نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۱۷، زمستان ۱۳۹٦
ص‌ص: ۱٦۳~۱۷٦

اثرات فصل و سن هنگام اولین زایش بر خصوصیات ژنتیکی و فنوتیپی پارامترهای منحنی شیردهی گاوهای هلشتاین شکم اول ایران

- **حسین نعیمی پور یونسی**
دانشجوی دکتری ژنتیک و اصلاح نژاد دام، دانشگاه فردوسی مشهد
- **محمد مهدی شریعتی** (نویسنده مسئول)
استادیار گروه علوم دامی، دانشگاه فردوسی مشهد.
- **سعید زره‌داران**
استاد گروه علوم دامی، دانشگاه فردوسی مشهد
- **مهدی جباری**
استادیار گروه آمار، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت : بهمن ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش : فروردین ۱۳۹۶

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۵۶۰۰۸۰۴۷
Email: mm.shariati@um.ac.ir

چکیده

هدف از این مطالعه بررسی اثرات فصل و سن هنگام اولین زایش بر پارامترهای منحنی شیردهی برازش شده با تابع وود (از قبیل تداوم شیردهی، زمان اوج تولید و مقدار تولید در اوج تولید)، برای گاوهای شیری هلشتاین شکم اول ایران بود. در این مطالعه از ۵۸۰۹۸۰ رکورد روز آزمون ۵۸۰۹۸ رأس گاو شیری هلشتاین، متعلق به ۹۵۳ گله، که طی سال‌های ۱۳۹۱-۱۳۷٤ زایش داشتند استفاده گردید. آنالیز ژنتیکی پارامترهای منحنی شیردهی با روش مدل دام تک صفتی توسط نرم‌افزار تخصصی DMU انجام شد. نتایج نشان داد اثرات گله، سال و فصل زایش، سن هنگام اولین زایش و درصد ژن هلشتاین بر پارامترهای منحنی شیردهی تأثیر معنی‌دار داشتند (P<۰/۰۱). بیشترین تعداد شکل نامطلوب منحنی شیردهی در فصول بهار و تابستان و کمترین تعداد شکل نامطلوب منحنی شیردهی در فصول پائیز و زمستان مشاهده شد. وراثت‌پذیری پارامترهای منحنی شیردهی در دامنه کم تا متوسط (۰/۰۳ تا ۰/۲٦) برآورد گردید. روند ژنتیکی تولید شیر ۳۰۵ روز و مقدار شیر جزئی از روزهای ۱۰۰-۵، ۲۰۰-۱۰۱ و ۳۰۵-۲۰۱ شیردهی، زمان اوج تولید و مقدار تولید در اوج شیردهی مثبت و معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). گاوها در فصل بهار زودتر و در فصل زمستان دیرتر به اوج تولید می‌رسند و تداوم شیردهی در بهار کمترین و در زمستان بیشترین است. همچنین گاوهای جوان‌تر تداوم شیردهی بیشتری دارند و دیرتر به اوج تولید می‌رسند و شکل منحنی شیردهی نامطلوب کمتری نیز دارند. بنابراین فصل زایش مناسب و سن مطلوب هنگام اولین زایش برای گاوهای هلشتاین ایران، به‌ترتیب فصل زمستان و سن ۲٤ ماه است.

واژه‌های کلیدی: تجزیه و تحلیل ژنتیکی، منحنی شیردهی، فصل و سن هنگام اولین زایش، گاو هلشتاین ایران

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 117 pp: 163-176

Title: Effects of season and age at first calving on phenotypic and genetic characteristic of lactation curve parameters in primiparous Iranian Holsteins

By: 1: Hossein Naeemipour Younesi : PhD candidate of genetics and animal breeding, Ferdowsi University of Mashhad
2*:(Mohammad Mahdi Shariati: Assistant professor of Animal Science Department, Ferdowsi University of Mashhad (Corresponding author(
3: Saeed Zerehdaran: Professor of Animal Science Department, Ferdowsi University of Mashhad
4:Mehdi Jabbari Nooghabi: Assistant Professor of Statistics Department, Ferdowsi University of Mashhad..

Received: February 2017 **Accepted: April 2017**

The objective of this study was to investigate the effects of season and age at first calving on parameters of Wood function in fitting lactation curves (such as persistency, peak time and peak yield) of primiparous Iranian Holsteins. A total of 580,980 test day records from 953 herds recorded on 58,098 cows calved between 1990 and 2012, were analyzed. Genetic analysis was performed in a univariate animal model using DMU package. The results showed that the effects of herd, year and season of calving, age at first calving and Holstein gene percentage on lactation curve parameters were significant (P<0.01). The maximum and minimum frequency of atypical lactation curves were observed in spring-summer seasons and autumn-winter seasons, respectively. The heritabilities of lactation curve parameters were low to medium (ranging from 0.03 to 0.26). The genetic trend for 305-d milk yield, partial production from days, 5-100, 101-200 and 201-305, peak time and peak yield were positive and significant (P<0.05). Cows calving in spring and winter, had earlier and later peak time and had the least and highest persistency, respectively. Younger cows had higher persistency and later peak time occurred as well as lactation curves were less atypical, therefore, the suitable season and optimum first age at calving are winter and 24 months of age in Iranian Holsteins cows.

Key words: genetic analysis, lactation curve, season and age at first calving, Iranian Holstein cows

مقدمه

منحنی شیردهی توصیف گرافیکی تولید شیر در طی زمان است. در منحنی شیردهی رایج در گاو شیری اوج تولید یا حداکثر تولید شیر روزانه بین ۴ تا ۸ هفته پس از زایش رخ می‌دهد و متعاقب آن یک نرخ کاهش تولید روزانه (نرخ تداوم شیردهی) تا آغاز دوره خشکی یا پایان دوره شیردهی دیده می‌شود (Val-Arreola و همکاران، ۲۰۰۴). عوامل محیطی زیادی بر تغییرات شکل منحنی شیردهی مؤثرند که می‌توان به فصل زایش و سن هنگام اولین زایش اشاره کرد (Wood،۱۹۶۷).

سن هنگام اولین زایش یکی از صفات اقتصادی است که تأثیر زیادی بر میزان سود و کاهش هزینه‌ها ی جایگزینی در گاو شیری دارد. به‌طوری‌که گاوهای با سن هنگام اولین زایش کمتر از ۲۶ ماه در مقایسه با گاوهای با سن هنگام اولین زایش بالاتر از ۲۶ ماه، مقدار شیر، چربی، پروتئین، طول دوره خشکی و فاصله گوساله-زایی کمتری داشتند (نعیمی پور و همکاران،۱۳۹۴). تحقیقات نشان داده است گاوهایی که در سنین پائین‌تری زایش دارند، در دوره اول شیرواری تولید شیر کمتری دارند اما نسبت به گاوهایی که اولین زایش خود را در سنین بالاتری داشتند، به طور معنی‌داری مقدار کل شیر تولیدی در طول عمرتولیدی‌شان افزایش

داشت(Pirlo و همکاران ،۲۰۰۰). Albarran-Portillo and Pollott (۲۰۱۱) گزارش کردند با هرماه افزایش در سن هنگام اولین زایش تولید شیر ۲۸ کیلوگرم افزایش می‌یابد اما Bewley و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند با هر ماه افزایش سن هنگام اولین زایش، تولید شیر ۱۰۲/۵ کیلوگرم کاهش خواهد یافت. کاهش سن هنگام اولین زایش تأثیر مثبتی بر پیشرفت ژنتیکی دارد زیرا فاصله نسلی را کاهش می‌دهد و آزمون نتاج گاوهای نر را سرعت می بخشد. هر چند کاهش سن هنگام اولین زایش، هزینه-های خوراک را کاهش و تعداد گوساله‌های هر گاو را افزایش می‌دهد اما زایمان در سنین پائین برای تولید شیر و طول عمر مضر است (Pirlo و همکاران، ۲۰۰۰). همچنین Niloforooshan and Edriss (۲۰۰۴) با مطالعه گاوهای هلشتاین اصفهان دریافتند که سن هنگام اولین زایش ۲۳ تا ۲۵ ماه، مقرون به‌صرفه‌تر است.میانگین سن هنگام اولین زایش در ایران بر اساس گزارش فرهنگ‌فر و نعیمی پور (۱۳۸۶) و شهدادی و همکاران (۱۳۹۲) به-ترتیب ۲۶/۵ و ۲۶/۲۳ ماه برآورد شده است.

