تولیدات دامی
دوره ۱۷ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۴
صفحه‌های ۱۹۷-۱۸۳

ارزیابی ژنتیکی گاوهای زایش اول هلشتاین ایران براساس رکورد شیر روزآزمون تولیدی و تصحیح‌شده برای انرژی

مهشید محمدپناه[۱]*، همایون فرهنگ‌فر[۲]، مسلم باشتنی[۳]

۱. کارشناس ارشد، گروه علوم دامی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
۲. استاد گروه علوم دامی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
۳. دانشیار گروه علوم دامی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۳/۰۷/۰۸ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۲/۲۸

چکیده

همبستگی بین ارزش اصلاحی شیر روزآزمون تولیدی و شیر روزآزمون تصحیح‌شده برای انرژی با استفاده از ۷۷۴۰۱۳ رکورد مربوط به ۸۸۴۵۶ رأس گاو هلشتاین زایش اول که در سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۸ در ۱۶۵ گله (از شش استان) زایش داشتند، بررسی شد. تجزیه و تحلیل ژنتیکی صفات ازطریق مدل روزآزمون با تابعیت ثابت انجام شد. در این مدل متغیرهای گله، سال زایش، ماه تولید، سن در هنگام تولید، نوع ژنوتیپ گاو (زینه و اصیل)، نوع اسپرم (داخلی و خارجی)، تابع چندجمله‌ای، تأثیرات تصادفی ژنتیکی افزایشی، و محیطی دائمی گاوها منظور شد. میانگین ارزش اصلاحی دختران در هنگام ارزیابی ژنتیکی براساس دو صفت فوق با یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشت (P<۰/۰۰۰۱). همبستگی بین ارزش اصلاحی شیر تولیدی و شیر تصحیح‌شده برای انرژی، هنگام انتخاب کل دختران ازنظر ارزش اصلاحی شیر تصحیح‌شده برای انرژی، بیشترین (۰/۹۲) و هنگام انتخاب فقط ۱۰ دختر برتر ازنظر ارزش اصلاحی شیر تصحیح‌شده برای انرژی، کمترین (۰/۲۷) مقدار بود. بنابراین، در صورت استفاده از رکوردهای شیر روزآزمون تصحیح‌شده برای انرژی به‌جای رکوردهای شیر تولیدی، تغییر در رتبه‌بندی ماده‌گاوهای برتر ژنتیکی، بسیار زیاد است.

کلیدواژه‌ها: ارزش اصلاحی، ارزیابی ژنتیکی، شیر تصحیح‌شده برای انرژی، گاو هلشتاین، مدل روزآزمون.

* نویسنده مسئول Email: m.mohammadpanah36@yahoo.com

مقدمه

طی چندین دهۀ گذشته، تولید شیر معیار اصلی انتخاب بوده است و هنوز هم بیشترین اهمیت را در اهداف اصلاح نژادی دارد (۱۷). تولید شیر در هر گاو، به‌طور شایان ملاحظه‌ای در دهه‌های اخیر بهبود یافته است، اما افزایش در تولید شیر، با مشکلات بهداشتی و باروری نیز همراه بوده است (۲۰). ارتباط معکوس بین صفات مرتبط با تولید، سلامت و شایستگی، بازده تولید را به‌دلیل وقوع بالاتر بیماری کاهش داده است، بلکه به‌علت مسائل مرتبط با رفاه دام، اهمیت پیدا کرده است (۱۰). بیشتر مشکلات بهداشتی در گاوهای شیری با تولید بالا، در آغاز دورۀ شیردهی اتفاق می‌افتد و با میزان و مدت زمان کمبود انرژی پس از زایمان ارتباط دارد (۹). گاوها به یک بازده انرژی کافی برای حمایت از وظایف فیزیولوژیکی‌شان، نیاز دارند (۷). اگر نیازهای انرژی روزانه، از انرژی دردسترس تجاوز کند، چربی بدن به‌عنوان منبع انرژی موقت استفاده خواهد شد (۶). این امر، فرآیندی فیزیولوژیک در پستانداران است، اما به تنش متابولیک در حیوان می‌انجامد (۹). برای گنجاندن تعادل انرژی در برنامۀ اصلاح نژادی گاوهای شیری، توافقاتی وجود دارد، اما اندازه‌گیری مستقیم آن، پرهزینه و مشکل است (۱۲). بنابراین، علاقۀ زیاد به صفاتی که با هزینۀ کم اندازه‌گیری می‌شوند، وجود دارد که توصیف‌کنندۀ وضعیت انرژی با روشی مناسب باشند.

شیر روزآزمون تصحیح‌شده برای انرژی، براساس مقدار پروتئین حقیقی و چربی موجود در آن محاسبه می‌شود. فرمول‌های مربوط به پیش‌بینی مقدار انرژی شیر، ابزارهایی ارزشمند در تغذیه و اصلاح نژاد دام هستند. برای مقایسۀ صحیح بین افراد، تصحیح تولید شیر واقعی (شیر خام) برای محتوی انرژی آن، سبب خواهد شد که سنجه‌ای استاندارد برای گزینش ایجاد شود (۱۶). از آنجا که تولید شیر و ترکیبات آن تحت تأثیر سازه‌های محیطی گوناگون قرار دارند، به‌نظر می‌رسد که تصحیح تولید شیر براساس ترکیبات آن ضروری باشد. معمول‌ترین تصحیحات براساس چربی، مادۀ جامد، و محتوی انرژی شیر انجام می‌شود. تصحیح‌کردن تولید شیر براساس ویژگی‌های فوق، امری معقول است چون تولید شیر گاو را با درنظرگرفتن ترکیبات آن بیان می‌کند. تصحیح‌کردن تولید شیر براساس انرژی، در حقیقت به‌معنای آن است که تولید شیر با درنظرگرفتن محتوای انرژی آن، چه مقدار است.

نکتۀ مهم دیگر، همبستگی ژنتیکی بین صفات است که از مشخصه‌های مهم و اثرگذار در برنامۀ اصلاحی است. با تغییر در تولید شیر، مطالعۀ تغییرات وابسته در مقدار چربی، مقدار پروتئین، درصد چربی، و درصد پروتئین به‌دلیل ارزش اقتصادی صفات مذکور و نیز تغییرات همبسته در این صفات در اثر انتخاب، اهمیت دارد (۲۱). در گذشته، روش‌های انتخاب، مبتنی بر مقایسۀ فنوتیپ‌ها همچون

مقایسۀ رکورد دختر با رکورد مادر بود، ولی از زمان معرفی بهترین پیش‌بینی نااریب خطی (BLUP)، مقایسۀ بین حیوانات، مبنای صحیح‌تری پیدا کرد، ضمن آنکه برآورد دقیق و پایا از پارامترهای ژنتیکی، رکن اساسی در امر اصلاح نژاد دام به‌شمار می‌رود (۱۸).

