

تحلیل ژنتیکی عملکرد گاوهای هلستاین در ایران برای صفات تولید شیر و روزهای باز در پنج دوره اول شیردهی

حسین مهربان^{۱*}، سیدمهدی اسماعیلی فرد^۲، مجتبی نجفی^۳، بیتا عباسی مشائی^۴ و ابراهیم اسدی خوشنوی^۵
۱. ۵. استادیاران، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد
۲. ۳. ۴. دانشجویان دکتری ژنتیک و اصلاح نژاد دام، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
(تاریخ دریافت: ۹۲/۱۰/۵ - تاریخ تصویب: ۹۲/۱۲/۲۵)

چکیده

در این تحقیق از ۶۰۷۶۶۲ (۳۱۷۶۰۸) داده‌های تولید شیر (روزهای باز) متعلق به ۲۹۴۴۱۷ (۱۷۷۸۳۸) رأس گاو هلستاین که بین سال‌های ۱۳۶۲ الی ۱۳۸۶ زایش داشتند، استفاده شد. مدل استفاده شده برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، مدل دام دوصفتی بود که در آن تأثیرات ثابت چون گله، سال زایش، ماه زایش، طول دوره شیردهی (فقط برای صفت تولید شیر)، سن زایش برای هر شکم، و پیامدهای ژنتیکی افزایشی و محیط دائمی تصادفی در نظر گرفته شدند. روندهای فنوتیپی (ژنتیکی) براساس مدل تابعیت ساده (تکه‌ای) میانگین ارزش‌های فنوتیپی (ژنتیکی) روی سال تولد برآزش داده شدند. نتایج نشان داد که وراثت‌پذیری تولید شیر (روزهای باز) و تکرارپذیری آن به ترتیب ۰/۲۰ (۰/۰۵۴) و ۰/۴۲ (۰/۱۲۰) بود. روند فنوتیپی تولید شیر ۱۱۶/۶۵ کیلوگرم در سال برآورد شد ($P < 0.05$)، اما در صفت روزهای باز روند فنوتیپی مشاهده نشد ($P > 0.05$). روند ژنتیکی تولید شیر از سال ۱۳۶۴ الی ۱۳۷۵ حدود ۴/۱۵- کیلوگرم در سال برآورد شد ($P < 0.05$) اما پس از سال ۱۳۷۵ الی ۱۳۸۴ دارای روندی افزایشی و حدود ۴۳/۷۴ کیلوگرم در سال مشاهده شد ($P < 0.05$). روند ژنتیکی روزهای باز قبل از سال ۱۳۷۵ معنی‌دار نبود ($P > 0.05$)، اما روند ژنتیکی این صفت از سال ۱۳۷۵ به بعد حدود ۰/۳۶ روز در سال تخمین زده شد ($P < 0.05$). همبستگی فنوتیپی بین این دو صفت پایین ولی مثبت (۰/۰۴۱) و همبستگی ژنتیکی بین این دو صفت ۰/۴۶ برآورد شد که نشان‌دهنده روزهای باز بیشتر برای گاوهای با تولید بالاتر است. همبستگی ژنتیکی بین این دو صفت در مقایسه با همبستگی فنوتیپی نشان‌دهنده این موضوع مهم است که رابطه قوی بین این دو صفت توسط عوامل محیطی پوشانده شده است. براساس این تحقیق پیشنهاد می‌شود در برنامه‌های اصلاح نژادی گاو شیری در کشور افزون بر صفات تولیدی، به صفات تولیدمثلی نیز توجه شود.

کلیدواژگان: تولید شیر، روزهای باز، روند ژنتیکی، گاو هلستاین، همبستگی ژنتیکی.

مقدمه

پیامدهای نامطلوب و منفی مانند افزایش بروز بیماری‌های متابولیکی و کاهش عملکرد تولیدمثلی را همراه داشته است (Rauwet *et al.*, 1998; Vanek, 2004; Dobson *et al.*, 2007). در سال‌های اخیر تمرکز بر افزایش تولید شیر سبب کاهش شایستگی ژنتیکی گاوها برای سلامت و باروری شده است (Bitaraf-Sani *et al.*, 2013). نتایج پژوهش‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که

در هر سیستم تولیدی هدفبیشینه‌کردن میزان سودآوری است. صنعت پرورش گاو شیری به‌عنوان سیستم تولیدی، باید بر پایه حداکثرکردن سود پیش رود. برخی از پرورش‌دهندگان گاو شیری تأکید بیش از حدی بر صفات تولیدی و به‌ویژه تولید شیر دارند. نشان داده شده است که افزایش یک‌جانبه صفات تولیدی

کیلوگرم در ۲۰۱۱ برسد (سایت AIPL). موضوع درخور توجه اینکه چگونگی همبستگی صفات تولید مثلی (مانند روزهای باز) و صفات تولیدی (مانند تولید شیر) در ایران است. با در دسترس داشتن اینگونه اطلاعات بینش روشن‌تری در دیدگاه اصلاح‌کنندگان گاو شیری قرار خواهد گرفت.

به دلیل این که پارامترهای ژنتیکی (وراثت پذیری، تکرارپذیری، واریانس-کوواریانس) هر جمعیت، مخصوص همان جمعیت است و نمی توان به جمعیت دیگر تعمیم داد. این مطالعه برای پوشش دادن این خلأ ضروری به نظر می‌رسد. در عین حال باتوجه به اهمیت صفات تولیدمثلی (تعداد روزهای باز، تعداد تلقیح به ازای هر آبستنی، فاصله گوساله‌زایی، و مانند اینها) بر اقتصاد صنعت گاو شیری، انجام پژوهش‌هایی روی این نوع صفات و تعیین ارتباط آنها با صفات تولیدی به ویژه در دام‌های پر تولید کشور دارای اهمیت است (Sadeghi- Sefidmazgi *et al.*, 2012). گزارش کردند که میزان اهمیت نسبی اقتصادی صفات تولیدی و تولیدمثلی در ایران به ترتیب ۵۰ و ۲۶ درصد هستند که بیانگر اهمیت صفات تولیدمثلی در میزان سودآوری صنعت گاو شیری است. اکثر مطالعات انجام شده در ایران به صورتی است که برای برآورد همبستگی ژنتیکی روزهای باز و تولید شیر از مدل‌های دوصفتی که هر شکم زایش را به تنهایی بررسی می‌کند، استفاده شده است (Bakhtiarzadeh *et al.*, 2009; Shirmoradi *et al.*, 2010; Nafez *et al.*, 2013; Bitaraf-Sani *et al.*, 2012).

