مجله
تحقیقات دام و طیور
جلد۲- شماره ۲- تابستان ۱۳۹۲- ص ص۱-۱۰

تاریخچه مقاله:
دریافت:۹۱/۱۲/۲۶
پذیرش: ۹۲/۱۰/۲۳

ارزیابی ژنتیکی تداوم شیردهی در گاوهای هلشتاین ایران با استفاده از رکوردهای روز آزمون

مهدی بهلولی[1*]، جلیل شجاع[2]، صادق علیجانی[2]، علی محمدی[3] و سعادت صادقی[4]

۱- دانشجوی دکتری ژنتیک و اصلاح دام دانشگاه تبریز
۲- استاد و استادیار گروه علوم دامی دانشگاه تبریز
۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد ژنتیک و اصلاح دام دانشگاه تبریز
۴- دانشجوی دکتری ژنتیک و اصلاح دام دانشگاه تبریز، مؤسسه تحقیق و توسعه نوین دانشمند و بنیاد مستضعفان

چکیده

در این تحقیق تعداد ۷۰۱۲۱۲، ۵۹۶۳۲۹ و ۵۰۵۷۹۳ رکورد روز آزمون به ترتیب برای مقادیر شیر، چربی و پروتئین که توسط مرکز اصلاح نژاد دام کرج از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۹ جمع‌آوری شده بود، جهت برآورد پارامترهای ژنتیکی تداوم شیردهی استفاده گردید. اجزای (کو)واریانس با روش حداکثر درستنمایی محدود شده و مدل رگرسیون تصادفی برآورد گردید. پنج معیار تداوم شیردهی مختلف با استفاده از ارزش‌های اصلاحی ارزیابی شد. وراثت‌پذیری تداوم تولید شیر، چربی و پروتئین به ترتیب در دامنه‌ی ۰/۰۶ تا ۰/۱۶، ۰/۰۳ تا ۰/۱۷ و ۰/۰۶ تا ۰/۲۰ و وراثت‌پذیری ۳۰۵ روز تولید صفات مذکور به‌ترتیب ۰/۲۹، ۰/۲۸ و ۰/۲۸ برآورد شد. مقادیر همبستگی اسپیرمن بین تداوم شیردهی و ارزش اصلاحی ۳۰۵ روز تولید شیر، چربی و پروتئین به‌ترتیب در دامنه ۰/۰۲ تا ۰/۷۶، ۰/۲۴- تا ۰/۵۸ و ۰/۵۰- تا ۰/۸۰ به دست آمد. همبستگی ژنتیکی بین معیارهای تداوم و ارزش اصلاحی ۳۰۵ روز تولید، متغیر بود و برای مقادیر شیر و پروتئین بالاتر از مقدار چربی برآورد گردید. لذا برای مقادیر شیر و پروتئین، انتخاب از طریق ارزش اصلاحی ۳۰۵ روز تولید، گاوهای نر یا ماده‌ای که به لحاظ ژنتیکی تداوم شیردهی بالاتری دارند را مشخص خواهد کرد. ولی ارزش اصلاحی بالا برای تولید چربی، ممکن است گاوهای دارای تداوم شیردهی بالا را نشان ندهد. بنابراین ارزیابی ژنتیکی تداوم شیردهی برای بهبود صفات تولیدی شیر گاوهای هلشتاین دارای اهمیت بوده و در برنامه‌های اصلاح نژادی گاوهای هلشتاین ایران قابل کاربرد است.

کلمات کلیدی: ارزش اصلاحی، پارامتر ژنتیکی، مدل رگرسیون تصادفی و همبستگی ژنتیکی

نگارنده پاسخگو: مهدی بهلولی. آدرس: تبریز، دانشگاه تبریز، دانشکده کشاورزی، گروه علوم دامی
پست الکترونیک: M.bohlouli@tabrizu.ac.ir

مقدمه

گاوهای شیری با شروع دوره شیردهی تا مدتی روند افزایشی در تولید شیر را دارند و بعد از رسیدن به اوج تولید تا رسیدن به دوره خشکی روند کاهشی در تولید شیر دیده می‌شود که به این تغییرات در طول دوره شیردهی منحنی شیردهی گفته می‌شود. به توانایی حیوان جهت نگهداشتن تولید در سطح بالا بعد از اوج تولید، تداوم شیردهی گفته می‌شود (جامروزیک و همکاران، ۱۹۹۷). گاوهایی که منحنی شیردهی تخت‌تری داشته باشند دارای تداوم شیردهی بالایی بوده و از نقطه نظر فیزیولوژیکی و اقتصادی مطلوب خواهند بود (جکوبسن و همکاران، ۲۰۰۲). گاوی که اوج تولید بالاتری داشته باشد، ممکن است در هفته‌های اول تولید، قادر به استفاده مناسب از خوراک مصرفی نبوده و در تعادل منفی انرژی قرار گیرد و به راحتی در معرض بیماری قرار می‌گیرد (پریس و همکاران، ۲۰۱۲).

تداوم شیردهی تحت تأثیر عوامل محیطی و ژنتیکی بوده، لذا صفتی توارث‌پذیر است. محاسبه تداوم تولید جهت بررسی ظرفیت ژنتیکی حیوان برای حفظ سطح تولید، روشی مناسب است. بهبود ژنتیکی تداوم تولید دارای اهمیت اقتصادی است، زیرا سبب کاهش هزینه‌های خوراک، بیماری‌ها و نارسایی‌های تولیدمثلی می‌شود. ارزش اقتصادی تداوم تولید در حدود پنج درصد ارزش اقتصادی صفات تولیدی برآورد شده است (دکرز و همکاران، ۱۹۹۸).

مدل‌های مختلفی برای بررسی تداوم شیردهی پیشنهاد شده است (سولکنر و فاچز، ۱۹۸۷، جامروزیک و همکاران، ۱۹۹۷). اما معیارهایی که امروزه بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند مبتنی بر مدل رگرسیون تصادفی هستند. در این مدل ساختار کواریانس داده‌های تکرار شده در طول دوره شیردهی حیوان در نظر گرفته می‌شود و اثرات مختص به هر گاوی در همان روز آزمون برآورد می‌شود. بنابراین در این روش تصحیح اثرات محیطی بر روز رکوردبرداری، با دقت بیشتری صورت می‌گیرد. در نتیجه، تفاوت‌های ژنتیکی بین حیوانات را می‌توان به صورت انحراف از منحنی‌های شیردهی در مدل منظور کرد. لذا مدل رگرسیون تصادفی در صنعت پرورش گاو شیری دارای این مزیت است که ارزیابی ژنتیکی حیوانات برای صفت تداوم شیردهی را ممکن می‌سازد (مرود، ۲۰۰۵).

در ایران نیز مثل سایر کشورها، استفاده از مدل رگرسیون تصادفی برای برآورد پارامترهای ژنتیکی رو به گسترش است (مقدس‌زاده اهرابی، ۱۳۸۱؛ تیموریان و همکاران، ۱۳۹۰؛ بهلولی و همکاران، ۱۳۹۱).

معرفی معیارهای مختلف تداوم شیردهی مبتنی بر مدل رگرسیون تصادفی (جامروزیک و همکاران، ۱۹۹۷؛ جکوبسن و همکاران، ۲۰۰۲) سبب شده است که اهداف تحقیقی کشورها به ارزیابی حیوانات براساس تداوم تولید متمرکز شود (توگاشی و لین، ۲۰۰۴؛ سیدشریفی و همکاران، ۱۳۹۱؛ کوبوکی و همکاران، ۲۰۰۷).

بیاسوس و همکاران (۲۰۱۰) وراثت‌پذیری تداوم شیردهی برای مقادیر شیر، چربی و پروتئین را به ترتیب در دامنه ۰/۰۴ تا ۰/۳۲، ۰/۰۰ تا ۰/۲۳ و ۰/۰۰ تا ۰/۲۷ گزارش کرده‌اند. وراثت‌پذیری تداوم تولید شیر گاوهای هلشتاین ایران با استفاده از سه معیار ارزیابی در دامنه ۰/۰۹ تا ۰/۲۲ گزارش شده است (خورشیدی و همکاران، ۲۰۱۲).

