

تجزیه و تحلیل ژنتیکی طول عمر تولیدی و ارتباط آن با صفات تولیدی در گاوهای هلشتاین ایران

• علیرضا شهدادی

دانشجوی دکتری ژنتیک و اصلاح نژاد دام، دانشگاه فردوسی مشهد

• محمد مهدی شریعتی (نویسنده مسئول)

استادیار گروه علوم دامی، دانشگاه فردوسی مشهد

• محمد رضا نصیری

استاد گروه علوم دامی، دانشگاه فردوسی مشهد

• سعید زردهاران

استاد گروه علوم دامی، دانشگاه فردوسی مشهد

• داوود علی ساقی

استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۹۵

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۵۱۳۸۸۰۵۷۴۰

Email: mm.shariati@um.ac.ir

چکیده

این پژوهش به منظور آنالیز ژنتیکی طول عمر و صفات تولیدی (تولید شیر، چربی و پروتئین ۳۰۵ روز) گاوهای هلشتاین ایران انجام شد. بنابراین از رکوردهای متعلق به ۹۰۱۱۲ رأس گاو شیری در دوره اول شیرواری استفاده گردید. داده‌های مذکور مربوط به ۷۵۹ گله بوده که طی سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۲ توسط مرکز اصلاح نژاد و بهبود تولیدات دامی کشور جمع‌آوری شده بود. برآورد مؤلفه‌های واریانس به روش حداکثر درست‌نمایی محدود شده براساس مدل دام با استفاده از نرم افزار ژنتیکی DMU انجام گردید. روند ژنتیکی و فنوتیپی به ترتیب از طریق تابعیت میانگین ارزش اصلاحی و میانگین فنوتیپی صفات بر سال زایش محاسبه گردید. وراثت‌پذیری طول عمر تولیدی، طول عمر عملکردی، تولید شیر، چربی و پروتئین شیر به ترتیب ۰/۰۴، ۰/۰۳، ۰/۲۳، ۰/۱۷ و ۰/۲۰ برآورد گردید. همبستگی ژنتیکی طول عمر تولیدی با صفات تولیدی به ترتیب در محدوده ۰/۱۱-۰/۰۲ برآورد گردید. همبستگی ژنتیکی تولید شیر با تولید چربی و پروتئین شیر به ترتیب ۰/۸۸ و ۰/۹۴ برآورد شد. روند ژنتیکی برای صفات طول عمر (تولیدی و عملکردی) به ترتیب ۰/۰۲- و ۰/۰۰۲ روز ($P>0/05$) و برای صفات تولید شیر، چربی و پروتئین شیر به ترتیب ۰/۰۸، ۰/۰۹ و ۰/۰۹ کیلوگرم ($P<0/01$) بود. با توجه به همبستگی مثبت بین تولید شیر و طول عمر تولیدی، به نظر می‌رسد که انتخاب بر مبنای تولید شیر، موجب افزایش طول عمر شده است. بنابراین توصیه می‌شود این صفت در برنامه‌های اصلاحی گاوهای هلشتاین کشور گنجانده شود.

واژه‌های کلیدی: پارامترهای ژنتیکی، طول عمر تولیدی، تولید شیر، گاو هلشتاین ایران

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 116 pp: 17-28

Genetic analysis of the length of productive life and its relationship with production traits in Iranian Holstein dairy cows

- 1) Ali Reza Shahdadi: PhD candidate of genetics and animal breeding, Ferdowsi University of Mashhad
 2)* Mohammad Mehdi Shariati: Assistant professor of Animal Science Department, Ferdowsi University of Mashhad (Corresponding author)
 3) Mohammad Reza Nasiri: Professor of Animal Science Department, Ferdowsi University of Mashhad
 4) Saeed Zerehdaran: Professor of Animal Science Department, Ferdowsi University of Mashhad
 5) Davoud Ali Saghi: Assistant professor of Research and Education Center of Agriculture and Natural Resources of Khorasan Razavi
 Address: Mashhad- Ferdowsi University of Mashhad- College of Agriculture- Department of Animal Science- 00985138805740, Email: mm.shariati@um.ac.ir

Received: June 2016

Accepted: October 2016

The present research was performed to study the genetic analysis of length of productive life and production traits (milk yield, fat yield and protein yield) of Iranian Holstein cows. Thus, the records of 90112 first lactation dairy cows were used. Data were collected from 759 herds during 1996 to 2013 by the Animal Breeding Center of Iran. Estimation of variance components was performed by restricted maximum likelihood method using DMU package. Genetic and phenotypic trends were computed as a linear regression of yearly means on calving year. The estimated heritabilities of length of productive life, functional productive life, milk yield, fat yield and protein yield were 0.04, 0.03, 0.23, 0.17 and 0.20, respectively. Genetic correlation of length of productive life, functional productive life with production traits ranged from 0.02-0.11. Estimated genetic correlation of milk yield with fat yield and protein yield was 0.88 and 0.94, respectively. Genetic trends for lifetime traits (productive and functional) were -0.02 and 0.002 d, respectively ($P>0.05$) and for milk yield, fat yield and protein yield were 5.46, 0.08 and 0.09 kg, respectively ($P<0.01$). Considering positive genetic correlation between milk yield and length of productive life, it seems that selection based on milk yield can lead to increase in lifetime. Thus, planning of selection programs in Iranian Holstein dairy cows based on length of productive life is recommendable.

Key words: Genetic parameters, Length of productive life, Milk yield, Iranian Holstein cows

مقدمه

هزینه‌های مرتبط با پرورش و خرید تلیسه‌های جایگزین در گله می‌شود. از طرف دیگر می‌تواند میانگین تولید گله را نیز افزایش دهد، زیرا با افزایش طول عمر نسبت گاوهایی که در دوره‌های شیردهی بالاتری قرار دارند افزایش می‌یابد (VanRaden و Wiggans، ۱۹۹۵).

