



## Genetic analysis of birth weight of Holstein cows in Isfahan province and its association with future productive and reproductive traits

Hossein Khoshroo<sup>1</sup> | Hossein Naeemipour Younesi<sup>2</sup> |  
Seyed Homayon Farhangfar<sup>3</sup> | Hadi Sarir<sup>4</sup>

1. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran. E-mail: [h.khoshroo48@gmail.com](mailto:h.khoshroo48@gmail.com)
2. Corresponding Author, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran. E-mail: [hnaeimipour@birjand.ac.ir](mailto:hnaeimipour@birjand.ac.ir)
3. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran. E-mail: [hfarhangfar@birjand.ac.ir](mailto:hfarhangfar@birjand.ac.ir)
4. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran. E-mail: [saririh@birjand.ac.ir](mailto:saririh@birjand.ac.ir)

### Article Info

**Article type:**  
Research Article

### Article history:

Received 9 December 2025  
Received in revised form  
6 May 2026  
Accepted 6 May 2026  
Published online 30 June 2026

### Keywords:

Birth weight  
Bivariate animal model  
Fertility  
Milk production  
Replacement heifer

### ABSTRACT

**Objective:** Birth weight is expected to be correlated with future productive and reproductive traits. Several studies have examined the association between birth weight (BW) of Holstein cows and their productive and reproductive traits. In fact, BW is expected to be associated with some of productive and reproductive traits. The main objective of this research was to conduct a genetic analysis of BW and to evaluate its association with some future productive and reproductive traits of Holstein cows in Isfahan province.

**Method:** A dataset of 51,427 records of dairy cows in 82 herds of Isfahan province during the calving years from 2001 to 2023 was used in this research. The considered traits were BW, 305-day milk yield (MY), 305-day fat yield (FY), 305-day protein yield (PY), days to first service (DFS), days open (DO), number of services per conception (NSPC), and age at first calving (AFC). Genetic analysis was performed using a series of bivariate animal models. Fixed effects of herd, calving year, calving season, and age at first calving, along with the random additive genetic effect were included in the model. The model was fitted to the data using DMU software.

**Results:** Mean BW ( $\pm$  SD) of female calves was  $39.05 \pm 4.52$  kg. The mean values for MY, FY, and PY traits were  $11432 \pm 1731$ ,  $324.09 \pm 90.63$ , and  $301.26 \pm 68.74$  kg, respectively. The mean values for reproductive traits, including DO, DFS, AFC, and NSPC were  $122.8 \pm 45.35$ ,  $68.55 \pm 21.09$ ,  $726 \pm 59.19$  day, and  $1.64 \pm 0.95$ , respectively. Heritability estimates for BW of female calves, MY, FY, and PY were 0.24, 0.26, 0.36, and 0.39, respectively while the heritability estimates for AFC, NSPC, DFS, and DO were 0.15, 0.08, 0.08, 0.02, and 0.02, respectively. Overall, BW of calves had low phenotypic and genetic correlations with their future productive and reproductive traits. Phenotypic and genetic trends for BW were found to be  $-0.26 \pm 0.03$  kg per year and  $0.024 \pm 0.005$  kg per year, respectively, which were statistically significant ( $P < 0.01$ ). The findings of the present research indicated that one kilogram increase in BW of Holstein calves was associated with an increase of 33.77 kg, 0.79 kg, and 0.814 kg for MY, FT, and PY, respectively. Additionally, DFS, DO, AFC, and NSPC in the first lactation period increased by 0.151, 0.115, 0.992 day, and 0.155, respectively.

**Conclusion:** Current research findings showed that BW gain in female calves is predicted to improve productive and reproductive traits in dairy cows. The positive genetic trend for BW suggests that BW genetically increased over the time of period, which implies that this trait has been selected directly or indirectly over the time of period. The moderate heritability estimate of BW suggests that rapid genetic change of BW could affect economically important traits, and hence, a multiple trait selection index is required to design a balanced breeding program for the economic traits.

**Cite this article:** Khoshroo, H., Naeemipour Younesi, H., Farhangfar S. H., & Sarir, H. (2026). Genetic analysis of birth weight of Holstein cows in Isfahan province and its association with future productive and reproductive traits. *Journal of Animal Production*, 28 (2), 155-165. DOI: <https://doi.org/10.22059/jap.2026.407593.623888>





## واکاوای ژنتیکی وزن تولد گاوهای هلستاین استان اصفهان و ارتباط آن با صفات تولیدی و تولیدمثلی آینده

حسین خوشرو<sup>۱</sup> | حسین نعیمی پور یونسی<sup>۲</sup> | سید همایون فرهنگفر<sup>۳</sup> | هادی سریر<sup>۴</sup>

۱. گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران. رایانامه: [h.khoshroo48@gmail.com](mailto:h.khoshroo48@gmail.com)

۲. نویسنده مسئول، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران. رایانامه: [hnaeimipour@birjand.ac.ir](mailto:hnaeimipour@birjand.ac.ir)

۳. گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران. رایانامه: [hfarhangfar@birjand.ac.ir](mailto:hfarhangfar@birjand.ac.ir)

۴. گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران. رایانامه: [saririh@birjand.ac.ir](mailto:saririh@birjand.ac.ir)

### اطلاعات مقاله

### چکیده

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۹/۱۸

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۲/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۲/۱۶

تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۴/۰۹

**هدف:** انتظار می‌رود وزن تولد با صفات تولیدی و تولیدمثلی آینده مرتبط باشد. تا به امروز پژوهش‌های اندکی ارتباط وزن تولد گاوهای هلستاین و صفات تولیدی و تولیدمثلی را بررسی کرده‌اند. بنابراین، هدف از این پژوهش، واکاوای ژنتیکی وزن تولد و ارتباط آن با برخی صفات تولیدی و تولیدمثلی آتی گاوهای هلستاین استان اصفهان بود.

**روش پژوهش:** در این پژوهش، ۵۱۴۲۷ رکورد مربوط به گاوهای شیری ۸۲ گله استان اصفهان طی سال‌های زایش ۱۳۸۰ تا ۱۴۰۲ استفاده شد. صفات موردبررسی شامل وزن تولد، تولید شیر، مقدار چربی و پروتئین ۳۰۵ روز، فاصله زایمان تا اولین تلقیح، روزهای باز، تعداد تلقیح به‌ازای هر آبستنی و سن اولین زایش بودند. واکاوای ژنتیکی صفات مزبور، با مدل دام دومتغیره انجام شد که در آن اثرات ثابت گله، سال و فصل زایش، سن اولین زایش و هم‌چنین اثر تصادفی ژنتیکی افزایشی حیوان، گنجانده شد. مدل مزبور با نرم‌افزار DMU بر داده‌ها برازش داده شد.