برآورد پارامترهای ژنتیکی تداوم شیردهی مبتنی بر ارزش‌های اصلاحی برآورد شده برای روزهای مختلف شیردهی حاصل از مدل رگرسیون تصادفی، سبب بهبود صحت ارزیابی‌های ژنتیکی می‌شود (جامروزیک و همکاران، ۱۹۹۷).

هدف از این تحقیق برآورد پارامترهای ژنتیکی معیارهای مختلف تداوم شیردهی برای مقادیر تولید شیر، چربی و پروتئین و ارتباط آن‌ها با پارامترهای ژنتیکی ۳۰۵ روز تولید بود که برای این منظور از مدل رگرسیون تصادفی استفاده گردید.

مواد و روش‌ها

رکوردهای روز آزمون مربوط به مقادیر شیر، چربی و پروتئین گاوهای هلشتاین ایران از بانک اطلاعاتی مرکز اصلاح نژاد و بهبود تولیدات دامی کشور استخراج شد. آماده‌سازی داده‌ها براساس این معیارها صورت گرفت: رکوردهای شکم اول سال‌های زایش ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۹؛ سن در زمان زایش در دامنه‌ی ۲۱ تا ۴۶ ماهگی؛ رکوردهای موجود در بازه زمانی بین ۵ تا ۳۰۵ روز شیردهی (DIM)، تولید شیر در دامنه ۱/۵ تا ۷۰ کیلوگرم و درصد چربی و پروتئین به ترتیب در دامنه ۱/۵ تا ۹ و ۱ تا ۷ درصد (برای محاسبه مقادیر چربی و پروتئین)، داشتن حداقل یک رکورد قبل از روز ۹۰ از دوره شیردهی و گاوهای شیری دارای بیش از ۵ رکورد روز آزمون.

رکورد تولیدی گاوهای شیری مربوط به پدران دارای حداقل ۵ رأس نتاج و گله- سال‌های دارای حداقل ۴ رأس گاو شیرده انتخاب گردید. در نهایت، تعداد ۷۰۱۲۱۲، ۵۹۶۳۲۹، ۵۰۵۷۹۳ رکورد به ترتیب برای مقادیر شیر، چربی و پروتئین در فایل داده باقی ماند و اطلاعات مربوط به فایل شجره، از

حیوانات متولد شده از سال ۱۳۴۰ تا سال ۱۳۸۹ تهیه گردید. رکوردهای موجود در فایل داده براساس فصل زایش در چهار گروه بهار، تابستان، پاییز و زمستان، و بر اساس سن در زمان زایش در ۶ گروه، کوچکتر از ۲۶ ماه، ۲۶ و ۲۷ ماه، ۲۸ و ۲۹ ماه، ۳۰ و ۳۱ ماه، ۳۲ و ۳۳ ماه و بزرگتر از ۳۳ ماه قرار گرفتند. آماده‌سازی داده‌ها با نرم‌افزار ویژوال فاکس‌پرو انجام گرفت. معنی‌داری اثرات ثابت جهت وارد کردن در مدل، با استفاده از مدل خطی عمومی[1] در نرم‌افزار SAS ۹/۱ بررسی شد. مدل حیوانی رگرسیون تصادفی برای صفات مد نظر مشابه و به صورت زیر تعریف شد:

$$y_{ijklmd} = HTD_i + YC_j + MF_k + \sum_{n=0}^{4} AS_{ln}\, Z_{dn} + \sum_{n=0}^{4} a_{mn}\, Z_{dn} + \sum_{n=0}^{4} pe_{mn}\, Z_{dn} + e_{ijklmd}$$

که در این مدل، y_{ijkld}، d اُمین رکورد روز آزمون گاو ماده m اُم در زیرگروه گله-سال-ماه رکوردگیری (HTD) i اُم، سال گوساله‌زایی (YC) j اُم و دفعات دوشش (MF) k اُم؛ AS_{ln}، n اُمین ضریب رگرسیون ثابت برای سن- فصل زایش l اُم (با ۲۴ زیرگروه)؛ a_{mn} و pe_{mn}، به ترتیب n اُمین ضریب رگرسیون تصادفی ژنتیک افزایشی و اثر محیطی دائمی گاو m اُم؛ Z_{dn} چندجمله‌ای لژاندر n اُم برای روز آزمون مدنظر (پنجمین تا ۳۰۵ اُمین روز شیردهی) و e_{ijklmd}، اثرات تصادفی باقیمانده است. ساختار (کو)واریانس به این‌صورت در نظر گرفته شد:

$$\mathrm{var}\begin{bmatrix}\boldsymbol{a}\\ \mathbf{pe}\\ \mathbf{e}\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}\boldsymbol{G}\otimes\boldsymbol{A} & 0 & 0\\ 0 & \boldsymbol{P}\otimes\boldsymbol{I} & 0\\ 0 & 0 & \boldsymbol{I}\sigma_e^2\end{bmatrix}$$

که $\boldsymbol{A}$، ماتریس روابط خویشاوندی حیوانات؛ $\otimes$، ضرب کرونکر؛ $\boldsymbol{G}$ و $\boldsymbol{P}$ ماتریس (کو)واریانس ضرایب رگرسیون تصادفی به ترتیب برای اثرات ژنتیک افزایشی حیوانات و محیط دائمی گاوهای ماده با ابعاد ۵×۵، $\boldsymbol{I}$ ماتریس واحد و σ_e^2، واریانس باقی‌مانده است که همگنی واریانس باقی‌مانده در کل دوره شیردهی در این مدل مفروض بود.

چندجمله‌ای‌های لژاندر رتبه چهار (با پنج ضریب) که برای اجرای این تحقیق انتخاب گردید (کرک‌پاتریک و همکاران، ۱۹۹۰)، به صورت زیر بود:

$$\Phi_0 = 0.7071w^0$$
$$\Phi_1 = 1.2247w^1$$
$$\Phi_2 = (-0.7906w^0) + 2.3717w^2$$
$$\Phi_3 = (-2.8062w^1) + 4.6771w^3$$
$$\Phi_4 = 0.7955w^0 - 7.9550w^2 + 9.2808w^4$$

که w، روز شیردهی استاندارد شده است و در دامنه ۱- تا ۱+ می‌باشد.

برای محاسبه ارزش‌های اصلاحی حیوانات برای روز آزمون t اُم، از فرمول $(\boldsymbol{q}_t \times \hat{a}_a)$ استفاده شد که $\hat{a}_a$، بردار ضرایب رگرسیون تصادفی محاسبه شده برای حیوان a اُم ($\hat{a}_{0a}$، $\hat{a}_{1a}$، $\hat{a}_{2a}$، $\hat{a}_{3a}$ و $\hat{a}_{4a}$) و $\boldsymbol{q}_t$، بردار چندجمله‌ای‌های لژاندر روز t اُم می‌باشد. بدین ترتیب برای همه حیوانات از روز ۵ اُم تا روز ۳۰۵ اُم، ۳۰۱ ارزش اصلاحی محاسبه گردید. مجموع ارزش‌های اصلاحی ۱۰۰ روز اول، دوم و سوم دوره شیردهی اول به ترتیب با استفاده از فرمول‌های $C_1 = \sum_{t=5}^{105} EBV_t$، $C_2 = \sum_{t=106}^{205} EBV_t$ و $C_3 = \sum_{t=206}^{305} EBV_t$ محاسبه گردید (جامروزیک و همکاران، ۱۹۹۷) که EBV_t، ارزش اصلاحی برآورد شده برای روز t اُم می‌باشد.

