14(1) 67-74, Spring 2022

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Estimation of genotype by climate interaction, variance component and heritability for fertility traits in Holstein population of Iran

Farzad Atrian Afiani [1], Sahereh Jozey Shekalgorabi [2], Mehdi Amin Afshar [1], Ali Asghar Sadeghi [1]*

[1] *Department of Animal Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran*
[2] *Department of Animal Science, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran*

Key Words

Fertility traits
Genotype×Environmental
Geographical conditions

Abstract

Introduction: The aim of this study was to evaluate the mutual effects of genotype and environment and also to estimate genetic parameters for fertility traits (age of first calving and interval between two calvings) in Holstein cows in different climates of Iran.
Materials & Methods: The required information was collected at Karaj Livestock Breeding Center between 2001 and 2017. This information was divided into three moderate, semi-cold and cold environments based on climatic conditions. Covariance components and genetic correlation were estimated based on the three-trait model and the restricted maximum likelihood method. Each attribute in each climate was considered as independent attributes.
Results: The heritability of fertility traits was higher in cold climate and the age of the first birth and the interval between two births were 0.217 and 0.058, respectively. Also, these traits performed better in cold climates. The genetic correlation for the age of the first birth trait was in the range of 0.857 to 0.897, and for the trait of the interval between two births, it was between 0.487 and 0.859. The estimation of genetic correlation in this research showed that the mutual effects of genotype and environment, especially for the trait of interval between two births, caused different genetic expression of animals in different climates.
Conclusion: These results showed that the mutual effects of genotype and environment between different climates can change the performance of male cattle and not considering these effects may cause errors in breeding programs.

* Corresponding Author's email: joezy5949@gmail.com
Received: 28 February 2021; Reviewed: 4 April 2021; Revised: 6 June 2021; Accepted: 6 July 2021
(DOI): 10.22034/AEJ.2021.279436.2488

مقاله پژوهشی

برآورد پارامترهای ژنتیکی برخی صفات باروری و بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط در گاو هلشتاین

فرزاد عطریان‌افیانی[۱]، ساحره جوزی‌شکالگورابی[۲*]، مهدی امین‌افشار[۱]، علی‌اصغر صادقی[۱]*

[۱] گروه علوم دامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[۲] گروه علوم دامی، واحد شهرقدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

کلمات کلیدی

صفات باروری
اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط
شرایط اقلیمی

چکیده

مقدمه: هدف این مطالعه ارزیابی اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط و هم‌چنین برآورد پارامترهای ژنتیکی برای صفات باروری (سن اولین زایش و فاصله بین دو زایش) در گاوهای نژاد هلشتاین در بین اقلیم‌های مختلف ایران بود.

مواد و روش‌ها: اطلاعات مورد نیاز در مرکز اصلاح نژاد دام کرج بین سال‌های ۸۱ تا ۹٦ جمع‌آوری شد. این اطلاعات براساس شرایط اقلیمی به سه محیط معتدل، نیمه‌سرد و سرد تقسیم شد. اجزای کواریانس و همبستگی ژنتیکی براساس مدل سه‌صفتی و با روش حداکثر درست‌نمایی محدود شده براورد شد. هرصفت درهر اقلیم به‌عنوان صفات مستقل در نظر گرفته‌شد.

نتایج: میزان وراثت‌پذیری صفات باروری در اقلیم سرد بالاتر و برای سن اولین زایش و فاصله بین دو زایش به‌ترتیب برابر ۰/۲۱۷ و ۰/۰۵۸ بود. هم‌چنین این‌صفات در اقلیم سرد عملکردمناسب‌تری داشتند. همبستگی ژنتیکی برای‌صفت سن اولین زایش در محدوده ۰/۸۵۷ تا ۰/۸۹۷ و برای صفت فاصله بین دو زایش بین ۰/٤۸۷ و ۰/۸۵۹ قرار داشت. برآورد همبستگی ژنتیکی در این تحقیق نشان داد که اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط به‌خصوص برای‌صفت فاصله بین دو زایش باعث بیان‌ژنتیکی متفاوت‌حیوانات در اقلیم‌های مختلف شده است.

بحث و نتیجه‌گیری: این نتایج نشان داد که اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط بین اقلیم‌های مختلف می‌تواند باعث تغییر عملکرد دام‌های نر شود و در نظر نگرفتن این اثرات ممکن است باعث ایجاد خطا در برنامه‌های اصلاحی شود.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: joezy5949@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۰ اسفند ۱۳۹۹؛ تاریخ داوری: ۱۵ فروردین ۱٤۰۰؛ تاریخ اصلاح: ۱٦ خرداد ۱٤۰۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۵ تیر ۱٤۰۰
(DOI): 10.22034/AEJ.2021.279436.2488