در این تحقیق کل داده‌ها به صورت مدل دوصفتی تکرارپذیر تجزیه و تحلیل قرار شد و انتظار می‌رود که نتایج صحیح‌تر باشند. هدف از این پژوهش برآورد پارامترها و همبستگی‌های ژنتیکی و فنوتیپی صفات روزهای باز و تولید شیر با استفاده از مدل دوصفتی تکرارپذیر بود.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از ۶۰۷۶۶۲ (۳۱۷۶۰۸) داده‌های تولید شیر (روزهای باز) متعلق به ۲۹۴۴۱۷ (۱۷۷۸۳۸) رأس گاو هلشتاین که بین سال‌های ۱۳۶۲ الی ۱۳۸۶ زایش داشتند، استفاده شد. داده‌های استفاده شده مربوط به

برحسب سطح تولیدگله‌ها، همبستگی نامطلوب بین تولید شیر و تولیدمثل گاوها وجود دارد (Vanek, 2004; Safi-Jahanshahi *et al.*, 2003). روزهای باز (روزهای باز عبارت است از فاصله بین زایش تا تلقیح منجر به آبستنی) معیاری است که در اکثر سیستم‌های پرورشی برای سنجش عملکرد تولیدمثل و اتخاذ تصمیمات اقتصادی در گله‌های شیری به کار گرفته می‌شود. مطالعات گوناگون نشان داده‌اند که مقادیر همبستگی ژنتیکی برآورده شده صفات تولیدی و تولید مثلی مثبت است، از این رو انتخاب گاوها برای تولید شیر سبب افزایش مقادیر صفات تولیدمثلی مانند فاصله زایش و تعداد روزهای باز می‌شود و افزون بر این می‌تواند روی سلامت گاوهای شیری تأثیر نامطلوبی داشته باشد (Pryce *et al.*, 2000; Rekaya & Weigel, 2000; Wall *et al.*, 2003; Weller & Ezra, 2004; Zink *et al.*, 2012). در تحقیقی (Van Raden *et al.*, 2004) دریافته‌اند که در ایالات متحده آمریکا، تعداد روزهای باز طی سال‌های ۱۹۶۵ تا ۲۰۰۰ از ۱۱۰ روز به ۱۴۰ روز افزایش یافته است. در بررسی‌های وزارت کشاورزی ایالات متحده، میانگین ارزش اصلاحی نرخ آبستنی دختران گاوهای نر طی سال‌های ۱۹۵۷ تا ۲۰۰۲ از ۷/۱ درصد به ۱/۳۵- درصد رسیده است. از طرفی طی همین سال‌ها میانگین ارزش اصلاحی تولید شیر گاوهای نر از ۳۲۴۸- کیلوگرم افزایش یافته است.

محققان دریافته بودند که حداکثر کردن سودآوری به ترکیب بهینه صفات تولیدی، تولیدمثلی، سلامت، و ماندگاری بستگی دارد. به همین علت اهمیت نسبی اقتصادی صفات تولیدمثل (۰ درصد)، سلامت (۶ درصد)، و ماندگاری (۲۰ درصد) از سال ۱۹۹۴ به تدریج در شاخص خالص طول عمر^۱ ایالات متحده افزایش یافت و در LNM سال ۲۰۱۰ به ترتیب به ۱۶ درصد، ۱۰ درصد، و ۳۹ درصد رسید. این امر سبب شد که میانگین ارزش اصلاحی نرخ آبستنی دختران گاوهای نر از ۱/۳۵- درصد در سال ۲۰۰۲ به ۰/۹۲ درصد در سال ۲۰۱۱ بهبود یابد و ارزش اصلاحی تولید شیر همچنان روندی صعودی را طی کند و از ۱۶۳ کیلوگرم در سال ۲۰۰۲ به ۶۷۲

1. Lifetime Net Merit (LNM)

تعداد گاوهای ماده در هر گله ۱۵ رأس در نظر گرفته شد (Sawalha *et al.*, 2005). براساس نتایج حاصل از نرم افزار SAS و تفسیر بیولوژیکی، طول روزهای شیردهی (برای صفت تولید شیر) و سن زایش (برای هر دو صفت) به عنوان متغیر همبسته به ترتیب با توان دوم و سوم در نظر گرفته شدند. به دلیل حجم زیاد داده‌ها برای تجزیه و تحلیل دو صفت تولید شیر و روزهای باز به صورت توأم از نرم افزار Wombat (Meyer, 2006) در محیط Linux و از روش AI-REML برای برآورد مؤلفه‌های واریانس-کوواریانس استفاده شد. مدل استفاده شده برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، مدل دام دوصفتی تکرارپذیر و به صورت زیر بود:

پنج دوره شیردهی بودند که با نرم افزار Visual FoxPro (نسخه ۹) و SPSS (نسخه ۱۹) ویرایش شدند. محدودیت‌های اعمال شده برای به دست آوردن نتایج منطقی به گونه‌ای بود که در صفت تولید شیر داده‌هایی استفاده شدند که کمینه و بیشینه روز شیردهی آنها بین ۱۰۰ الی ۴۰۰ روز بودند.

همچنین برای صفت روزهای باز حداقل ۳۰ روز و حداکثر ۴۰۰ روز در نظر گرفته شد. افزون بر آن ۲/۵ درصد بالا و پایین سن زایش در هر شکم برای هر صفت به عنوان داده‌های پرت حذف شدند. به دلیل اینکه از شکم ۵ به بعد تعداد داده‌ها بسیار پایین بود حداکثر از ۵ شکم زایش استفاده شد. برای ارتباط بهتر زیرگروه‌ها حداقل تعداد دختر به ازای هر گاو نر ۱۰ رأس و حداقل

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 & 0 \\ 0 & x_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} z_1 & 0 \\ 0 & z_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} w_1 & 0 \\ 0 & w_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} pe_1 \\ pe_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix} \quad (\text{رابطه ۱})$$

