

روند ژنتیکی و فنوتیپی نمره سلول‌های بدنی و تعیین عوامل محیطی موثر بر آن در گاو‌های هلشتاین ایران

هادی فرجی آروق^{۱*} - علی اصغر اسلمی نژاد^۲ - محمد رکوعی^۳

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۲/۲۲

تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۰/۱۳

چکیده

هدف از این تحقیق برآورد روند ژنتیکی و فنوتیپی نمره سلول‌های بدنی (SCS) و بررسی اثر عوامل محیطی بر این صفت در گاوهای هلشتاین ایران بود. در این مطالعه از تعداد ۳۷۵۳۵۰ رکورد روزآزمون شمار سلول‌های بدنی مربوط به ۵۴۳۷۴ حیوان که توسط مرکز اصلاح نژاد دام کشور بین سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۶ رکوردبرداری شده بود، استفاده شد. ارزش‌های اصلاحی حیوانات توسط مدل حیوانی با استفاده از نرم افزار ASReml پیش-بینی گردید. روند ژنتیکی و فنوتیپی، با استفاده از تابعیت میانگین ارزش‌های اصلاحی و فنوتیپی بر سال زایش برآورد شد. برآورد روند ژنتیکی و فنوتیپی و تاثیر عوامل محیطی بر SCS با استفاده از نرم افزار SAS محاسبه شد. وراثت‌پذیری، روند ژنتیکی و فنوتیپی به ترتیب 0.09 ± 0.082 ، 0.02 ± 0.013 و 0.103 ± 0.224 برآورد شد. تفاوت روند ژنتیکی با صفر معنی دار بود اما تفاوت معنی‌داری برای روند فنوتیپی مشاهده نشد. عوامل گله، سال زایش، اثرات متقابل گله - سال زایش، گله - فصل، سال زایش - فصل زایش بر صفت SCS معنی دار بود اما اثر فصل زایش و سن زایش برای این صفت معنی دار نبود.

واژه‌های کلیدی: روند ژنتیکی و فنوتیپی، عوامل محیطی، نمره سلول‌های بدنی

مقدمه

۱۰ درصد است. با این وجود بهتر است، انتخاب برای شمار سلول‌های بدنی کمتر، با هدف بهبود ژنتیکی برای کل شایستگی اقتصادی در برنامه‌های اصلاحی گنجانده شود (۳).

متوسط شمار سلول‌های بدنی برای گاوهای هلشتاین بدون ورم پستان بالینی در حدود ۲۰۰۰۰۰ سلول در هر میلی لیتر شیر گزارش شده است (۵ و ۱۸). بر اساس گزارشات شوک و اسکوتر درصد گاوهای حذفی به واسطه داشتن متوسط بالای شمار سلول‌های بدنی، بالاتر از ۳۰ درصد است (۲۲). به بیان دیگر شانس حذف یک گاو با متوسط شمار سلول‌های بدنی بالاتر از ۷۰۰۰۰۰ سلول در هر میلی لیتر شیر ۳/۴ برابر بیشتر از گاوهایی با متوسط شمار سلول‌های بدنی بین ۲۰۰۰۰۰ تا ۲۵۰۰۰۰ است.

متوسط شمار سلول‌های بدنی برای گاوهای هلشتاین مکزیکی ۸۵۱۱ سلول در هر میلی لیتر شیر و وراثت‌پذیری ۰/۱۱ گزارش شده است (۱۳). اودگارد و همکاران (۱۵)، متوسط نمره سلول‌های بدنی دوره شیردهی و وراثت‌پذیری را برای گاوهای هلشتاین به

تولید شیر مهم‌ترین منبع درآمد برای دامپروران است و گاوهای با تولید بالا سودآوری بیشتری دارند (۶). با این حال تولید بالا با مشکلات تولیدمثل و کاهش سلامتی حیوان در ارتباط است (۲۳). به علت همبستگی ژنتیکی منفی بین تولید شیر و مقاومت به ورم پستان، مقاومت به ورم پستان برای گله‌های گاوهای شیری که به شدت تحت تاثیر انتخاب برای تولید بالا هستند، افت کرده است (۱۲). بیماری ورم پستان در گله‌های گاو شیری پر هزینه است و افزایش شیوع آن خسارات زیادی برای تولید کنندگان به بار می‌آورد (۴ و ۱۶). شمار سلول‌های بدنی^۴ نشانگر مناسبی برای میزان مقاومت به بیماری ورم پستان است. وراثت‌پذیری صفت شمار سلول‌های بدنی در حدود

