Iranian Journal of Animal Science
Vol 49, No 4, Winter 2019 (481-494)
DOI: 10.22059/ijas.2019.263077.653653

علوم دامی ایران
دورۀ ۴۹، شمارۀ ۴، زمستان ۱۳۹۷ (ص ۴۹۴-۴۸۱)

ارزیابی استراتژی‌های اصلاح‌نژاد در مرغان بومی مازندران با استفاده از شبیه‌سازی رایانه‌ای

بابک عنایتی[۱]، امیر رشیدی[۲*]، رستم عبدالهی آرپناهی[۳] و محمد رزم کبیر[٤]
۱، ۲ و ٤. دانشجوی دکتری، استاد و استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان
۳. استادیار، گروه علوم دامی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/٦/۱۱ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۲۰)

چکیده

هدف از پژوهش کنونی مقایسه استراتژی‌های اصلاح نژاد در گله مرغ بومی مازندران به کمک شبیه‌سازی رایانه‌ای بود. صفات شبیه‌سازی‌شده، وزن بدن در زمان تولد (BW1)، هشت هفتگی (BW8)، دوازده هفتگی (BW12)، زمان بلوغ جنسی (BWM)، سن بلوغ جنسی (AFE)، وزن اولین تخم (EWM)، میانگین وزن تخم‌مرغ در هفته‌های ۲۸ تا ۳۲ (EW28-32) و تعداد تخم‌مرغ (EN) بودند. در استراتژی اول خروس‌ها بر اساس ارزش اصلاحی صفت BW12 و مرغ‌ها براساس یک شاخص چهار صفتی شامل BW12، AFE، EW28-32 و EN انتخاب شدند. در استراتژی دوم خروس‌ها و مرغ‌ها براساس یک شاخص چهار صفتی شامل BW12، AFE، EW28-32 و EN انتخاب شدند. در استراتژی اول پس از ۱۰ نسل صفات BW1، BW12، BWM، EW28-32 و EWM به ترتیب به میزان ۱/٤۹، ۵۷۳/۸۱، ۳۹۷/۵۸، ۳/۹٦ و ۳/۷۵ گرم و AFE و EN به ترتیب به میزان ۳/۵۱- روز و ۲/۰۹ تخم‌مرغ بهبود یافت. در استراتژی دوم پس از ۱۰ نسل بهبود صفات BW12، BWM، AFE و EN به میزان ٤۱۵/۷۸ و ۲۱۸/۷٤ گرم و ۹/۷۷- روز و ۹/٤۵ تخم‌مرغ بود. میانگین‌های ضریب همخونی در استراتژی اول و دوم در پایان نسل دهم به ترتیب برابر ۰/۰٤۸ و ۰/۰۷۸ بود. نتایج حاصل نشان داد، استراتژی اول برای گله‌های مادر با هدف تولید گوشت و استراتژی دوم برای گله‌های دو منظوره با هدف تولید تخم‌مرغ و گوشت مناسب می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: شاخص انتخاب، گله دومنظوره، گله مادر، مشارکت بهینه ژنتیکی، همخونی.

The evaluation of breeding strategies in Mazandaran native fowls using computer simulation

Babak Enayati[1], Amir Rashidi[2*], Rostam Abdollahi-Arpanahi[3] and Mohammad Razmkabir[4]
1, 2, 4. Ph.D. Candidate, Professor and Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
3. Assistant Professor, Department of Animal and Poultry Science, Aburaihan Campus, University of Tehran, Iran
(Received: Sep. 2, 2018 - Accepted: Jan. 10, 2019)

ABSTRACT

The aim of the study was to compare two strategies in Mazandaran native fowls using computer simulation. Simulated traits included body weight at birth (BW1), at eight weeks of age (BW8), at twelve weeks of age (BW12), at maturation (BWM), age at sexual maturity (AFE), weight of first egg (EWM), mean egg weight from 28 to 32 weeks of age (EW28-32) and egg number (EN). The first strategy was to select cockerels based on breeding value of BW12 and hens based on a selection index with 4-traits including BW12, AFE, EW28-32 and EN. The second strategy was to select cockerels and hens using a selection index based on a 4-traits including BW12, AFE, EW28-32 and EN. After 10 generations, the first strategy improved BW1, BW12, BWM, EW28-32 and EWM to 1.49, 573.81, 397.58, 3.96, and 3.75 grams and AFE and EN to -3.51 days and 2.09 eggs, respectively. After 10 generations, the gain for traits in the second strategy for BW12, BWM, AFE and EN was 415.78, 218.74 grams and -9.77 days and 9.45 eggs, respectively. At the end of the tenth generation increase of inbreeding in the first and second strategies was 0.048 and 0.070, respectively. The results showed that the first strategy was suitable for a breeder flocks with the aim of chickens suitable for broiler production and the second strategy was suitable for a dual-purpose flocks with the aim of producing egg and meat.

Keywords: Breeder flock, dual purpose, inbreeding, optimum genetic contribution, selection Index.

* Corresponding author E-mail: arashidi@ut.ac.ir

مقدمه

مصرف پروتئین حیوانی در کشورهای در حال توسعه کم‌تر از میزان توصیه شده می‌باشد (Pedersen, 2002; Nielsen *et al*., 2003). تشدید این وضعیت در آینده با روند افزایش جمعیت، کاهش درآمد خانوارها و افزایش قیمت محصولات پروتئینی مورد انتظار است (Taghizadeh *et al*., 2015). در حال حاضر ۲ درصد از ۱۹۶۷ هزارتن تولید گوشت مرغ و ۱۰۰ هزارتن از۹۴۰ هزار تن تخم‌مرغ تولیدی کشور توسط مرغ بومی تولید می‌شود (Jafarnejad *et al*., 2017). نتایج تحقیقات گزارش شده بیانگر این نکته است که تخم مرغ تولیدی مرغان بومی نسبت به تخم‌مرغ‌های تولید شده در مزارع صنعتی به دلیل تغذیه طبیعی در محیط روستا و علفزارها، میزان ویتامین A، ویتامین E، ویتامین D و اسیدهای چرب امگا ۳ بیشتری دارد (Haunshi *et al*., 2010; Taghizadeh *et al*., 2015). همچنین مقدار تخم مرغ‌های تولیدی مرغان بومی کلسترول و اسیدهای چرب اشباع کمتری دارا هستند، که در نهایت موجب خوش خوراکی بیشتر این محصول می‌گردد (Taghizadeh *et al*., 2015). کیفیت گوشت طیور تحت تاثیر سه ویژگی ژنتیک، سیستم پرورش و سن کشتار است (Sokolowicz *et al*., 2016). بنابراین بخشی از کیفیت یاد شده، ژنتیکی است و می‌تواند با برنامه‌های اصلاحی ویژه حفظ شود. به منظور حفظ کیفیت کنونی در کنار بهبود کمیت تولید، مراکز اصلاح نژاد مرغ بومی در کشور تشکیل شد. اهداف بلند مدت ایجاد این مراکز ، بهبود ژنتیکی، حفاظت از ذخایر ژنتیکی و ایجاد لاین‌های جدید در صورت لزوم بود (Jafarnejad *et al*., 2017).

طیور به دلیل اندازه گله بزرگ و فاصله نسل کوتاه پتانسیل بالایی برای افزایش تولید و اصلاح نژاد دارند (Wolc, 2014). نتایج پژوهش‌های انجام گرفته نشان داده است ۹۰ درصد افزایش تولید گوشت و تخم مرغ در ۵۰ سال گذشته ناشی از انتخاب بوده و اخذ نتیجه نیز مرهون وجود تنوع در داخل لاین‌های تجاری برای تولید گوشت و تخم مرغ بوده است (Muir *et al*., 2008). با این حال، افزایش شدت انتخاب درون لاین و افزایش فراوانی آلل‌های مطلوب در مرغان تخم‌گذار و گوشتی، خطر افزایش همخونی و رابطه خویشاوندی و از دست رفتن تنوع ژنتیکی را خواهد داشت (Figueiredo, 2005 & Schmidt). روند رو به رشد سطح همخونی در جمعیت‌های مرغ تخم‌گذار مختلف در محدوده ۰/۱۳ الی ۱/۵ درصد در هر نسل گزارش شده‌است (Figueiredo, 2005 & Schmidt). بنابراین این مرغان توان حضور در محیط طبیعی را نداشته و نیاز به محیط استاندارد و تعریف شده دارند. اما مرغان بومی عمدتاً تحت سیستم مدیریت متنوع و متغیر در روستاها پرورش می‌یابند و با توجه به خصوصیات مقاومت به بیماری‌ها و مقاومت به استرس‌های محیطی و نیاز کمتر به واکسیناسیون (نسبت به طیور صنعتی) (van Wyk *et al*., 2009)، گزینه خوبی برای پرورش در روستاها محسوب می‌شوند. گله‌های مرغ بومی اگر چه دارای تنوع مطلوبی می‌باشند اما گزینش یک استراتژی کارآمد از بین استراتژی‌های متعدد برای استفاده از این تنوع به منظور ایجاد بهبود ژنتیکی با حفظ همخونی و کیفیت محصولات یک چالش اساسی در اصلاح نژاد مرغان بومی است (Lwelamira *et al*., 2008). برنامه‌های اصلاح نژاد متعددی را می‌توان طراحی کرد ولی فقط تعداد معدودی برنامه را در ایستگاه‌های تحقیقاتی و تنها یک برنامه را در گله‌های تجاری می‌توان اجرا کرد، اصلاح‌گر نمی‌تواند تمام برنامه‌های اصلاحی متصور را در جوامع واقعی آزمون نماید تا بهترین آنها را انتخاب کند. بنابراین استفاده از شبیه‌سازی برای آزمون برنامه‌های متعدد اصلاح نژادی و پیش‌بینی خروجی‌ها می‌تواند راه‌گشا باشد (Medrano *et al*., 2010).