**یافته‌ها:** میانگین وزن تولد ( $\pm$  انحراف معیار) گوساله‌های ماده استان اصفهان  $۳۹/۰۵ \pm ۴/۵۲$  کیلوگرم بود. میانگین تولید شیر، مقدار چربی و پروتئین شیر ۳۰۵ روز، به‌ترتیب  $۱۱۴۳۲ \pm ۱۷۳۱$ ،  $۳۲۴/۰۹ \pm ۹۰/۶۳$  و  $۳۰۱/۲۶ \pm ۶۸/۷۴$  کیلوگرم و میانگین صفات تولیدمثلی روزهای باز، زایش تا نخستین تلقیح، سن اولین زایش (روز) و تعداد تلقیح به‌ازای هر آبستنی به‌ترتیب،  $۱۲۲/۸ \pm ۴۵/۳۵$ ،  $۶۸/۵۵ \pm ۲۱/۰۹$ ،  $۶۸/۵۵ \pm ۵۹/۱۹$  روز و  $۱/۶۴ \pm ۰/۹۵$  بود. وراثت‌پذیری وزن تولد گوساله ماده، تولید شیر، مقدار چربی شیر و مقدار پروتئین شیر به‌ترتیب  $۰/۲۶$ ،  $۰/۳۶$ ،  $۰/۳۹$  و  $۰/۳۶$  برآورد شد. هم‌چنین، وراثت‌پذیری صفات تولیدمثلی سن اولین زایش، تعداد تلقیح به‌ازای هر آبستنی، فاصله زایمان تا اولین تلقیح و روزهای باز به‌ترتیب،  $۰/۱۵$ ،  $۰/۰۸$ ،  $۰/۰۸$ ،  $۰/۰۲$  و  $۰/۰۲$  برآورد شد. همبستگی فنوتیپی و ژنتیکی بین وزن تولد گاوهای شیری و صفات تولیدی و تولیدمثلی آینده آن، نزدیک به صفر بود. روند فنوتیپی و ژنتیکی وزن تولد به‌ترتیب،  $-۰/۲۶ \pm ۰/۰۳$  و  $-۰/۲۴ \pm ۰/۰۰۵$  کیلوگرم در سال بود ( $P < ۰/۰۱$ ). با افزایش هر کیلوگرم وزن تولد گاوهای شیری هلستاین، تولید شیر، مقدار چربی و مقدار پروتئین شیر ۳۰۵ روز به‌ترتیب،  $۳۳/۷۷$  و  $۰/۷۹$  و  $۰/۸۱۴$  کیلوگرم و فاصله زایمان تا اولین تلقیح، روزهای باز، سن اولین زایش و تعداد دفعات تلقیح به‌ازای هر آبستنی در نخستین دوره شیردهی به‌ترتیب  $۰/۱۵۱$ ،  $۰/۱۱۵$ ،  $۰/۹۹۲$  روز و  $۰/۱۵۵$  افزایش یافت.

**نتیجه‌گیری:** یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد افزایش وزن تولد گوساله‌های ماده به افزایش صفات تولیدی و تولیدمثلی آن‌ها در آینده منجر می‌شود. روند ژنتیکی مثبت برای وزن تولد نشان‌دهنده انتخاب ژنتیکی مستقیم و غیرمستقیم و موفقیت‌آمیز برای صفات مزبور در طول زمان بوده است. با توجه به وراثت‌پذیری متوسط وزن تولد می‌توان نتیجه‌گیری نمود که تغییرات ژنتیکی سریع در این صفت می‌تواند بر سایر صفات اقتصادی نیز اثرگذار باشد. این مسئله لزوم به‌کارگیری شاخص‌های انتخاب چندصفتی را برای دست‌یابی به بهبود متوازن در کلیه صفات اقتصادی پررنگ می‌سازد.

### کلیدواژه‌ها:

باروری

تولید شیر

تلیسه جایگزین

مدل دام دو صفتی

وزن تولد

**استناد:** خوشرو، حسین؛ نعیمی پور یونسی، حسین؛ فرهنگفر، سیدهمایون و سریر، هادی (۱۴۰۵). واکاوای ژنتیکی وزن تولد گاوهای هلستاین استان اصفهان و ارتباط آن با صفات تولیدی و تولیدمثلی آینده. *نشریه تولیدات دامی*، ۲۸ (۲)، ۱۵۵-۱۶۵. DOI: <https://doi.org/10.22059/jap.2026.407593.623888>



## ۱. مقدمه

وزن تولد، به‌عنوان نخستین صفت قابل اندازه‌گیری آسان در فاصله ۲۴ ساعت پس از زایش تعریف می‌شود، از جایگاه ویژه‌ای در ارزیابی‌های دامپروری برخوردار است. بررسی ارتباط بین وزن تولد گوساله ماده و عملکرد آبی آن‌ها در طول زندگی، برای تعیین وزن بهینه در زمان تولد حائز اهمیت فراوان است (Lopez *et al.*, 2020). درک ارتباط بین ویژگی‌های گوساله در زمان تولد و بازدهی آبی آن، می‌تواند به توسعه استراتژی‌های مدیریتی برای بهینه‌سازی رشد گوساله کمک کرده و امکان گزینش تلیسه‌های جایگزین را براساس سنجش‌های اولیه زندگی که ثبت آن‌ها به نسبت آسان است، فراهم آورد (Wathes *et al.*, 2008). وزن تولد، اگرچه به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر بر سخت‌زایی شناخته می‌شود، اما ممکن است به‌عنوان شاخصی اولیه از عملکرد در طول عمر و معیاری برای انتخاب تلیسه‌هایی با شانس ماندگاری بیش‌تر در گله و تولید شیر بهینه عمل کند (Kamal *et al.*, 2014).

شیوه‌های مدیریتی در اوایل زندگی با طول عمر گله، بهره‌وری و سودآوری مرتبط هستند (Dallago *et al.*, 2025) و بر عملکرد آینده گوساله تأثیر می‌گذارد (Garcia *et al.*, 2021). در گاوهای شیری، وزن تولد گوساله با مرگ‌ومیر در حوالی زایمان، ماندگاری گاو در گله، بروز بیماری‌ها، عملکرد تولیدمثلی و عملکرد شیردهی ارتباط دارد (Johanson & Linden *et al.*, 2009). علاوه بر این، وزن تولد گوساله‌های ماده ممکن است با عملکرد تولیدی و تولیدمثلی آن‌ها در طول عمر مرتبط باشد (López *et al.*, 2018) و در صورت به‌کارگیری درست آن، می‌توان به بهبود برنامه‌های مدیریت گله و افزایش بهره‌وری گاو شیری کمک کرد (Linden *et al.*, 2009). امکان بهبود هم‌زمان صفات رشد و صفات تولیدمثلی در گاوها از راه انتخاب ژنتیکی وجود دارد و برای درک بهتر رابطه بین وزن هنگام تولد و وزن از شیرگرفتن با صفات تولیدمثلی مانند سن هنگام اولین زایش و طول دوره‌ی آبستنی، به پژوهش‌های بیش‌تری نیاز است (Santana *et al.*, 2012).

وزن تولد سنگین‌تر گوساله‌ها بدون درنظرگرفتن سخت‌زایی، با تولید شیر بیش‌تر در مادران گاوهای هلشتاین مرتبط است (Haile-Mariam & Pryce, 2019). وزن تولد بالاتر گوساله ممکن است نشان‌دهنده افزایش اندازه یا عملکرد جفت باشد (Echternkamp, 1993) و این امر با افزایش تولید استروژن جفتی در گاوهای شیری، به‌ویژه استرون و استرادیول -b<sub>17</sub> مرتبط دانسته شده است (Takahashi, 2006). هم‌چنین، وزن تولد بالاتر در بزها نیز با مقادیر بالاتر لاکتوزن جفتی مرتبط گزارش شده است (Hayden *et al.*, 1979). جثه هنگام تولد، شاخصی از رشد جنین است که بیش‌تر توسط محیط رحم مادر تعیین می‌شود. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که محیط رحم مسئول حدود ۶۰ درصد از تغییرات جثه در هنگام تولد است (Brito *et al.*, 2007). در گاو شیری، اندازه هنگام تولد یک پارامتر حیاتی به‌شمار می‌رود، زیرا یکی از عوامل اصلی خطر، برای سخت‌زایی مادر است (Johanson & Berger, 2003).