ماندگاری بیانگر توانایی گاو به مقاومت در برابر حذف به علت تولید پایین، باروری نامطلوب و یا بیماری می‌باشد (Vollema و Groen، ۱۹۹۶؛ Ajili و همکاران، ۲۰۰۷). یک راه معمول اندازه‌گیری ماندگاری، طول عمر تولیدی می‌باشد که به صورت

طول عمر تولیدی و ماندگاری گاوهای شیری در گله، از مهمترین موضوعات در پرورش گاو شیری می‌باشد که روز به روز مورد توجه بیشتری قرار می‌گیرد. علت این توجه افزایش نرخ حذف گاوهای می‌باشد. نرخ بالای حذف گاوهای شیری شرایطی را به وجود می‌آورد که باعث می‌شود تعداد محدودی از گاوهای شیری به مرحله بلوغ جسمی و تولید کامل خود برسند (McCullough و Delorenzo، ۱۹۹۶). بنابراین، طول عمر دام‌ها سود خالص واحدهای پرورش گاو شیری را به میزان قابل توجهی تحت تأثیر قرار می‌دهد. افزایش طول عمر منجر به کاهش

چهار دوره شیردهی سود سالیانه را ۱۱ تا ۱۳ درصد افزایش می‌دهد. با توجه به ارزش اقتصادی طول عمر تولیدی و عدم انجام انتخاب برای این صفت در گاوهای هلشتاین کشور، مطالعه حاضر به منظور برآورد مؤلفه‌های واریانس و ارزیابی ژنتیکی طول عمر تولیدی و همچنین همبستگی‌های ژنتیکی بین این صفت با صفات تولیدی گاوهای هلشتاین ایران صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

اطلاعات مورد استفاده

در مطالعه حاضر از رکوردهای شجره، حذف و شیردهی اول گاوهای شیری نژاد هلشتاین ایران که توسط مرکز اصلاح نژاد و بهبود تولیدات دامی کشور طی سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۲ جمع‌آوری شده بود، استفاده گردید. داده‌های خام اولیه با استفاده از نرم افزار FoxPro نسخه ۲/۶ با اعمال محدودیت‌های زیر ویرایش گردید:

- ۱) گاوها دارای پدر و مادر معلوم باشند،
 - ۲) شماره پدر و مادر همواره کوچکتر از شماره فرزندان باشد،
 - ۳) گاوهایی که در تناقضات آشکار در تاریخ‌های تولد، زایش و خشکی بودند، حذف شدند،
 - ۴) سن هنگام اولین زایش در محدوده ۲۰ تا ۴۰ ماه باشد (Pryce و همکاران، ۲۰۰۰)،
 - ۵) فاصله بین دو زایش در محدوده ۳۰۰ تا ۶۰۰ روز واقع شده باشد (Gonzalez-Recio و Alenda، ۲۰۰۵).
- پس از اتمام ویرایش داده‌ها، رکوردهای متعلق به ۹۰۱۱۲ رأس گاو شیری نژاد هلشتاین از ۷۵۹ گله از سراسر کشور استفاده گردید. تهیه فایل شجره با استفاده از نرم‌افزار CFC (Sargolzaei و همکاران، ۲۰۰۶) انجام گردید. ساختار فایل شجره در جدول ۱ ارائه شده است.
- صفات مورد بررسی در این مطالعه شامل طول عمر تولیدی (تعداد روزهای سپری شده دام از زمان اولین زایش تا هنگام حذف) و تولید شیر ۳۰۵ روز، تولید چربی شیر ۳۰۵ روز و تولید پروتئین شیر ۳۰۵ روز (به عنوان صفات تولیدی) بود. یکی از دلایل اصلی حذف دام‌ها از گاو‌داری‌های کشور، تولید پائین شیر می‌باشد،

فاصله زایمان تا حذف و یا مرگ گاو تعریف شده است (Vollema و Groen، ۱۹۹۶؛ Sewalem و همکاران، ۲۰۰۵). در بسیاری از جوامع، آمار حذف نشان می‌دهد که پس از تولید پائین شیر، مشکلات عدم باروری و بیماری‌های تولیدمثلی علت عمده حذف گاوهای شیری می‌باشد (Young و Bascom، ۱۹۹۸؛ Kadarmideen و همکاران، ۲۰۰۳). انتخاب دام‌ها برای صفت ماندگاری علاوه بر کاهش مشکلات مذکور، در گله‌ها می‌تواند سبب کاهش هزینه تلیسه‌های جایگزین و افزایش طول عمر گاوهای پرتولید گردد. به دلیل اهمیتی که میزان ماندگاری گاو در اقتصاد گله دارد، طول عمر گله پس از تولید دومین صفت با اهمیت است که در شاخص انتخاب گاوهای شیری اغلب کشورها وارد شده است (Ajili و همکاران، ۲۰۰۷).

علی‌رغم محدودیت‌هایی نظیر وراثت‌پذیری پائین، اثر حذف اختیاری، ترکیبی بودن صفت، تغییر عوامل مؤثر بر ماندگاری در اثر گذشت زمان و قابلیت رکوردگیری پس از حذف حیوان، به علت ارزش اقتصادی بالا و تأثیر مستقیم در سودآوری بهبود ژنتیکی ماندگاری (بقاء) در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است (Krupova و همکاران، ۲۰۰۹). اما به دلیل افزایش فاصله نسل، وراثت‌پذیری پائین صفت ماندگاری و همچنین عدم دسترسی به رکوردهای طول عمر، انتخاب غیر مستقیم دام‌ها برای این صفت با استفاده از صفات همبسته، روش متداولی برای بهبود ماندگاری در گله‌ها می‌باشد. با توجه به اهمیت اقتصادی افزایش ماندگاری، انتخاب برای این صفت بسیار حائز اهمیت است. از آنجایی که داده‌های مربوط به طول عمر از داده‌های جمع‌آوری شده مربوط به صفات تولیدی قابل دستیابی است، ارزیابی ژنتیکی این صفت نیاز به هزینه اضافی برای جمع‌آوری داده نداشته و بسیار مقرون به صرفه است. در برخی گزارشات، همبستگی ژنتیکی صفات تولیدی با طول عمر تولیدی مثبت و بالا برآورد شده است. در نتیجه گزارش شده است که انتخاب برای تولید بالا سبب ماندگاری بیشتر گاو در گله می‌شود (Ajili و همکاران، ۲۰۰۷؛ Sewalem و همکاران، ۲۰۰۸). در مطالعه Strandberg (۱۹۹۶) نشان داده شد که افزایش طول عمر تولیدی از سه دوره به

در این معادله، FPL_{ij} : طول عمر عملکردی حیوان نژاد در گله نژاد، LPL_{ij} : طول عمر تولیدی حیوان نژاد در گله نژاد، y_{ij} : درصد تولید شیر گاو نژاد نسبت به میانگین تولید شیر گله نژاد، \bar{y} : میانگین درصد تولید شیر حیوانات نسبت به میانگین تولید شیر کل گله‌ها و b_1 و b_2 : به ترتیب ضرایب تابعیت خطی و درجه دوم طول عمر تولیدی از درصد تولید شیر حیوانات نسبت به میانگین تولید شیر کل گله‌ها می‌باشد.