فصل زایش و سن هنگام اولین زایش بر مقدار شیر، چربی و پروتئین شیر و نیز شکل منحنی شیردهی تأثیر دارد (Danell، ۱۹۸۲؛Wilmink، ۱۹۸۷؛ Ptak and Schaeffer، ۱۹۹۳؛ Leclerc و همکاران، ۲۰۰۸؛ Atashi و همکاران، ۲۰۰۹؛ Elahi-Torshizi و همکاران، ۲۰۱۱؛ Macciotta و همکاران، ۲۰۱۱). فصل زایش با دمای بالا، بر صفات تولید شیر خصوصاً بر محتوی چربی تأثیر منفی دارد. تحقیقات نشان داده است گاوهایی که در فصول پائیز و زمستان زایش داشتند، نسبت به گاوهایی که در فصول تابستان و بهار زایش داشتند، تولید شیر بیشتری داشتند (Wilmink، ۱۹۸۷؛ Stanton و همکاران، ۱۹۹۲). همچنین گاوهایی که در تابستان و پائیز زایش داشتند نسبت به گاوهایی که در بهار و زمستان زایش داشتند تداوم شیردهی بالاتری داشتند (Albarran-Portillo and Pollott، ۲۰۱۱) و بیشترین منحنی شیردهی نامطلوب مربوط به گاوهائی بود که در فصل تابستان زایش داشتند (Elahi-Torshizi، ۲۰۱۶).

هدف از این مطالعه بررسی اثر فصل و سن هنگام اولین زایش (در گروه‌های مختلف) بر پارامترهای منحنی شیردهی برازش شده با تابع وود و درصد منحنی‌های شیردهی نامطلوب گاوهای هلشتاین ایران بود همچنین روند ژنتیکی پارامترهای منحنی شیردهی در سال‌های مختلف زایش با استفاده از مدل دام محاسبه گردید.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر فصل و سن هنگام اولین زایش بر پارامترهای منحنی شیردهی تابع وود از رکورد های روز آزمون ۵۸۰۹۸ رأس گاو شیری شکم اول ایران، متعلق به ۹۵۳ گله که طی سال‌های ۱۳۷۴ تا ۱۳۹۱ زایش داشتند استفاده گردید داده‌ها توسط مرکز اصلاح نژاد و بهبود تولیدات دامی کشور جمع‌آوری شده بود. ویرایش داده‌ها توسط نرم افزار SAS نسخه ۹/۲ صورت گرفت (SAS ، ۲۰۰۸). مشخصات آماری داده‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

رکوردها بر اساس سن هنگام اولین زایش به سه گروه تقسیم شدند: سن هنگام اولین زایش کوچکتر مساوی ۲۴ ماه (گروه اول با میانگین ۲۳/۱۱ماه)، سن هنگام اولین زایش بیشتر از ۲۴ ماه و کوچکتر مساوی ۳۰ ماه (گروه دوم با میانگین ۲۶/۰۹ ماه) و سن هنگام اولین زایش بیشتر از ۳۰ ماه (گروه سوم با میانگین ۳۲/۹۲ ماه) بودند. همچنین رکوردها بر اساس فصول مختلف زایش (بهار، تابستان، پائیز و زمستان) به چهار گروه تقسیم شدند.

فایل اولیه داده‌ها شامل ۵۵۶۴۶۰۹ رکورد روز آزمون مربوط به ۶۱۴۹۸۶ رأس گاو بود. در ویرایش داده‌ها روزهای شیردهی کمتر از ۵ و بیشتر از ۳۰۵ روز، مقدار شیر روز آزمون کمتر از ۲ کیلوگرم بیشتر از ۷۵ کیلوگرم و سن هنگام اولین زایش کمتر از ۱۸ ماه و بیشتر از ۴۰ ماه و همچنین گاوهایی که ۱۰ رکورد روز آزمون نداشتند و در شجره شماره پدر یا مادر نامشخص بود حذف شدند. بیشترین و کمترین تعداد رکورد در فصول مختلف زایش به‌ترتیب مربوط به بهار (۲۸/۵۲٪) و پائیز (۲۴/۱۶٪) و بیشترین و کمترین رکورد در گروه سنی زایش به‌ترتیب مربوط به گروه‌های سنی ۲ (۶۹/۹۸٪) و ۳ (۹/۶۳٪) بود.

جدول ۱ - مشخصات آماری داده های مورد استفاده

تعداد گاو	۵۸۰۹۸	تعداد رکورد	۵۸۰۹۸۰
تعداد گله	۹۵۳	تعداد پدر	۳۰۲۷
تعداد مادر	۵۱۸۱۷	سال های زایش	۷۴-۹۱
تولید شیر ± انحراف معیار (کیلوگرم)	۲۴/۹۰±۶/۸۶	سن هنگام اولین زایش ± انحراف معیار (ماه)	۲۶/۱۲±۲/۹۲

منحنی شیردهی هر گاو به صورت انفرادی با تابع وود (Wood، ۱۹۶۷) با استفاده از رویه Nlin نرم‌افزار SAS برازش داده شد که مدل ریاضی این تابع به صورت ذیل می‌باشد:

$$y_t = at^b e^{-ct}$$

در این معادله؛ t روز شیردهی ، y_t میزان تولید شیر در روز t ام و a، b و c: ضرایب رگرسیون هستند که مقدار تولید اولیه (a)، شیب افزایشی (b) و شیب کاهشی منحنی شیردهی (c) می‌باشد. سپس زمان رسیدن به اوج تولید[1] (b/c) ، مقدار شیر در اوج تولید[2] $a\left(b/c\right)^b e^{-b}$ ، تداوم شیردهی[3] $-(b+1)\ln(c)$ و مقدار شیر ۳۰۵ روز $\sum_{i=5}^{305} at^b e^{-ct}$ محاسبه گردید (Wood، ۱۹۶۷). همچنین مقادیر جزئی شیر برای قسمت اول (M1) روزهای ۱۰۰-۵ ، قسمت دوم (M2) روزهای ۲۰۰-۱۰۱ و قسمت سوم (M3) روزهای ۳۰۵-۲۰۱ شیردهی بودند که برای هر گاو به صورت جداگانه محاسبه گردید. در این مطالعه برای محاسبه تداوم شیردهی علاوه بر معادله بالا، دو مقیاس دیگر نیز استفاده شد که مقیاس اول (Per1)، از نسبت بین مقدار شیر جزئی بین روزهای ۲۰۰-۱۰۱ به‌مقدار شیر جزئی در ۱۰۰ روز اول شیردهی و مقیاس دوم (Per2) از نسبت مقدار شیر جزئی بین ۳۰۵-۲۰۱ روز شیردهی به مقدار شیر جزئی در ۱۰۰ روز اول شیردهی محاسبه گردید (Sölkner and Fuchs، ۱۹۸۷). منحنی‌های شیردهی نامطلوب[4] با پارامترهای a یا b منفی، از داده‌ها حذف شدند و اثر فصل و سن هنگام اولین زایش بر منحنی‌های شیردهی مطلوب[5] مورد آنالیز قرار گرفت. مقادیر پارامتر a بالای ۵۵ و پارامتر b بیشتر از ۱ و زمان اوج تولید کمتر از صفر و بیشتر از ۱۸۰ روز از داده‌ها حذف گردید.

