودن دانه تریتیکاله به جیره مرغ های تخم گذار چه به عنوان منبع انرژی اولیه و چه به عنوان جایگزین جزئی برای سایر غلات، تأثیر قابل توجهی روی نرخ تخم-گذاری، ضریب تبدیل خوراک، توده تخم و تولید ندارد (Jamroz et al., 2001). در پژوهش هاشمی و همکاران (Hashemi et al., 2016) نیز جایگزینی ۷۵ درصدی دانه ذرت با تریتیکاله در مقایسه با گروه شاهد، در جیره مرغ های بومی تخم گذار تفاوت معنی داری در میزان تخم گذاری (۵۰ در برابر ۵۴/۸ درصد)، وزن تخم مرغ (۵۷ در برابر ۵۸/۶ گرم)، مصرف خوراک (۱۰۲/۴ در برابر ۱۰۴/۶ گرم مرغ/روز) و ضریب تبدیل غذایی (۳/۶۲ در برابر ۳/۳۰) ایجاد نکرد، بنابراین جایگزینی دانه ذرت با دانه تریتیکاله تا سطح ۷۵ درصد در جیره مرغ های تخم گذار بومی توصیه شد.

محققان بیان کردند که تفاوت ها در نتایج یافته های عملکردی مرغ های تخم گذار می تواند به خاطر سطوح مختلف فیبر در انواع دانه تریتیکاله مصرفی باشد، امروزه انواع جدیدی از گیاه تریتیکاله با

تریتیکاله (پنتوزان‌های محلول، ممانعت کننده‌های تریپسین و محتوی پکتین) در مقایسه با دانه ذرت عنوان کردند (Vieira et al., 1995; Zarghi & Golian, 2009). همچنین افزایش مقادیر قابلیت هضم ظاهری برای جیره شاهد (برپایه دانه ذرت) در مقایسه با جیره‌های با جایگزینی سطوح بالای غلاتی مثل جو، گندم، چاودار و تریتیکاله به- دلیل افزایش ویسکوزیته محتویات دستگاه گوارش پرندگان می‌باشد. این شرایط باعث کاهش آزادسازی مواد مغذی، قابلیت هضم و جذب و در نتیجه کاهش عملکرد پرند می‌شود (Bakhtiyari Moez et al., 2020; Lim et al., 2021).

عوامل ضدتغذیه‌ای کمتر، پرورش داده شده‌اند که هم عملکرد و هم ارزش غذایی آن را بهبود می‌بخشند (Lim et al., 2021). به‌طور کلی نتایج اکثر پژوهش‌های یادشده در جیره انواع طیور، جایگزینی کامل (۱۰۰ درصدی) دانه تریتیکاله به‌جای دانه ذرت و یا سهم غله جیره را به‌دلیل کاهش یک یا تعدادی از شاخص‌های عملکردی توصیه نمی‌کنند. پژوهشگران بدتر شدن ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره برپایه دانه تریتیکاله در مقایسه با دانه ذرت را در ارتباط با مواد مغذی کمتر، پایین بودن قابلیت هضم مواد مغذی و یا بالاتر بودن مواد مضر تغذیه‌ای در دانه

جدول ۳- اثر تیمارهای آزمایشی بر میانگین صفات عملکردی و برآورد کارایی اقتصادی جیره‌ها در طول دوره آزمایشی (۷ تا ۱۳ هفته)

Table 3- Effect of experimental treatments on average performance traits, and estimation of economic efficiency of diets during the experimental period (7 to 13 weeks)