مقدمه

باروری در حیوانات ماده مجموعه‌ای از صفات شامل برگشت گاو به سیکل تولیدمثلی بعد از زایش و بروز فحلی جدید می‌باشد. صفاتی چون روزهای باز، فاصله زایش تا اولین تلقیح و نرخ آبستنی از جمله صفات باروری می‌باشند که همگی بر نوع سیاست‌های مربوط به مدیریت گله تاثیرگذار هستند (۱، ۲، ۳). صفات باوری اغلب دارای وراثت‌پذیری کم (کم‌تر از ۰/۱) هستند. از اهمیت صفات تولیدمثلی می‌توان به رابطه آن‌ها با طول عمر اقتصادی اشاره کرد. طول عمر اقتصادی از طریق تصمیمات فردی دامپرور برای حذف دام تعیین می‌شود. حذف حیوانات از یک گله به‌دلیل کم بودن مقدار تولید به عنوان حذف اختیاری (Voluntary culling) و حذف به‌دلیل ابتلا به بیماری، ناباروری و... به‌عنوان حذف اجباری یا غیراختیاری (Unvoluntary) تعریف می‌شود. بررسی آمار موجود نشان می‌دهد که در بسیاری از کشورها دلیل حذف حیوانات به‌دلیل مشکلات باروری، بیماری‌های تولیدمثلی و ورم پستان می‌باشد (۴). افزایش طول عمر اقتصادی در یک گله و در نتیجه سودآوری تولیدکننده با کاهش حذف غیراختیاری و کاهش نیاز به تلیسه‌های جایگزین در ارتباط است. هم‌چنین صفات باروری مانند سن اولین زایش با میزان تولید شیر ارتباط دارند به‌طور مثال کاهش سن اولین زایش باعث افزایش میزان تولید شیر خواهد شد (۵). به همین دلیل است که این صفات به منظور کارایی بیش‌تر برنامه‌های اصلاح نژادی حیوانات توسط پرورش‌دهندگان در سال‌های اخیر مورد توجه بیش‌تری قرارگرفته است. سن اولین زایش از صفات مهم و موثر در باروری دام محسوب می‌شود. این صفت تعیین کننده زمان شروع زندگی تولیدی در گاو شیری است. سن حیوان در زمان اولین زایش، طول عمر تولیدی گاوهای شیری را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در عین حال به عنوان یک فاکتور محیطی، میزان تولید شیر و هم‌چنین ترکیبات شیر را تحت تأثیر قرار می‌دهد. کاهش سن اولین زایش می‌تواند باعث افزایش پیشرفت ژنتیکی گاوهای شیری گردد. زیرا فاصله نسلی را کاهش داده و نیز آزمون نتاج گاوهای نر را سرعت می‌بخشد (۶). برای دامداران کوتاه‌بودن فاصله گوساله‌زایی و آبستنی به موقع از اهمیت خاصی برخوردار بوده و به‌عنوان یکی از شاخص‌های بهره‌وری در واحدهای گاوداری تلقی می‌شود. تولیدمثل اساس ادامه بقای نسل در تمام موجودات زنده و از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده کارایی گاوهای شیری محسوب می‌شود. گاوی که چرخه منظم تولیدمثلی را نشان ندهد، یعنی در زمان مناسب آبستن نشده و هر ۱۲ الی ۱۳ ماه یک گوساله زنده به‌دنیا نیاورد از ارزش اقتصادی کمی برخوردار است هرچند که سایر صفات و خصوصیات آن ایده‌آل باشد. برای دامداران کوتاه بودن فاصله گوساله‌زایی و آبستنی به موقع از اهمیت خاصی برخوردار بوده و به‌عنوان یکی از شاخص‌های بهره‌وری در واحدهای گاوداری تلقی می‌شود. کشور ایران دارای سیستم‌های پرورشی مدیریتی و اقلیم‌های متفاوت می‌باشد. در گذشته تقریباً جهت تقسیم‌بندی اقلیمی در ایران اغلب پهنه‌بندی اقلیمی ثابتی برای شناسایی نواحی اقلیمی مورد استفاده قرارگرفته است. علاوه بر این در اکثر مطالعات عمدتاً یک عنصر اقلیمی را در یک قلمرو محدود مورد بررسی قرار داده‌اند. در تحقیقات صورت گرفته در سال‌های اخیر پارامترهای مختلفی برای تقسیم‌بندی اقلیمی مورد استفاده قرار گرفته و نتایج تقریباً متفاوتی هم حاصل شده است. در پژوهش‌های مختلف ایران به چهار، شش، هشت، پانزده منطقه اقلیمی، تقسیم‌بندی شده است (۷، ۸). مناطق مختلف کشور ایران براساس میانگین دما به سه گروه و براساس میانگین رطوبت نسبی به چهارگروه تقسیم‌بندی شده است. در تقسیم‌بندی براساس میانگین دما، مناطق با میانگین درجه حرارت بیش از ۲۰ درجه سانتی‌گراد (مناطق گرم)، با میانگین ۲۵-۱۵ درجه سانتی‌گراد (مناطق معتدل) و میانگین کم‌تر از ۱۵ درجه سانتی‌گراد (مناطق سرد) تعریف شده‌اند (۹). تحقیقات زیادی در ارتباط با براورد اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط بر روی صفات تولیدی درکشور ایران صورت گرفته است. به‌طور مثال Salimi و همکاران، در بررسی عملکرد ژنتیکی اسپرم‌های وارداتی در شرایط مختلف آب و هوایی ایران نشان دادند بین مناطق خشک بیابانی، نیمه خشک و مدیترانه‌ای با مناطق نیمه‌مرطوب و خیلی مرطوب تفاوت زیادی از لحاظ عملکرد مشاهده می‌شود. با توجه به تفاوت پارامترهای ژنتیکی و همبستگی ژنتیکی پایین در این مناطق می‌توان گفت عملکرد گاوهای نر متفاوت بوده باعث تغییر رتبه‌بندی گاوهای نر می‌شود. لذا بهتر است در انتخاب اسپرم، شرایط محیطی منطقه نیز به‌عنوان یکی از عوامل تأثیرگذار در نظر گرفته شود (۱۰). هم‌چنین Eghabal Saeed و همکاران، در ارزیابی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط برای صفات تولیدی در گاوهای هلشتاین ایران در چهار اقلیم خشک سرد، فراخشک سرد، مرطوب معتدل و نیمه‌خشک سرد، همبستگی ژنتیکی برای صفات تولید شیر و چربی شیر بین اقلیم‌های مختلف را به‌ترتیب از ۰/۵۸ تا ۰/۹۵ و از ۰/۲۲ تا ۰/۹۴ برآورد کردند. آنان همبستگی بین ارزش‌های اصلاحی گاوهای نر در اقلیم‌های مختلف برای صفات تولید شیر و چربی را به ترتیب ۰/۹۰ تا ۰/۹۹ و از ۰/۶۴ تا ۰/۹۷ گزارش کردند. نتایج آنان وجود اثر متقابل بین ژنوتیپ و محیط را در بین بیش‌تر مناطق نشان نداد (۱۱). هم‌چنین Eskandari Fard، در بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط در صفات تولیدی در گاوهای هلشتاین ایران با استفاده از روش روز آزمون نشان داد که میانگین ارزش‌های اصلاحی برای هر سه صفت تولید شیر، تولید پروتئین و تولید چربی در اقلیم‌های مختلف (سرد، نیمه سرد، معتدل و گرم) تفاوت معنی‌داری با هم