پژوهشگران با استفاده از شبیه سازی تصادفی چندین سامانه تلاقی را با توجه به وضعیت همخونی و پاسخ به انتخاب مقایسه نمودند و بهترین روش را استراتژی حداقل نمودن آمیزش‌افراد خویشاوند و اجتناب از آمیزش برادر و خواهر تنی و ناتنی گزارش نمودند (Caballero *et al*., 1996). بهترین روش برای حفظ همخونی در برنامه‌های انتخاب در دراز مدت، روش مشارکت ژنتیکی بهینه (Optimum Genetic Contribution) است و زمانی که بروز همخونی یا وجود روابط خویشاوندی بین کاندیداهای انتخاب محدودکننده باشد، می‌تواند بازده ژنتیکی را در دراز مدت حداکثر نماید (Meuwissen, 1997). در اصلاح نژاد مهم‌ترین

هدف، حداکثر نمودن بهره‌وری اقتصادی سیستم است (Gibson, 1995). از طرفی مناسب ترین روش تعیین اهمیت نسبی صفات، محاسبه ارزش اقتصادی آن‌ها است (Kianimanesh *et al*., 2001). ارزش اقتصادی یک صفت برابر با افزایش مورد انتظار در بازده اقتصادی سیستم، در اثر یک واحد تغییر در میانگین آن صفت است (Hazel, 1943). بنابراین با توجه به معادلات درآمد و هزینه (Kianimanesh *et al*., 2001)، و براساس حداکثر نمودن سود، ضرایب اقتصادی برآورد می‌گردد.

پژوهش کنونی در نظر دارد به کمک روش شبیه سازی رایانه‌ای استراتژی را که در آن خروس‌ها بر اساس ارزش اصلاحی وزن ۱۲ هفتگی (BW12) و مرغ‌ها بر اساس یک شاخص ۴ صفتی که صفات آن عبارتند از وزن بدن در ۱۲ هفتگی (BW12)، سن بلوغ جنسی (AFE)، میانگین وزن تخم مرغ در هفته‌های ۲۸ تا ۳۲ هفتگی (EW28-32) و تعداد تخم مرغ در ۸۰ روز اول پس از بلوغ جنسی (EN) انتخاب می‌شوند را با استراتژی دیگری که در آن افراد بر اساس شاخص انتخاب یاد شده برای هر دو جنس اعمال می‌شود مقایسه و میزان پیشرفت ژنتیکی، تغییرات فنوتیپی و افزایش همخونی در این دو استراتژی را بررسی نماید.

مواد و روش‌ها

در پژوهش کنونی فرایند شبیه‌سازی در محیط نرم‌افزار R نسخه ۳,۴,۴ و با کمک پکیج AlphaSimR (Gaynor *et al*., Unpublished) و یک مدل هشت صفتی انجام گرفت. صفات شبیه‌سازی شده در هر دو جنس وزن بدن در سنین یک روزگی (BW1)، هشت هفتگی (BW8)، دوازده هفتگی (BW12) بودند. صفات شبیه‌سازی شده در مرغ‌ها عبارت بودند از: وزن بدن در زمان بلوغ جنسی (BWM)، سن بلوغ جنسی (AFE)، وزن اولین تخم (EWM)، میانگین وزن تخم مرغ در هفته‌های ۲۸ تا ۳۲ (EW28-32) و تعداد تخم مرغ در ۸۰ روز اول پس از بلوغ جنسی گله (EN) بودند. برای جاگذاری QTLها و ایجاد اثرات متوسط ژنی برای آن‌ها و دخیل نمودن عوامل مانند پیوستگی بین جایگاه‌ها، نوترکیبی، جهش و دیگر عوامل ژنتیکی در تولید ارزش‌های اصلاحی، اقدام به ایجاد ساختار کروموزومی برای جمعیت اولیه به کمک نرم‌افزار MaCS با ویژگی‌های ازپیش‌تعیین‌شده *"CHICKEN"* مطابق جدول ۱ گردید (Chen *et al*., 2009; Hudson, 2004).

نرم‌افزار MaCS برای ایجاد ساختار کروموزومی ۴۰۰ نسل (هشت گروه ۵۰ نسلی) با اندازه موثر اولیه ۷۰ و در هشت گروه بعدی با اندازه موثرهای به ترتیب ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰، ۳۵۰ و ۴۰۰ تشکیل داد. شاخص eN– در جدول ۱ ناشی از این تعداد نسل با این میزان اندازه موثر بود. ساختار کروموزومی جمعیت اولیه مطابق با تعداد کروموزوم طیور، ۳۹ جفت کروموزوم و هر کروموزوم با ۲۵۰۰ جایگاه ایجاد گردید. برای هر صفت ۲۰۰ QTL هر کدام با سه جایگاه به صورت تصادفی از بین ۹۷۵۰۰ جایگاه ایجاد شده، انتخاب شدند. اثرات QTLها بر صفات دارای توزیع گاما با پارامتر شکل ۰/۴ شبیه‌سازی شد. احتمال وقوع نوترکیبی بین دو جایگاه مجاور در یک کروموزوم با استفاده از تابع نوترکیبی Haldane (1919) و فاصله بین آن‌ها برآورد شد. برای به‌دست‌آوردن ارزش‌های اصلاحی واقعی هر فرد از معادله زیر استفاده شد:

$$TBV_i = \sum_{j=1}^{n} x_{ij} b_j \qquad (۱)$$

TBV_i، ارزش اصلاحی هر فرد برای صفات مورد مطالعه، n برابر تعداد QTLهای مؤثر بر صفات، x_{ij} برابر تعداد آلل‌های مطلوب که فرد i در جایگاه j دارد و b_j برابر اثر j امین QTL می‌باشد. برای برآورد ارزش فنوتیپی صفات از معادله زیر استفاده شد:

$$y_i = \mu + TBV_i + e_i \qquad (۲)$$

y_i برابر فنوتیپ فرد iام و μ برابر میانگین صفت بر گرفته از جدول ۲، e_i برابر عددی تصادفی از یک توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس برابر با واریانس باقی مانده حاصل از برآورد پارامترهای ژنتیکی بر اساس مدل‌های بیان شده توسط محققین بود (Shadparvar & Enayati, 2012). برای ایجاد همبستگی بین صفات، از اثر پلیوتروپی بین QTLهایی که به صورت تصادفی انتخاب و صفات را تحت کنترل داشتند بر مبنای همبستگی ژنتیکی بین صفات، استفاده شد (جدول ۳). عددهای جدول‌های ۲ و ۳ برگرفته از نتایج پژوهش محققین بود (Shadparvar & Enayati, 2012).

جدول ۱. ویژگی‌های شبیه‌سازی ساختار کروموزومی

Table 1. Characteristics of chromosomal structure simulation

Index	Parameter
Primary Effective Population Size	70
Number of Base Pairs	3×10^{8}
Morgan Length of Chromosome	0.84
Mutation Rate	2.5×10^{-8}
Additional MaCS parameters	-eN[1] 0.18 0.71 -eN 0.36 1.43 -eN 0.54 2.14 -eN 0.71 2.86 -eN 0.89 3.57 -eN 1.07 4.29 -eN 1.25 5.00 -eN 1.43 5.71

$$1 - \mathrm{eN}\ \frac{\text{Generation Number}}{4 \times \text{Premary Effective Population Size}} \qquad \frac{\text{Effective Population Size in the Current Generation}}{\text{Effective Population Size in Pre} - \text{Generation}}$$

جدول ۲. میانگین (Mean)، انحراف معیار (SD)، ضریب تغییرات (CV)، حداقل (Min) و حداکثر (Max) مقادیر صفات برای شبیه‌سازی جمعیت اولیه

Table 2. Mean, standard deviation (SD), coefficient of variation (CV), minimum (Min) and maximum (Max) value of traits for founder population

Traits	Mean	SD	CV (%)	Min	Max
BW1[1]	37.09	3.30	8.92	26.90	47.60
BW8[2]	491.74	103.25	20.10	190.00	800.00
BW12[3]	885.81	166.28	19.77	440.00	1390.00
BWM[4]	1714.79	207.25	12.08	980.00	2600.00
AFE[5]	148.49	25.10	17.5	76.00	225.00
EWM[6]	40.17	6.54	16.29	18.6	62.90
EW28-32[7]	47.5	4.02	8.47	34.4	60.60
EN[8]	40.08	19.16	47.81	10.00	98.00

1) body weight at birth, 2) body weight at eight weeks of age, 3) body weight at twelve weeks of age, 4) body weight at maturation, 5) age at sexual maturity, 6) weight of first egg, 7) mean egg weight from 28 to 32 weeks of age,8 egg number.

