Archive of SID

تخمین پارامترهای ژنتیکی رکوردهای آزمون ماهیانه شیر در گاوهای هلشتاین ایران

همایون فرهنگ فر[۱]، هانی رضائی [۲]

چکیده

در این تحقیق به منظور تخمین پارامترهای ژنتیکی صفت تولید شیر روزانه، از تعداد ۱۷۹٤٦۰ رکورد آزمون ماهیانه شیر متعلق به ۱۷۹٤٦ رأس گاو هلشتاین (سه بار دوشش در روز که همه آنها ۱۰ رکورد روز آزمون داشتند) در ۲۸۷ گله که طی سال های ۱۳٦۵ تا ۱۳۸۰ برای اولین بار زایش کرده بودند، استفاده شد. رکوردهای آزمون ماهیانه شیر با یک مدل حیوانی و با استفاده از تابع کواریانس مورد تجزیه و تحلیل ژنتیکی قرار گرفتند. در مدل مزبور گروه همزمان مدیریتی گله- سال زایش - فصل تولید و متغیر کمکی سن هنگام تولید حیوان به عنوان اثرات ثابت در نظر گرفته شدند. اثرات تصادفی ژنتیکی افزایشی و محیط دائمی گاوها در طول دوره شیردهی با استفاده از چند جمله ای متعامد لژاندر با توان چهارم برازش شدند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که ماه های نیمه دوم دوره شیردهی وراثت پذیری بیشتری نسبت به ماه های نیمه اول دوره شیردهی دارند. پایین ترین و بالاترین مقادیر وراثت پذیری به ترتیب متعلق به ماه های اول (۰/۰٦۳) و هفتم شیردهی (۰/۲۹۹) بودند. بر اساس نتایج حاصل، همبستگی ژنتیکی میان رکوردهای آزمون شیر با افزایش فاصله بین ماه های شیردهی از یکدیگر کاهش یافت به طوری که کمترین میزان همبستگی ژنتیکی (۰/۳۹۸) بین ماه های اول و دهم شیردهی بود.

کلید واژه ها: پارامترهای ژنتیکی، تابع کواریانس، گاو هلشتاین ایران

مقدمه

هدف اصلی از اجرای برنامه های اصلاح نژاد در دام های مزرعه ای افزایش قابلیت تولید و در نهایت سود آوری آنها از طریق بهبود ژنتیکی در صفات مهم اقتصادی است. این امر از طریق افزایش میانگین ژنتیکی جمعیت برای یک یا چند صفت مهم اقتصادی امکان پذیر خواهد بود. بهبود ژنتیکی در یک جمعیت از دام های اهلی فرآیندی است که در طی آن حیوانات با ارزش ژنتیکی بالاتر از متوسط انتخاب می شوند تا نسل فرزندانی را ایجاد نمایند که میانگین ارزش ژنتیکی آنها بالاتر از میانگین جمعیت اولیه باشد. حداکثر راندمان پیشرفت ژنتیکی در هر برنامه انتخاب زمانی حاصل می گردد که ارزش اصلاحی واقعی افراد مورد گزینش معلوم باشد. با این وجود در شرایط واقعی ارزش اصلاحی پیش بینی شده حیوانات در دسترس می باشد. ارزش ارثی پیش بینی شده افراد یک جمعیت را می توان بر اساس رکورد یا رکوردهای موجود برای هر حیوان و یا خویشاوندان آن بدست آورد (۱).

به منظور پیش بینی ارزش اصلاحی حیوانات، پارامترهای ژنتیکی از قبیل وراثت پذیری و همبستگی های ژنتیکی بین صفات مورد نیاز می باشند. لذا در اصلاح نژاد دام و طیور اطلاع داشتن از پارامترهای ژنتیکی صفت یا صفات مورد نظر ضرورت دارد. تخمین پارامترهای ژنتیکی مستلزم برآورد مؤلفه های واریانس و کواریانس اثرات ژنتیکی افزایشی و محیطی در یک مدل آماری مناسب است. برای برآورد مؤلفه های واریانس و کواریانس روش های مختلف آماری بر اساس