داشت و اقلیم نیمه سرد دارای بالاترین میانگین و اقلیم گرم دارای کم‌ترین میانگین بود. میانگین اقلیم‌های سرد و معتدل دارای تشابه و حد واسط اقلیم‌های نیمه‌سرد و گرم قرارداشت. اثر متقابل ژنوتیپ و محیط برای هر سه صفت براساس همبستگی رتبه‌ای بین ارزش اصلاحی پدران معنی‌دار بود. هر چند این اثر متقابل برای صفت تولید شیر بیش‌تر از دو صفت دیگر بود. بیش‌ترین همبستگی برای هر سه صفت مربوط به اقلیم‌های معتدل و نیمه سرد بود (۱۲). به‌غیر از تنوع بالای شرایط اقلیمی، کشور ایران دارای سیستم‌های متنوع پرورشی و مدیریتی می‌باشد. تنوع محیطی این پتانسیل را دارد که با ژنوتیپ‌ها تعامل قوی برقرار کرده و باعث تغییراتی در صفات شوند. اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط باعث تغییر رتبه‌بندی دام‌ها در بین محیط‌ها می‌شوند که در نهایت باعث خطا در استراتژی‌های اصلاح نژادی خواهند شد. با توجه به بررسی تحقیقات گذشته، عمده آن‌ها اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط را بر روی صفات تولیدی در بین اقلیم‌های مختلف ایران مورد بررسی قرارداده‌اند و تحقیقات کمی بر روی صفات باروری انجام شده است. بنابراین با توجه به شرایط محیطی مختلف در کشور ایران و اهمیت صفات باروری، هدف این پژوهش برآورد پارامترهای ژنتیکی صفات باروری شامل سن در هنگام اولین زایش و فاصله گوساله‌زایی و هم‌چنین بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط برای صفات مذکور با استفاده از مدل‌های چندمتغیره و روش حداکثر درستنمایی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق اطلاعات مربوط به صفات سن اولین زایش و فاصله بین دو زایش گاوهای نژاد هلشتاین متعلق به ۱۶۵ گله طی سال‌های ۸۱ تا ۹۶ که توسط مرکز اصلاح‌نژاد کشور جمع‌آوری شده بود، استفاده شد. آماده‌سازی و ویرایش داده‌ها با استفاده از اطلاعات مربوط به تاریخ تولد و تاریخ اولین و دومین زایش انجام شد. صفت سن اولین زایش از براورد تعداد روزهای بین تاریخ تولد و سن اولین زایش به‌دست‌آمد (۱۳) و صفت فاصله بین دو زایش از اختلاف فاصله بین دو زایش اول و دوم به‌دست آمد. ویرایش اطلاعات مورد نیاز با استفاده از نرم‌افزار R (۱۴) انجام شد. پس از ویرایش داده‌ها تعداد کل رکوردها برای سن اولین زایش و فاصله بین دو زایش به‌ترتیب برابر ۲۶۰۹۶۲ و ۱۸۱۰۹۳ بود. تعداد رکوردها براساس اقلیم‌های معتدل، نیمه‌سرد و سرد برای صفت سن اولین زایش به‌ترتیب برابر ۱۰۵۰۸۷، ۱۱۵۱۴۵ و ۴۰۳۷ و برای فاصله بین دوزایش به‌ترتیب برابر ۷۴۲۵۳، ۷۸۶۱۱ و ۲۸۲۲۹ بودند (جدول ۱). پس از ویرایش اطلاعات صفات باروری، فایل شجره برای حیوانات دارای رکورد آماده شد. برای آماده‌سازی شجره تمام حیوانات موجود در شجره اصلی که دارای بیش از یک پیوند با حیوانات دارای رکورد بودند نگه‌داری و مابقی حیوانات حذف شدند. دامنه زمانی حیوانات در شجره حدود ۶۶ سال بود (از سال ۱۹۵۰ تا ۲۰۱۶). برای آماده‌سازی فایل شجره از نرم‌افزار DMU trace (۱۵) استفاده شد. در نهایت فایل شجره شامل ۲۷۵۱۰۳ ماده و ۷۳۰۱ نر بین سال‌های ۱۹۵۰ تا ۲۰۱۶ برای آنالیزهای آماری مورداستفاده قرارگرفت. با استفاده از مدل سه‌صفتی زیر اجزای واریانس و کواریانس و پارامترهای ژنتیکی در هر اقلیم محاسبه شد به‌طوری‌که صفات باروری در هر اقلیم به‌عنوان صفات مستقل در نظر گرفته‌شدند.

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & 0 & 0 \\ 0 & X_2 & 0 \\ 0 & 0 & X_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} z_{a1} & 0 & 0 \\ 0 & z_{a2} & 0 \\ 0 & 0 & z_{a3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ e_3 \end{bmatrix}$$

که در آن y_i بردار مشاهدات برای iامین ناحیه اقلیمی (۳ اقلیم)، b_i بردار اثرات ثابت برای iامین ناحیه اقلیمی شامل اثرات گله-سال-فصل زایش، a_i بردار اثرات ژنتیکی افزایشی در iأمین ناحیه اقلیمی و e_i بردار اثرات باقی‌مانده برای iأمین ناحیه اقلیمی می‌باشند. ماتریس‌های X_i و Z_{ai} ماتریس‌های طرح برای بردارهای b_i، a_i با y_i می‌باشند.