جدول ۳. وراثت‌پذیری (روی قطر) و همبستگی ژنتیکی (زیر قطر) صفات برای شبیه‌سازی جمعیت پایه

Table 3. Heritability (diagonal) and genetic correlation (below diagonal) for the traits for founder population

	BW1	BW8	BW12	BWM	AFE	EWM	EW28-32	EN
BW1[1]	0.134							
BW8[2]	0.245	0.245						
BW12[3]	0.183	0.169	0.308					
BWM[4]	0.249	0.297	0.429	0.301				
AFE[5]	0.039	-0.174	-0.025	0.003	0.334			
EWM[6]	-0.006	0.256	0.295	0.541	0.175	0.126		
EW28-32[7]	0.154	0.340	0.309	0.422	0.148	0.658	0.246	
EN[8]	0.035	-0.029	-0.070	-0.466	-0.207	-0.663	-0.413	0.157

1) body weight at birth, 2) body weight at eight weeks of age, 3) body weight at twelve weeks of age, 4) body weight at maturation, 5) age at sexual maturity, 6) weight of first egg, 7) mean egg weight from 28 to 32 weeks of age, 8) egg number.

پارامترهای ژنتیکی استفاده شده، برگرفته از گزارش‌های Shadparvar & Enayati (2012) درخصوص مرغان بومی مازندران بود. لیکن به دلیل عدم وجود ماتریس کو(واریانس) ژنتیکی و واریانس‌های باقی‌مانده، مجددا برآوردها بر اساس مدل‌های بیان شده توسط محققین (Shadparvar & Enayati, 2012) تکرار گردید. برای ایجاد همگنی در گله و ایجاد تعادل بولمر اقدام به ۵ نسل آمیزش تصادفی گردید. مطابق با استراتژی تشکیل ایستگاه‌های مرغ بومی کشور در ابتدا ۲۵۰۰ قطعه مرغ و خروس توسط نرم‌افزار MaCS ایجاد و این تعداد در هر نسل به ۷۵۰۰ قطعه افزایش یافت، نسل‌ها با یکدیگر همپوشانی نداشتند. ضرایب اقتصادی براساس معادلات معرفی‌شده توسط محققین تعیین شد (Kianimanesh *et al*., 2001). این معادلات براساس متغیر نسبت‌ها، میانگین صفات و قیمت محصولات، ضرایب اقتصادی را تعیین می‌نمایند. بنابراین ضرایب اقتصادی بعد از بروزآوری نسبت‌ها و با قیمت‌های روز محصولات، تعیین گردید. برای تعیین شاخص انتخاب بهینه به کمک نرم‌افزار SelAction، پس از تعیین صفات موجود در هدف و شاخص انتخاب و وارد کردن ضرایب اقتصادی صفات موجود در هدف انتخاب، بهترین ترکیب صفات برای سودآوری بیشتر تعیین گردید (Rutten *et al*., 2002). این نرم افزار یک نرم افزار شبیه‌سازی است و با ورود اطاعات از جمله پارامترهای ژنتیکی، ضرایب اقتصادی، معرفی صفات

هدف و معیار انتخاب و شدت انتخاب به تفکیک در والدین نر و ماده، میزان پیشرفت مورد انتظار و همخونی ایجادی در نسل بعد را پیش بینی می‌نماید. در نهایت ضرایب شاخص بر اساس معادلات ماتریسی Henderson مشخص شدند (Mrode & Thompson, 2005).

$$b = P^{-1}Ga \qquad (۳)$$

b بردار ضرایب شاخص، P^{-1} معکوس ماتریس (کو)واریانس فنوتیپی صفات موجود در معیار انتخاب، a بردار ضرایب اقتصادی برای صفات موجود در تابع هدف، G (کو)واریانس ژنتیکی بین صفات موجود در هدف و معیار انتخاب.

بعد از ۵ نسل آمیزش تصادفی، برای اعمال انتخاب و ایجاد نسل اول، ۱۱۰ قطعه خروس و ۸۸۰ قطعه مرغ بر مبنای دو استراتژی یاد شده انتخاب گردیدند. در استراتژی اول انتخاب خروس‌ها براساس ارزش اصلاحی صفت BW12 و انتخاب مرغ‌ها براساس یک شاخص انتخاب با چهار صفت BW12، AFE، EW28-32 و EN در هدف انتخاب و سایر صفات (BW1، BW8، BWM و EWM) در معیار انتخاب بود. این استراتژی به دلیل ایجاد شرایطی مشابه با شرایط کنونی مراکز اصلاح‌نژاد مرغ بومی انتخاب شد. چون هدف از این مطالعه مقایسه شرایط کنونی با استراتژی دیگری بود که در آن بهبود صفات تولید تخم بیشتر گردد بنابراین استراتژی دوم که در آن خروس‌ها نیز بر مبنای شاخص طراحی شده قبلی انتخاب می‌شوند در نظر گرفته شد. شدت انتخاب در جنس نر بیشتر است بنابراین انتظار می‌رود در این استراتژی صفت تولید تخم بهبود یابد. در شاخص انتخاب طراحی شده هدف کاهش صفت AFE و بهبود صفت EW28-32 و EN بود به دلیل همبستگی منفی بین صفات تولید تخم‌مرغ و صفات افزایش وزن، صفت BW12 در شاخص قرار داده شد تا صفات رشد با کاهش مواجه نگردد. به دلیل امکان تلفات، ۹ درصد افراد منتخب پس از گرد کردن اعداد ۱۰ خروس و ۸۰ مرغ با نمونه‌گیری تصادفی حذف گردیدند. نسبت مشارکت افراد منتخب برای ایجاد نسل بعد بر مبنای دو ویژگی جلوگیری از افزایش همخونی و بازدهی اقتصادی بالاتر، به کمک نرم‌افزار Gencont~2 (Dagnachew & Meuwissen, 2014) تعیین گردید. این نرم‌افزار از ارزش اقتصادی هر فرد میزانی را به‌عنوان جریمه افزایش همخونی در نسل بعد کسر می‌نماید و ارزش هر فرد مجددا تعیین می‌شود و نهایتاً براساس ارزش هر فرد تعداد فرزندان نسل بعد برای هر والد تعیین می‌شود و در پایان با آمیزش تصادفی تلاقی‌ها انجام می‌گردد. با توجه به ویژگی‌های طیور در تشکیل خانواده، دسترسی تمام افراد به یکدیگر پس از جفت‌یابی اولیه محدود شد. نتایج پس از ۱۰ نسل اعمال دو استراتژی انتخاب و آمیزش و تعیین روند ژنتیکی، فنوتیپی و برآورد مجدد پارامترهای ژنتیکی با هم مقایسه و تجزیه و تحلیل شدند.

نتایج و بحث

در پژوهش کنونی، ابتدا ارزش اقتصادی صفات بر اساس میانگین صفات و پارامترهای مورد نیاز مدل بر اساس قیمت‌های روز برآورد گردید، مدل‌های مورد استفاده بر گرفته از نتایج تحقیق محققین بود (Kianimanesh *et al*., 2001). ارزش اقتصادی صفات BW12، AFE، EN و EW28-32 به ترتیب برابر ۷۴۴/۳۵، ۸۱۹-، ۵۵۳۷/۳ و ۱۵۵۶/۱ ریال بود. با استفاده از پارامترهای ژنتیکی (واریانس فنوتیپی، وراثت پذیری، همبستگی‌های فنوتیپی و ژنتیکی) (Shadparvar & Enayati, 2012) و ضرایب اقتصادی برآورد شده و به کمک نرم‌افزار SelAction (Rutten *et al*., 2002) بهترین ترکیب از صفات در شاخص انتخاب تعیین شدند. چهار صفتی که برای آن‌ها ضرایب اقتصادی برآورد شد، در معادلات هدف و معیار انتخاب قرار گرفتند و سایر صفات (BW1، BW8، BWM و EWM) در معیار انتخاب قرار گرفتند. صفات موجود در هدف انتخاب صفاتی هستند که در استراتژی مد نظر انتظار بهبود برای آن‌ها وجود دارد و صفات موجود در شاخص صفاتی هستند که از داده‌های آن‌ها در معادلات شاخص انتخاب استفاده خواهد شد. نتایج حاصل به شرح جدول ۴ بود. نتایج این جدول نشان می‌دهد ترکیب متنوع صفات در شاخص انتخاب چه میزان پاسخ و چه میزان همخونی را افزایش می‌دهد.

