Vol 26, No. 2, Summer 2024

University of Tehran Press

Journal of Animal Production

Online ISSN: 2382-994X

Homepage: https://jap.ut.ac.ir/

Analysis of profitability opportunities derived from breeding a dairy cattle herd (Case study: An industrial dairy cattle herd unit in Tehran province)

Muhammad Tajik khari[1] | Abdolreza Salehi[2]✉ | Gholamreza Peykani Macciani[3] | Ali Asadi Alamuti[4]

1. Department of Animal and poultry Science, Faculty of Agricultural Technology, University of Tehran, Pakdasht, Iran. E-mail: m.Tajik@stu.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Animal and poultry Science, Faculty of Agricultural Technology, University of Tehran, Pakdasht, Iran. E-mail: arsalehi@ut.ac.ir
3. Department of Economic Science, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: rpeykani@ut.ac.ir
4. Department of Animal and poultry Science, Faculty of Agricultural Technology, University of Tehran, Pakdasht, Iran. E-mail: a.alamuti@ut.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 8 June 2023
Received in revised form
9 June 2024
Accepted 11 June 2024
Published online 14 July 2024

Keywords:
Breeding Value
Dairy cattle
Economic efficiency
Production function
the law of diminishing return

ABSTRACT

Introduction Determining the production function is one of the most effective ways to monitor the continuity of milk production, as it indicates the relationship between the intake of feedstuff and milk production. To explain the production function in breeding programs and estimate regression coefficients, third-degree nonlinear regression is used. The milk production curve follows a third-degree rule, and therefore, it can be divided into three basic parts. Second-degree production functions cannot accurately represent a milk production curve from the beginning of lactation to the time of dryness, because they only depict the second-degree performance of milk production from the beginning of lactation to the peak of lactation. The aim of this research was to investigate the effects of the production function in breeding programs and their potential use in selecting superior animals.

Materials and Methods In order to recognize the opportunities for profitability in a herd, we first need to create the right production function. To achieve these goals, data on milk production and feed intake from one of the industrial farms in Tehran province were used. Various methods were examined in this study: 1- using OLS approach in R environment to estimate the milk production function, 2- using the Peykani extended ordinary least square (POLS) method, 3- estimating the breeding value of milk production using POLS function and physical milk production (field data) using Wombat software, 4- comparing OLS production functions obtained in R with the POLS production function, 5- Conducting genetic evaluation of animals and ranking dairy cows. When the production functions were obtained according to the POLS program, the optimal amounts of feed consumption and milk production were calculated. The breeding value of milk production was estimated using a repeatability model with permanent environmental effects that consider covariance between records of an animal and this was done using the Wombat program. Finally, cows were ranked based on their genetic rank.

Results and Discussion The estimated functions based on the ordinary least squares method were incorrect in terms of signs and coefficients, and did not fit the milk production curve well. Based on the findings of this study, the non-linear regression model POLS is the best in the curve fitting and economical production of milk. The results show that with milk yield corrected using the optimal feed intake by the POLS model the ranking of the animals has changed and the breeding value of the animals is more accurately estimated. By using the breeding values estimated in this method, one can select the best animals as the parents of future generations.

Conclusion The ability to estimate the production function based on the POLS method, which is used to create a standard curve of dairy cows is very high. Our results contribute significantly to the field of animal breeding by shedding light on the role of production functions in enhancing breeding programs and facilitating the identification of high-performing animals. The insights gained from our study could drive improvements in animal selection processes and ultimately enhance milk production efficiency.

Cite this article: Tajik khari, M., Salehi, A., Peykani Macciani, Gh., & Asadi Alamuti, A. (2024). Analysis of profitability opportunities derived from breeding a dairy cattle herd (Case study: An industrial dairy cattle herd unit in Tehran province). *Journal of Animal Production*, 26 (1), 111-121. DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2024.360422.623745

© The Author(s).

