Animal Production Research

Vol. 11, No. 4, 2022 (77-89)
doi: 10.22124/AR.2023.23379.1735
eISSN: 2538-6107 pISSN: 2252-0872

University of Guilan

RESEARCH PAPER **OPEN ACCESS**

Estimation of genetic parameters for traits related to external and internal egg quality in wild and white Japanese quails

Y. Shahraki[1], A. Seraj[2*], N. Farzin[2]

1. Former MSc Student, Department of Animal Science, Azadshahr Branch, Islamic Azad University, Azadshahr, Iran
2. Assistant Professor, Department of Animal Science, Azadshahr Branch, Islamic Azad University, Azadshahr, Iran

(Received: 15-12-2022 – Accepted: 20-01-2023)

Introduction: Quails are beneficial for their meat and eggs and have been the focus of poultry breeders in recent decades. Egg quality traits are usually divided into external (such as shell quality and egg weight) and internal (like yolk and albumen parameters) traits. Shell characteristics are important factors to determine egg quality. The breakage of quail eggs can be occurred in various processes such as collection, packaging, and transportation or in the setter and hatcher devices, and leads to serious economic problems for the breeders in the poultry industry. The size and weight of the quail egg are important factors in the marketability of this product. From an economic point of view, the yolk is the most valuable part of the egg. The yolk is a concentrated source of nutrients, as well as it has a significant effect on the weight of the chicken. The ratio of yolk to white in quail eggs has been reported to be 35 to 65, which is higher in comparison to laying hens. Egg quality can be affected by different factors such as genotype, breed, strain, age, management, nutrition, temperature, and illness. Although there have been many studies to determine the environmental factors on traits related to egg quality in quail, there are few studies to investigate the effect of genetic factors and different mating systems on the occurrence of these traits. Therefore, the present study was conducted to estimate genetic parameters of external and internal egg quality traits in wild and white strains of Japanese quails.

Materials and methods: A total number of 570 laying quails were obtained from pure and cross-mating groups of wild and white Japanese quails. The base population was divided into four mating groups including two pure and two crossed mating groups (group 1: wild male × wild female; group 2: white male × wild female; group 3: wild male × white female, and group 4: white male × white female). The studied traits included external (egg weight, length, and width, shell weight and thickness, and egg shape index) and internal (yolk weight, albumen weight, yolk index, albumen index, and internal egg quality unit) egg quality traits. The effects of hatch and mating groups on traits related to egg quality were investigated. The means of traits related to external and internal egg quality were compared using the Duncan test. (Co)Variance components and genetic parameters of traits related to external and internal quality traits were estimated by multiple trait animal models and restricted maximum likelihood using ASREML software.

Results and discussion: The effect of the hatch on egg weight, shell weight, and albumen weight was significant (P<0.05) and the eggs from the second and third hatches showed higher egg weight, shell weight, and albumen weight in comparison to the first hatch (P<0.05). The difference between mating groups was not significant (P>0.05) except for albumen and egg weights. The laying quails from the pure white mating group showed lower albumen and egg weights (P<0.05). The heritability estimates for traits related to external egg quality varied from 0.16 (egg shape index) to 0.39 (egg weight). These estimates for traits related to internal egg quality ranged from 0.10 (internal quality unit) to 0.31 (yolk weight). Genetic correlations were estimated from -0.33 (between egg length and egg shape index) to 0.71 (between egg length and width) for traits related to external egg quality, and from -0.37 (between yolk weight and yolk index) to 0.71 (between albumen weight and albumen height) for traits

* Corresponding author: iau.az.seraj@gmail.com

related to internal egg quality, respectively. Phenotypic correlations varied from -0.32 (between egg length and egg shape index) to 0.61 (between egg length and width) for traits related to external egg quality, and from 0.11 (between yolk index and albumen height) to 0.59 (between the internal quality unit and albumen height) for traits related to internal egg quality, respectively.
Conclusions: Heritability estimates for traits related to egg quality were moderate which indicates the significant effect of additive genes on the occurrence of these traits. Positive genetic correlations between egg weight and traits related to external egg quality, as well as appropriate genetic correlations between traits related to internal egg quality showed that selection based on some egg traits like egg weight and internal egg unit can effectively lead to the improvement of other egg quality traits.
Keywords: Japanese quail, Egg quality traits, Heritability, Genetic correlation

How to cite this article:

Shahraki Y., Seraj A. and Farzin N. 2022. Estimation of genetic parameters for traits related to external and internal egg quality in wild and white Japanese quails. Animal Production Research, 11(4): 77-89. doi: 10.22124/AR.2023.23379.1735

تحقیقات تولیدات دامی

سال یازدهم/شماره چهارم/زمستان ۱۴۰۱ (۸۹-۷۷)

Animal Production Research

دانشگاه گیلان

مقاله پژوهشی

تخمین فراسنجه‌های ژنتیکی برای صفات مرتبط با کیفیت خارجی و داخلی تخم در بلدرچین‌های ژاپنی وحشی و سفید

یاسین شهرکی[۱]، ابوالقاسم سراج[۲]*، ندا فرزین[۲]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، آزادشهر، ایران

۲- استادیار، گروه علوم دامی، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، آزادشهر، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۲۴ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۳۰)

چکیده

هدف از تحقیق حاضر، برآورد فراسنجه‌های ژنتیکی صفات مرتبط با کیفیت خارجی و داخلی تخم در بلدرچین ژاپنی بود. از داده‌های ۵۷۰ قطعه بلدرچین تخم‌گذار حاصل از تلاقی‌های خالص و آمیخته دو سویه بلدرچین ژاپنی وحشی و سفید استفاده شد. پرندگان جمعیت پایه به چهار گروه تلاقی (دو گروه خالص و دو گروه آمیخته) تقسیم‌بندی شدند. اجزای (کو)واریانس و فراسنجه‌های ژنتیکی صفات مورد پژوهش با استفاده از مدل چندصفتی به روش حداکثر درست‌نمایی محدود شده با نرم افزار ASREML برآورد شدند. تفاوت بین گروه‌های تلاقی در بیشتر صفات مرتبط با کیفیت تخم (به‌جز صفات وزن تخم و وزن سفیده) معنی‌دار نبود. وزن تخم و وزن سفیده در بلدرچین‌های تخم‌گذار حاصل از تلاقی بلدرچین‌های ژاپنی نر و ماده سفید کمتر بود ($P<۰/۰۵$). وراثت‌پذیری صفات مرتبط با کیفیت خارجی تخم از ۰/۱۶ تا ۰/۳۹ و صفات مرتبط با کیفیت داخلی تخم از ۰/۱۰ تا ۰/۳۱ متغیر بود. همبستگی‌های ژنتیکی صفات مرتبط با کیفیت خارجی تخم از ۰/۳۳- تا ۰/۷۱ و برای صفات مرتبط با کیفیت داخلی تخم از ۰/۳۷- تا ۰/۵۵ متغیر بود. در پژوهش حاضر، وراثت‌پذیری صفات مرتبط با کیفیت تخم در حد متوسط برآورد شد که نشان‌دهنده نقش قابل توجه ژن‌های افزایشی بر بروز این صفات است. علاوه بر این، همبستگی ژنتیکی مثبت بین وزن تخم و صفات مرتبط با کیفیت خارجی تخم و همچنین همبستگی ژنتیکی مناسب بین بیشتر صفات مرتبط با کیفیت داخلی تخم، نشان می‌دهد که انتخاب در جهت بهبود هر یک از صفات ذکر شده به‌طور غیرمستقیم می‌تواند منجر به بهبود سایر صفات مرتبط با کیفیت تخم شود.

