نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۲۷، تابستان ۱۳۹۹
ص‌ص: ۷۱~۸۰

ارزیابی شایستگی– ژنتیکی اقتصادی اسپرم‌های وارداتی گاوهای نر هلشتاین در اقلیم‌های مختلف ایران

- **معصومه نظری**
دانشجوی دکتری، ژنتیک و اصلاح دام، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، کردستان، ایران.
- **امیر رشیدی** (نویسنده مسئول)
استاد ژنتیک و اصلاح دام، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، کردستان، ایران.
- **محمد رزم کبیر**
استادیار ژنتیک و اصلاح دام، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، کردستان، ایران.
- **علی صادقی سفیدمزگی**
دانشیار ژنتیک و اصلاح دام، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، اصفهان، ایران.
- **مزدک کاظمی**
۵کارشناسی ارشد ژنتیک و اصلاح دام، مرکز اصلاح نژاد و بهبود تولیدات دامی، کرج، البرز، ایران

تاریخ دریافت : اردیبهشت ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش : خرداد ۱۳۹۸
شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۸۸۷۱۰۳۴۲
Email: arashidi@uok.ac.ir

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/asj.2019.126055.1910

چکیده

چکیده: هدف از پژوهش حاضر، ارزیابی شایستگی ژنتیکی- اقتصادی دختران حاصل از اسپرم‌های وارداتی گاوهای نر هلشتاین در اقلیم‌های مختلف ایران می‌باشد. نتاج مورد مطالعه براساس شاخص‌های مختلف انتخاب کشورهای صادرکننده اسپرم پدرانشان دسته‌بندی شدند. در این پژوهش از رکوردهای صفات تولید شیر، چربی و پروتئین، سن زایش و فاصله گوساله‌زایی دوره اول شیردهی ۲۷۰۵٦٦ رأس گاو هلشتاین استفاده شد که توسط مرکز اصلاح نژاد دام و بهبود تولیدات دامی ایران طی سال‌های ۱۳۷۱ تا ۱۳۹٦ جمع‌آوری شده بودند. برای پیش‌بینی ارزش اصلاحی صفات مورد مطالعه، از مدل حیوانی چند صفتی و نرم‌افزار DMU استفاده شد. شایستگی ژنتیکی- اقتصادی دختران با استفاده از شاخص درآمد خالص طول عمر (LNI) برآورد شد. تفاوت میانگین‌های حداقل مربعات شاخص LNI برآورد شده برای دختران حاصل از اسپرم‌های واردشده تحت شاخص‌های مختلف انتخاب در اقلیم‌های مختلف معنی‌دار بود(P<۰/۰۱). در ایران، بیشترین میانگین حداقل مربعات شاخص LNI مربوط به دخترانی بود که اسپرم پدرانشان از کشور فرانسه (سال ۲۰۱۱- ۲۰۰۱) وارد شده بود. نتایج حاصل نشان داد، بیشترین میانگین حداقل مربعات شاخص LNI برآورد شده در اقلیم‌های سرد، نیمه‌سرد، معتدل و گرم به ترتیب مربوط به دخترانی بود که به ترتیب اسپرم پدرانشان از کشورهای آلمان (سال ۲۰۱۳-۲۰۰۸)، فرانسه (سال ۲۰۱۱-۲۰۰۱)، فرانسه (سال ۲۰۱۳- ۲۰۱۲) و هلند (سال ۲۰۱۳- ۲۰۱۲) وارد شده بودند. به طور کلی می توان نتیجه گرفت که شایستگی ژنتیکی- اقتصادی دختران حاصل از اسپرم‌های وارداتی در هر اقلیم تابع شاخص انتخاب گاو نر در کشور صادر کننده اسپرم است.

واژه‌های کلیدی: ارزش اصلاحی، اقلیم، شاخص انتخاب، شاخص درآمد خالص طول عمر

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 127 pp: 71-80

Evaluation of the genetic-economic merit for imported semen of Holstein bulls in various climates of Iran.

By: Masume Nazari[1], Amir Rashidi[2*], Mohammad Razmkabir[3], Ali Sadeghi-Sefidmazgi[4], Mazdak Kazemy[5]
[1]Ph.D. Student, Department of Animal Science, University of Kurdistan, Sanandaj, Kurdistan, Iran.
[2]Professor, Department of Animal Science, University of Kurdistan, Sanandaj, Kurdistan, Iran. Tel: +98 9188710342. arashidi@uok.ac.ir,
[3]Assistant Professor, Department of Animal Science, University of Kurdistan, Sanandaj, Kurdistan, Iran.
[4] Associate Professor, Department of Animal Science, Isfahan University of Technology, Isfahan, Isfahan, Iran.
[5] M.Sc., Animal Breeding Center of Iran, Karaj, Alborz, Iran.
[*]Corresponding author: Amir Rashidi, Department of Animal Science, University of Kurdistan, Sanandaj, Kurdistan, Iran.

Received: May 2019 **Accepted: June 2019**

Abstract: The aim of the present study was evaluation of genetic- economic merit for imported Holstein bull semen daughters in different climates of Iran. These progenies were categorized based on different selection indices of their sire semen exporter countries. In this study, data were milk, fat and protein yield, calving age and calving interval in the first lactation of 270566 Holstein cattle that were collected during 1993-2017 at Animal Breeding Center of Iran. The daughters breeding values were predicted under multi-trait animal model by DMU software. The genetic-economic merit of progeny was estimated using the Lifetime Net Income (LNI) index. Estimated least square means of the LNI index for daughters of imported semen under different selection indices were statistically significant in the various climates ($P<0.01$). The highest estimated least square mean of LNI index in Iran was related to daughters whose sire semen came from France bulls (2001- 2011). The results obtained in this study showed that the highest estimated least square means of LNI index in cold, semi-cold, moderate and warm climates were related to daughters whose sires were imported from Germany (2008- 2013), France (2001- 2011), France (2012- 2013) and the Netherlands (2012- 2013), respectively. Thus, it could be concluded that the genetic-economic merit of daughters from imported semen in each climate depends on the selection index of bulls in the semen exporter country.

Key words: breeding value, climate, selection index, Lifetime Net Income index.

