برآورد پارامترهای ژنتیکی برای صفت نسبت چربی به پروتئین شیر در گاوهای شیری ایران

همایون فرهنگ‌فر*[۱]، مسلم باشتنی[۲]، مهشید محمّدپناه[۳] و علیرضا اقبال[۴]

۱) استاد گروه علوم دامی، دانشگاه بیرجند، خراسان جنوبی، ایران.
۲) استاد گروه علوم دامی، دانشگاه بیرجند، خراسان جنوبی، ایران.
۳) دانشجوی دکتری گروه علوم دامی،دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران.
۴) کارشناس‌ارشد مرکز اصلاح نژاد دام و بهبود تولیدات دامی، کرج، ایران.

*نویسنده مسئول: **hfarhangfar@birjand.ac.ir**

شماره صفحات
۵-۲۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۰۲

چکیده

این پژوهش، به‌منظور برآورد پارامترهای ژنتیکی صفت نسبت چربی به پروتئین در رکوردهای شیر روز آزمون گاوهای شیری ایران انجام شد. از تعداد ۲۹۵۸۲۰ رکورد شیر روز آزمون سه بار دوشش متعلّق به ۲۹۵۸۲ رأس گاو شکم اول در ۶۲۲ گله که طی سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۹۱ زایش داشتند، استفاده گردید. صفت مزبور با استفاده از یک مدل تابع کواریانس تجزیه و تحلیل ژنتیکی شد. در مدل، اثرات تصادفی ژنتیکی افزایشی و محیط دائمی گاوها برای شکل منحنی تولید در طول دوره شیردهی، توسط چندجمله‌ای‌های متعامد لژاندر با توان سوّم برازش شدند. آنالیز داده‌ها توسط نرم‌افزار DXMRR انجام شد. بیش‌ترین همبستگی فنوتیپی (۰/۲۰۹) و ژنتیکی (۰/۹۸۸) بین ماه‌های نهم با دهم و محیط دائمی بین ماه هفتم و هشتم (۰/۹۳۸) بود. کم‌ترین وراثت‌پذیری در ماه سوّم (۰/۰۲۹) و بیش‌ترین مقدار آن در ماه اوّل (۰/۰۶۴) به‌دست آمد. مقادیر پایین وراثت‌پذیری نشان می‌دهد که صفت مزبور، تنوع ژنتیکی اندکی را در جمعیّت گاوهای شیری ایران دارد و لذا عملکرد حیوانات، بیش‌تر تابع اثر عوامل محیطی است.

کلمات کلیدی: پارامترهای ژنتیکی، تابع کواریانس، گاوهای شیری، مدل روز آزمون و نسبت چربی به پروتئین.

مقدمه

امروزه ارزش گاوهای ماده، به‌واسطه عملکرد آن‌ها برای صفاتی مانند تولید شیر، درصد چربی و درصد پروتئین آن مشخص می‌شود. با توجّه به اثر ترکیبات شیر در قیمت‌گذاری محصول، منظور کردن آن‌ها در برنامه گزینش ژنتیکی دام، یک امر ضروری است (Shadparvar, 1997). صفات تولید شیر، درصد چربی و درصد پروتئین آن، از مهم‌ترین صفات مورد استفاده در محاسبه شاخص اقتصادی برای انتخاب گاوهای شیری محسوب می‌شوند. از این رو، این صفات، به‌دلیل امکان بهبود ژنتیکی و ارزش بالای اقتصادی ، مورد توجّه اکثر متخصّصین اصلاح‌نژاد دام قرار گرفته‌اند. از طرفی، تعیین صفاتی که بتوانند به‌عنوان شاخصی برای ارزیابی وضعیت انرژی ذخیره شده در بافت‌های حیوان مورد استفاده قرار گیرند نیز مورد توجّه روزافزون محقّقین قرار گرفته است. توسعه و استفاده از این قبیل صفات در عمل، مستلزم داشتن درک روشن از ارتباط ژنتیکی و فنوتیپی آن‌ها با صفات مختلف عملکردی (اعم از تولید و تولید مثل) در حیوان است (Negussie *et al*, 2013). نسبت چربی به پروتئین[1](FPR) به‌عنوان یک شاخص[2]مهم از سلامتی حیوان است و تنها زمانی می‌تواند مفید واقع گردد که در نمونه‌های انفرادی شیر، پایش شود. رکوردهای تولید شیر، در حقیقت، تصویری از موقعیّت گله (در رابطه با مقدار شیر و اجزای تشکیل دهنده شیر) فراهم می‌کند؛ بنابراین وضعیّت تغذیه‌ای حیوانات را به‌لحاظ مصرف انرژی، پروتئین و فیبرخام نشان می‌دهد. در گله‌های با تولید بالا، نیاز به اطّلاعات قابل توجّه بیش‌تری در خصوص تولید شیر هر یک از گاوها وجود دارد (Richardt, 2004). لذا به‌منظور ارزیابی وضعیّت تغذیه حیوان، تغییر و تبدیل مواد غذایی و همچنین سوخت و ساز بدن، مطالعه نسبت چربی به پروتئین شیر، دارای اهمیّت است. نسبت مطلوب و بهینه درصد چربی به درصد پروتئین شیر بین ۱/۴-۱/۲ است؛ مقادیر کم‌تر از ۱/۲ ممکن است به اسیدوز تحت بالینی در گاو منجر شود که در نهایت بر عملکرد تولیدمثل حیوان اثر نامطلوب دارد؛ مقادیر بالاتر از ۱/۴ برای نسبت مزبور، به‌عنوان سنجه‌ای مناسب در رابطه با تعیین احتمال بروز اختلال متابولیکی کتوز محسوب می‌گردد (Haas & Hofirek, 2004). بر مبنای یافته‌های پیشین، می‌توان ادّعا نمود که FPR منعکس کننده وضعیّت تعادل انرژی در گاو است، لذا می‌تواند یک سنجه بسیار مفید برای شناسایی مشکلات بالقّوه در حیوان باشد. این موضوع از اهمیّت کاربردی برخوردار است چون اندازه‌گیری مستقیم تعادل انرژی، بسیار پر هزینه است. افزون بر موارد بیان شده، FPR با بروز اختلالات دیگری نیز مرتبط است. برای مثال، FPR به‌عنوان یک شاخص از بیماری ورم پستان تحت بالینی در اولین دوره‌ی شیردهی گاوهای هلشتاین کانادایی گزارش شد (Jamrozik & Schaeffer, 2012). نسبت چربی به پروتئین، به‌عنوان یک خصوصیّت ژنتیکی درنظر گرفته می‌شود و لذا بین افراد یک جمعیّت، برای آن، تنوّع وجود دارد. از این رو، می‌توان بر اساس این صفت، گاوها را انتخاب نمود. برای این امر، لازم است ابتدا پارامترهای ژنتیکی برآورد شوند. اجزای واریانس و کواریانس (ژنتیکی و محیطی) مبنای برآورد پارامترهای وراثت‌پذیری، تکرارپذیری و همچنین همبستگی‌های