معیارهایی که برای تداوم شیردهی مورد استفاده قرار گرفت عبارتند از:

P_1 = تفاوت ارزش اصلاحی روز ۲۸۰ اُم از روز ۶۰ اُم:

$$P_1 = (EBV_{280} - EBV_{60})$$

P_2= تفاوت مجموع ارزش‌های اصلاحی روز ۱۰۶ اُم تا ۲۰۵ اُم از مجموع ارزش‌های اصلاحی روز ۵ اُم تا ۱۰۵ اُم:

$$P_2 = \left(\sum_{t=106}^{205} EBV_t - \sum_{t=5}^{105} EBV_t\right)$$

P_3= تفاوت مجموع ارزش‌های اصلاحی روز ۲۰۶ اُم تا ۳۰۵ اُم از مجموع ارزش‌های اصلاحی روز ۵ اُم تا ۱۰۵ اُم:

$$P_3 = \left(\sum_{t=206}^{305} EBV_t - \sum_{t=5}^{105} EBV_t\right)$$

P_4= مجموع تفاوت ارزش‌های اصلاحی روزهای ۶۱ اُم تا ۲۸۰ اُم از ارزش اصلاحی روز ۶۰ اُم:

$$P_4 = \sum_{t=61}^{280} (EBV_t - EBV_{60})$$

P_5= مجموع تفاوت ارزش‌های اصلاحی روزهای ۶۰ اُم تا ۲۷۹ اُم از ارزش اصلاحی روز ۲۸۰ اُم:

$$P_5 = \sum_{t=60}^{279} (EBV_t - EBV_{280})$$

معیارهای P_1 و P_4 توسط جامروزیک و همکاران (۱۹۹۷) و معیارهای P_2، P_3 و P_5 توسط جکوبسن و همکاران (۲۰۰۲)

1- GLM

پیشنهاد شده است. ارزش اصلاحی ۳۰۵ روز تولید نیز با استفاده از فرمول $EBV_{305d} = \sum_{t=5}^{305} EBV_t$ محاسبه شد.

مقادیر قدرمطلق کوچکتر به دست آمده برای P_1 ، P_2، P_3 و P_4 نشان‌دهنده‌ی تداوم شیردهی بالا، و برای P_5 نشان‌دهنده تداوم شیردهی پایین است (جکوبسن و همکاران، ۲۰۰۲).

وراثت‌پذیری معیارهای مختلف تداوم شیردهی (h^2_{pers}) با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (همامی، ۲۰۰۹):

$$h^2_{pers} = \frac{[\boldsymbol{q}_{pers} \times \boldsymbol{G} \times \boldsymbol{q}'_{pers}]}{[\boldsymbol{q}_{pers} \times \boldsymbol{G} \times \boldsymbol{q}'_{pers}] + [\boldsymbol{q}_{pers} \times \boldsymbol{P} \times \boldsymbol{q}'_{pers}] + [n \times \sigma^2_e]}$$

در این رابطه $\boldsymbol{G}$ و $\boldsymbol{P}$ به ترتیب ماتریس (کو)واریانس ضرایب رگرسیون تصادفی برای اثرات ژنتیک افزایشی حیوانات و محیط دائمی با ابعاد ۵×۵ هستند و $\boldsymbol{q}_{pers}$، بردار چندجمله‌ای‌های لژاندر استفاده شده در معیار تداوم تولید مد نظر با ابعاد ۵×۱ می‌باشد و n نیز برای معیارهای تداوم شیردهی P_1 ، P_2، P_3، P_4 و P_5 به ترتیب برابر با ۲، ۲۰۰، ۲۰۰، ۴۸۶۲۰ و ۴۸۶۲۰ می‌باشد.

برای محاسبه‌ی وراثت‌پذیری ۳۰۵ روز تولید در فرمول فوق به جای $\boldsymbol{q}_{pers}$ از جمع ضرایب لژاندر روز پنجم تا روز ۳۰۵ اُم استفاده شد و n هم برابر با ۳۰۱ در نظر گرفته شد. همبستگی ژنتیکی بین معیارهای مختلف با استفاده از مؤلفه‌های واریانس و کواریانس برآورد شده از طریق رابطه زیر محاسبه گردید:

$$\begin{bmatrix} \boldsymbol{q}_{pers(i)} \\ \boldsymbol{q}_{pers(j)} \end{bmatrix} \mathbf{G} \begin{bmatrix} \boldsymbol{q}_{pers(i)} \\ \boldsymbol{q}_{pers(j)} \end{bmatrix}'$$

که $\boldsymbol{G}$ ماتریس (کو)واریانس ضرایب رگرسیون تصادفی برای اثرات ژنتیک افزایشی حیوانات، $\boldsymbol{q}_{pers(i)}$ و $\boldsymbol{q}_{pers(j)}$ به ترتیب بردار چندجمله‌ای‌های لژاندر برای معیار تداوم شیردهی iاُم و jاُم هستند. همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن بین معیارهای مختلف با رویه CORR در نرم‌افزار SAS محاسبه شد.

ماتریس (کو)واریانس‌های ضرایب رگرسیون تصادفی با روش حداکثر درستنمایی محدود شده[1] و با استفاده از برنامه REMLF90 (میزتال و همکاران، ۲۰۰۲) برآورد گردید.

نتایج و بحث

مقادیر شیر، چربی و پروتئین به ترتیب از ۸۳۴۰۷، ۷۳۹۴۷ و ۶۲۷۳۷ رأس گاو شیری رکوردگیری شده بودند که آمار توصیفی مربوطه در جدول ۱ نشان داده شده است. مقادیر شیر، چربی و پروتئین به‌ترتیب با داشتن دامنه‌ی ۱/۵ تا ۷۵، ۰/۰۲ تا ۵/۵۶ و ۰/۰۳ تا ۳/۲۶ کیلوگرم و با انحراف معیارهای ۷/۴۵، ۰/۳۳۲ و ۰/۲۳۶ در آنالیز مورد استفاده قرار گرفتند.

ضرایب رگرسیون تصادفی مؤلفه‌های (کو)واریانس اثرات ژنتیک افزایشی و محیط دائمی و نیز همبستگی بین ضرایب مربوط به اثرات مد نظر در جدول ۲ نشان داده شده است که با استفاده از مدل حیوانی با بالاترین درجه برازش به کار رفته در این تحقیق (چندجمله‌ایهای لژاندر مرتبه ۴) به دست آمده‌اند. از این نتایج برای محاسبه پارامترهای ژنتیکی تداوم شیردهی استفاده شد. با توجه به اینکه واریانس باقیمانده در کل دوره شیردهی همگن در نظر گرفته شد، لذا واریانس مذکور برای مقادیر شیر، چربی و پروتئین به ترتیب برابر با ۱۲/۴۴، ۰/۰۴۸ و ۰/۰۱۶ برآورد گردید.

وراثت‌پذیری تداوم شیردهی با استفاده از معیارهای مختلف برای صفات مد نظر نسبتاً پایین برآورد گردید (جدول ۳)، که وراثت‌پذیری معیارهای تداوم شیردهی برای مقدار چربی پایین‌تر از سایر صفات برآورد گردید که مطابق با نتایج جامروزیک و همکاران، (۱۹۹۷) می‌باشد. با توجه به اینکه معیارهای تداوم شیردهی مورد استفاده، مشابه با تحقیق مذکور بوده است؛ وراثت‌پذیری پایین نشان می‌دهد که تداوم تولید برای مقدار چربی نسبت به سایر صفات مورد بررسی کمتر تحت تأثیر ظرفیت ژنتیکی حیوان است.