۲۰۱- دانشجوی دکتری و استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

*- نویسنده مسئول: (Email: hadifaraji.um@gmail.com)

۳- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

قرار گرفت.

$$LSCS = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^m \left(\log_e \left(\frac{SCS}{1000} \text{ cells/ml} \right) \right)$$

در این فرمول، n شمار رکوردهای روز آزمون برای هر حیوان است (۱۴).

مشخصات مربوط به داده‌های مورد استفاده در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- آماره‌های توصیفی داده‌های شمار سلولهای بدنی

تعداد رکوردها	۳۷۵۳۵۰
تعداد حیوانات	۵۴۳۷۴
تعداد نرها	۱۵۶۱
تعداد گله‌ها	۲۸۷
متوسط نتاج هر پدر	۲۳۹
سطوح گله - سال زایش	۹۶۹
سطوح گله - فصل زایش	۱۰۵۰
سطوح سال - فصل زایش	۲۴
میانگین LSCS	۱۰/۱۷۲
انحراف معیار	۲/۳۴۹

برآورد اثر عوامل محیطی بر روی نمره سلول‌های بدنی توسط مدل آماری زیر توسط رویه GLM در نرم افزار SAS بررسی شدند. $y_{ijkl} = \mu + H_i + Y_j + S_k + A_l + HY_{ij} + HS_{ik} + YS_{jk} + e_{ijklm}$ در فرمول فوق، بردار y رکوردهای میانگین نمره سلول‌های بدنی حیوان، H_i اثر گله (۲۸۷ سطح)، Y_j اثر سال زایش (۶ سطح)، اثر فصل زایش (۴ سطح)، A_l اثر سن زایش، HY_{ij} اثر متقابل گله-سال زایش، HS_{ik} اثر متقابل گله - فصل زایش و YS_{jk} اثر متقابل سال زایش - فصل زایش و e_{ijklm} اثرات باقیمانده است. برای برآورد وراثت پذیری و روند ژنتیکی از مدل حیوانی زیر استفاده شد.

$$y = Xb + Za + e$$

در مدل فوق y ، میانگین نمره سلول‌های بدنی حیوان، b بردار اثرات ثابت (گله-سال - فصل زایش)، a بردار اثر ژنتیکی افزایشی حیوان، X و Z به ترتیب ماتریس‌های ضرایب ارتباط دهنده مشاهدات به سطوح عوامل ثابت و تصادفی هستند و e بردار آثار باقیمانده است. مولفه‌های واریانس و ارزش‌های اصلاحی بر اساس مدل فوق با استفاده از نرم افزار ASReml محاسبه گردید. روند ژنتیکی و فنوتیپی از طریق تابعیت میانگین ارزش‌های اصلاحی و فنوتیپی بر سال زایش توسط نرم افزار SAS برآورد شد (۸ و ۱۹).

نتایج و بحث

نتایج آنالیز واریانس برای نمره سلول‌های بدنی در جدول ۲ ارائه

ترتیب ۴/۱۱ و ۰/۱۱ گزارش کرده‌اند. روند ژنتیکی برای نمره سلول‌های بدنی گاوهای هلستاین کاهش یافته و ۰/۰۲۶- به ازای هر سال گزارش شد. اثر گله، سن و اثر متقابل مابین گله و سال بر روی شمار سلولهای بدنی گاوهای هلستاین تونس معنی‌دار مشاهده شده است. با وجود اینکه فصل تاثیر معنی‌دار بر این صفت نداشت، مشاهده شد که شمار سلولهای بدنی در فصل تابستان بیشتر است (۱۷). قوی حسن زاده و اردلان (۹)، متوسط نمره سلولهای بدنی برای گاوهای هلستاین ایران را $4/64 \pm 0/94$ گزارش کردند. وراثت پذیری برای نمره سلولهای بدنی گاوهای هلستاین ایران در دامنه ۰/۰۴ - ۰/۰۸ گزارش شده است (۱، ۲، ۹ و ۲۰).