[1] Fat: protein ratio (FPR)
[2] Indicator

ژنتیکی، محیطی و فنوتیپی میان صفات می‌باشند. بر این اساس، برآورد این اجزاء برای طراحی برنامه‌های مناسب اصلاح نژادی، پیش‌بینی ارزش‌اصلاحی و همچنین برآورد میزان پیشرفت ژنتیکی در یک جمعیّت تحت انتخاب، ضروری است (Thompson, 1996). به‌نظر می‌رسد که تاکنون تحقیقی در رابطه با صفت مذکور بر روی گاوهای شیری هلشتاین ایران انجام نشده باشد؛ لذا هدف اصلی این مطالعه، تجزیه و تحلیل ژنتیکی صفت نسبت چربی به پروتئین در رکوردهای شیر روز آزمون گاوهای شیری ایران بود.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق، متغیّر وابسته (یا صفت)، نسبت چربی به پروتئین (FPR) در رکوردهای شیر روز آزمون بود. به‌منظور برآورد پارامترهای ژنتیکی صفت نسبت چربی به پروتئین روز آزمون، از اطّلاعات جمع‌آوری شده توسط مرکز اصلاح نژاد دام و بهبود تولیدات دامی کشور استفاده شد. داده‌های مورد استفاده شامل ۲۹۵۸۲۰ رکورد شیر روز آزمون (سه بار دوشش در روز) متعلّق به ۲۹۵۸۲ رأس گاو شکم اول در ۶۲۲ گله بود که طی سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۹۱ زایش داشتند. داده‌های مزبور پس از طی چندین مرحله‌ی ویرایش بر روی داده‌های خام، ایجاد شدند. برخی از موارد ویرایشی عبارت بودند از: گاوهایی که فاقد پدر یا مادر مشخص بودند، حذف شدند. رکوردها، مربوط به گاوهای شکم اول سه بار دوشش در روز بودند. فاصله اولین رکوردگیری بعد از زایش، حدّاقل ۴ روز و حدّاکثر ۳۰ روز بود. سن گاو در نخستین زایش، در فاصله بین ۱۸ تا ۴۰ ماه بود. رکوردهای روز آزمون تکراری در هر گامه‌ی شیردهی، حذف شدند. تعداد رکوردهای روز آزمون هر گاو ۱۰ بود. تعداد روزهای شیردهی، حدّاکثر ۳۰۰ روز بود. گاوهایی که درصد ژن هلشتاین در آن‌ها کم‌تر از ۵۰ درصد بود حذف شدند. درصد ژن هلشتاین در فایل ارقام، محدود به مقادیر ۵۰ تا ۱۰۰ درصد شد. گاوهایی که درصد ژن هلشتاین آن‌ها کم‌تر از ۱۰۰ بود به‌عنوان گاوهای زینه[3]و گاوهایی که درصد ژن هلشتاین آن‌ها ۱۰۰ درصد بود به‌عنوان گاوهای اصیل هلشتاین[4]گروه‌بندی شدند. تعداد کل پدرها و مادرها در فایل شجره به‌ترتیب ۲۳۸۹ و ۲۷۵۱۴ و تعداد کل حیوانات شجره ۵۶۹۰۱ رأس بود. فایل حاوی اطّلاعات اولیه، در برگیرنده داده‌های مربوط به درصد چربی و درصد پروتئین در رکوردهای شیر روز آزمون گاوهای هلشتاین (در گاوداری‌های تحت پوشش رکوردگیری در سطح کشور) به‌همراه اطّلاعات تاریخ تولّد، تاریخ زایش، روز شیردهی، تاریخ رکوردگیری و شجره گاوها بود. محاسبات مورد نیاز درون فایلی (نظیر محاسبه نسبت چربی به پروتئین، سن رکوردگیری و فاصله رکوردگیری از زمان زایش حیوان) در فایل ارقام توسط نرم‌افزارهای فاکس پرو (ویرایش ۲/۶) و SPSS (ویرایش ۲۲) انجام شد. ساختار فایل شجره در جدول ۱ ارائه شده است. آنالیز ژنتیکی رکوردهای نسبت چربی به پروتئین روز آزمون، توسط یک مدل تابع کواریانس[5](مدل روز آزمون با تابعیت تصادفی) و به‌وسیله نرم‌افزار تخصّصی DXMRR (زیر مجموعه نرم‌افزار DFREML)

[3] Grade
[4] Holstein pure-bred
[5] Covariance function

انجام شد. اجزای واریانس و کواریانس ژنتیکی و محیطی صفت مذکور، با استفاده از روش حداکثر درستنمایی محدود شده برآورد گردیدند. بر اساس اجزای مزبور، پارامترهای ژنتیکی (که شامل وراثت‌پذیری FPR در ماه‌های شیردهی و همبستگی‌های ژنتیکی بین آن‌ها بود) محاسبه شدند. در شکل ماتریس، مدل تابع کواریانس به‌صورت رابطه زیر بود:

رابطه ۱: $$\mathbf{y} = \mathbf{Xb} + \mathbf{Zu} + \mathbf{Wp} + \mathbf{e}$$

جدول ۱: ساختار فایل شجره و داده‌های مورد استفاده

Table 1. Pedigree structure of the data

آمار statistics	اطّلاعات Information
56	**تعداد کل حیوانات شجره** The total number of pedigree animals
288.31	میانگین طول دوره‌ی شیردهی (روز) Average lactation period (day)
25.69	میانگین سن هنگام نخستین زایش (ماه) Average age at first birth (months)
96.32	میانگین درصد ژن هلشتاین Average percentage of Holstein gene
12.38	میانگین تعداد دختر به ازای هر پدر Average number of girls per sire
1.07	میانگین تعداد دختر به ازای هر مادر Average number of girls per dam
47.55	میانگین تعداد دختر به ازای هر گله Average number of girls per each herd
3.84	میانگین تعداد پدر به ازای هر گله Average number of sire per herd
44.23	میانگین تعداد مادر به ازای هر گله Average number of dam per herd
10	**تعداد رکورد روز آزمون به ازای هر دختر** Number of test day records per girl
475.59	**میانگین تعداد رکورد روز آزمون به ازای هر گله** Average number of test day records per each herd

در مدل فوق $\mathbf{y}$ بردار مشاهدات مربوط به صفت نسبت چربی به پروتئین، $\mathbf{b}$، $\mathbf{u}$، $\mathbf{p}$ و $\mathbf{e}$ به‌ترتیب بردارهای مربوط به اثرات ثابت، اثر تصادفی ژنتیکی افزایشی گاو، اثر تصادفی محیطی دائمی گاو و اثر تصادفی باقی‌مانده مدل می‌باشند. $\mathbf{X}$، $\mathbf{Z}$ و $\mathbf{W}$ ماتریس‌های ضرایب هستند که مشاهدات را به‌ترتیب به بردارهای $\mathbf{b}$، $\mathbf{u}$ و $\mathbf{p}$ ارتباط می‌دهند. در مدل فوق، اثرات ثابت شامل گروه هم‌زمان گله – سال- فصل زایش (در ۵۹۸۸ سطح)، و متغیّرهای کمکی (در شکل خطی) درصد ژن هلشتاین و سن گاو هنگام رکوردگیری بودند. تابع چندجمله‌ای متعامد لژاندر[7](با مرتبه سوم[8]) برای درنظر گرفتن شکل کلی منحنی شیردهی مجموعه گاوها (در بردار $\mathbf{b}$) و همچنین برای درنظر گرفتن شکل منحنی شیردهی هر یک از گاوها در دو سطح ژنتیکی (بردار $\mathbf{u}$) و محیط دائمی (بردار $\mathbf{p}$) به‌کار برده شد.

[6] Random regression test day model
[7] Orthogonal Legendre polynomials
[8] Third order

نتایج و بحث

در جداول ۲ و ۳ برآوردهای اجزای واریانس و کواریانس ژنتیکی افزایشی و محیط دائمی ضرایب مختلف تابع لژاندر ارائه شده است. نتایج نشان داد که بیش‌ترین درصد تغییرات ژنتیکی افزایشی و محیط دائمی رکوردهای نسبت چربی به پروتئین توسط جمله‌ی اوّل تابع گنجانده شده در مدل (که عرض از مبدأ می‌باشد) در نظر گرفته می‌شود. این نشان می‌دهد که در ارزیابی ژنتیکی رکوردهای شیر روز آزمون با تابعیّت ثابت، بخش عمده تنوّع تولید شیر طی دوره‌ی شیردهی توسط پارامتر عرض از مبدأ که نشان دهنده سطح تولید است، توجیه می‌گردد. در این پژوهش، میزان اجزای واریانس و کواریانس محیط دائمی بالاتر از واریانس و کواریانس ژنتیکی افزایشی بود. در یک پژوهش مشخص گردید چندجمله‌ای لژاندر با درجه برازش ۳ برای هر دو اثر تصادفی ژنتیکی افزایشی و محیط دائمی مناسب‌ترین است (Strabel *et al*, 2005). همچنین در پژوهشی دیگر چندجمله‌ای لژاندر با درجه برازش ۶ مناسب‌ترین مدل جهت برازش داده‌ها گزارش شد (El Faro *et al*, 2008). معمولاً توابع با درجات برازش بالاتر گرچه انعطاف پذیری بالاتری دارند و سبب نمایش بهتر تغییرات شده و افزایش دقّت را در پی دارند، با این وجود زمانی که درجات برازش رگرسیون چندجمله‌ای افزایش می¬یابد، تعداد پارامترهایی که باید برآورد شوند افزایش یافته که این امر محاسبات را پیچیده نموده و سبب برآوردهای غیرواقعی در نقاط انتهایی منحنی شیردهی می‌شود (Meyer, 2005). یکی از مواردی که در استفاده از درجات برازش مختلف باید مدّنظر قرار گیرد، تعداد رکورد به ازای هر رأس دام می‌باشد؛ به‌طوری‌که هر چه تعداد رکوردهای روز آزمون به ازای هر رأس دام افزایش یابد، استفاده از درجات برازش پایین برای برازش داده‌ها کافی به‌نظر می‌رسد. در جدول ۴ برآورد اجزای واریانس و کواریانس ژنتیکی افزایشی رکوردهای نسبت چربی به پروتئین در ماه‌های مختلف شیردهی ارائه گردیده است.