برای ارزیابی ژنتیکی گاوهای شیری، عمده تحقیقات انجام‌شده تا زمان حاضر، روی شیر تولیدی (شیر خام یا شیر تصحیح‌نشده برای انرژی) بوده است. در تحقیقی، میانگین، انحراف معیار، کمینه، و بیشینۀ شیر تصحیح‌شده برای انرژی در گاوهای هلشتاین ۳۲، ۲/۴، ۲۱، و ۳۸ کیلوگرم به‌دست آمد و همبستگی ژنتیکی آن با تعادل انرژی، ضریب تبدیل، نسبت چربی به پروتئین، و نمرۀ وضعیت بدنی در پانزدهمین روز شیردهی به‌ترتیب ۰/۵۷-، ۰/۰۱-، ۰/۳۴، و ۰/۲۸- محاسبه شد (۸). گرچه برآورد پارامترهای ژنتیکی برای صفت شیر ۳۰۵ روز تصحیح‌شده

برای انرژی مشاهده شده است (۱۱)، اما تاکنون در زمینهٔ استفاده از رکوردهای شیر روزآزمون تصحیح‌شده برای انرژی، در ارزیابی ژنتیکی گاوهای هلشتاین ایران تحقیقی انجام نشده است. هدف پژوهش حاضر، مقایسهٔ رتبه‌بندی ژنتیکی گاوهای هلشتاین ایران براساس رکوردهای شیر روزآزمون تولیدشده و شیر تصحیح‌شده برای انرژی است.

مواد و روش‌ها

داده‌ها

در این تحقیق، از اطلاعات جمع‌آوری‌شدهٔ مرکز اصلاح نژاد دام و بهبود تولیدات دامی کشور واقع در کرج استفاده شد. داده‌های استفاده‌شده در این تحقیق، شامل ۷۷۴۰۱۳ رکورد شیر روزآزمون سه بار دوشش در روز مربوط به ۸۸۴۵۶ رأس گاو هلشتاین زایش اول (از شش استان قزوین، اصفهان، تهران، خراسان رضوی، مرکزی، و آذربایجان شرقی) ایران بود که طی سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۸ در ۱۶۵ گله، زایش داشتند.

قبل از شروع آنالیز، داده‌ها براساس حذف گاوهای بدون پدر یا مادر مشخص، رکوردهای مربوط به گاوهای زایش اول با سه بار دوشش در روز، فاصلهٔ زمانی نخستین رکوردگیری از زمان زایش حداقل ۴ روز و حداکثر ۶۰ روز، سن گاو در نخستین زایش از ۱۸ تا ۳۶ ماه، و حداکثر طول دورهٔ شیردهی ۳۰۵ روز ویرایش شدند.

تعداد کل پدرها و مادرها در فایل شجره به‌ترتیب ۲۴۴۱ و ۶۹۱۷۴ و تعداد کل حیوانات شجره ۱۳۶۰۱۶ رأس بود. در فایل ارقام، علاوه بر رکورد شیر، رکوردهای مربوط به درصد چربی و پروتئین روزآزمون گاوها نیز وجود داشت که براساس درصدهای چربی و پروتئین و دردست‌داشتن مقدار شیر روزآزمون تولیدی، مقادیر چربی، و پروتئین محاسبه شد. مقدار شیر روزآزمون تصحیح‌شده برای انرژی (ECM) با رابطهٔ ۱ محاسبه شد (۱۹):

(۱)

$$ECM = [۷/۲\times p] + [۱۲/۹۵\times f] + [۰/۳۲۷\times m)]$$

در این رابطه: ECM مقدار شیر تصحیح‌شده برای انرژی و p، f، و m به‌ترتیب مقادیر پروتئین، چربی، و شیر روزآزمون تولیدی (کیلوگرم در روز) هستند. اطلاعات مربوط به ساختار فایل شجره در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. ساختار فایل شجره و اطلاعات آماری مربوط به داده‌های استفاده‌شده

متغیرها	آمار
تعداد کل حیوانات شجره	۱۳۶۰۱۶
میانگین طول دورهٔ شیردهی (روز)	۲۷۶
میانگین سن هنگام زایش (ماه)	۲۵/۶
میانگین درصد ژن هلشتاین	۹۳
میانگین تعداد دختر به هر پدر	۳۶
میانگین تعداد گاو در هر گله	۵۳۶
تعداد پدر در هر گله	۱۴/۸
تعداد مادر در هر گله	۴۱۹
تعداد رکورد روزآزمون به‌ازای هر گله	۴۶۹۱

داده‌ها با نرم‌افزارهای بانک اطلاعاتی فاکس‌پرو[1] (نسخهٔ ۲/۶) و اکسس[2] (نسخهٔ ۲۰۱۳) پردازش شدند. رکوردهای شیر روزآزمون تولیدی و شیر تصحیح‌شده برای انرژی برای مدل روزآزمون با تابعیت ثابت (رابطهٔ ۲) تجزیه شدند:

$$Y = Xb + Zu + Wp + e \qquad (۲)$$

در این رابطه: y بردار مشاهدات مربوط به صفت، b، u، p، و e به‌ترتیب بردارهای مربوط به تأثیرات ثابت شامل تأثیر گله، سال زایش، ماه تولید، نوع ژنوتیپ گاو و نوع اسپرم، متغیرهای همراه سن در هنگام تولید، و ضرایب مربوط به تابع چندجمله‌ای (۵)، اثر تصادفی ژنتیکی افزایشی گاو، اثر تصادفی محیطی دائمی گاو، و اثر تصادفی باقیمانده‌اند.

در مدل X، Z، و W ماتریس‌های ضرایب هستند که مشاهدات را به‌ترتیب به بردارهای b، u، و p مرتبط می‌کنند. رابطهٔ ۲، با نرم‌افزار DMU (۱۵) برازش گردید و حداکثر درست‌نمایی محدودشده از مؤلفه‌های واریانس (ژنتیکی افزایشی، محیطی دائمی، و باقیمانده) برآورد شد. از تابع چندجمله‌ای علی و شفر (رابطهٔ ۳) برای درنظرگرفتن تغییرات تولید شیر در منحنی شیردهی استفاده شد.

$$y = \beta_0 + \beta_1(\frac{DIM}{۳۰۵}) + \beta_2(\frac{DIM}{۳۰۵})^2 + \beta_3(Ln(\frac{۳۰۵}{DIM})) + \beta_4(Ln(\frac{۳۰۵}{DIM})^2) \qquad (۳)$$

در این رابطه: y مقدار صفت، DIM روز شیردهی، Ln لگاریتم طبیعی، β_0 پارامتر عرض از مبدأ، و β_1 تا β_4 ضرایب رگرسیون هستند. ضرایب همبستگی گشتاوری پیرسون، رتبه‌ای اسپیرمن و کندال بین ارزش اصلاحی دختران (و بین پدران) برای ارزش اصلاحی تولید شیر و تولید تصحیح‌شده با نرم‌افزار آماری SPSS (نسخهٔ ۲۲) محاسبه شد.

نتایج و بحث

بخش عمدهٔ تنوع تولید شیر در طی یک دورهٔ شیردهی، توسط پارامتر عرض از مبدأ[3] توجیه می‌شود و اضافه‌کردن درجات برازش به مدل، گرچه سبب افزایش دقت مدل می‌شود ،ولی مشکلات مربوط به افزایش تعداد پارامترهای مدل عاملی محدودکننده است (۲۳). استفاده از مدل روزآزمون با تابعیت تصادفی برای ارزیابی ژنتیکی گاوها در سطح ملی، محدودیت محاسباتی دارد. پیش‌بینی ارزش اصلاحی حیوانات ازطریق مدل روزآزمون با تابعیت تصادفی، به‌دلیل استفاده بیشتر از حافظهٔ رایانه محدودیت دارد، بنابراین مدل روزآزمون با تابعیت ثابت، می‌تواند گزینه‌ای مناسب در این زمینه باشد (۱۳). آنالیز ژنتیکی حیوانات با رکوردهای شیر روزآزمون تصحیح‌شده برای انرژی و استفاده از مدل با تابعیت ثابت در برخی تحقیقات وجود دارد (۱۴). درنتیجه، با الگوگرفتن از پژوهش‌های پیشین و با درنظرگرفتن شرایط گله‌های ایران، این مدل انتخاب گردید (۱۴).