اندازه نسبی گوساله نسبت به مادر می‌تواند به‌طور بالقوه نقش مهمی در عملکرد شیردهی و باروری آینده مادر داشته باشد. به‌عنوان مثال، تولد یک گوساله بزرگ جثه از یک تلیسه جوان، نسبت به تولد یک گوساله بزرگ جثه از یک گاو بالغ، صرف‌نظر از اثرات سخت‌زایی، می‌تواند تأثیر بیش‌تری بر عملکرد شیردهی و باروری بعدی آن تلیسه داشته باشد. با این وجود، حیوان باید از نظر هرگونه لنگش یا سخت‌زایی در آینده تحت‌نظر باشد (Linden *et al.*, 2009). در گاوهای شکم‌اول، وزن تولد بالاتر گوساله‌ها (۳۴ تا ۳۷ کیلوگرم) در مقایسه با وزن تولد پایین‌تر (۱۵ تا ۲۹ کیلوگرم)، با کاهش ۸۲/۹ کیلوگرم تولید شیر در ۶۰ روز اول شیردهی و افزایش دو روزه فاصله تا اولین تلقیح، همراه بود. در مقابل، در گاوهای چندشکم‌زا، وزن تولد بالاتر گوساله‌ها به افزایش تولید شیر (۶۳/۵۹ کیلوگرم)، مقدار چربی (۴۴/۲ کیلوگرم) و پروتئین (۷۶/۱ کیلوگرم) در ۶۰ روز ابتدایی شیردهی، نسبت به گوساله‌های با وزن تولد پایین‌تر منجر شد (Condon *et al.*, 2009).

(*al.*, 2024). وزن تولد یک صفت اولیه و حیاتی است که تحت تأثیر عوامل محیطی مانند سن و وزن مادر و همچنین ژنتیک والدین قرار دارد. وراثت‌پذیری بالای این صفت، آن را به یک هدف مهم در برنامه‌های بهبود ژنتیکی تبدیل کرده است. با وجود مطالعات پیشین درباره ارتباط وزن تولد گوساله با عملکرد شیردهی مادر، پژوهش‌های اندکی اثر وزن تولد گاوهای شیری را بر صفات تولیدی و تولیدمثلی آینده آن بررسی کرده‌اند. بنابراین، هدف این مطالعه، واکاوی ژنتیکی صفت وزن تولد گوساله ماده استان اصفهان و ارتباط آن با صفات تولیدی و تولیدمثلی آتی در نخستین دوره شیردهی بود.

## ۲. روش‌شناسی پژوهش

### ۲.۱. داده‌های مورد استفاده

در این پژوهش از صفات وزن تولد، تولید شیر، مقدار چربی و پروتئین ۳۰۵ روز، روزهای باز، تعداد روزهای زایش تا نخستین تلقیح و تعداد دفعات تلقیح به‌زای هر آبستنی گاوهای هلشتاین استان اصفهان مربوط به دوره اول شیردهی ۵۱۴۲۷ رأس گاو شیری متعلق به ۸۲ گله که طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۴۰۲ زایش داشتند و توسط شرکت تعاونی وحدت اصفهان جمع‌آوری شده بود، استفاده گردید. حیواناتی که دارای رکوردهای حاوی خطاهای آشکار در تاریخ تولد و تاریخ زایش بودند از مجموعه داده مورد آنالیز حذف گردیدند. ویرایش و آماده‌سازی داده‌ها، با نرم‌افزارهای Excel (نسخه ۲۰۱۳) و SAS (نسخه ۹/۴) انجام شد.

### ۲.۲. آنالیز داده‌ها

عوامل ثابت گله، سال زایش، فصل زایش، وزن تولد و سن هنگام زایش (به‌عنوان متغیر همراه) با رویه GLM در نرم‌افزار SAS بررسی شدند. پارامترهای ژنتیکی وراثت‌پذیری و همبستگی‌های ژنتیکی و فنوتیپی، با نرم‌افزار DMU (نسخه ۶ و ویرایش ۵/۲ (سال ۲۰۱۳)) با مدل دام دوصفتی برآورد شدند (Madsen *et al.*, 2014). برای برآورد اثر وزن تولد گاوهای شیری هلشتاین بر صفات تولیدی و تولیدمثلی از یک مدل دام تک‌صفتی استفاده شد (رابطه ۱).

$$y_{ij} = \mu + HYS_i + \beta_1 AFC_j + \beta_2 BW_j + a_j + e_{ij} \quad (\text{رابطه ۱})$$

که در این رابطه،  $y_{ij}$ : رکورد حیوان  $j$ ;  $\mu$ ، میانگین صفت؛  $HYS_i$ : اثر ثابت گله، سال و فصل زایش؛  $\beta_1$ : ضریب تابعیت اثر سن اولین زایش ( $AFC_j$ )؛  $\beta_2$ : ضریب تابعیت اثر وزن تولد ( $BW_j$ )؛  $a_j$ : اثر تصادفی حیوان و  $e_{ij}$ : اثر تصادفی باقیمانده است. مدل دام دوصفتی (رابطه ۲) برای برآورد مؤلفه‌های (کو) واریانس و محاسبه وراثت‌پذیری، همبستگی‌های ژنتیکی، محیطی و فنوتیپی داده‌ها استفاده شد. این مدل به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & 0 \\ 0 & X_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_1 & 0 \\ 0 & Z_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix} \quad (\text{رابطه ۲})$$

که در این رابطه،  $y_1$  و  $y_2$ : بردار مشاهدات هر صفت،  $X_1$  و  $X_2$ : ماتریس ضرایب شامل مقادیر صفر و یک برای ارتباط رکوردها با اثرات ثابت،  $b_1$  و  $b_2$ : بردار اثرات ثابت برای هر صفت،  $Z_1$  و  $Z_2$ : ماتریس ضرایب شامل مقادیر صفر و یک برای ارتباط رکوردها با اثرات تصادفی حیوان،  $u_1$  و  $u_2$ : بردار اثرات تصادفی حیوان مربوط به هر صفت،  $e_1$  و  $e_2$ : بردار اثرات تصادفی باقیمانده برای هر صفت بودند.