جدول ۴. میزان پاسخ اقتصادی کل و درصد همخونی مورد انتظار در ترکیبات مختلف صفات در شاخص انتخاب

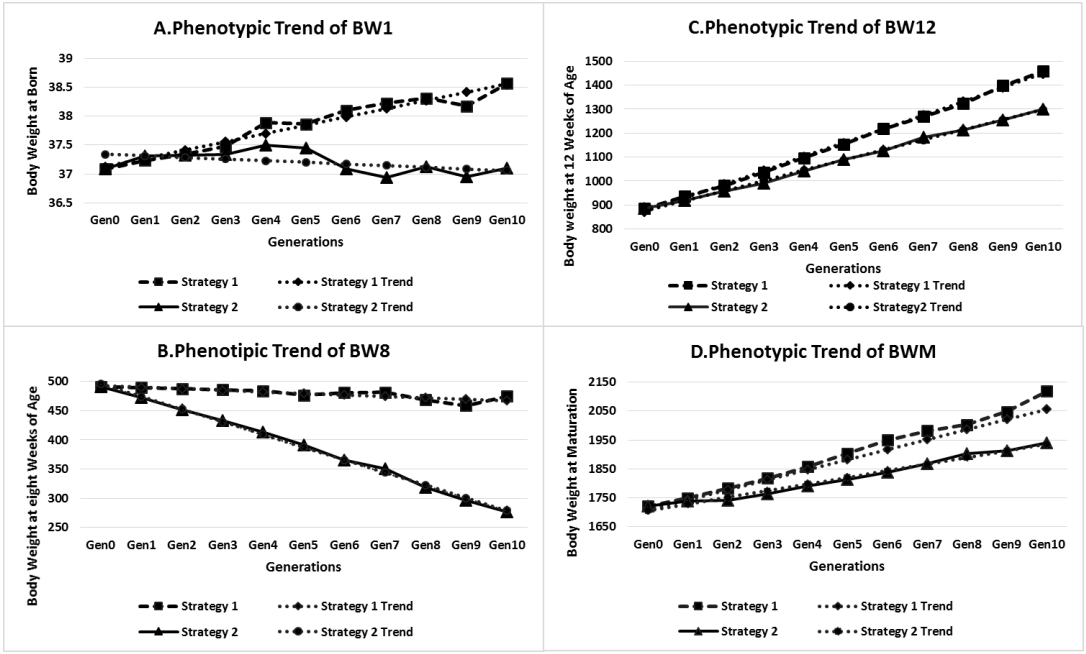
Table 4. Total economic response and expected inbreeding percent in different combinations of traits in the selection index

Selection Index	Traits	Total response (Rials)	Increase of inbreeding (%)
1	BW12, AFE, EW28-32, EN	52060	0.237
2	BW12, AFE, EW28-32, EN, BW1	52116	0.237
3	BW12, AFE, EW28-32, EN, BW8	58936	0.226
4	BW12, AFE, EW28-32, EN, BWM	58949	0.226
5	BW12, AFE, EW28-32, EN, BW1, BW8, BWM	59089	0.226
6	BW12, AFE, EW28-32, EN, BW1, BW8, BWM, EWM	59140	0.226

نتایج حاصل نشان دادند که با اضافه شدن صفات به شاخص‌های مندرج در جدول ۴ میزان پاسخ اقتصادی کل افزایش افزایش یافته ولی میزان همخونی در سطح مطلوبی حفظ شد. براساس معادلات ماتریسی، ضرایب شاخص انتخاب برای صفات BW12، AFE، EW28-32، EN، BW1، BW8، BWM و EWM به ترتیب برابر ۲۵۹/۷۴، ۴۴۳/۵۱-، ۲۶۲/۹، ۷۸۶، ۴۰۱/۴، ۲۹۱/۴-، ۴۲/۷۴ و ۱۲۱۶/۷- بود. در ابتدا سهم مشارکت افراد انتخابی تعیین شد، این سهم بهترین تعداد فرزند برای هر فرد منتخب در مقایسه با دیگر افراد بود. سهم مشارکت هر فرد در ایجاد نسل بعد توسط تعیین نقطه بهینه بین رشد نرخ همخونی و حداکثر نمودن بازده اقتصادی بود. یعنی هر فرد چه تعداد در نسل بعد تولید کند تا بازده اقتصادی بیشترین و همخونی کمترین باشد. این نسبت به کمک نرم‌افزار Gencont~2 انجام شد. بررسی روند فنوتیپی صفات وزن بدن در شکل ۱ نشان داد استراتژی اول با تکیه بر شدت انتخاب بالا در خروس‌ها برای صفت BW12، پیشرفت بیشتری در صفات وزن بدن حاصل کرد. لازم به ذکر است در استراتژی اول خروس‌ها صرفاً براساس ارزش اصلاحی صفت BW12 انتخاب شدند و یکی از صفات موجود در شاخص چهار صفتی اعمال شده در مرغ‌ها صفت BW12 بود. همچنین وجود همبستگی مثبت بین صفات وزن بدن (جدول ۳)، توانسته است پیشرفت قابل ملاحظه‌ای را در این صفات ایجاد نماید. به‌طوری‌که میانگین فنوتیپی صفات BW12 از ۸۸۴ گرم در نسل صفر به ۱۴۵۸ گرم در نسل دهم و BWM از ۱۷۲۰ گرم در نسل صفر به ۲۱۱۸ گرم در نسل دهم افزایش یابد. میانگین صفت BW1 هرچند تغییر یافت اما این تغییر قابل توجه نبوده و از ۳۷ گرم در نسل صفر به ۳۸/۵ گرم در نسل دهم رسید. صفت BW8 به دلیل عدم حضور در معادلات هدف شاخص و همبستگی منفی با صفت AFE و EN که در معادلات هدف شاخص حضور دارند، روند کاهشی را در دو استراتژی نشان داد. دلیل یاد شده منجر به منفی شدن ضریب شاخص و نهایتاً روند کاهشی صفت BW8 طی نسل‌ها بود. با توجه به این‌که صفت BW8 وزن نهایی محصول نیست کاهش در این صفت نمی‌تواند عامل محدودکننده برای دو استراتژی مورد بررسی قلمداد گردد چون طی ۴ هفته در صفت BW12 جوجه‌ها توانسته‌اند پیشرفت ژنتیکی داشته باشند و به حد مطلوب برسند. استراتژی دوم به دلیل اعمال شاخص انتخاب چهار صفتی در دو جنس و کاهش شدت انتخاب روی صفت BW12 نتوانسته است میانگین صفات وزن بدن را به اندازه‌ی استراتژی اول بهبود بخشد. حتی در خصوص صفت BW8 کاهش میانگین محسوس بود. روند فنوتیپی صفت وزن بدن در ۱۲ هفتگی را در طی ۱۳ نسل انتخاب مشابه با استراتژی اول در مرکز اصلاح نژاد مرغان بومی فارس بررسی و گزارش شده است که میانگین صفت BW12 از ۷۰۳ گرم در نسل اول به ۹۳۶ گرم در نسل ۱۳ افزایش یافته است (Ghorbani & Kamali, 2007). نتایج یک پژوهش در مرغان تخم‌گذار همپشایر نشان داد تحت یک استراتژی برای بهبود تولید تخم‌مرغ، میانگین وزن بدن در طی ۸ نسل از ۲۵۰۱ گرم در نسل اول به ۲۲۹۴ گرم در نسل هشتم رسید و میزان تنوع کاهش یافته و وراثت‌پذیری از ۰/۵۱ به ۰/۳۸ تغییر یافته بود (Calik, 2011). نتایج حاصل از پژوهش کنونی در طی ۱۰ نسل انتخاب نشان داد واریانس ژنتیکی افزایشی هر چهار صفت وزن بدن کاهش یافته و به تبع آن وراثت‌پذیری

صفات نیز کاهش یافت (جدول ۵). بررسی روند ژنتیکی صفات وزن بدن نشان داد (شکل ۳) استراتژی اول میانگین ارزش اصلاحی را برای سه صفت BW1، BW12 و BWM به‌صورت قابل توجهی بهبود بخشیده‌است. در هر دو استراتژی کاهش میانگین ارزش اصلاحی صفت BW8 مشاهده شد لیکن این کاهش در استراتژی دوم بیشتر بود. روند ژنتیکی صفات BW1، BW8، BW12، AFE، BWM، EN، EWM و EW28-32 در جمعیت مرغ‌های بومی آذربایجان غربی به ترتیب ۰/۰۷، ۱۲/۳۵، ۱۷/۳۶، ۱/۳۶-، ۲۳/۴، ۱/۰۶، ۰/۰۳، ۰/۱۷ گزارش گردیده است (Gorbani & Gharedaghi, 2017) و در پژوهشی دیگر این روند برای صفات BW12 و EN مثبت و برای صفات EW28-32 و AFE منفی بود (Jafarnejad *et al*., 2017). عدم افزایش ضریب همخونی در گله‌های بومی به منظور حفظ برتری‌های مقاومت در برابر بیماری‌ها و کیفیت محصولات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با توجه به این‌که منابع ژنتیکی در مراکز اصلاح نژاد مرغ بومی کشور بسته است و ذخایر جدیدی به این مراکز وارد نمی‌شود، حفظ ضریب همخونی بیش از پیش باید مورد توجه قرار گیرد.