شاخص‌ها Items	تیمارهای آزمایشی Experimental treatments					خطای استاندارد	سطح احتمال
	شاهد Control	۲۵٪ تریتیکاله 25% triticale	۵۰٪ تریتیکاله 50% triticale	۷۵٪ تریتیکاله 75% triticale	۱۰۰٪ تریتیکاله 100% triticale	میانگین SEM	معنی‌داری P-value
وزن تخم (گرم) Egg weight (gr)	12.13 ^b	12.36 ^a	12.23 ^b	12.40 ^a	11.88 ^c	0.017	0.001
میزان تخم‌گذاری (%) Egg production (%)	90.59 ^a	89.17 ^a	88.61 ^a	80.84 ^b	80.78 ^b	0.443	0.001
تخم بلدرچین لمبه (%) Quail eggs without shell (%)	0.39	0.22	0.14	0.68	0.45	0.073	0.145
تخم بلدرچین پوسته نازک (%) Thin shell quail eggs (%)	0.20	0.55	0.05	0.53	0.23	0.078	0.185
مصرف خوراک (گرم/پرند/روز) Feed intake (g/bird/d)	25.42	25.28	25.25	25.33	25.12	0.075	0.797
ضریب تبدیل غذایی Feed conversion ratio	3.16 ^b	3.13 ^b	3.18 ^b	3.50 ^a	3.65 ^a	0.022	0.001
توده تخم (گرم/پرند/روز) Egg mass (g/bird/d)	10.99 ^a	11.03 ^a	10.84 ^a	10.03 ^b	9.60 ^c	0.057	0.001
هزینه تولید یک کیلوگرم تخم بلدرچین (تومان)* * The cost of producing one kilogram of quail eggs (toman)	49597 ^b	48876 ^b	49028 ^b	54173 ^a	55771 ^a	344.824	0.001

SEM: خطای استاندارد میانگین

^{a-c}: در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف غیرمشابه اختلاف معنی‌داری دارند ($P < 0.05$).

* محاسبه هزینه تغذیه براساس قیمت‌های زمان انجام پژوهش در شهریور ۱۴۰۱ است.

SEM: Standard error of the mean

^{a-c}: Means with different superscript within the same row differ significantly ($P < 0.05$).

* The cost of nutrition was calculated based on prices at the time of the research in August 2022.

صفات کیفی تخم بلدرچین

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر میانگین صفات کیفی تخم بلدرچین- های مولد تغذیه شده با جیره های آزمایشی در سن ۱۳ هفتگی در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که شاخص های کیفی تخم بلدرچین شامل واحد هاو، نسبت پوسته، نسبت سفیده و زرده، ضخامت پوسته و شاخص شکل تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. اما شاخص رنگ زرده با جایگزینی سطوح مختلف دانه تریتیکاله به جای دانه ذرت در جیره های آزمایشی تحت تأثیر قرار گرفت ($P < 0.01$). به طوری که جایگزینی سطوح بالاتر از ۲۵ درصد دانه تریتیکاله به جای دانه ذرت در جیره باعث کاهش معنی دار شاخص رنگ زرده در مقایسه با گروه شاهد شد. بیشترین کمترین شاخص رنگ زرده (به ترتیب ۵/۶۳ و ۴/۱۹) مربوط به گروه های تغذیه شده با شاهد و تیمار با جایگزینی ۱۰۰ درصد دانه ذرت با تریتیکاله بود.

مطابق پژوهش لیم و همکاران (Lim et al., 2021) نیز شاخص های اصلی مربوط به ارزیابی کیفیت تخم مرغ (رنگ پوسته، ارتفاع سفیده، واحد هاو، ضخامت پوسته و وزن پوسته) تحت تأثیر

تریتیکاله در جیره ها قرار نگرفتند. اما رنگ زرده تخم مرغ به تدریج با افزودن دانه تریتیکاله در ترکیب جیره کاهش یافت، در واقع یک پاسخ خطی کاهشی از رنگ زرده به تریتیکاله در جیره ها وجود داشت. مطابق پژوهش هاشمی و همکاران (Hashemi et al., 2016) نیز جایگزینی دانه ذرت با دانه تریتیکاله در سطوح مختلف (صفر، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درصد) در جیره مرغان تخم گذار تفاوت معنی داری در شاخص های کیفی شامل استحکام پوسته، واحد هاو و ارتفاع سفیده بین تیمارهای آزمایشی با شاهد ایجاد نکرد. اگرچه جایگزینی دانه تریتیکاله تا سطح ۳۰ درصد دانه ذرت تأثیر معنی داری بر شاخص رنگ زرده تخم مرغ نداشت، اما در مرغ های تغذیه شده با جیره های حاوی ۶۰ و ۷۵ درصد دانه تریتیکاله، شاخص رنگ زرده به طور معنی داری نسبت به شاهد و سایر تیمارها پایین تر بود. همچنین در یک متاآنالیز مشخص شد که رنگ زرده تخم مرغ تحت تأثیر سطوح مختلف تریتیکاله قرار گرفته است، به طوری که با افزایش ثابت تریتیکاله در جیره خوراکی رنگ زرده به صورت خطی کاهش نشان داد (Poaty Ditengou et al., 2024).