جدول ۲: برآورد اجزای واریانس - کواریانس ژنتیکی افزایشی برای ضرایب تابع لژاندر

Table 2. Estimate of variance - covariance of additive genetic components for Legendre function coefficients

ضریب Coefficient	جمله اوّل First term	جمله دوّم Second term	جمله سوّم Third term	جمله چهارم Fourth term
جمله اوّل First term	0.0033			
جمله دوّم Second term	0.0005			
جمله سوّم Third term	-0.0003	-0.0001	0.0005	

بر اساس نتایج، کواریانس ژنتیکی افزایشی رکوردهای نسبت چربی به پروتئین در بین ماه‌های شیردهی نزدیک به هم، زیاد و با افزایش فاصله بین ماه‌های شیردهی، کاهش می‌یابد. کاهش کواریانس‌های ژنتیکی بین ماه‌های مختلف شیردهی (که همراه با کاهش همبستگی ژنتیکی بین آن‌ها نیز می‌باشد) نشان‌دهنده این است که عملکرد نسبت چربی به پروتئین در ماه‌های مزبور عملاً به‌عنوان یک صفت شناخته نمی‌شود و لذا ژن‌های مختلفی بر عملکرد حیوان در ماه‌های مختلف شیردهی می‌تواند اثرگذار

باشد. علاوه بر این، متفاوت بودن شرایط محیطی اثرگذار بر عملکرد شیر با افزایش فاصله بین ماه‌های شیردهی می‌تواند دلیل دیگر کاهش همبستگی ژنتیکی بین آن‌ها باشد (Seyeddokht *et al*, 2011). اجزای واریانس و کواریانس محیط دائمی و فنوتیپی رکوردهای نسبت چربی به پروتئین در ماه‌های مختلف شیردهی به‌ترتیب در جداول ۵ و ۶ آمده است.

جدول ۳: برآورد اجزای واریانس - کواریانس محیط دائمی برای ضرایب تابع لژاندر

Table 3. Estimate of variance - covariance of permanent environment components for Legendre function coefficients

ضریب Coefficient	جمله اوّل First term	جمله دوّم Second term	جمله سوّم Third term	جمله چهارم Fourth term
جمله اوّل First term	0.0053			
جمله دوّم Second term	-0.000006	0.0049		
جمله سوّم Third term	-0.0009	-0.0002	0.0020	
جمله چهارم Fourth term	0.0003	-0.0010	-0.00007	**0.0009**

جدول ۴: برآورد اجزای واریانس (روی قطر) و کواریانس (زیر قطر) ژنتیکی افزایشی رکوردهای نسبت چربی به پروتئین در ماه‌های مختلف شیردهی

Table 4. Estimate of additive genetic variance (diagonals) and covariance (under diagonals) components for fat to protein ratio records in different months of lactation

ماه شیردهی Lactation month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.0049									
2	0.0026	0.0019								
3	0.0011	0.0014	0.0016							
4	0.00029	0.0011	0.0017	0.0020						
5	-0.000040	0.0010	0.0017	0.0021	0.0023					
6	-0.000030	0.00092	0.0016	0.0020	0.0023	0.0024				
7	0.00016	0.0088	0.0014	0.0018	0.0022	0.0024	0.0025			
8	0.00038	0.0081	0.0012	0.0016	0.0019	0.0022	0.0025	0.0026		
9	0.00048	0.00068	0.00097	0.0013	0.0017	0.0021	0.0024	0.0027	0.0029	
10	0.00028	0.00042	0.00069	0.0010	0.0014	0.0019	0.0023	0.0026	0.0029	0.030

جدول ۵: برآورد اجزای واریانس (روی قطر) و کواریانس (زیر قطر) محیط دائمی رکوردهای نسبت چربی به پروتئین در ماه‌های مختلف شیردهی

Table 5. Estimate of permanent environment variance (diagonals) and covariance (under diagonals) components for fat to protein ratio records in different months of lactation

ماه شیردهی Lactation month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.012									
2	0.0075	0.0074								
3	0.0038	0.0063	0.0070							
4	0.0012	0.0046	0.0062	0.0062						
5	-0.00053	0.0026	0.0044	0.0053	0.0052					
6	-0.0015	0.00061	0.0023	0.0037	0.0046	0.0050				
7	-0.0018	-0.0010	0.00033	0.0019	0.0035	0.0048	0.0056			
8	-0.0017	-0.0019	-0.0011	0.00041	0.0022	0.0041	0.0055	0.0063		
9	-0.0011	-0.0017	-0.0014	-0.0004	0.0010	0.0027	0.0044	0.0059	0.0069	
10	-0.0004	-0.00021	-0.00020	-0.00017	0.00008	0.0007	0.0020	0.0041	0.0072	0.011

جدول ۶: برآورد اجزای واریانس (روی قطر) و کواریانس (روی قطر) فنوتیپی رکوردهای نسبت چربی به پروتئین در ماه‌های مختلف شیردهی

Table 6. Estimate of phenotypic variance (diagonals) and covariance (under diagonals) components for fat to protein ratio records in different months of lactation

ماه شیردهی Lactation month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.077									
2	0.010	0.063								
3	0.0049	0.0078	0.056							
4	0.0015	0.0058	0.0079	0.052						
5	-0.0005	0.0036	0.0062	0.0074	0.050					
6	-0.0015	0.0015	0.0039	0.0057	0.0069	0.047	0.048			
7	-0.0016	-0.0001	0.0017	0.0038	0.0057	0.0072	0.048			
8	-0.0013	-0.0011	0.0001	0.0020	0.0042	0.0064	0.0081	0.047		
9	-0.0006	-0.0011	-0.0004	0.0009	0.0027	0.0048	0.0069	0.0086	0.047	
10	-0.0001	0.0002	0.0004	0.0008	0.0015	0.0026	0.0043	0.0068	0.010	0.049

میزان واریانس محیط دائمی در همه ماه‌ها بیش از واریانس ژنتیکی افزایشی می‌باشد و این نشان می‌دهد که نقش مدیریّت و سازه‌های محیطی بیش از عوامل ژنتیکی در میزان نسبت چربی به پروتئین شیر مؤثّر می‌باشد. روند تغییرات کواریانس محیط دائمی با روند تغییرات کواریانس ژنتیکی افزایشی تقریباً مشابه می‌باشد. در چهار ماه اوّل شیردهی، برخی کواریانس‌های منفی بین ماه‌های مزبور با سایر ماه‌های شیردهی نیز وجود داشت که نشان دهنده ارتباط منفی محیطی در رابطه با نسبت چربی به پروتئین محسوب می‌گردد. کواریانس فنوتیپی از روندی مشابه با آنچه در بالا گفته شد، پیروی می‌کند که با نتایج به‌دست آمده توسط سایر پژوهشگران کم و بیش، مطابقت دارد (Bignardi *et al*, 2009., Kettunen *et al*, 2000., Seyeddokht *et al*, 2011). از پارامترهای ژنتیکی مهم در اصلاح نژاد دام ضرایب همبستگی ژنتیکی، فنوتیپی و محیطی است (Rostami, 2003). همبستگی ژنتیکی بیان کننده میزان شدّت و رابطه ژن‌های مؤثّر بر صفات موردنظر می‌باشد. مقادیر همبستگی ژنتیکی افزایشی (پایین قطر) و همبستگی فنوتیپی (بالای قطر) رکوردهای نسبت چربی به پروتئین روز آزمون بین ماه‌های مختلف شیردهی در جدول ۷ و همبستگی محیط دائمی در جدول ۸ ارائه شده است. مقادیر همبستگی ژنتیکی افزایشی، فنوتیپی و محیط دائمی در اکثر موارد مثبت و در بقیّه موارد منفی بود. همبستگی ژنتیکی بین رکوردهای روز آزمون، با افزایش فاصله بین روزهای شیردهی از یک‌دیگر کاهش یافت و بیش‌ترین همبستگی بین روزهای شیردهی مجاور برآورد گردید. بیشترین همبستگی ژنتیکی افزایشی بین ماه‌های نهم و دهم (۰/۹۸۸) به‌دست آمد که می‌تواند بیانگر این موضوع باشد که تظاهر فنوتیپی دو ماه مزبور، تحت تأثیر ژن‌های یکسانی است. حدّاکثر همبستگی محیط دائمی بین ماه‌های هفتم و هشتم (۰/۹۳۸) بود. همچنین کمترین همبستگی ژنتیکی افزایشی و محیط دائمی به‌ترتیب بین ماه اوّل و پنجم(۰/۰۱۲-) و دوّم و هشتم (۰/۲۸۲-) دوره‌ی شیردهی برآورد گردید. پایین بودن همبستگی‌های مزبور نشان می‌دهد تظاهر فنوتیپی به‌واسطه ژن‌های متفاوتی بیان می‌شود و همچنین اثرات محیطی متفاوتی بر آن اثر دارد. پژوهشگران دیگری نیز حدّاکثر همبستگی را بین

ماه‌های نزدیک به‌هم گزارش نمودند (Jamrozik & Schaeffer, 1997., Razmkabir *et al*, 2010., Ahmadi, 2011).

