تولیدات دامی
دوره ۲۲ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۹
صفحه‌های ۲۲-۹

برآورد پارامترهای ژنتیکی صفات افزایش وزن بدن و بازده مصرف خوراک در بلدرچین ژاپنی

مژده محمودی زرندی[۱]، محمد رکوعی[۲*]، مهدی وفای واله[۲]، علی مقصودی[۳]
۱. دانشجوی دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.
۲. دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.
۳. استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۶/۱۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۱۰/۱۴

چکیده
این مطالعه به‌منظور برآورد پارامترهای ژنتیکی صفات رشد و بازده مصرف خوراک در بلدرچین ژاپنی و با استفاده از تعداد ۷۷۶۲ داده صفت بازده مصرف خوراک و ۱۲۱۱۳ داده مربوط به صفت افزایش وزن بدن، جمع‌آوری‌شده در پژوهشکده دام‌های خاص دانشگاه زابل انجام شد. صفات موردنظر شامل افزایش وزن بدن در بازه‌های ۲۵-۲۰، ۳۰-۲۵، ۳۵-۳۰، ۴۰-۳۵، ۴۵-۴۰ و هچ تا ۴۵ روزگی، خوراک مصرفی، ضریب تبدیل خوراک و باقی‌مانده مصرف خوراک از ۲۰ تا ۴۵ روزگی بودند. پارامترهای ژنتیکی صفات با استفاده از تجزیه و تحلیل تک و دو صفتی از طریق نمونه‌گیری گیبس برآورد شد. دامنه وراثت‌پذیری‌های برآوردشده برای افزایش وزن بدن ۰/۲۳-۰/۰۲ و خوراک مصرفی، ضریب تبدیل خوراک و باقی‌مانده مصرف خوراک ۰/۰۴ تا ۰/۱۱ به‌دست آمد. همبستگی ژنتیکی مربوطه بین افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک ۲۵-۲۰ روزگی، افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک ۳۰-۲۵ روزگی، افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک ۳۵-۳۰ روزگی، افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک ۴۰-۳۵ روزگی، افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک ۴۵-۴۰ روزگی، به‌ترتیب برابر با ۰/۵۶-، ۰/۴۹-، ۰/۵۷-، ۰/۷۰- و ۰/۲۵ بود. با توجه به همبستگی‌های ژنتیکی برآوردشده از این مطالعه، انتخاب برای افزایش وزن بدن و کاهش بازده مصرف خوراک برای بهبود صفات بازده مصرف خوراک در بلدرچین ژاپنی توصیه می‌شود. این انتظار وجود دارد که انتخاب برای این صفات هزینه‌های برنامه‌های اصلاحی، بیش‌تر مرتبط با بحث خوراک و انتخاب از روی فنوتیپ حیوانات را کاهش دهد.

کلیدواژه‌ها: افزایش وزن بدن، ضریب تبدیل غذایی، مصرف خوراک، وراثت‌پذیری، همبستگی ژنتیکی.

Estimation of genetic parameters for body weight gain and feed efficiency traits in Japanese quail

Mojdeh Mahmoudi Zarandi[1], Mohammad Rokouei[2*], Mehdi Vafaye Valleh[2], Ali Maghsoudi[3]
1. Ph.D. Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran.
2. Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran.
Received: September 10, 2019 Accepted: January 4, 2020

Abstract
This study was done in order to estimate genetic parameters of growth and feed efficiency traits in Japanese quail. The data set consisted of 7762 records for feed efficiency traits and 12113 records for body weight gain traits were collected at Research Center of Special Domestic Animals, University of Zabol. The following traits including body weight gain from 20 to 25, 25-30, 30-35, 35-40, 40-45 and from 0 to 45 days of age, feed intake, feed conversion ratio and residual feed intake from 20 to 45 days of age were evaluated. The genetic parameters were estimated through single and bivariate animal models via Gibbs sampling method. Heritability estimates for body weight gain varied from 0.02 to 0.23 and for feed intake, feed conversion ratio, residual feed intake was in ranges of 0.04 to 0.11. Genetic correlations estimates between body weight gain and feed conversion ratio 20-25, body weight gain and feed conversion ratio 25-30, body weight gain and feed conversion ratio 30-35, body weight gain and feed conversion ratio 35-40, body weight gain and feed conversion ratio 40-45 were -0.56, -0.49, -0.57, -0.70 and 0.25 respectively. Considering estimated genetic correlations of this study, we recommend that selection for body weight gain and decrease feed efficiency have potential to improve feed efficiency traits in Japanese quail. It is expected that by selecting for these traits the costs of breeding programs such as feeding and phenotyping would be reduced.

Keywords: Body weight gain, Feed conversion ratio, Feed intake, Genetic correlation, Heritability.

* نویسنده مسئول
Email: rokouei@uoz.ac.ir

مقدمه

یکی از حیواناتی که در چند دهه اخیر بسیار مورد توجه پژوهش‌گران قرار گرفته بلدرچین ژاپنی (*Coturnix coturnix japonica*) است که به‌دلیل بلوغ جنسی زودهنگام و رشد سریع، فاصله نسلی کوتاه، نرخ بالای تولید تخم، هزینه‌های نگهداری پایین و مقاومت به بیماری‌ها به‌عنوان مدل حیوانی ارزشمندی در پژوهش‌ها در نظر گرفته شده است. اخیراً، بلدرچین در کشورهای مختلف تأمین‌کننده سهم قابل‌توجهی از گوشت و تخم مصرفی انسان‌ها شده است. بلدرچین در اروپا بیش‌تر برای تولید گوشت، در ژاپن برای تولید تخم [۲۲] و در کشورهای آسیایی از جمله ایران به‌عنوان حیوانی دومنظوره (تولید تخم و گوشت) پرورش داده می‌شود [۹].

در سطح تجاری، هدف بیش‌تر برنامه‌های اصلاحی انتخاب پرندگانی است که از لحاظ ژنتیکی برای تولید تخم و گوشت مناسب‌تر هستند. برای افزایش تولید گوشت بلدرچین، تلاش‌های زیادی برای بهبود عملکرد رشد پرنده‌ها به‌عنوان صفت همبسته صورت گرفته است [١٤]. به‌طور معمول، انتخاب برای بلدرچین‌های گوشتی براساس وزن بدن در سنین مختلف یا افزایش وزن بدن بین این سنین است. به‌طوری‌که، افزایش وزن بدن اهمیت بنیادی در کاهش سن کشتار بلدرچین‌ها دارد [۳]. گزارش‌هایی در مورد وراثت‌پذیری و همبستگی ژنتیکی صفات وزن بدن و افزایش وزن بدن بلدرچین در سنین مختلف وجود دارد [٦ و ١٥].

ازآنجایی‌که برای بسیاری از گونه‌های حیوانات اهلی از جمله بلدرچین ژاپنی، عمده‌ترین قسمت هزینه‌های تولیدی مربوط به هزینه‌های خوراک است، در نتیجه صفات مربوط به بازده مصرف خوراک نیز باید در برنامه‌های اصلاح ژنتیکی موردتوجه قرار گیرند. بر همین اساس، بهبود ضریب تبدیل خوراک با شناسایی حیواناتی که در مقابل مصرف میزان خوراک یکسان در مقایسه با هم‌نسل‌های‌شان، افزایش وزن بالاتری دارند در برنامه‌های مدرن اصلاحی طیور ارزشمند است [۳]. ضریب تبدیل خوراک معمولاً از نسبت خوراک مصرفی به افزایش وزن بدن به‌دست می‌آید. بنابراین، صفتی مرکب متشکل از دو جز است. مطالعات چندی پارامترهای ژنتیکی برای ضریب تبدیل خوراک و صفات تشکیل‌دهنده‌اش را در گونه‌های طیور برآورد کرده‌اند [۱ و ۱۳].

باقی‌مانده مصرف خوراک اندازه‌گیری مصرف خوراک است که مستقل از هزینه‌های نگهداری جاری و رشد (یا تولید) حیوان است و به‌صورت تفاوت بین خوراک مصرفی مشاهده شده و خوراک مصرفی موردانتظار تعریف می‌شود. مطالعات محدودی برآورد پارامترهای ژنتیکی برای صفات بازده مصرف خوراک در طیور خصوصاً بلدرچین ژاپنی را بررسی کرده‌اند. پارامترهای ژنتیکی تنوع ژنتیکی و محیطی را توضیح می‌دهد و ممکن است در میان جمعیت‌ها و محیط‌های مختلف متغیر باشد. لذا باید برای جمعیت‌ها و محیط‌های مختلف برآورد شوند [۸].

برآورد پارامترهای ژنتیکی صفات افزایش وزن بدن و بازده مصرف خوراک در پژوهش‌های مربوط به طیور و بلدرچین ژاپنی گزارش شده است [٦، ١٥، ٢٣ و ٢٤]. دامنه وراثت‌پذیری افزایش وزن بدن در بلدرچین ژاپنی با استفاده از تجزیه و تحلیل بیزی ۰/۰۸ تا ۰/۱۰ گزارش شد [۱۲]. بلدرچین از لحاظ سیتولوژیکی و مورفولوژیک شباهت زیادی به گونه مرغ دارد. اطلاعات ژنتیکی بلدرچین ژاپنی به‌عنوان حیوانی مهم در صنعت دامپروری در مقایسه با دیگر گونه‌های پرنده نظیر مرغ و بوقلمون بسیار اندک است و دارای نقشه ژنومی بسیار ناقصی می‌باشد که نیاز به مطالعات بیش‌تر دارد [۷].