در جدول ۲ برخی شاخص‌های آمار توصیفی مربوط به رکوردهای شیر روزآزمون تولیدی و تصحیح‌شده برای انرژی ارائه شده است.

بالاتربودن میانگین شیر تولیدی در اکثر ماه‌های شیردهی در مقایسه با شیر تصحیح‌شده را می‌توان به پایین‌تربودن میانگین درصد چربی (۳/۳۷) و پروتئین (۳/۰۷) در این مطالعه، به نسبت میانگین کلی ۳/۵درصد چربی و ۳/۲درصد پروتئین که در فرمول ECM به‌کار می‌روند، نسبت داد، ضمن آن‌که رابطهٔ منفی بین مقدار شیر و درصد چربی سبب می‌شود که میانگین شیر تصحیح‌شده برای انرژی کاهش یابد.

1. Foxpro
2. Access
3. Intercept

جدول ۲. برخی شاخص‌های آمار توصیفی رکوردهای شیر روزآزمون تولیدی و تصحیح‌شده برای انرژی

صفت	رکورد روزآزمون	تعداد رکورد	کمینه (کیلوگرم)	بیشینه (کیلوگرم)	میانگین (کیلوگرم)	انحراف معیار (کیلوگرم)	ضریب تغییرات (درصد)
شیر تولیدی	۱	۶۹۶۴۵	۳	۵۹/۶۰	۲۷/۸۶	۶/۵۴	۲۳/۴۷
	۲	۸۲۲۶۹	۳	۶۰/۰۰	۳۲/۲۷	۶/۵۴	۲۰/۲۶
	۳	۷۸۷۱۷	۳	۶۰/۰۰	۳۲/۸۵	۶/۴۳	۱۹/۵۹
	۴	۸۱۴۴۱	۳	۵۹/۲۰	۳۲/۴۵	۶/۵۰	۲۰/۰۳
	۵	۷۹۱۲۳	۳	۵۹/۲۰	۳۱/۷۶	۶/۵۷	۲۰/۶۶
	۶	۸۱۵۱۴	۳	۶۰/۰۰	۳۰/۹۳	۶/۶۴	۲۱/۵۰
	۷	۷۹۲۳۴	۳	۵۹/۸۰	۳۰/۰۶	۶/۷۲	۲۲/۳۷
	۸	۸۰۲۶۸	۳	۶۰/۰۰	۲۸/۹۹	۶/۷۶	۲۳/۳۲
	۹	۷۳۴۱۳	۳	۶۰/۰۰	۲۷/۷۵	۶/۷۸	۲۴/۴۵
	۱۰	۶۸۳۸۹	۳	۵۸/۴۰	۲۶/۷۶	۶/۸۴	۲۵/۵۶
	کل	۷۷۴۰۱۳	۳	۶۰/۰۰	۳۰/۲۸	۶/۹۴	۲۲/۹۴
شیر تصحیح‌شده برای انرژی	۱	۶۹۶۴۵	۲/۵۵	۶۹/۵۲	۲۸/۵۴	۶/۹۱	۲۴/۲۱
	۲	۸۲۲۶۹	۲/۸۴	۶۷/۴۵	۳۰/۹۱	۶/۸۲	۲۲/۰۷
	۳	۷۸۷۱۷	۲/۸۳	۶۹/۵۵	۳۱/۲۸	۶/۶۸	۲۱/۳۶
	۴	۸۱۴۴۱	۲/۵۸	۶۹/۸۵	۳۱/۰۲	۶/۶۵	۲۱/۴۴
	۵	۷۹۱۲۳	۲/۷۶	۶۹/۶۰	۳۰/۶۴	۶/۶۷	۲۱/۷۸
	۶	۸۱۵۱۴	۲/۵۱	۶۸/۳۰	۳۰/۱۲	۶/۷۴	۲۲/۳۸
	۷	۷۹۲۳۴	۲/۲۹	۶۵/۹۳	۲۹/۵۵	۶/۸۱	۲۳/۰۳
	۸	۸۰۲۶۸	۲/۷۵	۶۹/۹۱	۲۸/۷۷	۶/۸۳	۲۳/۷۵
	۹	۷۳۴۱۳	۲/۷۵	۶۷/۹۹	۲۷/۸۵	۶/۸۶	۲۴/۶۵
	۱۰	۶۸۳۸۹	۲/۶۷	۶۶/۰۵	۲۷/۱۷	۶/۹۳	۲۵/۵۱
	کل	۷۷۴۰۱۳	۲/۲۹	۶۹/۹۱	۲۹/۶۵	۶/۹۲	۲۳/۳۳

در این تحقیق، میانگین شیر تصحیح‌شده برای انرژی معادل ۲۹/۶۵ کیلوگرم برآورد شد که پایین‌تر از تحقیقی با هدف آنالیز ضریب تبدیل و تعادل انرژی در گاوهای پرتولید هلشتاین برای اولین دورهٔ شیردهی بود که در آن میانگین شیر تصحیح‌شده برای انرژی ۳۱/۸ کیلوگرم در روز گزارش شد (۱۲). میانگین شیر تصحیح‌شده برای انرژی ۲۸/۳۰ کیلوگرم در روز با ضریب تغییرات ۴۲/۱۴درصد بود (۲۲). در تحقیقی با هدف برآورد پارامترها و روندهای ژنتیکی شیر ۳۰۵ روز تصحیح‌شده برای انرژی در سه دورهٔ شیردهی اول گاوهای هلشتاین ایران، میانگین فنوتیپی، انحراف معیار ،و ضریب تغییرات شیر تصحیح‌شده برای انرژی در اولین دورهٔ شیردهی از

سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۷ به‌ترتیب ۴۵۲۳/۳، ۸۶۷/۸ و ۱۹/۲ به‌دست آمد و در طول این سال‌ها به‌طور پیوسته روند رو به افزایش را نشان داد (۱۱). در تحقیق حاضر، بیشترین و کمترین مقدار انحراف معیار برای صفت تولید شیر تولیدی به‌ترتیب در ماه‌های دهم و سوم و برای صفت شیر تصحیح‌شده به‌ترتیب در ماه‌های دهم و چهارم بود.

شاخص‌های آمار توصیفی مربوط به ارزش اصلاحی پیش‌بینی‌شده صفات شیر روزآزمون تولیدی و شیر تصحیح‌شده برای انرژی در جدول ۳ ارائه شده‌اند. میانگین ارزش اصلاحی دختران برای صفات شیر تولیدی و شیر تصحیح‌شده برای انرژی به‌ترتیب ۰/۳۲ و ۰/۱۸ کیلوگرم بود (P<۰/۰۰۰۱). بنابراین میانگین ظرفیت ژنتیکی گاوها هنگامی‌که از شیر روزآزمون خام استفاده می‌شود به‌طور معنی‌داری بالاتر از ظرفیت ژنتیکی است که با استفاده از شیر تصحیح‌شده برای انرژی برآورد می‌شود. باتوجه به چارک سوم، ۲۵درصد گاوهای دارای رکورد، ارزش اصلاحی بیش از ۱/۰۰ گرم در روز را داشتند.