جدول ۷: وراثت‌پذیری (روی قطر)، همبستگی‌های ژنتیکی افزایشی (زیر قطر) و فنوتیپی (بالای قطر) رکوردهای نسبت چربی به پروتئین روز آزمون در ماه‌های مختلف شیردهی

Table 7. Heritability (diagonals), additive genetic (under diagonals) and phenotypic (upper diagonals) correlations for fat to protein ratio records in different months of lactation

ماه شیردهی Lactation month	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
1	0.064	0.145	0.075	0.023	-0.009	-0.025	-0.028	-0.022	-0.011	-0.002
2	0.852	0.030	0.131	0.101	0.064	0.028	-0.003	-0.020	-0.020	0.004
3	0.396	0.816	0.029	0.145	0.116	0.077	0.034	0.002	-0.009	0.009
4	0.092	0.587	0.944	0.039	0.145	0.115	0.076	0.041	0.018	0.017
5	-0.012	0.475	0.876	0.982	0.047	0.142	0.116	0.087	0.057	0.032
6	-0.009	0429	0.809	0.931	0.981	0.051	0.151	0.134	0.103	0.055
7	0.047	0.402	0.715	0.835	0.911	0.974	0.052	0.169	0.144	0.089
8	0.107	0.360	0.588	0.697	0.795	0.896	۰۰0.0	0.056	0.182	0.140
9	0.127	0.289	0.448	0.551	0.666	0.797	0.913	0.982	0.061	0.209
10	0.075	0.177	0.313	0.430	0.562	0.711	0.850	0.944	0.988	0.061

جدول ۸: سهم واریانس محیط دائمی از کل (روی قطر) و همبستگی محیط دائمی (زیر قطر) رکوردهای نسبت چربی به پروتئین روزآزمون در ماه‌های مختلف شیردهی

Table 8. Proportion of permanent environment variance from the total variance (diagonals) and permanent environmental correlation (below diagonals) for fat to protein ratio records in different lactation mothers

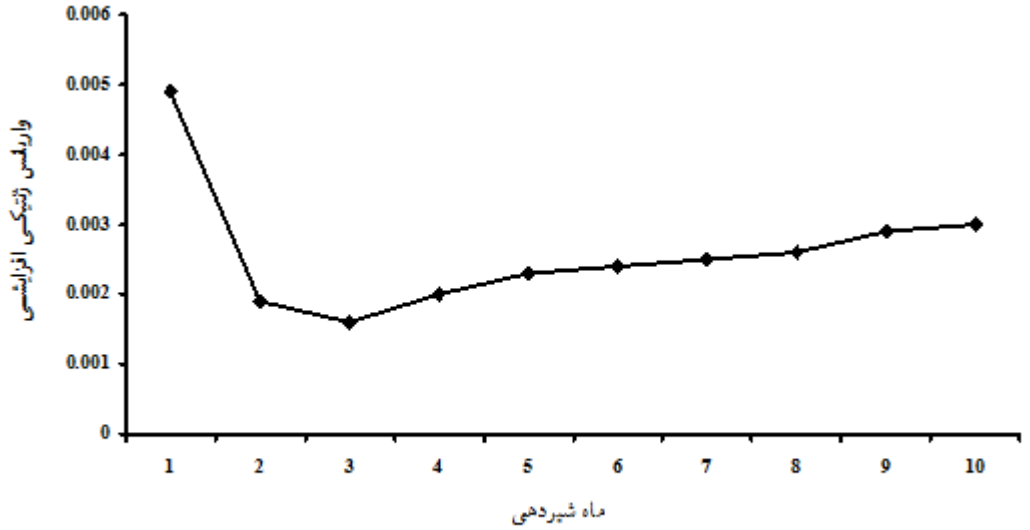
ماه شیردهی Lactation month	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
1	0.16									
2	0.784	0.118								
3	0.414	0.884	0.123							
4	0.137	0.681	0.936	0.119						
5	-0.067	0.418	0.740	0.922	0.105					
6	-0.193	0.100	0.400	0.633	0.898	0.105				
7	-0.223	-0.158	0.053	0.237	0.650	0.915	0.116			
8	-0.193	-0.282	-0.166	0.066	0.396	0.734	0.938	0.132		
9	-0.127	-0.247	-0.209	-0.065	0.175	0.417	0.717	0.898	0.146	
10	-0.034	-0.024	-0.023	-0.020	0.011	0.099	0.253	0.484	0.808	0.234

میزان همبستگی فنوتیپی بین ماه‌های شیردهی کمتر از همبستگی ژنتیکی افزایشی و محیط دائمی در همان ماه‌ها می‌باشد. میزان همبستگی بین ماه‌های نزدیک به هم زیاد و با افزایش فاصله از هم کاهش می‌یابد که این امر به‌دلیل تغییرات واریانس‌ها و کواریانس‌های اجزای تشکیل دهنده همبستگی فنوتیپی است. بیشترین همبستگی فنوتیپی بین ماه نهم با دهم (۰/۲۰۹) و کمترین میزان همبستگی بین ماه اوّل و هفتم (۰/۰۲۸-) می‌باشد (جدول ۷). در رابطه با صفت نسبت چربی به پروتئین (FPR) بیشتر مطالعات انجام شده پیشین، در رابطه با محاسبه همبستگی آن با سایر صفات بوده است. برخی پژوهشگران همبستگی‌های ژنتیکی بین نسبت چربی به پروتئین را طی مراحل مختلف دوره‌ی شیردهی از ۰/۶۱ تا ۰/۹۷