۱- استادیار، گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند
(Hfarhangfar2003@yahoo.co.uk)
۲- مربی، گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند

تاریخ دریافت: ۸۵/۳/۱۶
تاریخ پذیرش: ۸۶/۱۱/۲۹

www.SID.ir

Archive of SID

فرضیات مدل ابداع گردیده است که از بین آنها می توان به روش های مبتنی بر آنالیز واریانس، حداکثر درستنمایی، حداکثر درستنمایی محدود شده و بیزی اشاره نمود (۱۰). با داشتن برآورد مؤلفه های واریانس و کواریانس ژنتیکی و محیطی برای صفات مورد نظر می توان ارزش اصلاحی حیوانات را با کمک روش بهترین پیش بینی نااریب خطی ابداع شده توسط هندرسون[1] در طی سال های ۱۹۴۹ تا ۱۹۷۵ میلادی که دارای خصوصیات آماری نظیر حداکثر بودن همبستگی بین ارزش اصلاحی واقعی با ارزش اصلاحی پیش بینی شده و حداقل بودن واریانس خطای پیش بینی می باشد بدست آورد (۱۹).

بسیاری از صفاتی که دارای اهمیت اقتصادی در صنعت پرورش دام و طیور می باشند در طول زمان تغییرات پیوسته ای را نشان می دهند. صفاتی نظیر میزان رشد و یا وزن در دام های پرواری و همچنین تولید تخم مرغ در هفته های مختلف تخمگذاری در ماکیان از نمونه صفات تکرارپذیر در طول زمان هستند (۲). صفت تولید شیر روزانه در طول یک دوره شیردهی گاوهای شیری یک صفت تکرار پذیر نیز محسوب می شود که در طی ماه های مختلف شیردهی تغییر می نماید. به منظور آنالیز ژنتیکی (برآورد پارامترهای ژنتیکی و پیش بینی ارزش اصلاحی حیوانات) صفت تولید شیر روزانه گاوهای شیری در یک دوره شیردهی، مدل های آماری گوناگونی از قبیل مدل روز- آزمون توسط محققان زیادی استفاده شده است (۳، ۶، ۱۳ و ۱۸) که در بین آنها مدل آماری تابع کواریانس (یا تابعیت تصادفی[2]) اخیراً بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. تابع کواریانس یک تابع پیوسته است که همبستگی بین اندازه های مختلف یک صفت را در زمانهای مختلف در نظر می گیرد. مزیت عمده ارزیابی به روش مبتنی بر تابع کواریانس آن است که تغییرات تولید شیر در طی دوره شیردهی گاوها با استفاده از ضرائب تصادفی یک تابع مناسب نظیر تابع چند جمله ای متعامد لژاندر (با درجات مختلف برازش) در دو سطح ژنتیکی و محیط دائمی در نظر گرفته می شوند (۶ و ۱۷) که این امر موجب می شود میزان پاسخ به انتخاب با صحت بیشتری برآورد گردد (۲). مدل های روز آزمون بدلیل افزایش اطلاعات مورد استفاده در پیش بینی ارزش اصلاحی دام ها، عدم نیاز به استفاده از ضرایب تصحیح ۳۰۵ روز (۳، ۷ و ۱۷) و در نظر گرفتن تفاوت های ژنتیکی بین گاوها برای شکل منحنی شیردهی آنها، بهتر از مدل مبتنی بر رکورد های ۳۰۵ روز می باشند. با این وجود بکار گیری مدل های روز آزمون در مقایسه با مدل ۳۰۵ روز، نیازمند رایانه هایی با سرعت پردازش بیشتر و ظرفیت حافظه بالاتر می باشند. این امر بدلیل افزایش چندین برابری رکوردهای مورد استفاده برای هر حیوان در مدل روز آزمون است.

سؤال اصلی در تحقیق حاضر این است که آیا وراثت پذیری شیر روزانه در ماه های شیردهی یکسان است؟ آیا همبستگی ژنتیکی بین شیر ماه های شیردهی تغییرات می نماید؟ هدف از این تحقیق استفاده از یک مدل روز آزمون با تابع کواریانس برای برآورد پارامترهای ژنتیکی (وراثت پذیری و همبستگی ژنتیکی) برای صفت تولید شیر روزانه گاوهای هلشتاین بود که همه آنها ۳۰۵ روز شیردهی با ۱۰ رکورد روز آزمون داشتند.