وراثت‌پذیری برآورد شده برای معیارهای P_2 و P_3 برای هر سه صفت متوسط بوده و بالاتر از سایر معیارها می‌باشند (جدول ۳)؛ که نشان می‌دهد در این معیارها بخش قابل توجهی از تغییرات مربوط به واریانس ژنتیک افزایشی است، که با نتایج بیاسوس و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد. با توجه به فرمول‌های مربوط به معیارهای P_2 و P_3، این معیارها نسبت به سایر معیارها بخش‌های بیشتری از دوره شیردهی را به خود اختصاص داده‌اند. لذا نسبت واریانس ژنتیک افزایشی بیشتری را شامل می‌شوند. در تحقیق انجام گرفته توسط بیاسوس و همکاران (۲۰۱۰)، وراثت‌پذیری برآورد شده برای معیارهای مختلف تداوم شیردهی، برای مقادیر شیر، چربی و پروتئین به ترتیب در دامنه ۰/۰۴ تا ۰/۳۲، ۰/۰۰ تا ۰/۲۳ و ۰/۰۰ تا ۰/۲۷ بود که نتایج به دست آمده در تحقیق حاضر در این دامنه قرار دارد. همچنین وراثت‌پذیری معیارهای اول و پنجم (P_1 و P_5) برای مقدار شیر، به ترتیب برابر با ۰/۱۱ و ۰/۰۹ برآورد شده است (خورشیدی و همکاران، ۲۰۱۲). وراثت‌پذیری تداوم تولید شیر برای کشورهای تونس و لوکزامبورگ با استفاده از معیار تداوم شیردهی P_1، به ترتیب برابر با ۰/۰۲ و ۰/۰۸ برآورد شده

1 - REML

است (همامی، ۲۰۰۹). در تحقیق انجام گرفته توسط جکوبسن و همکاران (۲۰۰۲)، وراثت‌پذیری تداوم شیردهی با معیارهای اجرا شده در این تحقیق، برای مقادیر شیر، چربی و پروتئین به ترتیب در دامنه ۰/۰۹ تا ۰/۲۴، ۰/۱۰ تا ۰/۳۱ و ۰/۰۷ تا ۰/۱۹ برآورد شده است. با این حال، در برخی از تحقیقات نتایج نسبتاً متفاوتی گزارش شده است (مرادی شهربابک، ۱۳۸۰؛ پریارا و همکاران، ۲۰۱۲) که به دلیل استفاده از ساختار داده مختلف و متعاقب آن به دلیل در نظر گرفتن معیارهای تداوم شیردهی متفاوت می‌باشد.

جدول ۱- آمار توصیفی مقادیر شیر، چربی و پروتئین گاوهای هلشتاین موجود در فایل داده و شجره

صفت	تعداد رکورد	میانگین (کیلوگرم)	کمینه (کیلوگرم)	بیشینه (کیلوگرم)	انحراف معیار	حیوانات رکورددار	کل حیوانات	گاو نر	تعداد نتاج به ازای هر گاو نر	گله- سال- ماه رکوردگیری
شیر	۷۰۱۲۱۲	۲۲/۹	۱/۵	۷۵	۷/۴۵	۸۳۴۰۷	۱۹۹۹۰۳	۳۷۶۴	۲۲/۱۶	۱۶۳۶۵
چربی	۵۹۶۳۲۹	۱/۰۱۵	۰/۰۲	۵/۵۶	۰/۳۳۲	۷۳۹۴۷	۱۸۰۹۳۵	۳۶۰۴	۲۰/۵۲	۱۴۷۱۴
پروتئین	۵۰۵۷۹۳	۰/۹۵۰	۰/۰۳	۳/۲۶	۰/۲۳۶	۶۲۷۳۷	۱۵۳۹۳۸	۳۲۹۳	۱۹/۰۵	۱۲۴۹۸

جدول ۲- ضرایب رگرسیون تصادفی مؤلفه‌های واریانس (قطر فرعی)، کواریانس (بالا قطر فرعی) و همبستگی بین آنها (پایین قطر فرعی و پررنگ) اثرات ژنتیک افزایشی (a_i) و محیط دائمی (p_i) با چندجمله‌ایهای لژاندر مرتبه ۴ (۴ =i) (ضرایب رگرسیون تصادفی چربی و پروتئین در ۱۰۰۰ ضرب شده‌اند)

صفت		ضریب رگرسیون تصادفی ژنتیک افزایشی						ضریب رگرسیون تصادفی محیط دائمی				
		a_0	a_1	a_2	a_3	a_4		p_0	p_1	p_2	p_3	p_4
شیر	a_0	۱۱/۳۴۰	۱/۴۷۹	-۱/۰۴۶	۰/۴۷۳	-۰/۳۱۵	p_0	۲۸/۳۳۰	۱/۵۳۷	-۱/۱۶۵	۰/۱۰۸	-۰/۵۸۷
	a_1	**۰/۴۱۶**	۱/۱۱۲	-۰/۰۹۳	۰/۰۱۴	-۰/۰۲۲	p_1	**۰/۱۲۳**	۵/۴۸۲	-۰/۳۸۰	-۰/۴۴۰	۰/۰۶۰
	a_2	**-۰/۳۷۵**	**-۰/۱۰۶**	۰/۶۸۴	-۰/۱۸۳	۰/۰۵۹	p_2	**-۰/۱۴۵**	**-۰/۱۰۸**	۲/۲۷۴	-۰/۴۴۳	-۰/۲۷۵
	a_3	**۰/۲۹۵**	**۰/۰۲۹**	**-۰/۴۶۴**	۰/۲۲۷	-۰/۰۵۵	p_3	**۰/۰۲۰**	**-۰/۱۸۶**	**-۰/۲۹۱**	۱/۰۲۲	-۰/۴۱۰
	a_4	**-۰/۲۵۶**	**-۰/۰۵۸**	**۰/۱۹۶**	**-۰/۳۱۴**	۰/۱۳۳	p_4	**-۰/۱۳۶**	**۰/۰۳۱**	**-۰/۲۲۴**	**-۰/۴۹۹**	۰/۶۶۰
چربی	a_0	۱۰/۱۳۰	۰/۷۹۲	-۰/۲۸۱	۰/۱۰۴	-۰/۱۴۸	p_0	۲۶/۳۰۰	-۰/۱۸۳	-۰/۹۱۴	-۰/۲۰۵	-۰/۴۶۳
	a_1	**۰/۲۳۲**	۱/۱۴۸	-۰/۰۷۱	-۰/۰۲۲	-۰/۰۳۵	p_1	**-۰/۰۱۵**	۵/۲۹۱	-۱/۵۰۲	-۰/۳۲۴	۰/۳۰۹
	a_2	**-۰/۰۹۸**	**-۰/۰۷۴**	۰/۸۰۴	-۰/۳۳۶	۰/۰۹۳	p_2	**-۰/۱۱۲**	**-۰/۴۱۱**	۲/۵۲۷	-۰/۹۹۳	۰/۰۵۹
	a_3	**۰/۰۴۵**	**-۰/۰۲۸**	**-۰/۵۱۸**	۰/۵۲۵	-۰/۱۷۴	p_3	**-۰/۰۳۳**	**-۰/۱۱۸**	**-۰/۵۲۱**	۱/۴۳۵	-۰/۶۲۵
	a_4	**-۰/۰۷۸**	**-۰/۰۵۵**	**۰/۱۷۴**	**-۰/۴۰۳**	۰/۳۵۷	p_4	**-۰/۰۹۸**	**۰/۱۴۶**	**۰/۰۴۰**	**-۰/۵۶۷**	۰/۸۵۱
پروتئین	a_0	۸/۵۴۱	۱/۷۱۸	-۰/۴۹۳	۰/۱۱۸	۰/۰۱۹	p_0	۲۲/۲۱۰	۱/۷۵۳	-۰/۸۲۴	-۰/۰۳۸	-۰/۴۶۷
	a_1	**۰/۵۴۰**	۱/۱۸۴	-۰/۰۴۰	-۰/۰۶۳	۰/۰۷۰	p_1	**۰/۱۷۵**	۴/۵۲۷	-۰/۲۹۰	-۰/۲۴۵	-۰/۱۲۸
	a_2	**-۰/۲۶۰**	**-۰/۰۵۶**	۰/۴۲۲	-۰/۱۳۰	۰/۰۴۰	p_2	**-۰/۱۲۴**	**-۰/۰۹۷**	۱/۹۹۰	-۰/۳۹۰	-۰/۱۲۹
	a_3	**۰/۰۸۲**	**-۰/۱۱۷**	**-۰/۴۰۶**	۰/۲۴۲	-۰/۰۶۷	p_3	**-۰/۰۰۹**	**-۰/۱۲۳**	**-۰/۲۹۵**	۰/۸۷۷	-۰/۳۵۵
	a_4	**۰/۰۱۶**	**۰/۱۶۶**	**۰/۱۶۰**	**-۰/۳۵۱**	۰/۱۴۹	p_4	**-۰/۱۳۷**	**-۰/۰۸۳**	**-۰/۱۲۷**	**-۰/۵۲۷**	۰/۵۱۹