مقدمه

به طورکلی هدف از اصلاح نژاد گاوهای شیری افزایش بهره‌وری اقتصادی است. برنامه‌های اصلاح نژاد اغلب برپایه افزایش عملکرد صفات تولیدی استوار بوده است (Miglior و همکاران، ۲۰۰۵). برای افزایش بهره‌وری و بهبود ژنتیکی ضرورت دارد علاوه بر صفات تولیدی، صفات تولیدمثلی نیز مورد توجه قرار گیرند. بدین منظور تئوری شاخص انتخاب برای بهینه‌سازی پیشرفت ژنتیکی به منظور دستیابی به کسب حداکثر سود طراحی شده است (Hazel و Lush، ۱۹۴۲). کشورهای مختلف، متناسب با شرایط سیستم تولیدی و اقتصادی، شاخص انتخاب مختص به خود را دارند (Miglior و همکاران، ۲۰۰۵). میزان تأکید نسبی برای انتخاب صفات مهم اقتصادی بین شاخص‌های انتخاب در کشورهای مختلف، متفاوت می‌باشد (Albuquerque و همکاران، ۱۹۹۵؛ Miglior و همکاران، ۲۰۰۵). نتایج حاصل از مطالعات نشان‌دهنده تغییرات چشمگیر در تعداد صفات و میزان تأکید بر هر صفت در شاخص‌های شایستگی کل در اغلب کشورها در طی سالیان گذشته است (Wesseldijk و همکاران، ۲۰۰۴ ؛ Van Raden، ۲۰۰۲ ؛ Philipsson و همکاران، ۱۹۹۴؛ Miglior و همکاران، ۲۰۰۵). اولین شاخص انتخاب در ایران، در سال ۱۳۷۶ پیشنهاد شد که شامل صفات تولید شیر، درصد چربی و طول عمر اقتصادی بود

(شادپرور و همکاران، ۱۳۷۶). Sadeghi-Sefidmazgi و همکاران (۲۰۱۲)، شاخص درآمد خالص طول عمر (LNI)[1] را به عنوان شاخص انتخاب ملی برای گاوهای شیری هلشتاین در کشور پیشنهاد کرده‌اند. اگر چه در ایران مطالعات گسترده‌ای جهت برآورد ضرایب اقتصادی برای مجموعه‌ای از صفات تولیدی و تولیدمثلی به منظور توسعه و تکمیل شاخص درآمد خالص طول عمر انجام گرفته است، ولی این شاخص‌ها هنوز در عمل آنچنان که شایسته است به کار گرفته نشده‌اند (Sadeghi-Sefidmazgi و همکاران، ۲۰۱۲). در جمعیت گاوهای هلشتاین، پیشرفت ژنتیکی حاصل از انتخاب نرها در مقایسه با ماده‌ها بسیار قابل ملاحظه است (Powell، ۱۹۹۷). واردات اسپرم از کشورهای خارجی یکی از معمولی‌ترین اقدامات برای بهبود ژنتیکی و فنوتیپی صفات در گاوهای هلشتاین ایران می‌باشد. براساس گزارش مرکز اصلاح نژاد و بهبود تولیدات دامی، واردات اسپرم به ایران از سال ۱۳۴۳ آغاز و تا کنون ادامه داشته است. واردات اسپرم از کشورهای ایالات متحده، کانادا و تعدادی از کشورهای اروپایی به ویژه آلمان و هلند به صورت مداوم انجام می‌شود. از جمله شاخص‌های مورد استفاده در آمریکا، شاخص شایستگی خالص[2]، شاخص شایستگی پنیر[3] و شاخص عملکرد کلی[4] می‌باشد. احتمالاً دختران حاصل از اسپرم‌های وارداتی کشورهای مختلف در شرایط محیطی متنوع کشور ما عملکرد متفاوتی داشته باشند. همچنین ارزیابی ژنتیکی پدران مولد در کشورهای صادرکننده اسپرم ممکن است برای پیش‌بینی عملکرد نتاج در کشورهای واردکننده مناسب نباشد (Weigel و همکاران، ۱۹۹۵). تفاوت عملکرد واقعی و مورد انتظار نتاج حاصل اسپرم‌های وارداتی با توجه به ویژگی‌های تولیدی و اقتصادی سیستم‌های پرورش در کشورهای واردکننده از مهمترین مشکلات برنامه‌های اصلاح نژاد می‌باشد (Lopez-Villalobos و همکاران، ۲۰۰۱). بنابراین با توجه به اینکه ایران دارای مناطق آب و هوایی و اقلیمی متنوعی است، ارزیابی عملکرد دختران حاصل از اسپرم‌های وارد شده تحت شاخص‌های مختلف انتخاب در شرایط اقلیمی مختلف امری ضروری به نظر می‌رسد. از طرف دیگر، با توجه به اینکه در ایران طی دهه‌های گذشته استفاده از اسپرم‌های وارداتی در صنعت پرورش گاو شیری متداول بوده و همچنین با توجه به اینکه در طول زمان، شاخص‌های انتخاب کشورهای صادرکننده اسپرم به ایران تغییر کرده است، بنابراین لازم است عملکرد اقتصادی دختران حاصل از گاوهای نر انتخاب شده تحت شاخص‌های مختلف انتخاب در اقلیم‌های مختلف ایران ارزیابی شود تا در واردات اسپرم برای اقلیم‌های مختلف با تدبیر بیشتری عمل کرد. بنابراین هدف از پژوهش کنونی ارزیابی شایستگی ژنتیکی- اقتصادی دختران حاصل از اسپرم‌های وارداتی گاوهای نر هلشتاین در ایران و در اقلیم‌های مختلف ایران می‌باشد.