مواد و روش ها

در این تحقیق از تعداد ۱۷۹۴۶۰ رکورد آزمون ماهیانه شیر سه بار دوشش در روز متعلق به ۱۷۹۴۶ راس گاو هلشتاین در نوبت اول شیردهی آنها که طی سال های ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۰ زایش کرده بودند استفاده شد. داده های مورد استفاده در تحقیق

1- Henderson
2- Random Regression

www.SID.ir

Archive of SID

حاضر، محدود به گاوهایی بود که برای هر یک از آنها ۱۰ رکورد روز آزمون وجود داشت. در صورتی که محدودیتی در این خصوص وجود نداشته باشد تعداد ارقام موجود بطور قابل ملاحظه ای افزایش می یابد که این امر به نوبه خود می تواند مشکلات ناشی از کمبود نیاز رایانه ای را نیز ایجاد نماید. رکوردهای فوق توسط مرکز اصلاح نژاد دام کشور در ۲۸۷ گله جمع آوری شده بود. میانگین کل تولید شیر ۳۰۵ روز و سه بار دوشش برابر با ۷۳۶۵ کیلوگرم و میانگین تولید شیر روزانه گاوها در کل دوره کامل شیردهی ۲۵/۴۷ کیلوگرم بودند. مراحل مختلفی ویرایش داده ها عبارت بودند از:

۱- گاو دارای پدر و مادر معلوم باشد.

۲- سن هنگام زایش گاو بین ۱۸ تا ۳۶ ماه باشد.

۳- رکوردهای تکراری هر گاو برای هر ماه شیردهی حذف شد.

۴- تاریخ زایش و تولد گاو معلوم باشد.

۵- تعداد رکوردهای روز آزمون برای هر گاو ۱۰ عدد باشد.

در جدول ۱ میانگین و انحراف معیار رکوردهای آزمون ماهیانه شیر و روزهای شیردهی ارائه شده اند. بر اساس داده های ارائه شده در جدول چنانکه مشاهده می شود میانگین تولید شیر روزانه گاوها از ابتدای آغاز شیردهی تا ماه سوم آن افزایش و پس از آن بتدریج تا پایان دوره شیردهی کاهش یافته است. بر اساس اطلاعات جدول یاد شده، میانگین فواصل رکوردگیری پس از ماه اول شیردهی تقریباً ۳۰ روز بود.

به منظور برآورد مؤلفه های واریانس و کواریانس ژنتیکی و محیطی برای صفت میانگین تولید شیر روزانه گاوهای هلشتاین ایران در ماه های مختلف دوره شیردهی از یک مدل حیوانی استفاده شد که در آن تابع چند جمله ای و متعامد لژاندر (با توان چهارم) برای در نظر گرفتن شکل منحنی شیردهی گاوها در دو سطح ژنتیکی افزایشی و محیطی دائمی گنجانده شده بود. استفاده از توان چهارم برای تابع چند جمله ای لژاندر بدلیل آن بود که اولاً تعداد رکورد های روز آزمون برای هر گاو (۱۰ رکورد) بیش از درجه برازش ۴ است که این امر می تواند شکل منحنی شیردهی حیوانات را در دو سطح ژنتیکی و محیطی دائمی بطور مناسب در نظر گیرد.