فرضیات مدل برای اثرات ژنتیکی افزایشی و باقی‌مانده به‌صورت زیر بود:

$$\begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{bmatrix} \sim N\left(0, A \otimes \begin{bmatrix} \sigma^2_{a1} & \sigma_{a1a2} & \sigma_{a1a3} \\ & \sigma^2_{a2} & \sigma_{a2a3} \\ & & \sigma^2_{a3} \end{bmatrix}\right) \text{ and } \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ e_3 \end{bmatrix} \sim N\left(\begin{bmatrix} I_{n1}\sigma^2_{e1} & 0 & 0 \\ & I_{n2}\sigma^2_{e2} & 0 \\ & & I_{n3}\sigma^2_{e3} \end{bmatrix}\right)$$

در این معادله، A ماتریس خویشاوندی ژنتیکی افزایشی بین افراد در شجره، σ^2_{ai} واریانس ژنتیکی در iامین ناحیه اقلیمی، σ_{a1a2}، σ_{a1a3} و σ_{a2a3} به‌ترتیب کواریانس ژنتیکی افزایشی بین اقلیم‌های معتدل نیمه سرد، معتدل-سرد و نیمه‌سرد-سرد را نشان می‌دهند. σ^2_e واریانس باقی‌مانده و I ماتریس واحد با ابعاد ni×ni برای باقی‌مانده‌ها در iامین ناحیه اقلیمی می‌باشد. ni تعداد رکوردها در هر اقلیم را نشان می‌دهد. به‌دلیل این‌که هرحیوان فقط در یک اقلیم حضور داشت، کواریانس ژنتیکی بین سه اقلیم وجود نداشت.

وراثت‌پذیری iامین ناحیه اقلیمی با استفاده از فرمول زیر برآورد شد (۱۶):

$$h^2_i = \frac{\sigma^2_{ai}}{\sigma^2_{ai} + \sigma^2_{ei}}$$

همبستگی ژنتیکی بین اقلیم‌های مورد مطالعه با استفاده از فرمول زیر برآورد شد (۱۶):

$$r_{a12} = \frac{\sigma_{a1a2}}{\sigma_{a1} \times \sigma_{a2}}$$

در این مطالعه، اجزای واریانس به‌روش حداکثر درستنمایی محدود شده Restricted Maximum Likelihood (REML) و با استفاده از نرم افزار DMU (۱۷) براورد شد.

نتایج

میانگین و انحراف معیار صفات باروری در اقلیم‌های مختلف متفاوت بود. به‌طوری‌که کم‌ترین میزان این پارامترها برای صفات باروری در اقلیم سرد مشاهده شد. میانگین کل برای صفات سن اولین زایش و فاصله بین دوزایش به‌ترتیب برابر ۷۴۸ و ۴۰۱ روز با انحراف معیار به‌ترتیب ۷۳/۸۵ و ۶۸/۷۷ محاسبه شد (جدول ۱).

جدول۱: توصیف آماری داده‌ها بر اساس اقلیم‌های مختلف برای دوره اول شیردهی

توصیف آماری	موقعیت‌های جغرافیایی			کل
	سرد	نیمه‌سرد	معتدل	
میانگین دمایی	۱۱	۱۳/۵	۱۶/۱	-
حداکثر دما (سانتی‌گراد)	۲۳/۶	۲۵/۷	۲۸/۲	-
حداقل دما (سانتی‌گراد)	-۳	۰	۲/۹	-
تعداد گله‌ها	۲۵	۶۳	۷۷	۱۶۵
تعداد حیوانات	۴۰۷۳۰	۱۱۵۱۴۵	۱۰۵۰۸۷	۲۶۰۹۶۲
تعداد رکوردها				
سن اولین زایش	۴۰۷۳۰	۱۱۵۱۴۵	۱۰۵۰۸۷	۲۶۰۹۶۲
فاصله بین دو زایش	۲۸۲۲۹	۷۸۶۱۱	۷۴۲۵۳	۱۸۱۰۹۳
میانگین (انحراف از معیار)				
سن اولین زایش (روز)	۷۴۰/۱(۷۲/۸۴)	۷۵۲/۱(۷۴/۶۵)	۷۴۹/۷(۷۴/۸۸)	۷۴۸/۴(۷۳/۸۵)
فاصله بین دو زایش (روز)	۳۹۷/۲(۶۷/۸۹)	۴۰۲/۴(۶۹/۷۶)	۳۹۷/۴(۶۸/۱۸)	۴۰۱/۳ (۶۸/۷۷)
تولید شیر (کیلوگرم)	۳۵/۰۴(۷/۵۳)	۳۳/۵۳(۷/۵۳۳)	۳۶/۰۹(۷/۸۹۹)	۳۴/۷۶ (۷/۷۶۵)