تصادفی محیط دائمی برای صفات تولید شیر و روزهای باز، e_1 و e_2 به ترتیب بردارهای تأثیرات تصادفی باقیمانده برای صفات تولید شیر و روزهای باز و سرانجام $X_1, X_2, Z_1, Z_2, W_1, W_2$ ماتریس‌های طرح اند که مشاهدات را به پیامدهای مورد نظر مرتبط می‌سازند. ماتریس واریانس-کوواریانس تأثیرات به صورت زیر است:

(رابطه ۲)

در رابطه فوق y_1 و y_2 به ترتیب بردارهای مشاهدات تولید شیر و روزهای باز، b_1 و b_2 به ترتیب بردارهای تأثیرات ثابت برای صفات تولید شیر و روزهای باز (تأثیر میانگین، گله، سال زایش، ماه زایش، طول روزهای شیردهی (فقط برای صفت تولید شیر) و سن زایش برای هر شکم به عنوان متغیر همبسته به ترتیب با درجه دو و سه تابع لژاندر)، a_1 و a_2 به ترتیب بردارهای تأثیرات تصادفی ژنتیک افزایشی برای صفات تولید شیر و روزهای باز، pe_1 و pe_2 به ترتیب بردارهای پیامدهای

$$V \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ pe_1 \\ pe_2 \\ e_1 \\ e_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_{a_1}^2 A & \sigma_{a_1, a_2} A & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \sigma_{a_2, a_1} A & \sigma_{a_2}^2 A & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_{pe_1}^2 I & \sigma_{pe_1, pe_2} I & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_{pe_2, pe_1} I & \sigma_{pe_2}^2 I & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_{e_1}^2 I & \sigma_{e_1, e_2} I \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_{e_2, e_1} I & \sigma_{e_2}^2 I \end{bmatrix}$$

در ماتریس فوق A ماتریس خویشاوندی، I ماتریس قطری، $\sigma_e^2, \sigma_{pe}^2, \sigma_a^2$ به ترتیب واریانس ژنتیک افزایشی، واریانس محیط دائمی، و واریانس باقیمانده، $\sigma_{e_1, e_2}, \sigma_{pe_1, pe_2}, \sigma_{a_1, a_2}$ به ترتیب کوواریانس بین تأثیرات ژنتیک افزایشی، محیط دائمی، و باقیمانده دو صفت تولید شیر و روزهای باز هستند. روند فنوتیپی و

در ماتریس فوق A ماتریس خویشاوندی، I ماتریس قطری، $\sigma_e^2, \sigma_{pe}^2, \sigma_a^2$ به ترتیب واریانس ژنتیک افزایشی، واریانس محیط دائمی، و واریانس باقیمانده، $\sigma_{e_1, e_2}, \sigma_{pe_1, pe_2}, \sigma_{a_1, a_2}$ به ترتیب کوواریانس بین تأثیرات ژنتیک افزایشی، محیط دائمی، و باقیمانده دو صفت تولید شیر و روزهای باز هستند. روند فنوتیپی و

(Rokouei *et al.*, 2011). البته برخی از تحقیقات نشان‌دهنده این موضوع است که در گاوهای پرتولید روزهای باز طولانی‌تر می‌تواند به صرفه‌تر باشد (Arbel *et al.*, 2002; Washburn *et al.*, 2001). به طور کلی مدیریت تولید مثل در صنعت گاو شیری باید به گونه‌ای باشد که روزهای باز کاهش یابد. برای رسیدن به این امر باید دانست که چه سهمی از تنوع فنوتیپی صفت ژنتیک افزایشی است. در این مطالعه وراثت‌پذیری روزهای باز ۰/۵۴ برآورد شد (جدول ۲) که مطابق با نتایج به دست آمده از دیگر مطالعات است. برخی تحقیقات موجود در کشور میزان وراثت‌پذیری این صفت را ۰/۰۳ (Bitaraf-Sani *et al.*, 2009) و ۰/۰۴ (Bakhtiarzadeh *et al.*, 2013) گزارش کردند. Lee *et al.* (2004) استفاده از دو مدل متفاوت وراثت‌پذیری تعداد روزهای باز گاوهای هلشتاین کره جنوبی را ۰/۰۲۴ و ۰/۰۳۳ برآورد کردند. مطالعات دیگر با استفاده از مدل‌های گوناگون میزان وراثت‌پذیری این صفت را ۰/۰۳ (Dematawewa & Berger, 1998; Zink *et al.*, 2012) و ۰/۰۴ (Gonzalez-Recio & Alenda, 2005) تخمین زدند.

تکرارپذیری صفت روزهای باز در این بررسی ۰/۱۲۰ برآورد گردید که کمی بیش از دو برابر وراثت‌پذیری برآورد شده این صفت است. Dematawewa & Berger (1998) تکرارپذیری این صفت را ۰/۱۱ برآورد کردند. این ارقام نشان می‌دهد که تأثیرات محیط دائمی به اندازه پیامدهای ژنتیکی و حتی بیشتر بر روزهای باز اثرگذارند.

باقیمانده تأثیراتی که در تکرارپذیری این صفت موجود نیست، مربوط به پیامدهای غیر افزایشی ژن‌ها و تأثیر محیطی موقت است که بخش بزرگی از تغییرات فنوتیپی را توجیه می‌کنند. وراثت‌پذیری پایین صفت روزهای باز نشان می‌دهد که سهم عمده‌ای از تفاوت‌های فنوتیپی مشاهده شده در آن ناشی از پیامدهای محیطی و تأثیرات غیر افزایشی ژن‌هاست، بنابراین مدیریت مناسب در راستای بهبود شرایط پرورش از نظر بهداشت، تغذیه، و غیره برای بهبود عملکرد تولید مثلی دام‌ها اجتناب‌ناپذیر است. اما آیا این موضوع به این مفهوم است که به دلیل وراثت‌پذیری پایین در این صفت بهبود