مواد و روش‌ها

داده‌های مورد استفاده در پژوهش کنونی مربوط به رکوردهای نخستین دوره شیردهی ۲۷۰۵۶۶ رأس از دختران گاوهای نر مولد هلشتاین انتخاب شده تحت شاخص‌های مختلف انتخاب از کشورهای ایالات متحده، کانادا، فرانسه، هلند، نیوزیلند، سوئد، ایتالیا و آلمان بودند. صفات مورد بررسی شامل مقدار شیر تولیدی، مقدار چربی، مقدار پروتئین، سن نخستین زایش و فاصله گوساله‌زایی بود که توسط مرکز اصلاح نژاد دام و بهبود تولیدات دامی ایران طی سال‌های ۱۳۷۱ تا ۱۳۹۶ جمع‌آوری شده بود. برای آماده‌سازی، کد گذاری، ویرایش، پردازش داده‌ها، ایجاد متغیرهای مورد نیاز از قبیل محاسبه و ایجاد متغیر مرکب سال - فصل، عملیات جبری و ایجاد بانک اطلاعاتی از نرم افزار FoxPro 9.0 استفاده شد. همچنین تصحیحات اعمال شده بر مشاهدات، شامل حذف رکوردهای مقدار شیر تولیدی کمتر از ۱۰۰۰ کیلوگرم و بیشتر از ۱۵۰۰۰ کیلوگرم در اولین دوره شیردهی، گله‌هایی با کمتر از ۳۰ رکورد، مقدار چربی و پروتئین کمتر از ۴۸ کیلوگرم و بیشتر از ۴۸۰ کیلوگرم و سن نخستین زایش کمتر از ۱۸ ماهگی و بیشتر از ۴۲ ماهگی بود (رزم‌کبیر، ۱۳۸۴). در این پژوهش، ایران به چهار اقلیم سرد، نیمه‌سرد، معتدل و گرم تقسیم‌بندی شد (مسعودیان و زینالی، ۱۳۸۹). بر این اساس اقلیم‌های ایران با توجه به میانگین درجه حرارت سالانه ۱۱/۵،

۱۳/۵، ۱۶/۱ و بیشتر از ۱۹/۵ سانتیگراد، تقسیم‌بندی شدند (جدول ۱). همچنین در این پژوهش، دختران حاصل از اسپرم‌های وارداتی در ایران و هر اقلیم، براساس منشاء اسپرم (کشور صادرکننده) و سال استفاده از شاخص انتخاب توسط کشور صادرکننده اسپرم، دسته‌بندی شدند (جدول۲). در جمعیت مورد مطالعه در ایران و هریک از اقلیم‌های مورد مطالعه، مدل آماری مورد استفاده به صورت معادلات زیر بوده است:

در ایران: $y_{ijklm} = \mu + H_i + YS_j + R_k + I_l + (R*I)_{kl} + e_{ijklm}$

در هر یک از اقلیم‌ها: $y_{ijlm} = \mu + H_i + YS_j + I_l + e_{ijlm}$

y_{ijklm} : صفت مورد مطالعه دختران گاوهای نر که بر اساس شاخص‌های انتخاب پدرانشان دسته‌بندی شده بودند، μ : میانگین کل، H_i : اثر ثابت i امین گله، YS_j : اثر ثابت j امین سال- فصل زایش (بهار، تابستان، پاییز و زمستان)، R_k : اثر ثابت k امین اقلیم، I_l : اثر ثابت l امین شاخص انتخاب پدر (براساس منشاء اسپرم و سال استفاده از شاخص انتخاب توسط کشور صادرکننده اسپرم)، $(R*I)_{kl}$: اثر متقابل k امین اقلیم و l امین شاخص انتخاب پدر و e_{ijklm} و e_{ijlm} : اثرات باقیمانده می‌باشند.

جدول ۱- تقسیم‌بندی اقلیم در ایران

اقلیم	استان	گستره جغرافیایی(٪)
سرد	آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل، زنجان، قزوین، کردستان، چهارمحال بختیاری، مرکزی و همدان	۱۳/۲
نیمه سرد	خراسان شمالی، تهران، البرز و مازندران	۱۲/۹
معتدل	اصفهان، خراسان رضوی، لرستان، کرمانشاه و گیلان	۲۱/۲
گرم	ایلام، خراسان جنوبی، خوزستان، فارس، کرمان، سیستان‌وبلوچستان، کهکیلویه‌وبویراحمد، بوشهر، سمنان، یزد، هرمزگان، قم و گلستان	۵۲/۷

برای پیش‌بینی ارزش اصلاحی گاوهای شیری مورد مطالعه، از مدل دام چند صفتی و نرم افزار DMU استفاده شد (Madsen و Jensen، 2007). ماتریس مدل معادلات مختلط برای تجزیه‌های چند صفتی به صورت زیر بود.

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ y_4 \\ y_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & X_2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & X_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & X_4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & X_5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & Z_2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & Z_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & Z_4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & Z_5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \\ a_5 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ e_3 \\ e_4 \\ e_5 \end{bmatrix}$$

در این مدل y_i = بردار مشاهدات برای صفت i ام، b_i = بردار اثرات ثابت برای صفت i ام، a_i = بردار اثرات تصادفی برای صفت i ام و e_i = بردار اثرات باقی‌مانده برای صفت i ام می‌باشند. همچنین X_i و Z_i، ماتریس‌های طرح بوده که رکوردهای صفت i ام را به ترتیب به اثرات ثابت و اثرات تصادفی حیوان مرتبط می‌نمایند. ماتریس واریانس-کواریانس در این مدل به شرح زیر بود.

$$\mathrm{Var}\begin{bmatrix}a_1\\a_2\\a_3\\a_4\\a_5\\e_1\\e_2\\e_3\\e_4\\e_5\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}g_{11}A & g_{12}A & g_{13}A & g_{14}A & g_{15}A & 0 & 0 & 0 & 0 & 0\\ g_{21}A & g_{22}A & g_{23}A & g_{24}A & g_{25}A & 0 & 0 & 0 & 0 & 0\\ g_{31}A & g_{32}A & g_{33}A & g_{34}A & g_{35}A & 0 & 0 & 0 & 0 & 0\\ g_{41}A & g_{42}A & g_{43}A & g_{44}A & g_{45}A & 0 & 0 & 0 & 0 & 0\\ g_{51}A & g_{52}A & g_{53}A & g_{54}A & g_{55}A & 0 & 0 & 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} & r_{15}\\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & r_{21} & r_{22} & r_{23} & r_{14} & r_{15}\\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & r_{31} & r_{32} & r_{33} & r_{14} & r_{15}\\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & r_{41} & r_{42} & r_{43} & r_{44} & r_{45}\\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & r_{51} & r_{52} & r_{53} & r_{54} & r_{55}\end{bmatrix}$$

g_{ii}= واریانس ژنتیکی افزایشی برای اثرات مستقیم i امین صفت و $g_{ij}=g_{ji}$، کوواریانس ژنتیکی افزایشی بین i امین و j امین صفت می‌باشند. A، ماتریس روابط خویشاوندی بین حیوانات بوده و r_{ii} = واریانس اثرات باقیمانده برای i امین صفت و $r_{ij}=r_{ji}$، کوواریانس اثرات باقیمانده بین i امین و j امین صفت می‌باشند.