نتایج به‌دست آمده از مدل سه‌صفتی برای صفات باروری نشان داد که با افزایش میزان دما و تغییر اقلیم‌ها از سرد به معتدل میزان واریانس ژنتیکی افزایشی، کاهش پیدا کرده بود. محدوده واریانس افزایشی برای سن اولین زایش بین ۷۶۶ تا ۹۲۰ و برای فاصله بین دو زایش بین ۱۹۱ تا ۲۵۶ به‌دست آمد. کم‌ترین واریانس باقی‌مانده برای صفات باروری در اقلیم سرد به‌دست آمد (۳۳۱۰ برای سن اولین زایش و ۴۱۰۱ برای فاصله بین دو زایش). وراثت‌پذیری براورد شده از مدل سه صفتی در اقلیم‌های سردتر بیش‌ترین میزان را نسبت به اقلیم معتدل نشان‌داد. محدوده این پارامتر برای صفت سن اولین زایش بین ۰/۱۷۴ تا ۰/۲۱۷ و برای صفت فاصله بین دوزایش بین ۰/۰۴۳ تا ۰/۰۵۸ در کل اقلیم‌ها براورد شد (جدول ۲). این تفاوت‌ها به‌دلیل میزان واریانس ژنتیکی بیش‌تر و واریانس باقی‌مانده پایین‌تر در این مناطق بود. همبستگی ژنتیکی سن اولین زایش و فاصله گوساله‌زایی بین اقلیم‌های مختلف در جدول ۳ خلاصه شده است. در این مطالعه میزان همبستگی ژنتیکی برای صفت سن اولین زایش بالاتر از ۰/۸ مشاهده شد. به‌طورکلی میزان همبستگی ژنتیکی برای صفت سن اولین زایش از فاصله بین دوزایش درمیان اقلیم‌ها بیش‌تر بود و بالاترین مقدار همبستگی ژنتیکی برای صفت سن اولین زایش بین اقلیم معتدل و نیمه سرد مشاهده شد (۰/۸۹۷). میزان همبستگی ژنتیکی برای صفت فاصله دو زایش بین اقلیم‌ها متفاوت بود و این میزان در محدوده ۰/۴۸ تا ۰/۷۷ قرار گرفت. کم‌ترین میزان همبستگی ژنتیکی برای صفت فاصله بین دوزایش بین اقلیم‌های سرد و نیمه‌سرد مشاهده شد.

جدول ۲: مولفه‌های واریانس و وراثت‌پذیری صفات سن اولین زایش و فاصله گوساله‌زایی در اقلیم‌های مورد بررسی

صفت	اقلیم	وراثت‌پذیری	واریانس‌ژنتیکی	واریانس‌محیطی	واریانس باقی‌مانده
سن اولین زایش	معتدل	۰/۱۷۴	۷۶۷/۵۸۹	-	۳۶۴۱
	نیمه‌سرد	۰/۱۷۶	۷۶۶/۲۲۲	-	۳۵۸۱
	سرد	۰/۲۱۷	۹۲۰/۸۸۸	-	۳۳۱۰
فاصله بین دو زایش	معتدل	۰/۰۴۳	۱۹۱/۷۰۴	-	۴۲۳۰
	نیمه سرد	۰/۰۴۶	۲۰۸/۲۰۱	-	۴۲۵۷
	سرد	۰/۰۵۸	۲۵۶/۶۷۴	-	۴۱۰۱

جدول ۳: میزان همبستگی ژنتیکی برای صفات باروری بین اقلیم‌های مختلف

فاصله بین دو زایش	سن اولین زایش	همبستگی‌ژنتیکی
۰/۷۷۴	۰/۸۹۷	بین معتدل و نیمه‌سرد
۰/۸۵۹	۰/۸۶۲	بین معتدل و سرد
۰/۴۸۷	۰/۸۵۷	بین نیمه‌سرد و سرد

بحث

به‌طورکلی کشور ایران به شش منطقه جغرافیایی تقسیم شده که به‌دلیل عدم دسترسی به رکورد حیوانات مناطق گرم و خشک در این مطالعه، فقط اقلیم‌های سرد، نیمه سرد و معتدل مورد بررسی قرارگرفت. ناحیه سرد از دیدگاه جغرافیایی شامل نواحی مرتفع کوهستانی از یک‌سو و عرض‌های جغرافیایی با رطوبت جوی فقیر می‌باشد. به‌همین سبب قطعات پراکنده‌ای از ناحیه سرد درجنوب کرمان بر روی توده هزار و لاله‌زار، در اطراف مشهد بر روی توده بینالود، ارتفاعات فریمان و بلندی‌های البرز و زاگرس دیده می‌شود. از سوی دیگر، تکه یکپارچه‌ای از این ناحیه بخش عمده‌ای ازشمال غرب ایران را در برگرفته است که مرز جنوبی آن سنندج و همدان است و از شرق به زنجان و قزوین ختم می‌شود. این پهنه حدود ۱۳/۲ درصد مساحت ایران را می‌پوشاند. میانگین دمای این ناحیه ۱۱ درجه سلسیوس است. در اواخر دی‌ماه به کم‌ترین مقدار می‌رسد و از آن پس افزایش یافته و در اوایل مرداد به بیش‌ترین مقدار می‌رسد. سردی این ناحیه از یک‌سو، متأثر از ارتفاع زیاد و از سوی دیگر، متأثر از عرض بالای جغرافیایی همراه با خشکی می‌باشد. در این اقلیم عملکرد صفات باروری در بهترین وضعیت خود قرارداشت (۸). اقلیم نیمه‌سرد چهار دسته نواحی جغرافیایی را در برمی‌گیرد. قطعات پراکنده‌ای که بر روی بلندی‌های کم ارتفاع‌تر شکل گرفته‌اند. کرکس در غرب نطنز و شیرکوه در غرب یزد نمونه‌ای از آن‌هاست، دیگری کمربندهای باریک و گاهی پهنی هستند، که در دل نواحی معتدل‌دیده می‌شوند. هم‌چنین نواحی نیمه سردی که در دل نواحی سرد دیده شده و احتمالاً حاصل ساز و کارگرم باد برروی بلندی‌های پیرامون آن‌هاست. در مجموع این ناحیه ۱۲/۹ درصد مساحت ایران را می‌پوشاند. میانگین دما بر روی این ناحیه ۱۳/۵ درجه سلسیوس است و در سردترین مواقع سال دما به صفر نزدیک می‌شود (۸). ناحیه معتدل شامل دو قلمرو جغرافیایی است. یکی کرانه‌های دریای خزر که به‌صورت کمربندی از غرب تا شرق کرانه‌های جنوبی آن را دربر می‌گیرد. در این قلمرو اعتدال دما متأثر از رطوبت جوی حاصل ازهمسایگی با خزر است. به‌همین سبب، دمای کرانه‌های خزر نسبت به‌نواحی هم‌عرض درآذربایجان و خراسان بالاتراست. دیگری کمربند باریک و گاه پهناوری که گرداگرد توده‌های کوهستانی ایران را فرا گرفته است. در حقیقت، این ناحیه دمایی نماینده مرز میان نواحی گرم‌کم ارتفاع و نواحی‌سرد پر ارتفاع‌ایران بوده، می‌توان آن‌را نماینده نواحی پایکوهی به‌شمار آورد. میانگین دما بر روی این ناحیه ۱۶/۱ درجه سلسیوس است و حدود ۲۱/۲ درصد از مساحت کشور را در بر می‌گیرد(۸). به‌طورکلی اقلیم‌های بالا ۴۷ درصد از مساحت کل کشور را دربر می‌گیرد که‌در این اقلیم‌ها بیش‌ترین میزان تولید شیر مشاهده‌شده‌است(جدول ۱). همان‌طورکه‌در جدول ۱ مشاهده می‌شود میانگین صفات باروری در اقلیم‌های مختلف متفاوت بود. به‌طوری‌که بیش‌ترین میانگین‌صفات‌باروری در اقلیم نیمه‌سرد و معتدل مشاهده شد.