بنابراین این عامل می‌تواند سبب عدم بروز واقعی صفت ماندگاری شود. در نتیجه باید این صفت برای تولید شیر تصحیح گردد تا بتوان ماندگاری دام‌ها را مستقل از حذف به دلیل تولید پائین بررسی کرد. برای این منظور می‌توان از طول عمر عملکردی پیشنهاد شده به وسیله Vukasinovic و همکاران (۱۹۹۵) استفاده نمود:

$$FPL_{ij} = LPL_{ij} - [b_1(y_{ij} - \bar{y}) + b_2(y_{ij} - \bar{y})^2]$$

جدول ۱- ساختار فایل شجره برای صفات مورد بررسی

تعداد حیوانات	مشخصات حیوانات
۱۴۲۰۲۹	تعداد کل حیوانات
۵۱۹۱۷	تعداد حیوانات پایه
۹۰۱۱۲	تعداد حیوانات دارای رکورد که پدر و مادر مشخص دارند
۱۰۲	تعداد حیوانات همخون
۶۶۶۸۷	تعداد حیوانات بدون نتاج
۷۵۳۴۲	تعداد حیوانات دارای نتاج
۳۱۶۱	تعداد والد نر که نتاجش رکورد دارد
۷۲۱۸۱	تعداد والد ماده که نتاجش رکورد دارد

مدل‌های آماری مورد استفاده

در نماد ماتریس، مدل دام به صورت زیر نمایش داده می‌شود:

$$Y = Xb + Za + e$$

فرضیات مدل عبارتند از (Henderson, ۱۹۸۸):

$$\text{Var} \begin{bmatrix} y \\ a \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V & ZG \otimes A & R \otimes I \\ & G \otimes A & 0 \\ & & R \otimes I \end{bmatrix}$$

$$E \begin{bmatrix} y \\ a \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X\beta \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

y : بردار ستونی مشاهدات مربوط به هر صفت، b : بردار ستونی اثرات ثابت مدل (گله-سال-فصل زایش)، a : بردار ستونی اثر تصادفی ارزش اصلاحی حیوانات برای صفات، e : بردار ستونی اثر تصادفی باقیمانده، X و Z : به ترتیب ماتریس‌های ضرایب برای

تجزیه و تحلیل عوامل محیطی (گله، سال زایش، فصل زایش و گروه‌های مختلف سن هنگام اولین زایش) و آزمون معنی دار بودن این عوامل بر صفات مورد بررسی توسط نرم افزار R بسته lme4 انجام شد (Bates و همکاران، ۲۰۱۵).

مدل آماری تجزیه و تحلیل ژنتیکی به قرار ذیل است:

$$y_{ijk} = \mu + HYS_i + b_1(Age - \overline{Age}) + b_2(Age - \overline{Age})^2 + a_j + e_{ijk}$$

در رابطه بالا y_{ijk} : رکورد حیوان نژاد از گله-سال زایش-فصل زایش نژاد، μ : میانگین کل، HYS_i : اثر ثابت گله-سال زایش-فصل زایش نژاد، b_1 و b_2 : به ترتیب ضرایب رگرسیون خطی و درجه دوم سن هنگام اولین زایش، Age : اثر سن هنگام اولین زایش، \overline{Age} : میانگین سن هنگام اولین زایش، a_j : اثر تصادفی حیوان نژاد و e_{ijk} : اثر تصادفی باقیمانده می‌باشد.

آمار توصیفی صفات مورد بررسی

خلاصه آمار توصیفی طول عمر تولیدی و صفات تولیدی گاوهای شیری هلشتاین ایران در جدول ۲ نشان داده شده است. در این مطالعه میانگین (\pm انحراف معیار) طول عمر تولیدی ($682/56 \pm$) $1076/84$ روز ($2/95$ سال) برآورد گردید. این میانگین اشاره بر حذف گاوها ۳۶ ماه پس از اولین زایش دارد، یعنی به طور میانگین هر گاو در شرایط ایران با احتساب فاصله گوساله‌زایی ۱۲ ماهه، فرصت سه بار زایش دارد. همچنین میانگین (\pm انحراف معیار) طول عمر عملکردی ($712/34 \pm$) $1098/80$ روز محاسبه شد. Van Arendonk (۱۹۸۵) نشان داد که برای رسیدن به حدکثر بازدهی، طول عمر تولیدی بهینه گاوهای هلشتاین باید $42/9$ ماه و میزان حذف نیز باید در حد مناسبی باشد. البته لازم است طول عمر بهینه گاوهای هلشتاین در ایران با توجه به پارامترهای اقتصادی و شرایط موجود در کشور برآورد شود.

برآورد میانگین (\pm انحراف معیار) تولید شیر 305 روز ($1568/86 \pm$) $7473/21$ کیلوگرم بود. فرهنگ‌فر و نعیمی‌پور (۱۳۸۶) میانگین تولید شیر گاوهای هلشتاین ایران را 6440 کیلوگرم و طغیانی و همکاران (۱۳۸۸) این مقدار میانگین را $6564/65$ کیلوگرم گزارش نمودند. بر اساس گزارش Abe و همکاران (۲۰۰۹) متوسط تولید شیر 305 روز گاوهای هلشتاین ژاپن $7249/4$ کیلوگرم بدست آمد. میانگین مقدار چربی و پروتئین شیر در این مطالعه به ترتیب ($56/77 \pm$) $243/28$ و ($46/28 \pm$) $232/36$ کیلوگرم برآورد گردید. این مقدار نسبت به مقادیر گزارش شده به وسیله فرهنگ‌فر و نعیمی‌پور (۱۳۸۶) برای گاوهای هلشتاین ایران بیشتر بود. بنابراین، می‌توان اظهار نمود که به دلایل مختلف از جمله مدیریت، تغذیه و ظرفیت ژنتیکی، تولید شیر گاوهای هلشتاین مورد بررسی در این پژوهش بالاتر از میانگین تولید شیر دوره اول شیردهی در کشور بوده که در صورت فراهم بودن شرایط محیطی لازم هنوز امکان افزایش تولید وجود دارد. به طور کلی، اختلاف میانگین صفات در بین مطالعات مختلف تا اندازه زیادی به دلیل تفاوت در نوع اطلاعات و نحوه ویرایش داده‌های مورد بررسی می‌باشد.