Publisher: The University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2024.360422.623745

دوره بیست و ششم، شماره دوم، تابستان ۱۴۰۳

انتشارات دانشگاه تهران

تولیدات دامی

شاپا الکترونیکی: ۲۳۸۲-۹۹۴x

Homepage: https://jap.ut.ac.ir/

تحلیل فرصت‌های سودآوری حاصل از پرورش یک گله گاو شیری (مطالعه موردی: یک واحد گاوداری صنعتی در استان تهران)

محمد تاجیک‌خواری [۱] | عبدالرضا صالحی [۲]✉ | غلامرضا پیکانی ماچیانی [۳] | علی اسدی الموتی [۴]

۱. گروه علوم دام و طیور، دانشکده فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران. رایانامه: m.Tajik@stu

۲. نویسنده مسئول، گروه علوم دام و طیور، دانشکده فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران. رایانامه: arsalehi@ut.ac.ir

۳. گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: rpeykani@ut.ac.ir

۴. گروه علوم دام و طیور، دانشکده فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران. رایانامه: a.alamuti@ut.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۱۸

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۳/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۲۲

تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۴/۲۴

کلیدواژه‌ها:

ارزش اصلاحی

بازدهی اقتصادی

تابع تولید

قانون بازده نزولی

گاوشیری

چکیده

تعیین تابع تولید از مؤثرترین و بهترین راه‌کارها برای بررسی تداوم شیردهی و تعیین رابطه میان مصرف نهاده‌های غذایی و تولید شیر است. هدف از انجام این پژوهش، بررسی اثرات تابع تولید در برنامه‌های اصلاح نژادی و استفاده از آن‌ها در انتخاب بهتر حیوانات بود. برای تحقق این هدف، از داده‌های تولید شیر و مقدار مصرف نهاده‌های خوراکی یکی از گاوداری‌های صنعتی استان تهران استفاده شد. روش‌های مختلفی در این مطالعه بررسی شد؛ ۱- استفاده از رویه حداقل مربعات معمولی (OLS) در محیط R به‌منظور برآورد تابع تولید شیر، ۲- استفاده از روش حداقل مربعات بسط‌یافته پیکانی (POLS)، ۳- برآورد ارزش اصلاحی تولید شیر تخمینی تابع POLS و تولید شیر فیزیکی (داده‌های مزرعه‌ای) با استفاده از نرم‌افزار Wombat، ۴- مقایسه توابع تولیدی با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی (OLS) به‌دست‌آمده در R با تابع تولید حاصل رویه POLS، ۵- ارزیابی ژنتیکی حیوانات و بررسی رتبه‌بندی گاوهای شیری. توابع تولید تخمینی به‌دست‌آمده از رویه معمول حداقل مربعات از نظر علایم و ضرایب نادرست بودند و به خوبی منحنی تولید شیر را برازش نمی‌کردند. براساس یافته‌های این مطالعه، مدل رگرسیونی غیرخطّی POLS بهترین مدل در برازش منحنی و تولید اقتصادی شیر می‌باشد. با استفاده از ارزش‌های اصلاحی برآوردشده در این روش، می‌توان بهترین حیوانات را به‌عنوان والدین نسل‌های آینده انتخاب کرد. توانایی تخمین تابع تولید براساس روش POLS، برای ایجاد یک منحنی استاندارد گاوهای شیری بسیار بالاست.

استناد: تاجیک خواری، محمد؛ صالحی، عبدالرضا؛ پیکانی ماچیانی، غلامرضا و اسدی الموتی، علی (۱۴۰۳). تحلیل فرصت‌های سودآوری حاصل از پرورش یک گله گاو شیری (مطالعه موردی: یک واحد گاوداری صنعتی در استان تهران). *نشریه تولیدات دامی*، ۲۶ (۲)، ۱۲۱-۱۱۱.