تغییر در میانگین صفات به ازای هر یک درصد افزایش در ضریب همخونی برای مرغ‌های بومی ایران به میزان ۰/۱۱- گرم، ۳/۱- گرم، ۱/۳- گرم، ۰/۱۵ روز، ۰/۵۹ گرم، ۰/۰۵- گرم و ۰/۰۳ گرم به ترتیب برای صفات BW1، BW8، BW12، AFE، BWM، EWM و EW28-32 گزارش شده است (Rahmanian *et al*., 2015). تجزیه شجره یکی از روش‌های آزمون میزان تنوع ژنتیکی و ارزیابی آن در بین جمعیت‌ها است (Lacy, 1989). نتایج حاصل از پژوهش کنونی نشان داد در طی ۱۰ نسل انتخاب به وسیله استراتژی اول میانگین ضریب همخونی از صفر به ۰/۰۴۲ و در استراتژی دوم از صفر به ۰/۰۷۷ رسیده است (شکل۲). در پژوهشی گزارش شد رشد نرخ همخونی کمتر از یک درصد در هر نسل برای برنامه‌های اصلاح نژاد طیور مطلوب است (Morris & Pollot, 1997) بنابراین با توجه به افزایش این میزان همخونی (کمتر از ۰/۰۰۷ در هر نسل)، تنوع مطلوب را در جمعیت‌ها تحت انتخاب می‌توان حفظ کرد. در جمعیت‌های طبیعی مرغ بومی مراکز اصلاح نژاد کشور تحت انتخاب میانگین ضریب همخونی ۰/۰۴۶ با حداقل صفر و حداکثر ۰/۳۰۸ بود (Rahmanian *et al*., 2015).



شکل ۱. روند فنوتیپی صفات وزن بدن در دو استراتژی

Figure 1. Phenotypic trend of body weight traits in two strategies

علیرغم این‌که نتایج هر دو استراتژی در حفظ همخونی رضایت بخش بود لیکن استراتژی اول به دلیل بهبود فنوتیپی و ژنتیکی در بیشتر صفات عملکرد بهتری داشت. دو عامل گلوگاه ژنتیکی و رانده شدگی ژنتیکی در نسل پایه می‌تواند عامل افزایش افراد همخون در گله باشد (Azin Najd *et al*., 2016) ، در این پژوهش نیز به دلیل یاد شده تعداد افراد همخون در نسل آخر زیاد بود، لیکن پایین بودن میانگین همخونی می‌تواند نتیجه استراتژی پرهیز از آمیزش افراد خویشاوند باشد و بررسی روند فنوتیپی صفات تولید تخم در شکل ۴ نشان داد صفات EWM و EW28-32 که همبستگی ژنتیکی متوسط تا بالایی با صفات وزن بدن دارند نیز در استراتژی اول به تبع بهبود فنوتیپی و ژنتیکی صفات وزن بدن، پیشرفت مطلوبی داشته اند و موجب بهبود ۴/۱۸ گرمی و ۳/۷۲ گرمی صفات EWM و EW28-32 شد. لیکن استراتژی دوم نه تنها موجب بهبود در دو صفت یاد شده نگردیده بلکه به ترتیب به میزان ۱/۸۴ و ۱/۳۹ گرم نیز این صفات را کاهش داده است که می‌تواند به دلیل عدم توفیق در بهبود صفات وزن بدن و مهم‌تر از آن بهبود چشمگیر در صفت EN باشد. بهبود صفت EN با کاهش سن بلوغ جنسی رابطه مثبت و قوی داشته و کاهش سن بلوغ منجر به کاهش وزن تخم‌مرغ می‌گردد. نتیجه قابل توجه در بررسی صفات تولید تخم‌مرغ این است که استراتژی دوم ضمن حفظ همخونی به میزان قابل توجهی میانگین صفت AFE را کاهش و میانگین صفت EN را افزایش داده است. به طوری که صفت AFE از ۱۴۸/۸۹ به ۱۳۹/۱۲ روز و صفت EN از ۴۰/۸۶ به ۴۸/۴۶ عدد تخم‌مرغ افزایش یافته است. در یک پژوهش گزارش شد کاهش در سن بلوغ جنسی منجر به افزایش در تعداد تخم‌مرغ می‌گردد و همبستگی بین این دو صفت در مرغ خزک ۰/۹۵- گزارش شد (Ebrahimzadeh *et al*., 2015)، همچنین در پژوهشی دیگر همبستگی این دو صفت در مرغ‌بومی استان آذربایجان ناچیز (۰/۰۰۱-) گزارش شده است (Gharahdaghi *et al*., 2014).

اغلب پژوهشگران گزارش کرده‌اند مرغان بزرگتر در یک خط خونی نسبت به مرغان کوچکتر، تخم مرغ بزرگتری تولید می‌کنند (Du Plessis & Erasmus, 1972). اندازه بزرگ تخم‌مرغ می‌تواند موجب کشیدگی و ضعف عضلات ایدوکت و ماهیچه کلواک گردد که با علائمی همچون پرولاپس و گیرکردن تخم‌مرغ در نزدیکی کلواک (Egg Binding) سبب مشکلات جسمی مرغ خواهد شد. بنابراین حفظ وزن تخم‌مرغ در کنار بهبود صفت تعداد تخم‌مرغ می‌تواند برنامه‌ای مطلوب باشد (Greenacre & Morishita., 2015). پژوهشگران گزارش نموده‌اند که میانگین ۵۰/۵ گرم با انحراف ۳/۵۸ برای صفت EW28-32 در مرغان بومی ایران مطلوب بوده و افزایش بیشتر از این به دلایل فیزیولوژیکی ممکن نیست (Jafarnejad *et al*., 2017). همبستگی نامطلوب بین صفات موجب افزایش مشکلات برای بهبود همزمان صفات همبسته می‌شود (Cassady & Robison, 2010)، همچنین نتایج پژوهش‌ها نشان داده است همبستگی ژنتیکی منفی بین سن بلوغ جنسی و تعداد تخم‌مرغ موجب می‌گردد با کاهش سن بلوغ جنسی، تعداد تخم‌مرغ افزایش و وزن تخم‌مرغ کاهش یافت (Ebrahimzadeh *et al*., 2015)، در این خصوص نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج گزارش شده توسط سایر پژوهشگران مطابقت دارد (Jilani *et al*., 2007; Ebrahimzadeh *et al*., 2015). با توجه به همبستگی‌های ژنتیکی بین صفات، انتخاب توام برای صفات BW12 و EN (با هدف تشکیل گله دو منظوره) به صورت تئوری نباید موجب کاهش در صفت EW28-32 و EWM گردد (Ghorbani & Kamali, 2007)، استراتژی دوم تاحدودی توانسته است این ویژگی را محقق نماید. انتخاب طولانی مدت برای صفت BW12 سبب بلوغ زودرس در سنین پایین می‌گردد (Jafarnejad *et al*., 2017). این بلوغ زودرس می‌تواند به دلایل فیزیولوژیک از جمله تکامل زودهنگام دستگاه تولید مثلی به علت سرعت رشد باشد (El-Dlebshany, 2008). بلوغ زودرس عموماً باعث کاهش در میانگین صفت EWM می‌گردد. بالا بودن روند ژنتیکی صفت EN در استراتژی اول، منجر به بهبود روند فنوتیپی این صفت در این استراتژی نشد. احتمالاً حصول این نتیجه ناشی از عدم توفیق استراتژی اول در بهبود صفت AFE باشد (Camci *et*

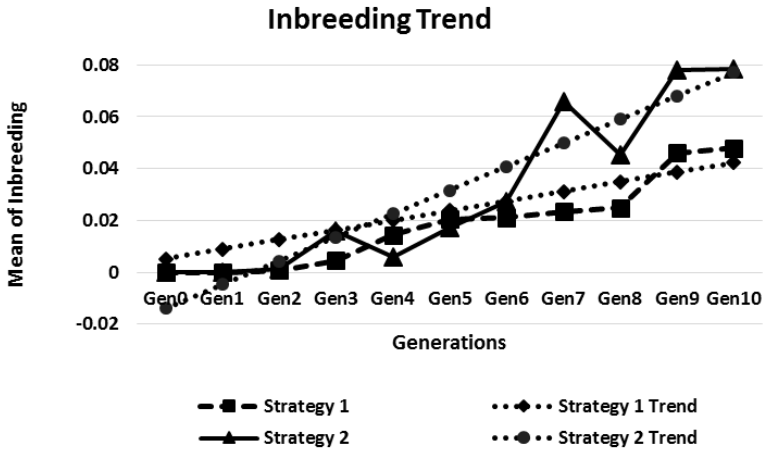
al., 2002). با توجه به همبستگی‌های ژنتیکی بین صفات، انتخاب توام برای صفات BW12 و EN (با هدف تشکیل گله دو منظوره) به صورت تئوری نباید موجب کاهش در صفت EW28-32 و EWM گردد (Ghorbani & Kamali, 2007)، استراتژی دوم تاحدودی توانسته است این ویژگی را محقق نماید.