با توجه به اهمیت شمار سلول‌های بدنی در تشخیص ورم پستان و زیان‌های اقتصادی آن در بخش دامپروری، در این تحقیق، برآورد وراثت پذیری شمار سلولهای بدنی، برآورد روند ژنتیکی و فنوتیپی نمره سلول‌های بدنی و نحوه اثر عوامل محیطی بر روی نمره سلول‌های بدنی گاوهای هلستاین مدنظر قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

از ۵۳۶۷۶۱ رکورد روز آزمون دوره اول شیردهی مربوط به شمار سلول‌های بدنی که طی سال‌های ۱۳۶۸ تا ۱۳۸۶ توسط مرکز اصلاح نژاد دام کشور ثبت شده بود، برای برآورد روند ژنتیکی، فنوتیپی و تعیین اثرات عوامل محیطی بر روی نمره سلول‌های بدنی استفاده شد. تصحیحات مربوط به رکوردها بر اساس آنچه که توسط اودگارد و همکاران (۱۴)، زهنگ و همکاران (۲۴)، رینتس و همکاران (۱۶)، و دروت و همکاران (۷)، ارائه شده است، انجام گرفت. براساس پیشنهاد این محققین، گله‌هایی با کمتر از ۷۲ رکورد روز آزمون حذف و حیوانات با بیش از ۴ رکورد روز آزمون نگه داشته شدند. همچنین رکوردهای بین ۴ تا ۳۰۵ روز و سن ۱۸ تا ۳۶ ماه در نظر گرفته شدند. بعد از انجام تصحیحات، تعداد رکوردها به ۳۷۵۳۵۰ رکورد که مربوط به سالهای ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۶ بودند کاهش یافتند. این رکوردها مربوط به ۵۴۳۷۴ حیوان از ۱۵۶۱ گاو نر و ۴۲۶۵۴ گاو ماده بودند که از ۲۸۷ گله جمع آوری شده بودند. برای نرمال کردن توزیع رکوردهای روز آزمون، شمار سلول‌های بدنی^۱ تبدیل لگاریتمی شده و به صورت زیر به نمره سلولهای بدنی^۲ تغییر داده شدند (۲۱).

$$SCS = \log_e (SCC/1000 \text{ Cells/ml}) + 3$$

در فرمول بالا SCS نمره سلولهای بدنی و SCC شمار سلولهای بدنی است. میانگین نمره سلول‌های بدنی برای هر دوره شیردهی (LSCS) حیوان به صورت زیر محاسبه و برای تجزیه و تحلیل مورد استفاده

1- Somatic Cell Count

2-Somatic cell score

شده و باعث افزایش نمره سلولهای بدنی می شود (۳). در تحقیقات رینتس و همکاران (۱۶)، و ریک و همکاران (۱۵)، مشاهده شد که اثر فصل بر روی شمار سلولهای بدنی غیر معنی دار بود اما فصل تابستان بیشترین میانگین شمار سلولهای بدنی را داشت. بیشترین شمار سلولهای بدنی مربوط به دسامبر (اواخر آذر و اوایل دی) و کمترین مربوط به می (اواخر خرداد و اوایل تیر) بود.

جدول ۳- میانگین حداقل مربعات و خطای معیار برای سطوح مختلف

سال زایش			
سال زایش	تعداد	LSM*	SE**
۱۳۸۱	۲۲۳۵	۱۰/۹۳۹ ^b	۰/۰۵۲
۱۳۸۲	۶۶۸۶	۱۱/۳۰۳ ^a	۰/۰۳۵
۱۳۸۳	۹۳۱۲	۱۰/۶۴۹ ^c	۰/۰۳۲
۱۳۸۴	۱۲۵۲۹	۱۰/۴۷۴ ^d	۰/۰۲۹
۱۳۸۵	۱۶۵۴۴	۱۰/۲۷۳ ^e	۰/۰۲۷
۱۳۸۶	۷۰۵۸	۹/۹۸۹ ^f	۰/۰۳۲