اثرات عوامل محیطی بر پارامترهای a، b، c، زمان اوج تولید، مقدار اوج تولید، تداوم شیردهی (سه مدل)، مقدار شیر ۳۰۵ روز، تولید شیر جزئی قسمت اول، قسمت دوم و قسمت سوم دوره شیردهی با رویه GLM نرم‌افزار SAS مورد بررسی قرار گفت. مدل مورد استفاده به‌صورت ذیل بود:

$$y_{ijkl} = \mu + herd_i + cseason_j + cyear_k + cage_l + b_1\left(HF - \overline{HF}\right) + e_{ijkl}$$

y_{ijkl} صفات مورد بررسی از گله i ام ، فصل زایش j ام ، سال رکوردگیری k ام و گروه سن هنگام اولین زایش l ام. μ میانگین کل، $herd_i$ اثر گله، $cseason_j$ اثر فصل زایش، $cyear_k$ سال زایش و $cage_l$ اثر گروه بندی شده سن هنگام اولین زایش. b_1 : ضریب رگرسیون خطی درصد ژن هلشتاین، HF: اثر درصد ژن هلشتاین، $\overline{HF}$: میانگین درصد ژن هلشتاین و e_{ijkl} اثر عوامل تصادفی باقیمانده می‌باشد.

برای برآورد اجزای واریانس پارامترهای منحنی شیردهی از روش حداکثر درستنمائی محدود شده[6] بر اساس مدل دام تک‌صفتی از نرم‌افزار DMU استفاده گردید (Madsen and Jensen، ۲۰۰۷). از مدل آماری زیر برای تجزیه و تحلیل ژنتیکی تک متغیره استفاده شد که در فرم ماتریس مدل دام به‌صورت زیر نمایش داده می‌شود (Henderson، ۱۹۸۸):

$$\boldsymbol{y} = \boldsymbol{X\beta} + \boldsymbol{Za} + \boldsymbol{e}$$

که y بردار ستونی متغیرهای وابسته، β بردارستونی اثرات ثابت و a بردار ستونی اثرات ژنتیکی افزایشی حیوانات، e بردار ستونی

[1] Peak Time(PT)
[2] Peak Yield(PY)
[3] Persistency(Per)
[4] Atypical
[5] Typical
[6] Restricted Maximum Likelihood (REML)

اثرتصادفی باقیمانده، و X و Z به‌ترتیب ماتریس های ضرائب برای اثرات ثابت و تصادفی مدل هستند. روند ژنتیکی و فنوتیپی دام‌های ماده به‌ترتیب از تابعیت میانگین ارزش اصلاحی و میانگین فنوتیپی پارامترهای منحنی شیردهی بر سال زایش، توسط نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۲ محاسبه گردید.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس عوامل محیطی نشان داد اثر گله، فصل و سال زایش، سن هنگام اولین زایش و درصد ژن هلشتاین بر تمامی صفات و پارامترهای برآورد شده از تابع وود معنی‌دار بود ($P<۰/۰۱$) البته اثر درصد ژن هلشتاین بر پارامترهای a، b، c و Per2 معنی‌دار نبود ($P>۰/۰۵$).

توصیف آماری پارامترهای برآورد شده با تابع وود برای صفت مقدار شیر در جدول ۲ ارائه شده است. با توجه به جدول ۲، بعد از زایش، مقدار شیر با میانگین ۲۰ کیلوگرم در آغاز شیردهی به ۳۴/۳۵ کیلوگرم (اوج تولید) در روز ۶۹ شیردهی (زمان اوج شیردهی) افزایش یافت. Elahi-Torshizi (۲۰۱۶) گزارش کرد میانگین شروع مقدار شیر گاوهای هلشتاین در اوایل زایش ۱۶/۶۲ کیلوگرم (پارامتر a) و مقدار تولید در اوج شیردهی ۳۳/۱۰ کیلوگرم در روز ۷۶ شیردهی و Per1 و Per2، ۱۰۲/۲۷ و ۸۹/۸۲ بود. بختیاری‌زاده و مرادی شهربابک (۱۳۸۹) مقدار شیر شروع شیردهی را ۱۳/۷کیلوگرم گزارش نمودند که در روز ۷۶ به اوج تولید، یعنی ۲۹/۵۷ کیلوگرم رسید و تداوم شیردهی (Per) ۷/۲۸ بود. مقدار تولید شیر در آغاز شیردهی و تولید در اوج شیردهی در این مطالعه از گزارشات فوق بیشتر و گاوها زودتر به اوج تولید رسیدند و تداوم شیردهی کمتری داشتند. با توجه به همبستگی منفی مقدار تولید شیر در آغاز شیردهی و زمان اوج تولید (۰/۴۷-) و تداوم شیردهی (۰/۳۱- تا ۰/۳۵-) گاوهائی که مقدار شیر اولیه بالاتری در آغاز شیردهی دارند معمولاً در اوائل شیردهی مقدار تولید در اوج بیشتری دارند و هر چه دیرتر به اوج تولید می‌رسند تداوم شیردهی بیشتری خواهند داشت.

جدول ۲- توصیف آماری پارامترهای منحنی شیردهی برآوردشده با تابع وود

پارامترها	میانگین	انحراف معیار	حداکثر	حداقل
a (کیلوگرم)	۲۰	۷/۳۶	۵۳/۲	۰
b (کیلوگرم)	۰/۱۹	۰/۱۳	۲/۹	۰
c (کیلوگرم)	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۳	۰
PT (روز)	۶۹/۲۲	۲۴/۴۸	۱۷۹	۱
PY (کیلوگرم)	۳۴/۳۴	۵/۸۶	۶۵	۱۲
Per	۷/۱۵	۰/۴۵	۱۴/۲۵	۴/۷۷
Per1	۱۰۰/۶۸	۷/۸۱	۲۰۱	۴۱/۲۲
Per2	۸۹/۴	۱۳/۳۸	۱۹۸/۲۷	۱۶
M1 (کیلوگرم)	۳۱۳۴	۵۳۲	۵۵۹۳	۷۵۰
M2 (کیلوگرم)	۳۱۵۱	۵۷۷	۵۵۵۰	۹۹۰
M3 (کیلوگرم)	۲۷۹۸	۶۲۴	۵۱۴۲	۴۰۶
M305 (کیلوگرم)	۹۰۵۷	۱۶۴۳	۱۵۴۶۱	۲۸۸۴

PT زمان اوج،PY تولید شیر در اوج شیردهی: Per ، Per1 و Per2 به‌ترتیب تداوم شیردهی با تابع وود،مقیاس اول و دوم ، M1،M2،M3 به‌ترتیب مقدار شیر قسمت اول، دوم و سوم منحنی شیردهی ،M305 مقدار شیر ۳۰۵ روز

توزیع منحنی شیردهی مطلوب و نامطلوب بر اساس فصل و سن هنگام اولین زایش در جداول ۳ و ۴ ارائه شده است. نتایج نشان داد اثرات فصل زایش و سن هنگام اولین زایش بر منحنی‌شیردهی نامطلوب معنی‌دار بود ($P<۰/۰۱$).