انتخاب طولانی مدت برای صفت BW12 سبب بلوغ زودرس در سنین پایین می‌گردد (Jafarnejad *et al*., 2017). این بالا بودن روند ژنتیکی صفت EN در استراتژی اول، منجر به بهبود روند فنوتیپی این صفت در این استراتژی نشد. احتمالاً حصول این نتیجه ناشی از عدم توفیق استراتژی اول در بهبود صفت AFE باشد (Camci *et al*., 2002). برخی پژوهشگران روند فنوتیپی صفت EN را در مرغ بومی فارس منفی ولی روند ژنتیکی این صفت را مثبت برآورد نمودند (Ghorbani & Kamali, 2007). روند ژنتیکی مثبت با روند فنوتیپی منفی در یک صفت احتمالاً ناشی از روند محیطی منفی می‌باشد (Emamgholi Begli *et al*., 2011). نوسانات زیاد در روند فنوتیپی طی نسل‌های مختلف به علت تغییرات در تغذیه، بهداشت، مدیریت، شرایط اقلیمی و غیره می‌تواند باشد (Dadpasand, 1999). بنابراین عدم وجود نوسانات شدید در روند فنوتیپی صفات در پژوهش کنونی می‌تواند به دلیل ماهیت داده‌های شبیه‌سازی شده باشد. ارزیابی چند صفتی به معنی ارزیابی هم زمان حیوانات برای دو یا چند صفت است که به دلیل استفاده از همبستگی‌های ژنتیکی و فنوتیپی موجب افزایش صحت ارزیابی‌ها می‌گردد (Mrode & Thompson., 2005).

جدول ۵. وراثت‌پذیری (روی قطر) و همبستگی ژنتیکی (زیر قطر) صفات در نسل دهم برای دو استراتژی

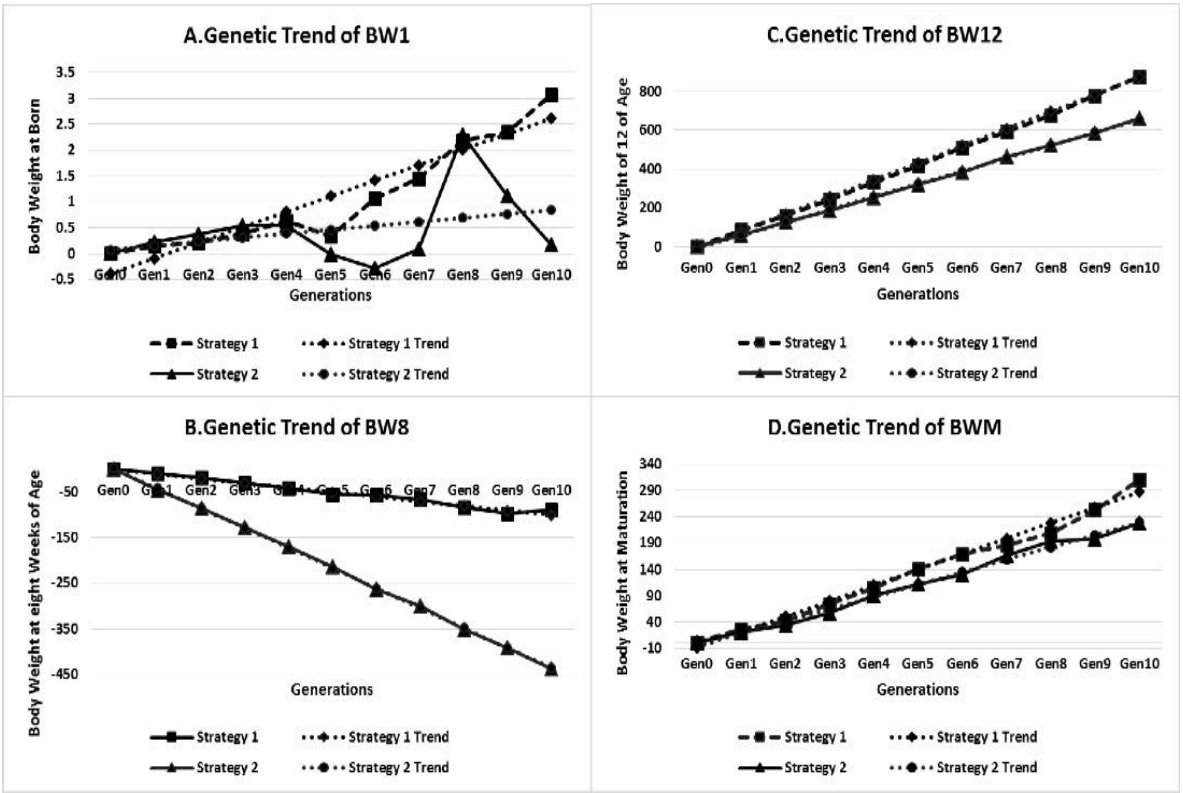
Table 5. Heritability (diagonal) and genetic correlation (below diagonal) for the traits at tenth generation for two strategy

		BW1	BW8	BW12	BWM	AFE	EWM	EW28-32	EN
Heritability and Genetic Correlation at Gen10 of Strategy1	BW1	0.125							
	BW8	0.228	0.223						
	BW12	0.189	0.133	0.283					
	BWM	0.207	0.203	0.427	0.264				
	AFE	-0.017	-0.152	-0.019	0.012	0.301			
	EWM	-0.031	0.246	0.177	0.462	0.137	0.142		
	EW28-32	0.042	0.217	0.293	0.305	0.083	0.571	0.220	
	EN	0.017	-0.023	-0.078	-0.475	-0.139	-0.500	-0.307	0.160
Heritability and Genetic Correlation at Gen10 of Strategy2	BW1	0.122							
	BW8	0.252	0.214						
	BW12	0.131	0.222	0.284					
	BWM	0.157	0.292	0.379	0.272				
	AFE	-0.013	-0.150	-0.031	-0.071	0.325			
	EWM	0.009	0.220	0.208	0.439	0.123	0.129		
	EW28-32	0.002	0.238	0.233	0.275	0.091	0.583	0.226	
	EN	-0.019	-0.005	-0.054	-0.441	-0.116	-0.538	-0.362	0.144



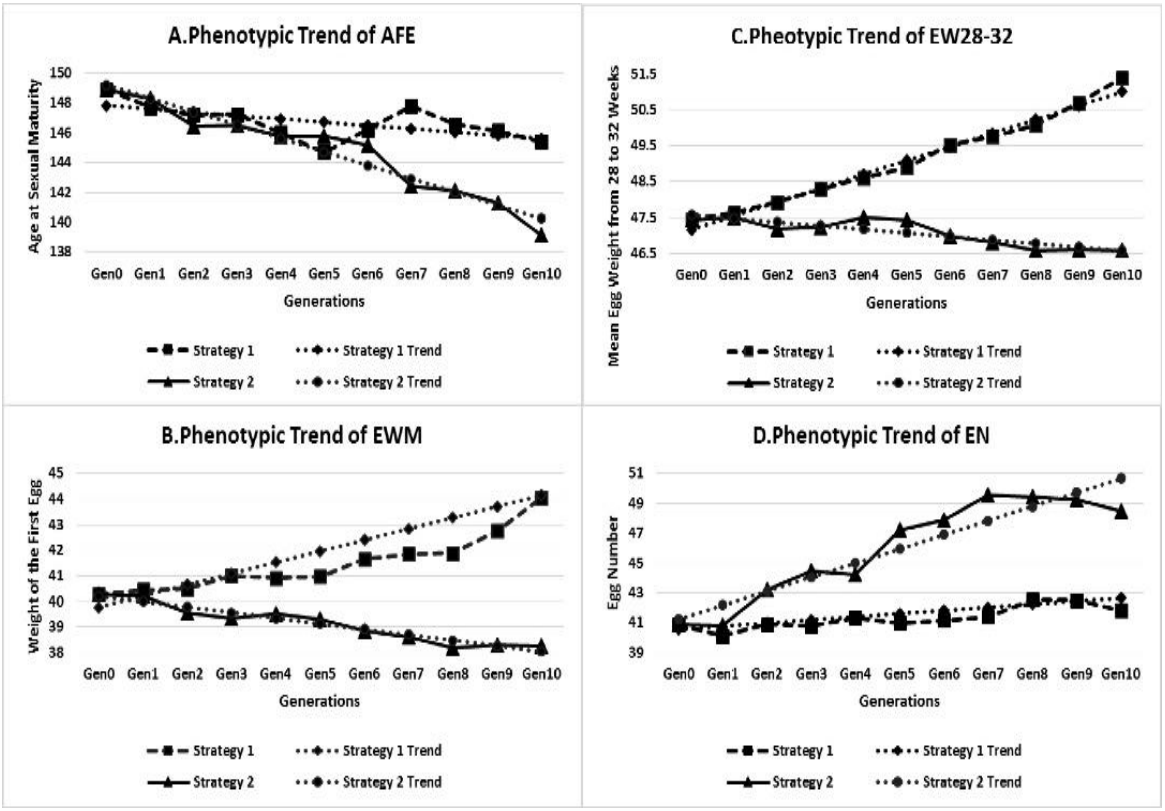
شکل ۲. روند تغییر میزان همخونی در دو استراتژی

