

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 Kami², Seyed Mohammad Reza Hashemi³,
Abdolhamid Karimi¹, Mohammad Javad Abarghuei⁴, Hossein Norollahi³

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

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

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

4- Assistant Professor, 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

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

Introduction: Cereal grains are the main 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 the energy level of the diet and the animal's needs, cereal grains usually account for a significant portion of the total poultry diet and always have a significant impact on the cost of poultry farming. On the other hand, among cereal grains, corn grain 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. Its potential wheat characteristics combined with rye's robustness make it adaptable to difficult soils, tolerant to drought and cold. Furthermore, triticale is a suitable source of energy (3200 Kcal of ME) and also 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, qualitative traits of eggs, 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 purchased 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 completely randomized design with 5 treatments, 4 replicates and 12 quails in each experimental unit (3 males and 9 females). The treatments were as follows: 1) control group based on corn grains 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 all calculated. 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 showed that replacing corn grain with triticale up to 50% had no significant effect on egg production, feed conversion ratio, egg mass, and the cost of one kilogram of quail eggs produced. However, higher levels of replacement significantly reduced egg production and egg mass produced and increased egg production cost ($P<0.01$). The researchers stated that there is a clear relationship between albumen (egg protein component) and egg weight. Triticale has also been reported to contain a relatively high protein level (between 10.5 and 14.6%). Therefore, the increase in egg weight with the progressive inclusion of triticale might be due to the high protein levels of triticale compared to other cereal grains. In the present study, the control group and replacement of 100% corn grain with triticale had 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 understandable. 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 affect egg production, feed intake, egg mass, the cost of one kilogram of quail eggs produced, fertility, hatchability, and most egg quality parameters. Therefore, replacing triticale grain up to the mentioned level without using enzymes in balanced diets of breeder quails is possible and recommended.

Keywords: Triticale, Egg quality traits, Blood parameters, Hatchability, Breeder Japanese quail

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

محمدجواد آگاه^{۱*}، الناز کمی^۲، سید محمدرضا هاشمی^۳، عبدالحمید کریمی^۱، محمدجواد ابرقوئی^۴، حسین نوراللهی^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۵/۲۳

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۹/۰۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۱۱

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

۲- دانشجوی دکتری تخصصی علوم دامی، بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

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

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

*Corresponding Author's Email: mjagah1400@gmail.com

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

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر جایگزینی دانه ذرت با تریتیکاله 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 ۲۴۰ قطعه بلدرچین مولد در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار، چهار تکرار و ۱۲ قطعه بلدرچین در هر تکرار (به ترتیب ۹ و ۳ قطعه پرنده ماده و نر) توزیع شدند. تیمارهای آزمایشی شامل ۱) جیره شاهد بر پایه دانه ذرت و کنجاله سویا، 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 بر پایه دانه تریتیکاله و کنجاله سویا)، بودند. نتایج نشان داد که جایگزینی دانه تریتیکاله تا ۵۰ درصد ذرت جیره، تأثیر معنی‌داری بر درصد تخم‌گذاری، ضریب تبدیل غذایی، توده تخم‌تولیدی و هزینه یک کیلوگرم تخم بلدرچین تولیدی نداشت، اما سطوح بالاتر جایگزینی، میزان تخم‌گذاری و توده تخم‌تولیدی را کاهش داده و هزینه تولید تخم را افزایش داد ($P < 0.01$). تیمار شاهد و جایگزینی ۱۰۰ درصد دانه ذرت با دانه تریتیکاله به ترتیب بیشترین و کمترین شاخص رنگ زرده را داشتند ($P < 0.01$). جایگزینی دانه تریتیکاله تا ۷۵ درصد ذرت جیره تأثیر معنی‌داری بر درصد جوجه‌درآوری کل نداشت. بنابراین جایگزینی دانه تریتیکاله 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: تریتیکاله، صفات کیفی تخم، فراسنجه‌های خونی، جوجه‌درآوری، بلدرچین ژاپنی مولد