** میانگین حداقل مربعات (Least square means)

** خطای معیار (Standard error)

میانگین حداقل مربعات با حروف انگلیسی متفاوت معنی دار هستند ($P < 0.0001$)

جدول ۴- میانگین حداقل مربعات و خطای معیار برای سطوح مختلف

فصل زایش			
ماه زایش	تعداد	LSM	SE
۱	۱۳۵۴۲	۱۰/۶۴۷ ^b	۰/۰۳۰
۲	۱۳۵۱۴	۱۰/۷۰۳ ^a	۰/۰۲۹
۳	۱۲۸۰۸	۱۰/۵۱۳ ^d	۰/۰۲۹
۴	۱۴۵۱۰	۱۰/۵۵۶ ^c	۰/۰۲۸

میانگین حداقل مربعات با حروف انگلیسی متفاوت معنی دار هستند ($P < 0.1$)

میانگین نمره سلولهای بدنی برای گاوهای هلشتاین ایران ۱۰/۱۷۱ (۲۸۰۳۶۰ سلول در هر میلی لیتر) است (جدول ۱). این تعداد سلول در هر میلی لیتر بیشتر از متوسط شمار بدنی برای گاوهای بدون ورم پستان کلینیکی (۲۰۰۰۰۰ سلول در هر میلی لیتر) می باشد (۱۸). میانگین شمار سلولهای بدنی برای گاوهای هلشتاین نسبت به گزارشات مونتالدو و همکاران (۱۳) برای گاوهای مکزیکی، ریک و همکاران (۱۷) برای گاوهای هلشتاین تونس و ادگارد و همکاران برای گاوهای نروژ بیشتر است (۱۵). بیشتر بودن شمار سلولهای بدنی برای گاوهای هلشتاین ایران می تواند نشان دهنده مستعد بودن گاوهای ایران برای بیماری ورم پستان باشد.

وراثت پذیری برای شمار سلولهای بدنی 0.082 ± 0.009 برآورد شد. وراثت پذیری پایین نشان می دهد که نسبت واریانس ژنتیکی به واریانس فنوتیپی بالا نیست. به بیان دیگر قسمت عمده تنوع مشاهده

شده است. همانطور که مشاهده می شود گله و سال در سطح احتمال $0.001 < P$ زایش اثر معنی داری بر نمره سلولهای بدنی دارد اما اثر فصل و سن زایش اثر معنی داری بر نمره سلولهای بدنی ندارد ($P < 0.05$). اثر متقابل بین همه اثرات نیز در سطح احتمال $0.01 < P$ درصد معنی دار است. بایستی و همکاران (۳)، اثر سال زایش و گله را بر شمار سلولهای بدنی در گاوهای شیری کوزوو معنی دار گزارش کردند. اثر ماه زایش در شمار سلولهای بدنی گاوهای جرسی ترکیه معنی دار گزارش شد اما در این تحقیق اثر فصل معنی دار نبود این امر می تواند به دلیل متفاوت بودن نژاد یا تفاوت در تنوع شرایط آب و هوایی باشد. در تحقیقات بایستی و همکاران (۳)، اثر نژاد نیز معنی دار گزارش شده است. در نتایج ریک و همکاران (۱۷)، اثر گله، سن در اولین زایش، اثر متقابل گله و سال زایش بر روی شمار سلولهای بدنی گاوهای تونس نیز معنی دار گزارش شده اما اثر فصل معنی دار نبود. ضریب تعیین در نتایج ریک و همکاران (۱۷)، 0.41 درصد بود که نسبت به نتایج این تحقیق کمتر است.