اثر عوامل ثابت و تصادفی مدل، A : ماتریس متقارن کواریانس ژنتیکی افزایشی بین حیوانات کل شجره، G : ماتریس واریانس و کواریانس اثرات ژنتیکی افزایشی، R : ماتریس واریانس و کواریانس اثرات باقیمانده، V : ماتریس واریانس مشاهدات و \otimes ضرب کرونگر می‌باشد.

برآورد پارامترهای ژنتیکی

مؤلفه‌های واریانس و پارامترهای ژنتیکی صفات مورد بررسی با روش آماری حداکثر درست‌نمایی محدود شده بدون مشتق‌گیری بر اساس مدل حیوانی با نرم‌افزار DMU نسخه ۶ (Madsen و Jensen, ۲۰۰۸) برآورد شدند. بهترین پیش‌بینی نااریب خطی ارزش‌های اصلاحی صفات مورد بررسی با استفاده از مؤلفه‌های واریانس حاصل از تجزیه و تحلیل تک‌متغیره برآورد و میانگین ارزش‌های اصلاحی حیوانات به تفکیک سال زایش محاسبه گردید. برای برآورد روند فنوتیپی و ژنتیکی صفات مورد بررسی به ترتیب ضریب تابعیت میانگین فنوتیپی و ارزش‌های اصلاحی حیوانات بر سال زایش آنها توسط نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۲ رویه REG محاسبه شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌های طول عمر تولیدی، تولید شیر، تولید چربی شیر و تولید پروتئین شیر 305 روز در دوره اول شیرواری نشان داد که اثر عوامل گله، سال و فصل زایش به عنوان عوامل ثابت و سن هنگام اولین زایش به عنوان متغیرهای کمکی بر رکورد‌های مورد استفاده معنی‌دار بود ($P < 0/05$). ضرایب تابعیت خطی (b_1) و درجه دوم (b_2) سن هنگام اولین زایش بر طول عمر تولیدی گاوهای هلشتاین ایران به ترتیب $7/78$ و $-0/005$ به دست آمد. این ضرایب نشان می‌دهد که با افزایش سن هنگام اولین زایش، طول عمر تولیدی تا حد مشخصی افزایش می‌یابد و پس از آن کاهش در طول عمر تولیدی گاوهای هلشتاین خواهیم داشت.

جدول ۲- آمار توصیفی طول عمر تولیدی و صفات تولیدی گاوهای هلشتاین ایران

صفت	میانگین	حداقل	حداکثر	انحراف معیار	ضریب تغییرات
طول عمر تولیدی (روز)	۱۰۷۶/۸۴	۹۷	۴۸۶۲	۶۸۲/۵۶	۶۳/۳۸
طول عمر عملکردی (روز)	۱۰۹۸/۸۰	۱۱۸	۵۱۷۰	۷۱۲/۳۴	۶۴/۸۳
تولید شیر ۳۰۵ روز (کیلوگرم)	۷۴۷۳/۲۱	۱۳۵۵/۳۸	۱۳۹۳۰/۳۶	۱۵۶۸/۸۶	۲۰/۹۹
تولید چربی شیر ۳۰۵ روز (کیلوگرم)	۲۴۳/۲۸	۴۸/۳۸	۵۸۰/۶۱	۵۶/۷۷	۲۳/۳۳
تولید پروتئین شیر ۳۰۵ روز (کیلوگرم)	۲۳۲/۳۶	۵۰/۸۳	۴۹۳/۳۳	۴۶/۲۸	۱۹/۹۱

برآورد مؤلفه‌های واریانس و وراثت‌پذیری صفات مورد بررسی

مؤلفه‌های واریانس و وراثت‌پذیری طول عمر تولیدی و صفات تولیدی گاوهای هلشتاین ایران در جدول ۳ ارائه شده است. در این مطالعه، وراثت‌پذیری‌های برآورد شده برای طول عمر تولیدی و عملکردی به ترتیب $0.04(\pm 0.03)$ و $0.03(\pm 0.04)$ به دست آمد. همانطور که مشاهده می‌شود، طول عمر عملکردی نسبت به طول عمر تولیدی دارای وراثت‌پذیری کمتری می‌باشد، دلیل این کاهش این است که معمولاً با عمل تصحیح برای تولید شیر، سهم واریانس ژنتیکی نسبت به عوامل محیطی بر روی ماندگاری کاهش می‌یابد. تولید شیر پائین یکی از دلایل اصلی حذف اختیاری می‌باشد و اقدام به حذف معمولاً در انتهای هر سال یا دوره تولیدی صورت می‌گیرد. بدیهی است که عدم تصحیح برای حذف اختیاری سبب اریب در ارزیابی ژنتیکی می‌شود. صفت مورد نظر در هدف انتخاب معمولاً طول عمر عملکردی یا طول عمر مفید (تصحیح شده برای تولید شیر و یا ترکیبات آن) می‌باشد. به واسطه وراثت‌پذیری پائین این صفات، بهبود ژنتیکی طول عمر گله‌های گاوهای هلشتاین ایران بسیار دشوار است. در مطالعات گذشته، وراثت‌پذیری این صفت برای گاوهای هلشتاین در محدوده $0.03-0.09$ (Jairath و همکاران، ۱۹۹۸؛ lubbers و همکاران، ۲۰۰۰؛ Tsuruta و همکاران، ۲۰۰۵) با استفاده از مدل‌های خطی و نیز در محدوده $0.10-0.20$ (Vukasinovic و همکاران، ۲۰۰۱؛ Roxstrom و همکاران، ۲۰۰۳؛ Caraviello و همکاران، ۲۰۰۴) با استفاده از مدل‌های مخاطره نسبی و ایل گزارش شده است. وراثت‌پذیری تولید شیر ۳۰۵ روز در تحقیق حاضر $0.23(\pm 0.01)$

برآورد گردید که در دامنه $0.19-0.34$ وراثت‌پذیری تولید شیر گاوهای هلشتاین ایران در سایر مطالعات بود (فرهنگ‌فر و نعیمی‌پور، ۱۳۸۶؛ طغیانی و همکاران، ۱۳۸۸). Dematawewa و Berger (۱۹۹۸) وراثت‌پذیری تولید شیر ۳۰۵ روز گاوهای هلشتاین را 0.196 برآورد نمودند. همچنین Biffani و همکاران (۲۰۰۵) وراثت‌پذیری تولید شیر را در گاوهای هلشتاین ایتالیا 0.20 گزارش نمودند. به طور کلی وراثت‌پذیری تولید شیر نشان می‌دهد که می‌توان با انتخاب دام‌های با ظرفیت ژنتیکی بیشتر و حذف دام‌های با ظرفیت ژنتیکی کمتر، مقدار تولید شیر را افزایش داد. اختلاف بین برآورد وراثت‌پذیری تولید شیر در مطالعات مختلف می‌تواند به دلیل عوامل متعددی نظیر تفاوت در سطح تولید گله، تنوع محیطی، مدیریت گله، مدل آماری مورد استفاده، روش برآورد اجزای واریانس و کوواریانس و نحوه ویرایش داده‌ها باشد. همچنین انتخاب‌های انجام شده در طی سالیان متمادی باعث تغییر در مؤلفه‌های واریانس شده است.