مقدمه

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، از میان غلات ذرت به علت داشتن انرژی بالا، پایین بودن میزان الیاف خام، سهولت هضم و مقدار گزانتوفیل موجود نسبت به سایر دانه‌های غلات در تغذیه طیور کاربرد بیشتری دارد و به ترتیب 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 آب و هوایی، مسطح نبودن اراضی کشاورزی و نوع خاک، انگیزه‌ی جایگزین نمودن اقلام خوراکی دیگر برای تأمین انرژی جیره غذایی طیور به جای ذرت وجود دارد (Chizari and Hajiheidary, 2010). یکی از این دانه‌ها تریتیکاله می‌باشد که می‌توان از آن در تهیه جیره‌های خوراکی طیور استفاده نمود. نام تریتیکاله از نام علمی گونه‌های بوجود آورنده آن گرفته شده است. در این مورد گندم به عنوان پایه مادر به کار گرفته شده و دانه‌ی گرده از چاودار می‌باشد. تریتیکاله گیاهی است یک‌ساله و تیپ عمومی آن شبیه گندم است. در مقایسه با گندم از قابلیت رشد و مقاومت بیشتری برخوردار بوده و نسبت به شرایط آب و هوایی و زمین برای مناطق نامناسب توصیه شده است (Babic et al., 2021; Coblentz et al., 2022; Poaty et al., 2024). پروتئین تریتیکاله از گندم بیشتر و انرژی قابل سوخت و ساز آن مشابه گندم می‌باشد (Lim et al., 2021). بنابراین تریتیکاله به عنوان یک ماده خوراکی انرژی‌زا (با ۳۲۰۰ کیلوکالری انرژی قابل سوخت و ساز) و نیز به دلیل بالاتر بودن درصد پروتئین آن نسبت به دانه ذرت (۱۴ درصد در مقایسه با ۹ 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 فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم خون بلدرچین ژاپنی مولد (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 ۶ هفته‌گی از یک مزرعه تجاری خریداری شده و به سالن پرورش منتقل شدند. تعداد ۲۴۰ قطعه بلدرچین مولد تخم‌گذار با میانگین وزن مشابه (ماده‌ها 285 ± 20 گرم و نرها 250 ± 20 گرم)، در گروه‌های ۱۲ تایی (۳ قطعه نر و ۹ قطعه ماده) در هر واحد آزمایشی با قفس‌هایی به ابعاد 70×35 سانتی‌متر قرار گرفتند. طول دوره آزمایشی ۷ هفته بود که ۲ هفته اول عادت‌پذیری و ۵ هفته بعدی جمع‌آوری داده‌های آزمایشی انجام شد. برنامه نوری در ابتدا به‌صورت ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی اعمال شد و به‌تدریج بر ساعات روشنایی افزوده شد، به‌طوری‌که ساعات روشنایی 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 ۸ صبح، ۲ و ۶ بعد از ظهر) تغذیه شدند. تهویه مناسب سالن به‌طور یکنواخت در طی شبانه روز انجام شد. در شروع دوره تخم‌گذاری (دوره عادت‌پذیری) بلدرچین‌هایی که دارای رکوردهای تولیدی نامناسب (تخم‌های نامتعارف، پوسته نازک، 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 مغذی دانه تریتیکاله رقم یاد شده ابتدا درصد رطوبت، پروتئین خام، فیبر خام، خاکستر و چربی خام با روش AOAC (۲۰۰۵) اندازه‌گیری شد و مقدار عصاره عاری از ازت NFE آن از معادله ۱ به دست آمد (Pond, 2004). سپس مقدار انرژی قابل سوخت و ساز دانه تریتیکاله از 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).

$$1) NFE = 100 - (\%EE + \%Ash + \%CP + \%Fiber)$$

$$2) MEn (Kcal/kg) = (34.49 \times CP) + (62.16 \times EE) + (35.61 \times NFE)$$