جدول ۳- پارامترهای ژنتیکی معیارهای مختلف تداوم تولید (P_1، P_2، P_3، P_4 و P_5) و ۳۰۵ روز تولید مقادیر شیر، چربی و پروتئین

صفت	مقدار شیر				مقدار چربی				مقدار پروتئین			
پارامتر	σ_a^2	σ_{pe}^2	σ_e^2	h^2	σ_a^2	σ_{pe}^2	σ_e^2	h^2	σ_a^2	σ_{pe}^2	σ_e^2	h^2
P_1	۳/۸۲	۱۸/۶۶	۲۴/۸۸	۰/۰۸	۰/۰۰۴	۰/۰۱۷	۰/۰۹۷	۰/۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۱۵	۰/۰۳۲	۰/۰۸
P_2	۱۵۷۸۹	۷۹۶۱۷	۲۴۸۸	۰/۱۶	۱۷/۷۳	۹۸/۵۷	۹/۶۸۶	۰/۱۴	۱۴/۳۸	۶۲/۲۰	۳/۱۷	۰/۱۸
P_3	۲۹۷۹۸	۱۵۲۴۱۰	۲۴۸۸	۰/۱۶	۳۱/۴۳	۱۴۶/۷۴	۹/۶۸۶	۰/۱۷	۳۲/۳۵	۱۲۴/۷۷	۳/۱۷	۰/۲۰
P_4	۵۷۲۱۹	۳۴۴۸۱۷	۶۰۴۸۳۲	۰/۰۶	۷۲/۶۸	۳۹۵/۲۸	۲۳۵۴/۷	۰/۰۳	۶۹/۱۵	۲۶۲/۱۲	۷۱۷/۶۰	۰/۰۷
P_5	۷۴۵۸۸	۳۱۲۷۰۴	۶۰۴۸۳۲	۰/۰۸	۸۱/۱۹	۱۷۹/۷۹	۲۳۵۴/۷	۰/۰۳	۶۳/۴۸	۲۷۲/۲۶	۷۱۷/۶۰	۰/۰۶
۳۰۵ روز تولید	۵۱۲۷۱۸	۱۲۸۲۰۵۰	۳۷۴۴	۰/۲۹	۴۵۸/۵۷	۱۱۹۰/۳۷	۱۴/۵۸	۰/۲۸	۳۸۶/۶۰	۱۰۰۵/۱۲	۴/۷۸	۰/۲۸

وراثت‌پذیری ۳۰۵ روز تولید شیر، چربی و پروتئین به ترتیب برابر با ۰/۲۹، ۰/۲۸ و ۰/۲۸ برآورد شد (جدول ۳). با چندجمله‌ایهای لژاندر مرتبه چهارم، وراثت‌پذیری برای همین صفات به ترتیب برابر با ۰/۳۱، ۰/۳۳ و ۰/۲۸ برآورد شده است (بیاسوس و همکاران، ۲۰۱۰). در تحقیق صورت گرفته روی مقادیر شیر و چربی به ترتیب وراثت‌پذیری ۳۰۵ روز تولید برابر با ۰/۲۴ و ۰/۲۳ گزارش شده است (مرادی شهربابک، ۱۳۸۰) و وراثت‌پذیری تولید شیر را ۰/۳۱ برآورد کرده‌اند (خورشیدی و همکاران، ۲۰۱۲) و با توجه به تحقیق صورت گرفته توسط بهلولی و علیجانی (۲۰۱۲)، برای بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط بر صفات تولیدی گاوهای شیری ایران و نیز سایر گزارشات، می‌توان گفت وراثت‌پذیری‌های برآورد شده در تحقیق حاضر در دامنه گزارش شده توسط سایر محققین می‌باشد.

همبستگی ژنتیکی معیارهای مختلف با هم و نیز با ۳۰۵ روز تولید در جداول ۴، ۵ و ۶ به تفکیک صفات مختلف ارائه شده است. همانطوری که مشاهده می‌گردد، همبستگی‌های مذکور متغیر بوده و با نحوه تعریف معیار تداوم شیردهی در ارتباط می‌باشند. برای صفات مورد مطالعه، همبستگی ژنتیکی و همبستگی اسپیرمن معیار تداوم نوع پنجم (P_5) با سایر معیارها و نیز با مجموع ارزش‌های اصلاحی ۳۰۵ روز تولید منفی به‌دست آمد (بیاسوس و همکاران، ۲۰۱۰؛ کوبوکی و همکاران، ۲۰۰۷؛ جکوبسن و همکاران، ۲۰۰۲).

همبستگی ژنتیکی بین تداوم‌های شیردهی P_1 ، P_2، P_3 و P_4 با ۳۰۵ روز تولید شیر در دامنه ۰/۲۵ تا ۰/۴۶ و برای مقدار پروتئین در دامنه ۰/۴۵ تا ۰/۵۴ به دست آمد که بالاتر از همبستگی ژنتیکی برآورد شده برای مقدار چربی (۰/۱۷ تا ۰/۲۱) بودند. همبستگی ژنتیکی معیارهای مذکور با ۳۰۵ روز تولید را برای مقادیر شیر، چربی و پروتئین به ترتیب در دامنه ۰/۱۸ تا ۰/۴۷، ۰/۱۰- تا ۰/۱۰ و ۰/۳۶ تا ۰/۵۳ گزارش شده است (جکوبسن و همکاران، ۲۰۰۲) که همبستگی ژنتیکی به دست آمده برای مقدار چربی پایین‌تر از مقدار برآورد شده در تحقیق حاضر است ولی با این حال روند تغییرات بین صفات مختلف مشابه می‌باشد.

همبستگی رتبه‌ای بین سه بخش دوره شیردهی (C_1، C_2 و C_3)، برای هر سه صفت بالا به دست آمد. همبستگی بالا نشان می‌دهد، گاوی که مجموع ارزش‌های اصلاحی یک‌سوم خاصی از دوره شیردهی‌اش بالا باشد در سایر بخش‌های شیردهی هم دارای مجموع ارزش اصلاحی بیشتری نسبت به سایر گاوها خواهد بود که این نتایج در رابطه با همبستگی ژنتیکی هم، صادق است (جدول ۴). همبستگی ژنتیکی C_3 با P_1 برای مقادیر شیر، چربی و پروتئین به ترتیب برابر با ۰/۵۳، ۰/۴۹ و ۰/۷۰ به دست آمد که نسبت به همبستگی C_1 و C_2 با P_1 بزرگتر بودند که نشان می‌دهد بخش سوم تولید (روز ۲۰۶ اُم تا ۳۰۵ اُم دوره شیردهی) در ارتباط بیشتری با تداوم شیردهی می‌باشد (جامروزیک و همکاران، ۱۹۹۷) که این حالت در رابطه با سایر معیارهای تداوم شیردهی نیز صادق است. C_1، C_2 و C_3، با ۳۰۵ روز تولید نیز دارای همبستگی ژنتیکی و رتبه‌ای نزدیک یک می‌باشند. همبستگی ژنتیکی و رتبه‌ای بالای برآود شده بین بخش‌های مختلف تولید و ۳۰۵ روز تولید نشان دهنده‌ی این حقیقت است که انتخاب حیوانات براساس بخش خاصی از تولید، انتخاب بهترین حیوانات براساس ۳۰۵ روز تولید را نتیجه می‌دهد. همبستگی ژنتیکی و همبستگی رتبه‌ای بین ۳۰۵ روز تولید شیر و معیار تداوم شیردهی نوع پنجم (P_5) به ترتیب برابر با ۰/۰۷- و ۰/۰۲- به دست آمد. در تحقیق انجام گرفته با استفاده از رکوردهای تولید شیر گاوهای هلشتاین ایران (خورشیدی و همکاران، ۲۰۱۲)، همبستگی ژنتیکی بین این دو معیار برابر با ۰/۰۲- برآورد شده است که نشان‌دهنده ارتباط ضعیف بین این دو پارامتر نسبت به معیارهای دیگر می‌باشد (کوبوکی و

همکاران، ۲۰۰۷). بنابراین امکان دارد گاوهای دارای تولید شیر یکسان تداوم شیردهی کاملاً متفاوتی داشته باشند (جامروزیک و همکاران، ۱۹۹۷؛ خورشیدی و همکاران، ۲۰۱۲). این حالت برای سایر صفات هم صادق بود.