جدول شماره ۱- برخی خصوصیات آماری رکوردهای آزمون ماهیانه شیر

آزمون ماهیانه	تعداد رکورد	روز شیردهی (فاصله از زایش)		شیر (کیلو گرم)	
		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
۱	۱۷۹٤٦	۱٤/۰۱	٦/۷۳۷	۲۳/٦۹	٥/۸۱۹
۲	۱۷۹٤٦	٤٤/٤٥	٦/٥۹٥	۲٥/۹٦	٥/۲٤۰
۳	۱۷۹٤٦	۷٤/۷۲	٦/۸۱۷	۲۸/۲٤	٥/٦۱۱
٤	۱۷۹٤٦	۱۰٥/۱۷	٦/٥۹۰	۲۷/۸۸	٥/۷۱۰
٥	۱۷۹٤٦	۱۳٥/٤۷	٦/۸۱۹	۲۷/۱۲	٥/۷۱٥
٦	۱۷۹٤٦	۱٦٥/۹۳	٦/٦۲۰	۲٦/۲۸	٥/۷۱۰
۷	۱۷۹٤٦	۱۹٦/۲۳	٦/۸٤۳	۲٥/٤۱	٥/٦۷٦
۸	۱۷۹٤٦	۲۲٦/۷۰	٦/٦٥۳	۲٤/٥۳	٥/٦۲۰
۹	۱۷۹٤٦	۲٥٦/۹۹	٦/۸۹٤	۲۳/٤۸	٥/٥٥۲
۱۰	۱۷۹٤٦	۲۸۷/٤۲	٦/۷۲۲	۲۲/۱٥	٥/٥۷٦

www.SID.ir

Archive of SID

ثانیاً با افزایش درجه برازش تابع لژاندر تعداد اجـزای واریانس و کواریانس مدل روز آزمون افـزایش قابـل ملاحظه پیدا می نماید که این امر بنوبه خـود سـبب افزایش مشکلات محاسباتی نظیر عـدم همگرایـی[1] می شود. مدل آماری مورد استفاده به صورت رابطـه ۱ بود.

کـه در آن y_{ijkl} نـشان دهنـده kامـین رکـورد آزمـون ماهیانـه شـیر در زمـان l شـیردهی، μ میانگین کل تولید شیر روزانه، $HYSOP$ اثـر ثابـت محیطی گله–سال–فصل تولید (برای افزایش تعـداد رکوردها در هر زیر گروه)، A_{ijkl} اثـر متغیـر کمکـی سن حیوان در هنگام رکورد گیری (بر حـسب مـاه)، a_{jRl} اثر تصادفی ژنتیکـی افزایـشی گاوهـا، pe_{jRl} اثر تصادفی محیط دائمـی و ME_{ijkl} اثـر تـصادفی باقیمانده (اشتباه آزمایش) می باشند. شکل کلی تابع چند جمله ای متعامد لژاندر به صورت رابطه ۲ است. (۹).

که در آن $\phi_R(l)$ جمله R ام از تابع لژانـدر و l زمان شیردهی استاندارد شده در فاصـله ۱ – تـا ۱ + بر اساس رابطه ۳ می باشد (۸).

که در این رابطه DIM_{std} روز شیردهی استاندارد شـده (در فاصـله ۱– تـا ۱+)، DIM_i i امـین روز شیردهی، DIM_{15} میـانگین روز شـیردهی در مـاه اول شیردهی (۳۰–۱ روز) و DIM_{285} میـانگین روز شیردهی در ماه آخر دوره شیردهی (۲۷۱–۳۰۰) می باشند. میانگین های مزبـور در سـطح جمعیـت مـی باشند و تعداد کل ماه های شیردهی موجود برای هر گاو ۱۰ عدد بود.

در مدل آماری فوق، برآورد مؤلفه های واریـانس و کواریانس ضرایب تابع کواریانس به روش حـداکثر درستنمایی محدود شده[2] و با اسـتفاده از الگـوریتم [3] (AI) توسـط نـرم افـزار DFREML (۱۱) بدسـت آمدند.

نسخه جدیدتر نـرم افـزار مزبـور تحـت عنـوان WOMBAT می باشد کـه تحـت سیـستم عامـل یونیکس می توان آن را استفاده نمود.