در این مطالعه، وراثت‌پذیری تولید چربی و پروتئین شیر ۳۰۵ روز گاوهای هلشتاین ایران در دوره اول شیرواری به ترتیب $0.17(\pm 0.01)$ و $0.20(\pm 0.01)$ برآورد گردید. رزم‌کبیر و همکاران (۱۳۸۸) وراثت‌پذیری مقدار چربی و پروتئین شیر را در گاوهای هلشتاین ایران به ترتیب 0.22 و 0.25 گزارش کردند. Abdallah و McDaniel (۲۰۰۰) با استفاده از الگوریتم حداکثر درست‌نمایی محدود شده، وراثت‌پذیری مقدار تولید شیر و مقدار چربی شیر را به ترتیب 0.25 و 0.28 گزارش نمودند. Weller و Ezra (۲۰۰۴) با استفاده از مدل چند صفتی و

می‌دهد که پیشرفت ژنتیکی در این صفات از طریق انتخاب میسر می‌باشد.

رکوردهای دوره اول شیردهی، میزان وراثت‌پذیری را برای تولید شیر ۰/۳۹، برای مقدار چربی ۰/۴۲ و برای مقدار پروتئین ۰/۳۴ برآورد کردند. به طور کلی وراثت‌پذیری صفات تولیدی نشان

جدول ۳- برآورد اجزای واریانس و وراثت‌پذیری صفات مورد بررسی با استفاده از تجزیه و تحلیل تک‌متغیره

صفه	واریانس ژنتیکی افزایشی	واریانس باقیمانده	واریانس فنوتیپی	وراثت‌پذیری
طول عمر تولیدی	۱۳۰۵۷/۶۵	۳۵۰۱۱۸/۰۹	۳۶۳۱۷۵/۷۴	۰/۰۴(±۰/۰۰۳)
طول عمر عملکردی	۱۲۹۷۷/۰۳	۳۴۷۴۶۳/۱۴	۳۶۰۴۴۰/۱۷	۰/۰۳(±۰/۰۰۴)
تولید شیر ۳۰۵ روز	۳۷۲۱۲۶/۶۹	۱۲۷۷۳۲۵/۶۱	۱۶۴۹۴۵۲/۳۱	۰/۲۳(±۰/۰۱)
تولید چربی شیر ۳۰۵ روز	۳۰۱/۱۷	۱۴۸۵/۲۶	۱۷۸۶/۴۳	۰/۱۷(±۰/۰۱)
تولید پروتئین شیر ۳۰۵ روز	۲۷۷/۰۶	۱۱۱۵/۲۱	۱۳۹۲/۲۷	۰/۲۰(±۰/۰۱)

همبستگی‌های ژنتیکی و فنوتیپی بین صفات مورد بررسی

برآورد همبستگی‌های ژنتیکی و فنوتیپی بین طول عمر تولیدی و صفات مربوط به تولید شیر در جدول ۴ نشان داده شده است. همبستگی ژنتیکی طول عمر تولیدی با صفات تولیدی (تولید شیر، چربی و پروتئین شیر ۳۰۵ روز) مثبت و در محدوده ۰/۱۱-۰/۰۲ برآورد گردید. همچنین همبستگی فنوتیپی بین صفات فوق نیز مثبت و در دامنه ۰/۱۸-۰/۱۴ برآورد شد. مثبت بودن همبستگی‌های ژنتیکی و فنوتیپی بین صفات تولیدی و طول عمر بیانگر این واقعیت است که انتخاب برای تولید بالا سبب ماندگاری بیشتر دام‌ها در گله خواهد شد. بیشترین همبستگی ژنتیکی صفات تولیدی با طول عمر تولیدی مربوط به تولید شیر و برابر ۰/۱۱ بود که نشان می‌دهد که گاوهای با تولید بالاتر (اگرچه مورد دلخواه دامدار قرار می‌گیرند)، علیرغم اینکه دارای مقاومت کمتری نسبت به بیماری‌های تولیدمثلی، ورم‌پستان، لنگش و غیره می‌باشند، اما مدت زمان بیشتری در گله حضور دارند. در بین صفات تولیدی، صفت پروتئین شیر کمترین مقدار همبستگی ژنتیکی با طول عمر تولیدی را به خود اختصاص داد. در این مطالعه، همبستگی‌های ژنتیکی و فنوتیپی طول عمر عملکردی با صفات تولیدی نیز مثبت برآورد گردید و به ترتیب در دامنه ۰/۱۰-۰/۰۳ قرار داشت. به دلیل حذف گاوها بر اساس فنوتیپ تولید شیر در دوره اول

شیردهی، عمل تصحیح، بخش واریانس فنوتیپی تولید شیر را از صفت ماندگاری خارج می‌کند.

در مطالعه Cruickshank و همکاران (۲۰۰۲) در نژاد گرنزی آمریکا همبستگی ژنتیکی طول عمر تولیدی واقعی و عملی با مقدار پروتئین شیر به ترتیب ۰/۲۹ و ۰/۲۵ و با مقدار تولید شیر و چربی شیر بین ۰/۲۳ تا ۰/۳۰ برآورد شده است. همبستگی‌های مذکور در گاوهای هلشتاین آمریکا بین ۰/۰۲ تا ۰/۰۴ گزارش شده است (Tsuruta و همکاران، ۲۰۰۵). Setter و Weller (۱۹۹۹) گزارش کردند که به ازای هر کیلوگرم افزایش در مقدار پروتئین شیر، طول عمر تولیدی ۹/۵ روز افزایش یافته است. در بررسی محققین دیگر، تصحیح ماندگاری برای تولید شیر تأثیر معنی‌داری بر همبستگی ژنتیکی ماندگاری و تولید شیر داشته است. به طوری که همبستگی ژنتیکی بین تولید شیر و ماندگاری عملی تقریباً نزدیک صفر بوده است (Short و Lawlor، ۱۹۹۲؛ Harris و همکاران، ۱۹۹۲).