اجزای واریانس و وراثت‌پذیری: نتایج به‌دست‌آمده از مدل سه‌صفتی برای صفات باروری نشان داد که با افزایش میزان دما و تغییراقلیم‌ها ازسرد به معتدل‌میزان واریانس‌ژنتیکی افزایشی کاهش پیداکرده است. هم‌چنین وراثت‌پذیری‌برآورد شده از مدل سه صفتی در اقلیم‌های سردتر بیش‌ترین میزان را نسبت به اقلیم معتدل نشان داد (جدول ۲) که این امر به‌دلیل بیش‌تر بودن واریانس ژنتیکی افزایشی‌و پایین‌تر بودن واریانس باقی‌مانده در این مناطق بود. مشابه نتایج این تحقیق، Ravagnolo و Misztal، کم‌ترین میزان وراثت پذیری را در مناطقی که استرس گرمایی و شاخص دمایی- رطوبتی دربالاترین حد خود قرارداشت، گزارش کردند (۱۸). هم‌چنین وراثت پذیری سن اولین زایش با نتایج به‌دست آمده در گاوهای هلشتاین ایالات متحده مشابهت داشت (۱۹، ۲۰). ولی از نتایج به‌دست آمده توسط Jamrozik و همکاران (۲۰)، Cole و Null (۲۱) بالاتر بود. وراثت‌پذیری برای‌فاصله‌بین‌دو زایش‌دراقلیم‌های مختلف در محدوده ۰/۰۴۳ تا ۰/۰۵۸ متفاوت‌بود. این‌نتایج با مقادیر گزارش شده توسط Jorjani (۲۲) و Haile-Mariam و همکاران (۲۳) شباهت داشت. تفاوت‌ها در مقدار وراثت‌پذیری در مطالعات مختلف می‌تواند به‌دلیل تفاوت‌در مدیریت تولیدمثلی گله‌ها،اقلیم، مدل‌های آماری و رکوردگیری در سراسر کشورها باشد.به‌طور مثال Abdullahpour و همکاران، نشان دادند که میزان وراثت‌پذیری به‌دست آمده از اطلاعات یک گله از میزان‌وراثت‌پذیری به‌دست‌آمده از اطلاعات‌چند گله در چندین‌استان به‌طور معنی‌داری‌بالاتر است. این تفاوت‌ها به‌دلیل تنوع‌محیطی بیش‌تر در مناطق‌وسیع‌تر می‌باشد. در حقیقت تنوع‌محیطی بالا باعث می‌شود که صفات بیش‌تر تحت تاثیر اثرات محیطی قرار بگیرند که باعث تغییر در میزان وراثت‌پذیری خواهد شد (۲۴).

اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط: از همبستگی ژنتیکی محاسبه شده بین محیط‌های مختلف می‌توان به‌عنوان عاملی جهت بررسی میزان اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط استفاده کرد. به‌طورکلی براورد همبستگی ژنتیکی کم‌تر از ۰/۸ نشان‌دهنده وجود معنی‌دار اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط می‌باشد (۲۵). وجود اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط می‌تواند باعث تغییر رتبه‌بندی دام‌های نر بین محیط‌های مختلف شود (۲۶). در این مطالعه همبستگی ژنتیکی به‌دست آمده از مدل سه صفتی برای صفات باروری در اقلیم‌های مختلف متفاوت بود (جدول ۳). همبستگی ژنتیکی برای صفت سن اولین زایش بین اقلیم‌های مورد مطالعه زیاد و بیش‌تر از ۰/۸ بود. درحالی‌که میزان همبستگی ژنتیکی برای صفت فاصله بین دو زایش بین اقلیم‌های مختلف از ۰/۴۸ تا ۰/۷۷ متغیر بود. بنابراین براساس نتایج مطالعه حاضر اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط تاثیرات معنی‌داری در تغییر رتبه‌بندی دام‌های نر برای صفت سن اولین زایش در بین اقلیم‌های مطالعه شده ندارد درحالی‌که احتمال تغییر رتبه‌بندی به‌دلیل همبستگی ژنتیکی پایین برای صفت فاصله بین دو زایش وجود دارد. با توجه به این که همبستگی ژنتیکی بین اقلیم سرد و نیمه‌سرد در پایین‌ترین میزان (۰/۴۸) برای صفت فاصله بین دو زایش مشاهده شد، اهمیت اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط بین این دو اقلیم از اهمیت بالاتری برخوردار است. Ismael و همکاران، همبستگی ژنتیکی صفت زایش بعد از اولین تلقیح را در شرایط جغرافیایی مختلف درمحدوده‌ی یک براورد کردند، که نشان دهنده عدم وجود اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط بین اقلیم ها می‌باشد (۳). از طرفی میزان همبستگی ژنتیکی پایین برای روزهای باز در هلشتاین‌های آمریکایی (۲۷) و برای سن اولین زایش بین کشور برزیل و کلمبیا گزارش شده‌است (۲۸). این نتایج نشان‌دهنده وجود اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط در مطالعات مذکور می‌باشد. اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط معنی‌داری برای صفت فاصله بین‌دو زایش بین مکزیک و کانادا توسط Montaldoو همکاران گزارش شده‌است (۹). به‌طورکلی مطالعات مختلف نشان داده است که صفات باروری در گاوهای شیری به فاکتورهای محیطی بسیار حساس می‌باشند (۳۰) و تحقیقات زیادی به‌منظور سازگاری نتاج حیوانات در مناطق محیطی مختلف به‌خصوص مناطق گرم صورت گرفته‌است (۳۱). به‌طور مثال نرخ گیرایی در نیویورک در ماه‌های سرد ۵۵ درصد گزارش شده درصورتی‌که این میزان در تابستان تا ۱۰ درصد نیز مشاهده شده است (۳۲). علاوه بر این، روزهای باز در اولین و دومین شکم زایش در ماه‌های گرم سال بیش‌تر از ماه‌های سرد گزارش شده است (۳۳). صفات باروری علاوه بر حساسیت‌های محیطی مانند شرایط جغرافیایی به‌شرایط مدیریتی و پرورشی نیز واکنش نشان می‌دهند. به‌طور مثال Brzáková و همکاران، طی تحقیقی نشان دادند که رابطه عملکرد صفات باروری مانند سن اولین زایش علاوه بر پیش‌زمینه ژنتیکی حیوانات به‌شرایط مدیریتی و پرورشی حیوانات نیز بستگی دارد (۲۰).