جدول ۴- اثر جیره های آزمایشی بر میانگین صفات کیفی تخم بلدرچین های مولد در سن ۱۳ هفتگی

Table 4- Effect of experimental diets on the average quality traits of breeder quail eggs at 13 weeks of age

شاخص ها Items	تیمارهای آزمایشی Experimental treatments					خطای استاندارد میانگین SEM	سطح احتمال معنی داری P-value
	شاهد Control	۲۵٪ تریتیکاله 25% triticale	۵۰٪ تریتیکاله 50% triticale	۷۵٪ تریتیکاله 75% triticale	۱۰۰٪ تریتیکاله 100% triticale		
واحد هاو Haugh unit	84.59	87.92	86.94	86.25	86.72	0.005	0.6546
نسبت پوسته (%) Eggshell ratio (%)	8.60	8.24	8.38	8.52	8.19	0.077	0.4572
نسبت سفیده (%) Albumen ratio (%)	58.14	57.57	59.51	59.84	57.81	0.285	0.1140
نسبت زرده (%) Yolk ratio (%)	33.26	34.20	32.11	33.64	34	0.279	0.1546
ضخامت پوسته (میلی متر) Eggshell thickness (mm)	0.272	0.261	0.270	0.272	0.244	0.004	0.0710
شاخص شکل (%) Shape index (%)	75.14	77.50	78.73	77.60	77.65	0.331	0.0823
شاخص رنگ زرده (راش) Yolk color index (Rhosh)	5.63 ^a	5.62 ^a	5.05 ^b	4.65 ^c	4.19 ^d	0.050	0.0001

SEM: خطای استاندارد میانگین

a-d: در هر ردیف میانگین های دارای حروف غیر مشابه اختلاف معنی داری دارند ($P < 0.05$)

SEM: Standard error of the mean

a-d: Means with different superscript within the same row differ significantly ($P < 0.05$)

در توافق با نتایج پژوهش حاضر، عدم تأثیر استفاده از دانه تریتیکاله در جیره بر بیشتر شاخص‌های کیفی تخم بلدرچین و یا تخم مرغ توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Abdel Wahed et al., 2007; Bakhtiyari Moez et al., 2010; Roberts et al., 2020). محققان پایین بودن شاخص رنگ زرده در پرندگان تغذیه شده با جیره‌های حاوی سطوح بالای دانه گندم و تریتیکاله نسبت به دانه ذرت را به کمبود کاروتنوئیدهای موجود در دانه تریتیکاله نسبت دادند (Roberts et al., 2007). باتوجه به نقش رنگدانه‌های موجود در دانه ذرت و کاهش میزان آن در جیره‌های دارای سطوح بالای تریتیکاله، کاهش شاخص رنگ زرده قابل توجه است (Lim et al., 2021).

جوجه‌درآوری و باروری تخم بلدرچین مولد

در جدول ۵، تأثیر تغذیه جیره‌های آزمایشی بر درصد جوجه‌درآوری کل، جوجه‌درآوری از تخم‌های بارور و درصد باروری تخم بلدرچین‌های مولد در سن ۱۳ هفتگی نشان داده شده است. جایگزینی دانه ذرت با سطوح مختلف دانه تریتیکاله تأثیر معنی‌داری بر درصد جوجه‌درآوری از تخم‌های بارور و درصد باروری نداشت. اما آنالیز واریانس تفاوت معنی‌داری را بین میانگین صفت جوجه‌درآوری کل