جدول ۲- اثر عوامل محیطی بر روی نمره سلولهای بدنی

منابع تغییر	احتمال آماری (P- Value)
گله	۰/۰۰۰۱**
سال زایش	۰/۰۰۰۱**
فصل زایش	۰/۰۵۱۷ ^{ns}
سن زایش	۰/۵۵۱۷ ^{ns}
گله - سال زایش	۰/۰۰۰۱**
گله - فصل زایش	۰/۰۰۰۱**
فصل - سال زایش	۰/۰۰۲۰**

** معنی دار در سطح احتمال $P < 0.001$ ، ns عدم معنی دار

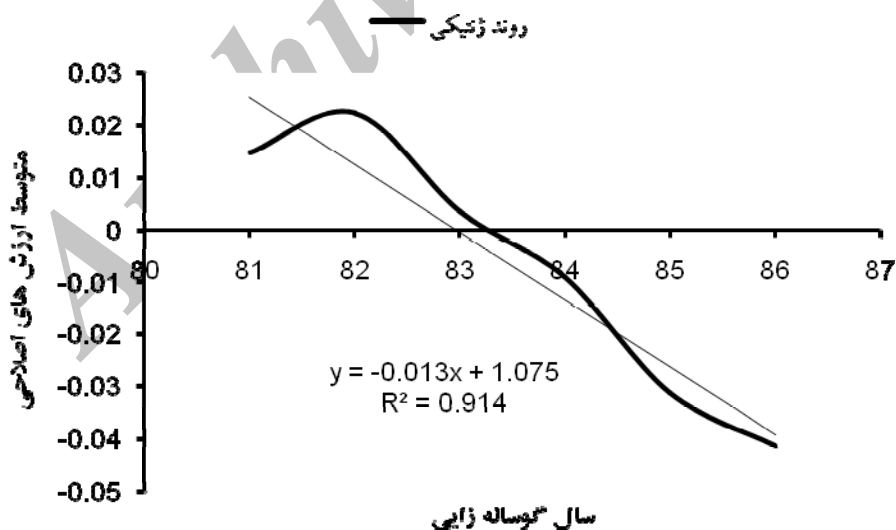
میانگین حداقل مربعات و خطای معیار برای سطوح مختلف سال زایش در جدول ۳ نشان داده شده است. بین سالهای مختلف تفاوت معنی دار مشاهده شد ($P < 0.0001$). میانگین حداقل مربعات مربوط به سال ۱۳۸۲ بالاترین مقدار بوده و سال ۱۳۸۶ کمترین مقدار را به خود اختصاص داده است.

جدول ۴ میانگین حداقل مربعات و خطای معیار برای سطوح مختلف فصل زایش را نشان می دهد. فصل تابستان بالاترین میانگین را در بین سایر فصلها دارد و در سطح احتمال $0.1 < P$ درصد بین فصلهای سال تفاوت معنی داری وجود دارد ($P < 0.1$). دلیل بالا بودن میانگین نمره سلولهای بدنی در فصل تابستان می تواند به دلیل استفاده از مواد خوراکی با کیفیت بالا در این فصل باشد که باعث افزایش تولید شیر در این فصل شده و به دلیل همبستگی منفی مابین تولید شیر و مقاومت به ورم پستان، مقاومت گاوها به ورم پستان کم