باتوجه به میانگین ۰/۱۸ گرم در روز برای ارزش اصلاحی شیر تصحیح‌شده برای انرژی چنانچه رقم مزبور در عدد ۳۰۵ ضرب شود، میانگین ارزش اصلاحی شیر ۳۰۵ روز تصحیح‌شده برای انرژی حدوداً برابر با ۵۵ کیلوگرم برآورد می‌شود که بیانگر متوسط ظرفیت ژنتیکی یک گاو در رابطه با شیر تصحیح‌شده برای انرژی در مدت ۳۰۵ روز شیردهی است. در تحقیقی که در آن ارزش‌های اصلاحی برای صفت تولید شیر، درصد چربی شیر، و ماندگاری در گروه‌های ژنتیکی متفاوت پیش‌بینی شد و با یکدیگر مقایسه گردید، بیشترین میانگین ارزش اصلاحی تولید شیر ۳۰۵ روز مربوط به نتاج گاوهای نر هلشتاین کشور ایران (۵۶۱/۱ کیلوگرم) و پس از آن به‌ترتیب مربوط به نتاج گاوهای نر هلشتاین کشور آمریکا (۵۵۴/۳ کیلوگرم) و کانادا (۴۹۱/۸ کیلوگرم) بود (۱). کمتربودن میانگین ارزش اصلاحی شیر تصحیح‌شده برای انرژی می‌تواند تا حدی به‌دلیل کمتربودن وراثت‌پذیری آن (۰/۱۲۷) به نسبت وراثت‌پذیری شیر تولیدی (۰/۱۸) باشد، زیرا در محاسبهٔ ارزش اصلاحی، وراثت‌پذیری در رکورد تصحیح‌شده حیوانات ضرب می‌شود. بنابراین هرچه وراثت‌پذیری صفت بزرگتر باشد، انتظار می‌رود که میانگین ارزش اصلاحی حیوانات نیز عدد بزرگتری باشد.

همبستگی‌های گشتاوری پیرسون، رتبه‌ای اسپیرمن، و کندال بین ارزش اصلاحی صفات شیر تولیدی و شیر تصحیح‌شده برای انرژی مربوط به درجه‌های متفاوت گاوهای برتر ژنتیکی، در جدول ۴ ارائه شده‌اند.

جدول ۳. شاخص‌های آمار توصیفی مربوط به ارزش اصلاحی (کیلوگرم) شیر تولیدی و شیر تصحیح‌شده برای انرژی

صفت	تعداد دختران	کمینه (کیلوگرم)	بیشینه (کیلوگرم)	میانگین (کیلوگرم)	چارک اول (کیلوگرم)	چارک سوم[1] (کیلوگرم)
شیر تولیدی	۸۸۴۵۶	-۷/۰۰	۷/۷۸۵۱	۰/۳۲[a]	-۰/۶۷	۱/۳۳
شیر تصحیح‌شده	۸۸۴۵۶	-۶/۲۷	۶/۷۵۷۲	۰/۱۸[b]	-۰/۶۲	۱/۰۰

۱. چارک‌های اول و سوم، در حقیقت، نشان دهندهٔ موقعیت نسبی برخی از گاوها در بین کل افراد تحت مطالعه و در رابطه با ارزش اصلاحی پیش‌بینی‌شده برای صفات هستند.

جدول ۴. ضرایب همبستگی گشتاوری پیرسون، رتبه‌ای اسپیرمن، و کندال برای نسبت‌های متفاوت از گاوهای برتر

درصد انتخاب‌شده	در بین دختران				در بین پدران			
	تعداد گاو	گشتاوری پیرسون	رتبه‌ای اسپیرمن	کندال	تعداد گاو	گشتاوری پیرسون	رتبه‌ای اسپیرمن	کندال
۰/۰۱	۱۰	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۲۰	–	–	–	–
۰/۱	۸۸	۰/۷۲	۰/۷۳	۰/۵۳	–	–	–	–
۱	۸۸۴	۰/۷۰	۰/۶۱	۰/۴۴	۲۴	۰/۹۰	۰/۸۰	۰/۶۴
۵	۴۴۲۲	۰/۶۷	۰/۵۷	۰/۴۰	۱۲۲	۰/۷۷	۰/۶۰	۰/۴۴
۱۰	۸۸۴۵	۰/۶۹	۰/۶۰	۰/۴۳	۲۴۴	۰/۷۳	۰/۵۸	۰/۴۱
۵۰	۴۴۲۲۸	۰/۸۰	۰/۷۶	۰/۵۷	۱۲۲۰	۰/۸۳	۰/۷۷	۰/۵۸
کل	۸۸۴۵۶	۰/۹۲	۰/۹۱	۰/۷۵	۲۴۴۱	۰/۹۲	۰/۹۰	۰/۷۴

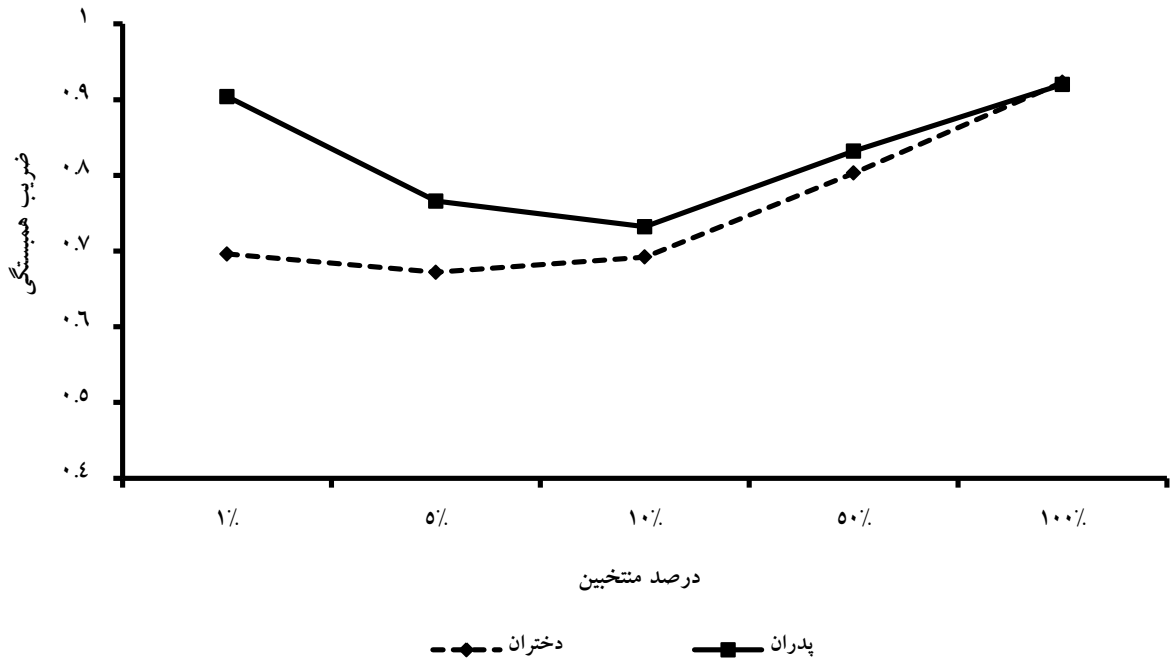
ضریب همبستگی گشتاوری پیرسون، شدت ارتباط خطی بین دو متغیر را نشان می‌دهد. در بین پدران برای هر گروه از منتخبین، ضریب همبستگی پیرسون بالاتر از اسپیرمن و کندال بود. هنگامی‌که از بین پدران به‌جای ۱درصد، ۱۰درصد آن‌ها انتخاب شدند، ضرایب همبستگی کاهش یافت ،ولی هنگامی‌که درصد منتخبین مزبور به ۵۰درصد رسید، ضریب همبستگی افزایش نشان داد. این امر می‌تواند ناشی از افزوده‌شدن برخی از گاوهای نری باشد که منشأ داخلی دارند. ضمناً در هر گروه از درصد منتخبین، ضریب همبستگی محاسبه‌شده در بین دختران همیشه کمتر از ضریب همبستگی به‌دست‌آمده در بین پدران است. این امر می‌تواند به‌دلیل کوچک‌تربودن صحت پیش‌بینی ارزش اصلاحی ماده‌گاوها در مقایسه با گاوهای نر باشد. همبستگی بین ارزش اصلاحی شیر تولیدی و شیر تصحیح‌شده برای انرژی، با انتخاب کل دختران بیشترین و در حالت انتخاب فقط ۱۰ دختر برتر ازنظر میانگین ارزش اصلاحی کمترین مقدار بود که نشان می‌دهد با کمترشدن درصد دختران منتخب، رتبه‌بندی آن‌ها براساس دو صفت مزبور تغییرات اساسی پیدا می‌کند. ضرایب همبستگی بین ارزش اصلاحی شیر تولیدی و شیر تصحیح‌شده برای انرژی در نسبت‌های گوناگون از گاوهای نر برتر نیز همانند دختران، مثبت بود و هنگامی‌که کل گاوها انتخاب شدند، بیشترین و در زمانی‌که فقط ۱۰درصد گاو نر برتر ازنظر میانگین ارزش اصلاحی شیر تصحیح‌شده برای انرژی انتخاب شدند، کمترین مقدار را داشت.