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

Table 2- 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) NFE ¹ (%)	کلسیم (درصد) Calcium (%)	فسفر قابل دسترس (درصد) Available phosphorus (%)	انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری بر کیلوگرم) ME (kcal/kg)
هاشمی (لاین ET-84-17) Hashemi (ET-84-17)	95.12	12.00	3.20	1.82	1.59	75.50	0.05	0.1	3201
ذرت ^۲ Yellow Corn	89.00	8.50	2.20	-	3.80	-	0.02	0.08	3350
کنجاله سویا ^۲ Soybean meal	89.00	44.00	7.00	-	0.80	-	0.29	0.27	2230

¹ Nitrogen Free Extract

² According to NRC, 1994 and determined values for corn grains as shown in Table 1

تیمارهای آزمایشی

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار، چهار تکرار و ۱۲ قطعه بلدرچین در هر تکرار (به ترتیب ۹ و ۳ قطعه پرند ماده و نر) انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل: (۱) جیره شاهد بر پایه 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، (۵) جایگزینی ۱۰۰ درصد دانه ذرت با دانه تریتیکاله (جیره بر پایه دانه تریتیکاله و کنجاله سویا) بودند (جدول ۲). جیره‌های آزمایشی با توجه به جدول نیازمندی‌های توصیه شده برای پرورش بلدرچین ژاپنی مولد (NRC, 1994) با نرم افزار Excel (UNE Form) تنظیم شدند.

جدول ۲- اجزا و ترکیبات شیمیایی جیره‌های پایه و آزمایشی

Table 1. Ingredient and chemical composition of basal and experimental diets

اجزای خوراکی (درصد) Ingredients (%)	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 (کربنات کلسیم) 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
بیکربنات سدیم Sodium bicarbonate	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11

ال - ترئونین	0.06	0.07	0.08	0.10	0.13
L-Threonine					
ال - لیزین کلراید	0.09	0.10	0.11	0.14	0.17
L-Lysine HCl					
دی ال - متیونین	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
DL-Methionine					
روغن سویا	2.39	2.55	2.82	2.85	2.93
Soybean oil					
مکمل ویتامینی و معدنی ^۱	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Vitamin and Mineral premix ¹					
ترکیبات محاسبه شده					
Calculated compositions					
انرژی	2900	2900	2900	2900	2900
قابل متابولیسم ظاهری (کیلوکالری بر کیلوگرم)					
AME _n (kcal/kg)					
پروتئین خام (درصد)	20	20	20	20	20
Crude protein (%)					
کلسیم (درصد)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Calcium (%)					
فسفر قابل دسترس (درصد)	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Available phosphorus (%)					
متیونین کل (درصد)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Total Methionine (%)					
متیونین + سیستئین کل (درصد)	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
Total Methionine + Cysteine (%)					
لیزین کل (درصد)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Total Lysine (%)					
ترئونین کل (درصد)	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
Total Threonine (%)					
سدیم (درصد)	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Sodium (%)					

^۱ هر کیلوگرم جیره حاوی: ویتامین A، ۱۱۰۰۰ واحد بین المللی؛ کوله کلسیفرول، ۲۳۰۰ واحد بین المللی؛ ویتامین E، ۱۲۱ واحد بین المللی؛ ویتامین K₃، ۲ میلی گرم؛ ویتامین B₁₂، ۰/۰۲ میلی گرم؛ تیامین، ۴ میلی گرم؛ ریبوفلاوین؛ ۴ میلی گرم؛ اسید فولیک، ۱ میلی گرم؛ بیوتین، ۰/۰۳ میلی گرم؛ پیریدوکسین، ۴ میلی گرم؛ کولین کلراید، ۸۴۰ میلی گرم؛ اتوکسی کوئین، ۰/۱۲۵ میلی گرم؛ سولفات منگنز، ۱۰۰ میلی گرم؛ سلنیوم (سلنات سدیم)، ۰/۲ میلی گرم؛ ید، ۱ میلی گرم؛ سولفات مس، ۱۰۰ میلی گرم؛ آهن، ۵۰ میلی گرم بود.