برای برآورد شایستگی ژنتیکی- اقتصادی دختران حاصل از اسپرم‌های واردشده تحت شاخص‌های مختلف انتخاب کشورهای صادرکننده اسپرم، از شاخص درآمد خالص طول عمر (LNI) بر اساس ضرایب اقتصادی به روز شده Sadeghi-Sefidmazgi و همکاران، (۲۰۱۲) استفاده شد. معادله شاخص درآمد خالص طول عمر (LNI) به صورت زیر بود.

شاخص درآمد خالص طول عمر(تومان) = ارزش اصلاحی تولید پروتئین ۱۶۷۴۰+ ارزش اصلاحی تولید چربی ۲۰۵۰۰+ ارزش اصلاحی تولید شیر ۲۱۵- ارزش اصلاحی فاصله گوساله‌زایی ۷۱۱۸ - ارزش اصلاحی سن نخستین زایش ۳۸۴۶ -

Sadeghi-Sefidmazgi و همکاران (۲۰۱۲) برای محاسبه ضرایب اقتصادی صفات تولید شیر، چربی، پروتئین و فاصله گوساله‌زایی از معادله زیر استفاده کردند.

$$P=\sum_{i=1}^{3}P_i=\sum_{i=1}^{3}(R_i-C_i)$$

P: سود کل به ازای هر گاو در سال (تومان)، R_i، C_i و P_i به ترتیب درآمدها، هزینه‌ها و سودها به ازای هر حیوان در هر سال در گروهای مورد بررسی بودند. همچنین ضریب اقتصادی سن نخستین زایش به صورت هزینه مازاد، به ازای یک روز افزایش سن نخستین زایش برای یک گاو در سال برآورد شد.

آزمون مقایسه میانگین‌های حداقل مربعات شاخص درآمد خالص طول عمر(شایستگی ژنتیکی- اقتصادی) دختران حاصل از اسپرم‌های وارد شده تحت شاخص‌های مختلف انتخاب کشورهای صادرکننده، به روش توکی و با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.2 انجام شد. سپس بهترین شاخص انتخاب برای کشورهای صادرکننده اسپرم از لحاظ شایستگی ژنتیکی- اقتصادی در ایران و اقلیم‌های مختلف آن تعیین گردید.

جدول ۲- شاخص‌های انتخاب کشورهای صادرکننده اسپرم به ایران

شاخص انتخاب	منشاء اسپرم	سال استفاده از شاخص انتخاب	نام شاخص و متوسط تاکید نسبی بر صفات تولیدی (٪)
۱	امریکا	۲۰۱۰-۲۰۱۳	TPI، NM و CM: صفات تولیدی ۴۳/۷٪ (پروتئین شیر ۲۲/۷٪ و چربی شیر ۱۶٪)، صفات تولیدمثلی ۱۴٪
۲	امریکا	۲۰۰۶-۲۰۰۹	TPI، NM و CM: صفات تولیدی ۵۲/۷٪ (پروتئین شیر ۲۹٪ و چربی شیر ۱۹/۷٪)، صفات تولیدمثلی ۷/۵٪
۳	امریکا	۲۰۰۳-۲۰۰۵	TPI، NM و CM: صفات تولیدی ۵۷/۷٪ (پروتئین شیر ۳۵٪ و چربی شیر ۱۹/۳٪)، صفات تولیدمثلی ۶/۵٪
۴	امریکا	۲۰۰۰-۲۰۰۲	TPI، NM و CM: صفات تولیدی ۶۱/۷٪ (پروتئین شیر ۳۹/۷٪ و چربی شیر ۱۸/۳٪)
۵*	امریکا	۱۹۹۷-۱۹۹۹	TPI و NM: صفات تولیدی ۷۰/۵٪ (پروتئین شیر ۴۶/۵٪ و چربی شیر ۲۱٪)
۶*	امریکا	۱۹۹۴-۱۹۹۶	TPI و NM: صفات تولیدی ۷۰/۵٪ (پروتئین شیر ۴۶/۵٪ و چربی شیر ۲۱٪)
۷	امریکا	۱۹۹۲-۱۹۹۳	TPI: صفات تولیدی ۶۷٪ (پروتئین شیر ۵۰٪ و چربی شیر ۱۷٪)
۸	امریکا	۱۹۸۹-۱۹۹۱	TPI: صفات تولیدی ۶۸٪ (پروتئین شیر ۳۴٪ و چربی شیر ۳۴٪)
۹	امریکا	۱۹۸۷-۱۹۸۸	TPI: صفات تولیدی ۸۰٪ (پروتئین شیر ۴۰٪ و چربی شیر ۴۰٪)
۱۰	کانادا	۲۰۰۸-۲۰۱۳	LPI: صفات تولیدی ۵۱٪ (پروتئین ۳۱٪ و چربی ۲۰٪)، صفات تولیدمثلی ۱۰٪
۱۱	کانادا	۲۰۰۵-۲۰۰۷	LPI: صفات تولیدی ۵۴٪ (پروتئین ۳۲٪ و چربی ۲۲٪)، صفات تولیدمثلی ۵٪
۱۲	کانادا	۲۰۰۱-۲۰۰۴	LPI: صفات تولیدی ۵۷٪ (پروتئین ۴۳٪ و چربی ۱۴٪)
۱۳	کانادا	۱۹۹۸-۲۰۰۰	LPI: صفات تولیدی ۶۰٪ (پروتئین ۴۹٪ و چربی ۱۱٪)
۱۴	کانادا	۱۹۹۳-۱۹۹۷	LPI: صفات تولیدی ۶۰٪ (پروتئین ۴۴٪ و چربی ۱۶٪)
۱۵	کانادا	۱۹۹۱-۱۹۹۲	LPI: صفات تولیدی ۶۰٪ (پروتئین ۳۳٪ و چربی ۲۷٪)
۱۶	فرانسه	۲۰۱۲-۲۰۱۳	ISU: صفات تولیدی ۳۵٪، صفات تولیدمثلی ۲۲٪
۱۷	فرانسه	۲۰۰۱-۲۰۱۱	ISU: صفات تولیدی ۵۰٪، صفات تولیدمثلی ۱۲/۵٪
۱۸	فرانسه	۱۹۹۲-۲۰۰۰	ISU: صفات تولیدی ۷۰٪
۱۹	هلند	۲۰۱۲-۲۰۱۳	NVI: صفات تولیدی ۲۷٪، صفات تولیدمثلی ۶٪
۲۰	هلند	۲۰۰۷-۲۰۱۱	NVI: صفات تولیدی ۴۰٪، صفات تولیدمثلی ۱۶٪
۲۱	هلند	۲۰۰۱-۲۰۰۶	DPS: صفات تولیدی ۵۷٪، صفات تولیدمثلی ۷٪
۲۲	هلند	۱۹۹۹-۲۰۰۰	DPS: صفات تولیدی ۶۷٪، صفات تولیدمثلی ۶٪
۲۳	نیوزیلند	۱۹۹۹-۲۰۰۲	BW: صفات تولیدی ۶۶٪ (پروتئین ۴۱٪ و چربی ۸٪)، صفات تولیدمثلی ۱٪
۲۴	سوئد	۲۰۰۸-۲۰۱۲	NTM: صفات تولیدی ۳۷٪، صفات تولیدمثلی ۲۱٪
۲۵	ایتالیا	۲۰۰۹-۲۰۱۳	PFT: صفات تولیدی ۴۹٪ (پروتئین ۳۶٪، چربی ۸٪)، صفات تولیدمثلی ۱۰٪
۲۶	ایتالیا	۱۹۹۳-۲۰۰۱	ILQ: صفات تولیدی ۸۰٪ (پروتئین ۵۴٪ و چربی ۵٪)
۲۷	آلمان	۲۰۰۸-۲۰۱۳	RZG: صفات تولیدی ۴۵٪، صفات تولیدمثلی ۱۰٪
۲۸	آلمان	۲۰۰۲-۲۰۰۷	RZG: صفات تولیدی ۵۰٪، صفات تولیدمثلی ۵٪
۲۹	آلمان	۱۹۹۷-۲۰۰۱	RZG: صفات تولیدی ۵۶٪، صفات تولیدمثلی ۴٪