بیش‌تر مطالعاتی که در بلدرچین ژاپنی پارامترهای ژنتیکی را برای صفات بازده مصرف خوراک و افزایش وزن بدن برآورد کرده‌اند بر پایه مطالعات گروهی حیوانات بوده است [۲۳ و ۲٤]. مطالعات انگشت‌شماری، پارامترهای ژنتیکی این صفات را با استفاده از اندازه‌گیری‌های فردی در بلدرچین‌های ژاپنی برآورد کرده‌اند [۲ و ۱۵]. به‌علاوه، ازآنجایی‌که صفات بازده مصرف خوراک و افزایش وزن بدن به‌طور معمول در حیوانات در سنین بالاتر اندازه‌گیری می‌شوند، اگر همبستگی ژنتیکی بین صفات دوره‌ای پژوهش حاضر با فواصل پنج روزه (صفات جزئی) و

صفات در کل دوره پرورش (صفات کلی) بالا باشد صفات جزئی می‌توانند به‌عنوان معیار انتخاب با هدف کاهش هزینه‌های برنامه‌های اصلاحی استفاده شوند.

هدف پژوهش حاضر برآورد وراثت‌پذیری باقی‌مانده مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک و صفات دربرگیرنده‌شان مانند افزایش وزن بدن و خوراک مصرفی در بلدرچین ژاپنی و همبستگی ژنتیکی در میان این صفات و برآورد پارامترهای ژنتیکی و اجزای واریانس برای افزایش وزن بدن جزئی و کلی و ضریب تبدیل خوراک فردی با مدل‌های چند صفته از طریق استنباط بیزی به‌منظور تغییر احتمال استفاده از صفات جزئی به‌عنوان معیارهای انتخاب در برنامه‌های اصلاحی بلدرچین‌های گوشتی بود.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در پژوهشکده دام‌های خاص دانشگاه زابل اجرا شد. داده‌ها و اطلاعات شجره جمع‌آوری‌شده مربوط به شش نسل بود. در هر نسل تخم‌ها به‌مدت ۱۲ روز از ۷۰ روزگی تا ۸۲ روزگی جمع‌آوری و براساس هویت پدر و مادر شماره‌گذاری شد. تخم‌های جمع‌آوری‌شده پس از ضدعفونی در دو نوبت به دستگاه جوجه‌کشی انتقال و به‌مدت ١٤ روز در ستر و سپس به‌مدت سه روز در هچر قرار داده شدند. در روز اول، پس از وزن‌کشی، شماره شناسایی به بال هر پرنده نصب شده، سپس پرندگان به اتاقی که دمای آن ۳۷-۳۵ درجه سانتی‌گراد بود انتقال داده شدند.

آب و غذا به‌طور آزاد در اختیار پرنده‌ها قرار داده شد. جیره براساس احتیاجات غذایی توصیه‌شده برای بلدرچین ژاپنی [١٦] تنظیم شد. در طی دوره آزمایش برنامه نوردهی سالن به‌صورت پیوسته (٢٤ ساعت روشنایی) بود. بلدرچین‌ها به‌طور انفرادی در فواصل پنج روز (۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ٤٠ و ٤٥ روزگی) با استفاده از ترازوی دیجیتالی (±۰/۰۱گرم) وزن‌کشی شدند. از دو ساعت قبل از هر نوبت وزن‌کشی خوراک پرنده‌ها قطع شده و در این فواصل پنج روزه باقی‌مانده خوراک مصرفی هر پرنده نیز ثبت و یادداشت شد و خوراک مصرفی، ضریب تبدیل خوراک و باقی‌مانده مصرف خوراک مربوطه محاسبه شد. ازآنجایی‌که، اندازه‌گیری‌ها در فاز اول (هچ تا ۲۰ روزگی) به‌صورت گروهی بود و می‌توانست به تخمین اریب پارامترهای ژنتیکی منجر شود بازده مصرف خوراک در فاز اول (یعنی تا ۲۰ روزگی) مورداستفاده قرار نگرفت و تنها داده‌های بازده مصرف خوراک انفرادی که از روز ۲۰ به بعد جمع‌آوری شدند مورداستفاده قرار گرفت.

با توجه به وزن انفرادی هر پرنده در فواصل پنج روز از سن ۲۰ تا ٤٥ روزگی، افزایش وزن بدن در دوره‌های جزئی: ۲۰ تا ۲۵ روزگی، ۲۵ تا ۳۰ روزگی، ۳۰ تا ۳۵ روزگی، ۳۵ تا ٤٠ روزگی و ٤٠ تا ٤٥ روزگی، افزایش وزن بدن در کل دوره: هچ تا ٤٥ روزگی محاسبه گردید. برای محاسبه خوراک مصرفی، خوراک هر پرنده در ابتدای دوره و در پایان هر پنج روز وزن‌کشی گردید. از نسبت خوراک مصرفی به افزایش وزن بدن در فواصل پنج روز ضریب تبدیل خوراک هر پرنده محاسبه گردید. برای محاسبه باقی‌مانده مصرف خوراک از رابطه ۱ استفاده شد [۱]:

رابطه (۱)

$$RFI = FI - [a + (b_1 \times BW^{0.75}) + (b_2 \times BWG)]$$

در این رابطه، FI، میزان خوراک مصرفی مشاهده‌شده در طول دوره؛ a، عرض از مبدأ؛ b_1 و b_2، ضرایب رگرسیون جزئی FI بر $BW^{0.75}$ و BWG و BWG، افزایش وزن بدن در طول دوره است.

بعد از ویرایش داده‌ها، ساختار داده‌های مورداستفاده به شرح جدول (۱) بود.

بعد از ویرایش داده‌ها، ابتدا مؤلفه‌های واریانس و وراثت‌پذیری صفات با استفاده از تجزیه و تحلیل تک‌صفتی برآورد شد. سپس همبستگی ژنتیکی بین صفات با استفاده از تجزیه و تحلیل دو صفته محاسبه شد رابطه (۲).

رابطه (۲) $y_i = X_i b_i + Z_i a_i + e_i$

در این رابطه، y_i، بردار مشاهدات برای iامین صفت (رشد و بازده مصرف خوراک)؛ b_i، بردار اثر عوامل ثابت (جنس، نسل و هچ) برای iامین صفت؛ a_i، بردار تصادفی آثار ژنتیکی افزایشی برای iامین صفت؛ X_i و Z_i، به‌ترتیب ماتریس‌های ارتباط‌دهنده مشاهدات به اثر عوامل ثابت و ژنتیکی افزایشی تصادفی برای iامین صفت و e_i، بردار آثار تصادفی باقی‌مانده برای iامین صفت است.

جدول ۱. آماره توصیفی صفت افزایش وزن بدن و صفات مربوط به بازده مصرف خوراک در بلدرچین ژاپنی

صفات	تعداد مشاهدات	میانگین	حداقل	حداکثر	ضریب تغییرات (درصد)
افزایش وزن بدن (گرم)					
یک–۲۰ روزگی	۱۸۲۱	۷۷/۸٤	۳/۸۰	۱۷۲/۰٤	۲۷/۸۱
۲۰–۲۵ روزگی	۱۸۰۰	۳۲/۰۸	۰/۷۹	۱۲۵/۵	۳۵/۹۷
۲۵–۳۰ روزگی	۱۸۰٦	۳۳/۹۳	۰/۳۰	۱۲۰/۸۱	۳۳/۰٤
۳۰–۳۵ روزگی	۱۷۹۰	۲٦/۸٤	۰/۰٤	۱۳۸/۳۳	٤۹/۲٤
۳۵–٤۰ روزگی	۱۷٦۵	۲٤/۹٦	۰/۲۰	۱۵۰/۳۹	۵٤/٦۵
٤۰–٤۵ روزگی	۱۵٦۳	۱۸/۵۹	−۲/۳۰	۱۸۲/۹۹	٦۸/۸۰
هچ–٤۵ روزگی	۱۵٦۸	۲۱۲/۰۸	٦۷/۵۱	۳٤۲/۸۵	۱۸/۱۷
خوراک مصرفی (گرم)					
۲۰–۲۵ روزگی	۵۱٤	۹۲/۱٦	۱٦/۳۰	۳٤۱/۵	۳۹/۹۸
۲۵–۳۰ روزگی	۵۰۹	۱۲۸/٦۹	۱۹/۱۹	۳۲٤/٦	۳۳/۳٤
۳۰–۳۵ روزگی	۵۰۹	۱۲۸/۳۵	۲٦	۳۳۷/۲	۲۸/۸۰
۳۵–٤۰ روزگی	۵۰۲	۱٤۰/۳۸	۱۹/٤	۳۳۳/٤	۲۸/۸۲
٤۰–٤۵ روزگی	٤۲۳	۱۵۱/۲۱	۲۰/۸	۳۲٤/۰۰	۳۳/۷۱
۲۰–٤۵ روزگی	۵۲۳	۵۹۹/٤٤	۵٦/٤۰	۱۰۰۳/۱٤	۲۳/۱۹
ضریب تبدیل خوراک					
۲۰–۲۵ روزگی	٤۸۵	۳/۰٦	۰/٦۹	۷/۹٦	۳۹/٦٦
۲۵–۳۰ روزگی	٤۸٤	۳/٦۱	۰/۸۱	۸/۵۷	۳۳/۲۲
۳۰–۳۵ روزگی	٤٦٤	٤	۰/۹۹	۹/۸۲	٤۰/۰۲
۳۵–٤۰ روزگی	٤۲۳	٤/۹۹	۱/۱٦	۱۰/۹۵	٤۱/۱۵
٤۰–٤۵ روزگی	۱۳۹	٦/۰۸	۱/۳٦	۱۱/۷۹	٤۵/۹۸
۲۰–٤۵ روزگی	۲۹۵	٤/٤٦	۲/۰٦	۱٤/۹۸	۳۱/۱۹
باقی‌مانده مصرف خوراک					
۲۰–۲۵ روزگی	٤۹٦	۰	−۷٤/۸۲	۱٤۳/٤۸	–
۲۵–۳۰ روزگی	۵۰۰	۰	−۱۰۵/۱۵	۱۲۳/۵۹	–
۳۰–۳۵ روزگی	٤۹۸	۰	−۹۹/٦۷	۱۲٦/۵٤	–
۳۵–٤۰ روزگی	٤۷٦	۰	−۸۱/۹۲	۱۷۱/۳۵	–
٤۰–٤۵ روزگی	۲۲۷	۰	−۱۲۳/٦۵	۱۳۱/۳٤	–
۲۰–٤۵ روزگی	۲۹۵	۰	−۲۸۹/٤۲	۳۰۸/۷۸	–