واژه‌های کلیدی: بلدرچین ژاپنی، صفات مرتبط با کیفیت تخم، وراثت‌پذیری، همبستگی ژنتیکی

* نویسندهٔ مسئول: iau.az.seraj@gmail.com

doi: 10.22124/AR.2023.23379.1735

مقدمه

بلدرچین به عنوان یک منبع تخم و گوشت در دهه‌های اخیر مورد توجه پرورش‌دهندگان طیور و متخصصین اصلاح نژاد قرار گرفته است. علاوه بر صفاتی نظیر وزن و تعداد تخم که به کمیت تولید تخم مربوط می‌شوند، متخصصین اصلاح نژاد به صفات مربوط به کیفیت تخم نیز توجه دارند (Minvielle and Oguz, 2002). معمولاً صفات مرتبط با کیفیت تخم را به دو بخش کیفیت خارجی (نظیر کیفیت پوسته و وزن تخم) و داخلی (فراسنجه‌های مربوط به زرده و سفیده) دسته‌بندی می‌کنند (Nhan *et al*., 2018). استحکام پوسته از عوامل مهم در تعیین کیفیت تخم بلدرچین است. شکستگی تخم بلدرچین در فرآیندهای مختلف نظیر جمع‌آوری، بسته‌بندی و جابه‌جایی در هنگام عرضه محصول به بازار یا در دستگاه‌های ستر و هچر جوجه‌کشی، منجر به کاهش بازدهی برای تولیدکنندگان این صنعت می‌شود. علاوه بر این در تخم‌های با استحکام ضعیف پوسته، احتمال ترک خوردن تخم‌ها و آلودگی باکتریایی افزایش می‌یابد که منجر به افزایش تلفات جنین و کاهش جوجه‌درآوری می‌شود (Baghani and Aghkhani, 2016). اندازه و وزن تخم بلدرچین عامل مهمی در بازارپسندی این محصول است. میانگین وزن تخم بلدرچین در مطالعات مختلف حدود ۱۰ گرم گزارش شده که حدود پنج درصد وزن بدن پرنده ماده است (Shokohmand, 2008). همبستگی ژنتیکی وزن تخم با وزن و استحکام پوسته بلدرچین به ترتیب ۰/۵۲ و ۰/۲۷ گزارش شده است (Sezer, 2007).

صفاتی نظیر وزن، ارتفاع و شاخص سفیده و زرده از جمله صفات مرتبط با کیفیت داخلی تخم هستند (Nhan *et al*., 2018). از نظر اقتصادی، زرده با ارزش‌ترین قسمت تخم است. به علت اینکه زرده به عنوان منبع متراکم مواد غذایی است، تاثیر قابل توجهی بر وزن جوجه داشته و همبستگی ژنتیکی بالای برآورد شده بین وزن زرده و وزن جوجه نیز بیانگر این مطلب است (Hartmann *et al*., 2003). علاوه بر این، یک زرده بزرگ دلالت بر سطح بالای مواد غذایی داشته و به دلیل همبستگی ژنتیکی مثبت آن با اندازه تخم باعث بزرگ شدن تخم خواهد شد (Rodda *et al*., 1977). در صنایع غذایی، به تخم‌هایی که نسبت زرده به سفیده آنها بالاتر است، ارزش بیشتری داده می‌شود. نسبت زرده به سفیده در تخم بلدرچین، ۳۵ به ۶۵ بوده و نسبت پوسته به وزن تخم در بلدرچین بیشتر از مرغ است (Shokohmand, 2008). همبستگی فنوتیپی وزن تخم و وزن زرده در بلدرچین زیاد (۰/۷۵) گزارش شده است (Sari *et al*., 2016).

صفات مرتبط با کیفیت تخم می‌توانند تحت تاثیر عوامل مختلف نظیر سن، نژاد، شرایط نگهداری، تغذیه، دما و بیماری قرار گیرد (Sari *et al*., 2016). مطالعات بسیاری در مورد نقش عوامل محیطی بر صفات مرتبط با کیفیت تخم در بلدرچین صورت گرفته است، اما مطالعات معدودی در زمینه تاثیر عوامل ژنتیکی و سیستم‌های مختلف تلاقی بر بروز این صفات موجود است. در یک مطالعه که به منظور مقایسه صفات مرتبط با عملکرد و کیفیت تخم در چهار سویه بلدرچین ژاپنی انجام شد، اثر سویه بر بسیاری از صفات کیفیت تخم از لحاظ آماری معنی‌دار بود و سویه وحشی، کیفیت تخم بهتری را نسبت به بقیه سویه‌ها نشان داد (Faraji- Arough *et al*., 2019). در مطالعه دیگری نیز در بلدرچین ژاپنی، اثر سویه بر صفات وزن تخم، وزن زرده و وزن پوسته معنی‌دار بود (Charati and Esmailizadeh, 2013). دو سویه وحشی و سفید بلدرچین ژاپنی از سویه‌های رایج در کشور هستند (Shokohmand, 2008). سویه وحشی، وزن بدن بیشتری را در سن مشابه در مقایسه با سویه سفید نشان می‌دهد (Hashemirad *et al*., 2017; Pourtorabi *et al*., 2017). با توجه به همبستگی ژنتیکی مثبت بین وزن بدن و وزن تخم (Silva *et al*., 2013)، صفات کیفیت تخم در دو سویه مذکور می‌توانند متفاوت باشند (Charati and Esmailizadeh, 2013; Faraji-Arough *et al*., 2019). هدف تحقیق حاضر، ارزیابی ژنتیکی صفات مرتبط با کیفیت داخلی و خارجی تخم در دو سویه سفید و وحشی بلدرچین ژاپنی و بررسی نحوه اثر گروه تلاقی بر این صفات بود.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر، در مزرعه پرورش بلدرچین واقع در شهرستان آق قلا انجام شد. از ۱۰۰ پرنده نر و ۲۰۰ پرنده ماده (۵۰ بلدرچین ژاپنی سفید نر، ۵۰ بلدرچین ژاپنی وحشی نر، ۱۰۰ بلدرچین ژاپنی سفید ماده و ۱۰۰ بلدرچین

ژاپنی وحشی ماده)، به عنوان جمعیت پایه استفاده شد. نسل اول (F_1) از تلاقی‌های خالص و آمیخته سویه‌های سفید و وحشی بلدرچین ژاپنی ایجاد شد. پرندگان جمعیت پایه به چهار گروه تلاقی (گروه اول: بلدرچین ژاپنی وحشی نر × بلدرچین ژاپنی وحشی ماده، گروه دوم: بلدرچین ژاپنی وحشی ماده × بلدرچین ژاپنی سفید نر، گروه سوم: بلدرچین ژاپنی سفید ماده × بلدرچین ژاپنی وحشی نر، و گروه چهارم: بلدرچین ژاپنی سفید نر × بلدرچین ژاپنی سفید ماده) تقسیم شدند. ثبت مشخصات حیوانات مذکور انجام شد و هر پرنده نر با یک پرنده ماده در یک قفس قرار داده شدند. تخم‌های گذاشته شده به‌صورت روزانه جمع-آوری شد و پس از انجام عملیات بهداشتی و ضدعفونی با گاز فرمالدئید، در داخل دستگاه جوجه‌کشی (ستر) قرار گرفتند. تخم‌ها به مدت ۱۴ روز درون ستر و پس از آن برای مدت سه روز به دستگاه هچری انتقال داده شدند. تخم‌های حاصل از هر پدر و مادر، داخل بخش مخصوص قرار گرفت. جوجه‌های هر مادر بلافاصله بعد از تولد، شماره‌گذاری شدند و به سالن پرورش انتقال یافتند. جیره غذایی برای دوره رشد و تخمگذاری با استفاده از جداول احتیاجات مواد غذایی طیور (NRC, 1994) تنظیم شد. بلدرچین‌های ماده در سن پنج هفتگی به قفس‌های تخم‌گذاری انتقال یافتند. به منظور کاهش اثر سن بلوغ جنسی متفاوت در پرندگان بر صفات تخم، از تخم‌های هفته دوم تخم‌گذاری برای تعیین صفات کیفیت تخم استفاده شد.