$$y_{ijkl}=\mu+(HYSOP_{il}+\sum_{m=1}^{3}\beta_m*(A_{ijkl}-\bar{A})^m+\sum_{R=0}^{k-1}(\gamma_R*\phi_R(l)) + \sum_{R=0}^{k-1}(a_{jRl}*\phi_R(l))+\sum_{R=0}^{k-1}(pe_{jRl}*\phi_R(l))+ME_{ijkl} \quad (۱)$$

$$\phi_R(l)=\frac{1}{2^R}\sqrt{\frac{2R+1}{2}}\sum_{M=0}^{R/2}(-1)^M\binom{R}{M}\binom{2R-2M}{R}l^{R-2M} \quad (۲)$$

$$DIM_{std}=-1+\frac{2(DIM_i-DIM_{15})}{DIM_{285}-DIM_{15}} \quad (۳)$$

1- Lack of Convergence

2- REML (Restricted Maximum Likelihood)

3- Average Information

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

برآورد وراثت پذیری تولید شیر روزانه در ماه های مختلف دوره شیردهی به همراه برآورد همبستگی های فنوتیپی و ژنتیکی میان آنها در جدول شماره ۲ ارائه شده اند. نتایج حاصل نشان داد که مقدار وراثت پذیری در ابتدای دوره شیردهی (ماه اول) کمترین مقدار و به تدریج بر مقدار آن افزوده می شود. به طوری که در ماه هفتم شیردهی به حداکثر می رسد. به طور کلی میانگین مقادیر وراثت پذیری تولید شیر روزانه در نیمه دوم دوره شیردهی بزرگتر از میانگین مقادیر وراثت پذیری در نیمه اول اول دوره شیردهی بود. این موضوع به دلیل بالاتر بودن مقدار متوسط تنوع ژنتیکی افزایشی شیر روز آزمون برای نیمه دوم شیردهی می تواند باشد. بدین ترتیب، صفت مزبور در نیمه دوم دوره شیردهی وراثت پذیرتر است. پائین بودن میزان وراثت پذیری شیر در ماه اول نشان می دهد که تنوع محیطی سهم عمده ای از تنوع فنوتیپی تولید شیر را در ابتدای دوره شیردهی تشکیل می دهد. بالا بودن تنوع محیطی در ماه اول شیردهی را می توان به این صورت توجیه نمود که عملکرد تولید شیر روزانه گاوها در این زمان از شیردهی تا حد زیادی تحت تأثیر عوامل محیطی نظیر وضعیت تغذیه حیوان در قبل از شروع دوره شیردهی جدید قرار دارد (۷).

به طور کلی وراثت پذیری های حاصل برای صفت تولید شیر در ماه های مختلف دوره شیردهی نوبت اول زایش گاوهای هلشتاین ایران کوچکتر از مقادیر محاسبه شده توسط محققان قبلی (۴، ۵، ۱۲ و ۱۵) می باشد که به دلیل متفاوت بودن سطح تولید، ساختار داده و همچنین بر حسب مدل مورد استفاده می توان آن را توجیه نمود. در صورتی که مدل مورد استفاده نیز یکسان باشد استفاده از روش های مختلف برآورد اجزای واریانس و کواریانس نظیر روش حداکثر درستنمایی، حداکثر درستنمایی محدود شده و روش آماری مبتنی بر بیز[1] می تواند بر مقدار پارامترهای ژنتیکی تأثیر داشته باشد نتایج حاصله از تحقیق حاضر نشان داد که بدلیل

جدول ۲- وراثت پذیری (روی قطر)، همبستگی ژنتیکی (بالای قطر) و همبستگی فنوتیپی (پائین قطر) بین رکوردهای آزمون ماهیانه شیر