*شاخص‌های ۵ و ۶ دارای ضرایب یکسان برای صفات تولیدی می‌باشند ولی سایر ضرایب برای دیگر صفات در این شاخص‌ها با هم متفاوت می‌باشند.

نتایج و بحث

مقایسات میانگین حداقل مربعات شاخص درآمد خالص طول عمر (LNI) برآورد شده دختران حاصل از پدرانی که تحت شاخص‌های مختلف انتخاب کشور صادرکننده اسپرم قرار داشته، در ایران و اقلیم‌های سرد، نیمه‌سرد، معتدل و گرم در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج حاصل نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار($P<۰/۰۱$) بین میانگین حداقل مربعات شاخص درآمد خالص طول عمر (LNI) دختران حاصل از اسپرم‌های تحت شاخص‌های مختلف انتخاب کشورهای صادرکننده اسپرم، در ایران و در هر یک از اقلیم‌های مورد مطالعه می‌باشد.

در ایران، بیشترین میانگین حداقل مربعات شاخص LNI در ارتباط با دخترانی بود که اسپرم پدرانشان از کشور فرانسه (سال ۲۰۱۱- ۲۰۰۱) وارد شده بودند. در این پژوهش، نتاج دارای پدران فرانسوی (سال ۲۰۱۱- ۲۰۰۱)، بیشترین مقدار میانگین حداقل مربعات ارزش اصلاحی برآورد شده برای پروتئین شیر را در کشور داشتند. همچنین در ایران کمترین میانگین حداقل مربعات شاخص LNI در ارتباط با دخترانی بود که اسپرم پدرانشان از کشور آمریکا (سال ۱۹۸۸- ۱۹۸۷) وارد شده بودند. این دختران، میانگین حداقل مربعات ارزش اصلاحی برآورد شده پایینی برای چربی شیر داشتند.

در اقلیم سرد، بیشترین میانگین حداقل مربعات شاخص LNI مربوط به دخترانی بود که اسپرم پدرانشان از کشور آلمان (سال ۲۰۱۳-۲۰۰۸) وارد شده بود. در حالیکه کمترین مقدار این میانگین مربوط به دخترانی بود که اسپرم پدرانشان از کشور کانادا (سال ۱۹۹۲- ۱۹۹۱) و آمریکا (سال ۱۹۹۱- ۱۹۸۹) وارد شده بودند. در این پژوهش، فرزندان حاصل از اسپرم‌های وارداتی از آلمان (سال ۲۰۱۳- ۲۰۰۸)، بیشترین میانگین حداقل مربعات ارزش اصلاحی برآورد شده برای پروتئین شیر را داشتند. همچنین این دختران کمترین میانگین حداقل مربعات ارزش اصلاحی برآورد شده برای سن نخستین زایش را داشتند. در این اقلیم، نتاج حاصل از اسپرم‌های وارد شده از کانادا (سال ۱۹۹۲- ۱۹۹۱)، کمترین مقدار میانگین حداقل مربعات ارزش اصلاحی برآورد شده چربی شیر را داشتند. همچنین، نتاج حاصل از اسپرم‌های وارد شده از کشور آمریکا (سال ۱۹۹۱- ۱۹۸۹)، کمترین میانگین حداقل مربعات ارزش اصلاحی برآورد شده برای پروتئین شیر در این اقلیم را داشتند.

در اقلیم نیمه‌سرد، بیشترین میانگین حداقل مربعات شاخص LNI در ارتباط با دخترانی بود که اسپرم پدرانشان از کشور فرانسه (سال ۲۰۱۱-۲۰۰۱) وارد شده بود. در پژوهش کنونی، این دختران میانگین حداقل مربعات ارزش اصلاحی برآورد شده بالایی برای چربی و پروتئین شیر را داشتند. در این اقلیم، کمترین میانگین حداقل مربعات شاخص LNI مربوط به دخترانی بود که اسپرم پدرانشان از کشور آمریکا (سال ۱۹۸۸- ۱۹۸۷) و فرانسه (سال ۲۰۰۰- ۱۹۹۲) وارد شده بود. همچنین دختران دارای پدران آمریکایی (سال ۱۹۸۸- ۱۹۸۷)، کمترین میانگین حداقل مربعات ارزش اصلاحی برآورد شده چربی و پروتئین شیر در این اقلیم را دارا بودند. همچنین در این اقلیم، دختران دارای پدران فرانسوی (سال ۲۰۰۰- ۱۹۹۲)، بیشترین میانگین حداقل مربعات ارزش اصلاحی برآورد شده سن نخستین زایش را داشتند.