ضرایب همبستگی مثبت به‌دست‌آمده نشان می‌دهد حیواناتی که ارزش اصلاحی صفت شیر روزآزمون خام آن‌ها بالاست انتظار می‌رود برای صفت شیر تصحیح‌شده نیز ارزش اصلاحی بالایی داشته باشند (جدول ۴). به‌عبارت دیگر، گاوهایی که ازنظر صفت شیر تولیدی، در رتبهٔ بالایی قرار می‌گیرند، ازنظر خصوصیت شیر تصحیح‌شده نیز انتظار می‌رود دارای رتبهٔ بالایی در بین

گاوها باشند. بنابراین با انتخاب حیوانات دارای شیر تولیدی بیشتر، به مرور زمان حیوانات برای صفت شیر تصحیح‌شده نیز اصلاح خواهند شد و با گذشت زمان، ارزش اصلاحی این صفت در گله افزایش خواهد یافت. جابه‌جایی رتبهٔ حیوانات در دو صفت، در بین گاوهای ممتاز بیشتر است، اما همبستگی رتبه‌ای بین ارزش‌های اصلاحی پیش‌بینی‌شده برای ۲۴ رأس گاو نر برتر از میزان همبستگی رتبه‌ای ماده‌گاوهای برتر بالاتر بود که بیانگر نزدیک‌بودن رتبهٔ گاوهای نر برتر برای دو صفت، به نسبت رتبه‌بندی گاوهای مادهٔ برتر است.

در پژوهشی، صفت شیر روزآزمون خام در دو مدل با تابعیت ثابت و تصادفی تجزیه و گزارش شد که همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن بین ارزش اصلاحی شیر روزانه با دو مدل فوق، برای دختران (۰/۹۷۱) بالاتر از مقدار همبستگی رتبه‌ای به‌دست‌آمده برای پدران (۰/۹۴۷) بود (۳). در پژوهشی دیگر، همبستگی رتبه‌ای بین ارزش اصلاحی پیش‌بینی‌شده پدران و همچنین بین دختران، با استفاده از دو مدل تابعیت ثابت و تصادفی به‌ترتیب ۰/۹۵۸ و ۰/۹۶۴ بود که برای دختران بالاتر از مقدار همبستگی رتبه‌ای به‌دست‌آمده برای پدران بود (۲). اگرچه در تحقیق حاضر، فقط از مدل تابعیت ثابت برای آنالیز ژنتیکی صفات شیر تولیدشده و شیر تصحیح‌شده برای انرژی استفاده شد، اما بررسی تغییرات همبستگی بین ارزش‌های اصلاحی حاصل از مدل‌های گوناگون، می‌تواند به‌عنوان موضوعی جدید در پژوهش‌های آینده و مشروط به فراهم‌بودن امکان محاسباتی لازم باشد.

تغییرات ضرایب همبستگی بین ارزش‌های اصلاحی (در جمعیت دختران و پدران) در شکل ۱ ارائه شده است.



شکل ۱. تغییرات همبستگی گشتاوری پیرسون برای نسبت‌های متفاوت از دختران و پدران برتر

جدول ۵. ضرایب همبستگی بین ارزش اصلاحی شیر تولیدی و شیر تصحیح‌شده برای انرژی در دو گروه پدران داخلی و خارجی و دختران حاصل از اسپرم‌های داخلی و خارجی

در بین دختران			در بین پدران		
منشأ پدر	پیرسون	اسپیرمن	کندال	نوع	پیرسون	اسپیرمن	کندال
خارجی	۰/۹۲۱[b]	۰/۹۱۰[b]	۰/۷۴۱[b]	خارجی	۰/۹۱۵	۰/۸۹۷	۰/۷۲۸
داخلی	۰/۹۲۳[a]	۰/۹۱۳[a]	۰/۷۴۷[a]	داخلی	۰/۹۲۲	۰/۹۰۵	۰/۷۴۷

نمودار برای جمعیت دختران، روند صعودی را نشان می‌دهد، بنابراین درصورت استفاده از رکوردهای شیر روزآزمون تصحیح‌شده برای انرژی (به‌جای رکوردهای شیر روزآزمون خام)، تغییرات ایجادشده در رتبه‌بندی دختران، هنگامی‌که شدت انتخاب کاهش پیدا می‌کند، کمتر خواهد شد. درصورت استفاده از فناوری‌های چند تخمک‌اندازی و انتقال جنین در دختران با کاهش درصد منتخبین و افزایش شدت انتخاب تغییرات ایجادشده در رتبه‌بندی دختران افزایش زیادی خواهد یافت. در این تحقیق، تغییر رتبه‌بندی در جمعیت پدران، زمانی‌که ۱۰درصد گاوهای نر انتخاب شدند، افزایش یافت. ضرایب همبستگی بین ارزش اصلاحی شیر تولیدی و شیر تصحیح‌شده برای انرژی در گروه‌های متفاوت دختران حاصل از اسپرم‌های داخلی و خارجی و پدران داخلی و خارجی در جدول ۵ ارائه شده است.