ماه شیردهی	ماه اول	ماه دوم	ماه سوم	ماه چهارم	ماه پنجم	ماه ششم	ماه هفتم	ماه هشتم	ماه نهم	ماه دهم
ماه اول	۰/۰۶۳	۰/۸۴۵	۰/۶۸۵	۰/۵۸۵	۰/۵۲۳	۰/۴۸۹	۰/۴۷۴	۰/۴۶۵	۰/۴۴۸	۰/۳۹۸
ماه دوم	۰/۷۴۵	۰/۱۳۰	۰/۹۶۲	۰/۹۰۲	۰/۸۴۸	۰/۸۰۶	۰/۷۷۶	۰/۷۵۱	۰/۷۱۵	۰/۶۳۹
ماه سوم	۰/۵۱۷	۰/۸۱۸	۰/۲۰۳	۰/۹۸۴	۰/۹۵۳	۰/۹۲۱	۰/۸۹۴	۰/۸۶۵	۰/۸۲۵	۰/۷۵۱
ماه چهارم	۰/۳۶۱	۰/۶۷۲	۰/۸۳۸	۰/۲۵۷	۰/۹۹۱	۰/۹۷۳	۰/۹۵۲	۰/۹۲۶	۰/۸۸۷	۰/۸۲۰
ماه پنجم	۰/۲۷۶	۰/۵۳۰	۰/۷۳۲	۰/۸۵۹	۰/۲۸۳	۰/۹۹۵	۰/۹۸۲	۰/۹۶۰	۰/۹۲۵	۰/۸۶۶
ماه ششم	۰/۲۴۸	۰/۴۴۱	۰/۶۳۵	۰/۷۹۱	۰/۸۷۵	۰/۲۹۵	۰/۹۹۶	۰/۹۸۱	۰/۹۵۳	۰/۹۰۰
ماه هفتم	۰/۲۵۲	۰/۴۰۷	۰/۵۶۵	۰/۷۰۷	۰/۸۰۶	۰/۸۷۱	۰/۲۹۹	۰/۹۹۵	۰/۹۷۵	۰/۹۲۹
ماه هشتم	۰/۲۵۸	۰/۴۰۳	۰/۵۱۳	۰/۶۱۱	۰/۶۹۶	۰/۷۸۳	۰/۸۶۴	۰/۲۸۶	۰/۹۹۲	۰/۹۵۷
ماه نهم	۰/۲۴۴	۰/۴۰۰	۰/۴۷۹	۰/۵۳۵	۰/۵۹۴	۰/۶۷۸	۰/۷۸۴	۰/۸۷۰	۰/۲۷۳	۰/۹۸۴
ماه دهم	۰/۱۸۷	۰/۳۴۷	۰/۴۴۶	۰/۵۱۰	۰/۵۵۶	۰/۶۰۹	۰/۶۸۰	۰/۷۵۳	۰/۸۳۰	۰/۲۸۲

1- Bayesian Statistics

www.SID.ir

Archive of SID

در دوره شیردهی و با توجه به رابطه ریاضی $r_p = h_1 h_2 r_A + r_e e_1 e_2$، همبستگی های ژنتیکی افزایشی میان ماه های مختلف از نظر مقدار به طور کلی بزرگتر از همبستگی های فنوتیپی هستند.

به منظور آنالیز رکوردهای آزمون ماهیانه شیر برخی محققان (۱۴) مدل های با تکرار رکورد به کار برده اند. در آن مدل ها فرض می شود همبستگی ژنتیکی میا ن مقادیر تولید شیر در نوبت های مختلف رکوردگیری برابر با یک می باشد. این بدان معنا است مقادیر شیر در یک دوره شیردهی تظاهر یک صفت می باشند. در مطابقت با تحقیقات قبلی (۱۶) نتایج حاصل از این تحقیق نیز نشان می دهد که همبستگی ژنتیکی افزایشی بین آزمون های ماهیانه نزدیک به یکدیگر، بالا بوده ولی با افزایش فاصله بین آنها همبستگی ژنتیکی افزایشی کاهش قابل ملاحظه ای دارد. این امر نشان می دهد در صورتیکه داده ها با مدل روز آزمون و با روش تکرار رکورد[1] (که در آن ۳ مؤلفه واریانس شامل مؤلفه های ژنتیکی افزایشی، محیط دائمی و باقیمانده برآورد می شوند) آنالیز شوند پیش بینی ارزش اصلاحی حیوانات برای تک تک ماه های شیردهی (بر اساس برازش مدل روز آزمون) و در نهایت کل دوره شیردهی اریب خواهد بود. دلیل این امر آن است که در مدل روز آزمون با روش تکرار رکورد، تفاوت های فردی بین حیوانات از لحاظ شکل منحنی شیردهی که بدلیل ژنتیک و محیط پرورشی آنها است، در نظر گرفته نمی شود. در صورتی که مدل تابع کواریانس قادر به در نظر گرفتن کواریانس ژنتیکی میان مقادیر شیر در طول دوره شیردهی بوده که این امر منجر به پیش بینی ارزش های اصلاحی با صحت بیشتر می گردد.