تیمارهای آزمایشی نشان داد ($P < 0.05$). به‌طوری‌که کمترین درصد جوجه‌درآوری کل (۸۴/۵ درصد) را بلدرچین‌های تغذیه شده با جایگزینی ۱۰۰ درصد دانه ذرت با دانه تریتیکاله در جیره داشتند. اما جایگزینی دانه ذرت با دانه تریتیکاله تا سطح ۷۵ درصد در جیره بلدرچین‌های مولد تأثیر معنی‌داری بر درصد جوجه‌درآوری کل نداشت. در پژوهشی که تأثیر جایگزینی دانه ذرت با سطوح مختلف دانه تریتیکاله در جیره بلدرچین‌های مولد را مورد بررسی قرار دادند، بالاترین مقادیر برای شاخص‌های عملکرد تولیدی و درصد جوجه‌درآوری و باروری با استفاده از دانه تریتیکاله تا ۴۰ درصد کل جیره (۶۷ درصد سهم دانه ذرت) همراه با یک گرم در کیلوگرم آنزیم آویزیم در جیره بلدرچین‌های مولد گزارش شد، که در توافق با نتایج پژوهش حاضر است (Gucly, 2003). علاوه بر این، استفاده از سطوح ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درصد دانه تریتیکاله به جای دانه ذرت در جیره بلدرچین ژاپنی تخم‌گذار باعث افزایش باروری شد و بلدرچین‌های تغذیه شده با جیره حاوی ۴۵ درصد دانه تریتیکاله باروری بالاتری داشتند، درحالی‌که بلدرچین‌های تغذیه شده با جیره حاوی ۱۵ درصد دانه تریتیکاله درصد جوجه‌درآوری بالاتری داشتند (Abdel Wahed et al., 2010).

جدول ۵- اثر تیمارهای آزمایشی بر جوجه‌درآوری کل، جوجه‌درآوری از تخم‌های بارور و میزان باروری تخم بلدرچین‌های مولد در سن ۱۳ هفتگی

Table 5- Effect of experimental treatments on the hatchability of total eggs, hatchability of fertile eggs, and fertility of breeder quail eggs at 13 weeks of age

شاخص‌ها Items	تیمارهای آزمایشی Experimental treatments					خطای استاندارد میانگین SEM	سطح احتمال معنی‌داری P-value
	شاهد Control	۲۵٪ تریتیکاله 25% triticale	۵۰٪ تریتیکاله 50% triticale	۷۵٪ تریتیکاله 75% triticale	۱۰۰٪ تریتیکاله 100% triticale		
جوجه‌درآوری کل (%) Hatchability of total eggs (%)	91.75 ^{ab}	89 ^{ab}	85.80 ^{ab}	93.30 ^a	84.50 ^b	0.908	0.034
جوجه‌درآوری از تخم‌های بارور (%) Hatchability of fertile eggs (%)	99	96	95	98	92	0.962	0.206
باروری (%) Fertility (%)	93	90	90	95	93	0.763	0.289

SEM: خطای استاندارد میانگین

^{a-b}: در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف غیرمشابه اختلاف معنی‌داری دارند ($P < 0.05$).

SEM: Standard error of the mean

^{a-b}: Means with different superscript within the same row differ significantly ($P < 0.05$).

(کلسترول، تری گلیسرید، LDL و HDL) بلدرچین‌های مولد در سن ۱۳ هفتگی نداشت (جدول ۶). در پژوهشی، جایگزینی دانه ذرت با سطوح مختلف دانه تریتیکاله با افزودن و بدون افزودن مکمل آنزیمی

فراسنجه‌های لیپیدی سرم خون

در پژوهش حاضر، جایگزینی دانه ذرت با سطوح مختلف دانه تریتیکاله تأثیر معنی‌داری بر میانگین فراسنجه‌های لیپیدی سرم خون

بتاگلوکان‌ها به دلیل ایجاد ویسکوزیته در محتویات هضمی ممکن است جذب چربی و کلسترول را کاهش دهند، به همین خاطر به عنوان مواد کاهنده کلسترول شناخته شده‌اند (Zarghi & Golian, 2009). چندین سازوکار ممکن است بیانگر ویژگی کاهندگی کلسترول فیبر جیره باشد که به صورت ترکیبی و یا به تنهایی ممکن است عمل کنند، از جمله کاهش سرعت تخلیه معده، بهبود متابولیسم و جذب اسیدهای صفراوی، تولید اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه از تخمیر فیبر در روده بزرگ، تنظیم گیرنده‌های LDL کبدی و تغییر در غلظت پلازما یا بافت حساس به انسولین یا سایر هورمون‌ها (Adam et al., 2001).