صفات مرتبط با کیفیت تخم به دو گروه کیفیت خارجی و کیفیت داخلی تقسیم شدند. برای اندازه‌گیری صفات مرتبط با کیفیت خارجی، ابتدا تخم‌های جمع‌آوری شده به وسیله ترازوی دیجیتال با حساسیت ۰/۰۱ گرم توزین شدند. سپس طول و عرض هر تخم با کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شد و شاخص شکل تخم با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

شاخص شکل تخم (درصد) = (طول تخم / عرض تخم) × ۱۰۰

پوسته نیز پس از شکستن هر تخم برای ۷۲ ساعت در هوای آزاد خشک شد و سپس وزن پوسته با ترازوی دیجیتال و ضخامت پوسته با دستگاه ضخامت‌سنج اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری کیفیت اجزای داخلی، تخم‌ها روی صفحه شیشه‌ای شکسته شده و کیفیت اجزای داخلی مورد بررسی قرار گرفت. ارتفاع زرده و سفیده با میکرومتر سه پایه و قطر زرده و سفیده به وسیله کولیس دیجیتالی اندازه‌گیری شد. پس از جدا کردن زرده از سفیده با قیف جداکننده، وزن زرده و سفیده با ترازوی دیجیتالی تعیین و ثبت شد. شاخص سفیده، زرده و واحد کیفیت داخلی (Internal Quality Unit) تخم با استفاده از روابط زیر محاسبه شدند:

شاخص‌سفیده (درصد) = (ارتفاع‌سفیده) / (۲ ×(قطرسفیده بزرگ + قطرسفیده‌کوچک)) ×۱۰۰

شاخص زرده (درصد) = (ارتفاع زرده / قطرزرده) × ۱۰۰

واحد کیفیت داخلی تخم (درصد) = ۱۰۰ log [H + ۴/۱۸ – ۰/۸۹۸۹W$^{۰/۶۶۷۴}$]) (Kaur *et al*., 2007)

در این رابطه، H= ارتفاع سفیده به میلی‌متر و W= وزن تخم به گرم است.

برای اطمینان از نرمال بودن توزیع داده‌ها و بررسی معنی‌دار بودن آثار ثابت روی صفات مورد نظر به ترتیب از رویه‌های univariate و مدل خطی عمومی (GLM) نرم‌افزار SAS 9.1 استفاده شد. همچنین برای مقایسه میانگین صفات در سطوح مختلف آثار ثابت از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد. مدل آماری مورد استفاده برای صفات مرتبط با کیفیت تخم به‌صورت زیر بود:

$$y_{ijk}= \mu+ H_i+G_j +b_1(ASM)+b_2(BWSM)+e_{ijk}$$

در این رابطه، y_{ijk}= مشاهدات مربوط به صفات مرتبط با کیفیت تخم، μ= میانگین جامعه، H_i= اثر ثابت مربوط به نوبت جوجه کشی (۳-۱ =i)، G_j= اثر ثابت گروه تلاقی (۴ -۱=j)؛ b_1= ضریب تابعیت صفات مورد مطالعه از سن بلوغ جنسی، ASM= سن بلوغ جنسی پرنده، b_2= ضریب تابعیت صفات مورد مطالعه از وزن بلوغ جنسی، BWSM= وزن بلوغ جنسی و e_{ijk}= آثار باقیمانده بود.

مولفه‌های واریانس و فراسنجه‌های ژنتیکی با استفاده از مدل چند صفتی به روش حداکثر درست‌نمایی محدود شده و نرم افزار ASREML (Gilmour *et al*., 2000) برآورد شد. مدل مورد استفاده به شرح زیر بود:

$$\mathbf{Y = Xb + Za + e}$$

در این رابطه، **Y**= بردار مشاهدات برای صفت مورد نظر، **b**= بردار آثار ثابت، **a**= بردار آثار ژنتیکی افزایشی مستقیم، **X** و **Z** به ترتیب ماتریس ضرایب ارتباط‌دهنده آثار ثابت و ژنتیکی افزایشی به مشاهدات و **e**= بردار آثار باقیمانده بود.

نتایج و بحث

آمار توصیفی مربوط به صفات مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. متوسط میانگین صفات مرتبط با کیفیت خارجی تخم برای وزن تخم، طول تخم، عرض تخم، وزن پوسته و شاخص شکل تخم به ترتیب برابر با ۱۱/۲۳ گرم، ۳۳/۲۲ میلی‌متر، ۲۶/۰۱ میلی‌متر، ۱/۰۱ گرم و ۷۸ درصد به‌دست آمد که پایین‌تر از میانگین‌های گزارش شده در یک تحقیق در بلدرچین ژاپنی (Raoufi *et al*., 2013) و در دامنه گزارشات مطالعه‌ای دیگر (Kul and Seker, 2004) بود. شاخص شکل تخم در تحقیق حاضر در دامنه‌ای مشابه با نتایج یک تحقیق در سویه‌های مختلف بلدرچین ژاپنی (Faraji- Arough *et al*., 2019) قرار داشت، اما وزن تخم و وزن پوسته، کمتر از مقادیر ارائه شده به وسیله این محققین بود.

میانگین صفات مربوط به واحد کیفیت داخلی تخم نیز برای وزن زرده و وزن سفیده به ترتیب ۳/۸۹ و ۶/۳۳ گرم به‌دست آمد که تقریباً مشابه با نتایج حاصل از مطالعه‌ای در بلدرچین ژاپنی (Raoufi *et al*., 2013) و اندکی پایین‌تر از نتایج پژوهشی دیگر (Faraji- Arough *et al*., 2019) بود. میانگین کیفیت داخلی تخم نیز ۵۲/۶۷ درصد برآورد شد که بالاتر از میانگین‌های گزارش شده در مطالعات دیگر بود (Kul and Seker, 2004; Raoufi *et al*., 2013). تفاوت‌های موجود در میانگین صفات در مطالعات مختلف به عواملی نظیر شرایط پرورش، تغذیه، زمان اندازه‌گیری صفات، سن، نژاد، گله و ساختار ژنتیکی پرندگان مربوط می‌شود. تغییرات وزن تخم در هفته‌های مختلف تخم‌گذاری، سیر افزایشی را از هفته یک تا ۱۲ (اوج) تخم‌گذاری نشان می‌دهد (Ghayas *et al*., 2017; Lukanov *et al*., 2018). در نتیجه، تنوع مشاهده شده در وزن تخم و به تبع آن، وزن زرده، وزن سفیده و وزن پوسته در پژوهش‌های مختلف می‌تواند به دلیل استفاده از تخم هفته‌های متفاوت برای اندازه‌گیری صفات مرتبط با کیفیت تخم باشد. وزن بلدرچین ماده نیز یک عامل موثر در تعیین وزن تخم و صفات وابسته به آن است. تفاوت میانگین وزن تخم در سن مشابه در دو گروه بلدرچین ژاپنی تخم‌گذار و گوشتی، معنی‌دار گزارش شده است (Hrncar *et al*., 2014). سن و وزن بلوغ جنسی نیز می‌تواند منجر به تنوع در صفات مرتبط با کیفیت تخم در مطالعات مختلف شود (Vieira Filho *et al*., 2016; Hassan and Hameed, 2019). میانگین سن بلوغ جنسی و وزن بلوغ جنسی در پژوهش حاضر به ترتیب ۴/۸۰ ± ۴۷/۷۹ روز و ۲۱/۳۸ ± ۲۳۱/۶۴ گرم بود.

میانگین حداقل مربعات صفات مرتبط با کیفیت تخم در نوبت‌های جوجه‌کشی و گروه‌های تلاقی مختلف در جدول ۲ ارائه شده است. صفات وزن تخم، وزن پوسته و وزن سفیده در نوبت‌های جوجه‌کشی دوم و سوم بیشتر از نوبت جوجه‌کشی اول بود ($P<۰/۰۵$)، اما برای سایر صفات، تفاوت معنی‌داری در نوبت‌های جوجه‌کشی مختلف مشاهده نشد. در یک پژوهش در بلدرچین ژاپنی، صفات مرتبط با کیفیت تخم در پنج نوبت جوجه‌کشی بررسی شد. میانگین بیشتر صفات مرتبط با کیفیت تخم در نوبت‌های جوجه‌کشی چهارم و پنجم به‌طور معنی‌داری بیشتر بود ($P<۰/۰۵$).