ژنتیکی این دو صفت به دو روش برآورد شدند. اگر روندها تغییرپذیری زیادی در سال‌های متفاوت نداشتند از تابعیت ساده^۱ میانگین ارزش‌های فنوتیپی (ارزش‌های اصلاحی) بر سال تولدشان به صورت رابطه^۳ استفاده شد

$$y_i = b_0 + b_1 x_i + e_i \quad (\text{رابطه } ۳)$$

در رابطه^۳، y_i میانگین ارزش‌های فنوتیپی (اصلاحی) افراد در سال تولد x_i ، b_0 سال تولد b_1 ، b_0 عرض از مبدأ، b_1 شیب تابعیت، و e_i میزان خطا است. میزان روند فنوتیپی (ژنتیکی) ضریب b_1 در نظر گرفته شد. اما اگر روندها در سال‌های تولد تغییرپذیری شدیدی داشته باشند، مدل تابعیت ساده مناسب نیست و باید از تابعیت تکه‌ای^۲ استفاده کرد (Kaps & Lamberson, 2004). مدل استفاده شده به صورت رابطه^۴ است:

$$y_i = b_{01} + b_{11} x_i + e_i, \text{ for } x_i \leq x_0 \quad (\text{رابطه } ۴)$$

$$y_i = b_{02} + b_{12} x_i + e_i, \text{ for } x_i \geq x_0$$

در رابطه^۴ x_0 نقطه^۳ گره^۳ و بقیه همانند معادله قبلی است. گره نقطه‌ای است که رفتار منحنی در آن به شدت تغییر کرده است. ضرایب b_{11} و b_{12} به عنوان روندها در دو بخش منحنی در نظر گرفته شدند. مدل‌های تابعیت ساده و تکه‌ای در نرم‌افزار SAS (9.00) برازش داده شد.

نتایج و بحث

نتایج بیانگر این است که روزهای باز بیش از حد استاندارد (۸۰-۸۵ روز (Zamiri, 1999)) است (جدول ۱). بیشتر از حد استاندارد بودن روزهای باز نشان‌دهنده مشکلات تولیدمثلی در بسیاری از گله‌های گاو شیری در تمامی شکم‌های زایش است (جدول ۱). روند ژنتیکی فاصله^۳ گوساله‌زایی ۰/۸۱۷ روز در سال بود که با توجه به همبستگی ژنتیکی بالای بین این صفت و روزهای باز می‌توان گفت روزهای باز نیز روند صعودی دارند

1. Simple Regression
2. Segmented Regression
3. Knot

بین ۰/۲۰ الی ۰/۳۱ گزارش کردند (Lee et al., 2004; Farhangfar & Naemipour-Younesi, 2007; Bakhtiarzadeh et al., 2009; Shirmoradi et al., 2010; Nafezet al., 2012; Zink et al., 2012). اما میزان تکرارپذیری تولید شیر ۰/۴۱۸ بود (جدول ۲) که نشان‌دهنده همبستگی بالاتر در مقایسه با روزهای باز بین رکوردهای تکراری تولید شیر در زایش‌های گوناگون است. پارامترهای مورد نظر (واریانس، وراثت‌پذیری، و تکرارپذیری) از خصوصیات جمعیت‌انداکه می‌تواند از یک جمعیت به جمعیت دیگر متفاوت باشد. علت این اختلافات، تفاوت در شرایط محیطی، مدیریتی، ظرفیت ژنتیکی جمعیت‌ها، به‌کارگیری مدل‌های گوناگون، دقت اندازه‌گیری‌ها، و نحوه ویرایش داده‌ها (Oseni et al., 2004) است. همبستگی ژنتیکی و فنوتیپی روزهای باز و تولید شیر به ترتیب (± 0.02) و (± 0.455) و ۰/۴۱ برآورد شد.

ژنتیکی آن ناچیز است؟ مسلماً وراثت‌پذیری پایین در پرورش گاو شیری به این معنی است که برای پیشرفت ژنتیکی مناسب تعداد زیادی رکورد برای افزایش صحت ارزیابی لازم است و از دیدگاه تئوری زمانی که تعداد دختران یک گاو نر به سمت بی‌نهایت میل کند، صحت ارزیابی ژنتیکی آن گاو نر به سمت یک میل خواهد کرد (Mrode, 2005). بنابراین برای پیشرفت ژنتیکی، کافی است که هر صفت دارای واریانس ژنتیک افزایشی باشد (جدول ۲). پایین‌بودن تکرارپذیری روزهای باز بدین معنی است که همبستگی بین رکوردهای تکراری این صفت در زایش‌های گوناگون زیاد نیست و دلایل کافی برای گاوهایی که روزهای باز زیاد در یک زایش خاص دارند و در زایش‌های بعدی نیز روزهای باز طولانی داشته باشند، موجود نیست. وراثت‌پذیری تولید شیر در این پژوهش ۰/۲۰۲ برآورد شد (جدول ۲). اکثر مطالعات صورت‌گرفته روی این صفت، میزان وراثت‌پذیری آن را

جدول ۱. برخی شاخص‌های آماری توصیفی برای سن زایش، تولید شیر، و روزهای باز به تفکیک شکم زایش

شکم زایش	سن زایش (ماه)	تولید شیر (کیلوگرم)	روزهای باز (روز)
میانگین	تعداد داده‌ها	میانگین	تعداد داده‌ها
۱	۲۶/۴۳ (۰/۰۰۶)	۷۲۵۱/۷۳ (۵/۴۹۵)	۱۲۳۴۷۹
۲	۴۰/۱۲ (۰/۰۱۰)	۷۶۸۷/۹۷ (۶/۲۸۹)	۸۹۱۴۲
۳	۵۳/۳۷ (۰/۰۱۵)	۷۷۵۴/۳۵ (۷/۷۰۸)	۵۶۰۹۶
۴	۶۶/۳۲ (۰/۰۲۲)	۷۶۱۰/۴۶ (۹/۷۱۲)	۳۲۲۹۷
۵	۷۹/۱۱ (۰/۰۳۲)	۷۴۴۴/۰۲ (۱۲/۷۱۹)	۱۶۵۹۶
کل	۴۳/۹۵ (۰/۰۲۲)	۷۵۲۹/۶۶ (۳/۳۱۳)	۳۱۷۶۰۸

* اعداد داخل پرانتز اشتباه معیار است.