جدول ۳- میانگین حداقل مربعات شاخص درآمد خالص طول عمر نتاج حاصل از اسپرم‌های وارداتی(تومان)

شاخص انتخاب	کشور	سال	ایران	اقلیم سرد	اقلیم نیمه‌سرد	اقلیم معتدل	اقلیم گرم
۱	امریکا	۲۰۱۰-۲۰۱۳	۴۵۴۳۷۸ C	۴۸۴۳۹۸ C	۵۰۶۷۳۵ C	۵۱۹۶۵۶ C	۳۹۲۱۶۹ DE
۲	امریکا	۲۰۰۶-۲۰۰۹	۲۷۸۰۵۱ E	۲۸۶۴۵۸ E	۳۳۰۴۵۳ E	۳۳۳۱۰۱ EF	۳۵۲۴۹۱ EF
۳	امریکا	۲۰۰۳-۲۰۰۵	۲۰۷۰۳۵ F	۲۳۲۰۹۱ EF	۲۶۱۵۲۶ EF	۲۳۲۱۹۴ F	۲۸۲۳۸۳ FG
۴	امریکا	۲۰۰۰-۲۰۰۲	۱۳۳۳۰۴ G	۱۱۸۷۱۲ FG	۱۸۱۳۴۹ FG	۱۷۱۶۸۲ FG	۲۱۵۸۸۱ G
۵	امریکا	۱۹۹۷-۱۹۹۹	۶۴۸۲۱ G	۲۲۳۹ HI	۱۲۴۲۵۵ G	۵۷۴۰۴ H	-۱۲۱۹۲۵ J
۶	امریکا	۱۹۹۴-۱۹۹۶	-۳۷۰۴۴ IJ	۱۰۵۷۰۲ G	-۲۸۲۰ HI	-۱۸۶۷۸۳ K	-۶۰۱۹۸ IJ
۷	امریکا	۱۹۹۲-۱۹۹۳	-۱۵۴۱۸ I	-۹۷۸۹ HI	۹۰۷۹۹ GH	-۷۶۳۶۱ J	-۱۸۳۷۶ I
۸	امریکا	۱۹۸۹-۱۹۹۱	-۲۶۶۸۵ I	-۱۸۴۵۸ I	-۱۳۴۱۴ HI	-۹۱۱۱۹ J	-۴۳۱۶۰ IJ
۹	امریکا	۱۹۸۷-۱۹۸۸	-۷۸۹۴۴ J	-۲۷۷۹ HI	-۹۱۴۴۶ I	-۱۲۹۵۷۶ JK	-۴۶۳۵ I
۱۰	کانادا	۲۰۰۸-۲۰۱۳	۴۳۸۹۳۸ CD	۵۰۹۹۲۷ C	۴۴۸۱۴۷ CD	۵۱۷۲۶۷ CD	۳۴۱۴۹۸ EF
۱۱	کانادا	۲۰۰۵-۲۰۰۷	۲۵۷۶۷۹ EF	۲۹۵۵۲۷ E	۱۲۰۷۸۶ G	۲۸۴۳۹۳ F	۲۸۷۶۱۱ F
۱۲	کانادا	۲۰۰۱-۲۰۰۴	۱۷۳۲۶۹ FG	۱۸۰۵۸۳ F	۲۱۳۶۷۳ FG	۱۹۸۷۹۶ FG	۱۵۱۸۰۳ GH
۱۳	کانادا	۱۹۹۸-۲۰۰۰	۱۱۱۸۴۵ G	۳۴۳۱۰ H	۱۴۲۵۷۷ G	۲۰۳۳۸۵ FG	۲۷۴۰۱۰ FG
۱۴	کانادا	۱۹۹۳-۱۹۹۷	-۲۳۵۲۱ I	۶۸۵۶۶ GH	-۲۴۱۷۶ HI	-۱۷۲۶۱۳ K	-۴۹۹۹۴ IJ
۱۵	کانادا	۱۹۹۱-۱۹۹۲	-۴۳۸۰۹ IJ	-۲۶۵۴۵ I	۳۵۷۰۶ H	-۵۴۰۲۱ I	۷۸۸۰۲ H
۱۶	فرانسه	۲۰۱۲-۲۰۱۳	۵۹۹۹۶۵ AB	۶۴۷۰۳۶ B	۶۶۵۶۹۲ AB	۶۹۳۰۴۹ A	۵۶۹۸۳۲ C
۱۷	فرانسه	۲۰۰۱-۲۰۱۱	۶۱۱۲۲۲ A	۴۶۲۵۶۷ C	۷۰۳۰۶۱ A	۶۶۱۶۴۲ AB	۷۰۱۲۵۷ B
۱۸	فرانسه	۱۹۹۲-۲۰۰۰	-۱۸۵۲۹ I	۴۱۳۴۱ GH	-۴۰۲۷۸ I	-۸۳۶۸۶ J	-۱۱۳۵۹۳ J
۱۹	هلند	۲۰۱۲-۲۰۱۳	۵۲۸۹۶۸ B	۴۸۰۲۶۷ C	۵۶۶۰۸۵ BC	۶۹۲۳۵۴ A	۷۸۸۴۱۵ A
۲۰	هلند	۲۰۰۷-۲۰۱۱	۳۵۶۷۰۹ D	۳۵۱۰۵۷ DE	۴۰۹۸۵۷ D	۴۶۸۳۱۳ CD	۳۵۳۹۵۱ EF
۲۱	هلند	۲۰۰۱-۲۰۰۶	۳۷۸۳۳۴ D	۳۴۲۲۹۰ DE	۳۲۳۱۸۶ E	۵۵۸۸۷۹ BC	۵۷۶۰۵۸ C
۲۲	هلند	۱۹۹۹-۲۰۰۰	۵۹۲۰۳ H	۶۷۵۵۵ GH	۸۸۰۱۷ GH	۲۳۰۰۷ H	۳۷۵۸۲۱ E
۲۳	نیوزیلند	۱۹۹۹-۲۰۰۲	۱۴۴۸۵۰ FG	۴۲۷۷۷ GH	۱۹۸۴۸۷ FG	۱۱۱۴۱۴ GH	-۴۴۴۳۷ IJ
۲۴	سوئد	۲۰۰۸-۲۰۱۲	۲۷۲۵۸۸ EF	۳۱۲۰۳۹ DE	۲۷۴۶۴۰ EF	۴۶۴۰۱۴ CD	-۳۲۶۷۴ I
۲۵	ایتالیا	۲۰۰۹-۲۰۱۳	۳۲۶۱۶۲ DE	۳۷۵۴۲۰ D	۳۲۳۱۶۸ E	۴۴۷۲۹۲ D	۳۲۳۲۸۸ EF
۲۶	ایتالیا	۱۹۹۳-۲۰۰۱	۲۰۶۹۵ HI	۶۱۹ HI	۲۱۸۶۳ H	۳۶۶۰۳۱ E	۷۰۸۰۴ H
۲۷	آلمان	۲۰۰۸-۲۰۱۳	۵۵۵۱۹۷ AB	۷۲۳۱۶۴ A	۶۳۰۹۱۶ B	۶۰۳۱۱۵ B	۴۶۱۵۶۰ D
۲۸	آلمان	۲۰۰۲-۲۰۰۷	۲۰۲۵۶۳ FG	۳۶۲۸۲۵ DE	۲۳۴۶۶۶ F	۲۲۸۳۸۰ F	۳۴۰۷۶۱ EF
۲۹	آلمان	۱۹۹۷-۲۰۰۱	۱۱۲۶۶۰ G	۲۶۳۰۴۰ E	۱۰۴۵۰۰ GH	۱۵۲۵۷۵ G	۱۰۱۸۰۱ H