دارا بودن وراثت‌پذیری متوسط و نیز داشتن همبستگی ژنتیکی و رتبه‌ای نزدیک به صفر با ۳۰۵ روز تولید، ویژگی مطلوب یک معیار تداوم شیردهی می‌باشد (دکرز و همکاران، ۱۹۹۸؛ جکوبسن و همکاران، ۲۰۰۲). برای مقدار شیر، معیارهای P_2 و P_3 به دلیل داشتن وراثت‌پذیری بالاتر معیارهای بهتری به نظر می‌رسند ولی دارای همبستگی ژنتیکی و رتبه‌ای بالایی با ۳۰۵ روز تولید شیر هستند. با این حال بین P_5 و ۳۰۵ روز تولید همبستگی ژنتیکی و رتبه‌ای نزدیک به صفر وجود دارد که برای برنامه‌های اصلاح نژادی برای بهبود تولید شیر، می‌تواند معیار خوبی باشد (دکرز و همکاران، ۱۹۹۸؛ پریرا و همکاران، ۲۰۱۲). اگر همبستگی ژنتیکی بین معیاری با مقدار تولید کل دوره شیردهی پایین باشد لزومی به استفاده از آن در برنامه‌های اصلاح نژادی نخواهد بود و همچنین اگر همبستگی ژنتیکی منفی بین معیار تداوم شیردهی و کل دوره شیردهی باشد، انتخاب بر اساس معیار تداوم مد نظر اثر منفی بر تولید کل دوره شیردهی خواهد داشت (پریرا و همکاران، ۲۰۱۲). اگر معیاری دارای همبستگی ژنتیکی متوسطی با تولید کل دوره شیردهی باشد برای برنامه‌های اصلاحی ضروری نخواهد بود. با این حال برای مقادیر چربی و پروتئین، معیارهای P_2 و P_3 به خاطر داشتن وراثت‌پذیری متوسط، معیارهای بهتری می‌باشند (جکوبسن و همکاران، ۲۰۰۲). در مقایسه با سایر صفات برای مقدار پروتئین، همبستگی بالایی بین معیارهای مختلف تداوم شیردهی و ارزش اصلاحی ۳۰۵ روز تولید پروتئین به دست آمد، که نشان می‌دهد رابطه ژنتیکی بالایی با هم دارند و انتخاب بر اساس معیار تداوم شیردهی، سبب بهبود تولید پروتئین خواهد شد (جدول ۶).

جدول ۴- همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن ارزش‌های اصلاحی (بالا قطری) و همبستگی ژنتیکی (پایین قطری) بین مراحل مختلف شیردهی (C_1، C_2 و C_3)، معیارهای مختلف تداوم شیردهی (P_1، P_2، P_3، P_4 و P_5) و ۳۰۵ روز تولید برای مقدار شیر

معیار	C_1	C_2	C_3	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	۳۰۵ روز تولید
C_1		۰/۹۵	۰/۹۱	۰/۱۲	۰/۶۰	۰/۴۰	۰/۳۴	۰/۱۲	۰/۹۶
C_2	۰/۸۸		۰/۹۶	۰/۲۷	۰/۸۰	۰/۵۸	۰/۶۰	۰/۰۶	۰/۹۹
C_3	۰/۷۸	۰/۹۰		۰/۴۷	۰/۸۰	۰/۷۲	۰/۷۰	-۰/۲۰	۰/۹۸
P_1	-۰/۰۸	۰/۱۸	۰/۵۳		۰/۴۸	۰/۸۸	۰/۸۳	-۰/۸۴	۰/۳۱
P_2	۰/۱۲	۰/۵۸	۰/۵۶	۰/۵۲		۰/۷۹	۰/۹۱	-۰/۰۹	۰/۷۶
P_3	۰/۰۲	۰/۳۶	۰/۶۴	۰/۹۵	۰/۷۳		۰/۹۴	-۰/۶۳	۰/۵۶
P_4	-۰/۰۱	۰/۴۲	۰/۵۶	۰/۸۱	۰/۸۸	۰/۹۰		-۰/۴۲	۰/۵۸
P_5	۰/۱۲	۰/۰۸	-۰/۳۴	-۰/۸۶	-۰/۰۴	-۰/۷۰	-۰/۴۱		-۰/۰۲
۳۰۵ روز تولید	۰/۹۲	۰/۹۸	۰/۹۵	۰/۲۵	۰/۴۶	۰/۳۸	۰/۳۷	-۰/۰۷	

جدول ۵- همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن ارزش‌های اصلاحی (بالا قطری) و همبستگی ژنتیکی (پایین قطری) بین مراحل مختلف شیردهی (C_1، C_2 و C_3)، معیارهای مختلف تداوم شیردهی (P_1، P_2، P_3، P_4 و P_5) و ۳۰۵ روز تولید برای مقدار چربی

معیار	C_1	C_2	C_3	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	۳۰۵ روز تولید
C_1		۰/۹۰	۰/۸۴	۰/۲۸	۰/۱۵	۰/۲۸	۰/۲۰	۰/۲۵	۰/۹۳
C_2	۰/۸۴		۰/۹۷	۰/۵۴	۰/۵۳	۰/۶۰	۰/۶۹	-۰/۰۷	۰/۹۹
C_3	۰/۷۴	۰/۸۶		۰/۷۱	۰/۵۷	۰/۷۳	۰/۶۱	-۰/۲۵	۰/۹۷
P_1	-۰/۱۷	۰/۱۱	۰/۴۹		۰/۷۱	۰/۹۵	۰/۸۷	-۰/۶۸	۰/۵۵
P_2	-۰/۲۰	۰/۳۷	۰/۲۹	۰/۴۸		۰/۸۷	۰/۹۱	-۰/۳۳	۰/۴۵
P_3	-۰/۱۸	۰/۲۱	۰/۵۲	۰/۹۳	۰/۶۸		۰/۸۸	-۰/۸۳	۰/۵۸
P_4	-۰/۲۰	۰/۲۷	۰/۳۹	۰/۸۱	۰/۸۳	۰/۸۳		-۰/۵۸	۰/۳۹
P_5	۰/۰۸	۰/۰۸	-۰/۴۱	-۰/۸۳	۰/۰۲	-۰/۷۰	-۰/۳۴		-۰/۲۴
۳۰۵ روز تولید	۰/۹۱	۰/۹۶	۰/۹۳	۰/۱۷	۰/۱۸	۰/۲۱	۰/۱۸	-۰/۱۰	

جدول ۶- همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن ارزش‌های اصلاحی (بالا قطری) و همبستگی ژنتیکی (پایین قطری) بین مراحل مختلف شیردهی (C_1، C_2 و C_3)، معیارهای مختلف تداوم شیردهی (P_1، P_2، P_3، P_4 و P_5) و ۳۰۵ روز تولید برای مقدار پروتئین

	C_1	C_2	C_3	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	**۳۰۵ روز تولید**
C_1		۰/۹۲	۰/۸۵	۰/۴۶	۰/۵۶	۰/۵۳	۰/۵۲	-۰/۳۰	۰/۹۳
C_2	۰/۸۵		۰/۹۸	۰/۷۲	۰/۸۳	۰/۷۹	۰/۷۶	-۰/۴۶	۱/۰۰
C_3	۰/۷۳	۰/۹۱		۰/۸۲	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۴	-۰/۶۳	۰/۹۸
P_1	۰/۰۵	۰/۴۱	۰/۷۰		۰/۹۱	۰/۹۸	۰/۹۵	-۰/۹۱	۰/۷۲
P_2	۰/۱۳	۰/۶۴	۰/۶۵	۰/۶۹		۰/۹۷	۰/۹۵	-۰/۵۸	۰/۸۰
P_3	۰/۰۹	۰/۵۰	۰/۷۵	۰/۹۸	۰/۸۱		۰/۹۸	-۰/۸۴	۰/۷۸
P_4	۰/۰۷	۰/۵۴	۰/۶۹	۰/۸۹	۰/۹۱	۰/۹۲		-۰/۷۵	۰/۷۵
P_5	۰/۰۰	-۰/۱۷	-۰/۵۵	-۰/۸۸	-۰/۳۱	-۰/۷۹	-۰/۵۷		-۰/۵۰
۳۰۵ روز تولید	۰/۸۹	۰/۹۸	۰/۹۵	۰/۴۵	۰/۵۴	۰/۵۲	۰/۵۰	-۰/۲۹	