جدول ۲. برآورد اجزای واریانس، وراثت‌پذیری، و تکرارپذیری تولید شیر و روزهای باز

اجزای واریانس	تولید شیر (مجدور کیلوگرم)	روزهای باز (مجدور روز)
واریانس ژنتیک افزایشی	۴۱۱۸۴۹ (۷۳۳۲/۱۱)	۳۲۰/۷۴ (۱۷/۳۰)
واریانس محیط دائمی	۴۳۸۹۷۷ (۵۷۸۶/۱۸)	۲۸۹/۴۹ (۱۹/۰۴)
واریانس باقیمانده	۱۱۸۴۰۰ (۲۹۳۳/۸۳)	۵۱۸۸/۷۷ (۱۸/۲۹)
واریانس فنوتیپی	۲۰۳۴۹۰۰ (۴۷۵۶/۶۱)	۵۸۹۸/۹۹ (۱۵/۵۸)
وراثت‌پذیری	۰/۲۰۲ (۰/۰۰۳)	۰/۰۵۴ (۰/۰۰۳)
تکرارپذیری	۰/۴۱۸ (۰/۰۰۳)	۰/۱۲۰ (۰/۰۰۳)

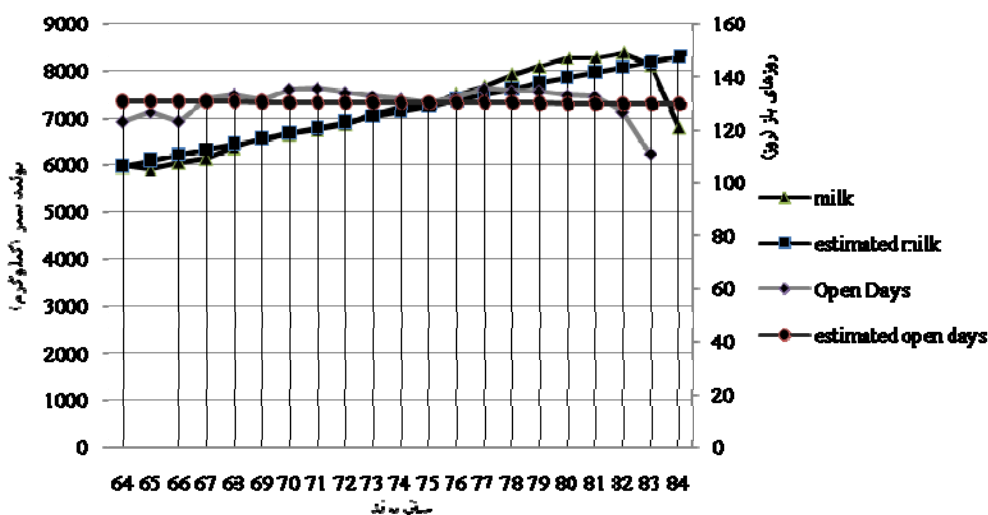
* اعداد داخل پرانتز اشتباه معیار است.

همبستگی ژنتیکی بین روزهای باز و تولید را در شکم‌های اول، دوم، و سوم به ترتیب ۰/۵۵، ۰/۶۳، و ۰/۶۴ برآورد کردند. (Muier et al., 2004). همبستگی ژنتیکی و فنوتیپی بین تولید شیر و فاصله زایش را به ترتیب ۰/۵۱ و ۰/۱۷ گزارش کردند.

برخی از مطالعات صورت‌گرفته همبستگی ژنتیکی این دو صفت را در دامنه ۰/۱۸ تا ۰/۳۹ گزارش کردند (Vanek, 2004; Bakhtiarzadeh et al., 2009; Zink et al., 2012; Bitaraf-Sani et al., 2013; Shahdadi et al., 2014). (al., 1998) Dematawewa & Berger

خاصی برای فاصله گوساله‌زایی (به‌عنوان صفت همبسته با روزهای باز) مشاهده نشد (Shirmoradi et al., 2010). یافته‌های Razmkabir et al. (2010) نشان‌دهنده روند فنوتیپی ۱۲۲/۲۸ کیلوگرم در سال برای صفت تولید شیر بود که این مطالعات تقریباً منطبق با مطالعه موجود است. علت برخی اختلافات موجود افزون بر تفاوت در ساختار داده‌ها این است که در این مطالعه از شیر خام به جای شیر ۳۰۵ روز استفاده شده است، چون شیر ۳۰۵ روز برابری است اما استفاده از تولید شیر خام با در نظر گرفتن طول دوره شیردهی در مدل ممکن است نتایج واقعی‌تری را ارائه کند.

(López-Ordaz et al., 2006) همبستگی ژنتیکی و فنوتیپی این صفات را به ترتیب ۰/۶۶ و ۰/۱ برآورد کردند. روند فنوتیپی تولید شیر و روزهای باز تغییرات شایان توجهی را در سال‌های گوناگون تولد نشان دادند (شکل ۱). به همین علت از تابعیت ساده برای برآورد این روندها استفاده شد. نتایج نشان دادند که روند فنوتیپی تولید شیر و روزهای باز به ترتیب ۱۱۶/۶۵ کیلوگرم و ۰/۴۵- روز در سال است (شکل ۱) که روند فنوتیپی تولید شیر معنی‌دار ($P < 0.05$)، اما روزهای باز معنی‌دار نبود ($P > 0.05$). در تحقیق دیگر روند فنوتیپی تولید شیر ۱۰۳/۶ کیلوگرم در سال برآورد شد و روند فنوتیپی



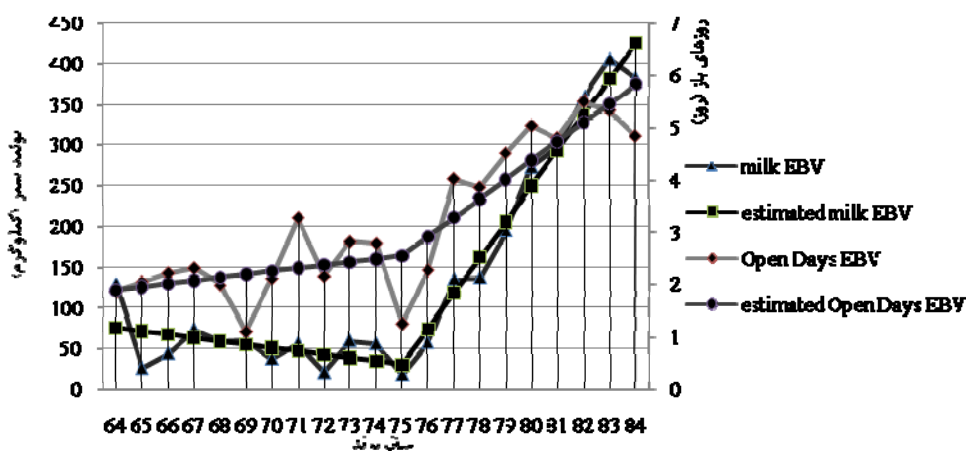
شکل ۱. روند فنوتیپی تولید شیر و روزهای باز (تولید شیر (milk)، تولید شیر برآورد شده با مدل تابعیت (estimated milk)، روزهای باز (open days)، و روزهای باز برآورد شده با مدل تابعیت (estimated open days))