جدول ۳- تعداد منحنی شیردهی نامطلوب و مطلوب براساس فصل زایش

فصل و سن زایش	نامطلوب	مطلوب
فصل بهار	۲۲۴۶ (۲۴/۵٪)	۶۹۲۰ (۷۵/۵٪)
فصل تابستان	۱۶۸۹ (۲۰/۹۹٪)	۶۳۵۸ (۷۹/۰۱٪)
فصل پائیز	۱۰۹۳ (۱۵/۲۶٪)	۶۰۷۱ (۸۴/۷۴٪)
فصل زمستان	۱۳۴۵ (۱۷/۳۲٪)	۶۴۱۹ (۸۲/۶۸٪)
کل	۶۳۷۳ (۱۹/۸۳٪)	۲۵۷۶۸ (۸۰/۱۷٪)
کی دو	۲۵۸**	

**معنی‌داری در سطح ۰/۰۱

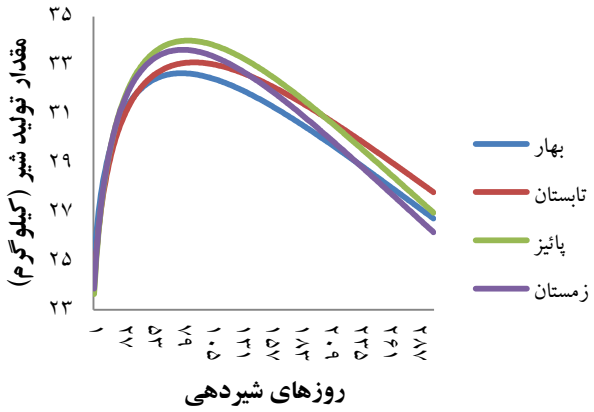
جدول ٤: تعداد منحنی شیردهی نامطلوب و مطلوب بر اساس سن هنگام اولین زایش

فصل و سن زایش	نامطلوب	مطلوب
سن زایش ۱	۱۲۵۶ (۱۹/۱۷٪)	۵۲۹۶ (۸۰/۸۳٪)
سن زایش ۲	۴۴۳۸ (۱۹/۷۳٪)	۱۸۰۵۵ (۸۰/۲۷٪)
سن زایش ۳	۶۷۹ (۲۱/۹۳٪)	۲۴۱۷ (۷۸/۰۸٪)
کل	۶۳۷۳ (۱۹/۸۳٪)	۲۵۷۶۸ (۸۰/۱۷٪)
کی دو	۱۰/۵۳**	

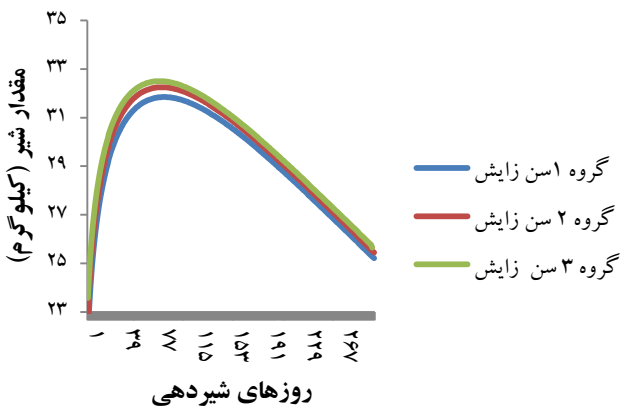
**معنی‌داری در سطح ۰/۰۱

فراونی منحنی‌شیردهی نامطلوب در دامنه ۱۵/۲۶ درصد در پائیز، تا ۲۴ درصد در بهار نوسان داشت. بر اساس نتایج این مطالعه فصول پائیز و زمستان کمترین و فصول تابستان و بهار بیشترین فراوانی منحنی شیردهی نامطلوب را داشتند. همچنین فراوانی منحنی شیردهی نامطلوب در گروه‌های مختلف سن هنگام اولین زایش، در دامنه ۱۹/۱۷ تا ۲۱/۹۳ درصد به‌ترتیب مربوط به گروه سنی ۱ و ۳ بود. فرهنگ‌فر و همکاران (۱۳۹۴) با بررسی اثر ماه زایش بر شکل منحنی شیردهی گزارش کردند احتمال بروز شکل نامطلوب منحنی شیردهی در اردیبهشت‌ماه نسبت به آذرماه ۷۰/۵ درصد بیشتر بود.

نتایج این مطالعه برای فصل زایش با یافته‌های Elahi-Torshizi (۲۰۱۶) مطابقت داشت اما برای سن هنگام اولین زایش با نتایج آنها مغایر بود. Macciotta و Vicario (۲۰۰۵) گزارش کردند بالاترین درصد منحنی شیردهی نامطلوب مربوط به فصل تابستان بود که تأثیر استرس گرمایی در شرایط بیولوژیکی حیوان می‌تواند دلیل افزایش فراوانی منحنی شیردهی نامطلوب در این زمان باشد. پیش‌بینی منحنی شیردهی در فصول زایش و سنین مختلف اولین زایش در اشکال ۱ و ۲ ارائه شده است.



شکل ۱- منحنی شیردهی مقدار تولید شیر در فصول زایش



شکل ۲- منحنی شیردهی تولید شیر در سنین مختلف اولین زایش

جدول ۵- میانگین حداقل مربعات پارامترهای منحنی شیردهی در فصول مختلف زایش

معیار	بهار	تابستان	پائیز	زمستان
a	۲۰^{a} (±۰/۴۱)	۱۸/۷۳^{b}(±۰/۳۲)	۱۷/۹۷^{c} (±۰/۲۶)	۱۷/۳۹^{c} (±۰/۲۷)
b	۰/۱۸۵ ^{a} (±۰/۰۰۷)	۰/۱۸۷ ^{a} (±۰/۰۰۶)	۰/۱۹۴^{a} (±۰/۰۰۵)	۰/۱۹۶^{a} (±۰/۰۰۵)
c	۰/۰۰۰۳^{a} (±۰/۰۰۰)	۰/۰۰۰۳^{a} (±۰/۰۰)	۰/۰۰۰۳^{a} (±۰/۰۰)	۰/۰۰۰۳^{a} (±۰/۰۰)
PT (روز)	۴۷^{d} (±۱/۵۲)	۵۶/۸۸^{c} (±۱/۱۸)	۶۱/۶^{b} (±۰/۹۸)	۶۷/۲^{a}(±۱)
PY (کیلوگرم)	۳۰/۲۴^{ab} (±۰/۲۷)	۳۰/۱۵^{b} (±۰/۲۱)	۳۰/۷۵^{a} (±۰/۱۸)	۳۰/۲۹^{ab} (±۰/۱۸)
M305 (کیلوگرم)	۷۵۹۱^{b} (±۷۴)	۷۶۹۷^{bc} (±۵۸)	۷۸۶۸^{a} (±۴۸)	۷۸۶۳^{ac} (±۴۹)
M1 (کیلوگرم)	۲۷۷۴^{ab} (±۲۵)	۲۷۴۸^{b} (±۱۹)	۲۷۹۵^{a} (±۱۶)	۲۷۴۸^{b} (±۱۶)
M2 (کیلوگرم)	۲۶۲۴^{c} (±۲۶)	۲۶۷۱^{b} (±۲۰)	۲۷۳۹^{a} (±۱۷)	۲۷۳۸^{a} (±۱۷)
M3 (کیلوگرم)	۲۲۱۲^{c}(±۳۰)	۲۲۹۷^{b} (±۲۳)	۲۳۵۴^{a} (±۱۹)	۲۳۹۷^{a} (±۲۰)
Per1	۹۵/۳۲^{d} (±۰/۴۳)	۹۷/۷۳^{c} (±۰/۳۳)	۹۸/۳۷^{bc} (±۰/۲۸)	۹۹/۸۸^{a} (±۰/۲۹)
Per2	۸۰/۴۵^{d} (±۰/۷۳)	۸۴/۱۰^{c}(±۰/۵۶)	۸۴/۷۹^{bc} (±۰/۴۷)	۸۷/۵۰^{a} (±۰/۴۸)
Per	۶/۹۰^{d} (±۰/۰۳)	۷/۰۳^{c} (۰±/۰۲)	۷/۰۵^{bc} (±۰/۰۲)	۷/۱۳^{a} (±۰/۰۲)