در جیره بلدرچین‌های پرورشی تأثیر معنی‌داری بر فراسنجه‌های لیپیدی خون بلدرچین‌ها در پایان دوره پرورش (۴۲ روزگی) نداشت، هرچند که با افزایش سطح جایگزینی دانه تریتیکاله به میزان ۱۰۰ درصد در جیره، مقدار کلسترول تام به صورت عددی کاهش یافت که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد (Zarghi & Golian, 2009; Lim et al., 2021). شاخص‌های بیوشیمیایی و خون‌شناسی طیور توسط عوامل ژنتیکی و محیطی تحت تأثیر قرار می‌گیرند. خوراک، یکی از عوامل محیطی است که تأثیر بیشتری بر متابولیسم لیپید و کلسترول دارد (Attia et al., 2014). فیبرهای غذایی محلول مثل

جدول ۶- میانگین فراسنجه‌های لیپیدی سرم خون بلدرچین‌های مولد تغذیه‌شده با جیره‌های آزمایشی در سن ۱۳ هفته‌گی

Table 6- The average serum lipid parameters of breeder quails fed experimental diets were measured at 13 weeks of age

شاخص‌ها Items	تیمارهای آزمایشی Experimental treatments					خطای استاندارد	سطح احتمال
	شاهد Control	۲۵٪ تریتیکاله 25% Triticale	۵۰٪ تریتیکاله 50% triticale	۷۵٪ تریتیکاله 75% triticale	۱۰۰٪ تریتیکاله 100% triticale	میانگین SEM	معنی‌داری P-value
(میلی گرم بر دسی لیتر) (mg/dl)							
تری گلیسرید Triglyceride	182	174	181	175	178	8.50	0.998
لیپوپروتئین با دانسیته بالا High-density lipoprotein	78	86	75	79	81	1.83	0.373
لیپوپروتئین با دانسیته پایین Low-density lipoprptein	21	29	27	24	20	2.37	0.716
کلسترول تام Total cholesterol	233	218	212	214	207	10.42	0.941

SEM: خطای استاندارد میانگین

SEM: Standard error of the mean

نتیجه‌گیری کلی

میزان تخم‌گذاری، مصرف خوراک، ضریب تبدیل غذایی، توده تخم تولیدی، هزینه یک کیلوگرم تخم بلدرچین، درصد باروری و جوجه-درآوری و بیشتر شاخص‌های کیفی تخم نطفه‌دار تولیدی در مقایسه با گروه شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، بنابراین جایگزینی دانه تریتیکاله تا سطح یادشده بدون استفاده از آنزیم در جیره‌های متعادل بلدرچین‌های مولد امکان‌پذیر بوده و توصیه می‌شود.

طبق پژوهش حاضر بیشتر شاخص‌های کمی و برخی از شاخص‌های کیفی تولیدی در بلدرچین‌های مولد تغذیه‌شده با سطوح مختلف دانه تریتیکاله که جایگزین دانه ذرت شدند، در مقایسه با شاهد (جیره حاوی ۱۰۰ درصد دانه ذرت) تحت تأثیر قرار گرفت. از آنجاکه با جایگزینی دانه تریتیکاله تا سطح ۵۰ درصد سهم دانه ذرت جیره، در

References

- Abdel Wahed, H. M., Namra, M. M. M., & Ragab, M. S. (2010). Triticale grains as substitute for yellow corn in laying Japanese quail diets. *Egyptian Journal of Nutrition and Feeds*, 13(3), 567-580.
- Adam, A., Levrat-Verny, M. A., Lopez, H. W., Leuillet, M., Demigne, C., & Remesy, C. (2001). Whole wheat and triticale flours with differing viscosities stimulate cecal fermentations and lower plasma and hepatic lipids in rats. *Journal of Nutrition*, 31(6), 1770-1776. <https://doi.org/10.1093/jn/131.6.1770>
- Agah, M. J., Boostani, A., Rahmani, R., Noorollahi, H., Hashemi, M., Jokar, L., Izadi, G. H., Movasaghi, S., Jazayeri, S. A., & Moshtaghian, A. M. (2019). Comparison of the effect Multi-Behsil probiotic with a common