فرض می‌شود آثار ژنتیکی افزایشی و واریانس باقی‌مانده (آثار تصادفی) به‌طور نرمال با فرض‌های زیر توزیع شده‌اند: $\mathbf{E[y]=Xb;\ a\sim N\ (0,\ A\sigma_a^2)}$ و $\mathbf{e\sim N\ (0,I\sigma_e^2)}$ که **A**، ماتریس ارتباط‌دهنده آثار ژنتیکی افزایشی و **I**، ماتریس واحد است. ساختار کوواریانس آثار تصادفی به‌صورت رابطه (۳) بود.

$$\begin{bmatrix} G \otimes A & 0 \\ 0 & R \otimes I_N \end{bmatrix} = \mathrm{var}\begin{bmatrix} a \\ e \end{bmatrix} \qquad \text{رابطه (۳)}$$

که در آن، G، A، R و I، به‌ترتیب ماتریس (کو)واریانس آثار ژنتیکی افزایشی، ماتریس ارتباط‌دهنده، ماتریس (کو)واریانس آثار باقی‌مانده، ماتریس واحد هستند. به‌علاوه ⊗، ضرب کرونر و N، شماره حیوانات دارای رکورد است. تعداد ۵۰۰۰۰۰ نمونه با دوره قلق‌گیری ۵۰۰۰۰ و فاصله نمونه‌گیری ۱۰۰ تولید گردید و بعد از به همگرایی رسیدن تجزیه و تحلیل‌ها، از نمونه‌های تولیدشده، مؤلفه (کو)واریانس به‌دست‌آمده و همبستگی ژنتیکی صفات برآورد گردید. تجزیه و تحلیل صفات توسط روش نمونه‌گیری گیبس (Gibbs sampling) با استفاده از نرم‌افزار Gibbs3F90 و کنترل همگرایی رسیدن تجزیه و تحلیل‌ها توسط Postgibbsf90 انجام گرفت [۱۱].

نتایج و بحث

مؤلفه‌های واریانس و وراثت‌پذیری به‌دست‌آمده برای صفت رشد و صفات مربوط به بازده مصرف خوراک در جدول (۲) آمده است. وراثت‌پذیری برای صفات افزایش وزن بدن در دوره‌های مختلف بسیار پایین و در دامنه ۰/۰۶-۰/۰۲ و برای سه صفت خوراک مصرفی، ضریب تبدیل خوراک و باقی‌مانده مصرف خوراک در دوره‌های مختلف پایین برآورد گردیده است، که نشان‌دهنده این است که انتخاب ژنتیکی برای این صفات در کوتاه‌مدت باعث بهبود آنها نشده و باید عوامل محیطی جهت بهبود صفات موردتوجه قرار گیرد. ولی برای صفت افزایش وزن بدن در یک دوره ۲۰ روزه وراثت‌پذیری متوسط و برابر ۰/۱۹ و در دوره ۴۵ روزه نیز متوسط و برابر ۰/۲۳ و در دوره‌های سنی ۲۵-۲۰ روزگی با دوره سنی ۴۵-۴۰ روزگی یکسان برآورد گردید. بنابراین با توجه به بالابودن وراثت‌پذیری در کل دوره، انتخاب ژنتیکی برای این صفت می‌تواند در بهبود صفت رشد مؤثر واقع شود. در تحقیق حاضر وراثت‌پذیری برآوردشده برای یک دوره ۲۰ تا ۴۵ روزه بلدرچین ژاپنی برای صفت خوراک مصرفی، ۰/۰۵ و برای صفات ضریب تبدیل خوراک و باقی‌مانده مصرف خوراک برابر ۰/۰۷ بود. نتایج یک تحقیق وراثت‌پذیری صفت افزایش وزن بدن در بلدرچین چهار هفته را در دامنه ۰/۱۵ تا ۰/۲۹ گزارش کرد [۲۴]. در مطالعه‌ای دیگر وراثت‌پذیری صفت افزایش وزن بدن از زمان هچ تا ۲۱ روزگی در جمعیت بلدرچین گوشتی ۰/۱۷ گزارش شد [۲]. پژوهش‌گران وراثت‌پذیری صفت افزایش وزن بدن در جمعیت برویلر با سیستم آمیزشی تصادفی را از زمان هچ تا چهار هفتگی ۰/۲۶ و از زمان هچ تا شش هفتگی ۰/۱۹ گزارش کردند [۴]. در پژوهشی دیگر وراثت‌پذیری صفت افزایش وزن بدن از زمان هچ تا ۲۰ روزگی در جمعیت بلدرچین ژاپنی با استفاده از تجزیه و تحلیل بیزی در دامنه ۰/۰۸ تا ۰/۱۰ گزارش شد [۱۲].

نتایج این گزارش‌ها با یافته‌های پژوهش حاضر مطابقت دارند. گروهی از پژوهش‌گران برآورد وراثت‌پذیری برای صفت افزایش وزن بدن در بلدرچین‌های ژاپنی از زمان هچ تا ۴۲ روزگی را ۰/۶۷ گزارش کردند [۵]. در گزارشی دیگر برآورد وراثت‌پذیری صفت افزایش وزن بدن در جمعیت بلدرچین ژاپنی در هفته‌های اول تا پنجم به‌ترتیب برابر ۰/۷۸، ۰/۵۵، ۰/۷۴، ۰/۵۳ و ۰/۲۱ گزارش شد [۱۷] که متفاوت از نتایج حاضر می‌باشد. دلیل متفاوت‌بودن نتایج می‌تواند به‌دلیل تفاوت در سیستم آمیزشی، شرایط محیطی و مدیریتی باشد.

جدول ۲. تجزیه و تحلیل تک‌صفتی مؤلفه‌های واریانس و وراثت‌پذیری صفت افزایش وزن بدن و صفات مربوط به بازده مصرف خوراک در دوره‌های مختلف (±انحراف استاندارد)

صفات	واریانس ژنتیکی افزایشی	واریانس فنوتیپی	وراثت‌پذیری
افزایش وزن بدن			
یک-۲۰ روزگی	۸۰/۳٤ (± ۱۹/٦۹)	٤۱۳/٤۵ (± ۱٤/٦٤)	۰/۱۹ (± ۰/۰۵)
۲۰-۲۵ روزگی	۳/۸٦ (± ۲/٤۷)	۱۰۳/۲۵ (± ۳/٤۵)	۰/۰٤ (± ۰/۰۳)
۲۵-۳۰ روزگی	۲/۱٤ (± ۱/۸۹)	۱۰۲/٦۹ (± ۳/۵۲)	۰/۰۲ (± ۰/۰۲)
۳۰-۳۵ روزگی	٦/۹۱ (± ۳/۹٤)	۱۱۳/۰٦ (± ۳/۸۲)	۰/۰٦ (± ۰/۰٤)
۳۵-٤۰ روزگی	۳/۷۵ (± ۳/۳٦)	۱٤۸/۷۱ (± ٤/۹۱)	۰/۰۳ (± ۰/۰۳)
٤۰-٤۵ روزگی	۵/۱۳ (± ۳/٦۲)	۱۲۹/۵۲ (± ٤/۷۸)	۰/۰٤ (± ۰/۰۳)
هچ-٤۵ روزگی	۲۲۷/٤۹ (± ۵۰/۷۲)	۱۰۱۸/۸۰ (± ۳۸/٤۲)	۰/۲۳ (± ۰/۰۵)
مصرف خوراک			
۲۰-۲۵ روزگی	۹٤/۷۷ (± ٦۸/۹٦)	۱۲۲۹/۵۰ (± ۷۸/٤۸)	۰/۰۸ (± ۰/۰۵)
۲۵-۳۰ روزگی	۸۸/۲۳ (± ۷۹/۷۹)	۱۵۳٤/۷۰ (± ۹۹/۳۱)	۰/۰٦ (± ۰/۰۵)
۳۰-۳۵ روزگی	٦۵/۰۰ (± ۵۷/۰۹)	۱۳۲٤/۲۰ (± ۸۵/۲۲)	۰/۰۵ (± ۰/۰٤)
۳۵-٤۰ روزگی	۹۷/۵۲ (± ۸۰/۲۲)	۱٦۰٤/۵۰ (± ۱۰۲/۵٤)	۰/۰٦ (± ۰/۰۵)
٤۰-٤۵ روزگی	۲۱٦/۵۵ (± ۱۵۹/۵۰)	۲۵٤٦/۱۰ (± ۱۸۰/۷۸)	۰/۰۸ (± ۰/۰٦)
۲۰-٤۵ روزگی	۸٦۲/٤۲ (± ۷۸۲/۰۲)	۱۸۲٤۵/۰۰ (± ۱۱۷٦/۳۰)	۰/۰۵ (± ۰/۰٤)
ضریب تبدیل خوراک			
۲۰-۲۵ روزگی	۰/۱۱ (± ۰/۰۸)	۱/۲۸ (± ۰/۰۸)	۰/۰۸ (± ۰/۰٦)
۲۵-۳۰ روزگی	۰/۰۵ (± ۰/۰۵)	۱/۲٦ (± ۰/۰۸)	۰/۰٤ (± ۰/۰٤)
۳۰-۳۵ روزگی	۰/۲۲ (± ۰/۱۸)	۲/٤۳ (± ۰/۱۷)	۰/۰۹ (± ۰/۰۷)
۳۵-٤۰ روزگی	۰/٤۷ (± ۰/۳۳)	٤/۱۷ (± ۰/۲۹)	۰/۱۱ (± ۰/۰۷)
٤۰-٤۵ روزگی	۰/۷۷ (± ۰/۷۲)	۸/۳٦ (± ۱/۰۳)	۰/۰۹ (± ۰/۰۸)
۲۰-٤۵ روزگی	۰/۱٤ (± ۰/۱۱)	۱/۹۸ (± ۰/۱٦)	۰/۰۷ (± ۰/۰٦)
باقی‌مانده مصرف خوراک			
۲۰-۲۵ روزگی	۳۳/٤۹ (± ۳۲/۹۳)	۷۸۲/۲۱ (± ۵۱/۸۲)	۰/۰٤ (± ۰/۰٤)
۲۵-۳۰ روزگی	٤۸/۸۰ (± ۵۰/۲۷)	۱۰٦۱/۵۰ (± ٦۹/۳۱)	۰/۰۵ (± ۰/۰۵)
۳۰-۳۵ روزگی	۵۰/۰۱ (± ٤٦/۷۷)	۱۰٤۳/٦۰ (± ٦۸/۲۸)	۰/۰۵ (± ۰/۰٤)
۳۵-٤۰ روزگی	۷۲/۵٦ (± ۵۵/۹۹)	۱۰۷٦/۸۰ (± ۷۱/٦٤)	۰/۰۷ (± ۰/۰۵)
٤۰-٤۵ روزگی	۲۲۰/۹۳ (± ۲۰٦/٦٦)	۳۰٦۹/٦۰ (± ۳۰۰/۱۷)	۰/۰۷ (± ۰/۰٦)
۲۰-٤۵ روزگی	۱۰۷٤/۷۰ (± ۹۳٦/۸۷)	۱۵۸٤۸/۰۰ (± ۱۳۲۳/۹)	۰/۰۷ (± ۰/۰٦)