^۱ p

er 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.

صفات کمی تولید تخم

برای اندازه گیری درصد تخم گذاری، تخم بلدرچین های هر واحد آزمایشی روزانه، ساعت ۸ صبح جمع آوری، شمارش و رکوردها، شامل تعداد تخم های مشکل دار از نظر پوسته (تخم های بی پوسته یا لمبه، تخم های با پوسته شکسته و تخم های بد شکل) و تعداد تخم های سالم و وزن تخم ها به همراه تعداد تلفات احتمالی روزانه هر تکرار ثبت شدند. درصد تولید در نهایت مطابق معادله ۳ محاسبه شد (Baylan *et al.*, 2024).

$$\text{درصد تولید} = \frac{\text{تعداد تخم تولیدی}}{\text{تعداد بلدرچین های زنده موجود}}$$

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).

$$(۴) \text{ گرم میانگین وزن تخم بلدرچین} = \frac{\text{گرم وزن کل تخم بلدرچین گروه آزمایشی}}{\text{تعداد کل تخم بلدرچین تولیدی گروه آزمایشی}}$$

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

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

$$(۶) \text{ گرم خوراک مصرفی} = \frac{\text{گرم خوراک باقیمانده در انتهای دوره} - \text{گرم خوراک داده شده ابتدای دوره}}{\text{پرنده/روز}}$$

گرم توده تخم تولیدی بلدرچین از حاصل ضرب میانگین وزن تخم پرنده در دوره مورد نظر در میزان تخم تولیدی (در صد) 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 در صد مصرفی هر نهاده در جیره و متوسط قیمت نهاده در طول دوره اجرای پروژه، هزینه کیلوگرم جیره‌ی مصرفی برای هر تیمار (CF_i) از طریق معادله ۷ محاسبه شد (Shakeri, 2010; Kay, 1991).

$$(۷) CF_i = (Pe_{ij} \times Pr_{ij}) + \dots + (Pe_{nj} \times Pr_{nj})$$

در این معادله، CF_i : هزینه کیلوگرم جیره‌ی مصرفی برای هر تیمار، Pe_{ij} : درصد مصرف نهاده خوراکی i در جیره j ، Pr_{ij} : متوسط قیمت نهاده خوراکی i در جیره و $i=1,2,\dots,n$: تعداد اقلام مصرفی در جیره است (محاسبه هزینه تغذیه بر اساس قیمت‌های زمان انجام پژوهش در شهریور ۱۴۰۱ است).

صفات کیفی تخم

خصوصیات کیفی تخم بلدرچین (واحد هاو^۱، وزن پوسته، ضخامت پوسته، درصد سفیده، درصد زرده، درصد پوسته، شاخص شکل و شاخص رنگ زرده) در هفته پایانی بر روی ۳ عدد تخم (سالم و بدون ترک خوردگی با اندازه متوسط از هر واحد آزمایشی در سن ۱۳ هفتگی) 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 شد (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 شد و میانگین آن‌ها به عنوان ضخامت نهایی پوسته در نظر گرفته شد.

این کار برای هر ۳۶ عدد تخم بلدرچین انجام شد 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^۱ استفاده شد. در این روش ۱۵ شابلن رنگی به صورت بادبزین هستند و هر شابلن دارای یک رنگ می‌باشد که به‌طور 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 (Yılmaz et al., 2011). با کم کردن وزن زرده و وزن پوسته از وزن کل تخم، وزن سفیده بر حسب 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 (Yılmaz et al., 2011). برای تعیین واحد هاو^۱، ارتفاع سفیده غلیظ از یک نقطه مشخص برای تمامی تخم‌ها با استفاده از دستگاه ارتفاع سنج (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).

$$8) HU = 100 \log (H + 7.57 - 1.7 W^{0.37})$$

در این معادله، HU: واحد هاو، H: ارتفاع سفیده (میلی‌متر) و W: وزن تخم (گرم) است. 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 ۴ 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 ۵ تیمار جمعاً 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 تفریخ شده و تعداد کل تخم‌های گذاشته شده در دستگاه ستر و درصد جوجه‌درآوری از تخم‌های بارور به صورت نسبت بین تعداد جوجه‌های تفریخ شده به تعداد تخم‌های بارور انکوباسیون شده محاسبه شد (Ozkan et al., 2024).