دسته‌بندی کرده و همبستگی ژنتیکی بین FPR و تولید شیر را در اوایل شیردهی (تا روز ۵۰ شیردهی) مثبت و در دامنه ۰/۰۵ تا ۰/۲۲ ولی در اواخر دوره‌ی شیردهی، این همبستگی نزدیک به صفر یا منفی بود که نشان می‌دهد احتمالاً گاوها در یک تعادل منفی انرژی[9]قرار گرفته باشند. در این پژوهش، قدرت همبستگی ژنتیکی بین FPR و صفات باروری در طول دوره‌ی شیردهی متفاوت بود. در اوایل شیردهی همبستگی بین FPR و صفات روزهای بین زایش تا تلقیح[10] و روزهای باز[11]مثبت و از ۰/۱۴ تا ۰/۲۸ دسته‌بندی شده بود و همبستگی‌های ژنتیکی بین FPR و صفات نمره سلول‌های سوماتیک[12] ورم پستان بالینی[13]در اوایل شیردهی از ۰/۰۹ تا ۰/۲۰ دسته‌بندی شدند (Negussie *et al*, 2013). در مطالعه‌ای که هدف آن بررسی FPR به‌عنوان معیاری از وضعیّت تعادل انرژی بود، همبستگی بین FPR و تعادل انرژی در ۹ مرحله‌ی مختلف شیردهی با استفاده از یک مدل روز آزمون با تابعیّت تصادفی محاسبه شد که نسبت چربی به پروتئین و تعادل انرژی بیشترین همبستگی را در آغاز دوره‌ی شیردهی داشتند (۰/۴۳- برای روز ۱۵ شیردهی و ۰/۴۲- برای روز ۳۵ شیردهی). در روز ۵۵ شیردهی، همبستگی در حدّ متوسط بود (۰/۲۸-) و از روز ۷۵ شیردهی به بعد تعادل انرژی و نسبت چربی به پروتئین همبستگی بسیار پایینی داشتند (Buttchereit *et al*, 2010). تغییر در نسبت چربی به پروتئین طی اوایل شیردهی، اثر منفی روی وقوع آبستنی در گاو دارد (Loeffler *et al*, 1999). همبستگی ژنتیکی بین FPR و تعادل انرژی و بین FPR و نمره وضعیّت بدنی[14]در گاوهای هلشتاین آلمانی به‌ترتیب از ۰/۵- تا ۰/۶۲- و از ۰/۱۷ تا ۰/۱۹ برآورد شده و چنین نتیجه‌گیری شد که در اوایل شیردهی، FPR می‌تواند یک سنجه‌ی مناسب در رابطه با بررسی وضعیّت تعادل انرژی در حیوان باشد (Buttchereit *et al*, 2011). در یک پژوهش مشخص شد که FPR با تعادل انرژی همبستگی منفی دارد (۰/۳۶- تا ۰/۷۴-) (Grieve *et al*, 1986). در پژوهشی دیگر همبستگی فنوتیپی ۰/۵۰ بین FPR و تعادل انرژی (از هفته اول تا یازدهم پس از زایش) برآورد گردید (Reist *et al*, 2002). همچنین، پژوهشگران همبستگی فنوتیپی متوسطی را بین FPR (از هفته دوّم دوره شیردهی تا هفته‌های ۶، ۸، ۱۱ و ۱۵) و چندین صفت مرتبط با تعادل انرژی، برآورد نمودند (De Vries, & Veerkamp, 2000). نتایج یک پژوهش، همبستگی ژنتیکی مثبت و معنی‌داری را بین تعادل انرژی و محتوای پروتئین شیر، نشان داد (Huttmann *et al*, 2009). در یک پژوهش، FPR همبستگی منفی نسبتاً قوی (۰/۷۷-) را با درصد چربی شیر داشت ولی با درصد پروتئین شیر، همبستگی مثبت ضعیفی (۰/۱۸) را نشان داد (Groen&Vos, 1998). نسبت چربی به پروتئین شیر در مقایسه با هر کدام از دو جزء مزبور، پیش‌بینی کننده بهتری در رابطه با وضعیت تعادل انرژی می‌باشد (Grieve *et al*, 1986). نسبت چربی به پروتئین بالاتر از ۱/۵ نشان دهنده لیپولیز بالای غیرعادی در بدن است و پیش‌بینی کننده خوبی برای کتوزیس، جابه‌جایی

[9] Energy balance
[10] Day from calving to insemination (DFI)
[11] Days open (DO)
[12] Somatic cell score (SCS)
[13] Clinical mastitis (CM)
[14] Body condition score (BCS)

شیردان، کیست‌های تخمدان، ورم پستان و لنگش می‌باشد (Heuer *et al*, 1999، Geishauser *et al*, 1998). الگوی تغییرات واریانس ژنتیکی افزایشی FPR در شکل ۱ نشان داده شده است.

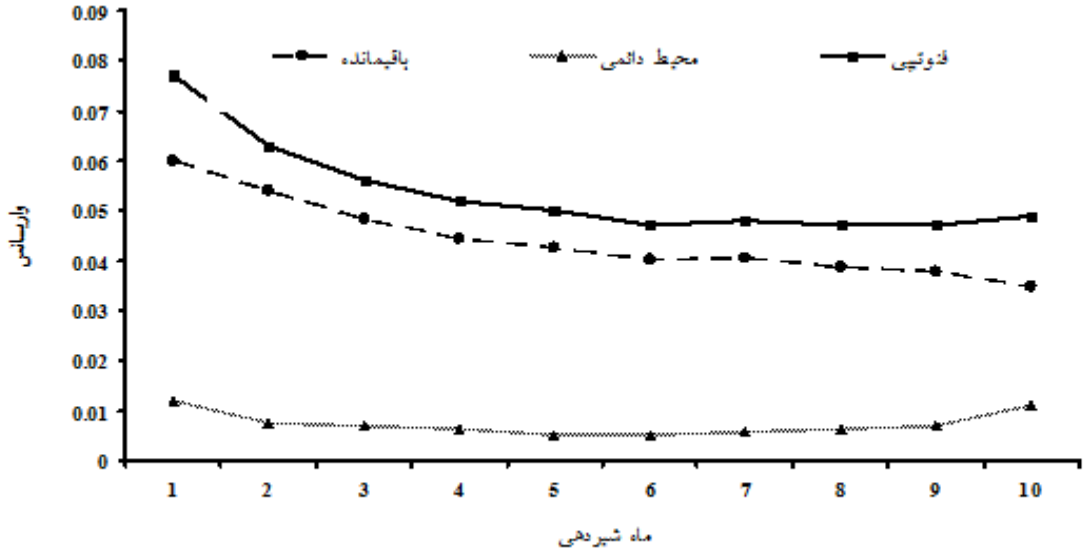


شکل ۱: تغییرات واریانس ژنتیکی افزایشی صفت نسبت چربی به پروتئین در ماه‌های مختلف شیردهی

Figure 1. Changes of additive genetic variance for the trait of fat to protein ratio in different months of lactation

با توجّه به نمودار میزان واریانس ژنتیکی افزایشی، به‌استثنای ماه اوّل که در حداکثر مقدار خود قرار دارد، از ماه دوّم به‌بعد، به‌تدریج افزایش یافته است. به‌طور کلی، واریانس ژنتیکی افزایشی نسبت چربی به پروتئین در نیمه‌ی دوّم شیردهی بزرگتر از واریانس ژنتیکی افزایشی به‌دست آمده برای نیمه‌ی اوّل دوره‌ی شیردهی می‌باشد که نشان‌دهنده این واقعیت است که گاوها در نیمه‌ی دوّم شیردهی برای صفت مزبور، دارای تنوّع ژنتیکی بیشتری هستند. همچنین بیشترین میزان واریانس ژنتیکی افزایشی، در اولین مرحله‌ی شیردهی به‌دست آمد، که با نتایج دو پژوهش پیشین مطابقت دارد (Bignardi *et al*, 2009., Strabel & Mistzal, 1999)، امّا با نتایج برخی پژوهشگران که بیشترین میزان این پارامتر را در انتهای شیردهی گزارش کردند، مغایر است (Cobuci *et al*, 2005., Mehrban, 2007). الگوی تغییرات واریانس محیط دائمی، باقی‌مانده و فنوتیپی در شکل ۲ نشان داده شده است. با توجّه به شکل ۲ حدّاکثر و حدّاقل واریانس محیط دائمی برای صفت نسبت چربی به پروتئین روز آزمون برای ماه‌های اوّل و ششم و برای واریانس باقی‌مانده به‌ترتیب در ماه‌های اوّل و دهم به‌دست آمد. باید توجّه نمود که تغییرات محیطی شدید در ابتدا و انتهای دوره شیردهی سبب می شود که تغییرات نسبت چربی به پروتئین به‌خوبی توسط مدل برازش شده تبیین نگردد. الگوی تغییرات واریانس باقی‌مانده صفت نسبت چربی به پروتئین بیانگر این مطلب بود که واریانس باقی‌مانده در اوایل دوره‌ی شیردهی زیاد بوده و تا انتهای دوره کاهش می‌یافت. مدل‌های تابعیّت تصادفی با فرض واریانس باقی‌مانده متغیّر در طول دوره‌ی شیردهی، در مقایسه با مدل‌هایی با همان درجات برازش برای تابع کواریانس افزایشی

و محیط دائمی ولی با فرض واریانس باقی‌مانده ثابت در طول دوره‌ی شیردهی، به‌دلیل افزایش دقّت برآورد مؤلفه‌ی واریانس باقی‌مانده در مراحل مختلف دوره‌ی شیردهی دارای عملکرد بهتری هستند (Bignardi *et al*, 2009، Brotherstone *et al*, 2000., Jensen, 2001).