DOI: https://doi.org/10.22059/jap.2024.360422.623745

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

۱. مقدمه

هدف از اصلاح نژاد حیوانات مزرعه‌ای، به‌دست‌آوردن نسل جدیدی است که نسبت به نسل قبل و در شرایط آینده تولید اقتصادی‌تری را داشته باشد (Groen, 1988). این کار با انتخاب مولدهای برتر صورت خواهد گرفت، اصلاح‌گر حیواناتی را که پیش‌بینی می‌شود نسبت به سایرین، فرزندان بهتری ایجاد می‌کند را به‌عنوان والد انتخاب می‌کند. هدف اصلی، تغییر میانگین صفات اقتصادی جمعیت‌های دامی، در جهت افزایش بازدهی اقتصادی است. چون اهداف اصلاح نژادی براساس افزایش بازدهی اقتصادی سیستم‌های تولیدی بیان می‌شود، عوامل مختلفی از جمله شرایط اقتصادی، سیاست‌های قیمت‌گذاری، هزینه‌های تولیدی و دیگر عوامل بر روی آن اثر دارند. به همین دلیل، توصیه می‌شود که اهداف اصلاح نژادی متناسب با شرایط تولیدی تعریف شود (Groen, 1988). با توجه به مطالعه Sölkner & Fuerst (2002)، سودآوری در گله‌های گاوشیری، علاوه بر افزایش تولید، به صفات دیگری مانند کاهش هزینه‌های تغذیه‌ای بستگی دارد و برای رسیدن به سود اقتصادی بالاتر، بایستی از شاخص‌های شایستگی کل استفاده کرد و مطالعات زیادی نیز نشان داده که شاخص‌های شایستگی کل در گاوهای شیری سراسر دنیا به‌طور فزاینده‌ای رو به افزایش است (Miglior *et al*., 2005). پژوهش‌گران طی سال‌های اخیر به برآورد ارزش‌های اصلاحی حیوانات توسط روش‌های مختلفی پرداخته‌اند (شادپرور، ۱۳۹۱). هدف از این مطالعه محاسبه ارزش‌های اصلاحی حیوانات براساس روش POLS می‌باشد تا بتوان بهترین حیوانات را به‌عنوان والدین نسل‌های آینده انتخاب کرد.

۲. پیشینه پژوهش

هدف اصلی دام‌پروران، افزایش تولید بدون توجه به پیامدهای اقتصادی آن بوده و مطالعات شادپرور و همکاران (۱۹۹۷) نیز نشان داد که با افزایش ماده خشک علوفه و کنسانتره، بهره‌وری تولید کاهش می‌یابد که این موضوع به ضرر اقتصادی تولیدکننده تمام می‌شود و افزایش بهره‌وری خوراک، از افزایش تولید مهم‌تر و ضروری‌تر به‌شمار می‌رود، زیرا مطالعه اشرفی و همکاران (۱۴۰۰) نیز نشان داد که سهم هزینه‌های تغذیه‌ای در ایران ۶۸ درصد است و با افزایش میزان بهره‌وری خوراک، سود اقتصادی بیش‌تری حاصل خواهد شد. از طرفی دیگر، علاوه بر بهره‌وری پایین خوراک، عدم استفاده از فناوری‌های تولیدمثلی مانند استفاده از اسپرم‌های تعیین‌جنس‌شده، پیامدهای مختلف ژنتیکی و اقتصادی دارد (De Vries, *et al*, 2008) و به‌نظر می‌رسد که استفاده همگانی از فناوری‌های نوین تولید مثل مستلزم صرف زمانی طولانی باشد که باید به این نکته توجه داشت که صنعت گاو شیری به چنین راه‌کارهایی نیازمند است (Betteridge, 2004)، زیرا تثبیت جمعیت و تمایل به مصرف مقدار کم‌تری از فرآورده‌های گاوی، همراه با افزایش بازدهی، فشار بیش‌تری را بر گاوداران خواهد داشت و افزایش تولید سرانه گاو، به‌تدریج اهمیت خود را از دست داده است. استفاده از فناوری‌های تولید مثلی در گاوداری‌های صنعتی، در درازمدت؛ می‌تواند موجب سودآوری و افزایش پتانسیل ژنتیکی شود، اما برخی از فرصت‌های اقتصادی در دامپروری، می‌تواند موجب افزایش بازدهی اقتصادی شود. فرصت اقتصادی، مقدار درآمد اضافی است که اگر گاوداران بتوانند شاخص‌های بهره‌وری مختلف را تا حد اهداف قابل دسترس ارتقا دهند، به‌دست خواهد آمد (Ghaffar *et al*., 2007). در واقع، می‌توان گفت که افزایش سودآوری، نه‌تنها به بازدهی مصرف خوراک بستگی دارد، بلکه به بهره‌وری تولیدمثل و استفاده از فناوری‌های تولیدمثلی نیز بستگی دارد.