## ۳. یافته‌های پژوهش

### ۳.۱. آمار توصیفی و پارامترهای ژنتیکی صفات تولیدی و تولیدمثلی و روند ژنتیکی و فنوتیپی وزن تولد

آمار توصیفی صفات مورد مطالعه در جدول (۱) آورده شده است. در جدول (۲) با استفاده از مدل دام دوصفتی، وراثت‌پذیری و

همبستگی ژنتیکی و همبستگی فنوتیپی بین وزن تولد گاوهای هلشتاین شیری اصفهان با صفات تولیدی و تولیدمثلی آن ارائه شده است. وراثت‌پذیری صفت وزن تولد و صفات تولیدی متوسط و بالا بود و همبستگی ژنتیکی آن با صفت تولید شیر مثبت و نزدیک به صفر و با صفت مقدار چربی و پروتئین شیر، منفی و نزدیک به صفر بود. وراثت‌پذیری صفات تولیدمثلی و همبستگی فنوتیپی آن‌ها با صفت وزن تولد گاوهای شیری هلشتاین پایین بود. در صفات تولیدمثلی سن اولین زایش، بالاترین وراثت‌پذیری و هم‌چنین همبستگی ژنتیکی و فنوتیپی را با وزن تولد گاوهای شیری هلشتاین داشت. روند فنوتیپی و ژنتیکی وزن تولد به ترتیب  $(0.03 \pm 0.26)$  کیلوگرم/سال و  $(0.05 \pm 0.24)$  کیلوگرم/سال بود ( $P < 0.01$ ). نتایج نشان داد، هرچند به لحاظ فنوتیپی وزن تولد گاوهای هلشتاین شیری استان اصفهان سالانه و به‌طور متوسط ۲۶۰ گرم کاهش یافته است، اما از لحاظ ژنتیکی صفت مزبور به اندازه ۲۴ گرم افزایش پیدا نموده است.

جدول ۱. آمار توصیفی صفات تولیدی و تولیدمثلی گاوهای هلشتاین استان اصفهان

تعداد	سن اولین زایش	زایش تا نخستین تلقیح	روزهای	مقدار پروتئین	مقدار چربی	شیر ۳۰۵ روز	وزن تولد	
تلقیح	(روز)	(روز)	باز	(کیلوگرم)	(کیلوگرم)	(کیلوگرم)	(کیلوگرم)	
۱/۶۴	۷۲۶	۶۸/۵۵	۱۲۲/۸	۳۰۱/۲۶	۳۳۴/۰۹	۱۱۴۳۲	۳۹/۰۵	میانگین
۰/۹۵	۵۹/۱۹	۲۱/۰۹	۴۵/۳۷	۶۸/۷۴	۹۰/۶۳	۱۷۳۱	۴/۵۲	انحراف معیار
۱	۴۶۵	۲۱	۴۱	۱۱/۹۵	۷/۳۳	۳۸۰۰	۱۶	حداقل
۷	۱۴۴۹	۲۹۵	۳۹۹	۹۱۹/۷۱	۹۱۵/۴۵	۱۷۹۰۰	۷۰	حداکثر
۱	۶۹۲	۵۶	۱۰۵	۲۵۲/۶۸	۲۵۹	۱۰۲۴۶	۲۷	چارک اول
۱	۷۱۹	۶۶	۱۳۶	۲۹۸/۶۱	۳۲۰	۱۱۴۲۸	۴۰	چارک دوم
۲	۷۵۶	۲۹۲	۱۸۶	۳۳۹/۰۶	۳۸۱	۱۲۵۶۱	۴۲	چارک سوم

جدول ۲. پارامترهای ژنتیکی صفت وزن تولد گاوهای هلشتاین استان اصفهان با صفات تولیدی و تولیدمثلی

مدل دو صفتی	وراثت‌پذیری وزن تولد	وراثت‌پذیری صفت دوم	همبستگی ژنتیکی	همبستگی فنوتیپی
وزن تولد- تولید شیر	۰/۲۴ ( $\pm 0.01$ )	۰/۲۶ ( $\pm 0.01$ )	۰/۰۶	۰/۱۰
وزن تولد-مقدار چربی شیر	۰/۲۴ ( $\pm 0.01$ )	۰/۳۶ ( $\pm 0.02$ )	- ۰/۰۵	۰/۰۴
وزن تولد-مقدار پروتئین شیر	۰/۲۴ ( $\pm 0.01$ )	۰/۳۹ ( $\pm 0.02$ )	- ۰/۰۶	۰/۰۵
وزن تولد-فاصله زایمان تا اولین تلقیح	۰/۲۴ ( $\pm 0.01$ )	۰/۰۸ ( $\pm 0.01$ )	۰/۱۰	۰/۰۳
وزن تولد- روزهای باز	۰/۲۴ ( $\pm 0.01$ )	۰/۰۳ ( $\pm 0.01$ )	۰/۱۳	۰/۰۱
وزن تولد- تعداد دفعات تلقیح	۰/۲۴ ( $\pm 0.01$ )	۰/۰۸ ( $\pm 0.01$ )	- ۰/۰۵	۰/۰۱
وزن تولد- سن اولین زایش	۰/۲۴ ( $\pm 0.01$ )	۰/۱۵ ( $\pm 0.01$ )	۰/۱۹	۰/۰۸

#### ۴. بحث

در این پژوهش، اثرات گله، سال و فصل زایش و سن اولین زایش بر صفات تولیدی و تولیدمثلی تأثیر داشت که با نتایج Ghoraishy & Rokouei (۲۰۱۳)، Genena و همکاران (۲۰۲۳)، مطابقت داشت. وزن تولد گوساله به‌عنوان یک عامل کلیدی در سهولت زایش شناخته شده و ارتباط مستقیم آن با سخت‌زایی و مرگ‌ومیر پیرامون تولد مشخص گردیده است (Lopez et al., 2020). بنابراین، برآورد وراثت‌پذیری وزن تولد یک گام اولیه برای اجرای برنامه‌های انتخاب مؤثر است. استفاده از این برآوردها برای انتخاب وزن تولد به‌ینه می‌تواند به‌نوبه خود با بهبود صفات رشد و کاهش مشکلات مرتبط با سخت‌زایی، بهره‌وری اقتصادی را افزایش دهد (Lopez et al., 2020).

وراثت‌پذیری وزن تولد در پژوهش حاضر، ۰/۲۴ بود. وراثت‌پذیری وزن تولد توسط طاهری‌دزفولی (۱۳۹۲)، ۰/۳۷، Chud و همکاران (۲۰۱۴)، ۰/۲۵، Lopez و همکاران (۲۰۲۰)، ۰/۲۲، Aytekin و همکاران (۲۰۱۹)، ۰/۱۵، Yin & König (۲۰۱۸)،

Hu، ۰/۴۷ و همکاران (۲۰۲۳)، ۰/۱۳ و Ibrahim و همکاران (۲۰۲۴)، ۰/۰۷ گزارش شده است. وراثت‌پذیری وزن تولد در گوساله‌های ماده از گوساله‌های نر کم‌تر گزارش شده است (Bourdon & Brinks, 1982). با توجه به نتایج این پژوهش، وراثت‌پذیری وزن تولد گوساله‌های ماده در دامنه گزارش‌های پیشین بود و با بسیاری از برآوردها در جمعیت هلشتاین ایران و سایر کشورها هم‌خوانی داشت. وراثت‌پذیری متوسط وزن تولد گوساله‌های ماده، امکان کنترل مؤثر وزن تولد از طریق انتخاب گاو نرهای با ارزش اصلاحی مناسب برای وزن تولد یا سهولت زایش را فراهم می‌کند و همزمان اجازه می‌دهد در صورت نیاز، از کاهش بیش از حد یا افزایش نامطلوب آن جلوگیری شود (Aytekin et al., 2019).