*مقایسات میانگین حداقل مربعات ارزش ژنتیکی- اقتصادی به صورت جداگانه در ایران و هر اقلیم انجام شده است($P<0/01$).

*میانگین‌هایی که در هر ستون حروف غیر مشترک دارند، دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ میباشند.

در اقلیم معتدل، بیشترین میانگین حداقل مربعات شاخص LNI در ارتباط با دخترانی بود که اسپرم پدرانشان از کشور فرانسه (سال ۲۰۱۳- ۲۰۱۲) و هلند (سال ۲۰۱۳- ۲۰۱۲) وارد شده بود. در حالیکه کمترین مقدار این میانگین مربوط به دخترانی بود که اسپرم پدرانشان از کشور آمریکا (سال ۱۹۹۶- ۱۹۹۴) و کانادا (سال ۱۹۹۷- ۱۹۹۳) وارد شده بودند. نتاج حاصل از اسپرم‌های وارداتی از کشور فرانسه (سال ۲۰۱۳- ۲۰۱۲) دارای میانگین حداقل مربعات بالایی برای ارزش اصلاحی برآورد شده پروتئین شیر و میانگین حداقل مربعات ارزش اصلاحی برآورد شده پایینی برای سن نخستین زایش بودند. در این اقلیم، نتاج حاصل از اسپرم‌های وارداتی از کشور هلند (سال ۲۰۱۳-۲۰۱۲)، کمترین میانگین حداقل مربعات ارزش اصلاحی برآورد شده برای سن نخستین زایش را داشتند. همچنین، نتاج حاصل از اسپرم‌های آمریکایی (سال ۱۹۹۶- ۱۹۹۴)، میانگین حداقل مربعات پایینی برای ارزش اصلاحی برآورد شده چربی شیر را داشتند. در این اقلیم دختران حاصل از پدران کانادایی (سال ۱۹۹۷- ۱۹۹۳)،کمترین میانگین حداقل مربعات ارزش اصلاحی برآورد شده برای چربی شیر را داشتند.

در اقلیم گرم، بیشترین میانگین حداقل مربعات شاخص LNI در ارتباط با دخترانی بود که اسپرم پدرانشان از کشور هلند (سال ۲۰۱۳- ۲۰۱۲) وارد شده بودند. این نتاج در اقلیم مذکور، کمترین میانگین حداقل مربعات ارزش اصلاحی برآورد شده برای سن نخستین زایش را داشتند. همچنین در این اقلیم، کمترین میانگین حداقل مربعات شاخص LNI مربوط به دخترانی بود که اسپرم پدرانشان از کشور آمریکا (سال ۱۹۹۹- ۱۹۹۷) و فرانسه (سال ۲۰۰۰- ۱۹۹۲) وارد شده بودند. نتاج حاصل از اسپرم‌های آمریکایی (سال ۱۹۹۹- ۱۹۹۷)، کمترین میانگین حداقل مربعات ارزش اصلاحی برآورد شده تولید چربی در این اقلیم را داشتند. همچنین در این اقلیم دختران دارای پدران فرانسوی (سال ۲۰۰۰- ۱۹۹۲) میانگین حداقل مربعات ارزش اصلاحی برآورد شده بالایی برای سن نخستین زایش را داشتند.