در تحقیق حاضر، وراثت‌پذیری برآوردشده برای افزایش وزن بدن در سنین مختلف بسیار پایین است، الگو افزایش اندکی با سن دارد و در دامنه ۰/۰۲ تا ۰/۰٦ متغیر است. صفات رشد از جمله صفت افزایش وزن بدن، در سنین اولیه تحت تأثیر آثار مادری هستند. در این مطالعه با توجه به ساختار داده‌ها تنها اثرات ژنتیکی افزایشی مورد مطالعه قرار گرفت و آثار مادری در نظر گرفته نشد. زیادبودن برآورد مربوط به سنین اولیه می‌تواند به‌دلیل بیش برآورد (Overestimation) ناشی از درنظرگرفتن اثر ژنتیکی افزایشی مادر باشد که در واریانس ژنتیکی افزایشی و در نهایت وراثت‌پذیری پدیدار می‌شود. برخلاف صفت وزن بدن، صفت افزایش وزن بدن در بلدرچین کم‌تر موردتوجه قرار گرفته است که ممکن است یکی از دلایل آن نقش کم ژنتیک در آن باشد.

صفات افزایش وزن بدن عموماً در مطالعات مربوط به صفات بازده مصرف خوراک اهمیت می‌یابند. با توجه به افت وراثت‌پذیری افزایش وزن بدن در سنین ۳۰-۲۵ روزگی و همبستگی ژنتیکی پایین بین افزایش وزن بدن در دو دوره متوالی (۲۰ تا ۲۵ و ۳۵-۳۰ روزگی)، این‌گونه به‌نظر می‌رسد که این دوره، دوره‌ای بحرانی است، زیرا در این دوره پرنده در فاز توسعه سیستم تولیدمثلی خود قرار دارد و ممکن است همین مسأله روی وزن بدن، خصوصاً در ماده‌ها، تأثیر گذاشته و منجر به تنوع بیش‌تر در افزایش وزن بدن شده باشد. از طرفی، در ابتدای این فاز (۲۱ روزگی) پرندگان از بستر به قفس‌های انفرادی انتقال یافتند و بعضی حیوانات راحت‌تر از دیگران با این شرایط سازگار شدند، که احتمالاً این مسأله به‌طور غیرمستقیم روی افزایش وزن بدن اثر گذاشته است. در کل تنوع در برآورد پارامترهای ژنتیکی برای صفات وزن بدن در مطالعات مختلف می‌تواند به دلایل سیستم آمیزشی، مدیریتی و محیطی، ساختار شجره‌ای و آثار تصادفی موجود در مدل باشد. استفاده از صفات افزایش وزن بدن در دوره‌های مختلف به‌عنوان معیار انتخاب می‌تواند منجر به شناسایی حیوانات برتر در سنین پایین‌تر شود، که این خود منجر به کاهش هزینه‌های مرتبط با خوراک و مدیریت پرنده و در نتیجه کاهش هزینه‌های برنامه‌های اصلاحی می‌شود. در پژوهش حاضر، در میان صفات دوره‌ای افزایش وزن بدن صفت افزایش وزن بدن ۲۵-۲۰ روزگی همبستگی ژنتیکی بسیار خوبی با افزایش وزن بدن در کل دوره پرورش و همین‌طور با هر یک از صفات بازده مصرف خوراک نشان داد. اما به‌دلیل وراثت‌پذیری پایین نمی‌توان با اطمینان آن را توصیه کرد.

ازآنجایی‌که اندازه‌گیری انفرادی میزان خوراک مصرفی هر پرنده کاری دشوار و هزینه‌بر است، لذا مطالعاتی که پارامترهای ژنتیکی برای صفات باقی‌مانده مصرف خوراک، ضریب تبدیل خوراک و خوراک مصرفی را در بلدرچین برآورد کرده باشند، بسیار محدودند. نتایج یک پژوهش، وراثت‌پذیری صفت ضریب تبدیل خوراک در جمعیت بلدرچین ژاپنی در هفته‌های اول تا پنجم را به‌ترتیب برابر ۰/٦٤، ۰/۵۰، ۰/٦۹، ۰/٤۳ و ۰/۰٦ گزارش کرد [۱۷]. در گزارشی دیگر در جمعیت بلدرچین ژاپنی وراثت‌پذیری برای صفت خوراک مصرفی در سنین هفت تا ۱۰ هفتگی ۰/۱۳-۰/۰۲، ۱۱ تا ۱٤ هفتگی ۰/۳۷ تا ۰/٤٤ و در هفت تا ۱٤ هفتگی ۰/۰۱ تا ۰/۲۹ برآورد شد [۲۰]. در مطالعه‌ای دیگر وراثت‌پذیری صفات خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک در بلدرچین ژاپنی به‌ترتیب ۰/۵۲ و ۰/۷۷ گزارش شد [۵]، که نسبت به مقادیر به‌دست‌آمده در تحقیق حاضر بالاتر بود. دلیل متفاوت‌بودن نتایج پژوهش‌ها را می‌توان به متفاوت‌بودن ساختار ژنتیکی بلدرچین‌ها، شرایط مدیریتی و محیطی، روش‌های تجزیه و تحلیل، تعداد و سن بلدرچین‌های بررسی‌شده در مطالعات مختلف نسبت داد.

در جوجه‌های مرغ، برآورد وراثت‌پذیری برای

رکوردهای فردی خوراک مصرفی، ضریب تبدیل خوراک، باقی‌مانده مصرف خوراک در هفته پنجم به‌ترتیب ۰/٤۸، ۰/٤۹ و ۰/٤٥ و در هفته ششم به‌ترتیب ۰/٤٦، ۰/٤۱ و ۰/٤۲ بود [۱]. در مطالعه‌ای وراثت‌پذیری باقی‌مانده مصرف خوراک در جوجه‌های مرغ متوسط و بالا و در گستره ۰/۳۸ تا ۰/٤٥ گزارش شد [۱۳]. در پژوهشی دیگر وراثت‌پذیری صفات خوراک مصرفی، ضریب تبدیل خوراک و باقی‌مانده مصرف خوراک در جمعیت اردک چینی، به‌ترتیب ۰/۳۳، ۰/۳۸ و ۰/٤۱ برآورد شد [۲٥]. پژوهش‌گران وراثت‌پذیری تحقق‌یافته برای ضریب تبدیل خوراک بعد از سه نسل انتخاب را ۰/٦۷ گزارش کردند [۲۳]. در پژوهش حاضر برآورد وراثت‌پذیری برای صفات باقی‌مانده مصرف خوراک، ضریب تبدیل خوراک، خوراک مصرفی در یک دوره ٤٥ روزه پایین بود. این‌گونه به‌نظر می‌رسد که انتخاب بر پایه ضریب تبدیل خوراک ممکن است روی پیشرفت ژنتیکی افزایش وزن بدن اثر گذارد.