برآورد همبستگی ژنتیکی تولید شیر ۳۰۵ روز با تولید چربی و پروتئین شیر به ترتیب ۰/۷۶ و ۰/۹۴ به دست آمد. همچنین همبستگی فنوتیپی تولید شیر با صفات فوق به ترتیب ۰/۷۷ و ۰/۹۳ برآورد گردید. فرهنگ‌فر و نعیمی‌پور (۱۳۸۶) همبستگی ژنتیکی و

ژنتیکی مطلوبی میان این صفات وجود دارد. همبستگی مثبت و بالای موجود در بین این صفات بیانگر این واقعیت است که انتخاب بر مبنای تولید شیر، منجر به بهبود ژنتیکی و پاسخ همسته مطلوب در صفات چربی و پروتئین می‌شود. بنابراین انتخاب یک طرفه برای تولید شیر منجر به افزایش میزان آب شیر با سرعت بیشتری نسبت به اجزای سازنده شیر خواهد شد. این موضوع نشان می‌دهد که در برنامه انتخاب باید به صفات مقداری توجه بیشتری شود.

فوتویی تولید شیر و مقدار چربی شیر گاوهای هلشتاین ایران را به ترتیب ۰/۶۱ و ۰/۶۵ گزارش نمودند. همبستگی ژنتیکی تولید شیر با مقدار چربی و پروتئین شیر گاوهای هلشتاین ایران در مطالعه طغیانی و همکاران (۱۳۸۸) به ترتیب ۰/۸۱ و ۰/۷۴ و همبستگی فوتویی بین این صفات نیز به ترتیب ۰/۵۴ و ۰/۷۶ گزارش شده است. Abdallah و McDaniel (۲۰۰۰) همبستگی ژنتیکی مقدار شیر تصحیح شده و مقدار چربی گاوهای هلشتاین ایالت کارولینای شمالی را ۰/۹۷ گزارش کردند. صفات مقدار چربی و مقدار پروتئین شیر تابعی از صفت مقدار شیر هستند و همبستگی

جدول ۴- همبستگی‌های ژنتیکی و فوتویی صفات مورد بررسی با استفاده از تجزیه و تحلیل دو متغیره[†]

صفت [‡]	LPL	FPL	MY	FY	PY
LPL	۰/۹۷		۰/۱۱	۰/۰۵	۰/۰۲
FPL	۰/۹۶		۰/۱۰	۰/۰۳	۰/۰۶
MY	۰/۱۸	۰/۱۹		۰/۷۶	۰/۹۴
FY	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۷۷		۰/۸۴
PY	۰/۱۸	۰/۲۱	۰/۹۳	۰/۷۹	

[†] همبستگی ژنتیکی بالای قطر و همبستگی فوتویی پائین قطر اصلی می‌باشد.

[‡] LPL: طول عمر تولیدی، FPL: طول عمر عملکردی، MY: تولید شیر ۳۰۵ روز، FY: تولید چربی شیر ۳۰۵ روز، PY: تولید پروتئین شیر ۳۰۵ روز.

روندهای ژنتیکی و فوتویی صفات مورد بررسی

می‌دهد که در برنامه‌های انتخاب گاوهای شیری به صفات طول عمر دام‌ها توجهی نشده است. مهمترین عامل مؤثر بر پیشرفت ژنتیکی، تغییر فراوانی ژنی در اثر انتخاب است. احتمالاً حذف بیشتر (به دلیل غیر اقتصادی بودن)، موجب حذف اجباری دختران گاوهای نر برتر شده و در نتیجه موجب کاهش پیشرفت ژنتیکی شده است. روند ژنتیکی ماندگاری از ۰/۰۲- در سوئیس تا ۰/۰۸ در آمریکا برآورد شده است (Van der Linde و de Jong، ۲۰۰۳)، که با نتایج حاصل از مطالعه حاضر مطابقت دارد. همچنین Settler و Weller (۱۹۹۹) روند فوتویی و ژنتیکی ماندگاری را در گاوهای هلشتاین به ترتیب ۱۵- و ۹ روز در سال گزارش کردند. روند فوتویی طول عمر تولیدی گاوهای هلشتاین کشور نیز ۵۴/۶۷ روز در سال محاسبه شد. با توجه به همبستگی ژنتیکی و فوتویی مثبت تولید شیر با طول عمر تولیدی، روند افزایشی این

روند ژنتیکی و فوتویی طول عمر و صفات تولیدی در جدول ۵ ارائه شده است. براساس نتایج، روند ژنتیکی صفات تولیدی (تولید شیر، چربی و پروتئین ۳۰۵ روز) گاوهای هلشتاین ایران معنی‌دار بود ($P < 0/01$)، اما روند ژنتیکی طول عمر تولیدی و عملکردی معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). علاوه بر این، روند فوتویی تمامی صفات مورد بررسی معنی‌دار گردید ($P < 0/01$). معنی‌داری روند فوتویی نشان می‌دهد که در تمامی صفات به مدیریت، تغذیه و بهداشت گله‌ها توجه شده است.

روند ژنتیکی طول عمر تولیدی و عملکردی در تحقیق حاضر به ترتیب ۰/۰۲- و ۰/۰۰۲ و غیر معنی‌دار برآورد گردید ($P > 0/05$). به نظر می‌رسد عدم وجود شاخص انتخاب برای صفات طول عمر تولیدی و ماندگاری در گاوهای هلشتاین ایران باعث ایجاد روندهای غیر معنی‌دار برای این صفات شده است. این نتایج نشان

مقادیر محاسبه شده برای روند ژنتیکی و فنوتیپی صفات مربوط به تولید شیر بیان می‌کند که بخش عمده‌ای از افزایش تولید شیر گله‌های گاوهای هلشتاین ایران به دلیل بهبود شرایط محیطی پرورش گاوها نظیر مدیریت بهتر دام‌ها در مواردی نظیر تغذیه، بهداشت، جایگاه نگهداری و غیره می‌باشد. همچنین این روند مثبت نشان می‌دهد که دامداران بیشترین توجه خود را به سوی افزایش میزان تولید شیر گاوهای هلشتاین معطوف نموده‌اند. به نظر می‌رسد برنامه‌های اصلاح نژادی اجرا شده در گاوهای هلشتاین برای ارتقای تولید شیر مناسب بوده است. مطالعات نشان می‌دهد که دامنه روند ژنتیکی و فنوتیپی تولید شیر ۳۰۵ روز به ترتیب ۱۰/۹۹- تا ۲۴۹/۷۸ و ۴۴/۲۳ تا ۲۷۱/۸۵ کیلوگرم در سال می‌باشد (شجاع و همکاران، ۱۳۸۱؛ Galip و Kaygisiz، ۲۰۰۴).