تعیین تابع تولید از مؤثرترین و بهترین راه‌کارها برای بررسی تداوم شیردهی و تعیین رابطه میان مصرف نهاده‌های دامی و تولید شیر است (Koopahi, 2009). منحنی شیردهی، منحنی تغییرات تولید شیر نسبت به زمان است که به‌صورت گرافیکی تولید یک و یا گروهی از گاوها را در طول دوره شیردهی مشخص می‌کند. ضرایب تابعیت تابع تولید شیر نشان می‌دهد که تداوم شیردهی چگونه است، بنابراین می‌توان از توابع تولیدی در برنامه‌های اصلاحی استفاده کرد. تداوم شیردهی در بین

گاوهای شیری متغیر است و متأثر از ارزش اصلاحی گاوها، تفاوت‌های زیادی وجود دارد. گاوداران، گاوهایی با شیب منحنی تخت‌تر را بیش‌تر ترجیح می‌دهند (گاوهایی که دارای ضرایب تابعیت کم تری در مرحله سوم اقتصادی هستند)، زیرا به‌دلیل محدودبودن توان مصرف خوراکی در اوایل دوره شیردهی به‌منظور تأمین مواد مغذی موردنیاز تولید شیر بالا، مقدار مواد متراکم جیره افزایش می‌یابد که منجر به افزایش هزینه‌های خوراک می‌گردد. علاوه بر این ممکن است که ناهنجاری‌های گوارشی نیز اتفاق بیفتد (Schmidt *et al*., 1988). مدل‌های ریاضی مختلفی برای توصیف منحنی شیردهی گاوهای شیری وجود دارد که در برگیرنده مدل‌های تجربی ساده تا مدل‌های ریاضیاتی که منحنی شیردهی را براساس بیولوژی شیردهی توصیف می‌نماید (Shanks *et al*., 1981).

از اصلی‌ترین دلایل عدم سودمندی در واحدهای پرورش گاو شیری ضعف مدیریت، عدم اطلاعات کافی و درست در برنامه های اصلاحی–اقتصادی است. نخستین بار ارزیابی ژنتیکی گاوهای شیری بر مبنای رکوردهای روز–آزمون و با استفاده از مدل تابعیت با ضرایب ثابت توسط Ptak *et al*. (1993) برای تعیین یک تابع تولید درست و مبتنی بر قواعد تابعیت غیرخطی درجه سوم به داشتن رکوردهای درست و کامل از مقدار جیره غذایی و تولید شیر نیاز است. برای تعیین بهترین تابع، بهتر است تا از رکوردهای دوره اول شیردهی استفاده شود، زیرا مشکلات ناشی از اریبی حاصل از انتخاب را ندارد (Rothschild *et al*., 1979).

۳. روش شناسی پژوهش

ایجاد یک تابع تولید استاندارد، می‌تواند برای بهینه‌سازی مقدار مصرف نهاده‌های دامی مورداستفاده قرار گیرد. برای این منظور، توابع تولید از رکوردهای تولید شیر که به‌صورت هفتگی تقسیم‌بندی شدند با روش حداقل مربعات معمولی (OLS) در محیط R و برنامه SAS (نسخه ۹,۱) و نیز رویه POLS به‌دست آمد (جدول ۱). در این پژوهش از رکوردهای نخستین نوبت شیردهی گاوهای هلشتاین یکی از گاوداری‌های صنعتی استان تهران استفاده شد.