همبستگی‌های ژنتیکی به‌دست‌آمده بین صفات افزایش وزن بدن در دوره‌های مختلف در جدول ۳ آورده شده است. بیش‌ترین همبستگی ژنتیکی بین صفات افزایش وزن بدن ۲۰-۱ روزگی و ۲٥-۲۰ روزگی و برابر با ۰/۹۷ و کم‌ترین میزان همبستگی بین افزایش وزن بدن ۲۰-۱ روزگی با افزایش وزن بدن ٤۰-۳٥ روزگی و برابر ۰/۰۲ برآورد گردید. هم‌چنین بیش‌ترین همبستگی ژنتیکی با دوره هچ-٤٥ روزگی مربوط به افزایش وزن بدن ۲٥-۲۰ روزگی و برابر ۰/۹٦ بود.نتایج مطالعه‌ای همبستگی‌های ژنتیکی بین اوزان هفتگی بدن بلدرچین ژاپنی را ۰/٦۳ تا ۰/۹۷ گزارش کرده بود [۱۹]. همبستگی‌های ژنتیکی به‌دست‌آمده بین ضریب تبدیل خوراک، باقی‌مانده مصرف خوراک، خوراک مصرفی با افزایش وزن بدن در دوره‌های مختلف در جدول (٤) آورده شده است. همبستگی ژنتیکی بین ضریب تبدیل خوراک و افزایش وزن بدن در دوره‌های مختلف در دامنه ۰/۰٥ تا ۰/۸٤ برآورد شد. در اکثر دوره‌ها همبستگی ژنتیکی بین صفات ضریب تبدیل خوراک و افزایش وزن بدن منفی است و همبستگی مطلوبی بین این صفات وجود دارد. همبستگی ژنتیکی بین باقی‌مانده مصرف خوراک و افزایش وزن بدن در دوره‌های مختلف در دامنه ۰/۰٤ تا ۰/۷۳ برآورد گردید. در اکثر دوره‌ها همبستگی ژنتیکی بین صفات باقی‌مانده مصرف خوراک و افزایش وزن بدن منفی است که نشان‌دهنده این موضوع است که هر چه باقی‌مانده مصرف خوراک کم‌تر باشد افزایش وزن بدن بیش‌تری را به‌دنبال دارد. در اکثر دوره‌ها همبستگی ژنتیکی بین صفات خوراک مصرفی و افزایش وزن بدن در دوره‌های مختلف مقدار مثبتی برآورد گردید که نشان‌دهنده این موضوع است که هرچه پرنده خوراک بیش‌تری مصرف کند میزان افزایش وزن بدن بیش‌تری خواهد داشت. در مطالعه‌ای بر روی مرغ همبستگی ژنتیکی بین ضریب تبدیل خوراک و افزایش وزن بدن برابر ۰/٥٥- برآورد شد که این نتایج به این نکته که انتخاب تنها برای افزایش وزن بدن (یا تنها برای ضریب تبدیل خوراک) باید موجب بهبود ضریب تبدیل خوراک (یا افزایش وزن بدن) به‌عنوان پاسخ ژنتیکی همبسته شود اشاره دارد [۱۳]. در پژوهشی دیگر همبستگی ژنتیکی قابل انتظار منفی (۰/۲٤-) بین ضریب تبدیل خوراک و افزایش وزن بدن گزارش شد، زیرا پرندگان با رشد سریع‌تر ضریب تبدیل خوراک بهتری خواهند داشت. این ارتباط در مرغ با همبستگی ژنتیکی قوی‌تر و برابر با ۰/٥۰- هم وجود دارد [۲۱]. در مطالعه‌ای دیگر در جمعیت بلدرچین ژاپنی، همبستگی ژنتیکی بین ضریب تبدیل خوراک و افزایش وزن بدن برابر ۰/٤۱- برآورد شد [٥]. همبستگی منفی بین صفات ضریب تبدیل خوراک هچ-۲۸ روزگی با وزن بدن ۲۸ روزگی (۰/٤۹-) گزارش شده، که نشان‌دهنده این موضوع است که وزن بدن بالا از لحاظ ژنتیکی با ضریب تبدیل خوراک پایین و مطلوب مرتبط است [۱٥].

جدول ۳. برآورد انحراف استاندارد ± همبستگی ژنتیکی افزایش وزن بدن در دوره‌های مختلف با افزایش وزن بدن در کل دوره

افزایش وزن بدن	۲۰–۲۵ روزگی	۲۵–۳۰ روزگی	۳۰–۳۵ روزگی	۳۵–۴۰ روزگی	۴۰–۴۵ روزگی	هچ–۴۵ روزگی
یک–۲۰ روزگی	۰/۹۷ ± ۰/۰۵	۰/۶۶ ± ۰/۲۹	۰/۲۸ ± ۰/۲۹	۰/۰۲ ± ۰/۲۹	۰/۲۳ ± ۰/۳۶	۰/۸۹ ± ۰/۰۸
۲۰–۲۵ روزگی		۰/۷۶ ± ۰/۲۷	۰/۱۰ ± ۰/۴۹	۰/۴۸ ± ۰/۴۶	۰/۱۴ ± ۰/۵۸	۰/۹۶ ± ۰/۰۵
۲۵–۳۰ روزگی			۰/۶۹ ± ۰/۴۲	۰/۵۷ ± ۰/۵۳	۰/۴۴ ± ۰/۵۸	۰/۹۰ ± ۰/۱۳
۳۰–۳۵ روزگی				۰/۸۰ ± ۰/۲۱	۰/۴۷ ± ۰/۴۹	۰/۶۵ ± ۰/۲۴
۳۵–۴۰ روزگی					۰/۶۳ ± ۰/۳۹	۰/۵۰ ± ۰/۳۸
۴۰–۴۵ روزگی						۰/۲۲ ± ۰/۳۸

جدول ٤. برآورد انحراف استاندارد ± همبستگی ژنتیکی صفات بازده مصرف خوراک و افزایش وزن بدن در دوره‌های مختلف

افزایش وزن بدن	۲۰–۲۵ روزگی	۲۵–۳۰ روزگی	۳۰–۳۵ روزگی	۳۵–۴۰ روزگی	۴۰–۴۵ روزگی	هچ–۴۵ روزگی
ضریب تبدیل خوراک						
۲۰–۲۵ روزگی	–۰/۵۶ ± ۰/۲۴	–۰/۱۷ ± ۰/۵۲	۰/۵۹ ± ۰/۳۰	۰/۴۰ ± ۰/۳۸	۰/۸۴ ± ۰/۱۴	۰/۱۵ ± ۰/۴۸
۲۵–۳۰ روزگی	–۰/۳۷ ± ۰/۳۴	–۰/۴۹ ± ۰/۳۸	–۰/۰۶ ± ۰/۳۰	–۰/۲۱ ± ۰/۵۲	۰/۵۱ ± ۰/۲۵	–۰/۰۷ ± ۰/۴۳
۳۰–۳۵ روزگی	–۰/۲۸ ± ۰/۳۴	–۰/۵۲ ± ۰/۲۶	–۰/۵۷ ± ۰/۴۱	–۰/۶۴ ± ۰/۳۵	۰/۳۴ ± ۰/۲۶	۰/۱۴ ± ۰/۳۰
۳۵–۴۰ روزگی	–۰/۱۰ ± ۰/۲۹	–۰/۶۵ ± ۰/۲۹	–۰/۶۰ ± ۰/۲۸	–۰/۷۰ ± ۰/۲۱	۰/۲۳ ± ۰/۴۳	۰/۰۵ ± ۰/۳۱
۴۰–۴۵ روزگی	۰/۱۳ ± ۰/۴۳	–۰/۲۶ ± ۰/۳۴	–۰/۴۶ ± ۰/۳۷	–۰/۳۸ ± ۰/۵۴	۰/۲۵ ± ۰/۳۱	۰/۲۷ ± ۰/۴۰
۲۰–۴۵ روزگی	–۰/۷۵ ± ۰/۲۶	–۰/۳۸ ± ۰/۵۱	–۰/۱۹ ± ۰/۳۷	۰/۱۸ ± ۰/۳۹	–۰/۶۱ ± ۰/۲۳	–۰/۳۳ ± ۰/۳۲
باقی‌مانده مصرف خوراک						
۲۰–۲۵ روزگی	–۰/۲۸ ± ۰/۵۳	۰/۰۴ ± ۰/۶۸	–۰/۲۴ ± ۰/۶۲	۰/۳۵ ± ۰/۶۳	۰/۳۰ ± ۰/۲۳	۰/۲۴ ± ۰/۴۱
۲۵–۳۰ روزگی	–۰/۲۷ ± ۰/۵۱	۰/۳۳ ± ۰/۶۳	۰/۴۷ ± ۰/۵۶	–۰/۳۷ ± ۰/۵۹	۰/۲۵ ± ۰/۵۷	۰/۲۱ ± ۰/۵۵
۳۰–۳۵ روزگی	–۰/۳۱ ± ۰/۵۸	۰/۰۷ ± ۰/۶۳	–۰/۵۸ ± ۰/۴۷	–۰/۰۵ ± ۰/۶۸	۰/۱۲ ± ۰/۳۲	–۰/۲۴ ± ۰/۴۳
۳۵–۴۰ روزگی	–۰/۲۶ ± ۰/۵۴	–۰/۳۸ ± ۰/۵۵	۰/۳۷ ± ۰/۵۱	–۰/۶۳ ± ۰/۴۵	–۰/۰۲ ± ۰/۴۶	۰/۰۶ ± ۰/۴۲
۴۰–۴۵ روزگی	–۰/۱۴ ± ۰/۶۱	–۰/۴۳ ± ۰/۵۷	۰/۷۲ ± ۰/۴۶	۰/۳۳ ± ۰/۶۵	۰/۴۸ ± ۰/۲۴	–۰/۷۳ ± ۰/۳۵
۲۰–۴۵ روزگی	–۰/۵۴ ± ۰/۵۲	–۰/۷۳ ± ۰/۳۵	۰/۲۱ ± ۰/۶۵	۰/۱۲ ± ۰/۶۸	–۰/۴۸ ± ۰/۲۶	–۰/۳۹ ± ۰/۴۲
خوراک مصرفی						
۲۰–۲۵ روزگی	۰/۳۴ ± ۰/۵۱	۰/۰۴ ± ۰/۶۷	–۰/۳۲ ± ۰/۴۹	۰/۰۲ ± ۰/۶۵	–۰/۴۶ ± ۰/۵۶	۰/۵۵ ± ۰/۳۷
۲۵–۳۰ روزگی	–۰/۱۵ ± ۰/۶۸	۰/۶۷ ± ۰/۴۸	۰/۴۱ ± ۰/۵۶	–۰/۴۴ ± ۰/۵۶	۰/۱۷ ± ۰/۶۱	۰/۳۹ ± ۰/۵۳
۳۰–۳۵ روزگی	۰/۳۹ ± ۰/۵۳	–۰/۰۴ ± ۰/۷۱	–۰/۳۳ ± ۰/۶۲	–۰/۲۶ ± ۰/۶۴	–۰/۰۷ ± ۰/۶۳	۰/۳۶ ± ۰/۵۸
۳۵–۴۰ روزگی	۰/۱۲ ± ۰/۶۲	۰/۳۳ ± ۰/۵۹	۰/۶۷ ± ۰/۴۸	–۰/۵۲ ± ۰/۵۶	۰/۱۶ ± ۰/۶۹	۰/۷۳ ± ۰/۳۲
۴۰–۴۵ روزگی	۰/۵۵ ± ۰/۴۸	–۰/۲۰ ± ۰/۶۵	۰/۸۴ ± ۰/۲۱	۰/۴۱ ± ۰/۵۵	۰/۲۳ ± ۰/۶۵	۰/۲۵ ± ۰/۵۲
۲۰–۴۵ روزگی	۰/۵۶ ± ۰/۴۴	–۰/۲۷ ± ۰/۶۵	۰/۷۹ ± ۰/۲۸	۰/۰۷ ± ۰/۶۹	۰/۱۷ ± ۰/۶۹	۰/۸۲ ± ۰/۲۵