در پژوهش کنونی، برای دخترانی با ارزش اصلاحی پیش‌بینی شده بالا برای صفات چربی و پروتئین شیر و ارزش اصلاحی پیش‌بینی شده پایین برای صفات تولید شیر، فاصله گوساله‌زایی و سن نخستین زایش مقدار LNI بالاتری برآورد شد. این امر به دلیل مثبت بودن ضرایب اقتصادی صفات مقدار چربی و پروتئین شیر و منفی بودن ضرایب اقتصادی صفات تولید شیر، فاصله گوساله‌زایی و سن نخستین زایش در شاخص انتخاب LNI می‌باشد. بنابراین مقدار میانگین حداقل مربعات ارزش اصلاحی برآورد شده و ضرایب اقتصادی این صفات در شاخص LNI، تاثیر مستقیم در مقدار برآورد شده شایستگی ژنتیکی- اقتصادی این دختران داشت. به دلیل تفاوت قابل ملاحظه بین شرایط اقتصادی (از قبیل سیستم قیمت گذاری شیر، هزینه و منابع تامین خوراک) و بعضاً تولیدی (سیستم پرورش متراکم و متکی به مرتع) کشورهای پیشرفته صادرکننده مواد ژنتیکی و کشورهای در حال توسعه واردکننده، احتمال کاهش در پاسخ به انتخاب شایستگی ژنتیکی- اقتصادی در کشور واردکننده اسپرم وجود دارد. Holmann و همکاران (۱۹۹۰) میانگین سود اقتصادی ناشی از اسپرم‌های وارداتی از کشور آمریکا در گله‌های گاوهای هلشتاین کشورهای کلمبیا، مکزیک و ونزوئلا را منفی برآورد کردند. از طرف دیگر، در برخی موارد بین عملکرد مورد انتظار و واقعی نتاج حاصل از اسپرم‌های وارداتی تحت شاخص‌های مختلف انتخاب، تفاوت وجود دارد. علت این امر اثر متقابل ژنوتیپ و محیط است(Mulder and Bijma, 2005). ارزش اصلاحی گاو نر خارجی بر مبنای عملکرد نتاج آن‌ها در شرایط‌های مختلف محیطی و اقلیمی کشورهای صادر کننده پیش‌بینی شده‌اند که ممکن است در کشورهای وارد کننده عملکرد آنها متفاوت باشد. به همین دلیل بین عملکرد مورد انتظار و واقعی نتاج آن‌ها در سیستم های پرورشی کشورهای واردکننده اسپرم تفاوت معنی‌دار وجود دارد(Bytyqi و همکاران، ۲۰۰۷).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به اینکه نتاج حاصل از اسپرم‌های واردشده تحت شاخص‌های مختلف انتخاب در اقلیم‌های مختلف، میانگین حداقل مربعات ارزش اصلاحی برآورد شده و شاخص درآمد خالص طول عمر متفاوتی برای صفات مهم اقتصادی داشتند، پیشنهاد می‌شود که در هر اقلیم، شاخص انتخاب ژنتیکی- اقتصادی مختص همان اقلیم مورداستفاده قرار گیرد. همچنین در اقلیم‌های مختلف بایستی از اسپرم‌های وارداتی استفاده کرد که با اهداف اصلاحی و اقتصادی آن اقلیم متناسب و هم‌جهت باشد. در مجموع می‌توان گفت دختران حاصل از اسپرم‌های وارد شده از کشور فرانسه نسبت به سایر کشورها با شاخص LNI مورد استفاده در این تحقیق، شایستگی- ژنتیکی اقتصادی بیشتری داشتند.

پاورقی

1- Lifetime Net Income (LNI)
2- Net Merit (NM)
3- Cheese Merit (CM)
4- Total Performance Index (TPI)

منابع

رزم‌کبیر، م. (۱۳۸۴). برآورد روند ژنتیکی صفات تولیدی در گاوهای هلشتاین ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

شادپرور، ع.، امام جمعه، ن. و چیذری، آ. (۱۳۷۶). بررسی ضرایب اقتصادی تولید شیر، درصد چربی شیر و طول عمر گله گاوهای شیری در ایران. *مجله علوم و صنایع کشاورزی*. شماره ۱۱، ص. ص. ۱۰۸-۹۳.

مسعودیان، س. ا. و زینالی، ح. (۱۳۸۹). نواحی دمایی ایران. *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*. شماره ۸۹، ص.ص ۱۴۹۳۴-۱۴۹۴۹.

Albuquerque, L.G., Dimov, G. and Keown, J.F. (1995). Estimates using an animal model of (co)variances for yields of milk, fat and protein for the first lactation of Holstein cows in California and New York. *Journal of Dairy Science*. 78:1591-1596.

Bytyqi, H., Odegard, J., Mehmeti, H., Vegra, M. and Klemetsdal, G. (2007). Environmental sensitivity of milk production in extensive environments: A comparison of Simental Brown Swiss and Tyrol Grey using random regression models. *Journal of Dairy Science*. 90(8):3883- 3888.

Hazel, L.N. and Lush, J.L. (1942). The efficiency of three methods of selection. *Journal of Heredity*. 33:393- 399.

Holmann, F.J., Blake, R.W., Milligan, R., Barker, R., Oltenacu, P.A. and Hann, M.V. (1990). Economic returns from United States artificial insemination sires in Holstein herds in Colombia, Mexico and Venezuela. *Journal of Dairy Science*. 73: 2179-2189.

Lopez-Villalobos, N., Garrick, D.J. and Holmes, C.W. (2001). Effect of importing semen of Holstein, Holstein-Friesian and Jersey bulls on the future profitability of an Argentine dairy farm. *Archivos de Zootecnia*. 50: 311- 322.

Madsen, P. and Jensen, J. (2007). A user's guide to DMU. A package for analyzing multivariate mixed models. Version 6, release 4.7, Tjele, Denmark.

Miglior, F., Muir, B.L. and Van Doormal, B.J. (2005). Selection indices in Holstein cattle of various countries. *Journal of Dairy Science*. 88:1255-1263.

Mulder, H. A. and Bijma, P. (2005). Effects of genotype by environment interaction on genetic gain in breeding programs. *Journal of Animal Science*. 83:49–61.

Philipsson, J., Banos, G. and Arnason, T. (1994). Present and future use of selection index methodology in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 77: 3252- 3261.

Powell, R.L., Wiggans, G.R. and Sieber, M. (1997). Consistency of international genetic evaluations of Holstein bulls. *Journal of Dairy Science*. 80: 2177-2183.

SAS Institute Inc. (2008). SAS/STAT® 9.2 User Guide. Cary; NC: SAS Institute Inc.

Sadeghi-Sefidmazgi, A., Moradi-Shahrbabak, M., Nejati-Javaremi, A. and Miraei-Ashtiani, S.R. (2012). Breeding objectives for Holstein dairy cattle in Iran. *Journal of Dairy Science*. 95:3406-3418.

Van Raden, P.M. (2002). Selection of dairy cattle for lifetime profit. 127–130. Proceedings of the 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production.

Weigel, D.J., Cassell, B.G. and Pearson, R.E. (1995). Adjustment of a net income function for opportunity cost of postponed replacement on a lactation basis. *Journal of Dairy Science*. 78:648-654.

Wesseldijk, B. (2004). Secondary traits make up 26% of breeding goal. *Journal of Holstein International*. 11:8-11.