- commercial probiotic on performance, blood parameters, egg quality, egg yolk cholesterol levels, and immune system of laying hens. Final Report of the Research Project, Institute of Animal Science Research, p 47. (In Persian).
4. Ahiwe, B. U., Omede, A. A., Abdallah, M. B., & Iji, P. A. (2018). Managing dietary energy intake by broiler chickens to reduce production costs and improve product quality. *Animal Husbandry and Nutrition*, 115,145. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.76972>
5. AOAC. (2005). Official Methods of Analysis. 18th Ed. Association of Analytical Chemists, AOAC International, Arlington VA.
6. Attia, Y. A., El-Tahawy, W. S., Abd El-Hamid, A. E., Nizza, A., Al-Harathi, M. A., El-Kelway, M. I., & Bovera, F. (2014). Effect of feed form, pellet diameter and enzymes supplementation on carcass characteristics, meat quality, blood plasma constituents and stress indicators of broilers. *Archiv Tierzucht*, 30, 1-14. <https://doi.org/10.7482/0003-9438-57-030>
7. Babic, V., Rajcic, V., & Duric, N. (2021). Economic significance, nutritional value and application of triticale. *Economics of Agriculture*, 68,1089-1107. <https://doi.org/10.5937/ekoPolj2104089B>
8. Bakhtiyari Moez, N., Mirzaie Goudarzi, S., Saki, A. A., & Ahmadi, A. (2020). Effect of ground or whole wheat and triticale on productive performance, egg quality, gastrointestinal tract traits and nutrient digestibility of laying Japanese quails. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 10(2),355-363. Available at <https://www.ijas.ir>
9. Baylan, M., Kursun, K., Abdallah, N., Celik, L. B., Yenilmez, F., & Kutay, H. (2024). The effect of housing systems on the growth, egg production, overall egg weight and egg quality traits of a new Turkish laying hen hybrid, Akbay. *Brazilian journal of Poultry Science*, 26(3),001-014. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2024-1924>
10. Chizari A. & Hajiheidary M. (2010). The effects of market factors and government policies on maize marketing in Iran. *African Journal of Agricultural Research*. 5(12), 1351-1359.
11. Coblenz, W. K., Ottman, M. J., & Kieke, B. A. (2022). Effects of harvest date and growth stage on triticale forages in the southwest United States: Agronomic characteristics, nutritive value, energy density, and in vitro disappearance of dry matter and fiber. *Journal of Animal Science*, 100, 1-16.
12. Dennett, A. L., Wilkes, M. A., & Trethowan, R. M. (2013). Characteristics of modern triticale quality: The relationship between carbohydrate properties, α -amylase activity, and falling number. *Cereal Chemistry*, 90, 594-600. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-10-12-0129-R>
13. Ebrahimi E., Sobhani Rad S., Zarghi H., (2017). Effect of triticale level and exogenous enzyme in the grower diet on performance, gastrointestinal tract relative weight, jejunal morphology and blood lipids of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Journal of Agricultural Science and Technology*, 19, 569-580. Available at <https://www.jast.modares.ac.ir>
14. Golian, A., Salar Moeini, M., & Mazhari, M. (2009). Commercial Poultry Nutrition. 3th Ed. Kausar Agricultural Research and Development. Tehran, Iran. 475 pages. (In Persian).
15. Guclu, B. (2003). The effects of triticale used in different amounts in laying quail rations on egg production and egg quality. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 27, 949-956.
16. Hashemi, M. R., Agah, M. J., Norollahi, H., Hashemi, M., Movasaghi, S., Loghavi, M., Ilami, B., & Nabati, F. (2016). Effect of Feeding Different Levels of Triticale on Production Performance of Fars Native Chicken. Final Report of the Research Project, Institute of Animal Science Research. p. 35. (In Persian).
17. Hermes, J. C., & Johnson, R. C. (2004). Effects of feeding various levels of triticale var. Bogo in the diet of broiler and layer chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, 13, 667-672. <https://doi.org/10.1093/japr/13.4.667>
18. Jamroz, D., Skorupinska, J., Orda, J., Wiliczekiewicz, A., & Klünter, A. M. (2001). Use of wheat, barley or triticale in feed for laying hens supplemented with carbohydrases derived from *Trichoderma longibrachiatum*. *Journal of Applied Animal Research*, 19, 107-116. <https://doi.org/10.1080/09712119.2001.970671>
19. Janssen, W. M. M. A. (1989). European Table of Energy Values for Poultry Feedstuffs. 3rd Ed. Spelderholt Center for Poultry Research and Information Services, Beekbergen, the Netherlands. p. 84.
20. Kay, R. D. (1991). Farm Management. Vol. 1. Translator: M. R. Arsalanbod. Anzali Press, Urmia, Iran, Urmia University Press. pp. 243-272. (In Persian).
21. Lim, C. I., Poaty Ditengou, J., Ryu, K. S., Ku, J. H., Park, M. R., Whiting, I. M., & Pirgozliev, V. (2021). Effect of maize replacement with different triticale levels on layers production performance, egg quality, yolk fatty acid profile and blood parameters. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 30, 360-366. <https://doi.org/10.22358/jafs/144848/2021>
22. NRC. (1989). Triticale: A promising addition to the world, cereal grains. National Academy Press, Washington, DC, USA. 172 pages.
23. Ozkan, B., Abdallah, N., Boga, Y. E., Kursun, K., & Baylan, M. (2024). The effect of breeder body mass on laying performance, egg quality, and hatching traits of Japanese quail. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 22, 4. <https://doi.org/10.5424/sjar/202422-20998>
24. Poaty Ditengou, J. I. C., Ahn, S. I., Cho, S., Chae, B., Hirwa, F., Cheon, I., & Choi, N. J. (2024). Factors