در گزارشی همبستگی ژنتیکی بین ضریب تبدیل خوراک ۲۸–۷ روزگی و افزایش وزن بدن ۷–۲۸ روزگی در بلدرچین ژاپنی ۰/٤٥– گزارش شد [۲٤] که این نتایج با برآوردهای پژوهش حاضر مطابقت داشت.

در گزارشی همبستگی ژنتیکی بین وزن بدن ۲۸ روزگی و باقی‌مانده مصرف خوراک هچ–۲۸ روزگی ۰/۱۰ و مثبت گزارش شد [۱٥]. همبستگی ژنتیکی مثبت بین وزن بدن و باقی‌مانده مصرف خوراک به این موضوع اشاره دارد که انتخاب بلدرچین‌های سنگین‌تر باعث افزایش مصرف خوراک بیش‌تر از احتیاجات‌شان برای رشد می‌شود که این مطلوب نیست. در مطالعه‌ای دیگر همبستگی ژنتیکی بین افزایش وزن بدن ۲۸–۷ روزگی و باقی‌مانده مصرف خوراک ۲۸–۷ روزگی، ۰/۰۸ گزارش شد [۲٤]. در مطالعه‌ای بر روی مرغ، همبستگی ژنتیکی بین افزایش وزن بدن و باقی‌مانده مصرف خوراک در سنین پنج و شش هفته به‌ترتیب برابر با ۰/۳٤ و ۰/۰٦ گزارش شد [۱]. در گزارشی دیگر بر روی مرغ همبستگی ژنتیکی ۰/۲٥ بین افزایش وزن بدن و باقی‌مانده مصرف خوراک گزارش شد [۱۳]. برخلاف این پژوهش‌گران نتایج تحقیق حاضر همبستگی منفی (۰/۳۹–) بین باقی‌مانده مصرف خوراک ٤٥–۲۰ روزگی و افزایش وزن بدن هچ–٤٥ روزگی نشان داد که این همبستگی مطلوب و نشان‌دهنده این است که صفت افزایش وزن موجب بهبود و در نتیجه کاهش صفت باقی‌مانده مصرف خوراک می‌شود.

در گزارشی همبستگی ژنتیکی مثبت و بالا (۰/۸۸) بین افزایش وزن بدن ۲۸ روزگی و خوراک مصرفی هچ–۲۸ روزگی گزارش شد که نشان‌دهنده این مطلب است که افزایش وزن بدن از لحاظ ژنتیکی خوراک مصرفی را افزایش می‌دهد [۱٥]. همبستگی ژنتیکی بین افزایش وزن بدن و خوراک مصرفی در بلدرچین ژاپنی ۰/٤٥ گزارش شد [٥]. در پژوهش حاضر، همبستگی ژنتیکی بین افزایش وزن بدن هچ– ٤٥ روزگی و خوراک مصرفی ٤٥–۲۰ روزگی نیز مثبت و برابر ۰/۸۲ برآورد شد که نشان‌دهنده این موضوع است که با افزایش رشد، میزان خوراک مصرفی نیز افزایش می‌یابد.

همبستگی‌های ژنتیکی به‌دست‌آمده بین صفات ضریب تبدیل خوراک و خوراک مصرفی با باقی‌مانده مصرف خوراک در دوره‌های مختلف در جدول (٥) آمده است. همبستگی ژنتیکی بین ضریب تبدیل خوراک در دوره ٤٥–۲۰ روزگی و باقی‌مانده مصرف خوراک در همین دوره مثبت و بالا و برابر ۰/٥۳ برآورد گردید، بنابراین انتخاب ژنتیکی برای این صفات می‌تواند مؤثر واقع شود. هم‌چنین می‌توان نتیجه گرفت که انتخاب برای بهبود ضریب تبدیل خوراک موجب بهبود باقی‌مانده مصرف خوراک به‌عنوان پاسخ همبسته می‌شود.

همبستگی ژنتیکی بین مصرف خوراک در دوره ٤٥–۲۰ روزگی و باقی‌مانده مصرف خوراک در همین دوره نیز مثبت و بالا و برابر ۰/٥۳ برآورد گردید، که نشان‌دهنده این موضوع است که انتخاب ژنتیکی برای این صفات می‌تواند مؤثر واقع شود. بنابراین، همبستگی ژنتیکی مثبت و بالا نشان‌دهنده این موضوع است که انتخاب برای خوراک مصرفی پایین باعث کاهش باقی‌مانده مصرف خوراک می‌شود. در پژوهش حاضر همبستگی ژنتیکی بین ضریب تبدیل خوراک در دوره ٤٥–۲۰ روزگی و باقی‌مانده مصرف خوراک در همین دوره مثبت و بالا و برابر ۰/٥۳ برآورد گردید، نتایج مشابه با نتایج پژوهش حاضر نیز گزارش شده است [۲۳]. در مطالعه‌ای همبستگی ژنتیکی ضریب تبدیل خوراک ۲۸–۷ روزگی و باقی‌مانده مصرف خوراک ۲۸–۷ روزگی در بلدرچین ژاپنی ۰/۲٦ گزارش شد [۲٤]. در مطالعه‌ای دیگر بر روی مرغ، همبستگی ژنتیکی ضریب تبدیل خوراک و باقی‌مانده مصرف خوراک در سنین پنج و شش هفتگی به‌ترتیب ۰/۳۱ و ۰/۸٤ گزارش شد [۱].

جدول ۵. برآورد انحراف استاندارد ± همبستگی ژنتیکی ضریب تبدیل خوراک، مصرف خوراک و باقی‌مانده مصرف خوراک در دوره‌های مختلف

باقی‌مانده مصرف خوراک	۲۰–۲۵ روزگی	۲۵–۳۰ روزگی	۳۰–۳۵ روزگی	۳۵–۴۰ روزگی	۴۰–۴۵ روزگی	۲۰–۴۵ روزگی
ضریب تبدیل خوراک						
۲۰–۲۵ روزگی	۰/۸۶ ± ۰/۲۴	−۰/۱۰ ± ۰/۶۷	۰/۵۸ ± ۰/۵۲	−۰/۳۶ ± ۰/۵۱	−۰/۳۸ ± ۰/۶۲	۰/۸۲ ± ۰/۲۲
۲۵–۳۰ روزگی	−۰/۲۶ ± ۰/۶۴	۰/۸۳ ± ۰/۳۳	−۰/۲۴ ± ۰/۶۸	−۰/۰۷ ± ۰/۷۲	۰/۰۲ ± ۰/۶۶	−۰/۰۷ ± ۰/۷۳
۳۰–۳۵ روزگی	۰/۷۳ ± ۰/۳۵	۰/۰۸ ± ۰/۷۱	۰/۷۸ ± ۰/۳۸	−۰/۰۹ ± ۰/۲۹	−۰/۷۷ ± ۰/۲۰	۰/۱۲ ± ۰/۲۲
۳۵–۴۰ روزگی	−۰/۳۶ ± ۰/۵۷	۰/۰۹ ± ۰/۶۵	−۰/۱۸ ± ۰/۶۴	۰/۸۰ ± ۰/۲۴	−۰/۶۲ ± ۰/۳۹	−۰/۱۵ ± ۰/۴۴
۴۰–۴۵ روزگی	−۰/۴۳ ± ۰/۶۲	−۰/۲۸ ± ۰/۶۵	−۰/۴۷ ± ۰/۵۹	−۰/۱۴ ± ۰/۶۶	−۰/۱۶ ± ۰/۶۸	۰/۴۷ ± ۰/۴۷
۲۰–۴۵ روزگی	۰/۴۴ ± ۰/۲۹	۰/۴۸ ± ۰/۵۱	۰/۱۲ ± ۰/۴۳	۰/۲۱ ± ۰/۳۳	۰/۵۳ ± ۰/۳۲	۰/۵۳ ± ۰/۳۰
خوراک مصرفی						
۲۰–۲۵ روزگی	۰/۶۴ ± ۰/۳۶	۰/۲۳ ± ۰/۶۷	۰/۷۳ ± ۰/۳۶	۰/۰۵ ± ۰/۵۷	−۰/۲۵ ± ۰/۶۵	۰/۳۸ ± ۰/۵۳
۲۵–۳۰ روزگی	۰/۲۶ ± ۰/۶۹	۰/۹۵ ± ۰/۰۸	−۰/۳۶ ± ۰/۶۲	۰/۵۷ ± ۰/۵۱	−۰/۴۱ ± ۰/۵۷	−۰/۲۵ ± ۰/۷۴
۳۰–۳۵ روزگی	۰/۳۳ ± ۰/۶۸	−۰/۳۷ ± ۰/۵۷	۰/۸۴ ± ۰/۲۵	−۰/۱۸ ± ۰/۶۲	−۰/۳۷ ± ۰/۵۸	۰/۱۹ ± ۰/۸۰
۳۵–۴۰ روزگی	−۰/۴۷ ± ۰/۴۹	۰/۶۵ ± ۰/۳۹	−۰/۲۲ ± ۰/۶۲	۰/۸۵ ± ۰/۱۸	−۰/۶۰ ± ۰/۵۱	۰/۲۷ ± ۰/۶۳
۴۰–۴۵ روزگی	−۰/۶۱ ± ۰/۴۶	۰/۰۴ ± ۰/۶۸	−۰/۵۸ ± ۰/۴۷	−۰/۶۱ ± ۰/۴۴	۰/۹۹ ± ۰/۰۱	−۰/۰۴ ± ۰/۵۹
۲۰–۴۵ روزگی	−۰/۲۵ ± ۰/۶۱	۰/۴۸ ± ۰/۵۹	−۰/۰۶ ± ۰/۶۷	۰/۰۳ ± ۰/۶۳	۰/۳۹ ± ۰/۵۵	۰/۵۳ ± ۰/۵۱