غلظت لیپیدهای خون

به منظور تعیین غلظت لیپیدهای خون در پایان دوره (۱۳ هفتگی) 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 ۵/۵ سی‌سی تا زمان آنالیز در دمای منفی ۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. در آزمایشگاه مقدار کلسترول تام، LDL، HDL و تری‌گلیسرید هر نمونه پس از یخ‌گشایی توسط دستگاه اتوآنالیزر اسپکتروفتومتری (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 ۵ درصد انجام شد. مدل آماری استفاده شده در این آزمایش به صورت زیر بود:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + e_{ij}$$

در رابطه فوق، Y_{ijk} : مقدار هر مشاهده، μ : میانگین جامعه، A_i : اثر تیمار و e_{ij} : اثر خطای آزمایش بود.

نتایج و بحث

صفات کمی تولید تخم

در این پژوهش به جز صفات خوراک مصرفی و درصد تخم بلدرچین پوسته‌نازک 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). به‌طوری‌که جایگزینی دانه ذرت با تریتیکاله تا سطح ۷۵ درصد در مقایسه با گروه شاهد منجر به افزایش وزن تخم تولیدی (به‌ترتیب ۱۲/۴ در برابر ۱۲/۱۳ گرم) شد، اما جایگزینی ۱۰۰ درصدی دانه ذرت با تریتیکاله در مقایسه با گروه شاهد منجر به کاهش معنی‌داری وزن تخم بلدرچین (۱۱/۸۸ در برابر ۱۲/۱۳ گرم) شد ($P < 0.01$). محققان در متاآنالیزی نشان دادند هرچند سطوح مختلف دانه تریتیکاله با سویه‌های متفاوت بر مصرف خوراک، ضریب تبدیل خوراک و تولید تخم اثر معنی‌داری نداشت، اما وزن تخم تحت تأثیر سطوح مختلف دانه تریتیکاله در ترکیب جیره قرار گرفت، به‌طوری‌که نتایج حاکی از آن بود که همبستگی مثبتی بین درصد تریتیکاله و وزن تخم‌مرغ در مرغ‌های تخم‌گذار وجود داشت (Poaty Ditengou et al., 2024). همچنین محققان بیان کردند که بین آلومین (از اجزای پروتئین تخم) و وزن تخم رابطه واضحی وجود داد (Silversides and 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 تخم‌گذار ممکن است به‌دلیل سطح بالای پروتئین تریتیکاله در مقایسه با غلات جایگزین باشد (Poaty Ditengou et al., 2024).