سپاسگزاری

اطلاعات مورد استفاده در این تحقیق توسط مرکز اصلاح نژاد دام کشور وابسته به وزارت جهاد کشاورزی جمع آوری شده است. بدینوسیله مراتب تشکر و سپاسگزاری خود را از مسئولین محترم این مرکز اعلام می نمائیم. همچنین از حوزه پژوهشی دانشگاه بیرجند که امکانات مالی مورد نیاز برای اجرای این تحقیق را فراهم نمودند تشکر و قدردانی می گردد.

منابع

۱. ادریس، م. و وطن خواه، م. ۱۳۷۷. ژنتیک و اصلاح نژاد گاو شیری. انتشارات ارکان. اصفهان، ۲۸۰ ص.

2. Arango, J., and Van Vleck, L.D. 2002. Size of beef cows: early ideas, new developments. Genetics and Molecular Research, 1: 51-63.

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

4. Druet, T., Jaffrezic, F., Boichard, D. and Ducrocq, V. 2003. Modeling lactation curves and estimation of genetic parameters for first lactation test-day records of French Holstein cows. Journal of Dairy Science, 86:2480-2490.

5. Firat, M.Z., Theobald, C.M. and Thompson, R. 1997. Univariate analysis of test day milk yields of British Holstein-Friesian heifers using Gibbs sampling. Acta Agriculturae Scandinavica, 47:213-220

1- Repeatability Test day Model

www.SID.ir

Archive of SID

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

5. Kettunen, A., and Mantysaari, E.A. (1996) Estimation of genetic parameters for test-day milk production at different stages of lactation of Finnish Ayrshire heifers. Agricultural and Food Science in Finland, 5:185-192.

6. Kirkpatrick, M., Hill, W.G., and Thompson, R. (1994) Estimating the covariance structure of traits during growth and aging, illustrated with lactation in dairy cattle. Genetical Research, 64:57-69.

7. Kirkpatrick, M., Lofsvold, D., and Bulmer, M. 1990. Analysis of the inheritance, selection and evolution of growth trajectories. Genetics, 124:979-993.

8. Meyer, K. 1989. Estimation of genetic parameters. In "Evolution and Animal Breeding" (W.G. Hill and T.F.C. Mackay, eds.), pp. 161-167, CAB International.

9. Meyer, K. 1998. DXMRR- A program to estimate covariance functions for longitudinal data by restricted maximum likelihood. In Proceedings of the 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Armidale, NSW, Australia, 11-16 January, 27:465-466.

10. Pander, B.L., Hill, W.G., and Thompson, R. 1992. Genetic parameters of test day records of British Holstein-Friesian heifers. Animal Production, 55:11-21.

11. Pool, M.H., Janss, L.L.G., and Meuwissen, T.H.E. 2000. Genetic parameters of legendre polynomials for first parity lactation curves. Journal of Dairy Science, 83:2640-2649.

12. 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.

13. Rekaya, R., Carabano, M.J., and Toro, M.A. 1999. Use of test day yields for the genetic evaluation of production traits in Holstein-Friesian cattle. Livestock Production Science, 57:203-217.

14. Strabel, T., and Misztal, I. 1999. Genetic parameters for first and second lactation milk yields of Polish black and white cattle with random regression test-day models. Journal of Dairy Science, 82:2805-2810.

15. Swalve, H.H. 2000. Theoretical basis and computational methods for different test-day genetic evaluation methods. Journal of Dairy Science, 83:1115-1124.

16. Van Der Werf, J.H.J., Goddard, M.E., and Meyer, K. 1998. The use of covariance functions and random regressions for genetic evaluation of milk production based on test day records. Journal of Dairy Science, 81:3300-3308.

17. Van Vleck, L.D. 1975. Prediction of genetic values of dairy and beef bulls in North America. In proceedings of first seminar on genetics, Dublin, Ireland, November 26-28 1975, pp: 49-84.

www.SID.ir