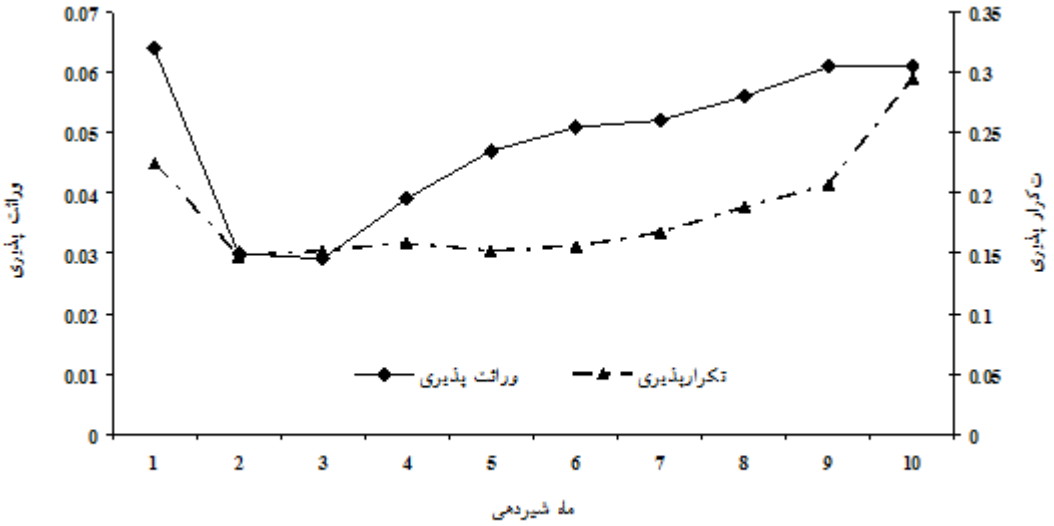


شکل ۲: تغییرات واریانس فنوتیپی، محیط دائمی و باقی‌مانده صفت نسبت چربی به پروتئین روز آزمون در ماه‌های مختلف شیردهی

Figure 2. Changes of phenotypic, permanent environmental and residual variance for the trait of fat to protein ratio in different lactation months

در بسیاری از مطالعات، به‌دلیل محدودیّت محاسباتی، واریانس باقی‌مانده را در طول دوره‌ی شیردهی ثابت فرض کرده‌اند. در یک پژوهش، بیشترین مقدار واریانس باقی‌مانده صفت تولید شیر در ابتدا و انتهای دوره‌ی شیردهی (Pool & Meuwissen, 2000) و در پژوهش دیگر، حدّاکثر مقدار واریانس باقی‌مانده تولید شیر در اوایل دوره‌ی شیردهی (Strabel *et al*, 2005) گزارش شد. روند تغییرات واریانس فنوتیپی در شکل ۲ نشان دهنده این واقعیّت است که میزان این پارامتر در اوایل و اواخر شیردهی میل به افزایش دارد و حدّاقل مقدار آن مربوط به اواسط شیردهی می‌باشد. در یک تحقیق، حدّاقل مقدار واریانس فنوتیپی در اواسط دوره‌ی شیردهی گزارش شد (De Roos *et al*, 2004). پژوهشگران به‌منظور مقایسه چندجمله‌ای-های لژاندر با درجات برازش مختلف جهت برازش داده‌های روز آزمون تولید شیر در گاوهای هلشتاین جنوب شرقی برزیل از مدل‌های رگرسیون تصادفی مختلفی استفاده نمودند. نتایج نشان داد که واریانس فنوتیپی در هر سه مدل مورد استفاده، مشابه و طی دو هفته اوّل شیردهی بالا بوده، سپس تا اواسط دوره‌ی شیردهی کاهش یافته و در نهایت از هفته ۲۰ تا انتهای دوره‌ی شیردهی سیر صعودی داشت که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد (Bignardi *et al*, 2009). افزایش تنوّع ناشی از محیط دائمی در ابتدا و انتهای دوره‌ی شیردهی به‌ترتیب بازتابی از اثرات فشار متابولیکی وارده بر گاو برای افزایش تولید شیر و آبستنی گاو است. شکل ۳ تغییرات مربوط به وراثت‌پذیری و تکرارپذیری صفت نسبت چربی به پروتئین را در اولین دوره‌ی

شیردهی نشان می‌دهد. با توجّه به شکل، حدّاکثر میزان وراثت‌پذیری در این مطالعه مربوط به ماه اول (۰/۰۶۴) و حدّاقل آن مربوط به ماه سوّم (۰/۰۲۹) می‌باشد. مقدار پارامتر یاد شده از ماه سوّم دوره شیردهی تا انتها، به‌تدریج افزایش یافته است.



شکل ۳- تغییرات وراثت‌پذیری و تکرارپذیری صفت نسبت چربی به پروتئین در ماه‌های مختلف شیردهی

Figure 3. Changes of heritability and repeatability for the ratio of fat to protein in different months of lactatio

. میانگین وراثت‌پذیری صفت مزبور در مطالعه حاضر (۰/۰۴۹) می‌باشد. عمده تحقیقات انجام شده روی FPR پیرامون بررسی ارتباط آن با سایر صفات عملکردی در گاوهای شیری بوده است و در مجموع، توجّه نسبتاً کمی پیرامون بررسی ژنتیکی FPR وجود داشته است. از این رو، برآورد پارامترهای ژنتیکی (نظیر وراثت‌پذیری) برای صفت مزبور، به‌ندرت انجام شده است (Buttchereit *et al*, 2012., Jamrozik & Schaeffer, 2012). دو محقق، وراثت‌پذیری بزرگی (۰/۶۹ تا ۰/۷۹) را برای صفت FPR برآورد کردند (Meinert *et al*, 1989., Vos & Groen, 1998). در مطالعه‌ای، پژوهشگران وراثت‌پذیری نسبت چربی به پروتئین روز آزمون اوّلین دوره‌ی شیردهی را در محدوده ۰/۱۳ تا ۰/۲۵ برآورد کردند، به‌طوری که در اوایل شیردهی (روز هشتم تا ۵۰ شیردهی) وراثت‌پذیری از ۰/۱۳ تا ۰/۲۰ دسته‌بندی شد و از روز ۵۰ شیردهی، وراثت‌پذیری FPR به‌تدریج افزایش یافت و به اوج ۰/۲۵ در میانه‌ی شیردهی رسید (روز ۱۷۰ شیردهی) و همچنان تا روز ۲۷۰ شیردهی با همان مقدار به‌تثبیت رسید و تا حدود ۰/۲۳ تا انتهای شیردهی کاهش نشان داد. این پژوهشگران وراثت‌پذیری متوسط برآورد شده در مطالعه خود را ناشی از تنوّع ژنتیکی قابل توجّه برای FPR در گاو نوردیک قرمز گزارش کردند (Negussie *et al*, 2013). برآورد وراثت‌پذیری مطالعه‌ی حاضر، بسیار پایین‌تر از دامنه‌ی ۰/۱۴ تا ۰/۱۹ گزارش شده برای گاوهای سیمنتال استرالیایی (Gredler *et al*, 2006) و گاوهای هلشتاین اسپانیایی بود (Pena, 2006) و همچنین پایین‌تر از دامنه‌ی ۰/۲۰ تا ۰/۵۴ برای گاوهای هلشتاین آلمانی (Buttchereit *et al*, 2011) و ۰/۱۴ تا ۰/۴۰ برای گاوهای هلشتاین کانادایی بود(Jamrozik & Schaeffer, 2012). تاکنون در ایران، مطالعه ژنتیکی روی رکوردهای FPR روز آزمون گاوهای شیری انجام نگرفته است و