صفت می‌تواند ناشی از انتخاب برای صفات تولیدی باشد، البته این روند افزایشی می‌تواند در اثر بهبود مدیریت در گله نیز باشد. تأکید یک جانبه برای افزایش تولید شیر باعث می‌شود اکثر پرورش دهندگان، گاوهای پر تولید را به هر قیمتی حفظ نمایند که از این طریق موجب افزایش طول عمر آنها می‌شود. بنابراین احتمال می‌رود که انتخاب‌های انجام شده بر اساس تولید شیر، موجب ایجاد پاسخ همبسته در طول عمر نیز شده است.

روندهای ژنتیکی و فنوتیپی تولید شیر، چربی و پروتئین شیر ۳۰۵ روز به ترتیب ۵/۴۶، ۰/۰۸ و ۰/۰۹ و ۱۰۷/۱۳، ۴/۰۳ و ۲/۸۱ کیلوگرم در سال برآورد شد. سهم روند ژنتیکی برای صفات تولید شیر، چربی و پروتئین شیر ۳۰۵ روز که روند ژنتیکی معنی‌دار داشتند به ترتیب ۵/۰۹، ۱/۹۸ و ۳/۲۰ درصد از روند فنوتیپی بود.

جدول ۵- روند ژنتیکی و فنوتیپی (± اشتباه معیار) صفات مورد بررسی در گاوهای هلشتاین ایران

صفت	روند ژنتیکی [†]	روند فنوتیپی [†]
طول عمر تولیدی (روز)	-۰/۰۲(±۰/۰۲) ^{ns}	۵۴/۶۷(±۰/۵۴) [*]
طول عمر عملکردی (روز)	۰/۰۰۲(±۰/۰۲) ^{ns}	۴۶/۳۹(±۰/۵۸) [*]
تولید شیر ۳۰۵ روز (کیلوگرم)	۵/۴۶(±۰/۲۶) [*]	۱۰۷/۱۳(±۱/۲۸) [*]
تولید چربی شیر ۳۰۵ روز (کیلوگرم)	۰/۰۸(±۰/۰۰۶) [*]	۴/۰۳(±۰/۰۴) [*]
تولید پروتئین شیر ۳۰۵ روز (کیلوگرم)	۰/۰۹(±۰/۰۰۶) [*]	۲/۸۱(±۰/۰۳) [*]

[†] **: معنی‌دار در سطح $P < 0.01$ و ns: غیر معنی‌دار در سطح $P > 0.05$

نتیجه‌گیری

گرفته و مزایای طولانی شدن دوره شیردهی و متعاقب آن به تعویق افتادن تولد گوساله‌های جدید بررسی شود. با وجود اینکه هیچ گونه انتخابی برای افزایش طول عمر تولیدی در گله‌ها وجود ندارد، اما انتظار می‌رود که انتخاب برای سایر صفات موجب تغییر ژنتیکی طول عمر تولیدی در جمعیت گاوهای هلشتاین کشور شده باشد. در این مطالعه، تفاوت معنی‌داری در میانگین ارزش‌های اصلاحی (روندهای ژنتیکی) طول عمر ایجاد نشده و روند ژنتیکی طول عمر تولیدی تقریباً ناچیز بود. با توجه به اهمیت اقتصادی ماندگاری در افزایش بازدهی و سوددهی پرورش گاو شیری، لازم است که این صفت در برنامه‌های اصلاحی گاوهای هلشتاین کشور مدنظر قرار گیرد.

اگر چه مشکلات تولیدمثلی، استرس ناشی از تولید شیر بالا و متعاقب آن بیماری‌های متابولیکی در گاوهای پرتولید بالا می‌باشد، انتظار می‌رود که افزایش تولید موجب کاهش طول عمر شود، اما به علت ترجیح دامداران در مورد حفظ گاوهای پر تولید (البته با باروری کمتر) و فراهم کردن شرایط محیطی بهتر برای آنها، گاوهای پرتولید طول عمر تولیدی بیشتری دارند. علیرغم وجود همبستگی ژنتیکی بین تولید شیر و طول عمر تولیدی به نظر می‌رسد که انتخاب بر مبنای تولید شیر، طول عمر را به حد کافی افزایش می‌دهد. اما گاوهای پرتولید اغلب فاصله گوساله‌زایی بیشتری دارند که سبب به تأخیر افتادن دوره‌های شیردهی بعدی می‌شود. لذا لازم است برآوردهای اقتصادی در این زمینه صورت