پژوهش‌گران در جمعیت اردک چینی، همبستگی ژنتیکی بین ضریب تبدیل خوراک و باقی‌مانده مصرف خوراک را ۰/۵۴ گزارش کردند [۲۵]. در گزارشی باقی‌مانده مصرف خوراک ۲۸–هچ روزگی همبستگی ژنتیکی بالایی با ضریب تبدیل خوراک ۲۸–هچ روزگی (۰/۶۷) نشان داد [۱۵].

همبستگی ژنتیکی بین خوراک مصرفی و باقی‌مانده مصرف خوراک در جمعیت اردک چینی، ۰/۷۷ گزارش شده است [۲۵]. در مطالعه‌ای همبستگی ژنتیکی بین خوراک مصرفی ۲۸–۷ روزگی و باقی‌مانده مصرف خوراک ۲۸–۷ روزگی برابر ۰/۷۴ گزارش شد [۲۴]. در گزارشی دیگر همبستگی ژنتیکی ۰/۷۳ بین خوراک مصرفی و باقی‌مانده مصرف خوراک گزارش شد [۱۳]. برای مرغ در سنین پنج و شش هفتگی همبستگی ژنتیکی ۰/۵۶ و ۰/۳۳ بین صفات خوراک مصرفی و باقی‌مانده مصرف خوراک گزارش شد [۱]. از طرفی در پژوهشی دیگر همبستگی ژنتیکی بین خوراک مصرفی هچ–۲۸ روزگی و باقی‌مانده مصرف خوراک هچ–۲۸ روزگی (۰/۵۲) و مثبت گزارش شد [۱۵].

همبستگی‌های ژنتیکی به‌دست‌آمده بین صفات مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک در دوره‌های مختلف در جدول (۶) آمده است. همبستگی ژنتیکی بین مصرف خوراک در دوره ۴۵–۲۰ روزگی و ضریب تبدیل خوراک در همین دوره مثبت و پایین (۰/۱۵) برآورد گردید که نشان‌دهنده این است که انتخاب ژنتیکی برای این صفات باعث بهبود نشده و باید عوامل محیطی جهت بهبود صفات مورد توجه قرار گیرد. پژوهش‌گران در جمعیت اردک چینی، همبستگی ژنتیکی بین ضریب تبدیل خوراک و خوراک مصرفی را مثبت و برابر ۰/۴۹ گزارش کردند [۲۵].

جدول ٦. برآورد انحراف استاندارد ± همبستگی ژنتیکی صفات مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک در دوره‌های مختلف

ضریب تبدیل خوراک	۲۰-۲۵ روزگی	۲۵-۳۰ روزگی	۳۰-۳۵ روزگی	۳۵-۴۰ روزگی	۴۰-۴۵ روزگی	۲۰-۴۵ روزگی
خوراک مصرفی						
۲۰-۲۵ روزگی	۰/٤٥ ± ۰/٤۹	-۰/۱۳ ± ۰/٦۱	۰/۷۲ ± ۰/٤۱	۰/٤۱ ± ۰/٥۸	-۰/۱۸ ± ۰/٦٦	۰/٦٥ ± ۰/۳۹
۲۵-۳۰ روزگی	۰/۳۷ ± ۰/٥۳	۰/٥۷ ± ۰/٤۷	-۰/۲٦ ± ۰/٦٦	۰/۳۱ ± ۰/٦۱	-۰/٤۲ ± ۰/٦۲	-۰/۳۳ ± ۰/۷٤
۳۰-۳۵ روزگی	۰/٤۷ ± ۰/٤۷	-۰/۱۹ ± ۰/٦۳	۰/٤٦ ± ۰/٦٤	۰/۲٥ ± ۰/۳۹	-۰/۳۱ ± ۰/٦٥	۰/۱۹ ± ۰/۸۱
۳۵-٤۰ روزگی	-۰/٤٤ ± ۰/٦۲	۰/٥۹ ± ۰/٥٦	-۰/۱۹ ± ۰/۷٥	۰/۸٦ ± ۰/۲۲	-۰/۳٤ ± ۰/٦۸	۰/۱٥ ± ۰/٦٥
٤۰-٤٥ روزگی	-۰/٥٦ ± ۰/٤٤	-۰/۱۲ ± ۰/۷٥	-۰/۸۳ ± ۰/۲٥	-۰/٦۳ ± ۰/۳٥	۰/۱٥ ± ۰/٦۷	-۰/۱۲ ± ۰/٥۹
۲۰-٤٥ روزگی	-۰/۳۸ ± ۰/٥۱	۰/۲۷ ± ۰/٦۷	-۰/۰٥ ± ۰/۷۲	-۰/۳٥ ± ۰/٥۸	۰/۲٦ ± ۰/٦٦	۰/۱٥ ± ۰/۷۱

در مطالعه‌ای بر روی جمعیت مرغ، همبستگی ژنتیکی بین ضریب تبدیل خوراک و خوراک مصرفی در سنین پنج و شش هفته به‌ترتیب ۰/٤٥ و ۰/٥٤ گزارش شد [۱]. در پژوهش دیگری همبستگی ژنتیکی مثبت و برابر ۰/۱۳ بین خوراک مصرفی هچ-۲۸ روزگی و ضریب تبدیل خوراک هچ-۲۸ روزگی گزارش شد [۱٥]. در گزارشی دیگر همبستگی ژنتیکی بین ضریب تبدیل خوراک ۲۸-۷ روزگی و خوراک مصرفی ۲۸-۷ روزگی در بلدرچین ژاپنی ۰/۲٤ گزارش شد [۲٤]. در پاسخ به انتخاب برای کاهش ضریب تبدیل خوراک، کاهش اندکی در خوراک مصرفی گزارش شد [۲۳]. همبستگی ژنتیکی بین ضریب تبدیل خوراک و خوراک مصرفی در جمعیت بلدرچین ژاپنی ۰/۰۸ برآورد شد [٥]. همبستگی ژنتیکی بین ضریب تبدیل خوراک و خوراک مصرفی در هشت تا ۱۰ هفتگی در جمعیت مرغ‌ها نیز ۰/۰۱ گزارش شد [۱۳].

صفات ضریب تبدیل خوراک و باقی‌مانده مصرف خوراک هر دو از جمله صفات مرکبی هستند که توسط صفات رشد و خوراک مصرفی تحت تأثیر قرار می‌گیرند. انتخاب منحصراً برای صفات مرکب، ممکن است موجب تغییرات ناخواسته در صفات تشکیل‌دهنده و اساسی آن‌ها شود. اگرچه انتخاب برای ضریب تبدیل خوراک می‌تواند با انتخاب برای وزن بدن و افزایش وزن بدن ترکیب شود، با این تضمین که صفات رشد بهبود یابند و خوراک مصرفی کاهش یابد. به‌علاوه، ضریب تبدیل خوراک و باقی‌مانده مصرف خوراک برخلاف خوراک مصرفی به سادگی می‌توانند با انتخاب برای وزن بدن متابولیکی و افزایش وزن بدن با انتخاب شاخص وزنی مناسب بهبود یابند [۱۸].

نتایج بیانگر این موضوع هستند که استراتژی‌های به‌کار برده‌شده برای بهبود ژنتیکی ضریب تبدیل خوراک و باقی‌مانده مصرف خوراک با هم متفاوت هستند. به‌عنوان مثال، ضریب تبدیل خوراک می‌تواند به‌طور غیرمستقیم با انتخاب برای صفت افزایش وزن بدن بهبود یابد اگرچه، انتخاب مستقیم برای ضریب تبدیل خوراک بسیار مؤثرتر از انتخاب غیرمستقیم است اما احتیاج به رکوردبرداری از خوراک مصرفی دارد که کار پرزحمتی است. انتخاب برای افزایش وزن بدن باعث افزایش، صفت افزایش وزن بدن به‌عنوان پاسخ مستقیم می‌شود، اگرچه خوراک مصرفی به‌عنوان پاسخ ژنتیکی همبسته افزایش می‌یابد، خوراک مصرفی با نرخ پایین‌تری نسبت به افزایش وزن بدن افزایش می‌یابد و موجب بهبود ژنتیکی در ضریب تبدیل خوراک می‌شود. بهبود مصرف خوراک در حیوانات مزرعه‌ای را می‌توان به کاهش احتیاجات انرژی نگهداری و کاهش ترموژنسیس، فعالیت فیزیکی و نرخ ترن‌اور پروتئین نسبت داد [۱۰].