جدول ۱- آمار توصیفی صفات مورد مطالعه

Table 1. Descriptive statistics for the studied traits

External quality traits	Number	Mean	Standard deviation	Minimum	Maximum
Egg weight (g)	558	11.23	0.81	7.10	14.32
Egg length (mm)	569	33.22	1.42	28.51	38.09
Egg width (mm)	570	26.01	0.91	23.36	31.32
Shell weight (g)	554	1.01	0.10	0.57	1.40
Shell thickness (mm)	539	0.22	0.01	0.16	0.27
Egg shape index (%)	537	78	2.01	68.06	86.00
Internal quality traits					
Yolk weight (g)	554	3.89	0.40	2.52	5.61
Albumen weight (g)	556	6.33	0.70	3.80	8.35
Yolk index (%)	550	41.73	4.21	25.66	69.02
Albumen index (%)	551	9.61	1.20	4.17	16.22
Internal egg quality unit (%)	550	52.67	8.01	13.29	69.71

از آنجایی که نوبت جوجه‌کشی با سن پرنده ارتباط مستقیم دارد، بنابراین به نظر می‌رسد پرندگانی که سن بیشتری دارند، تخم‌هایی با وزن بیشتر تولید کنند (Raoufi *et al*., 2013). در پژوهشی دیگر در بلدرچین ژاپنی نیز افزایش صفات مرتبط با کیفیت تخم نظیر وزن تخم و وزن پوسته با افزایش سن بلدرچین تخم‌گذار گزارش شده است (Nhan *et al*., 2018). مشابه این نتایج در مطالعه‌ای در جوجه‌های گوشتی نیز به‌دست آمد و مرغ‌های مسن‌تر، تخم‌های بزرگ‌تر و در نتیجه، جوجه‌های درشت‌تر تولید کردند (Peebles *et al*., 1999).

بین گروه‌های تلاقی در بیشتر صفات مرتبط با کیفیت تخم مورد مطالعه (به جز صفات وزن تخم و وزن سفیده) تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). وزن تخم و وزن سفیده در بلدرچین‌های تخم‌گذار حاصل از تلاقی بلدرچین‌های ژاپنی نر و ماده سفید (گروه ۴) کمتر بود ($P<۰/۰۵$). مطالعات مختلفی در خصوص اثر روش تلاقی بر صفات وزن بدن و کیفیت لاشه در بلدرچین صورت گرفته است، اما گزارش‌های معدودی در مورد اثر آمیخته‌گری بر صفات کیفیت تخم در سویه‌های مختلف بلدرچین موجود است. در یک مطالعه در بلدرچین ژاپنی، اثر تلاقی دو سویه سفید و وحشی خالص بر صفات کیفیت تخم بررسی شد. اگرچه در نسل والدین، صفات وزن تخم، وزن زرده و وزن سفیده در سویه وحشی بیشتر از سویه سفید بود، اما تفاوت میانگین صفات مذکور بین نتاج آمیخته نسل F_1 و نسل والدین معنی‌دار نبود ($P>۰/۰۵$). وزن پوسته در نسل F_1 بیشتر از سویه سفید والدینی بود، اما تفاوت آن با سویه وحشی والدینی از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (Charati and Esmailizadeh, 2013). در مطالعه‌ای دیگر به مقایسه صفات کیفیت و کیمیت گوشت و تخم در هفت سویه بلدرچین ژاپنی پرداخته شد و اگرچه اثر سویه بر صفات کیفیت گوشت معنی‌دار بود، ولی بین دو سویه سفید و وحشی، تفاوتی در صفات کیفیت تخم مشاهده نشد (Faraji- Arough *et al*., 2019). در بعضی مطالعات، نتاج حاصل از تلاقی سویه‌های خالص، عملکردی در حد میانگین سویه‌های والدینی نشان داده‌اند. به طور مثال، در یک مطالعه که به منظور مقایسه صفات وزن بدن و کیفیت لاشه در گروه‌های مختلف تلاقی شامل تلاقی خالص و آمیخته بلدرچین ژاپنی سفید و وحشی صورت گرفت، بیشترین و کمترین وزن بدن، وزن لاشه و وزن سینه به ترتیب در گروه‌های خالص بلدرچین ژاپنی وحشی و سفید مشاهده شد. گروه‌های آمیخته نیز عملکردی حدواسط گروه‌های خالص نشان دادند (Hashemirad *et al*., 2017). نتایج مشابهی برای صفات اجزای لاشه نظیر وزن پوست، وزن ران و وزن چربی بطنی در بلدرچین ژاپنی سفید و وحشی گزارش شده است (Pourtorabi *et al*., 2017). در تضاد با گزارش‌های ذکر شده، در مطالعه‌ای که روی دو سویه خالص بلدرچین ژاپنی صورت گرفت، در نسل F_1 (حاصل از آمیخته‌گری دو سویه خالص سفید و وحشی) در صفت وزن بدن، هتروزیس مشاهده شد (Jabbari Ori *at al*., 2016). در پژوهشی دیگر نیز که به منظور بررسی اثر تلاقی خالص و آمیخته در یک لاین بلدرچین ژاپنی با اندازه بدن کوچک انجام شد، برای صفات تعداد تخم و مجموع وزن تخم تا ۱۰۰ روزگی، هتروزیس قابل ملاحظه‌ای مشاهده شد (Piao *et al*., 2004).

در مطالعات پیشین در بلدرچین ژاپنی، سویه وحشی نسبت به سفید دارای وزن بدن بیشتری در سنین مختلف بود. در یک مطالعه در بلدرچین ژاپنی، سویه وحشی، وزن بدن بیشتری را در سنین ۱۴، ۲۸، ۴۲ و ۴۹ روزگی در مقایسه با سویه سفید نشان داد (Shokohmand *et al*., 2009). مشابه این نتایج برای وزن ۳۵ روزگی نیز گزارش شده است (Hashemirad *et al*., 2017). با توجه به همبستگی ژنتیکی مثبت بین وزن بدن و وزن تخم که به وسیله سایر محققین گزارش شده است (Mielenz *et al*., 2006; Lotfi *et al*., 2012; Silva *et al*., 2013)، در پژوهش حاضر، میانگین وزن تخم کمتر مشاهده شده در سویه سفید مورد انتظار بود. علاوه بر این، از آن‌جایی که وزن سفیده حدود ۶۱ درصد وزن تخم را در بلدرچین شامل می‌شود (Sun *et al*., 2019)، وزن سفیده نیز در تخم‌های تولید شده در گروه خالص سفید که وزن تخم کم‌تری داشتند، پایین‌تر بود. بین گروه‌های ۳ (حاصل از تلاقی نر وحشی و ماده سفید) و ۴ (حاصل از تلاقی نر و ماده سفید) در هیچ یک از صفات مرتبط با کیفیت داخلی و خارجی تخم، تفاوتی مشاهده نشد که می‌تواند ناشی از تاثیر بیشتر ژن‌های مادری بر بروز این صفات باشد. سویه سفید بلدرچین ژاپنی با وزن بدن کمتر به عنوان یک سویه تخم‌گذار و سویه وحشی با وزن بدن بیشتر به عنوان یک سویه گوشتی شناخته می‌شود.