باتوجه به اینکه همبستگی بین ارزش اصلاحی شیر تولیدی و شیر تصحیح‌شده برای انرژی برای جمعیت گاوهای نر ایرانی بیشترین و برای جمعیت گاوهای نر خارجی کمترین مقدار را داشت، اما براساس تبدیل فیشر ضرایب همبستگی و مقایسهٔ آن‌ها با یکدیگر، تفاوت بین دو جمعیت مزبور معنی‌دار نبود (۲۴). برخلاف جمعیت پدران، همبستگی بین ارزش اصلاحی شیر تولیدی و شیر تصحیح‌شده برای انرژی دختران حاصل از گاوهای نر داخلی به‌طور معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) بزرگتر از دختران حاصل از گاوهای نر خارجی بود. در تحقیقی، همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن گاوها با مادر و پدرانشان برای ارزش اصلاحی پیش‌بینی‌شده با روش تابع کواریانس محاسبه شد (۴). همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن گاوها با پدر و مادرانشان به‌ترتیب ۰/۶۷۳ و ۰/۷۰۷ و بین پدران و مادران ۰/۰۷ به‌دست آمد. در تحقیق مذکور، نتیجه‌گیری شد که پایین‌بودن ضریب همبستگی بین ارزش اصلاحی پدران و مادران نشان می‌دهد گاوهای مادهٔ نامناسب بدون هیچ‌گونه انتخابی، با گاوهای نر مطلوب تلقیح شده‌اند که درنتیجه رشد ژنتیکی کمتری در جمعیت تحت مطالعهٔ آن‌ها وجود داشته است.

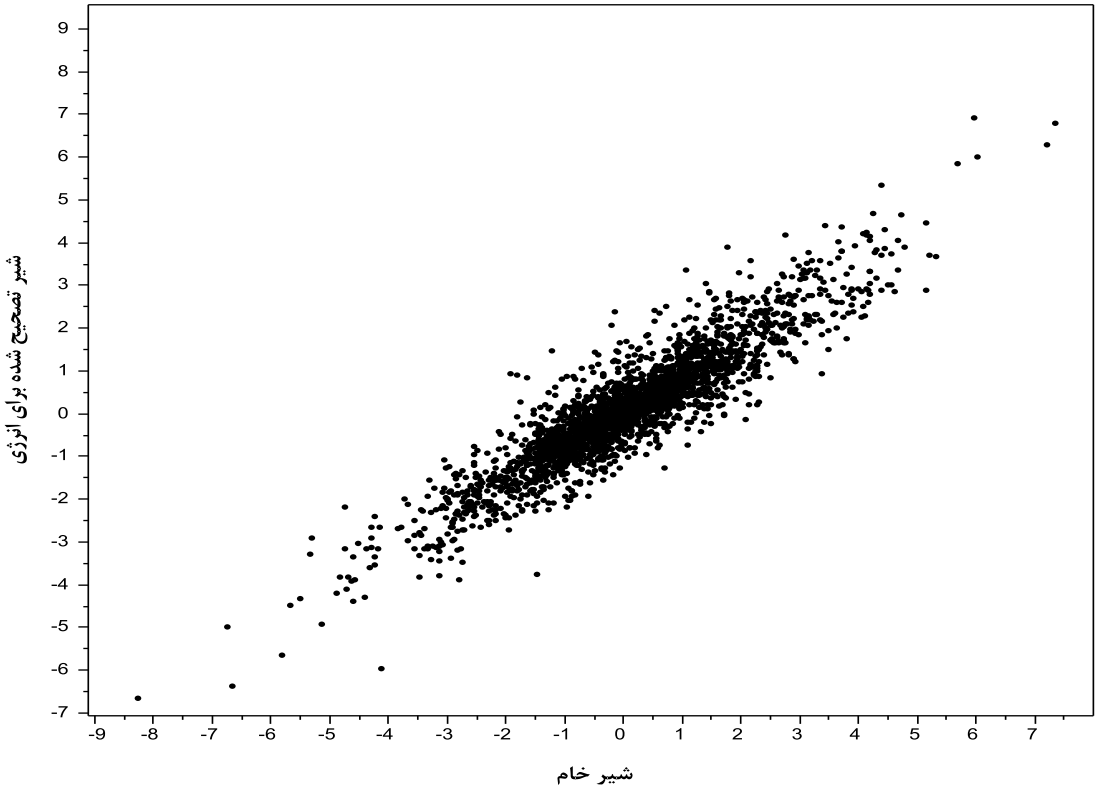
برآورد همبستگی‌های ژنتیکی در برنامهٔ بهبود ژنتیکی گله‌ها اهمیت دارند، چون نشان می‌دهد که اگر یک صفت همبسته بهبود یافته باشد، تا چه اندازه صفت اصلی ازنظر ژنتیکی تغییر کرده است. صفات متفاوت ممکن است به‌وسیلهٔ ژن‌های مشابه تحت تأثیر قرار گیرند و این امر نشان می‌دهد که بیان یک صفت، به صفت دیگر وابسته است. همبستگی‌های ژنتیکی زیاد و مثبت بین صفت شیر تصحیح‌شده برای انرژی (ECM) در دوره‌های شیردهی متفاوت شاهدی برای سازوکار فیزیولوژیکی و ژنتیکی رایج کنترل‌کنندهٔ این صفات هستند. در تحقیقی انجام‌شده روی ECM در گاوهای شیری ایران، نتیجه‌گیری شد که برای صفت مزبور در بین دوره‌های گوناگون شیردهی همبستگی مثبت و زیادی وجود داشت (۱۱). بنابراین

درصورتی‌که به‌جای شیر تولیدشده از ECM استفاده شود، گزینش گاوهای شیری برای صفت مذکور در یک دورهٔ شیردهی، سبب بهبود ژنتیکی همین صفت در دوره‌های شیردهی بعدی حیوان نیز خواهد شد.

درصورتی‌که روش ارزیابی گاوهای شیری از شیر تولیدی به شیر تصحیح‌شده، تغییر داده شود، گاوهایی که تولید بالایی دارند، تغییرات تولیدشان بیشتر از گاوهایی است که تولید پایینی دارند، بنابراین تغییرات رتبه‌بندی آنان نیز بیشتر خواهد بود. این امر به نوبهٔ خود سبب می‌شود تا همبستگی بین دو روش ارزیابی مزبور کمتر گردد.

پراکنش ارزش اصلاحی پدران در صفات شیر روزآزمون خام و شیر تصحیح‌شده برای انرژی در شکل ۲ نشان داده شده است. هر نقطهٔ روی نمودار، مربوط به یک گاو نر است که ارزش اصلاحی شیر تولیدی و شیر تصحیح‌شدهٔ آن را نشان می‌دهد. تراکم ارزش اصلاحی بیشتر گاوها در بخش میانی خط نمودار بود یعنی اکثر گاوهای نر برای هر دو صفت، ارزش اصلاحی نزدیک به صفر داشتند و فقط تعداد کمی ارزش اصلاحی بسیار بالا یا بسیار پایین داشتند.

در گذشته روش‌های انتخاب مبتنی بر مقایسهٔ فنوتیپ‌ها (به‌عنوان مثال، مقایسهٔ دختر با مادر) بود، ولی از زمان معرفی روش آماری بهترین پیش‌بینی نااریب خطی، مقایسهٔ بین حیوانات مبنای صحیح‌تری پیدا کرد (۱۸). ارزش اصلاحی گاوهای نر و مادهٔ موجود در گلهٔ بررسی‌شده با روش معادلات مدل مختلط پیش‌بینی شد که نتایج حاصل برای تعداد ۲۰ رأس از پدران و دختران که بالاترین ارزش اصلاحی برای صفات را دارند، در جدول‌های ۶ و ۷ ارائه شده‌اند.