حروف مشابه عدم معنی داری و حروف نامشابه اختلاف معنی دار است (P<۰/۰۱) . PT زمان اوج تولید،PY تولید شیر در اوج تولید: Per ، Per1 و Per2 به ترتیب تداوم شیردهی با تابع وود، مقیاس اول و دوم M3،M2،M1 به‌ترتیب مقدار شیر قسمت اول، دوم و سوم منحنی شیردهی ،M305 مقدار شیر ۳۰۵ روز.

میانگین حداقل مربعات پارامترهای منحنی شیردهی در فصل و سن هنگام اولین زایش در جداول ۵ و ۶ ارائه شده است.

پارامتر a در فصول پائیز و زمستان دارای اختلاف معنی‌داری نبود (P>۰/۰۵). اما این پارامتر در فصل بهار با تابستان و نیز با پائیز و زمستان اختلاف معنی‌دار داشت (P<۰/۰۱). پارامترهای b و c در فصول مختلف زایش اختلاف معنی‌داری نشان نداد (P>۰/۰۵). زمان اوج تولید در همه فصول معنی‌دار اختلاف معنی‌دار داشت (P<۰/۰۱) و بیشترین و کمترین روز اوج تولید مربوط به زمستان و بهار بود. مقدار تولید در اوج در فصول تابستان، پائیز اختلاف معنی‌داری داشت (P<۰/۰۱) اما در بقیه فصول اختلاف معنی‌داری

نشان نداد (P>۰/۰۵). تداوم شیردهی در هر سه مدل تحت تأثیر فصل زایش قرار داشت به طوری‌که بیشترین و کمترین مقدار تداوم شیردهی به‌ترتیب مربوط به فصل زمستان و بهار بود.

Elahi-Torshizi (۲۰۱۶) گزارش کرد مقادیر پارامترهای a ، b و c در فصول مختلف زایش اختلاف معنی‌داری نشان نداد. Leclerc و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند گاوهایی که در پائیز زایش می‌کنند زودتر و گاوهایی که در بهار زایش می‌کنند دیرتر به اوج تولید می‌رسند که با نتایج این مطالعه مغایرت داشت اما با یافته‌های Elahi-Torshizi (۲۰۱۶) مطابقت داشت.

همچنین نتایج تداوم شیردهی با گزارش (Macciotta و همکاران (۲۰۱۱) مغایر بود. با توجه به همبستگی منفی پارامتر a و زمان اوج تولید (۰/۴۷-) و تداوم شیردهی (۰/۳۱- تا ۰/۳۵-) پائین بودن مقدار پارامتر a در فصول پائیز و زمستان نسبت به بهار و تابستان سبب می شود گاوها دیرتر به اوج تولید برسند و تداوم شیردهی بیشتری داشته باشند. همچنین بالا بودن همبستگی روزهای اوج تولید شیر با Per1 و Per2 (بیش از ۰/۷۵) در فصول مختلف زایش نشان می‌دهد افزایش فاصله بین مقدار تولید اولیه شیر و مقدار تولید در اوج باعث بهبودی تداوم شیردهی می-شود.

اثر گروه سن هنگام اولین زایش بر پارامترهای a، b و c معنی‌دار بود و پارامتر a با افزایش سن هنگام اولین زایش روند افزایشی و پارامتر c با افزایش سن هنگام اولین زایش تا ۳۰ ماهگی روند کاهشی و بعد از آن تقریبا ثابت می‌شود. اثر سن هنگام اولین زایش بر زمان اوج تولید و تداوم شیردهی معنی‌دار و با افزایش سن زایش روند کاهشی نشان داد که با نتایج Elahi-Torshizi (۲۰۱۶) مغایرت داشت اما در مورد زمان اوج تولید شیر و تداوم شیردهی با یافته‌های Rekik and Ben-Gara (۲۰۰۴) مشابه بود. با افزایش سن هنگام اولین زایش، صفات تولید شیر ۳۰۵ روز و تولید شیر جزئی M1، M2، M3 و تولید شیر در اوج شیردهی روند افزایشی داشتند. Teke and Murat (۲۰۱۳) گزارش کردند با افزایش سن هنگام اولین زایش تولید شیر بیشتر می‌شد که با نتایج این مطالعه مطابقت داشت. افزایش تولید شیر با افزایش سن هنگام اولین زایش می‌تواند به دلیل توسعه سیستم پستانی باشد (Serjsen ، ۲۰۰۵).

نتایج نشان داد تولید شیر حیوانات جوان‌تر در آغاز شیردهی کم‌تر از حیوان مسن‌تر بود و دیرتر به اوج تولید می‌رسند بنابراین تداوم شیردهی بیشتری داشتند و نیز شکل منحنی شیردهی نامطلوب کمتری در آنها مشاهده گردید، بنابراین توصیه می‌شود میانگین سن هنگام اولین زایش برای گاوهای هلشتاین ایران ۲۴ ماه باشد تا سودآوری گله ها بیشتر شود. Dekkers و همکاران (۱۹۹۷) گزارش کردند سودآوری گاوهای با تداوم شیردهی بالاتر از گاوهای با تداوم شیردهی متوسط بیشتر است. گاوهای با تداوم شیردهی بهبود یافته به انرژی کمتری در ابتدای شیردهی نیاز دارند و می‌توانند از علوفه‌های ارزان استفاده کنند (Sölkner and Fuchs، ۱۹۸۷) و ممکن است به‌دلیل کاهش استرس در اوج تولید به مراقبت بهداشتی کمتر و همچنین هزینه‌های تولیدمثلی کمتری نیاز داشته باشد (Cole and Van-Raden، ۲۰۰۶).

Muir و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند تلیسه‌هایی که در سنین پائین اولین زایش خود را داشتند نسبت به تلیسه‌های دیگر تداوم شیردهی بهتری داشتند.

وراثت‌پذیری و اشتباه معیار پارامترهای منحنی شیردهی در جدول ۷ ارائه شده است. پارامتر b و زمان اوج تولید پائین‌ترین و مقدار شیر ۳۰۵ روز بیشترین وراثت‌پذیری را داشتند.