مقادیر متوسط، کمینه و بیشینه محاسبه شده برای معیارهای مختلف شیردهی و ۳۰۵ روز تولید به تفکیک صفات مختلف در جدول (۷) نشان داده شده است. برای معیارهای P_1 ، P_2، P_3 و P_4، حیواناتی که مقادیر قدرمطلق کوچکتری دارند دارای تداوم شیردهی بالایی بوده و برای P_5، حیواناتی که مقادیر قدرمطلق بزرگتری دارند نشان‌دهنده تداوم شیردهی بالای آن حیوانات خواهد بود (جکوبسن و همکاران، ۲۰۰۲).

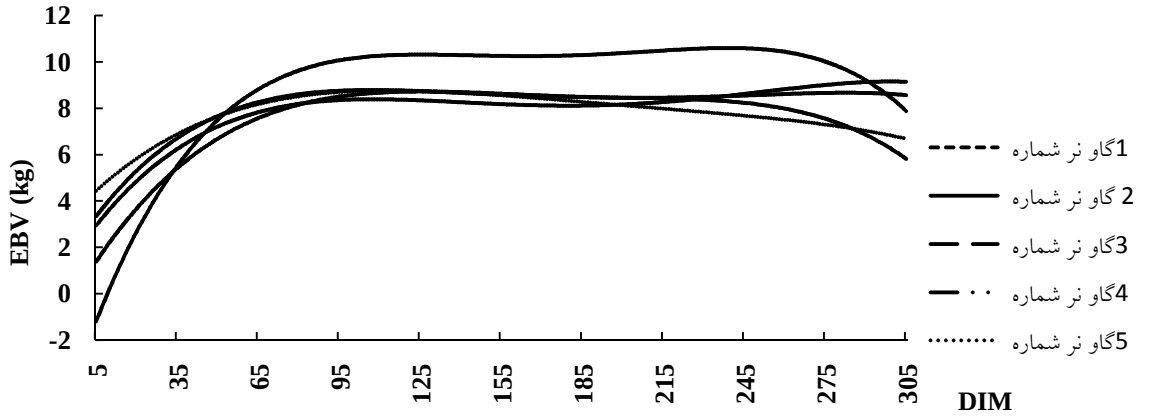
جدول ۷- آمار توصیفی ارزش‌های اصلاحی محاسبه شده برای معیارهای مختلف تداوم شیردهی (P_1 ، P_2، P_3، P_4 و P_5) و ۳۰۵ روز تولید صفات مختلف

صفت	**شیر**			**چربی**			**پروتئین**		
معیار	متوسط	کمینه	بیشینه	متوسط	کمینه	بیشینه	متوسط	کمینه	بیشینه
C_1	۳/۲۲	-۴۹۷/۸۰	۷۴۹/۷۳	۱/۰۰	-۱۸/۲۳	۲۳/۹۱	۱/۱۰	-۱۴/۶۳	۱۹/۹۱
C_2	۷/۳۳	-۶۴۲/۲۳	۱۰۲۹/۱۴	۰/۹۱	-۲۱/۲۱	۲۹/۲۴	۱/۲۶	-۱۹/۵۰	۲۶/۴۸
C_3	۱۱/۵۶	-۶۱۹/۰۴	۱۰۰۵/۳۸	۱/۲۱	-۲۴/۱۳	۳۲/۸۳	۰/۶۸	-۲۰/۰۷	۳۰/۲۰
P_1	۲/۲۹	-۴۸۶/۷۲	۶۱۷/۸۹	۰/۸۰	-۱۹/۳۹	۲۹/۱۱	۰/۸۰	-۱۶/۳۳	۲۲/۵۵
P_2	۴/۱۱	-۲۳۴/۸۹	۴۱۶/۴۵	۱/۰۲	-۱۸/۳۱	۲۵/۰۱	۰/۷۵	-۷/۳۶	۱۲/۳۲
P_3	۱۸/۳۴	-۳۴۸/۶۶	۵۱۹/۵۵	۰/۸۱	-۱۵/۶۱	۲۹/۷۱	۱/۱۵	-۱۲/۶۳	۱۸/۳۰
P_4	۲۲/۱۵	-۴۲۱/۶۵	۶۲۱/۶۴	۰/۵۱	-۲۸/۲۱	۲۷/۲۳	۱/۰۷	-۱۸/۱۶	۱۴/۳۵
P_5	۲۱/۶۵	-۳۹۲/۲۴	۵۲۴/۹۱	۱/۳۴	-۲۹/۹۴	۱۹/۵۶	۰/۳۶	-۲۱/۳۰	۱۶/۲۸
۳۰۵ روز تولید	۵۱/۲۳	-۲۲۹۱/۰۷	۲۸۱۲/۳۲	۱/۱۸	-۸۵/۹۷	۹۶/۲۱	۱/۶۵	-۶۹/۵۸	۷۲/۲۵

در جدول (۸) ارزش اصلاحی ۳۰۵ روز و تداوم شیردهی مربوط پنج رأس گاو نر برتر از لحاظ ارزش اصلاحی ۳۰۵ روز تولید شیر نشان داده شده است. همان‌طوری که مشخص است رتبه‌بندی گاوهای نر براساس معیارهای مختلف تداوم شیردهی متفاوت است. گاو نر شماره یک دارای مقادیر عددی بزرگتری نیز برای P_2، P_3 و P_4 می‌باشد که به دلیل پایین‌تر بودن ارزش‌های اصلاحی در اوایل دوره شیردهی و بالاتر بودن ارزش‌های اصلاحی گاو نر مذکور در اواسط و اواخر دوره شیردهی می‌باشد (شکل ۱). با توجه به اینکه گاوهای نر ۲ تا ۵ دارای ارزش‌های اصلاحی ۳۰۵ روز تولید نزدیک به هم هستند، از معیارهای تداوم شیردهی، می‌توان برای انتخاب بهترین گاو نر از بین گاوهای مذکور استفاده کرد. گاو نر ۳ به طور کلی براساس معیارهای یک تا چهار مقادیر پایین‌تر نسبت به سایر گاوها به خود اختصاص داده است و از طرفی دارای مقدار بیشتری براساس معیار پنجم می‌باشد که در بین چهار گاو مذکور دارای رتبه بهتری برای انتخاب خواهد بود (جکوبسن و همکاران، ۲۰۰۲).