مطابق نتایج جدول ۳، در مورد صفات درصد تخم‌گذاری و ضریب تبدیل غذایی نیز این محدودیت در استفاده از دانه تریتیکاله وجود داشت، به‌طوری‌که گروه‌های تغذیه شده با جیره‌های جایگزینی دانه ذرت با تریتیکاله تا سطح ۵۰ درصد تفاوت معنی‌داری با جیره شاهد نداشتند، اما سطوح بالاتر جایگزینی دانه ذرت با تریتیکاله (۷۵ و ۱۰۰ درصد) باعث کاهش معنی‌دار درصد تخم‌گذاری 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 معنی‌داری 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 تخم‌گذار نشان داد که جایگزینی گندم یا ذرت با تریتیکاله در نسبت‌های بالا (بین ۵۰ تا ۱۰۰٪) منجر به کاهش مصرف خوراک و تولید تخم می‌شود. در واقع، در مقایسه با گندم و ذرت، تریتیکاله حاوی مقادیر زیادی آرایینوزایلان‌های محلول و کل پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای است، بنابراین گنجاندن بیش از حد آن در رژیم غذایی می‌تواند مصرف خوراک، دسترسی به مواد مغذی و عملکرد پرنده را کاهش دهد (ابراهیمی و همکاران، ۲۰۱۷؛ 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 بلدرچین‌های تخم‌گذار ژاپنی بهترین عملکرد و بالاترین بازده اقتصادی را در مقایسه با تیمار شاهد داشت. در مطالعه‌ای دیگر نیز بالاترین مقادیر برای تولید تخم بلدرچین، وزن تخم و راندمان خوراک مصرفی در جیره بلدرچین‌های تخم‌گذار را استفاده از دانه تریتیکاله تا سطح ۴۰ درصد کل جیره (۶۷ درصد سهم دانه ذرت) همراه با ۱ 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 ۱ گرم در کیلوگرم آنزیم آویزیم نیز امکان پذیر بود، اما استفاده از ۴۰ درصد دانه تریتیکاله با آنزیم برای بهبود عملکرد تولیدی مؤثرتر بود (Guclu, 2003). در پژوهشی دیگر نیز جایگزینی دانه ذرت با دانه تریتیکاله در سطوح ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد ترکیب جیره مرغ‌های تخم‌گذار تأثیری بر عملکرد تولیدی مرغ‌های تخم‌گذار نداشت (Lim et al., 2021). سایر محققان نشان دادند که گنجاندن دانه تریتیکاله تا سطح ۳۰ درصد در جیره دوره تخم‌گذاری اثر معنی‌داری بر مصرف خوراک، تولید تخم و وزن تخم در مرغ‌های تخم‌گذار ندارد (Hermes and Johnson, 2004). پژوهشگران بیان کردند که افزودن دانه تریتیکاله به جیره مرغ‌های تخم‌گذار چه به‌عنوان منبع انرژی اولیه و چه به‌عنوان جایگزین جزئی برای سایر غلات، تأثیر قابل توجهی روی نرخ تخم‌گذاری، 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 مرغ‌های بومی تخم‌گذار تفاوت معنی‌داری در میزان تخم‌گذاری (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 مرغ‌های تخم‌گذار بومی توصیه شد.

محققان بیان کردند که تفاوت‌ها در نتایج یافته‌های عملکردی مرغ‌های تخم‌گذار می‌تواند به‌خاطر سطوح مختلف فیبر در انواع دانه تریتیکاله مصرفی باشد، امروزه انواع جدیدی از گیاه تریتیکاله با عوامل ضد تغذیه‌ای کمتر، پرورش داده شده‌اند که هم عملکرد و هم ارزش غذایی آن را بهبود می‌بخشند (Lim et al., 2021). به‌طور کلی نتایج اکثر پژوهش‌های یاد شده 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 تغذیه شده با جیره بر پایه 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 تریتیکاله (پنتوزان‌های محلول، ممانعت‌کننده‌های تریپسین و محتوی پکتین) در مقایسه با دانه ذرت عنوان کردند (Vieira et al., 1995; Zarghi and 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 به‌دلیل افزایش ویسکوزیته محتویات دستگاه گوارش پرندگان می‌باشد. این شرایط باعث کاهش آزادسازی مواد مغذی، قابلیت هضم و جذب و در نتیجه کاهش عملکرد پرندگان می‌شود (Bakhtiyari Moez et al., 2020; Lim et al., 2021).