برخلاف ضریب تبدیل خوراک، انتظار نمی‌رود که باقی‌مانده مصرف خوراک تنها با انتخاب برای افزایش وزن بدن تحت تأثیر قرار گیرد. بنابراین، بهبود غیرمستقیم باقی‌مانده مصرف خوراک از طریق انتخاب برای رشد نسبت به ضریب تبدیل خوراک چالش‌برانگیزتر است. افزایش وزن بدن جزو صفات اولیه‌ای است که باید در برنامه‌های اصلاحی برای کاهش هزینه‌های پرورش بلدرچین انتخاب شوند، درحالی‌که رکوردبرداری از خوراک مصرفی یک بحث چالش‌برانگیز است. در کل اطلاعات پارامترهای ژنتیکی صفات بازده مصرف خوراک در طیور و خصوصاً بلدرچین ژاپنی کمیاب می‌باشند، اما از پژوهش حاضر و نیز مطالعات مشابه قبلی نتیجه‌گیری می‌شود که انتخاب برای افزایش وزن بدن و کاهش خوراک مصرفی در شاخص انتخاب می‌تواند برای بهبود صفات بازده مصرف خوراک مانند ضریب تبدیل خوراک و باقی‌مانده مصرف خوراک در بلدرچین ژاپنی توصیه شود. جهت مستقل‌ساختن صفات از لحاظ ژنتیکی، می‌توان همبستگی‌های ژنتیکی را استفاده کرد. ازآنجایی‌که در پژوهش حاضر همبستگی‌های ژنتیکی برآوردشده برای صفات مربوط به بازده مصرف خوراک به صفر نزدیک نیست، می‌توان نتیجه گرفت که این صفات آشکارا از لحاظ ژنتیکی صفات متفاوتی هستند. این نتایج در مطالعات دیگر نیز تأیید شده است [۱ و ۳].

پژوهش حاضر، برآوردهای بیزی اجزای واریانس و وراثت‌پذیری‌های صفات رشد و بازده مصرف خوراک که به‌ندرت در مطالعات اصلاح بلدرچین ژاپنی موردتوجه قرار می‌گیرند را موردتوجه قرار داده است. وراثت‌پذیری یکی از مهم‌ترین پارامترهای ژنتیکی در اصلاح دام است. اگرچه تجزیه و تحلیل‌های تک‌صفتی ممکن است اطلاعات عمومی برای اصلاح‌گران جهت طراحی استراتژی‌های انتخابی را تولید کنند، اما تجزیه و تحلیل‌های چندصفته ترجیح داده می‌شوند زیرا این تجزیه و تحلیل‌ها اجازه توجه به ارتباطات ژنتیکی بین صفات را می‌دهند.

براساس نتایج حاصل، انتخاب برای صفت افزایش وزن بدن و کاهش خوراک مصرفی در شاخص انتخاب برای بهبود صفات بازده مصرف خوراک از جمله ضریب تبدیل خوراک و باقی‌مانده مصرف خوراک در بلدرچین ژاپنی توصیه می‌شود. از طرفی، در میان صفات دوره‌ای افزایش وزن بدن صفت افزایش وزن بدن ۲۵–۲۰ روزگی همبستگی ژنتیکی بسیار خوبی با افزایش وزن بدن در کل دوره پرورش و همین‌طور با هر یک از صفات بازده مصرف خوراک نشان داد. اما به‌دلیل وراثت‌پذیری پایین نمی‌توان با اطمینان آن را توصیه کرد.

سپاسگزاری

از پژوهشکده دام‌های خاص دانشگاه زابل به‌جهت در اختیار گذاشتن امکانات لازم برای انجام پژوهش حاضر، تشکر و قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

منابع

1. Aggrey S, Karnuah AB, Sebastian B and Anthony NB (2010) Genetic properties of feed efficiency parameters in meat type chickens. Genetics Selection Evolution, 42: 25.
2. Caetanoa GDC, Motab RR, Silvaa DAD, Oliveiraa HRD, Vianac JMS, Siqueiraa OH, Freitasa PHF and Silva FF (2017) Bayesian estimation of genetic parameters for individual feed conversion and body weight gain in meat quail. Livestock Science.
3. Case L, Wood B and Miller S (2012) The genetic parameters of feed efficiency and its component traits in the turkey (*Meleagris gallopavo*). Genetics Selection Evolution 44: 1-4.
4. Gonzalez-Ceron F, Rekaya R and Aggrey SE (2015) Genetic analysis of bone quality traits and growth in a random mating broiler population. Poultry Science 94: 883-889.

5. Hussen SH, Al-khdri MA and Hassan AM (2016) Response to Selection for body weight in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). Iranian Journal of Applied Animal Science 6(2): 453-459.
6. Karami K, Zerehdaran S, Tahmoorespour M, Barzanooni B and Lotfi E (2017) genetic evaluation of weekly body weight in Japanese quail using random regression models. Poultry Science 58: 13-18.
7. Kayang BB, Vignal A, Inoue-Murayama M, Miwa M, Monvoisin JL, Ito S and Minvielle F (2004) A first generation micro satellite linkage map of the Japanese quail. Animal Genetics 35: 195-200.
8. Khaldari M, Pakdel A, Mehrabani Yegane H, Nejati Javaremi A and Berg P (2010) Response to selection and genetic parameters of body and carcass weights in Japanese quail selected for 4-week body weight. Poultry Science 89: 1834-1841.
9. Lotfi E, Zerehdaran S and Ahani Azari M (2011) Genetic evaluation of carcass composition and fat deposition in Japanese quail. Poultry Science 90: 2202-2208.
10. McDonagh MB, Herd RM, Richardson EC, Oddy VH, Archer JA and Arthur PF (2001) Meat quality and the calpain system of feedlot steers following a single generation of divergent selection for residual feed intake. Australian Journal of Experimental Agriculture 41: 1013-1021.
11. Misztal I, Tsuruta S, Strabel T, Auvray B, Druet T and Lee DH (2002) BLUPF90 and related programs. Proceedings WCGALP World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, France, Montpellier. 7.
12. Mohammadi-Tighsiah A, Maghsoudi A, Bagherzadeh-Kasmani F, Rokouei M and Faraji-Arough H (2018) Bayesian analysis of genetic parameters for early growth traits and humoral immune responses in Japanese quail. Livestock Science.
13. N'dri AL, MignonI-Grasteau S, Sellier N, Tixier-Boichard M and Beaumont C (2006) Genetic relationships between feed conversion ratio, growth curve and body composition in slow growing chickens. British Poultry Science 47: 273-280.
14. Narine D, Aksoy T, Karaman E, Aygun A, Firat MZ and Uslu MK (2013) Japanese quail meat quality: Characteristics, heritabilities, and genetic correlations with some slaughter traits. Poultry Science, 92: 1735-1744.
15. Nasiri Foomani N, Zerehdaran S, Ahani Azari M and Lotfi E (2014) Genetic parameters for feed efficiency and body weight traits in Japanese quail. Poultry Science 55: 298-304.
16. NRC (1994) Nutrient requirements of poultry. National Academy Press Washington, DC.
17. Nuri Ozsoy A (2019) The genetic parameters of weight gain and feed efficiency of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) under Tenebrio Molitor L. and control nutritional environments. Fresenius Environmental Bulletin 28(3): 2115-2120.
18. Quinton CD, Kause A, Koskela J and Ritola O (2007) Breeding salmonids for feed efficiency in current fishmeal and future plantbased diet environments. Genetics Selection Evolution 39: 431-446.
19. Saatci M, AP Dewi I and Aksoy AR (2003) Application of REML procedure to estimate the genetic parameters of weekly live weights in one-to-one sire and dam pedigree recorded Japanese quail. Animal Breeding and Genetics120: 23-28.
20. Sakunthala Devi K, Ramesh Gupta B, Gnana Prakash M and Rajasekhar Reddy A (2012) Genetic parameters of feed efficiency and daily weight gain in Japanese quails. Indian Journal of Veterinary and Animal Sciences Research, 8(1): 6-13.
21. Schenkel FS, Miller SP and Wilton JW (2004) Genetic parameters and breed differences for feed efficiency, growth, and body composition traits of young beef bulls. Canadian Journal of Animal Science 84(2): 177-185.
22. Silva LP, Jeferson CR, Crispim AC, Silva FG, Bonafe CM, Silva FF and Torres RA (2013) Genetic parameters of body weight and egg traits in meat-type quail. Livestock Science 153: 27-32.
23. Varkoohi S, Moradi Shahr Babak M, Pakdel A, Nejati Javaremi A, Zaghari M and Kause A (2010) Response to selection for feed conversion ratio in Japanese quail. Poultry Science 89: 1590-1598.
24. Varkoohi S, Pakdel A, Moradi Shahr Babak M, Nejati Javaremi A, Kause A and Zaghari M (2011) Genetic parameters for feed utilization traits in Japanese quail. Poultry Science 90: 42-47.
25. Zhang Y, Guo ZB, Xie M, Zhang Z and Hou S (2017) Genetic parameters for residual feed intake in a random population of Pekin duck. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences 30(2): 167-170.