- influencing the effects of triticale on laying hens' performance: A meta-analysis. *Applied Science*, 14, 5745. <https://doi.org/10.3390/app14135745>
25. Pond, W. G., Church, D. C., & Pond, K. R. (2004). *Basic Animal Nutrition and Feeding*. 5th Ed. Wiley, 608 p.
26. Roberts, S. A., Xin, H., Kerr, B. J., Russell, J. R., & Bregendahl, K. (2007). Effect of dietary fiber and reduced crude protein on nitrogen balance and egg production in laying hens. *Poultry Science*, 86, 1716-1725. <https://doi.org/10.1093/PS/86.8.1716>
27. SAS. (2008). *Statistical Analysis Systems*. Version 9.2. Cary, NC: SAS Inst. Inc.
28. Shakeri, A. (2010). *Macroeconomics: Theories and Policies*. Vol. 1. Rafe Press, Tehran, Iran. pp. 95-125. (In Persian).
29. Silversides, F., & Budgell, K. (2004). The relationships among measures of egg albumen height, pH, and whipping volume. *Poultry Science*, 83, 1619-1623. <https://doi.org/10.1093/PS/83.10.1619>
30. Vieira, S. L., Penz, A. M., Kessler, A. M., & Catellan, E. V. J. (1995). A nutritional evaluation of triticale in broiler diets. *Journal of Applied Poultry Research*, 4(4), 352-355. <https://doi.org/10.1093/japr/4.4.352>
31. Wu, G., Bryant, M. M., Voitle, R. A., & Roland Sr, D. A. (2005). Performance comparison and nutritional requirement of five commercial layer strain in phase four. *International Journal of Poultry Science*, 4, 182-186. <https://doi.org/10.3923/IJPS.2005.182.186>
32. Yılmaz, A., Tepeliand, C., & Çağlayan, T. (2011). External and internal egg quality characteristics in Japanese quails of different plumagecolor lines. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 9, 375-379.
33. Zarghi, H., & Golian, A. (2009). Effect of triticale replacement and enzyme supplementation on performance and blood chemistry of broiler chickens. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8, 1316-1321.
34. Zarghi, H., Golian, A., Kermanshahi, H., Raji, A. R., & Heravi, A. (2012). Effects of dietary triticale levels and enzyme supplementation on performance, gut morphology and blood chemistry of very young broiler chicks. *Iranian Journal of Animal Science and Research*, 3(4), 324-334. <https://doi.org/10.22067/IJASR.V3I4.12484>. (In Persian).