جدول ۸- ضرایب رگرسیون تصادفی ($\hat{a}_0$، $\hat{a}_1$، $\hat{a}_2$، $\hat{a}_3$ و $\hat{a}_4$) پنج گاو نر از لحاظ ارزش اصلاحی ۳۰۵ روز تولید شیر (EBV_{305d}) و مقادیر تداوم شیردهی آنها

گاو نر	تعداد نتاج	$\hat{a}_0$	$\hat{a}_1$	$\hat{a}_2$	$\hat{a}_3$	$\hat{a}_4$	EBV_{305d}	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
۱	۱۰۶	۱۲/۸۲	۲/۱۵	-۲/۴۱	۱/۰۲	-۰/۹۰	۲۷۲۳/۶۵	۱۴۹/۹۲	۳۴۰/۰۱	۳۱۶/۲۵	۳۹۷/۰۰	۹۷/۱۷
۲	۳۶	۱۱/۲۲	۱/۲۸	-۰/۶۹	۰/۸۲	-۰/۳۸	۲۳۸۶/۱۱	۱۵۴/۱۵	۱۳۰/۵۶	۱۸۱/۹۹	۱۵۸/۶۶	-۱۴۹/۶۳
۳	۳۶	۱۱/۱۵	۰/۳۷	-۱/۴۰	۰/۴۲	-۰/۵۲	۲۳۷۰/۶۰	-۸۱/۵۲	۱۲۴/۸۶	۴۱/۰۹	۸۳/۹۰	۲۴۶/۹۴
۴	۱۲۰	۱۱/۰۹	۱/۵۲	-۱/۳۵	۰/۹۳	-۰/۳۵	۲۳۵۷/۰۷	۱۴۹/۰۱	۲۲۰/۱۷	۲۱۶/۸۳	۲۶۷/۰۱	-۳۱/۰۲
۵	۸۸	۱۱/۰۵	۰/۱۳	-۱/۱۵	۰/۵۱	-۰/۲۱	۲۳۵۰/۲۹	-۸۹/۰۴	۱۰۱/۰۰	۰/۱۰	۵۲/۷۵	۲۳۰/۸۳



شکل ۱- ارزش‌اصلاحی پنج گاو نر برتر در تابعی از روزهای مختلف شیردهی

برآورد ارزش اصلاحی روزانه با استفاده از مدل رگرسیون تصادفی نه‌تنها سبب افزایش دقت برآوردهای ژنتیکی می‌شود، بلکه برای بررسی و بهبود ارزیابی ژنتیکی تداوم شیردهی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد و می‌توان ارزش اصلاحی حیوانات را در بخش‌های مختلف مورد مقایسه قرار داد. لذا درک بهتر عوامل ژنتیکی تولید را به دنبال دارد.

طبق نتایج به دست آمده، پارامترهای ژنتیکی برآورد شده برای معیارهای مختلف تداوم تولید شیر، چربی و پروتئین متفاوت می‌باشد و از طرفی گاوهای شیری رتبه‌بندی‌های متفاوتی را براساس ۳۰۵ روز تولید و معیارهای مختلف تداوم شیردهی به خود اختصاص می‌دهند و انتخاب بر اساس ۳۰۵ روز تولید ممکن است انتخاب گاوهای دارای ظرفیت ژنتیکی بالا از لحاظ تداوم شیردهی را نتیجه ندهد.

با توجه به اینکه بین تولید و تداوم تولید ارتباط ژنتیکی وجود دارد، بنابراین تداوم شیردهی می‌تواند به عنوان یک صفت اقتصادی توارث‌پذیر برای انتخاب گاوهای شیری برتر و بهبود روند ژنتیکی مورد استفاده قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

اطلاعات استفاده شده در این تحقیق از مرکز اصلاح نژاد و بهبود تولیدات دامی کشور دریافت شده است. بدینوسیله مؤلفان مراتب تشکر و سپاسگزاری خود را از مسؤولین محترم آن مرکز اعلام می‌نمایند.

منابع

بهلولی، م.، علیجانی، شجاع، ج.، اقبال، ع.ر. و پیرانی، ن.، ۱۳۹۱. کاربرد مدل رگرسیون تصادفی چند صفته جهت برآورد پارامترهای ژنتیکی و اثر متقابل ژنوتیپ و محیط در گاوهای شیری هلشتاین ایران. نشریه پژوهش‌های علوم دامی، جلد ۲۲ شماره ۳، صفحات ۱۵۹- ۱۴۹.

تیموریان، م.، اسلمی‌نژاد، ع.ا. و طهمورث‌پور، م.، ۱۳۹۰. برآورد پارامترهای ژنتیکی صفات تولیدی در گاوهای شیری. نشریه پژوهش‌های علوم دامی ایران، جلد ۳، شماره ۲، صفحات ۱۸۴-۱۷۹.

سیدشریفی، ر.، اسکندری‌نسب، م.پ.، سیف دواتی، ج. و بادبرین، ن.، ۱۳۹۱. بررسی همبستگی ارزش ارثی دوره‌های ناقص و کامل شیردهی در

صفات تولید شیر و تداوم شیردهی در گاوهای شیری هلشتاین با استفاده از مدل تابعیت تصادفی. نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران. جلد ۴، شماره ۱، صفحات ۶۸-۶۳.

مرادی شهربابک، م.، ۱۳۸۰. تداوم شیردهی در گاوهای شیری. مجله علوم کشاورزی ایران. شماره ۱، صفحات ۲۰۳- ۱۹۳.

مقدس‌زاده اهرابی، س.، ۱۳۸۱. بررسی پتانسیل ژنتیکی یک گله گاو هلشتاین با استفاده از رکوردهای روز آزمون و مدل رگرسیون تصادفی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته ژنتیک و اصلاح نژاد دام، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان.

Biassus, I.O., Cobuci, J.A., Costa, C.N., Roberto, P., Rorato, N., Neto, J.B. and Cardoso, L.L., 2010. Persistence in milk, fat and protein production of primiparous Holstein cows by random regression models. Revista Brasileira de Zootecnia. 39: 2617-2624.

Bohlouli, M. and Alijani. S., 2012. Genotype by environment interaction for milk production traits in Iranian Holstein dairy cattle using random regression model. Livestock Research for Rural Development. 24(7).

Cobuci, J.A., Euclydes, R.F., Costa, C.N., Toress, R.A., Lopes P.S. and Pereira, C.S., 2007. Genetic evaluation for persistency of lactation in Holstein cows using random regression model. Genetics and Molecular Biology. 30:349-355.

Dekkers, J.C.M., Ten Hag J.H. and Weersink, A., 1998. Economic aspects of persistency of lactation in dairy cattle. Livestock Production Science. 53:237-252.

Hammami, H., 2009. Genotype by Environment Interaction for Production Traits of Holsteins Using Two Countries as Model: Luxembourg and Tunisia. Ph.D. Thesis, Animal Science Unit, Gembloux Agricultural University, Gembloux, Belgium.

Jakobsen, J.H., Madsen, P., Jensen, J., Pedersen, J., Chritensen L.G. and Sorensen, D.A., 2002. Genetic parameters for milk production and persistency for Danish Holstein estimated in random regression models using REML. Journal of Dairy Science. 85:1607-1616.

Jomrozik, J., Schaeffer L.R. and Dekkers, J.C.M., 1997. Genetic evaluation of dairy cattle using test day yields and random regression model. Journal of Dairy Science. 80:1217–1226.

Khorshidie, R., Shadparvar, A.A., Ghavi Hossein-Zadeh, N. and Joezy Shakalgurabi, S., 2012. Genetic trends for 305-day milk yield and persistency in Iranian Holsteins. Livestock Science. 144:211-217.

kirkpatric, M., Lofsvold, D. and Bulmer, M., 1990. Analysis of the inheritance, selection and evaluation of growth trajectories. Genetics. 124:979-993.

Misztal, I., Tsuruta, S. Strabel, T. Auvray, B. Druet, T. and Lee, D.H., 2002. BLUPF90 and related programs (BGF90). Proc 7th WCGALPP, Montpellier, France. CD-ROM communication. 28:07.

Mrode, R.A. 2005. Linear models for the prediction of animal breeding values. Second Edit. Penicuik, Midlothian, UK.

Pereira, R.J., Verneque, R.S., Lopes, P.S., Santana, M.L., Lagrotta, M.R., Torres, R.A., Vercesi Filho, A.E. and Machado, M.A., 2012. Milk yield persistency in Brazilian Gyr cattle based on a random regression model. Genetics and Molecular Research. 11:1599-1609.

Pryce, J.E., Veerkamp R.F. and Thompson, R., 1997. Genetic aspects of common health disorders and measures of fertility in Holstein Friesian dairy cattle. Journal of Animal Science. 65:353–360.

SAS Institute Inc, 2003. SAS 9.1 Help and documentation, Cary, NC: SAS Institute Inc.

Solkner, J. and Fuchs, W., 1987. A comparison of different measures of persistency with special respect to variation of test-day milk yield. Livestock Production Science. 16:305-319.

Togashi, K. and Lin, C.Y., 2004. Efficiency of different selection criteria for persistency and lactation milk yield. Journal of Dairy Science. 87:1528–1535.