در جمعیت مورد مطالعه گاوهای هلشتاین استان اصفهان، وزن تولد در سطح فنوتیپی به‌طور متوسط سالیانه ۲۶۰ گرم کاهش و در سطح ژنتیکی ۲۴ گرم افزایش نشان داد. در گوساله‌های فریزین مصر روند ژنتیکی تفاوت معنی‌داری با صفر نداشت که حاکی از عدم تغییر معنی‌دار در شایستگی ژنتیکی برای وزن تولد طی حدود ۴۵ سال بود (Genena et al., 2023). روند ژنتیکی و فنوتیپی وزن تولد گوساله‌های نجدی به‌ترتیب ۶۰ و ۷۰ گرم در سال برآورد شد (طاهری دزفولی و همکاران، ۱۴۰۱). روند ژنتیکی وزن تولد گوساله‌های گوستی نژاد نلور برزیل ۷۳ گرم در سال گزارش شد (Chud et al., 2014). روند ژنتیکی نتایج پژوهش حاضر با نتایج طاهری دزفولی (۱۴۰۱) و Chud و همکاران (۲۰۱۴) مطابقت داشت، اما روند فنوتیپی با نتایج طاهری دزفولی (۱۴۰۱) مغایرت داشت.

با توجه به نتایج پژوهش حاضر، وراثت‌پذیری تولید شیر، مقدار چربی و مقدار پروتئین شیر ۳۰۵ روز، به‌ترتیب ۰/۲۶، ۰/۳۶ و ۰/۳۹ و همبستگی ژنتیکی و فنوتیپی وزن تولد با تولید شیر ۳۰۵ روز به‌ترتیب ۰/۰۶ و ۰/۱، همبستگی ژنتیکی و فنوتیپی وزن تولد با مقدار چربی به‌ترتیب ۰/۰۵- و ۰/۰۴- و همبستگی ژنتیکی و فنوتیپی وزن تولد با مقدار پروتئین به‌ترتیب ۰/۰۶- و ۰/۰۵ بود. وراثت‌پذیری تولید شیر، توسط نوری نائینی (۱۳۹۱)، ۰/۲۷، Campos و همکاران (۲۰۱۵)، ۰/۲۱، Abdel-Hamid و همکاران (۲۰۱۷)، ۰/۳۳، Ismael و همکاران (۲۰۲۱)، ۰/۱۸، Tohidi و Nazari (۲۰۲۳)، ۰/۲۹ و Stefani و همکاران (۲۰۲۱) ۰/۱۵ گزارش شد. همبستگی ژنتیکی و فنوتیپی تولید شیر روز آزمون زایش اول و تولید شیر روز آزمون زایش دوم با وزن تولد گوساله، به‌ترتیب ۰/۰۵ و ۰/۰۱- بود و گزارش شد اصلاح‌نژاد برای وزن تولد، تأثیر مستقیم قابل‌توجهی بر تولید شیر نخواهد داشت (Yin & König, 2018).

وراثت‌پذیری مقدار چربی و پروتئین شیر به‌ترتیب، توسط Campos و همکاران (۲۰۱۵)، ۰/۲۴ و ۰/۱۷، Abdel-Hamid و همکاران (۲۰۱۷)، ۰/۳۷، ۰/۳۲، Ismael و همکاران (۲۰۲۱)، ۰/۱۳، ۰/۱۷ و Tohidi & Nazari (۲۰۲۳)، ۰/۲۲ و ۰/۲۴ گزارش شد. همبستگی ژنتیکی مقدار چربی شیر روز آزمون زایش اول و هم‌چنین مقدار چربی شیر روز آزمون زایش دوم با وزن تولد گوساله به‌ترتیب، ۰/۰۶- و ۰/۰۵- و همبستگی فنوتیپی آن‌ها با وزن تولد صفر گزارش شد. همبستگی ژنتیکی مقدار پروتئین شیر روز آزمون زایش اول و مقدار پروتئین شیر روز آزمون زایش دوم با وزن تولد گوساله، به‌ترتیب ۰/۰۴ و ۰/۰۵ و همبستگی فنوتیپی آن‌ها با وزن تولد ۰/۰۱- بود (Yin & König, 2018). نتایج این پژوهش با نتایج سایر پژوهش‌گران در خصوص همبستگی ژنتیکی بسیار کم و نزدیک به صفر بین وزن تولد با تولید شیر و مقدار چربی و پروتئین مطابقت داشت، بنابراین وزن تولد و صفات تولید شیر و مقدار چربی از نظر ژنتیکی مستقل از یکدیگر هستند (Legault & Touchberry, 1962; Yin & König, 2018).

در پژوهش حاضر، با افزایش هر کیلوگرم وزن تولد گاوهای شیری، تولید شیر، مقدار چربی و مقدار پروتئین شیر ۳۰۵ روز در نخستین دوره شیردهی به‌ترتیب ۳۳/۷۷، ۰/۷۹ و ۰/۸۱۴ کیلوگرم افزایش یافت. مقدار تولید شیر در گاو میش‌هایی که وزن تولد گوساله‌های آن‌ها کم‌تر از ۲۶/۸۲ کیلوگرم بود در مقایسه گروه با وزن تولد بیش‌تر از ۲۶/۸۲ کیلوگرم، اختلاف معنی‌داری نداشتند (Akçam & Kul, 2024). نتایج پژوهش‌های پیشین نشان داد، گوساله‌های ماده با وزن تولد

پایین، در آینده شیر کمتری تولید می‌کنند (Ghoraiшы & Rokouei, 2013) و افزایش وزن تولد گوساله‌های ماده با افزایش تولید شیر ۳۰۵ روز، مقدار چربی و پروتئین شیر آن‌ها همراه بود (Atashi, 2021). همچنین، گاوهایی که گوساله ماده با وزن تولد بالا به دنیا می‌آورند، تولید شیر ۳۰۵ روز بیشتری دارند (Genena et al., 2023).

افزایش وزن تولد گوساله‌ها با بهبود عملکرد شیردهی در مادران همراه بود، به طوری که به ازای افزایش هر کیلوگرم افزایش وزن تولد گوساله در زایش‌های تک‌قلو، تولید شیر، مقدار چربی و پروتئین مادران‌شان به ترتیب ۳۴/۳، ۰/۸۷ و ۰/۹۷ کیلوگرم و در زایش‌های دوقلو، به ترتیب ۳۱/۷، ۰/۶۱ و ۰/۶۶ کیلوگرم افزایش یافت و اثر وزن تولد گوساله‌ها بر عملکرد شیردهی مادران در تک‌قلوها بیش‌تر از دوقلوها بود (Atashi et al., 2012). وزن تولد بالاتر گوساله، همواره با افزایش تولید شیر مادر همراه بوده است. این ارتباط میان وزن تولد گوساله‌ها با عملکرد شیردهی مادر و سخت‌زایی، نشان‌دهنده ضرورت ارزیابی ژنتیکی برای وزن تولد گوساله در گاوهای هلشتاین است (Asadi et al., 2019). هر چند وزن تولد بالاتر به دلیل افزایش احتمال سخت‌زایی، با کاهش بقای گوساله و گاو و افزایش هزینه‌های دامپزشکی همراه بود، اما رابطه‌ی خطی آن با عملکرد شیردهی آن‌ها در آینده باید در ارزیابی‌های اقتصادی مورد توجه قرار گیرد (Asadi et al., 2019; Atashi, 2021). نتایج این پژوهش با پژوهش‌های Atashi و همکاران (۲۰۱۲)، Asadi و همکاران (۲۰۱۹)، Rokouei و Ghoraiшы (۲۰۱۳)، Atashi (۲۰۲۱) و Genena و همکاران (۲۰۲۳) مطابقت داشت، اما با گزارش Akçam و Kul (۲۰۲۴) و همکاران (۲۰۲۴) مغایرت داشت.