جدول ۲- میانگین حداقل مربعات (± اشتباه معیار) صفات مرتبط با کیفیت تخم در نوبت‌های جوجه‌کشی و گروه‌های تلاقی مختلف

Table 2. The least-squares means (± standard errors) for traits related to egg quality in different hatch and mating groups

	Hatch			Mating Group*			
External quality traits	1	2	3	1	2	3	4
Egg weight (g)	11.07± 0.95 ^{b}	11.21± 0.88 ^{ab}	11.39 ± 1.01^{a}	11.31± 0.89 ^{a}	11.37± 0.95 ^{a}	11.19 ± 0.97 ^{ab}	10.97 ± 0.99 ^{b}
Egg length (mm)	33.02 ± 1.55	33.04 ± 1.01	33.35 ± 1.37	33.05 ± 1.41	33.28 ± 1.18	33.16 ± 1.21	33.25 ± 1.39
Egg width (mm)	25.88 ± 0.92	26.06 ± 0.89	26.00 ± 1.02	26.05 ± 0.95	26.16 ± 0.88	25.98 ± 1.02	25.75 ± 0.97
Shell weight (g)	0.94 ± 0.09 ^{b}	1.02 ± 0.08 ^{a}	1.00 ± 0.08 ^{a}	0.99 ± 0.09	1.00 ± 0.08	1.01 ± 0.10	1.01 ± 0.08
Shell thickness (mm)	0.22 ± 0.01	0.22 ± 0.01	0.21 ± 0.02	0.22 ± 0.02	0.22 ± 0.01	0.21 ± 0.01	0.22 ± 0.02
Egg shape index (%)	78.26 ± 3.02	78.26 ± 2.74	78.19 ± 3.41	78.01 ± 2.66	78.21 ± 3.03	78.13 ± 2.99	78.49 ± 2.79
Internal quality traits							
Yolk weight (g)	3.95 ± 0.29	3.98 ± 0.43	3.94 ± 0.35	3.96 ± 0.31	4.01 ± 0.39	3.91 ± 0.44	3.85 ± 0.51
Albumen weight (g)	6.11 ± 0.58 ^{b}	6.23 ± 0.65 ^{ab}	6.42 ± 0.71 ^{a}	6.38 ± 0.82 ^{a}	6.36 ± 0.72 ^{a}	6.25 ± 0.88 ^{ab}	6.07 ± 0.69 ^{b}
Yolk index (%)	41.89 ± 5.51	40.91 ± 3.78	41.35 ± 5.04	41.92 ± 4.89	42.43 ± 6.24	40.78 ± 7.05	42.18 ± 8.19
Albumen index (%)	9.43 ± 0.93	9.38 ± 1.08	9.77 ± 1.11	9.70 ± 0.78	9.61 ± 0.92	9.50 ± 1.11	9.49 ± 1.05
Internal egg quality unit (%)	52.69 ± 9.01	51.45 ± 8.78	53.31 ± 7.52	52.73 ± 8.05	52.10 ± 9.22	51.97 ± 9.02	53.10 ± 8.11

$^{a-b}$ Different superscript letters within the same row indicate significant differences (P<0.05).

* Group 1: wild male × wild female; group 2: white male × wild female; group 3: wild male × white female; group 4: white male × white female.

در مطالعه‌ای که به منظور برآورد فراسنجه‌های ژنتیکی صفت تولید تخم در دو سویه بلدرچین ژاپنی سفید و وحشی انجام شد، سویه سفید خالص، تعداد تخم بیشتری را در هفته دوم تخم‌گذاری در مقایسه با سویه وحشی خالص و همچنین آمیخته سفید و وحشی نشان داد، در صورتی‌که برای هفته‌های بعدی تخم‌گذاری، تفاوتی بین گروه‌های تلاقی مشاهده نشد (Farzin and Seraj, 2022). در زمینه اثر انتخاب برای وزن بدن بر صفات مرتبط با کیفیت تخم در بلدرچین ژاپنی مطالعاتی صورت گرفته است. در یک پژوهش که به منظور بررسی اثر روش‌های مختلف انتخاب بر اساس وزن بدن بر صفات وزن بدن و کیفیت تخم در بلدرچین ژاپنی انجام شد، لاین‌های مورد مطالعه برای صفت وزن سه یا پنج هفتگی مورد انتخاب قرار گرفتند. تفاوت معنی‌داری بین دو نسل از لحاظ وزن تخم در لاین‌های مورد نظر مشاهده نشد. وزن تخم در هفته اول تخم‌گذاری در لاین‌های حاصل از تلاقی‌های بین لاینی (یک لاین با انتخاب طی سه نسل برای وزن بدن در پنج هفتگی و لاین دیگر با انتخاب طی سه نسل برای وزن بدن در سه هفتگی) بیشتر از لاین با انتخاب انفرادی برای صفت وزن بدن در پنج هفتگی بود، اما تفاوتی در صفات وزن تخم در هفته پانزدهم تخم‌گذاری و میانگین وزن تخم در لاین‌های مورد مطالعه مشاهده نشد (Baylan, 2017). در مطالعه‌ای که به منظور مقایسه صفات تولید تخم در سه جمعیت بلدرچین ژاپنی صورت گرفت، میانگین وزن تخم در جمعیت‌هایی که وزن بدن بالاتری داشتند، بیشتر بود (Lukanov *et al*., 2018). در مطالعه‌ای دیگر نیز که به منظور بررسی گروه‌بندی بر اساس وزن بدن و اثر آن بر عملکرد تولیدی گله‌های بلدرچین ژاپنی انجام شد، گروه‌های سنگین، متوسط و کم وزن به ترتیب بیشترین تا کم‌ترین میانگین وزن تخم را در تمام جمعیت‌های مورد مطالعه نشان دادند (Jatoi *et al*., 2013).

برآورد وراثت‌پذیری و همبستگی‌های ژنتیکی و فنوتیپی برای صفات مرتبط با کیفیت خارجی تخم در جدول ۳ ارائه شده است. وراثت‌پذیری صفات مرتبط با کیفیت خارجی تخم از ۰/۱۶ (شاخص شکل تخم) تا ۰/۳۹ (وزن تخم) متغیر بود. صفات طول و عرض تخم بلدرچین به ترتیب ۰/۳۲ و ۰/۳۰ و وراثت‌پذیری وزن و ضخامت پوسته تخم به ترتیب ۰/۲۹ و ۰/۱۸ تخمین زده شد. در یک مطالعه، وراثت‌پذیری صفات مرتبط با کیفیت خارجی تخم شامل وزن، طول و عرض تخم، شاخص شکل و وزن، ضخامت و درصد پوسته در دامنه‌ای از ۰/۰۹ تا ۰/۴۱ برآورد شد (Raoufi *et al*., 2013). هر چند تفاوت‌هایی در میزان وراثت‌پذیری هر یک از صفات قابل مشاهده است، ولی به‌طور کلی در مقایسه با نتایج حاصل از این تحقیق، مشابهت داشت. در مطالعات مختلف در بلدرچین ژاپنی، مقدار وراثت‌پذیری وزن تخم در دامنه‌ای از ۰/۰۴ تا ۰/۵۹ گزارش شده است (Saatci *et al*., 2006; Silva *et al*., 2013; Momoh *et al*., 2014; Kaye *et al*., 2016; Sari *et al*., 2016; Saghi *et al*., 2022). برای سایر صفات مرتبط با کیفیت خارجی تخم نیز مقادیر وراثت‌پذیری در مطالعات مختلف از کم تا زیاد متغیر بوده است. تنوع مقادیر برآورد شده در مطالعات مختلف می‌تواند به دلیل تفاوت در نحوه تعریف صفت، استفاده از رکوردهای انفرادی یا تکرار شده، زمان جمع‌آوری داده‌ها، مدل مورد استفاده برای برآورد فراسنجه‌ها و جمعیت مورد مطالعه باشد (Farzin *et al*., 2013). تفاوت در ساختار ژنتیکی جمعیت، تنوع در فراوانی آللی ژن‌های مؤثر بر صفت، درصد همخونی و هموزیگوسیتی این آاللها (پس‌زمینه تاریخی جمعیت)، خصوصیات و نحوه تشکیل جمعیت پایه (معیار و شدت انتخاب مولدین و نوع آمیزش‌ها) نیز می‌تواند منجر به برآوردهای متفاوت برای وراثت‌پذیری صفات مرتبط با کیفیت تخم در مطالعات مختلف شود (Abbasi *et al*., 2017). در تحقیقی که به منظور برآورد فراسنجه‌های ژنتیکی صفات مرتبط با کیفیت تخم در یک شجره درازمدت انجام شد، دو مدل برای برآورد فراسنجه‌های ژنتیکی برازش شد. در مدل ۱، از داده اولین تخم گذاشته شده و مدل ساده حیوان که شامل اثر ژنتیکی افزایشی بود و در مدل ۲، از داده‌های تمام تخم‌های گذاشته شده و مدل تکرارپذیری استفاده شد. گرچه برآورد وراثت‌پذیری وزن تخم و وزن زرده در دو مدل بسیار نزدیک بود (مقادیر ۰/۴۶- ۰/۴۴ و ۰/۲۷-۰/۲۲ به ترتیب برای وزن تخم و وزن زرده در مدل‌های ۱ و ۲)، اما برای صفات دیگر نظیر شاخص شکل و عرض تخم، مقادیر برآورد شده بسیار متفاوت (۰/۷۰-۰/۴۸ و ۰/۷۴-۰/۵۱ به ترتیب برای وزن تخم و وزن زرده در مدل‌های ۱ و ۲) بود (Sari *et al*., 2016). در پژوهش دیگری نیز که در یک جمعیت طیور بومی چین انجام شد، وراثت‌پذیری وزن تخم، ضخامت پوسته، استحکام پوسته و شاخص شکل تخم به ترتیب ۰/۴۳-۰/۳۵، ۰/۵۲-