اکثر مطالعات انجام شده به‌صورت مجزا بر روی رکوردهای شیر روز آزمون (Arab *et al*, 2012, MoghadasZadeh *et al*, 2005, AhmadiSharokht *et al*, 2012)، رکوردهای پروتئین روز آزمون (JafariTorabghan *et al*, 2012) و یا رکوردهای چربی روز آزمون (MoghadasZadeh *et al*, 2005, ElahiZadeh *et al*, 2010) بوده است. در پژوهش اخیری که بر روی گاوهای هلشتاین ایران انجام شد، اثر FPR (به‌عنوان یک سازه) بر احتمال وقوع اختلال متابولیکی کاهش چربی شیر مورد بررسی قرار گرفت (Moghadam *et al*, 2013). در یک پژوهش، حدّاقل میزان وراثت‌پذیری صفات تولید شیر و چربی در اوایل دوره‌ی شیردهی برآورد شد. در این مطالعه، میزان پارامتر مذکور به‌سمت اواسط دوره‌ی شیردهی افزایش و در حدود ماه هشتم دوره‌ی شیردهی در حدّاکثر میزان خود بوده (۰/۲۸ برای تولید شیر و ۰/۲۲ برای تولید چربی)، سپس به سمت انتهای دوره‌ی شیردهی کاهش یافت که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت ندارد (MoghadasZadeh *et al*, 2005). در پژوهشی دیگر، از یک مدل روز آزمون با تابعیّت ثابت چندصفته به‌منظور تجزیه و تحلیل رکوردهای روز آزمون صفات تولیدی (شیر، چربی و پروتئین) دو نژاد هلشتاین و جرزی استفاده شد و وراثت‌پذیری برآورد شده برای صفت شیر، میزان چربی و میزان پروتئین نژاد هلشتاین به‌ترتیب ۰/۴، ۰/۲۵ و ۰/۳۷ گزارش شد، همچنین پارامتر مذکور در نژاد جرزی برای صفات شیر، میزان چربی و پروتئین به‌ترتیب ۰/۳۹، ۰/۲۱ و ۰/۳۴ گزارش شد (Mostert *et al*, 2004). این در حالی است که در پژوهشی دیگر، وراثت‌پذیری تولید پروتئین، با یک مدل روز آزمون تکرارپذیر ۰/۱۶ برآورد گردید (Lidauer *et al*, 2003). در مطالعه‌ای، مدل‌های روز آزمون با تابعیّت ثابت و تصادفی برای ارزیابی ژنتیکی گاوهای نژاد رندنا در ایتالیا به‌کار برده شد و وراثت‌پذیری صفت تولید پروتئین با مدل روز آزمون با تابعیّت ثابت ۰/۱۶ برآورد گردید (Guzzo *et al*, 2009). در این مطالعه، تکرارپذیری برآورد شده برای صفت نسبت چربی به پروتئین نسبتاً بالا و از ۰/۲۲۴ تا ۰/۲۹۵ متغیّر بود. با توجّه به شکل ۳ حدّاکثر میزان آن در این مطالعه مربوط به ماه دهم (۰/۲۹۵) و حدّاقل میزان آن مربوط به ماه دوّم (۰/۱۴۸) بوده و مقدار پارامتر یاد شده از ماه دوّم دوره‌ی شیردهی تا انتها به تدریج افزایش یافته است. در یک مطالعه، تکرارپذیری نسبت چربی به پروتئین برای همه‌ی مدل‌های روز آزمون با تابعیّت ثابت (با استفاده از توابع علی و شفر، ویلمینگ، GUO، سوالو و لژاندر پلی نومیال) بین ۰/۴۹ و ۰/۵۴ دسته‌بندی شد و برای مدل‌های روز آزمون با تابعیّت تصادفی در آغاز دوره‌ی شیردهی (روز ۱۵ شیردهی) بالاترین بود و بین ۰/۸۱ و ۰/۸۳ دسته‌بندی شد و تا روز ۳۵ شیردهی نیز بالا بود (بین ۰/۶۳ و ۰/۷۱). مقادیر به‌دست آمده برای دوره‌ی شیردهی بعدی تا روز ۹۵ شیردهی بین ۰/۵۲ و ۰/۶۱ به‌دست آمد و منحنی افزایش اندکی را پس از روز ۹۵ شیردهی تا پایان آن نشان داد (Buttchereit *et al*, 2010). نتایج به‌دست آمده از این پژوهش نشان داد که به‌طور کلی، میانگین وراثت‌پذیری نسبت چربی به پروتئین روزانه، به استثنای ماه اوّل، در نیمه‌ی اوّل دوره‌ی شیردهی کوچکتر از میانگین وراثت‌پذیری به‌دست آمده برای نیمه‌ی دوّم آن است. افزایش وراثت‌پذیری در نیمه‌ی دوّم شیردهی، تابع افزایش واریانس ژنتیکی و کاهش تنوّع محیط موقّت بوده و نشان می‌دهد بخش قابل توجّهی از تنوع فنوتیپی ناشی از تنوّع ارزش

اصلاحی حیوانات است، که دلالت بر توارث‌پذیرتر بودن صفت در نیمه‌ی دوّم دوره‌ی شیردهی دارد. چنین نتایجی توسط سایر محقّقان که به مطالعه مدل‌های روز آزمون مختلف پرداخته‌اند نیز گزارش شده است (Bignardi *et al*, 2009., Mehrban, 2007). همچنین پایین بودن میزان وراثت‌پذیری در ماه سوّم نشان دهنده این واقعیّت است که تنوع محیطی، سهم عمده‌ای از تنوع فنوتیپی صفت را در ابتدای شیردهی تشکیل می‌دهد. بالا بودن تنوّع محیطی در ماه سوّم را می‌توان به این صورت توجیه نمود که عملکرد گاو در این زمان، می‌تواند تا حدّ زیادی متأثر از سازه‌هایی چون وضعیّت تغذیه حیوان باشد. وراثت-پذیری هر جامعه، خاص آن جامعه بوده و سازه‌های زیادی روی آن اثرگذار هستند که این سازه‌ها می‌توانند سبب ایجاد اختلاف در برآورد آن پارامتر ژنتیکی گردند (Naemipour, 2005). تفاوت عمده در برآورد وراثت‌پذیری این تحقیق نسبت به وراثت‌پذیری برآورد شده توسط سایر محققین را می‌توان به سازه‌هایی چون خطای اندازه‌گیری صفت مورد بررسی، وجود شرایط محیطی و ساختار ژنتیکی متفاوت در گله‌ها، نحوه ویرایش ارقام، مدل‌های مورد استفاده و در صورت یکسان بودن مدل، استفاده از روش‌های مختلف برآورد اجزای واریانس و کواریانس نسبت داد. در یک تحقیق تفاوت‌های موجود در اندازه‌ی وراثت-پذیری برآورد شده برای FPR در میان مطالعات مختلف، به‌علّت اختلافات در داده‌ها، نژاد مورد مطالعه و انواع مختلف مدل‌ها و اثرات موجود در برآورد مدل‌ها تشخیص داده شد (Negussie *et al*, 2013).

نتیجه‌گیری

مقادیر پایین وراثت‌پذیری صفت FPR در مطالعه حاضر، نشان می‌دهد که صفت مزبور تنوّع ژنتیکی اندکی را در جمعیّت گاوهای شیری دارا می‌باشد و فنوتیپ حیوان، بیشتر تحت تأثیر سازه‌های محیطی است. لذا نتیجه‌گیری می‌شود انتخاب ژنتیکی برای این صفت، بهبود ژنتیکی قابل ملاحظه‌ای را ایجاد نخواهد نمود.

منابع

Ahmadi ShahrakhtM., FarhangfarH., BashtaniM., ShadparvarA., & AkbariM. (2012). Estimation of Genetic Parameters for Milk Trait at Different Milking Times for Holstein Cows of Khorasan Razavi Using a Random Regression Test Day Model. *Iranian Journal of Animal Science Research*, *4*(2).

Allahyarzadeh ,H., Moghadam, H. Naeemipour, K. Shojaeian, (2012). Estimation of Genetic Parameters for Milk Fat Yield Trait in Holestein Cattle by Test Day Model, *Animal Sciences*, 89, 41.

Arab., A, Farhangfar., H (2012). The use of fixed and random regression test day models in genetic analysis of daily milk yield of Mashhad's Holstein cows. *Journal of Animal Science Research*, 22(4), 57-68.

Bignardi, A. B., El Faro, L., Cardose, V. L. Machado, P. F. and Albuquerque, L. G. (2009). Parametric correlation functions to model the structure of permanent environmental (co)variances in milk yield random regression models. Dairy Science Journal. 92: 4634-4640.

Bignardi, A. B., El Faro, L., Torres Junior, R. A. A., Cardoso, V. L., Machado, P. F. and Albuquerque, L. G. (2011). Random regression models using different functions to model test-day milk yield of Brazilian Holstein cows. Genetics and Molecular Research. 10(4): 3565-3575.

Brotherstone, S., White, I. M. S. and Meyer, K. (2000). Genetic modeling of daily milk yield using orthogonal polynomials parametric curves. Animal Science Journal. 70: 407-415.

Buttchereit, N., Stamer, E., Junge, W. and Thaller, G. (2010). Evaluation of five lactation curve models fitted for fat: protein ratio of milk and daily energy balance. Dairy Science Journal. 93: 1702-1712.

Buttchereit, N., Stamer, E., Junge, W. and Thaller, G. (2011). Genetic relationships among daily energy balance ,feed intake, body condition score, and fat to protein ratio of milk in dairy cows. Dairy Science Journal. 94: 1586-1591.