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

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					SEM	P-value
	شاهد Control	۲۵٪ تریتیکاله 25% triticale	۵۰٪ تریتیکاله 50% triticale	۷۵٪ تریتیکاله 75% triticale	۱۰۰٪ تریتیکاله 100% triticale		
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 (%)	0.20	0.55	0.05	0.53	0.23	0.078	0.185
Thin shell quail eggs (%)							
مصرف خوراک (گرم/پرند/روز)	25.42	25.28	25.25	25.33	25.12	0.075	0.797
Feed Intake (g/bird/d)							
ضریب تبدیل غذایی	3.16 ^b	3.13 ^b	3.18 ^b	3.50 ^a	3.65 ^a	0.022	0.001
Feed Conversion Ratio							
توده تخم (گرم/پرند/روز)	10.99 ^a	11.03 ^a	10.84 ^a	10.03 ^b	9.60 ^c	0.057	0.001
Egg mass (g/bird/d)							
*هزینه تولید یک کیلوگرم تخم بلدرچین (تومان)	49597 ^b	48876 ^b	49028 ^b	54173 ^a	55771 ^a	344.824	0.001
*The cost of producing one kilogram of quail eggs (Toman)							

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

*محاسبه هزینه تغذیه بر اساس 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 بلدرچین‌های مولد تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی در سن ۱۳ هفتگی در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که شاخص‌های 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 جیره‌های 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 معنی‌دار شاخص رنگ زرده در مقایسه با گروه شاهد شد. بیشترین و کمترین شاخص رنگ زرده (به ترتیب ۵/۶۳ و ۴/۱۹) مربوط به گروه‌های تغذیه شده با تیمار شاهد و تیمار با جایگزینی ۱۰۰ درصد دانه ذرت با تریتیکاله بود.

مطابق پژوهش لیم و همکاران (Lim et al., 2021) نیز شاخص‌های اصلی مربوط به ارزیابی کیفیت تخم مرغ (رنگ پوسته، ارتفاع سفیده، واحد هاو، ضخامت پوسته و وزن پوسته) تحت تأثیر تریتیکاله در جیره‌ها قرار نگرفتند. اما رنگ زرده تخم مرغ به تدریج با افزودن دانه تریتیکاله در ترکیب جیره کاهش یافت، در واقع یک پاسخ خطی کاهش از رنگ زرده به تریتیکاله در جیره‌ها 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 تخم‌گذار تفاوت معنی‌داری در شاخص‌های کیفی شامل استحکام پوسته، واحد هاو و ارتفاع سفیده بین تیمارهای آزمایشی با تیمار شاهد ایجاد نکرد. اگرچه جایگزینی دانه تریتیکاله تا سطح ۳۰ درصد دانه ذرت تأثیر معنی‌داری بر شاخص رنگ زرده تخم مرغ نداشت، اما در مرغان تغذیه شده با جیره‌های حاوی ۶۰ و ۷۵ درصد دانه تریتیکاله، شاخص رنگ زرده به طور معنی‌داری از تیمار شاهد و سایر تیمارها پایین‌تر بود. همچنین در متاآنالیزی 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 داده است (Poaty Ditengou et al., 2024). در توافقی 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 هم گزارش شده است (Abdel Bakhtiyari Moez et al., 2020; Roberts et al., 2007; Wahed et al., 2010). 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 توجهیه است (Lim et al., 2021).

جدول ۴- اثر جیره‌های آزمایشی بر میانگین صفات کیفی تخم بلدرچین‌های 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

شاخص‌ها Items	تیمارهای آزمایشی Experimental treatments					SEM	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 (میلی‌متر) 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 میانگین‌های دارای حروف غیرمشابه اختلاف معنی‌داری دارند ($P < 0.05$)

SEM: Standard error of the mean; ^{a-d}: Means with different superscript within the same row differ significantly ($P < 0.05$)

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 ۱ گرم در کیلوگرم آنزیم آویزیم در جیره بلدرچین‌های مولد گزارش شد، که در توافق با نتایج پژوهش حاضر است (Guclu, 2003). علاوه براین، استفاده از سطوح ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درصد دانه تریتیکاله به‌جای دانه ذرت در جیره بلدرچین ژاپنی تخم‌گذار باعث افزایش باروری شده است 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					SEM	P-value
	شاهد Control	۲۵٪ تریتیکاله 25% triticales	۵۰٪ تریتیکاله 50% triticales	۷۵٪ تریتیکاله 75% triticales	۱۰۰٪ تریتیکاله 100% triticales		
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)