روند ژنتیکی روزهای باز قبل از سال ۷۵ حدود ۰/۰۶ روز در سال برآورد شد که معنی‌دار نبود ($P > 0.05$) اما روند ژنتیکی این صفت از سال ۷۵ به بعد حدود ۰/۳۶ روز در سال تخمین زده شد ($P < 0.05$). روندهای برآورد شده تولید شیر توسط دیگر محققان دامنه‌ای بین ۱۵ الی ۵۴ کیلوگرم بود (Shirmoradi et al., 2010; Rokouei et al., 2011; Seyeddokht et al., 2012). همچنین Shirmoradi et al. (2010) ژنتیکی فاصله گوساله‌زایی را ۰/۴۶ روز و Rokouei et al. (2011) ۰/۸۲ روز در سال برآورد کردند. نتایج حاصل نشان دادند که روند ژنتیکی تولید شیر تا قبل از سال ۷۵ کمی منفی بوده است اما پس از آن به دلیل اصلاح

روند ژنتیکی روزهای باز و تولید شیر دارای تغییرات شایان توجهی در سال‌های گوناگون تولد بودند (شکل ۲) به همین علت از تابعیت تکه‌ای برای برآورد صحیح تر روندهای ژنتیکی استفاده شد. چون تغییرات شدیدی در میانگین ارزش‌های اصلاحی این صفات قبل و بعد از سال ۷۵ وجود داشت (شکل ۲) این سال به‌عنوان نقطه گره انتخاب و معادله تکه‌ای با در نظر گرفتن این نقطه گره برازش داده شد. نتایج نشان دادند که روند ژنتیکی تولید شیر از سال ۶۴ تا سال ۷۵ منفی و حدود ۴/۱۵- کیلوگرم در سال است ($p < 0.05$). اما از سال ۷۵ الی ۸۴ روندی صعودی را طی کرده است و روند ژنتیکی در این فاصله ۴۳/۷۴ کیلوگرم در سال برآورد شد ($P < 0.05$).

چنین توجیه کرد که جنبه‌های محیطی برای این صفت در طول سال‌های گوناگون بهبود یافته است و به رغم افزایش تولید شیر، روزهای باز از نظر فنوتیپی دچار کاهش خاصی نشده است. اما به‌رحال بهبود جنبه‌های محیطی (مانند مدیریت تولید مثل، تغذیه) هزینه‌بر است و گاوهای پرتولید به مدیریت بهینه‌تر و هزینه‌بیشتری در مقایسه با گاوهای متوسط تولید یا کم تولید نیاز دارند.

نژاد گاوها برای تولید شیر (Sadeghi-Sefidmazgi *et al.*, 2012) و استفاده فراوان از اسپرم‌های وارداتی روند ژنتیکی مثبت شده و افزایش یافته است. درخور توجه است که همگام با افزایش تولید شیر از جنبه ژنتیکی، روند ژنتیکی روزهای باز نیز افزایش یافته است (شکل ۲)، که می‌تواند نشان‌دهنده همبستگی ژنتیکی نامطلوب بین این دو صفت باشد. اما از نظر فنوتیپی روند خاصی برای روزهای باز مشاهده نشد که می‌توان علت آن را



شکل ۲. روند ژنتیکی تولید شیر و روزهای باز (تولید شیر (milk EBV)، تولید شیر برآورد شده با مدل تابعیت (estimated milk EBV)، روزهای باز (open days EBV)، و روزهای باز برآورد شده با مدل تابعیت (estimated open days EBV))

زایش دارای دوره خاموشی جنسی (دوره‌ای که حیوان ماده در چرخه فحلی نیست) بیشتر می‌شوند و به دنبال آن زمان طولانی‌تری تا اولین جفتگیری دارند. در نتیجه در گاوهای با تولید زیاد، در اولین و دومین شکم زایش، فاصله گوساله‌زایی و روزهای باز طولانی‌تر بود (Hageman *et al.*, 1991). Hansen (2000) نشان داد که اگرچه انتخاب شدید برای افزایش تولید شیر، به طور مستقیم سبب کاهش ماندگاری در زایش‌های اول و دوم نمی‌شود، ولی به دلیل افزایش بیماری‌ها، اختلالات تولید مثل، و مانند اینها سبب افزایش حذف غیراختیاری، کاهش ماندگاری در زایش‌های بعد، و کاهش طول عمر در گله می‌گردد. Bastin *et al.* (2012) گزارش کردند که همبستگی ژنتیکی بین روزهای باز و تولید شیر ۰/۵۱ است. این محققان نشان دادند که انواع اسیدهای چرب موجود در شیر نیز با روزهای باز ارتباط ژنتیکی دارند که می‌توان از این

همبستگی مثبت بین صفات تولید و روزهای باز نشان می‌دهد که حیوانات با تولید بیشتر دارای روزهای باز بیشتر و در نتیجه باروری کمتری هستند. Vanek (2004) نشان داد که افزایش ارزش اصلاحی گاوهای نر، طول روزهای باز دختران آنها را افزایش می‌دهد. این رابطه در زمینه ارزش اصلاحی گاوهای ماده و طول روزهای باز دختران آنها نیز وجود داشت. نتایج مطالعه مذکور نشان‌دهنده وجود ارتباط نامطلوب بین سطح تولید شیر و صفات تولید مثلی در گاوهاست و انتظار می‌رود که افزایش تولید، نگرانی‌هایی را در زمینه صفات تولید مثلی از طریق طولانی‌کردن روزهای باز و فاصله گوساله‌زایی ایجاد کند. (Ojango & Pollott 2001) نشان دادند که توازن منفی انرژی در گاوهای پرتولید ممکن است سبب کاهش عملکرد تولید مثلی و سلامت دام در اوایل دوره شیردهی گردد. همچنین گزارش شده است گاوهایی که از نظر ژنتیکی تولید زیادی دارند، پس از

جوان (Young Bulls) براساس صفات تولیدی انتخاب می‌شوند (Sadeghi-Sefidmazgi et al., 2012) و نشان داده شد که ارتباط ژنتیکی نامطلوب بین صفات تولیدی و تولید مثلی وجود دارد، پیشنهاد می‌شود در شاخص‌های اصلاح نژادی کشور صفات تولید مثلی نیز در نظر گرفته شوند.