جدول ٦- میانگین حداقل مربعات پارامترهای منحنی شیردهی براساس گروه‌های سن هنگام اولین زایش

معیار	گروه اول	گروه دوم	گروه سوم
a	۱۷/۸۲^{c} (±۰/۲۶)	۱۸/۶۴ ^{b}(±۰/۲۴)	۱۹/۱۱^{a} (±۰/۲۷)
b	۰/۱۹^{a} (±۰/۰۰۵)	۰/۱۸^{b} (±۰/۰۰۴)	۰/۱۹^{a} (±۰/۰۰۵)
c	۰/۰۰۳۱^{b} (±۰/۰۰)	۰/۰۰۲۹۷^{a} (±۰/۰۰)	۰/۰۰۲۹۹^{a} (۰±/۰۰)
PT (روز)	۶۰/۲۷^{a} (±۰/۹۸)	۵۸/۰۰^{b} (±۰/۹)	۵۶/۲۵^{c} (±۱/۰۲)
PY (کیلوگرم)	۲۹/۴۴^{c} (±۰/۱۷)	۳۰/۰۱^{b} (±۰/۱۶)	۳۱/۲۷^{a} (±۰/۱۸)
M305 (کیلوگرم)	۷۵۸۵^{c} (±۴۸)	۷۷۱۶^{b} (±۴۴)	۷۹۶۴^{a} (±۴۹)
M1 (کیلوگرم)	۲۶۸۹^{c} (±۱۶)	۲۷۴۹^{b} (±۱۵)	۲۸۶۰^{a} (±۱۶)
M2 (کیلوگرم)	۲۶۳۷^{c} (±۱۷)	۲۶۷۶^{b} (±۱۵)	۲۷۶۵^{a} (±۱۷)
M3 (کیلوگرم)	۲۲۷۸^{c}(±۱۹)	۲۳۰۹^{b} (±۱۷)	۲۳۵۸^{a} (±۲۰)
Per1	۹۸/۶۰^{a} (±۰/۲۸)	۹۷/۹۱^{b} (±۰±/۲۶)	۹۷/۲۳^{c} (±۰/۲۹)
Per2	۸۵/۳۴^{a} (±۰/۴۷)	۸۴/۶۰^{b} (±۰/۴۴)	۸۳/۰۲^{c} (±۰/۴۹)
Per	۷/۰۷^{a} (±۰/۰۲)	۷/۰۴^{b} (±۰/۰۱)	۷/۰۰^{c} (±۰/۰۲)

حروف مشابه عدم معنی داری و حروف نامشابه اختلاف معنی دار است (P<۰/۰۱) .PT زمان اوج تولید،PY تولید شیر در اوج تولید:Per ، Per1 و Per2 به ترتیب تداوم شیردهی با تابع وود، مقیاس اول و دوم، M1،M2،M3 به‌ترتیب مقدار شیر قسمت اول، دوم و سوم منحنی شیردهی ،M305 مقدار شیر ۳۰۵ روز

جدول۷ - برآورد وراثت پذیری پارامترهای منحنی شیردهی

پارامتر	PY	PT	Per	Per2	Per1	M3	M2	M1	M305	c	b	a
وراثت‌پذیری	۰/۲۶	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۲۱	۰/۲۷	۰/۲۵	۰/۳۲	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۴
اشتباه معیار	۰/۰۲	۰/۰۰۸	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۰۹	۰/۰۰۸	۰/۰۰۹

PT زمان اوج تولید،PY تولید شیر در اوج تولید:Per ، Per1 و Per2 به ترتیب تداوم شیردهی با تابع وود، مقیاس اول و دوم، M1،M2،M3 به‌ترتیب مقدارکیلوگرم شیر قسمت اول، دوم و سوم منحنی شیردهی،M305 مقدار شیر ۳۰۵روز

پائین بودن وراثت‌پذیری پارامترهای a، b، c ، تداوم شیردهی و زمان اوج تولید، نشان‌دهنده این است که این صفات شاخص خوبی برای پیشرفت ژنتیکی شکل منحنی شیردهی نمی‌باشند، همچنین این صفات عمدتاً تحت تأثیر تغییرات محیطی هستند و تغییرات ژنتیکی در آنها قابل ملاحظه نیست. Elahi-Torshizi (۲۰۱۶) وراثت‌پذیری پارامترهای منحنی شیردهی a، b، c، Pt، Py، M1، M2، M3، M305، Per1 و Per2 را به‌ترتیب ۰/۰۲۱، ۰/۰۱۵، ۰/۰۲۴، ۰/۰۲۲، ۰/۱۱۵، ۰/۱۰۵، ۰/۱۰۸، ۰/۰۷۲، ۰/۱۰۹، ۰/۰۲۶ و ۰/۰۲۲ گزارش کرد که نتایج وراثت‌پذیری صفات شیر جزئی قسمت اول، دوم، سوم و مقدار شیر ۳۰۵ روز از یافته‌های آنها بیشتر بود و برای بقیه پارامترها مطابقت داشت. Muir و همکاران (۲۰۰۴) وراثت‌پذیری تداوم شیردهی، زمان اوج تولید شیر و مقدار شیر ۳۰۵ روز گاوهای هلشتاین کانادا را به‌ترتیب ۰/۱۸، ۰/۰۹ و ۰/۴۵ گزارش کردند. Canaza-Cayo و همکاران (۲۰۱۵) وراثت‌پذیری تولید شیر ۳۰۵ روز و مقیاس‌های مختلف برآورد تداوم شیردهی را به‌ترتیب ۰/۲۷ و از ۰/۱۰ تا ۰/۳۳ گزارش کردند که وراثت‌پذیری تداوم شیردهی از نتایج این مطالعه بالاتر بود. متفاوت بودن توابع و مدل‌های مورد استفاده در