۰/۳۷، ۰/۲۱-۰/۰۳ و ۰/۰۷-۰/۰۲ در گروه‌های پدری و مادری به‌دست آمد (Chen *et al*., 2019). در یک تحقیق به منظور برآورد فراسنجه‌های ژنتیکی صفات تخم بلدرچین، وراثت‌پذیری صفات کیفیت خارجی تخم به استثنای وزن پوسته، متوسط تا زیاد گزارش شد. در کل، صفات وابسته به پوسته، وراثت‌پذیری کمتری را نسبت به سایر صفات کیفیت خارجی تخم نشان دادند که نشان می‌دهد عوامل محیطی نسبت به آثار ژنتیکی نقش تعیین‌کننده‌تری در بروز صفات کیفیت پوسته دارند (Sezer, 2007).

همبستگی ژنتیکی صفات مرتبط با کیفیت خارجی تخم دامنه‌ای از ۰/۳۳- (بین طول تخم و شاخص شکل تخم) تا ۰/۷۱ (بین طول و عرض تخم) داشت (جدول ۳). در مطالعه حاضر، همبستگی ژنتیکی منفی بین صفات طول تخم و وزن پوسته با شاخص شکل تخم (به ترتیب ۰/۳۳- و ۰/۱۳) مشاهده شد که نشان‌گر این است که تخم‌های تولید شده با طول و وزن پوسته بالا دارای شکل مناسب نیستند. در مطالعات دیگر در بلدرچین ژاپنی نیز همبستگی ژنتیکی منفی بین طول تخم و وزن پوسته با شاخص شکل تخم گزارش شده است (Raoufi *et al*., 2013; Sari *et al*., 2016). همبستگی ژنتیکی شاخص شکل تخم با طول تخم، منفی (۰/۳۳-) و با عرض تخم، مثبت (۰/۲۱) بود که نشان می‌دهد انتخاب برای شاخص شکل تخم منجر به گردتر شدن شکل تخم خواهد شد. همبستگی ژنتیکی وزن تخم و صفات مرتبط با کیفیت خارجی تخم از کم تا متوسط (از ۰/۱۲ تا ۰/۵۶) متغیر بود. در یک مطالعه در مرغان بومی فارس، همبستگی ژنتیکی بین وزن تخم با صفات مقاومت پوسته، وزن پوسته و ضخامت پوسته به ترتیب ۰/۰۴، ۰/۷۱ و ۰/۸۲ گزارش شد که بیشتر از برآوردهای مطالعه حاضر بود (Abbasi *et al*., 2017). این نتایج با برآوردهای مطالعه دیگری در بلدرچین ژاپنی که همبستگی ژنتیکی منفی بین وزن تخم با شاخص شکل تخم، ضخامت پوسته و درصد پوسته را گزارش کردند، هم‌خوانی نداشت (Raoufi *et al*., 2013). همبستگی ژنتیکی بین وزن تخم با وزن پوسته، ۰/۶۷ (Zhang *et al*., 2005) و همبستگی ژنتیکی بین وزن پوسته، عرض و طول تخم بلدرچین با وزن تخم، ۰/۵۲ تا ۰/۹۴ (Sezer, 2007) برآورد شده است. نتایج ارائه شده به وسیله محققین مذکور در دامنه نتایج حاصل از این تحقیق بود. همبستگی ژنتیکی مثبت بین وزن تخم و صفات مرتبط با کیفیت خارجی تخم به این معنی است که انتخاب در جهت بهبود وزن تخم در بلدرچین ژاپنی به‌طور غیرمستقیم منجر به بهبود سایر صفات مرتبط با کیفیت خارجی تخم نیز می‌شود.

در مطالعه حاضر، دامنه همبستگی‌های فنوتیپی صفات مرتبط با کیفیت خارجی تخم از ۰/۳۲- (بین طول تخم و شاخص شکل تخم) تا ۰/۶۱ (بین طول و عرض تخم) بود. در مطالعه‌ای در مرغان بومی فارس، همبستگی فنوتیپی بین وزن تخم و صفات مرتبط با کیفیت پوسته از ۰/۰۵ تا ۰/۴۷ برآورد شد (Abbasi *et al*., 2017). در پژوهش حاضر، برای بعضی از صفات مرتبط با کیفیت خارجی تخم (نظیر وزن و ضخامت پوسته)، همبستگی فنوتیپی کمتر از همبستگی ژنتیکی بین دو صفت برآورد شد. بالا بودن خطای استاندارد ضرایب همبستگی ژنتیکی می‌تواند منجر به افزایش دامنه همبستگی ژنتیکی واقعی بین دو صفت شود. علاوه بر این، اگر همبستگی محیطی با همبستگی ژنتیکی دو صفت هم‌سو نباشد، همبستگی فنوتیپی می‌تواند ضعیف‌تر و یا حتی مخالف با همبستگی ژنتیکی برآورد شود. این بدین مفهوم است که روابط ژنتیکی بین صفات به دلیل محدودیت‌های محیطی نظیر تغذیه و شرایط پرورش ممکن است اجازه بروز کامل پیدا نکنند (Raoufi *et al*., 2013).

جدول ۳- وراثت‌پذیری (قطر جدول و پررنگ)، همبستگی ژنتیکی (بالای قطر) و همبستگی فنوتیپی (زیر قطر) به همراه خطای استاندارد صفات مرتبط با کیفیت خارجی تخم

Table 3. Estimates of heritability (diagonal, in bold), genetic (above diagonal), and phenotypic (below diagonal) correlations with their standard errors for traits related to external egg quality

	Egg weight	Egg length	Egg width	Shell weight	Shell thickness	Egg shape index
Egg weight	**0.39 ± 0.06**	0.56 ± 0.07	0.44 ± 0.07	0.21 ± 0.05	0.12 ± 0.07	0.18 ± 0.25
Egg length	0.61 ± 0.07	**0.32 ± 0.07**	0.71 ± 0.02	0.31 ± 0.11	-0.28 ± 0.12	-0.33 ± 0.21
Egg width	0.58 ± 0.07	0.44 ± 0.06	**0.30 ± 0.08**	0.40 ± 0.09	0.08 ± 0.07	0.21 ± 0.15
Shell weight	0.37 ± 0.11	0.32 ± 0.11	0.52 ± 0.08	**0.29 ± 0.09**	0.43 ± 0.17	-0.13 ± 0.22
Shell thickness	0.17 ± 0.07	0.15 ± 0.07	0.21 ± 0.12	0.33 ± 0.10	**0.18 ± 0.07**	0.15 ± 0.17
Egg shape index	0.35 ± 0.09	-0.32 ± 0.09	0.15 ± 0.09	0.04 ± 0.08	0.11 ± 0.06	**0.16 ± 0.06**