شکل ۲. پراکنش ارزش اصلاحی پیش‌بینی‌شدهٔ پدران براساس رکوردهای شیر روز تولیدی و شیر تصحیح‌شده برای انرژی

جدول ۶. تغییر رتبه‌بندی ۲۰ دختر برتر ازنظر ارزش اصلاحی شیر تصحیح‌شده برای انرژی به هنگام ارزیابی برای شیر تولیدی

ردیف	شمارهٔ دختر	رتبه براساس ارزش اصلاحی شیر تصحیح‌شده	رتبه براساس ارزش اصلاحی شیر تولیدی	سن هنگام اولین زایش گاو (ماه)	سال زایش	نوع اسپرم پدر	نوع ژنوتیپ گاو
۱	۴۱۰۰۹۲۴	۱	۱۲	۲۳/۶۷	۸۷	خارجی	اصیل
۲	۴۰۹۹۴۱۴	۲	۴	۳۰/۶۷	۸۸	خارجی	اصیل
۳	۴۰۹۹۵۹۰	۳	۸	۲۵/۱۳	۸۷	خارجی	اصیل
۴	۴۰۹۸۷۲۶	۴	۳	۲۴/۷۰	۸۷	خارجی	اصیل
۵	۴۱۰۰۹۴۸	۵	۱۳	۲۴/۰۳	۸۷	خارجی	اصیل
۶	۴۱۰۰۹۴۴	۶	۲۵	۲۲/۸۴	۸۷	خارجی	اصیل
۷	۴۰۹۹۴۷۵	۷	۲	۲۳/۸۰	۸۷	خارجی	اصیل
۸	۴۱۰۰۹۳۶	۸	۲۰	۲۴/۷۹	۸۷	خارجی	اصیل
۹	۲۰۵۲۱۵۹	۹	۳۲	۲۴/۶۴	۸۷	خارجی	اصیل
۱۰	۴۱۰۰۹۲۱	۱۰	۵	۲۳/۶۴	۸۷	خارجی	اصیل
۱۱	۴۰۹۹۵۵۶	۱۱	۱۵۴	۲۴/۶۱	۸۷	خارجی	اصیل
۱۲	۴۰۹۹۵۸۶	۱۲	۲۷	۲۴/۳۸	۸۷	خارجی	اصیل
۱۳	۴۱۰۰۹۳۸	۱۳	۶۲	۲۳/۶۶	۸۷	خارجی	اصیل
۱۴	۶۰۱۶۸۰۴	۱۴	۷۵	۲۴/۹۳	۸۴	خارجی	اصیل
۱۵	۱۳۹۹۵۰۳	۱۵	۱	۲۵/۷۷	۸۸	خارجی	اصیل
۱۶	۴۰۹۹۵۳۲	۱۶	۱۷	۲۲/۸۴	۸۷	خارجی	اصیل
۱۷	۴۱۰۰۹۸۸	۱۷	۱۴	۲۴/۴۴	۸۷	خارجی	اصیل
۱۸	۴۰۹۹۵۵۲	۱۸	۱۶	۲۳/۱۰	۸۷	خارجی	اصیل
۱۹	۱۳۸۳۴۳۹	۱۹	۴۵	۲۴/۷۴	۸۸	خارجی	اصیل
۲۰	۴۰۹۹۵۷۴	۲۰	۹۵	۲۷/۳۰	۸۷	خارجی	زینه

جدول ۷. تغییر رتبه‌بندی ۲۰ پدر برتر ازنظر ارزش اصلاحی شیر تصحیح‌شده برای انرژی به هنگام ارزیابی برای شیر تولیدی

ردیف	شمارهٔ پدر	رتبه براساس ارزش اصلاحی شیر تصحیح‌شده	ارزش اصلاحی شیر تصحیح‌شده	رتبه براساس ارزش اصلاحی شیر تولیدی	پدران
۱	۵۰۰۱۱۴	۱	۹/۰۵۵	۱	خارجی
۲	۸۰۰۸۹۷	۲	۶/۹۳۶	۲	خارجی
۳	۵۰۰۱۲۱	۳	۶/۹۲۵	۶	خارجی
۴	۸۰۱۰۱۷	۴	۶/۷۸۴	۳	خارجی
۵	۸۰۰۷۴۱	۵	۶/۳۰۳	۴	خارجی
۶	۸۰۰۶۲۴	۶	۵/۹۹۵	۵	خارجی
۷	۱۱۰۷۱۸	۷	۵/۸۴۱	۷	داخلی
۸	۱۱۸۲۳۶	۸	۵/۳۳۱	۲۳	داخلی
۹	۸۰۰۹۴۴	۹	۴/۶۸۶	۲۸	خارجی
۱۰	۸۰۱۰۱۴	۱۰	۴/۶۵۰	۱۳	خارجی
۱۱	۶۰۱۴۳۶	۱۱	۴/۴۶۰	۱۰	خارجی
۱۲	۵۲۰۰۲۶	۱۲	۴/۴۰۳	۷۵	خارجی
۱۳	۸۰۰۶۵۵	۱۳	۴/۳۶۷	۵۹	خارجی
۱۴	۱۲۷۴۰۶	۱۴	۴/۲۹۲	۲۰	داخلی
۱۵	۸۰۰۸۴۵	۱۵	۴/۲۳۶	۳۷	خارجی
۱۶	۱۲۸۵۳۲	۱۶	۴/۲۱۰	۴۱	داخلی
۱۷	۸۰۰۹۴۹	۱۷	۴/۱۷۹	۱۴۳	خارجی
۱۸	۸۰۰۹۰۰	۱۸	۴/۱۶۹	۳۸	خارجی
۱۹	۱۲۸۵۲۱	۱۹	۴/۱۳۴	۳۰	داخلی
۲۰	۵۰۰۰۷۸	۲۰	۴/۰۶۴	۳۳	خارجی

مادهگاو ۴۱۰۰۹۲۴ که رتبهٔ اول را در ارزیابی ژنتیکی برای صفت شیر تصحیح‌شده داشت، دارای رتبهٔ ۱۲ برای صفت شیر تولیدی بود که حاکی از تغییر نسبتاً زیاد در رتبه‌بندی است (جدول ۶). در مقایسه با دختران، تغییرات

رتبه‌بندی در بین ۲۰ گاو نر برتر، به‌مراتب کمتر است. در تحقیقی، تفاوت زیادی در رتبه‌بندی ۱۰ پدر و ماده‌گاو برتر با دو روش پیش‌بینی ارزش اصلاحی تابع کواریانس و مدل شیردهی به‌دست آمد که این اختلاف در رتبه‌بندی گاوها به نسبت پدرانشان بیشتر بود (۴). در مطالعه‌ای دیگر رتبه‌بندی ۱۰ پدر و ۱۰ ماده‌گاو برتر که ازنظر ارزش اصلاحی پیش‌بینی‌شده براساس دو مدل تابعیت ثابت و تصادفی برای صفت تولید شیر به‌دست آمد، رتبه‌های به‌دست‌آمده از مدل تابعیت تصادفی با آن‌چه از مدل تابعیت ثابت حاصل شده بود در بعضی موارد تفاوت داشت که این اختلاف در رتبه‌بندی دختران دارای رکورد به نسبت پدرانشان بیشتر بود (۲). در تحقیقی که رتبه‌بندی ۱۰ گاو نر و همچنین ماده‌گاوهای برتر ازنظر ارزش اصلاحی پیش‌بینی‌شده براساس دو مدل روزآزمون با تابعیت ثابت و تصادفی انجام شد، تفاوت در رتبه‌بندی دختران دارای رکورد به نسبت پدرانشان بیشتر بود (۳). به‌دلیل عدم استفاده از رکوردهای شیر روزآزمون تصحیح‌شده برای انرژی، مورد مشابهی در رابطه با تغییرات رتبه‌بندی گاوها با استفاده از دو روش ارزیابی مذکور گزارش نشده است.