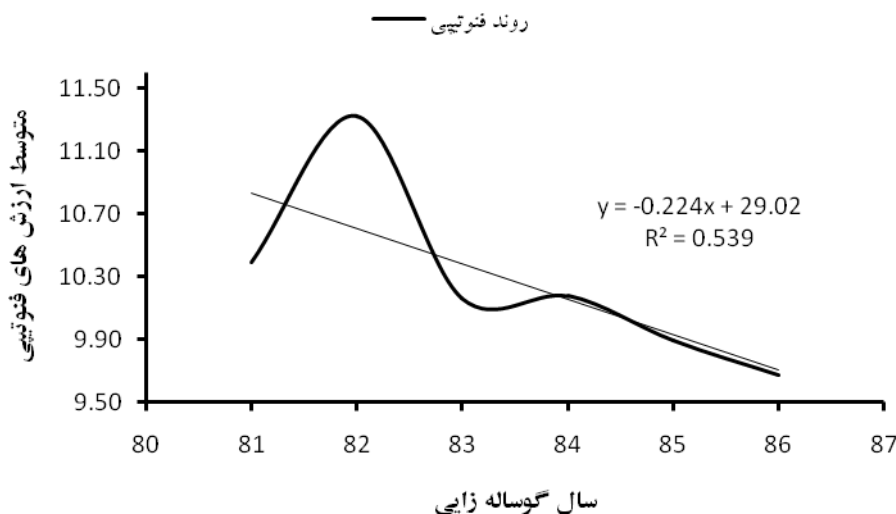
ژنتیکی مثبت برای شمار سلول‌های بدنی گاوهای نیوزلند گزارش شده است. روند فنوتیپی برای نمره سلول‌های بدنی گاوهای هلشتاین ایران روند نامنظمی دارد و سال ۸۲ و ۸۶ به ترتیب بالاترین و کمترین نمره شمار سلول‌های بدنی را به خود اختصاص داده است. هرچند از سال ۸۴ به بعد روند کاهش منظمی برای شمار سلول‌های بدنی گاوهای هلشتاین ایران مشاهده می‌شود. اما نامنظم بودن روند فنوتیپی کل نشان می‌دهد که سیاست‌های اجرا شده در سال‌های اخیر در بهبود این صفت موفقیت زیادی نداشته است و با وجود منظم بودن روند مناسب ژنتیکی، بهبود پتانسیل ژنتیکی نتوانسته است در روند فنوتیپی تاثیر کافی داشته باشد. با در نظر نگرفتن سال ۸۴ روند فنوتیپی یک روند خطی را نشان می‌دهد. بالا بودن روند فنوتیپی ۸۴ می‌تواند به دلیل تغییرات سیاست‌های اصلاحی مرکز اصلاح نژاد دام کشور برای گاوهای هلشتاین ایران باشد. این صفت به دلیل داشتن وراثت پذیری کم تحت تاثیر سال عوامل محیطی و مدیریتی می‌باشد. در مدل برآورد ضریب رگرسیون برای روند ژنتیکی، ضریب تعیین برابر با ۹۱ درصد است که نشان دهنده این است که این مدل به صورت توانسته تغییرات مربوط به روند ژنتیکی را نشان دهد اما برای روند فنوتیپی ضریب تعیین ۵۴ درصد است و نشان می‌دهد که فقط ۵۴ درصد تغییرات به کمک مدل تعریف شده است و عوامل محیطی موثر در زمان برآورد ضریب رگرسیون برای ارزش‌های فنوتیپی گنجانده نشده است. ضریب رگرسیون برای روند فنوتیپی نیز کاهش یافته است (۰/۲۲۴-) و با احتمال ۹۰ درصد معنی دار است ($P < 0.1$).

شده برای این صفت در اثر عوامل غیر ژنتیکی است بنابراین لازم است در راستای کاهش شمار سلول‌های بدنی عوامل محیطی کنترل شود. تا امکان استفاده بهتر از پتانسیل ژنتیکی موجود در جامعه نیز مهیا گردد. در تحقیقات رینتس و همکاران (۱۶)، هایل ماریم و همکاران (۱۰)، قوی حسین زاده و اردلان (۹)، صفدری شاهرودی و همکاران (۱)، بختیارزاده و همکاران (۲)، و سنجابی و همکاران (۲۰)، نتایج مشابه برای شمار سلول‌های بدنی گزارش شده است. وراثت پذیری برای شمار سلول‌های بدنی گاوهای هلشتاین نروژ، مکزیکی و کانادا ۰/۱۱ برآورد شده که نسبت به ۰/۰۸۲ در این تحقیق بیشتر است (۱۳، ۱۵ و ۲۴).

شکل ۱ و ۲ تغییرات میانگین ارزش‌های اصلاحی و فنوتیپی نمره سلول‌های بدنی برای گاوهای هلشتاین ایران را نشان می‌دهد. روند ژنتیکی بعد از سال ۱۳۸۲ روند کاهش را نشان می‌دهد به طوری که برای ۳ سال آخر مقادیر ارزش اصلاحی برای روند ژنتیکی منفی است و می‌تواند ناشی از بهبود ژنتیکی برای این صفت باشد. ضریب رگرسیون ارزش‌های اصلاحی به ازای سال زایش (روند ژنتیکی) -0.013 است. ضریب رگرسیون در سطح احتمال ۰/۰۱ متفاوت از صفر است ($P < 0.01$). ضریب رگرسیون برای گاوهای هلشتاین نروژ نیز -0.026 گزارش شده است که نسبت به برآورد -0.013 در این تحقیق مناسب‌تر است (۱۵). دلیل این امر می‌تواند ناشی از انتخاب ژنتیکی موثرتر برای این صفت یا بهبود شرایط محیطی و مدیریتی برای گاوهای ایران باشد. در تحقیقات هاریس و ویمکلمن (۱۱)، روند