در این پژوهش، وراثت‌پذیری صفات تولیدمثلی در دامنه ۰/۰۳ (روزهای باز) و ۰/۱۵ (سن اولین زایش) قرار داشت. همبستگی فنوتیپی و ژنتیکی صفات تولیدمثلی و تولیدی با وزن تولد پایین بود. ابراهیمی و همکاران (۱۴۰۱) میانگین صفات روزهای باز، سن در اولین زایش و تعداد تلقیح به ازای هر آبستنی را به ترتیب ۱۳۹/۲، ۸۸۸/۳ روز و ۲/۱ گزارش کردند که موارد گزارش شده در این پژوهش از نتایج آن‌ها به مراتب کمتر بود. آن‌ها همچنین وراثت‌پذیری صفات فوق را به ترتیب ۰/۰۶، ۰/۲ و ۰/۰۸ برآورد کردند. وراثت‌پذیری روزهای باز (۰/۱۷) و فاصله از زایش تا اولین تلقیح (۰/۳۴)، و همبستگی ژنتیکی وزن تولد (فرزندان) با صفات تولیدمثلی (مادران) روزهای باز (۰/۲۸۷)، فاصله زایش تا اولین تلقیح (۰/۱۰۱) و همبستگی‌های فنوتیپی وزن تولد فرزندان با روزهای باز (۰/۱۷-) و فاصله از زایش تا اولین تلقیح (۰/۰۵-) گزارش شد (Hu et al., 2023). وراثت‌پذیری روزهای باز گاوهای هلشتاین مصر ۰/۰۶ گزارش شد (Abdel-Hamid et al., 2017).

نوری نائینی (۱۳۹۱) وراثت‌پذیری صفات تعداد تلقیح به ازای هر آبستنی و روزهای باز را به ترتیب ۰/۰۴۸ و ۰/۰۷۶ گزارش کرد. وراثت‌پذیری روزهای باز در همه گزارش‌ها به جز، Hu و همکاران (۲۰۲۳) از نتایج این پژوهش بالاتر بود، اما در مورد تعداد تلقیح به ازای هر آبستنی نتایج این پژوهش با سایر پژوهش‌ها مطابقت داشت و از گزارش نوری نائینی (۱۳۹۱) بیش‌تر بود. همبستگی ژنتیکی و همبستگی فنوتیپی صفات فوق، با نتایج Hu و همکاران (۲۰۲۳) مطابقت داشت.

وراثت‌پذیری سن اولین زایش توسط Stefani و همکاران (۲۰۲۱)، ۰/۲۷، و Tohidi & Nazari (۲۰۲۳)، ۰/۱۶ و Ibrahim و همکاران (۲۰۲۴)، ۰/۰۹ برآورد شد. نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های مرتبط در گاوهای ایران هم‌سو بود و از نتایج Stefani و همکاران (۲۰۲۱) کمتر، اما از نتایج Ibrahim و همکاران (۲۰۲۴) بیش‌تر بود. در پژوهش حاضر، اکثر صفات باروری، وراثت‌پذیری پایین داشتند و به شدت تحت تأثیر عوامل محیطی بودند و بهبود آن‌ها مستلزم مدیریت دقیق‌تر بود که با نتایج سایر پژوهش‌گران مطابقت داشت بود. تفاوت‌های مشاهده‌شده در مقدار وراثت‌پذیری، بیش‌تر می‌تواند ناشی از تفاوت بین نژادها، حجم داده‌های مورد استفاده، تفاوت در مدل آماری مورد استفاده و روش برآورد پارامتر، و همچنین در نظر گرفتن یا در نظر نگرفتن اثرات مادری باشد (Boldt et al., 2018).

در پژوهش حاضر همبستگی ژنتیکی و فنوتیپی بین وزن تولد گوساله ماده با سن اولین زایش به ترتیب ۰/۱۹ و ۰/۰۸

بود. همبستگی ژنتیکی و فنوتیپی بین وزن تولد گوساله با سن اولین زایش مادران توسط Lopez و همکاران (۲۰۲۰)، به ترتیب ۰/۳۳ و ۰/۰۶ گزارش گردید که همبستگی ژنتیکی بالاتری نسبت به پژوهش حاضر داشتند. Ibrahim و همکاران (۲۰۲۴) همبستگی ژنتیکی بین وزن تولد و سن اولین زایش را ۰/۳۲- گزارش کردند که با نتایج پژوهش حاضر به لحاظ مقدار و جهت مغایرت داشت. در پژوهش حاضر با افزایش هر کیلوگرم وزن تولد گاوهای شیری، فاصله زایمان تا اولین تلقیح، ۰/۱۵۱، روزهای باز، ۰/۱۱۵، سن اولین زایش ۰/۹۹۲ روز و تعداد تلقیح به ازای هر آبستنی، ۰/۱۵۵ در نخستین دوره شیردهی افزایش یافت.

گوساله‌های ماده با وزن تولد بالا، برای آبستن شدن به تعداد تلقیح بیشتری (۲/۱) نسبت به گروه‌های وزن تولد پایین (۱/۷) و وزن تولد متوسط (۱/۹) نیاز داشتند. همچنین سن اولین زایش گوساله‌های با وزن تولد پایین (۸۰۷/۵ روز)، به مراتب پایین‌تر از گوساله‌های با وزن تولد بالا (۸۶۷/۳ روز) بود (Lim et al., 2012). سن اولین زایش در گروه گاو می‌ش‌هایی که وزن تولد گوساله آن‌ها کمتر از ۲۶/۸۲ کیلوگرم بود در مقایسه با گروهی که وزن تولد گوساله آن‌ها بیش‌تر از ۲۶/۸۲ کیلوگرم بود، اختلاف نداشت (Akçam & Kul, 2025). در پژوهش‌های گذشته، گزارش شده است گوساله‌های با وزن تولد سبک‌تر، سن اولین زایش بیشتری در مقایسه با گوساله‌های با وزن تولد سنگین‌تر داشتند (Costa et al., 2021) و افزایش وزن تولد گوساله‌های ماده با کاهش سن اولین زایش آن‌ها همراه بود (Ghoraihy & Rokouei, 2013; Atashi, 2021). نتایج این پژوهش مطابق با نتایج Lim و همکاران (۲۰۱۲) و مغایر با نتایج Costa و همکاران (۲۰۲۱)، Akçam و Kul (۲۰۲۵)، Ghoraihy و Rokouei (۲۰۱۳) و Atashi (۲۰۲۱) بود.