Figure 2. The trend of inbreeding in two strategies



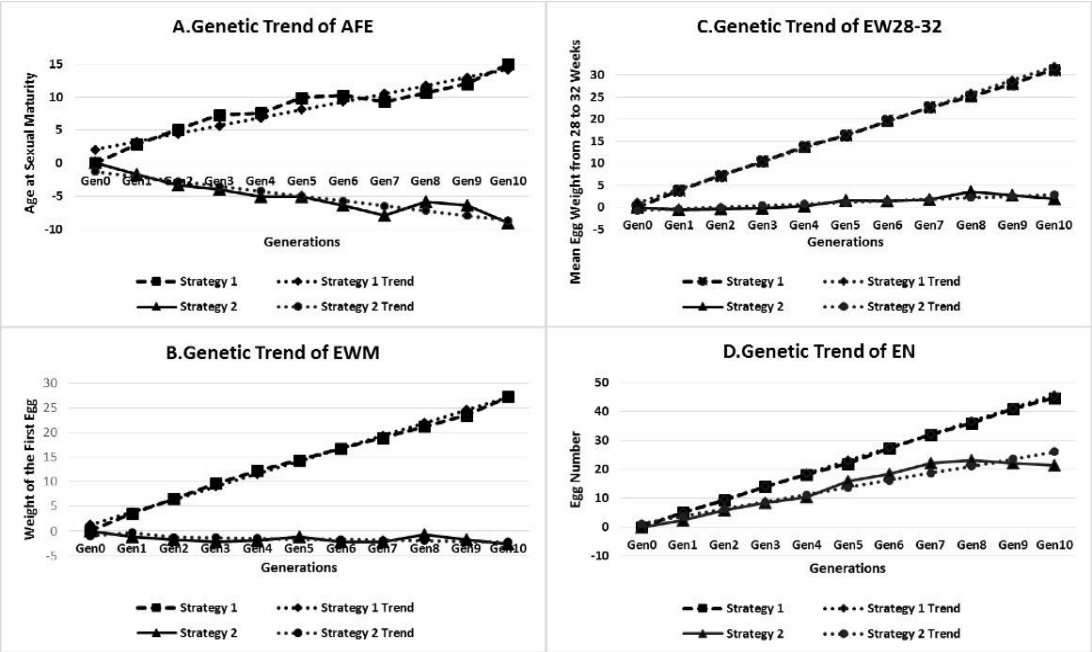
شکل ۳. روند ژنتیکی صفات وزن بدن در دو استراتژی

Figure 3. Genetic trend of body weight traits in two strategies



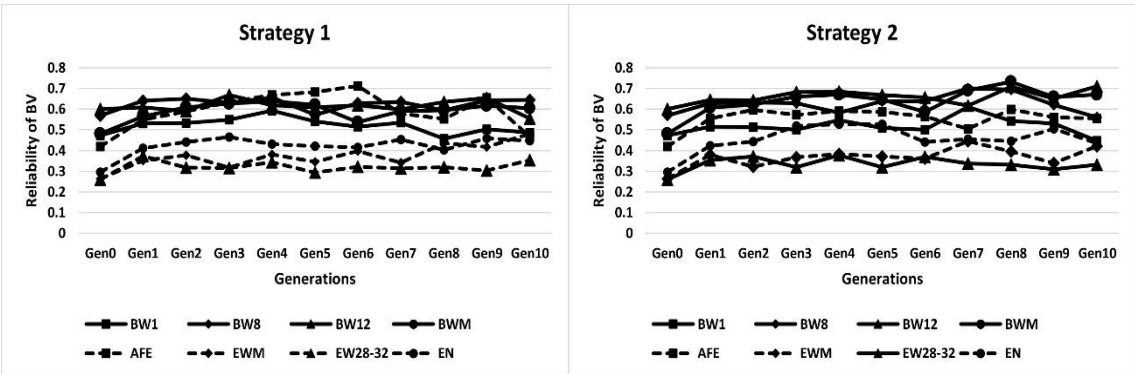
شکل ۴. روند فنوتیپی صفات تولید تخم در دو استراتژی

Figure 4. Phenotypic trend of egg production traits in two strategies



شکل ۵. روند ژنتیکی صفات تولید تخم در دو استراتژی

Figure 5. Genetic trend of egg production traits in two strategies



شکل ۶. صحت برآورد ارزش‌های اصلاحی را در نسل‌های مختلف برای دو استراتژی

Figure 6. Accuracy of the estimation breeding values in different generations for two strategies

صحت پیش‌بینی ارزش‌های اصلاحی را می‌توان از برآورد همبستگی ارزش‌های اصلاحی برآورد شده و حقیقی برآورد نمود (Foroutanifar *et al*., 2013)، لیکن ارزش‌های اصلاحی حقیقی (True Breeding Value) ناشناخته بوده و برآورد صحت همیشه به صورت تخمینی از صحت واقعی انجام می‌گیرد. چون ارزش‌های اصلاحی حقیقی همیشه پنهان و ناشناخته هستند.

در روش شبیه‌سازی به دلیل وجود اثرات متوسط ژنی و امکان پیش‌بینی ارزش‌های اصلاحی حقیقی با تجمیع این اثرات، می‌توان به صحت حقیقی برآوردها دست یافت. برآورد همبستگی بین ارزش‌های اصلاحی برآورد شده و واقعی هر فرد برای هر صفت، نشان داد (شکل ۶) صفات وزن بدن با میانگین ۰/۵۸ و در محدوده ۰/۵۱ تا ۰/۶۶ صحت بالاتری نسبت به صفات مرتبط با تخم‌مرغ با میانگین ۰/۳۷ و در محدوده ۰/۳۲ تا ۰/۴۵ داشتند. همچنین صفت AFE با میانگین ۰/۵۷ در حد وسط این صفات قرار داشت. در کل دو استراتژی تفاوت قابل توجهی در صحت برآوردها با یکدیگر نداشتند (شکل ۶). در یک پژوهش به روش شبیه‌سازی به کمک بهترین پیش‌بینی نااریب خطی (BLUP) برای صفات با وراثت‌پذیری‌های

متفاوت، میزان صحت بین ۰/۲۱ تا ۰/۵۳ گزارش شده است (Foroutanifar *et al*., 2013). پیش‌بینی ارزش‌های اصلاحی در پژوهش کنونی بر مبنای Pedigree-BLUP انجام شد و نشان داد BLUP می‌تواند ارزش‌های اصلاحی را با صحت حداکثری ۰/۷ (برای صفت BWM در استراتژی دوم شکل ۶) پیش‌بینی نماید. بنابراین در صورت وجود تعداد رکورد کافی و استفاده از برآوردهای چندصفتی BLUP می‌تواند دقیق و کارا باشد. در پژوهش کنونی در هر نسل داده‌ها و شجره نسل‌های قبل به فایل داده و شجره اضافه گردید و در هر نسل نسبت به نسل زمان مورد نیاز برای محاسبات اضافه شد. ولی نتایج نشان داد این افزایش هزینه به طور سیستماتیک موجب بهبود صحت پیش‌بینی‌ها نشد.

نتیجه‌گیری

استراتژی اول تاکید زیادی در پیشرفت صفات وزن بدن داشت، بنابراین صفات تولید تخم‌مرغ طی نسل‌های مختلف بهبود قابل قبولی نداشت. به نظر می‌رسد این استراتژی در نهایت منجر به ایجاد گله مادر با توان بالقوه برای تولید گوشت در جوجه‌های تولیدی آن‌ها گردد. استراتژی دوم توانست علاوه بر صفات وزن بدن، صفات تعداد تخم‌مرغ را نیز بهبود دهد، لیکن کاستی این استراتژی در کاهش میانگین ارزش اصلاحی وزن تخم مرغ بود که می‌توان با اندکی تغییر در شاخص انتخاب، حداقل از کاهش آن جلوگیری نمود. بنابراین این استراتژی با بهبود توام و متناسب صفات وزن بدن، سن بلوغ جنسی و تعداد تخم‌مرغ می‌تواند به عنوان یک استراتژی برای گله‌های دو منظوره مطلوب باشد. عدم افزایش ضریب همخونی در هر دو استراتژی به خصوص استراتژی اول نشان داد می‌توان این ویژگی را کنترل کرد. با توجه به عدم افزایش صحت پیش‌بینی‌های ارزش اصلاحی در هر نسل نسبت به نسل قبل (عدم وجود منحنی‌های صعودی در شکل ۶)، می‌توان نتیجه گرفت که در تجزیه‌وتحلیل‌های چند صفتی و وجود گله‌های نسبتاً بزرگ، اضافه نمودن داده‌های نسل‌های گذشته نمی‌تواند صحت پیش‌بینی‌ها را افزایش داده و تنها موجب افزایش هزینه‌های محاسباتی می‌گردد. بنابراین زمانی که هزینه‌های محاسباتی محدود کننده باشد، استفاده از چند نسل داده، می‌توان پارامترهای ژنتیکی را با صحتی قابل قبول برآورد نمود.