شکل ۱- روند ژنتیکی برای نمره سلول‌های بدنی گاوهای هلشتاین ایران



شکل ۲- روند فنوتیپی برای نمره سلولهای بدنی گاوهای هلشتاین ایران

نتیجه گیری

شمار سلولهای بدنی در شیر گاوهای هلشتاین ایران شده است. روند ژنتیکی و فنوتیپی برای این صفت کاهش یافته و اگرچه روند ژنتیکی برای میانگین نمره سلولهای بدنی معنی دار است اما مقدار روند ژنتیکی ناچیز است.

اکثر نتایج گرفته شده برای عوامل محیطی و وراثت پذیری در این مطالعه مطابق با مطالعات قبلی می باشد. تاثیر معنی داری برای عوامل محیطی پیشنهاد می کند که این عوامل در آنالیزها مدنظر گرفته شوند. وراثت پذیری پایین برای این صفت بیان کننده این است که انتخاب ژنتیکی برای این صفت موثر نیست و باید برای بهبود این صفت، عوامل محیطی را بهبود داد. متوسط شمار سلولهای بدنی برای گاوهای هلشتاین ایران نسبت به گاوهای هلشتاین کشورهای دیگر بالا بوده که می تواند ناشی از این باشد که عوامل محیطی، مدیریتی و تغذیه برای گاوهای ایران مناسب نیست و این امر باعث افزایش در

تشکر و قدردانی

اطلاعات مورد استفاده در این تحقیق توسط مرکز اصلاح نژاد دام کشور ارائه گردیده است، بدینوسیله نویسندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را از مسئولین محترم این مرکز اعلام می دارند.

منابع

- ۱- صفدری شاهرودی، م.، ع. پاکدل، و س. ر. میرایی آشتیانی. ۱۳۸۹. بررسی شاخص سلامت پستان و مقایسه استراتژی های مختلف انتخاب جهت گنجاندن اطلاعات این صفت در برنامه های اصلاحی گاوهای هلشتاین ایران، مجله علوم دامی ایران، شماره ۴، دوره ۴۱، ۳۹۰-۳۸۱.
- ۲- Bakhtiarizadeh, M. R., M. Moradi Shahr Babak, and A. Pakdel. 2010. Estimation of udder composite in the Holstein population of Iran. *J. Dairy Sci.* Vol. 93, E-Suppl.597.
- ۳- Bytyqi, H., U. Zaugg., K. Sherifi., A. Hamidi., M. GjonbalajMuje., M. Skender, H. Mehmeti. 2010. Influence of management and physiological factors on somatic cell count in raw cow milk in K. *Veterinarski. Archiv.* 80 (2), 173-183.
- ۴- Caraviello, D. Z., K. A. Weigel., G. E. Shook, and P. L. Ruegg. 2005. Assessment of the impact of somatic cell count on functional longevity in Holstein and Jersey cattle using survival analysis methodology. *J. Dairy Sci.* 88, 804- 811.
- ۵- Coulon, J. B., F. Dauver, and J. P. Garel. 1996. Facteurs de variation de la numération cellulaire du lait chez des vaches laitières indemnes de mammites cliniques. *INRA Prod. Anim.*, 9, 133-139.
- ۶- Degroot, B. J., J. F. Keown., L. D. Van Vleck, and E. L. Marotz. 2002. Genetic parameters and responses of linear type, yield traits, and somatic cell scores to divergent selection for predicted transmitting ability for type in Holsteins. *J. Dairy Sci.* 85, 1578-1585.
- ۷- Druet, T., F. Jaffrezic, and V. Ducrocq. 2005. Estimation of genetic parameters for test day records of dairy traits in the first three lactations. *Genet. Sel. Evol.* 37:257-271.