در این مطالعه کم‌ترین میانگین و انحراف معیار برای صفات باروری در اقلیم سرد مشاهده شد. هم‌چنین نتایج به‌دست آمده از مدل سه صفتی برای صفات باروری نشان‌داد که با افزایش میزان دما و تغییر اقلیم از سرد به معتدل میزان واریانس ژنتیکی افزایشی کاهش پیدا می‌کند. وراثت‌پذیری براورد شده از مدل سه‌صفتی در اقلیم‌های سردتر بیش‌ترین میزان را نسبت به اقلیم معتدل نشان‌داد که این تفاوت‌ها به‌دلیل میزان واریانس ژنتیکی بیش‌تر و واریانس باقی‌مانده پایین‌تر در این مناطق بود. در این مطالعه میزان همبستگی ژنتیکی برای صفت سن اولین زایش بالاتر از ۰/۸ مشاهده شد که نشان‌دهنده عدم‌وجود اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط بین اقلیم‌ها برای این صفت می‌باشد. این میزان برای صفت فاصله دو زایش بین اقلیم‌ها پایین‌تر از ۰/۸ بود و کم‌ترین میزان همبستگی ژنتیکی بین اقلیم‌های سرد و نیمه‌سرد مشاهده شد. نتایج این مطالعه نشان‌دهنده اهمیت وجود اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط به‌خصوص برای صفت فاصله دو زایش می‌باشد. بنابراین طبق تحقیقات صورت گرفته در مطالعات قبلی و نتایج حاصل از این تحقیق، صفات باروری ممکن است تحت تاثیر محیط‌های مختلف عملکرد متفاوتی را نشان دهند که در این صورت استفاده از استراتژی‌های مناسب در محیط‌های مختلف جهت انتخاب بهترین دام‌های نر ضروری می‌باشد.

منابع

1. **Darwash, A.O., Lamming, G.E. and Woolliams, J.A., 1997.** Estimation of genetic variation in the interval from calving to postpartum ovulation of dairy cows. J. Dairy Sci. 80: 1227-1234.
2. **Royal, M.D., Pryce, J.E., Woolliams, J.A. and Flint, A.P.F., 2002.** The Genetic relationship between commencement of luteal activity and calving interval, body condition score, production, and linear type traits in Holstein-Friesian dairy cattle. J. Dairy Sci. 85: 3071-3080.
3. **Ismael, A., Strandberg, E., Berglund, B., Kargo, M., Fogh, A. and Løvendahl, P., 2016.** Genotype by environment interaction for the interval from calving to first insemination with regard to calving month and geographic location in Holstein cows in Denmark and Sweden. J. Dairy Sci. 99: 1-10.
4. **Mirhabibi, S., Emam Jomeh Kashan, N. and Gharahveysi, S., 2016.** Study of factors affect longevity in Holstein cattle of Isfahan province. Anim. Prod. 18(4): 671-678.