REFERENCES

1. Azin Najd, E. & Mehmannavaz, Y. (2016). Analysis of genetic diversity in Iranian West Azerbaijan native fowl using pedigree data. *Genetics in the 3th Millennium*, 14(2), 4270-4277.
2. Caballero, A., Santiago, E. & Toro, M. A. (1996). Systems of mating to reduce inbreeding in selected populations. *Journal of Animal Science*, 62, 431-443.
3. Calik, J. (2011). Genetic and production trends in New Hampshire laying hens over 8 generations. *Acta Scientiarum Polonorum. Zootechnica*, *10*(3).
4. Camci, O., Erensayin, C. & Aktan, S. (2002). Relations between age at sexual maturity and some production characteristics in quails. *J. Arch.Geflugelk*, 66, 280-282.
5. Cassady, J. & Robison, O. W. (2010). *Genetic parameters and their use in swine breeding*. Pork Ind. Handbook. Purdue University Press, 1, 429-432.
6. Chen, G. K., Marjoram, P. & Wall, J. D. (2009). Fast and flexible simulation of DNA sequence data. *Genome research*, 19, 136-142.
7. Dadpasand Taremsari, M. (1999). *Study of genetic trends for production traits of Holstein cattle in Iran*. M.Sc. thesis. Tehran University, Iran.
8. Dagnachew, B. S. & Meuwissen, T. H. (2014). An Iterative Algorithm for Optimal Contribution Selection in Large Scale Breeding Program. In: Proceedings of *the 10th WCGALP*, Aug., Vancouver, pp 23-25.
9. Du Plessis, P. H. C. & Erasmus, J. (1972). The relationship between egg production, egg weight and body weight in laying hens. *World's Poultry Science Journal*, *28*(3), 301-310.
10. Ebrahimzadeh-Allahabad1, A., Mahmodian, Z., Pezeshkian, Z. & Mollaei, A. (2015). Estimation of genetic and phenotypic parameters of some important economic traits in Khazak native hen in Iran. *Animal Genetic Resources*, 57, 99-103.
11. El-Dlebshany, A. E. (2008). The relationship between age at sexual maturity and some productive traits in local chickens strain. *Egypt Poult Science*, *28*(4), 1253-1263.

12. Emamgholi Begli, H., Zerehdaran, S., Hassani, S. & Abbasi M. A. (2011). Estimation of genetic parameters for important economic traits on Yazd native fowl. *Iranian Journal of Animal Science*, 4, 67-70. (in Farsi)
13. Fairfull, R. W., McMillan, I. M. & Muir, W. M. (1998). Poultry breeding: Progress and prospects for genetic improvement of egg and meat production. In: Proceedings of *6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, pp 271-278.
14. Falconer, D. S. (1981). *Introduction to Quantitative Genetics* (2th Ed.). Longman; London and New York.
15. Foroutanifar, S., Mehrbani Yeganeh, H. & Moradi Shahrbabak, M. (2013). Comparison of the accuracy of the estimated traditional and genomic breeding values using single and multi-trait analyses. *Iranian Journal of Animal Science*, 43, 497-504. (in Farsi)
16. Gaynor, R. C., Gorjanc, G. & Wilson, D. L. AlphaSimR: An R Package for Breeding Program Simulations. *Manuscr Prep*.
17. Gharahdaghi, A. A., Ghorbani, Sh., Kamali, M. A. & Abbasi, M. A. (2014). Estimation of parameters and genetic trend of economic traits in native chickens of West Azerbaijan province. *Animal Sciences Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*, 104, 243-254. (in Farsi)
18. Ghorbani, S. H. & Kamali, M. A. (2007). Genetic trend in economic traits in Iranian native fowl. *Pakistan Journal of Biological Science*, 10, 3215-3219.
19. Gibson, J. P. (1995). *An Introduction to the design and economics of animal breeding strategies*. Ph.D. Thesis. University of Guelph. Canada.
20. Gorbani, S. & Gharedaghi, A. A. (2017). Estimation heritability and genetic trend of some economic traits of Esfahan Native fowls. *Animal Sciences Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*, 118, 85-98. (in Farsi)
21. Greenacre, B. C. & Morishita, T. Y. (2015). *Backyard Poultry Medicine and Surgery: A Guide for Veterinary Practitioners*. (1st Ed.). John Wiley & Sons, Inc. Iowa, USA.
22. Haldane, J. (1919). The combination of linkage values and the calculation of distances between the loci of linked factors. *Genetics*, 8, 299-309.
23. Hazel, L. N. (1943) the genetics basis for constructing selection indexes. *Genetics*, 28, 476-490.
24. Hudson, R. R. (2004). ms a program for generating samples under neutral models. *Bioinformatics*, 18, 337-338.
25. Jafarnejad, A., Kamali, M. A., Fatemi, S. J. & Aminafshar, M. (2017). Genetic evaluation of laying traits in Iranian indigenous hens using univariate and bivariate animal models. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 27(1), 20-27.
26. Jilani, M. H., Singh, C. B., Sharma, R. K. & Brijesh, S. (2007). Genetic studies on some economic traits of Rhode Island Red. *Indian Journal of Poultry Science*, 42(1), 50-62.
27. Kianimanesh, H. R., Nejati, A. & Rahimi, G. (2001). Estimation of economic indices for production traits of Iranian native fowls. In: Proceedings of *the first seminar of Genetic, animal breeding, poultry and aquaculture. Iran*, pp. 283-288. (in Farsi)
28. Lacy, R. C. (1989). Analysis of founder representation in pedigrees: Founder equivalents and founder genome equivalents. *Zoo Biology*, 8(2), 111-123.
29. Lwelamira, J., Kifaro, G. C. & Gwakisa, P. S. (2008). On station and on-farm evaluation of two Tanzania chicken ecotypes for body weights at different ages and for egg production. *African Journal of Agricultural Research*, 3(12), 843-851.
30. Medrano, J. F., Ahmadi, A. & Casellas, J. (2010). Dairy cattle breeding simulation program: a simulation program to teach animal breeding principles and practices. *Journal of Dairy Science*, 93, 2816-2826.
31. Meuwissen, T. H. E. (1997). Maximizing the response of selection with a predefined rate of inbreeding. *Journal of Animal Science*, 75, 934-940.
32. Morris, A. J. & Pollott, G. E. (1997). Comparison of selection based on phenotype, selection index and best linear unbiased prediction using data form a closed broiler line. *British Poultry Science*, 38, 249-254.
33. Mrode, R. & Thompson, R. (2005). *Linear models for the prediction of animal breeding values*. CABI.
34. Muir, W. M., Wong, G. K. S., Zhang, Y., Wang, J., Groenen, M. A. M., Crooijmans, R. P. M. A., Megens, H. J., Zhang, H., Okimoto, R., Vereijken, A., Jungerius, A., Albers, G. A. A., Lawley, C. T., Delany, M. E., MacEachern, S. & Cheng, H. H. (2008). Genomewide assessment of worldwide chicken SNP genetic diversity indicates significant absence of rare alleles in commercial breeds. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 105, 17312-17317.
35. Nielsen, H., Roos, N. & Thilsted, S. H. (2003). The impact of semi-scavenging poultry production on the consumption of animal source food by women and girls in Bangladesh. *Journal of Nutrition*, 133, 4027-4030.
36. Pedersen, C. V. (2002). *Productivity of semi-scavenging chickens in Zimbabwe*. Ph.D. hesis. The Royal Veterinary and Agricultural University (RVAU), Denmark.

37. Rahmanian, A., Hafezian, H., Rahimi, G. H., Farhadi, A. & Baneh, H. (2015). Inbreeding depression for economically important traits of Mazandaran native fowls. *British Poultry Science*, 56, 1-8.
38. Rutten, M. J. M., Bijma, P., Woolliams, J. A. & Arendonk, J. A. M. (2002). SelAction: software to predict selection response and rate of inbreeding in livestock breeding programs. *The Journal of Heredity*, 93, 456-458.
39. Schmidt, G. S. & Figueiredo, E. A. P. (2005). Selection for reproductive traits in white egg stock using independent culling levels. *Brazilian Journal of Poultry Science*, *7*(4), 231-235.
40. Shadparvar, A. A. & Enayati, B. (2012). Genetic parameters for body weight and laying traits in Mazandaran native breeder hens. *Iranian Journal of Appl. Animal Science*, 2, 251-256.
41. Sokolowicz, Z., Krawczyk, J. & Swiątkiewicz, S. (2016). Quality of poultry meat from native chicken breeds - a review. *Ann. Anim. Sci*, 16, 347-368.
42. Sun, X., Peng, T. & Mumm, R. H. (2011). The role and basics of computer simulation in support of critical decisions in plant breeding. *Molecular Breeding*, *28*(4), 421-436.
43. Taghizadeh, M., Poorabasali, N., Taghizadeh, M. & Sepahvand, B. (2016). *Applied management native hen production in rural and industrial*. (1st Ed.). Tak Publication. (in Farsi)
44. van Wyk, J. B., Fair, M. D. & Cloete, S. W. P. (2009). The effect of inbreeding on the production and reproduction traits in the Elsenburg Dormer sheep stud. *Livestock Science*, 120(3), 218-24.
45. Wolc, A. (2014). Understanding genomic selection in poultry breeding. *World's Poultry Science Journal*, 70, 309-314.