Buttchereit, N., Stamer, E., Junge, W. and Thaller, G. (2012). Genetic parameters for energy balance, fat /protein ratio, body condition score and disease traits in German Holstein cows. Animal Breeding and Genetics. 129: 280-288.

Cobuci, J. A., Euclydes, R. F., Lopes, P. S. and Costa, C. N. (2005). Estimation of genetic parameters for test-day milk yield in Holstein cows using a random regression model. Genetics and Molecular Biology. 28: 75-83.

De Roos, A. P., Harbers, W. and Jong, G. D. (2004). Random herd curves in a test-day model for milk, fat, and protein production of dairy cattle in the Netherlands. Dairy Science Journal. 87: 2693-2701.

De Vries, M. J. and Veerkamp, R. F. (2000). Energy balance of dairy cattle in relation to milk production variables and fertility. Dairy Science Journal. 83: 62-69.

El Faro, L., Cardoso, V. L. and de Albuquerque, L. G. (2008). Variance component estimates applying random regression models for test-day milk yield in Caracu heifers (Bos Taurus Artiodactyla, Bovine). Genetics and Molecular Biology. 31(3): 665-673.

Estimation of energy balance at the individual and herd level using blood and milk traits in high yielding dairy cows. Dairy Science Journal. 85: 3314-3327.

Geishauser, T. D., Leslie, K., Duffield, T. and Edge, V. (1998). An evaluation of protein/fat ratio in first DHI test milk for prediction of subsequent displaced abomasum in dairy cows. Canadian Journal of Veterinarian Researcher. 62: 144-147.

Gredler, B., Fuerst, C. and Sölkner, J. (2006). Genetic relationship between body condition score, days to first service and production traits in Austrian Simmental cattle. Commun. No. 11-05 in Proc. 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Belo Horizonte, Brazil.

Grieve, D. G., Korver, S., Rijpkema, Y. S. and Hof, G. (1986). Relationship between milk composition and some nutritional parameters in early lactation. Livestock Production Science Journal. 14: 239-254.

Guzzo, N., Sartori, C. and Mantovani, R. (2009). Test day milk yields variance component estimation using repeatability or random regression models in the Rendena breed. Italian Journal of Animal Science. 8: 71-73.

Haas, D. and Hofirek, B. (2004). The diagnostic importance of milk components for a human and cows' health. (In Czech) CUA Prague, Proceedings of contributions: Milk day. 26-29.

Heuer, C., Schukken, Y. H. and Dobbelaar, P. (1999). Postpartum body condition score and results from the first test day milk as predictors of disease, fertility,

Huttmann, H., Stamer, E., Junge, W., Thaller, G. and Kalm, E. (2009). Analysis of feed intake and energy balance of high-yielding first lactating Holstein cows with fixed and random regression models. Animal. 3: 181-188.

Jafari Torbaghan, M., Farhangfar, H., Bashtani, M., Mohammad Nazari, B., Sarir, H. (2012). Genetic evaluation of cows for milk protein yield trait using fixed and random regression test day models. *Animal Production Research*, 1(2), 9-20.

Jamrozik, J. and Schaeffer, L. R. (1997). Estimation of genetic parameters for a test day model with random regressions for yield traits of first lactation Holstein. Dairy Science Journal. 80: 762-770.

Jamrozik, J. and Schaeffer, L. R. 2012. Test-day somatic cell score fat-to-protein ratio and milk yield as indicator traits for sub-clinical mastitis in dairy cattle. Animal Breeding and Genetics. 129: 11-19.

Jensen, J. (2001). Genetic evaluation of dairy cattle using test-day models. Dairy Science Journal. 84: 2803-2812.

Kettunen, A., Mantysaari, E. A. and Poso, J. (2000). Estimation of genetic parameters for daily milk yield of primiparous Ayrshire cows by random regression test-day models. Livestock Production Science Journal. 66: 251-261.

Lidauer, M., Mantysaari, E. A. and Stranden, I. (2003). Comparison of test-day models for genetic evaluation of production traits in dairy cattle. Livestock Production Science Journal. 79: 73-86.

Loeffler, S. H., De Vries, M. J. and Schukken, Y. H. (1999). The effects of time of disease occurrence, milk yield, and body condition on fertility of dairy cows. Dairy Science Journal. 82: 2589-2604.

Meinert, T. R., Korver, S. and Van Arendonk, J. A. M. (1989). Parameter estimation of milk yield and composition for 305 days and peak production. Dairy Science Journal. 72: 1534-1539.

Meyer, k. (2005). Scope for a random regression model in genetic evaluation of beef cattle for growth. Livestock Production Science Journal. 86: 68-83.

Mostert, B. E., Groeneveld, E. and Kanfer, F. H. J.(2004). Test day models for production traits in dairy cattle. South African Journal of Animal Science. 34: 35-37.

Negussie, E., Strandén, I. and Mäntysaari, E. A. (2013). Genetic associations of test-day fat: protein ratio with milk yield, fertility, and udder health traits in Nordic Red cattle. Dairy Science Journal. 96: 1237-1250.

Pena, J. (2006). Genetic correlated traits for female fertility evaluation in Spanish Holstein. Interbull Bulletin. 34: 31–33.

Pool, M. H. and Meuwissen, T. H. E. (2000). Reduction of the number of parameters needed for a polynomial random regression test day model. Livestock Production Science journal. 64: 133-145.

Reist, M., Erdin, D., Von Euw, D., Tschuemperlin, K., Leuenberger, H., Chilliard, Y., Hammon, H. M., Morel, C., Philipona, C., Zbinden, Y., Kuenzi, N. and Blum, J. W. (2002). Estimation of energy balance at the individual and herd level using blood and milk traits in high-yielding dairy cows. J Dairy Sci. 85:3314-27.

Richardt, W. (2004). Milk composition as an indicator of nutrition and health. (In Czech) The Breeding. 11: 26–27.

Seyeddokht, A., Aslaminejad, A., Tahmoorespour, M., Farhangfar, H. (2011). 'Estimation of Genetic Parameters for Milk Yield Using Random Regression Test Day Model in Iranian Holstein', Iranian Journal of Animal Science Research, 3(3), pp. -. doi: 10.22067/ijasr.v3i3.11304.

Strabel, T. and Mistzal, I. (1999). Genetic parameters for first and second lactation milk yield of Polish Black and White cattle with random regression test-day models. Dairy Science Journal. 82: 2805-2810.

Strabel, T., Szyda, J., Ptak, E. and Jamrozik, J. (2005). Comparison of random regression test-day models for Polish Black and White cattle. Dairy Science Journal. 88: 3688-3699.

Thompson, R. (1996). Design of experiments to estimate genetic parameters within population. In: Evolution and Animal Breeding W.G. Hill and T.F.C. Mackay. CAB International. 169-174.

Vos, H. and Groen, A. F. (1998). Altering milk protein/fat ratio: results of a selection experiment in dairy cattle. Livestock Production Science Journal. 53: 49-55.

yield, and culling in commercial dairy herds. Dairy Science Journal. 82: 295-304.

Estimation of genetic parameters for fat: protein ratio trait in Iranian dairy cows

Homayoun Farhangfar*[1], Moslem Bashtani[2], Mahshid Mohammad Panah[3] and AliReza. Eghbal[4]

1) Professor., Dept. of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand.
2) Professor, Dept. of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand.
3) Ph.D. Student of Animal Science, Shahid Bahonar University of Kerman.
4) M.Sc., Animal Breeding Center.

Correspondence Author: **hfarhangfar@birjand.ac.ir**

Accepted: 2021. 09. 24 Received: 2021. 06. 07

Abstract

The aim of this research was estimation of genetic parameters for the fat: protein trait (FPR) in daily milk test records of Iranian dairy cow. From a total of 295,820 monthly daily milk test records, 29,582 first-parity cows in 622 herds were used which were calved from 1997 to 2012. The trait was analyzed using a covariance function. Orthogonal Legendre polynomials with a 3^{th} order were implemented to take account of genetic and environmental aspects of milk production over the course of lactation. The data were analyzed with the help of DXMRR software. Maximum phenotypic and genetic correlations (0.209 and 0.988) was obtained between the ninth and tenth month Maximum permanent environment correlation (0.938) was observed between the seventh and eighth months. The lowest (0.029) and highest (0.064) heritability's were obtained for the third and first months of the lactation, respectively. Low heritability magnitudes showed that there is a low genetic variation for FPR trait which is suggesting much more effects of environmental factors.

Keywords: Covariance function- Dairy cows- Fat-protein ratio- Genetic parameters- Test day model