برآورد وراثت‌پذیری و همبستگی های ژنتیکی و فنوتیپی برای صفات مرتبط با کیفیت داخلی تخم در جدول ۴ نشان داده شده است. وراثت‌پذیری صفات مرتبط با کیفیت داخلی تخم از ۰/۱۰ (واحد کیفیت داخلی) تا ۰/۳۱ (وزن زرده) متغیر بود. صفات مرتبط با کیفیت داخلی تخم در مقایسه با صفات مرتبط با کیفیت خارجی تخم از وراثت‌پذیری کمتری برخوردار بودند. وراثت‌پذیری وزن زرده در مطالعه حاضر در راستای یک مطالعه در بلدرچین ژاپنی (Raoufi *et al*., 2013)، بیشتر از برآورد ارائه‌شده به وسیله محققین دیگر (Sari *et al*., 2016) و کمتر از نتایج ارائه شده در مطالعه‌ای دیگر که به منظور برآورد وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی صفات مرتبط با کیفیت تخم انجام شد (Kaye *et al*., 2016)، بود. وراثت‌پذیری وزن سفیده به میزان ۰/۲۶ برآورد شد که مشابه برآورد ارائه شده برای این صفت در مطالعه‌ای دیگر در بلدرچین ژاپنی (Kaye *et al*., 2016) و کمتر از برآورد مطالعه‌ای مشابه (Sari *et al*., 2016) بود. وراثت‌پذیری صفات داخلی تخم نظیر ارتفاع سفیده، وزن سفیده و وزن زرده بین ۰/۲۴ تا ۰/۶۴ گزارش شده است (Zhang *et al*., 2005). گرچه برآورد وراثت‌پذیری صفات مرتبط با کیفیت تخم در مطالعات مختلف متغیر است، اما در بیشتر پژوهش‌های ذکر شده، وراثت‌پذیری متوسطی برای این صفات گزارش شده است. این بدین مفهوم است که سهم ژن‌های افزایشی در ظهور فنوتیپی این صفات قابل توجه بوده و می‌توان از راه انتخاب ژنتیکی، وضعیت این صفات را بهبود بخشید.

همبستگی‌های ژنتیکی صفات مرتبط با کیفیت داخلی تخم از ۰/۳۷- (بین وزن زرده و شاخص زرده) تا ۰/۵۵ (بین وزن زرده و وزن سفیده) متغیر بود. همبستگی ژنتیکی منفی بین وزن زرده و شاخص زرده به همبستگی ژنتیکی بالاتر بین وزن زرده و قطر زرده در مقایسه با ارتفاع زرده نسبت داده شده است (Raoufi *et al*., 2013). همبستگی ژنتیکی وزن زرده و سفیده، ۰/۵۵ برآورد شد که کمتر از نتایج ارائه شده در پژوهشی دیگر در بلدرچین (Sari *et al*., 2016) و بیشتر از نتایج ارائه شده در طیور بومی فارس (Abbasi *et al*., 2017) و طیور بومی آذربایجان (Jahedi *et al*., 2020) بود.

دامنه همبستگی فنوتیپی صفات مرتبط با کیفیت داخلی تخم از ۰/۱۴ (بین وزن زرده و واحد کیفیت داخلی تخم) تا ۰/۴۴ (بین وزن زرده و وزن سفیده) بود. برای بیشتر صفات، مقادیر تخمین زده شده همبستگی‌های فنوتیپی کمتر از مقادیر همبستگی‌های ژنتیکی برآورد شده بود که می‌تواند به دلیل نقش عوامل محیطی و غیرژنتیکی در بروز صفات باشد. در یک مطالعه در بلدرچین ژاپنی، در برخی صفات مرتبط با کیفیت داخلی و خارجی تخم، تفاوت زیادی بین برآورد همبستگی‌های ژنتیکی و فنوتیپی مشاهده شد. در مطالعه موردنظر، بالا بودن خطای استاندارد برآورد ضرایب همبستگی ژنتیکی و همچنین همبستگی محیطی قابل توجه بین صفات به عنوان دلایل احتمالی بالا بودن این تفاوت‌ها ذکر شده است (Raoufi *et al*., 2013).

نتیجه‌گیری کلی

در مطالعه حاضر، وزن تخم و وزن سفیده در سویه وحشی خالص بیشتر از گروه خالص سفید بود که نشان می‌دهد سویه وحشی بلدرچین ژاپنی می‌تواند گزینه مناسبی برای تولید تخم در مقایسه با سویه سفید باشد. آمیخته‌گری دو سویه سفید و وحشی بلدرچین ژاپنی سبب بهبودی در صفات مرتبط با کیفیت خارجی و داخلی تخم در نتاج آمیخته نشد که می‌تواند به دلیل نقش کمتر ژن‌های غیرافزایشی در بروز این صفات باشد. با توجه به وراثت‌پذیری مناسب برآورد شده برای صفات مرتبط با کیفیت تخم و سهم ژن‌های افزایشی در ظهور فنوتیپی این صفات می‌توان نتیجه گرفت که بهبود صفات مذکور از راه انتخاب ژنتیکی میسر است. همبستگی ژنتیکی مثبت بین وزن تخم و صفات مرتبط با کیفیت خارجی تخم و همچنین همبستگی ژنتیکی مناسب بین بیشتر صفات مرتبط با کیفیت داخلی تخم نشان می‌دهد که انتخاب در جهت بهبود هر یک از صفات مذکور به‌طور غیرمستقیم منجر به بهبود سایر صفات نیز می‌شود.

جدول ۴- وراثت‌پذیری (قطر جدول و پررنگ)، همبستگی ژنتیکی (بالای قطر) و همبستگی فنوتیپی (زیر قطر) به همراه خطای استاندارد صفات مرتبط با کیفیت داخلی تخم

Table 4. Estimates of heritability (diagonal, in bold), genetic (above diagonal), and phenotypic (below diagonal) correlations with their standard errors for traits related to internal egg quality

	Yolk weight	Albumen weight	Yolk index	Albumen index	Internal egg quality unit
Yolk weight	**0.31 ± 0.08**	0.55 ± 0.13	-0.37 ± 0.15	0.28 ± 0.25	0.23 ± 0.14
Albumen weight	0.44 ± 0.07	**0.26 ± 0.09**	0.31 ± 0.25	0.38 ± 0.27	0.21 ± 0.15
Yolk index	0.32 ± 0.09	0.15 ±0.09	**0.13 ± 0.08**	0.22 ± 0.06	0.25 ± 0.16
Albumen index	0.32 ± 0.07	0.41 ± 0.02	0.33 ± 0.07	**0.14 ± 0.09**	0.53 ± 0.21
Internal egg quality unit	0.14 ± 0.07	0.30 ± 0.08	0.21 ± 0.25	0.18 ± 0.07	**0.10 ± 0.08**

فهرست منابع

Abbasi M. A., Emamgholi Begli H. and Ghorbani Sh. 2017. Estimation of (co)variance components of egg quality traits for Fars native fowls. Research on Animal Production, 8(15): 195-200. (In Persian).

Baghani M. and Aghkhani M. H. 2016. Effects of divergent selection body weight and the quail laying eggs on some physical and mechanical properties of Japanese quail eggs. Iranian Journal of Animal Science Research, 8(1): 216-226. (In Persian).

Baylan M. 2017. Effects of different selection methods using body weight on egg yield parameters in Japanese quail. Brazilian Journal of Poultry Science, 19(4): 623-628.

Charati H. and Esmailizadeh K. 2013. Carcass traits and physical characteristics of eggs in Japanese quail as affected by genotype, sex and hatch. Journal of Livestock Science and Technologies, 1(2): 57-62.

Chen X., Zhu W., Du Y., Liu X. and Geng Z. 2019. Genetic parameters for yolk cholesterol and transcriptional evidence indicate a role of lipoprotein lipase in the cholesterol metabolism of the Chinese Wenchang chicken. Frontiers in Genetics, 3(10): 902.