برآورد تداوم شیردهی نیز می‌تواند باعث برآورد مقادیر مختلف وراثت‌پذیری باشد. به‌طور کلی پارامترهای مورد نظر (واریانس، وراثت‌پذیری و تکرار پذیری) از خصوصیات یک جمعیت هستند که از یک جمعیت به جمعیت دیگر می‌توانند متفاوت باشند. علت این اختلافات تفاوت در شرایط محیطی، مدیریتی، ظرفیت ژنتیکی جمعیت‌ها، به کارگیری مدل‌های گوناگون، دقت اندازه گیری‌ها و نحوه ویرایش داده‌ها است (Oseni، ۲۰۰۴؛ Castillo-Juarez، ۲۰۰۰). روند ژنتیکی و فنوتیپی پارامترهای منحنی شیردهی در جدول ۸ ارائه شده است. روند فنوتیپی همه پارامترها معنی‌دار بودند (P<۰/۰۵). همچنین روند ژنتیکی تمامی پارامترها به‌جز پارامترهای b ،c ،Per1، Per و زمان اوج تولید معنی‌دار و مثبت بودند (P<۰/۰۵). حسنوند و همکاران (۱۳۹۴) وراثت‌پذیری، روند ژنتیکی و فنوتیپی تداوم شیردهی برآورد شده با تابع وود را به‌ترتیب ۰/۰۸، ۰/۰۱ و ۰/۰۲۲ گزارش کردند. Canaza-Cayo و همکاران (۲۰۱۵) روند ژنتیکی تولید شیر۳۰۵ روز و تداوم شیردهی را به‌ترتیب ۶/۴۷ کیلوگرم و ۰/۰۰۳۹- معنی‌دار گزارش کردند که با نتایج این مطالعه مشابه بود. Elahi-Torshizi (۲۰۱۶) روند ژنتیکی شیر جزئی قسمت اول، قسمت دوم، قسمت سوم و تولید شیر ۳۰۵ روز را به‌ترتیب ۰/۳۵±۱/۸۰، ۰/۳۶±۲/۷۹، ۰/۳۷±۲/۷۷ و ۱/۰۱±۸/۱۳ کیلوگرم و دامنه روند ژنتیکی زمان اوج تولید و مقدار تولید در اوج شیردهی را به‌ترتیب، ۰/۰۱۶- تا ۰/۰۵ روز و ۰/۰۳- تا ۰/۱۷ کیلوگرم گزارش کرد. نافذ و همکاران (۱۳۹۱) روند ژنتیکی و فنوتیپی صفت مقدار شیر ۳۰۵ روز گاوهای هلشتاین شمال کشور را به‌ترتیب ۲/۸ و ۱۱۳/۲۴ کیلوگرم گزارش کردند که روند ژنتیکی و فنوتیپی مقدار شیر در این مطالعه از گزارش آنها بیشتر بود. در یک گزارش دیگر روند ژنتیکی و فنوتیپی صفت تولید شیر ۳۳/۸۴ و ۱۲۲ کیلوگرم در سال برآورد گردید (رزم کبیر و همکاران، ۱۳۸۸) که روند ژنتیکی و فنوتیپی گزارش شده توسط آنها از یافته‌های این مطالعه به‌ترتیب بسیار بالاتر و اندکی پائین‌تر بود. به‌طور کلی روند ژنتیکی مثبت و معنی‌دار برای اکثر صفات در این مطالعه نشان‌دهنده این است که میانگین ارزش‌های اصلاحی گاوهای هلشتاین ایران به دلیل انتخاب ژنتیکی مناسب و مؤثر طی دوره آزمایش، سالیانه افزایش یافته است.

جدول ۸ - روند ژنتیکی و فنوتیپی پارامترهای منحنی شیردهی

پارامترها	روند ژنتیکی(± اشتباه معیار)	روند فنوتیپی(± اشتباه معیار)
a	۰/۰۱* (±۰/۰۰۴)	۰/۳۶* (±۰/۰۴)
b	-۰/۰۰۰۰۲ns (±۰/۰۰۰)	-۰/۰۰۲* (±۰/۰۰۰)
c	-۰/۰۰۰۰۰۰۹ns (±۰/۰۰۰)	-۰/۰۰۰۰۵* (±۰/۰۰۰)
PT (روز)	۰/۰۲۹* (۰/۰۱۴)	۰/۷۶* (±۰/۰۷)
PY (کیلوگرم)	۰/۰۲۱* (±۰/۰۰۵)	۰/۵۴* (۰/۰۶)
Per1	۰/۰۰۷ns (±۰/۰۰۵)	۰/۲۸* (±۰/۰۲۳)
Per2	۰/۰۱۵* (±۰/۰۰۷)	۰/۶۱* (±۰/۰۴)
Per	۰/۰۰۰ns (±۰/۰۰۰)	۰/۰۱۴* (±۰/۰۰۲)
M1 (کیلوگرم)	۱/۹۶* (±۰/۴۱)	۴۹/۵* (±۵/۲۳)
M2 (کیلوگرم)	۲/۳۰* (±۰/۴۲)	۵۷/۷* (±۵/۲۶)
M3 (کیلوگرم)	۲/۳۶* (±۰/۴۳)	۶۱/۱* (±۴/۸۵)
M305 (کیلوگرم)	۶/۵* (±۱/۲۸)	۱۶۷/۸* (±۱۵/۲۶)

PT زمان اوج، PY اوج تولید: Per ، Per1 و Per2 به‌ترتیب تداوم شیردهی با تابع وود، مقیاس اول و دوم، M3،M2،M1 به‌ترتیب مقدار شیر قسمت اول، دوم و سوم منحنی شیردهی ،M305 مقدار شیر ۳۰۵ روز ،ns عدم معنی‌داری، *معنی‌دار در سطح ۰/۰۵

نتیجه‌گیری

فصل و سن هنگام اولین زایش بر پارامترهای منحنی شیردهی و بر فراوانی شکل نامطلوب منحنی اثر داشت. بیشترین تعداد شکل نامطلوب شکل منحنی شیردهی در فصول بهار و تابستان و کمترین تعداد شکل نامطلوب منحنی شیردهی در فصول پائیز و زمستان مشاهده شد. گاوها در فصل بهار زودتر و در فصل زمستان دیرتر به اوج تولید می‌رسند و تداوم شیردهی در فصل بهار کمترین و در فصل زمستان بیشترین است. همچنین گاوهای جوان‌تر تداوم شیردهی بیشتری دارند و دیرتر به اوج تولید می‌رسند و شکل منحنی شیردهی نامطلوب کمتری نیز دارند. بنابراین فصل زایش مناسب و سن مطلوب هنگام اولین زایش برای گاوهای هلشتاین ایران، فصل زمستان و سن ۲۴ ماه است. وراثت‌پذیری پائین پارامترهای منحنی شیردهی به‌جز صفت مقدار شیر ۳۰۵ روز و شیر جزئی در قسمت‌های اول، دوم و سوم نشان‌دهنده این است که نقش محیط در این صفات بالا و در عوض سهم ژنتیک قابل ملاحظه نیست.

روند ژنتیکی مثبت و معنی‌دار برای اکثر صفات در این مطالعه نشان‌دهنده این است که میانگین ارزش‌های اصلاحی گاوهای هلشتاین ایران به دلیل انتخاب ژنتیکی مناسب و مؤثر طی دوره آزمایش، سالیانه افزایش یافته است. همچنین روند فنوتیپی تمامی صفات به‌جز پارامتر b و c مثبت معنی‌دار بودند که دلالت بر مدیریت خوب گله‌ها و انتخاب دام‌های با پتانسل ژنتیکی مطلوب دارد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از مرکز اصلاح نژاد و بهبود تولیدات دامی کشور جهت در اختیار قرار دادن داده‌ها و همچنین ازآقایان Per Madsen and Just Jensen به‌خاطر نوشتن نرم‌افزار DMU و از داوران محترمی که زحمت داوری این مقاله را بر عهده داشتند تشکر و قدردانی می نمایند.

منابع

بختیاری زاده، م. ر. و مرادی شهر بابک، م. (۱۳۸۹). برآورد پارامترهای منحنی شیردهی توسط گامای ناقص و تعیین رابطه ژنتیکی آنها با صفات تیپ در گوهای هلشتاین ایران. مجله علوم دامی ایران. دوره ۴۱، شماره ۱، ص ص ۱۰-۱.

حسنوند، س.، مهربان، ح. و صادقی سفید مزگی، ع. (۱۳۹۴). برآورد روند و پارامترهای ژنتیکی برای تداوم شیردهی گاوهای هلشتاین در ایران. نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران . جلد ۷، شماره۱، ص ص. ۱۱۹-۱۱۳ .

رزم کبیر، م.، نجاتی جوارمی، ا. مرادی شهر بابک، م. رشیدی، ا. و صیادنژاد، م .ب. (۱۳۸۸) . برآورد روند ژنتیکی صفات تولیدی گاوهای هلشتاین ایران. نشریه علوم دامی ایران. شماره ۱، ص ص. ۱۱-۷.