نتیجه‌گیری کلی

همبستگی ژنتیکی مثبت بین روزهای باز و تولید شیر در این بررسی بیانگر این موضوع است که برخی از ژن‌های کنترل‌کننده هر دو صفت مشترکند و با افزایش تولید شیر، انتظار می‌رود تعداد روزهای باز نیز افزایش یابد. بنابراین ضروری است که اصلاح‌گران صفات تولیدمثلی را هم‌زمان با صفات تولیدی در نظر گیرند. از سوی دیگر بالابودن همبستگی ژنتیکی بین این دو صفت (۰/۴۵۵) در مقایسه با همبستگی فنوتیپی (۰/۴۱) نشان‌دهنده این مهم است که رابطه قوی بین این دو صفت توسط عوامل محیطی پوشانده شده است. روند‌های ژنتیکی تولید شیر نشان‌دهنده افزایش تولید شیر (از سال ۷۵ حدود ۴۳/۷۴ کیلوگرم در سال) و به تبع آن افزایش روزهای باز (از سال ۷۵ حدود ۰/۳۶ روز در سال) شده است. همچنین به دلیل اینکه صفات تولید مثلی تحت تأثیر شدید محیط و مدیریت اعمال شده در گله‌اند (به دلیل وراثت‌پذیری پایین)، می‌توان با بهبود شرایط گله از قبیل بهداشت مناسب، تغذیه مناسب، تشخیص به موقع فحلی، و مانند اینها عملکرد تولیدمثلی دام‌ها را بهبود بخشید.

سپاسگزاری

نویسندگان از مرکز اصلاح نژاد دام و بهبود تولیدات دامی جهت در اختیار قرار دادن داده‌ها و معاونت پژوهشی دانشگاه شهرکرد تقدیر و تشکر می‌کنند.

اسیدهای چرب به دلیل وراثت‌پذیری بالا (بیش از ۰/۵۰) برای بهبود صفات باروری استفاده کرد. مقایسه همبستگی ژنتیکی (۰/۴۵۵) و فنوتیپی (۰/۴۱) بین روزهای باز و تولید شیر نشان‌دهنده این مطلب است که صفات رابطه‌ضعیفی وجود دارد، درست نیست چون رابطه شدید آنها (۰/۴۵۵) با عوامل محیطی پوشانده شده است و آنچه مشاهده می‌شود رابطه ضعیف (۰/۴۱) است. نتایج نشان می‌دهند که انتخاب فقط براساس تولید شیر بالا، بدون هیچ دانش یا درکی از دیگر صفات عملکردی، می‌تواند اثر منفی در عملکردهای تولیدمثلی ایجاد کند.

گاوهای شیرده به منظور حمایت از وظایف فیزیولوژیکی بدن خود مانند تولید شیر، رشد، فعالیت‌های عمومی و نگهداری، تأمین علائم‌های متابولیکی صحیح برای تولیدمثل، و عملکرد سیستم ایمنی، نیاز به انرژی کافی دارند. زمانی که انرژی دریافتی برای تأمین نیازهای حیوان کافی نباشد بدن وارد تعادل منفی انرژی می‌شود که طی آن چربی و پروتئین بدن برای تأمین کمبود انرژی مصرف می‌شوند (Coffey & Banos, 2009). مطالعات گوناگون نشان داده‌اند که دوره طولانی تعادل منفی انرژی با مشکلات گوارشی و حرکتی (Colard et al., 2000)، مشکلات سلامت پستان (Banos et al., 2006)، و کاهش عملکرد تولید مثلی همراه است. به علت دشواری اندازه‌گیری وضعیت تعادل انرژی، از شاخص غیرمستقیم نمره وضعیت بدنی (Body Condition Score (BCS)) استفاده می‌شود. به‌رحال آنچه اهمیت دارد این است که افزایش یک‌جانبه تولید شیر سبب افت صفات تولید مثلی خواهد شد و بنابراین هزینه‌ها افزایش می‌یابد و کاهش سودآوری را در صنعت گاو شیری به همراه دارد. با توجه به اینکه در حال حاضر گاوهای نر

REFERENCES

1. Arbel, R., Bigun, Y., Ezra, E., Sturman, H. & Hojman, D. (2001). The effect of extended calving intervals in high lactating cows on milk production and profitability. *Journal of Dairy Science*, 84, 600-608.
2. BakhtiariZadeh, M.R., Moradi-ShahreBabak, M., Pakdel, A. & Moghimi, A. (2009). Genetic Relationships between Linear Type Traits, Milk Yield and Open Day in Holstein Cows of Iran. *Iranian Journal of Animal Science*, 40(4), 13-19. (In Farsi)
3. Banos, G. & Coffey, M. P. (2010). Genetic association between body energy measured throughout lactation and fertility in dairy cattle. *Animal*, 4, 189-199.