Faraji- Arough H., Rokouei M. and Jahantigh M. 2019. Evaluation of performance, quality and quantity of meat, egg production and fertility of some Japanese quail strains. Animal Production Research, 8(1): 89-101. (In Persian).

Farzin N., Vaez Torshizi R., Gerami A. and Seraj A. 2013. Estimates of genetic parameters for monthly egg production in a commercial female broiler line using random regression models. Livestock Science, 153: 33-38.

Farzin N. and Seraj A. 2022. Genetic parameters of weekly egg production using random regression models in two strains of Japanese quails. Journal of Applied Genetics, 63(4): 763-769.

Ghayas A., Hussain J., Mahmud A., Javed K., Rehman A., Ahmad S., Mehmood S., Usman M. and Ishaq H. M. 2017. Productive performance, egg quality, and hatching traits of Japanese quail reared under different levels of glycerin. Poultry Science, 96(7): 2226-2232.

Gilmour A. R., Cullis B. R., Welham S. J. and Thompson R. 2000. ASREML. User's Manual. New South Wales Agriculture, Orange Agricultural Institue, Orange, Australia.

Hartmann C., Johansson K., Strandberg E. and Rydhmer L. 2003. Genetic correlations between the maternal genetic effect on chick weight and the direct genetic effects on egg composition traits in a white Leghorn line. Poultry Science, 82: 1-8.

Hashemirad M., Farzin N. and Seraj A. 2017. Genetic parameters of body weight and carcass characteristics in two strains of Japanese quail. Research on Animal Production. 8(17): 166-174. (In Persian).

Hassan K. H. and Hameed N. M. 2019. Effect of age at sexual maturity of quail dams on egg production and egg quality traits of their progeny. Biochemical and Cellular Archives, 19(2): 4231-4234.

Hrncar C., Hanusova E., Hanus A. and Bujko J. 2014. Effect of genotype on egg quality characteristics of Japanese quails (*Coturnix japonica*). Slovak Journal of Animal Science, 47(1): 6-11.

Jabbari Ori R., Esmail Zadeh Kashkoyeh A., Ahmadizade M. and Charati H. 2016. Study of the genetic group effects on behavioral and production traits and estimation of heterosis effect for carcass weight in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). Research on Animal Production, 6(12): 173-181. (In Persian).

Jahedi A., Shodja J., Alijani S. and Olyayee M. 2020. Estimation of phenotypic and genetic parameters of egg quality traits of Azerbaijan native hens. Research on Animal Production, 11(30): 115-125. (In Persian).

Jatoi A. S., Sahota A. W., Akram M., Javed K., Jaspal M. H., Hussain J., Mirani A. H. and Mehmood S. 2013. Effect of different body weight categories on the productive performance of four close-bred flocks of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). The Journal of Animal and Plant Sciences, 23(1): 7-13.

Kaur S., Mandal A. B., Singh K. B., Kadam M. M. and Elangovan A. V. 2007. Response of laying Japanese quails to graded levels of essential amino acids profile with reduced dietary protein. Journal of the Science of Food and Agriculture, 87(5): 751-759.

Kaye J., Nwachi Akpa G., Alphonsus C., Kabir M., Zahraddeen D. and Mukhtari Shehu D. 2016. Response to genetic improvement and heritability of egg production and egg quality traits in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences, 16(1): 277-292.

Kul K. and Seker I. 2004. Phenotypic correlations between some external and internal egg quality traits in the Japanese quail (*Coturnix Coturnix Japonica*). International Journal of Poultry Science. 3(6): 400-405.

Lukanov H., Genchev A. and Kolev P. 2018. Comparative investigation of egg production in WG, GG and GL Japanese quail populations. Trakia Journal of Sciences, 4: 334-343.

Lotfi L., Zerehdaran S. and Ahani Azari M. 2012. Estimation of genetic parameters for egg production traits in Japanese quail (*Coturnix cot. japonica*). Archiv für Geflügelkunde, 76(2): 131-135.

Mielenz N., Noor R. R. and Schüler L. 2006. Estimation of additive and non-additive genetic variances of body weight, egg weight and egg production for quails (*Coturnix coturnix Japonica*) with an animal model analysis. Archiv Tierzucht, 49(3): 300-307.

Minvielle F. and Oguz Y. 2002. Effects of genetics and breeding on egg quality of Japanese quail. World's Poultry Science Journal, 58(3): 291-295.

Momoh O. M., Gambo D. and Dim N. I. 2014. Genetic parameters of growth, body, and egg traits in Japanese quails (*Cotournix cotournix japonica*) reared in southern guinea savannah of Nigeria. Journal of Applied Biosciences, 79: 6947-6954.

Nhan N. T. H., Lan L. T. T., Khang N. T. K., Du P. N., Dung T. N. and Ngu N. T. 2018. Effects of layer age and egg weight on egg quality traits of japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). The Journal of Animal and Plant Sciences, 28(4): 978-980.

Peebles E. D., Li L., Miller S., Pansky T., Whitmarsh S., Latour M. A. and Gerard P. D. 1999. Embryo and yolk compositional relationships in broiler hatching eggs during incubation. Poultry Science, 78(10): 1435-42.

Piao J., Okamoto S., Kobayashi S., Wada Y. and Maeda Y. 2004. Purebred and crossbred performances from a Japanese quail line with very small body size. Animal Research, 53: 145-153.

Pourtorabi E., Farzin N. and Seraj A. 2017. Effects of genetic and non-genetic factors on body weight and carcass related traits in two strains of Japanese quails. Poultry Science Journal, 5(1): 17-24.

Raoufi Z., Zerehdaran S., Rahimi Gh., Ahani Azari M. and Dastar B. 2013. Genetic analysis of egg quality traits in Japanese quail. Iranian Journal of Animal Science, 43(3): 413-421. (In Persian).

Rodda D. D., Friars G. W., Garora J. S. and Merrit E. S. 1977. Genetic parameter estimates and strain comparisons of egg compositional traits. Breeding Poultry Science, 18: 459-473.

Saatci M., Omed H. and Dewi I. A. 2006. Genetic parameters from univariate and bivariate analyses of egg and weight traits in Japanese quail. Poultry Science, 85: 185-190.

Saghi R., Rokoueia M., Dashaba G. R., Saghi D. A. and Faraji-Arough H. 2022. Using a linear-threshold model to investigate the genetic relationship between survival and productive traits in Japanese quail. Italian Journal of Animal Science, 21(1): 605-611.

Sari M., Tilki M. and Saatci M. 2016. Genetic parameters of egg quality traits in long-term pedigree recorded Japanese quail. Poultry Science, 95: 1743-1749.

Sezer M. 2007. Genetic parameters estimated for sexual maturity and weekly live weights of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). Asian-Australasian Journal of Animal Science, 20(1): 19-24.

Shokohmand M. 2008. Quail production. Noorbakhsh Publication Company. (In Persian).

Shokohmand M., Emam Jomeh Kashan N. and Emami Maibody M. A. 2009. Study of strain and sex effects on economic performance in three strains of Japanese quail. Animal Sciences Pajouhesh and Sazandegi, 82: 55-59. (In Persian).

Silva L. P., Ribeiro J. C., Crispim A. C., Silva F. G., Bonafé C. M., Silva F. F. and Torres R. A. 2013. Genetic parameters of body weight and egg traits in meat-type quail. Livestock Science, 153: 27-32.

Sun C., Liu J., Yang N. and Xu G. 2019. Egg quality and egg albumen property of domestic chicken, duck, goose, turkey, quail, and pigeon. Poultry Science, 98: 4516-4521.

Vieira Filho J. A., Garcia E. A., Molino A. B., Santos T. A., Almeida Paz I. C. and Baldo G. A. 2016. Productivity of Japanese quails in relation to body weight at the end of the rearing phase. Acta Scientiarum. Animal Sciences, 38(2): 213-217.

Zhang L. C., Ning H. Z., Xu G. Y., Hou Z. C. and Yang N. 2005. Heritabilities and genetic and phenotypic correlation of egg quality traits in brown-egg dwarf layers. Poultry Science, 84: 1209-1213.