شهدادی، ع.، حسنی، س. ساقی، د. ع. آهنی آذری، م. اقبال، ع. و رحیمی، ع. (۱۳۹۲) . برآورد پارامترهای ژنتیکی صفات تولیدی و تولید مثلی دوره اول شیردهی در گاوهای هلشتاین ایران. نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان. شماره ۴، ص ص. ۱۲۶- ۱۰۹.

فرهنگ فر، ه. و نعیمی پوریونسی، 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، ص ص. ۴۴۱-۴۳۱.

فرهنگ فر، ه.، عبدالله زاده، م. و فتحی نسری، م. ح. (۱۳۹۴). تحلیل لجستیک اثر ماه زایش بر منحنی شیردهی گاوهای هلشتاین ایران. مجله تحقیقات دام و طیور. شماره ۲، ص ص ۱۹-۲۷.

نافذ،م.، زره داران، س. حسنی، س. سمیعی، ر. (۱۳۹۱). ارزیابی ژنتیکی صفات تولیدی و تولیدمثلی در گاوهای هلشتاین شمال کشور. نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران. جلد۴، شماره۱، ص ص. ۷۷-۶۹ .

نعیمی پور یونسی، ح.، شریعتی، م. م.، شهدادی، ع. ر. (۱۳۹۴). اثر سن اولین زایش بر صفات تولید شیر گاوهای شیری در اقلیم نیمه خشک ایران. نشریه علوم دامی(پژوهش و سازندگی). شماره ۱۰۹، ص ص ۱۵۲-۱۴۳.

Albarran-Portillo, B. and Pollott, G. (2011). Environmental factors affecting lactation curve parameters in the United Kingdom's commercial dairy herds. *Archivos De Medicina Veterinaria.* 43: 145–153.

Atashi, H., Moradi Sharbabak, M. and Moradi Sharbabak, H. (2009). Environmental factors affecting the shape components of the lactation curves in Holstein dairy cattle of Iran. *Livestock Research for Rural Development.* 21-25.

Bewley, J. R., Palmer, W. and Jackson-Smith D. B. (2001). Modeling milk production and labor efficiency in modernized Wisconsin dairy herds. *Journal of Dairy Science.* 84:705–16.

Canaza-Cayo, A. W., Lopes, P. S., da Silva, M. V. G. B., de Almeida Torres, R., Martins, M. F., Arbex, W. A. and Cobuci, J. A. (2015). Genetic parameters for milk yield and lactation persistency using random regression models in Girolando cattle. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 28*(10): 1407–1418.

Castillo-Juarez, H., Oltenacu, P. O., Blake, R. W., Mcculloch, C. E. and Cienfuegos-Rivas, E. G. (2000). Effect of herd environment on the genetic and phenotypic relationships among milk yield, conception rate and somatic cell score in Holstein cattle. *Journal of Dairy Science*. 83:807-819.

Cole, J. B. and Van Raden, P. M. (2006). Genetic evaluation and best prediction of lactation persistency. *Journal of Dairy Science*. 89: 2722–2728

Danell, B. (1982). Studies on lactation yield and individual test-day yields of Swedish dairy cows. I. Environmental influence and development of adjustment factors. *Acta Agriculturæ Scandinavica.* 32: 65–81.

Dekkers, J. C. M., Ten Haag, J. H. and Weersink. A. (1997). Economic aspects of persistency in dairy cattle. *Livestock Production Science.* 53: 237–252.

Elahi Torshizi, M., Aslamenejad, A. A., Nassiri, M. and Farhangfar, H. (2011). Comparison and evaluation of mathematical lactation curve functions of Iranian primiparous Holsteins. *South African Journal of Animal Science.* 42: 104-115.

Elahi Torshizi, M. (2016). Effects of season and age at first calving on genetic and phenotypic characteristics of lactation curve parameters in Holstein cows. *Journal of Animal Science and Technology.* 58: 8:1-14.

Henderson, C. (1988). Theoretical basis and computational methods for a number of different animal models. *Journal of Dairy Science. (Supplement 2).* 71: 1-16.

Leclerc, H., Duclos, D., Barbat, A., Druet, T. and Ducrocq, V. (2008). Environmental effects on lactation curves included in a test-day model genetic evaluation, *animal.* 2:3, 344–353.

Macciotta, N. P. and Vicario, D. A. (2005). Detection of different shapes of lactation curve for milk yield in dairy cattle by empirical mathematical models. *Journal of Dairy Science.* 88: 1178–91.

Macciotta, N. P., Dimauro, C., Rassu, S., Steri, R. and Pulina, G. (2011). The mathematical description of lactation curves in dairy cattle. *Italian Journal of Animal Science.* 10: 213-223.

Madsen, P. and Jensen, J. (2007). A user's guide to DMU. *University of Aarhus, DJF, Research Centre Foulum, Denmark.*

Muir, B. L., Fatehi, J. and Schaeffer, L. R. (2004). Genetic relationships between persistency and reproductive performance in first-lactation Canadian Holsteins. *Journal of Dairy Science*. 87: 3029–37.

Nilforooshan, M., and Edriss, M. (2004). Effect of age at first calving on some productive and longevity traits in Iranian Holsteins of the Isfahan province. *Journal of Dairy Science*. 87: 2130-2135.

Oseni, S., Tsuruta, S., Misztal, I. and Rekaya, R. (2004). Genetic parameters for days open and pregnancy rates in US Holsteins using different editing criteria. *Journal of Dairy Science. 87:* 4327–4333.

Pirlo, G., Miglior, F. and Speroni, M. (2000). Effect of age at first calving on production traits and on difference between milk yield returns and rearing costs in Italian Holsteins. *Journal of Dairy Science.* 83:603-608.

Ptak, E. and Schaeffer, L. R. (1993). Use of test day yields for genetic evaluation of dairy sires and cows. *Livestock Production Science.* 34: 23–34.

Rekik, B. and Ben Gara, A. (2004). Factors affecting the occurrence of atypical lactations for Holstein–Friesian cows. *Livestock Production Science.* 87: 240–245.

SAS Institute Inc. (2008). Statistical Analysis System (SAS) User's Guide. SAS Institute. *Cary. N.C. USA.*

Serjsen, K. (2005). Mammary development. In calf and heifer rearing: principles of rearing the modern dairy heifer from calf to calving. First edn. Ed P. C. Garnsworthy. *Nottingham University Press.* 237-251.

Sölkner, J. and Fuchs, W. (1987). A comparison of different measures of persistency with special respect to variation of test-day milk yields. *Livestock Production Science*. 16: 305–319.

Stanton, T. L., Jones, L. R., Everett, R. W. V. and Kachman, S. D. (1992). Estimating milk, fat, and protein lactation curves with a test day model. *Journal of Dairy Science*. 75: 1691–700.

Teke, B. and Murat, H. (2013). Effect of age at first calving on first lactation milk yield, lifetime milk yield and lifetime in Turkish Holsteins of the Mediterranean region in Turkey. *Bulgarian Journal of Agricultural Science.* 19 5:1126–9.

Val-Arreola, D., Kebreab, E., Dijkstra, J. and France, J. (2004). Study of the lactation curve in dairy cattle on farms in central Mexico. *Journal of Dairy Science*. 87: 3789-3799.

Wilmink, J. B. (1987). Adjustment of test-day milk, fat and protein yield for age season and stage of lactation. *Livestock Production Science*. 16: 335–48.

Wood, P. P. (1967). Algebraic model of the lactation curve in cattle. *Nature*. 216: 164–165.