4. Bastin, C., Loker, S., Gengler, N., Sewalem, A. & Miglior, F. (2010). Genetic relationships between body condition score and reproduction traits in Canadian Holstein and Ayrshire first-parity cows. *Journal of Dairy Science*, 93, 2215–2228.
5. Bastin, C., Berry, D. P., Soyeurt, H. & Gengler, N. (2012). Genetic correlations of days open with production traits and contents in milk of major fatty acids predicted by mid-infrared spectrometry. *Journal of Dairy Science*, 95, 6113–6121.
6. Bitaraf-Sani, M., Aslaminejad, A. A. & Seyeddokht, A. (2013). Genetic Evaluation of Age at First Calving, Open Days and Milk Production of Holstein Cattle in Iran. *Iranian Journal of Animal Science Research*, 5(1), 62-68. (In Farsi)
7. Dematawewa, C. M. & Berger, P. J. (1998). Genetic and phenotypic parameters for 305-day yield, fertility, and survival in Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 81, 2700-2709.
8. Dobson, H., Smith, R.F., Royal, M.D., Knight, C.H. & Sheldon, I.M. (2007). The high producing dairy cow and its reproductive performance. *Reproductive Domestic Animal*, 42(Suppl 2), 17–23.
9. Farhangfar, H. & Naeemipour-Younesi, H. (2007). Estimation of genetic and phenotypic parameters for production and reproduction traits in Iranian Holsteins. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources Water and Soil Science*, 11(1), 431-441. (In Farsi)
10. Gonzalez-Recio, O. & Alenda, R. (2005). Genetic parameters for female fertility traits and a fertility index in Spanish dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 88, 3282–3289.
11. Hageman, W.H., Shook, G.E. & Tyler, W.J. (1991). Reproductive performance in genetic lines selected for high or average milk yield. *Journal of Dairy Science*, 74, 4366-4376.
12. Hansen, L. B. (2000). Consequences of se-lection for milk yield from a geneticist viewpoint. *Journal of Dairy Science*, 83, 1145-1150.
13. <http://aipl.arsusda.gov>, Annual Dairy Herd Information (DHI) reports released by Animal Improvement Programs Laboratory (AIPL) - United States Department of Agriculture – Visited at 11/23/2013
14. Kaps, M., & Laberson, W. R. (2004). *Biostatistics for Animal Science* (First Ed). CABI Publishing.
15. Lee, D.H., Han, K.J. & Park, B.H. (2004). Genetic relationship between milk yields, calving ease and days open at first lactation of Holstein cows in Korea. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 17, 153-158.
16. López-Ordaz1, R., Montaldol, H. H. & Castillo-Juárez, H. (2006). *Genetic (co)variation in days open and lactation curve traits for Holstein cattle in northern Mexico*. 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Brazil.
17. Meyer, K. (2006). WOMBAT – A program for mixed model analyses by restricted maximum likelihood. User notes. *Animal Genetics and Breeding Unit*, Armidale, npp.
18. Muier, B. L., Fatehi, J. & Schaeffer, L. R. (2004). Genetic Relationship between persistency and reproductive performance in first-lactation Candadian Holstein. *Journal of Dairy Science*, 87, 3029-3037.
19. Nafez, M., Zerehdaran, S., Hassani, S. & Samiei, R. (2012). Genetic evaluation of productive and reproductive traits of Holstein dairy cows in the north of Iran. . *Iranian Journal of Animal Science Research*. 4(1), 69-77. (In Farsi)
20. Ojango, J. M. K. & Pollott, G. E. (2001). Genetics of milk yield and fertility traits in Holstein Friesian cattle on large- scale Kenya farms. *Journal of Animal Science*, 79, 1742-1750.
21. Oseni, S., Tsuruta, S., Misztal, I. & 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.
22. Pryce, J. E., Coffey, M.P. & 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.
23. Razmkabir, M., Nejati-Javaremi, A., Moradi-Shahrbabak, M., Rashidi, A., Saiadnejad, M. B. (2010). Estimation of genetic trend of production traits in Iranian dairy cattle. *Iranian Journal of Animal Science*, 40(1), 13-19. (In Farsi)
24. Rauw, W.M., Kanis, E., Noordhuizen-Strassen, E. N. & Grommers, F. J. (1998). Undesirable side effects of selection for high production efficiency in farm animals: a review. *Livestock Science*, 56,15–33.
25. Rokouei, M., VaezTorshizi, R., MoradiShahrbabak, M., Sargolzaei, A. & Sørensen, C. (2010). Effect of inbreeding on genetic parameters of production and reproduction traits and genetic trend of Iranian Holstein dairy cattle. *Iranian Journal of Animal Science*, 42(1), 1-10. (In Farsi)
26. Sadeghi-Sefidmazgi, A., Moradi-Shahrbabak, M., Nejati-Javaremi, A., Miraei-Ashtiani, S. R. & Amer, P. R. (2012). Breeding objectives for Holstein dairy cattle in Iran. *Journal of Dairy Science*, 95,3406–3418.

27. Sawalha, R. M., Keown, J. F., Kachman, S. D. & Van Vleck, L. D. (2005). Genetic evaluation of dairy cattle with test-day models with autoregressive covariance structures and with a 305-d model. *Journal of Dairy Science*, 88, 3346–3353.
28. Seyeddokht, A., Aslaminejad, A. A., Tahmoorespur, M., Naeemipour, H., Mahdavi, M. & Zabetiyan-Hosseini, M. (2012). Estimation of genetic trend for 305- day milk yield using random regression test day model in Iranian Holstein cattle. *Animal Production Research*, 1(1), 9- 18. (In Farsi)
29. Shahdadi, A. R., Hassani, S., Saghi, D. A., Ahani Azari, M., Eghbal, A. R. & A. Rahimi. (2014). Estimation of genetic parameters of first lactation production and reproduction traits in Iranian Holstein dairy cows. *Journal of Ruminant Research*, 1 (4), 109-126. (In Farsi)
30. Shirmoradi, Z., Salehi, A. R., Pahlevan, R. & Mollasalehi, M. R. (2010). Genetic parameters and trend of production and reproduction traits In Iranian Holstein cattle. *Journal of Animal Production*, 12(2), 21-28. (In Farsi)
31. Vanek, D. (2004). A relationship between production and reproduction traits in cows of Czech Pied cattle. *Czech Journal of Animal Science*, 49, 131–136.
32. Wall, E., Brotherstone, S., Woolliams, J. A., Banos, G. & Coffey, P. (2003). Genetic evaluation of fertility using direct and correlated traits. *Journal of Dairy Science*, 86, 4093- 4102.
33. Washburn, S. P., Silvia, W.J., Brown, C.H., McDaniel, B.T. & McAllister, A. J. (2002). Trends in reproductive performance in Southeastern Holstein and Jersey DHI herds. *Journal of Dairy Science*, 85, 244-251.
34. Weigel, K. A. & Rekaya, R. (2000). Genetic parameters for reproductive traits of Holstein cattle in California and Minnesota dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 83, 1072–1080.
35. Weller, J. & Ezra, I. (2004). Genetic analysis of the Israel Holstein dairy cattle population for production and nonproduction traits with a multi trait animal model. *Journal of Dairy Science*, 87, 1519-1527.
36. Zamiri, M. J. (1999). *Dairy cattle Production* (Second Ed.). Shiraz University Press. (in Farsi)
37. Zink, V., Lassen, J. & Štípková, M. (2012). Genetic parameters for female fertility and milk production traits in first-parity Czech Holstein cows. *Czech Journal of Animal Science*, 57(3), 108–114.