از عوامل مؤثر بر صحت پیش‌بینی ارزش اصلاحی حیوانات می‌توان وراثت‌پذیری، تعداد رکوردهای موجود به‌ازای هر رأس دام، مدل استفاده‌شده و تعداد گاوها در یک گروه مدیریتی را برشمرد. از آنجا که تعداد رکوردهای موجود برای ارزیابی ژنتیکی پدران به مراتب بیشتر از تعداد رکوردهای موجود برای دخترانشان است و باتوجه به این که تعداد رکوردهای موجود برای هر حیوان یکی از مؤلفه‌های اصلی افزایش صحت ارزیابی ژنتیکی است. از این‌رو تغییر رتبه‌بندی پدران برتر که معمولاً با تعداد زیادی از دختران همراه است، بین دو صفت شیر تولیدی و تصحیح‌شده شایان توجه نیست. درصورتی‌که تعداد دختران موجود در ارزیابی ژنتیکی یک گاو نر کاهش پیدا کند، این امر سبب می‌گردد تفاوت رتبه‌های حاصل براساس مدل‌های روزآزمون مزبور برای این قبیل گاوهای نر، به‌مراتب بیشتر شود.

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که در هنگام ارزیابی ژنتیکی گاوهای هلشتاین ایران، جابه‌جایی رتبه در دو صفت شیر تولیدی و شیر تصحیح‌شده برای انرژی، در بین ماده‌گاوهای ممتاز، بیشتر است. بنابراین باتوجه به مزیت شیر تصحیح‌شده برای انرژی در مقایسه با شیر تولیدی، پیشنهاد می‌شود که از آن در ارزیابی ژنتیکی گاوهای شیری ایران استفاده شود.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از مسئولان مرکز اصلاح نژاد دام و بهبود تولیدات دامی کشور، وزارت جهاد کشاورزی قدردانی می‌گردد.

منابع

۱. امام جمعه کاشان ن، بیگ‌زاده خلفلو ف، غفوری کسبی ف و اسکندری‌نسب م (۱۳۸۶) بررسی صفات تولید شیر و ماندگاری گاو نژاد هلشتاین در مجتمع کشت و صنعت مغان. فن‌آوری‌های نوین کشاورزی. ۱(۱): ۸۸-۶۴.

۲. خالقی م.ح، زره‌داران س، حسنی س، فرهنگ‌فر ه و اقبال ع (۱۳۹۲) تجزیه ژنتیکی صفت تولید شیر توسط مدل روزآزمون با تابعیت ثابت و تصادفی در گاوهای شیری هلشتاین استان یزد. پژوهش در نشخوارکنندگان. ۱(۱): ۳۰-۱۳.

۳. شمشیرگران ی، اسلمی‌نژاد ع، فرهنگ‌فر ه و طهمورث‌پور م (۱۳۹۰) مقایسه دو مدل روزآزمون با

تابعیت ثابت و تصادفی در آنالیز ژنتیکی صفت تولید شیر گاوهای هلشتاین استان خراسان رضوی. پژوهش‌های علوم دامی ایران. ۳(۱): ۷۳-۶۷.

۴. فرهنگ‌فر ه و رضایی ه (۱۳۸۳) مطالعه ژنتیکی صفت تولید شیر در آزمون ماهیانه گاوهای هلشتاین ایران با استفاده از مدل رگرسیون تصادفی. طرح پژوهشی. دانشکده کشاورزی. دانشگاه بیرجند.

5. Ali TE and Schaeffer LR (1987) Accounting for covariance's among test day milk yields in dairy cows. Animal Science. 67: 637-644.

6. Banos G, Coffey MP and Brotherstone S (2005) Modeling daily energy balance of dairy cows in the first three lactations. Dairy Science. 88: 2226-2237.

7. Banos G, Coffey MP, Wall E and Brotherstone S (2006) Genetic relationship between first-lactation body energy and later-life udder health in dairy cattle. Dairy Science. 89: 2222-2232.

8. Buttchereit N, Stamer E, Junge W and Thaller G (2011) Genetic relationships among daily energy balance, feed intake, body condition score, and fat to protein ratio of milk in dairy cows. Dairy Science. 94: 1586-1591.

9. Collard BL, Boettcher PJ, Dekkers JCM, Peticlerc D and Schaeffer LR (2000) Relationships between energy balance and health traits of dairy cattle in early lactation. Dairy Science. 83: 2683-2690.

10. Conington J, Gibbons J, Haskell MJ and Bunger L (2010) the use of breeding to improve animal welfare. Proceedings of the 9th World Congress on "Genetics Applied to Livestock Production". Leipzig, Germany.

11. Ghavi Hossein-Zadeh N (2012) Estimation of genetic parameters and trends for energy corrected 305-d milk yield in Iranian Holsteins. Archiv Tierzucht. 55(5): 420-426.

12. Huttmann H, Stamer E, Junge W, Thaller G and Kalm E (2008) Analysis of feed intake and energy balance of high-yielding first lactating Holstein cows with fixed and random regression models. Animal. 3: 181-188.

13. Liduare M, Mantysaari EA and Stranden I (2003) Comparison of test-day models for genetic evaluation of production traits in dairy cattle. Livestock Production Science. 79: 73-86.

14. Liinamo AE, Mantysaari P and Mantysaari EA (2010) Genetic parameters for feed intake, production and extent of negative energy balance in Nordic Red dairy cattle. In 9th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production (WCGALP). Leipzig, Germany. No. 810.

15. Madsen P and Jensen J (2007) A User's Guide to DMU (A Package for Analysing Multivariate Mixed Models). Version 6, release 4.7. University of Aarhus, Faculty Agricultural Sciences (DJF), Department of Genetics and Biotechnolog, Research Centre Foulum.

16. Mavrogenis AP and Papachristoforou CHR (1988) Estimation of the Energy Value of Milk and Prediction of Fat-Corrected Milk Yield in Sheep and Goats. Small Ruminant Research. 1: 229-236.

17. Miglior F, Muir BL and Van Doormaal BJ (2005) Selection indices in Holstein Cattle of various countries. Dairy Science. 88: 1255-1263.

18. Mostert BE, Theron HE, Kanfer FHJ and Van Marle-Koster E (2006) Test-day models for South African dairy cattle for participation in international evaluations. Animal Science. 36: 58-70.

19. Pires AV, East ridge ML and Firkins JL (1996) Roasted soybeans, blood meal, and tallow as sources of fat and ruminally undegradable protein in the diets of lactating cows. Dairy Science. 79: 1603-1610.

20. Pryce JE, Veerkamp RF, Thompson R, Hill WG and Simm G (1997) Genetic aspects of common health disorders and measures of fertility in Holstein Friesian dairy cattle. Animal Science. 65: 353-360.

21. Roman RM, Wilcox CJ and Littell RC (1999) Genetic trends for milk yield of Jerseys and correlated changes in productive and reproductive performance. Dairy Science. 82: 196-204.

22. Sitkowska B and Piwczynski D (2011) Impact of successive lactation, year, season of calving and test milking on cow's milk performance of the Polish Holstein-Friesian Black-and-White breed. Central European Agriculture. 12: 283-293.

23. Takma C and Akbas Y (2007) Estimates of genetic parameters for test day milk yields of a Holstein Friesian herd in Turkey with random regression models. Archive Tierzucht Dummerstorf. 50: 327-336.

24. Zar J (1996) Biostatistical Analysis. Third Edition, Prentice Hall Inc. New Jersey. P. 718.