فراسنجه‌های لیپیدی سرم خون

در پژوهش حاضر جایگزینی دانه ذرت با سطوح مختلف دانه تریتیکاله تأثیر معنی‌داری بر میانگین فراسنجه‌های لیپیدی سرم خون (کلسترول، تری‌گلیسرید، 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 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 به‌صورت عددی کاهش یافت که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد (Zarghi and Golian, 2009; Lim *et al.*, 2021). شاخص‌های بیوشیمیایی و خون-شناسی 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 بتاگلوکان‌ها به‌دلیل ایجاد ویسکوزیته در محتویات هضمی ممکن است جذب چربی و کلسترول را کاهش دهند، به همین خاطر به‌عنوان مواد کاهنده کلسترول شناخته شده‌اند (Zarghi and Golian, 2009). چندین مکانیسم ممکن است بیانگر ویژگی کاهندگی کلسترول فیبر جیره باشد که به‌صورت ترکیبی و یا به‌تنهایی ممکن است عمل کنند، ازجمله 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).

جدول ۶- میانگین فراسنجه‌های لیپیدی سرم خون بلدرچین‌های مولد تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی در سن ۱۳ هفتگی
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					SEM	P-value
	شاهد Control	۲۵٪ تریتیکاله 25%	۵۰٪ تریتیکاله 50%	۷۵٪ تریتیکاله 75%	۱۰۰٪ تریتیکاله 100%		

	triticale	triticale	triticale	100% triticale			
					میلی گرم بر دسی لیتر mg/dl		
تری گلیسرید Triglyceride	182	174	181	175	178	8.50	0.998
لیپوپروتئین با دانسیته بالا HDL	78	86	75	79	81	1.83	0.373
لیپوپروتئین با دانسیته پایین LDL	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

نتیجه گیری کلی

طبق پژوهش حاضر بیشتر شاخص های کمی و برخی از شاخص های کیفی تولیدی در بلدرچین های مولد تغذیه شده با سطوح مختلف دانه تریتیکاله که جایگزین دانه ذرت شدند، در مقایسه با تیمار شاهد (جیره حاوی ۱۰۰ درصد دانه ذرت) تحت تأثیر قرار گرفت. از آنجا که با جایگزینی دانه تریتیکاله تا سطح ۵۰ درصد سهم دانه ذرت جیره، در میزان تخم گذاری، مصرف خوراک، ضریب تبدیل غذایی، توده تخم تولیدی، هزینه یک کیلوگرم تخم بلدرچین، درصد باروری و جوجه درآوری و بیشتر شاخص های کیفی تخم نطفه دار تولیدی در مقایسه با گروه شاهد تفاوت معنی داری مشاهده نشد، بنابراین جایگزینی دانه تریتیکاله تا سطح یاد شده بدون استفاده از آنزیم در جیره های متعادل بلدرچین های مولد امکان پذیر بوده و توصیه می شود.

References

1. 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.
2. 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. DOI: 10.1093/jn/131.6.1770
3. 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, page 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.
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. *Agricultural Economics*, 68,1089–1107.
 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.
 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.
 14. Golian, A., Salar Moeini, M., & Mazhari, M. 2009. Commercial Poultry Nutrition. 3th ed. Kausar Agricultural Research and Development. (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, page 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. Beekbergen, Netherlands: Spelderholt Center for Poultry Research and Information Services.
 20. Kay, R. D. 1991. Farm management. Vol. 1. Translator: Mohammad Reza Arsalanbod. 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. Washington, DC, USA, National Academy Press.
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 pages.
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. Roberts, S.A., Xin, H., Kerr, B.J., Russell, J.R. and 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.
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*, 4,352-355.
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. (In Persian).