## ۵. نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد افزایش وزن تولد گوساله‌های ماده منجر به افزایش صفات تولیدی و تولیدمثلی آن‌ها در آینده می‌شود. روند ژنتیکی مثبت برای وزن تولد نشان‌دهنده انتخاب ژنتیکی مستقیم و غیرمستقیم و موفقیت‌آمیز برای صفات مزبور در طول زمان بوده است. با توجه به وراثت‌پذیری متوسط وزن تولد می‌توان نتیجه‌گیری نمود که تغییرات ژنتیکی سریع در این صفت می‌تواند بر سایر صفات اقتصادی نیز اثرگذار باشد. این مسئله لزوم به‌کارگیری شاخص‌های انتخاب چندصفتی را برای دستیابی به بهبود متوازن در کلیه صفات اقتصادی پررنگ می‌سازد و وزن تولد گوساله ماده لازم است به‌عنوان یک صفت مهم در برنامه اصلاح نژاد گاو شیری در نظر گرفته شود.

## ۶. ملاحظات اخلاقی

نویسندگان اصول اخلاقی را در انجام و انتشار این پژوهش علمی رعایت نموده‌اند و این موضوع مورد تأیید همه آن‌هاست.

## ۷. مشارکت نویسندگان

**حسین خوشرو:** تهیه گزارش پایان‌نامه پژوهش و آنالیز داده‌ها؛

**حسین نعیمی پور یونسی:** استاد راهنمای پایان‌نامه، طراحی پژوهش، نظارت بر مراحل انجام پژوهش، بررسی و کنترل نتایج، اصلاح، نوشتن و بازبینی و نهایی‌سازی مقاله؛

**سید همایون فرهنگ‌فر:** مطالعه و بازبینی مقاله؛

**هادی سریر:** مطالعه و بازبینی مقاله.

## ۸. تعارض منافع

هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

## ۹. حامی مالی

حمایت مالی از این پژوهش از طرف دانشگاه بیرجند، پردیس کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست در قالب پژوهانه پایان نامه دانشجویی نویسنده اول و همچنین پژوهانه برای سایر نویسندگان انجام شده است.

## ۱۰. تشکر و قدردانی

از شرکت تعاونی کشاورزان و دامپروران صنعتی وحدت اصفهان به خاطر در اختیار قراردادن داده‌های مورد نیاز، تشکر و قدردانی می‌گردد.

## ۱۱. منابع

- ابراهیمی، خدیجه؛ رکوعی، محمد؛ داشاب، غلامرضا؛ فرجی آروق؛ هادی، مقصودی؛ علی و حسنی بافرانی، علیرضا (۱۴۰۱). فراتحلیل فراسنجه‌های مختلف محیطی و ژنتیکی صفات مرتبط با باروری در گاوهای شیری. *پژوهش‌های تولیدات دامی*، ۱۳(۳۸)، ۱۶۲-۱۷۵.
- طاهری دزفولی؛ بهاره، ساور سفلی؛ سیما، مشایخی؛ محمدرضا و عالم‌زاده، بهالدین (۱۳۹۲). برآورد روند ژنتیکی، فنوتیپی و محیطی صفات وزن تولد و وزن از شیرگیری در گوساله‌های نژاد نجدی. *نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان*، ۱(۴)، ۱۴۳-۱۵۶.
- نوری نایینی، ندا (۱۳۹۱). برآورد پارامترهای ژنتیکی صفات مرتبط با نرخ‌گیری در گله‌های گاو شیری هلشتاین. دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده کشاورزی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد.

## References

- Abdel-Hamid, T. M., El-Bayoumi, K. M., El-Tarabany, M. S., & Sherief, W. R. (2017). Genetic parameters, breeding values and genetic trends for some productive and reproductive traits of Holstein cows in Egypt. *Zagazig Veterinary Journal*, 45(Supplementary 1), 142-154. <https://doi.org/10.21608/zvjz.2019.28659>.
- Aytekin, İ., Doğan, Ş., Odacı, Ö., & Gökcan, G. (2019). Estimation of variance components for birth and weaning weights in Holstein-friesian calves by using WOMBAT software. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 33(2), 88-93. <https://doi.org/10.15316/sjafs.2019.161>.
- Akçam, S., & Kul, E. (2025). Effects of birth weight and growth traits on the first lactation milk yield and reproduction characteristics in Anatolian buffaloes. *Archives Animal Breeding*, 68(1), 193-199. <https://doi.org/10.5194/aab-68-193-2025>
- Asaadi, A., Shiebani, F., & Atashi, H. (2019). Calf birth weight and its association with dam's subsequent lactation performance and lactation curve in Holstein dairy cows in Iran. *Archiva Zootechnica*, 22(1), 87-101.
- Atashi, H., Zamiri, M. J., & Sayyadnejad, M. B. (2012). Effect of twinning and stillbirth on the shape of lactation curve in Holstein dairy cows of Iran. *Archives Animal Breeding*, 55(3), 226-233. <https://doi.org/10.5194/aab-55-226-2012>
- Atashi, H. (2021). Birthweight of female Holstein dairy cows is associated with subsequent lactation performance. *Animal Production Science*, 61(14), 1412-1417. <https://doi.org/10.1071/an21023>
- Boldt, R. J., Speidel, S. E., Thomas, M. G., & Enns, R. M. (2018). Genetic parameters for fertility and production traits in Red Angus cattle. *Journal of Animal Science*, 96(10), 4100-4111. <https://doi.org/10.1093/jas/sky294>