5. **Rahbar, R., 2020.** Effect of age at first calving (AFC) on yield, variance components and genetic trend of productive traits of Holstein cows in Isfahan province. Journal of Animal Environment. 11(4): 53-60. (In Persian)
6. **Khalajzadeh, S., 2014.** Genetic Parameters Estimation of Age at First Calving and its Effect on Productive Traits of Holstein Dairy Cows. Animal science Journal. 27(103): 15-24. (In Persian)
7. **Heydari, H. and Alijani, B., 2000.** Climate classification of Iran using multivariate statistical techniques. Journal of geographical research. 37: 2718-2722. (In Persian)
8. **Masoudian, S.A. and Zinali, H., 2010.** Temperature areas of Iran. Geographical Researches. 89: 14934-14949. (In Persian)
9. **EmamjomehKashan, N., Abdi, H. and Mirhabibi, S., 2013.** Animal Adaptation to Thermal Environment. Abdi Publications. Edition 1, Rasht. 244 p. (In Persian)
10. **Salimi, F., Moradi Shahrbabak, M., Rahimi, Gh. and Sayanjad, M., 2004.** Investigating the genetic performance of imported sperms in different climatic conditions of Iran. The first Congress of Animal and Aquatic Sciences of Iran. School of Agriculture. University of Tehran. Karaj. 536-538. (In Persian)
11. **Eghabal Saeed, Sh., Moradi Shahrbabek, M. and Mirai Ashtiani, R., 2004.** Comparison of different methods of evaluating the interaction effect of genotype and environment for production traits in Holstein cows of Iran. The first animal and aquatic science congress of the country. School of Agriculture. University of Tehran. Karaj. 625-627. (In Persian)
12. **Eskandari Fard, M., 2015.** Investigating the mutual effect of environment and genotype and estimating the genetic parameters of productive traits in Iranian Holstein cows using the test day method. Master's thesis. School of Agriculture. University of Zanjan. 43-51. (In Persian)
13. **Hare, E.H.D.N., Norman, H.D. and Wright, J.R., 2006.** Trends in calving ages and calving intervals for dairy cattle breeds in the United States. J. Dairy Sci. 89(1): 365-370.
14. **Team, R.C., 2014.** R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical computing.
15. **Madsen, P., 2012.** DMU trace, A program to trace the pedigree for a sub set of animals from a larger pedigree file. Faculty Agricultural Sciences, University of Aarhus, Dept. of Genetics and Biotechnology, Research Centre Foulum, Denmark,
16. **Liu, A., Su, G., Höglund, J., Zhang, Z., Thomasen, J., Christiansen, I. and Kargo, M., 2019.** Genotype by environment interaction for female fertility traits under conventional and organic production systems in Danish Holsteins. J. Dairy Sci. 102(9): 8134-8147.
17. **Madsen, P. and Jensen, J., 2013**. A user's guide to DMU: A package for analysing multivariate mixed models. Version 6, release 5.2. Tjele, Denmark: Center for Quantitative Genetics and Genomics, Dept of Molecular Biology and Genetics, University of Aarhus, Research Centre Foulum. 8830-8840.
18. **Ravagnolo, O. and Misztal, I., 2002.** Effect of heat stress on nonreturn rate in Holstein cows: Genetic analyses. J. Dairy Sci. 85(11): 3092-3100.
19. **Ruiz-Sánchez, R., Blake, R., Castro-Gámez, H., Sánchez, F., Montaldo, H. and Castillo-Juárez, H., 2007.** Changes in the association between milk yield and age at first calving in Holstein cows with herd environment level for milk yield. J. Dairy Sci. 90(10): 4830-4834.
20. **Brzáková, M., Čítek, J., Svitáková, A., Veselá, Z. and Vostrý, L., 2020.** Genetic Parameters for Age at First Calving and First Calving Interval of Beef Cattle. Anim. 10(11): 2122.
21. **Cole, J. and Null, D., 2010.** Age at first calving in Holstein cattle in the United States. J. Dairy Sci. 93: 594.
22. **Jorjani, H., 2006.** International genetic evaluation for female fertility traits. Interbull Bulletin (34): 57-75.
23. **Haile-Mariam, M., Bowman, P. and Goddard, M., 2003.** Genetic and environmental relationship among calving interval, survival, persistency of milk yield and somatic cell count in dairy cattle. Livest. Prod. Sci. 80(3): 189-200.
24. **Abdullahpour, R., Moradi Shahrbabak, M., Nejati Javaremi, A., Vaez Torshizi, R. and Mrode, R., 2013.** Genetic analysis of milk yield, fat and protein content in Holstein dairy cows in Iran: legendre polynomials random regression model applied. Arch. Tierz. 56: 497-508.
25. **Bohlouli, M., Shodja, J., Alijani, S., and Pirany, N., 2014.** Interaction between genotype and geographical region for milk production traits of Iranian Holstein dairy cattle. Livest. Sci. 169: 1-9. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014. 08.010.
26. **Santana, Jr M.L., Eler, J.P., Cardoso, F.F., Albuquerque, L.G., Bignardi, A.B. and Ferraz, J.B., 2012.** Genotype by environment interaction for birth and weaning weights of composite beef cattle in different regions of Brazil. Livest. Sci. 149(3): 242-249.
27. **Oseni, S., Misztal, I., Tsuruta, S. and Rekaya, R., 2004.** Genetic components of days open under heat stress. J. Dairy Sci. 87(9): 3022-3028.
28. **Cerón-Muñoz, M.F., Tonhati, H., Costa, C.N., Maldonado-Estrada, J. and Rojas-Sarmiento, D., 2004.** Genotype × environment interaction for age at first calving in Brazilian and Colombian Holsteins. J. Dairy Sci. 187 (8): 2455-2458.
29. **Montaldo, H.H., Cruz, A.P., Juárez, H.C., López, F.D.J.R. and Miglior, F., 2017.** Genotype× environment interaction for fertility and milk yield traits in Canadian, Mexican and US Holstein cattle. Spanish J. Agric. Res. 15(2): 9.

30. **Rahbar, R., Aminafshar, M., Abdullahpour, R. and Chamani, M., 2016.** Genetic analysis of fertility traits of Holstein dairy cattle in warm and temperate climate. Acta Scientiarum. Anim. Sci. 38(3): 333-340. https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v38i3.31377.

31. **Savar Sofla, S., Seyedsharifi, R., Mansourian, M. and Kazemi, M., 2019.** Relationship between temperature-humidity index and test-day milk and fat percentage milk of Holstein dairy cattle in Mediterranean climate of Iran. Journal of Animal Environment. 11(2): 37-46. (In Persian)

32. **Huang, C., Tsuruta, S., Bertrand, J.K., Misztal, I., Lawlor, T.J. and Clay, J.S., 2008.** Environmental effects on conception rates of Holsteins in New York and Georgia. J. Dairy Sci. 91(2): 818-825.

33. **Boonkum, W., Misztal, I., Duangjinda, M., Pattarajinda, V., Tumwasorn, S. and Buaban, S., 2011.** Genetic effects of heat stress on days open for Thai Holstein crossbreds. J. Dairy Sci. 94(3): 1592-1596. https://doi.org/10.3168/jds.2010-3491.