منابع

- (2015). lme4: Linear mixed-effects models using 'eigen' and s4. R package version 1.1-8.
- Biffani, S., Marusi, F., Biscarini, F. and Canavesi, F. (2005). Developing a genetic evaluation for fertility using angularity and milk yield as correlated traits. In: Proceedings of the 2005 INTERBULL Meeting, Uppsala, Sweden, June 2-4, Bulletin No. 33: 63-66.
- Caraviello, D.Z., Weigel K.A. and Gianola. D. (2004). Analysis of the relationship between type traits and functional survival in US Holstein cattle using a Weibull proportional hazards model. *Journal of Dairy Science*. 86:2677-2686.
- Cruickshank, J., Weigel, K.A., Dentine, M.R. and Kirkpatrick. B.W. (2002). Indirect prediction of herd life in Guernsey dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 85:1307-1313.
- Dematawewa, C.M.B. and Berger. P.J. (1998). Genetic and phenotypic parameters for 305-day yield, fertility, and survival in Holsteins. *Journal of Dairy Science*. 81:2700-2709.
- Galip, B. and Kaygisiz, A. (2004). Estimates of trends components of 305 days milk yield at Holstein cattle. *Journal of Biological Science*. 4:486-488.
- Gonzalez-Recio, O. and Alenda. R. (2005). Genetic parameters for female fertility traits and a fertility index in Spanish dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 88:3282-3289.
- Harris, B.L., Freeman, A.E. and Metzger, E. (1992). Analysis of herd life in Guernsey dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 75:2008-2016.
- Henderson, C. (1988). Theoretical basis and computational methods for a number of different animal models. *Journal of Dairy Science*. 71:1-16.
- Jairath, L., Dekkers, J.C.M., Schaeffer, L.R., Liu, Z., Burnside, E.B. and Kolstad, B. (1998). Genetic evaluation for herd life in Canada. *Journal of Dairy Science*. 81:550-562.
- رزم کبیر، م.، نجاتی جوارمی، ا.، مرادی شهر بابک، م.، رشیدی، ا. و صیاد نژاد، م. ب. (۱۳۸۸). برآورد روند ژنتیکی صفات تولیدی گاوهای هلشتاین ایران. *مجله علوم دامی ایران*، دوره ۴۰، صص ۷-۱۱.
- شجاع، غ.، پیرانی، ن.، علی جانی، ص. و احمدی، ا. (۱۳۸۱). برآورد پارامترهای فنوتیپی، ژنتیکی و محیطی صفات تولید شیر در گاوهای هلشتاین کشت و صنعت مغان. *مجله دانش کشاورزی*، شماره ۱۲، صص ۲۲-۱۳.
- طغیانی، س.، شادپرور، ع. ا.، مرادی شهر بابک، م. و دادپسند، م. (۱۳۸۸). برآورد پارامترهای ژنتیکی صفات تولیدی دوره اول و صفات باروری در گاوهای هلشتاین ایران. *مجله علوم دامی ایران*، شماره ۲، صص ۷۶-۶۹.
- فرهنگ‌فر، ه. و نعیمی‌پور یونسی، ح. (۱۳۸۶). برآورد پارامترهای فنوتیپی و ژنتیکی صفات تولید و تولید مثل در نژاد گاو هلشتاین ایران. *مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی*، شماره ۱، صص ۴۴۰-۴۳۱.
- Abdallah J.M. and McDaniel BT. (2000). Genetic parameters and trends of milk, fat, days open, and body weight after calving in North Carolina experimental herds. *Journal of Dairy Science*. 83:1364-1370.
- Abe, H., Masuda, Y. and Suzuki, M. (2009). Relationships between reproductive traits of heifers and cows and yield traits for Holsteins in Japan. *Journal of Dairy Science*. 92:4055-4062.
- Ajili, N., Rekik, B., Ben Gara, A. and Bouraoui. R. (2007). Relationships among milk production, reproductive traits, and herd life for Tunisian Holstein-Friesian cows. *African Journal of Agricultural Research*. 2:47-51.
- Bascom, S.S. and Young. A.J. (1998). A summary of the reasons why farmers cull cows. *Journal of Dairy Science*. 81:2299-2305.
- Bates, D., Maechler, M., Bolker, B., Walker, S., Christensen, R., Singmann, H., et al.

- Kadarmideen, H.N., Thompson, R., Coffey, M.P. and Kossaibati. M.A. (2003). Genetic parameters and evaluations from single- and multiple-trait analysis of dairy cow fertility and milk production. *Livestock Production Science*. 81:183-195.
- Krupova, Z., Wolfova, M., Wolf, J., Oravcova, M., Margetin, M. and Peskovicova. D. (2009). Economic values for dairy sheep breeds in Slovakia. *Asian-Australian Journal of Animal Science*. 22:1693-1702.
- Lubbers, S., Brotherstone, S., Ducrocq V.P. and Visscher. P.M.A. (2000). A comparison of a linear and proportional hazards approach to discrete longevity data in dairy cows. *Journal of Animal Science*. 70:197-206.
- Madsen, P. and Jensen. J. (2008). DMU. A package for multivariate analyzing multivariate mixed models. Version 6. University of Aarhus, Faculty Agricultural Sciences (DJF), Department of Genetics and Biotechnology, Research Centre Foulum, Box 50, 8830 Tjele, Denmark.
- McCullough, D. A. and Delorenzo. M.A. (1996). Effect of price and management level on optimal replacement and insemination decision. *Journal of Dairy Science*. 79:242-253
- Microsoft FoxPro, Version 2.6 for Windows, 1989-1994; Microsoft Corporation, Redmond, WA.
- Pryce, J.E., Coffey, M.P. and Brotherstone. S. (2000). The genetic relationship between calving interval, body condition score and linear type and management traits in registered Holsteins. *Journal of Dairy Science*. 83:2664-2671.
- Roxsrom, A., Ducrocq V. and Strandberg, E. (2003). Survival analysis of longevity in dairy cattle on a lactation basis. *Genetics Selection Evolution*. 35:305-318.
- Sargolzaei, M., Iwaisaki, H. and Colleau, J. (2006). CFC: a tool for monitoring genetic diversity. In Proceedings of the 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.
- SAS. 2008. User's Guide, Version 9.2., SAS Institute, Cary, NC.
- Settar, P. and Weller, J.I. (1999). Genetic analysis of cow survival in the Israeli dairy cattle population. *Journal of Dairy Science*. 82:2170-2177.
- Sewalem, A., Kistemaker, G.J. , Ducrocq, V. and Van Doormaal. B.J. (2005). Genetic Analysis of Herd Life in Canadian Dairy Cattle on a Lactation Basis Using a Weibull Proportional Hazards Model. *Journal of Dairy Science*. 88:368-375.
- Sewalem, A., Miglior, F., Kistemaker, G.J., Sullivan, P. and Van Doormaal, B.J. (2008). Relationship between reproduction traits and functional longevity in Canadian dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 91:1660-1668.
- Short, T.H. and Lawlor. T.J. (1992). Genetic parameters of conformation traits, milk yield, and herd life in Holsteins. *Journal of Dairy Science*. 75:1987-1998.
- Strandberg, E. (1996). Breeding for longevity in dairy cows. P. 125 in: Progress in Dairy Science. CAB Int., Wallingford, Oxon, United Kingdom.
- Tsurata, S., Misztal, I. and Lawler, T.J. (2005). Changing definition of productive life in US Holsteins: effect on genetic correlation. *Journal of Dairy Science*. 88:1156-1165.
- Van Arendonk, J.A.M. (1985). Studies on the replacement policies in dairy cattle. II. Optimum policy and influence of changes in production and prices. *Livestock Production Science*. 13:101-121.
- Van der Linde, C. and de Jong. G. (2003). MACE for longevity traits. Proc. Interbull Technical Workshop. Beltsville, MD, USA, March 2-3. pp. 20-24.
- VanRaden, P.M. and Wiggans. G.R. (1995). Productive life evaluations: Calculation, accuracy and economic value. *Journal of Dairy Science*. 78:631-638.
- Vollema, A.R. and Groen. A.F. (1996). Genetic parameters of longevity traits of an upgrading population of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 79:2261-2267.