- 8- Gilmour, A. R., B. R. Cullis., S. J. Welham, and R. Thompson. 2000. ASREML Reference manual. <ftp.res.bbsrc.ac.uk> in <pub/aar>.
- 9- Ghavi Hossein-Zadeh, N., and M. Ardalan. 2011. Estimation of genetic parameters for milk urea nitrogen and its relationship with milk constituents in Iranian Holsteins. *Livest. Sci.* 135: 274-281.
- 10- Haile-Mariam, M., J. M. Morton, and M. E. Goddard. 2003. Estimates of genetic parameters for fertility traits in Australian Holstein-Friesian cattle. *J. Anim. Sci.* 76:35-42.
- 11- Harris, B. L., and A. M. Winkelman. 2003. TEST-DAY Model for National Genetic Evaluation of SOMATIC CELL Count in New Zealand ([www-interbull.slu.se/bulletins/bulletin32/Harris .pdf](http://www-interbull.slu.se/bulletins/bulletin32/Harris.pdf)).
- 12- Miglior, F., E. B. Burnside, and J. C. M. Dekkers. 1995. Non additive genetic effects and inbreeding depression for somatic cell counts in Holstein cattle. *J. Dairy. Sci.* 78: 1168-1173.
- 13- Montaldo, H. H., H. Castillo-Juárez., E. G. Cienfuegos-Riva, and F. J. Ruiz-López. 2010. Genetic and environmental parameters for milk production, udder health, and fertility traits in Mexican Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 93:2168–2175.
- 14- Odegard, J., G. Klemetsdal, and B. Heringstad. 2002. Variance components and genetic trend for somatic cell count in Norwegian cattle. *Livest. Prod. Sci.* 79:135-144.
- 15- Ødegard, J., K. Gunnar, and H. Bjørg. 2003. Variance components and genetic trend for somatic cell count in Norwegian Cattle. *Livest. Prod. Sci.* 79: 135–144.
- 16- Reents, R., J. Jamrozik., L. R. Schaeffer, and J. C. M. Dekkers. 1995. Estimation of genetic parameters for test day records of somatic cell score. *J. Dairy. Sci.* 78:2847-2857.
- 17- Rekik, B., N. Ajili, H. Belhani, A. Ben Gara, and H. Rouissi. 2008. Effect of somatic cell count on milk and protein yields and female fertility in Tunisian Holstein dairy cows. *Livest. Sci.* 11 (6): 309 – 317.
- 18- Rupp, R., D. Boichard., C. Bertrand, and S. Bazin. 2000. Bilan national des numérations cellulaires dans le lait des différentes races bovines laitières françaises. *INRA Prod. Anim.* 13 (4), 257–267.
- 19- SAS. 2007. SAS OnlineDoc 9.1.3. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- 20- Sanjabi, M. R., A. Gholibaigi Fard., R. Vaez Torshizi., A. Lavaf, and A. H. Ahadi. 2010. Genetic relationships between somatic cell count, milk production and udder conformation traits in Iranian Holsteins. *J. Dairy Sci.* Vol. 93, E-Suppl.598.
- 21- Schukken, Y. H., K. E. Leslie., A. J. Weersink, and S. W. Martin. 1992. Ontario bulk milk somatic cell count program. II. Population dynamics of bulk milk somatic cell counts. *J. Dairy. Sci.* 75: 3359-3366.
- 22- Shook, G. E., and M. M. Schutz. 1993. Selection on somatic cell score to improve resistance to mastitis in the United States. *J. Dairy. Sci.* 77, 648–658.
- 23- Windig, J. J., M. P. L. Calus., B. Beerda, and R. F. Veerkamp. 2006. Genetic correlation between milk production and health and fertility depending on herd environment. *J. Dairy. Sci.* 89, 1765–1775.
- 24- Zhang, W. C., J. C. M. Dekkers., G. Banos, and E. B. Burnside. 1993. Adjustment factor and genetic evaluation for somatic cell score and relationships with other traits in Canadian Holsteins. *J. Dairy. Sci.* 77:659-665.