- Bourdon, R., & Brinks, J. (1982). Genetic, environmental and phenotypic relationships among gestation length, birth weight, growth traits and age at first calving in beef cattle. *Journal of Animal Science*, 55(3), 543-553. <https://doi.org/10.2527/jas1982.553543x>
- Brito, L. F., Barth, A. D., Rawlings, N. C., Wilde, R. E., Crews Jr, D. H., Mir, P. S., & Kastelic, J. P. (2007). Effect of nutrition during calthood and peripubertal period on serum metabolic hormones, gonadotropins and testosterone concentrations, and on sexual development in bulls. *Domestic Animal Endocrinology*, 33(1), 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2006.04.001>
- Campos, R. V., Cobuci, J. A., Kern, E. L., Costa, C. N., & McManus, C. M. (2015). Genetic parameters for linear type traits and milk, fat, and protein production in Holstein cows in Brazil. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 28(4), 476. <https://doi.org/10.5713/ajas.14.0288>
- Chud, T. C., Caetano, S. L., Buzanskas, M. E., Grossi, D. A., Guidolin, D. G., Nascimento, G. B., ... & Munari, D. P. (2014). Genetic analysis for gestation length, birth weight, weaning weight, and accumulated productivity in Nellore beef cattle. *Livestock Science*, 170, 16-21. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.09.024>
- Condon, T., Murphy, C., Sleator, R., Ring, S., & Berry, D. (2024). The association between calf birth weight and the postcalving performance of its dairy dam in the absence of dystocia. *Journal of Dairy Science*, 107(6), 3688-3699. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-24164>
- Costa, A., Boselli, C., & De Marchi, M. (2021). Effect of body weight and growth in early life on the reproductive performances of Holstein heifers. *Agriculture*, 11(2), 159. <https://doi.org/10.3390/agriculture11020159>
- Dallago, G. M., Warner, D., & Vasseur, E. (2025). Early-life management practices and their association with dairy herd longevity, productivity, and profitability. *Journal of Dairy Science*, 108(8), 8594-8605. <https://doi.org/10.3168/jds.2024-26191>
- Ebrahimi, K., Rokouei, M., Dashab, G. R., Faraji Arouq, H., Maghsoudi, A., & Hasani Bafarani, A. (2023). Meta-analysis of various environmental and genetic parameters associated with fertility traits in dairy cattle. *Animal Production Research*, 13(38), 162-175. (In Persian).
- Echternkamp, S. (1993). Relationship between placental development and calf birth weight in beef cattle. *Animal Reproduction Science*, 32(1-2), 1-13. [https://doi.org/10.1016/0378-4320\(93\)90053-t](https://doi.org/10.1016/0378-4320(93)90053-t)
- Garcia, M., Montgomery, S. R., Moisés, S. J., Hanzlicek, G. A., Hulbert, L. E., & Bradford, B. J. (2021). Effects of milk feeding strategies on short-and long-term productivity of Holstein heifers. *Journal of Dairy Science*, 104(4), 4303-4316. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19364>
- Genena, S. K., & Ebrahim, S. Z. (2023). Impact of calves gender birth weights on predicting the future performance of Friesian cattle under farm conditions. *Journal of Advanced Veterinary Research*, 13(10), 1907-1913. <https://doi.org/10.21608/jappmu.2022.142502.1040>
- Ghoraishy, S. H., & Rokouei, M. (2013). Impact of birth weight of Iranian Holstein calves on their future milk production and reproductive traits. *Journal of Livestock Science and Technologies*, 1(2), 39-44.
- Haile-Mariam, M., & Pryce, J. E. (2019). Genetic evaluation of gestation length and its use in managing calving patterns. *Journal of dairy science*, 102(1), 476-487. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14981>
- Hayden, T., Thomas, C., & Forsyth, I. A. (1979). Effect of number of young born (litter size) on milk yield of goats: Role for placental lactogen. *Journal of Dairy Science*, 62(1), 53-57. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(79\)83201-4](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(79)83201-4)
- Hu, H., Li, F., Mu, T., Han, L., Feng, X., Ma, Y., Jiang, Y., Xue, X., Du, B., & Li, R. (2023). Genetic analysis of longevity and their associations with fertility traits in Holstein cattle. *Animal*, 17(6), 100851. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2024.101177>
- Ibrahim, A. K., Moumouni, I., & Mogueza, C. (2024). The Azawak zebu bred at the Toukounous experimental centre in Niger: Reproduction performance and estimation of genetic parameters. *Tropical Animal Health and Production*, 56(8), 334. <https://doi.org/10.1007/s11250-024-04190-w>
- Ismael, H., Janković, D., Stanojević, D., Bogdanović, V., Trivunović, S., & Djedović, R. (2021). Estimation of heritability and genetic correlations between milk yield and linear type traits in primiparous Holstein-Friesian cows. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 50, e20200121. <https://doi.org/10.37496/rbz5020200121>
- Johanson, J., & Berger, P. (2003). Birth weight as a predictor of calving ease and perinatal mortality in Holstein cattle. *Journal of Dairy Science*, 86(11), 3745-3755. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(03\)73981-2](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(03)73981-2)

- Kamal, M. M., Van Eetvelde, M., Depreester, E., Hostens, M., Vandaele, L., & Opsomer, G. (2014). Age at calving in heifers and level of milk production during gestation in cows are associated with the birth size of Holstein calves. *Journal of Dairy Science*, 97(9), 5448-5458. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-7898>.
- Legault, C. R., & Touchberry, R. (1962). Heritability of birth weight and its relationship with production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 45(10), 1226-1233. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(62\)89600-3](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(62)89600-3)
- Lim, H.-J., Son, J.-K., Yoon, H.-B., Baek, K.-S., & Kwon, E.-G. (2012). Effect of calf birth weight on the subsequent fertility of Holstein heifers. *Journal of Embryo Transfer*, 27(2), 81-85.
- Linden, T., Bicalho, R., & Nydam, D. (2009). Calf birth weight and its association with calf and cow survivability, disease incidence, reproductive performance, and milk production. *Journal of Dairy Science*, 92(6), 2580-2588.
- Lopez, B. I., Santiago, K. G., Seo, K., Jeong, T., Park, J.-E., Chai, H.-H., Park, W., & Lim, D. (2020). Genetic parameters of birth weight and weaning weight and their relationship with gestation length and age at first calving in Hanwoo (*Bos taurus* Coreanae). *Animals*, 10(6), 1083. <https://doi.org/10.3390/ani10061083>
- López, E., Véliz, F. G., Carrillo, E., De Santiago, Á., García, J. E., & Mellado, M. (2018). Effect of birth weight, weaning weight and preweaning weight gain on fertility of Holstein heifers under hot Mexican conditions. *Slovenian Veterinary Research*, 55(1). <https://doi.org/10.26873/svr-394-2017>
- Madsen, P., Jensen, J., Labouriau, R., Christensen, O. F., & Sahana, G. (2014). *DMU-a package for analyzing multivariate mixed models in quantitative genetics and genomics*. 10<sup>th</sup> World Congress on Genetics Applied to Livestock Production (WCGALP).
- Noori Nayini, N. (2012). Estimation of genetic parameters of traits related to conception rate in Holstein dairy herds. *M.Sc. Thesis, Isfahan University of Technology, Faculty of Agriculture*. (In Persian).
- Santana Jr, M., Eler, J. P., Ferraz, J. B. S., & Mattos, E. (2012). Genetic relationship between growth and reproductive traits in Nellore cattle. *Animal*, 6(4), 565-570. <https://doi.org/10.1017/s1751731111001856>
- Stefani, G., Brandão Aquaroli, D., Batista Gonçalves Costa Júnior, J., Santana Júnior, M. L., Tonhati, H., Sesana, R. C., & El Faro, L. (2021). Genetic parameters for dystocia, milk yield and age at first calving in Brazilian Holstein cows. *Journal of Applied Animal Research*, 49(1), 1-5. <https://doi.org/10.1080/09712119.2020.1856115>
- Taheri Dezfouli, B., Saver Safli, S., Mashaieghi, M. R., & Alamzadeh, B. (2013). Estimation of genetic, phenotypic and environmental trends of birth weight and weaning weight traits in Najdi breed calves. *Journal of Ruminant Research*, 1(4), 143-156. (In Persian).
- Takahashi, T. (2006). Biology of the prolactin family in bovine placenta. I. Bovine placental lactogen: Expression, structure and proposed roles. *Animal Science Journal*, 77(1), 10-17. <https://doi.org/10.1111/j.1740-0929.2006.00314.x>
- Tohidi, R., & Nazari, B. M. (2023). Estimation of genetic parameters of the productive and reproductive traits in Iranian Holstein cattle using single and repeated records. *Tropical Animal Health and Production*, 55(6), 398. <https://doi.org/10.1007/s11250-023-03815-w>
- Wathes, D. C., Brickell, J. S., Bourne, N. E., Swali, A., & Cheng, Z. (2008). Factors influencing heifer survival and fertility on commercial dairy farms. *Animal*, 2(8), 1135-1143. <https://doi.org/10.1017/s1751731108002322>
- Yin, T., & König, S. (2018). Genetic parameters for body weight from birth to calving and associations between weights with test-day, health, and female fertility traits. *Journal of Dairy Science*, 101(3), 2158-2170. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13835>