پس از جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات مربوط به تولید شیر و هزینه‌های خوراک، تولید به‌ازای مصرف هر واحد از نهاده متغیر با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد (Bayati *et al*., 2015).

$$AP=\frac{TP}{X}$$ رابطه ۱)

که TP و AP، به‌ترتیب تولید کل و تولید متوسط است.

تولید نهایی به‌کمک رابطه (۲) محاسبه شد (Bayati, 2015) که در این رابطه، X مقدار نهاده خوراک، ΔTP تغییرات تولید کل و ΔX تغییرات میزان نهاده مصرفی است.

$$MP=\frac{\Delta TP}{\Delta X}$$ رابطه ۲)

از تابع تولید تک‌متغیره کلاسیک درجه سوم (رابطه ۳) به‌عنوان تابع تولید استفاده شد.

$$y = - aX_1^3 + bX_1^2 + cX_1$$ رابطه ۳)

که در این تابع، X1، نهاده متغیر؛y، محصول و a، b و c پارامترهای نهاده متغیر هستند.

ارزش اصلاحی تولید شیر با استفاده از مدل تکرارپذیری با اثرات محیطی دائمی که کوواریانس بین رکوردهای حاصل از یک حیوان را مد نظر قرار می‌دهد (رابطه ۴) و به‌کمک برنامه Wombat برآورد شد. مدل تکرارپذیر برای نخستین بار توسط Ptak & Schaeffer (1993) ارائه گردید. در مدل روزآزمون با تابعیت ثابت، مقادیر مورداستفاده (نهاده‌های خوراکی) به‌عنوان صفت واحد در طول دوره شیردهی منظور می‌شود و بنابراین، رکوردهای روزآزمون متوالی مربوط به یک دوره شیردهی تحت عنوان رکوردهای تکرارشونده یک صفت در نظر گرفته می‌شوند. در مقابل، Jamrozik & Schaeffer (1997) به استفاده عملی از رکوردهای روزآزمون صفات تولیدی در گاوهای شکم اول پرداختند.

جدول ۱. اطلاعات مربوط به تولید شیر و مقدار نهاده‌های خوراکی

هفته‌های شیردهی	تولید شیر (کیلوگرم)	کنسانتره (کیلوگرم)	یونجه (کیلوگرم)	ذرت سیلویی (کیلوگرم)	هفته‌های شیردهی	تولید شیر (کیلوگرم)	کنسانتره (کیلوگرم)	یونجه (کیلوگرم)	ذرت سیلویی (کیلوگرم)
۱	۲۶۱/۸	۸۷/۵	۲۱	۲۳/۸	۲۲	۲۶۷/۴	۱۱۱/۵	۳۲/۵	۲۹/۴
۲	۲۶۱/۸	۸۷/۵	۲۱	۲۳/۸	۲۳	۲۶۷/۴	۱۰۸/۵	۲۸	۳۲/۲
۳	۲۶۱/۸	۸۷/۵	۲۱	۲۳/۸	۲۴	۲۶۷/۴	۱۰۸/۵	۲۸	۳۲/۲
۴	۳۰۱/۴	۹۷/۱	۲۴	۲۷/۴	۲۵	۲۷۷	۱۰۸/۵	۲۸	۳۲/۲
۵	۳۰۸	۱۲۱/۱	۲۶/۶	۳۵	۲۶	۲۸۹/۸	۱۰۸/۸	۲۸	۳۱/۷۶
۶	۳۰۸	۱۲۱/۱	۲۶/۶	۳۵	۲۷	۲۸۹/۸	۱۱۰/۶	۲۸	۲۸/۷
۷	۳۰۸	۱۲۱/۱	۲۶/۶	۳۵	۲۸	۲۸۹/۸	۱۱۰/۶	۲۸	۲۸/۷
۸	۳۰۸	۱۲۱/۱	۲۶/۶	۳۵	۲۹	۲۸۹/۸	۱۱۰/۶	۲۸	۲۸/۷
۹	۳۰۸	۱۱۳/۳	۲۶/۶	۳۵	۳۰	۲۸۲/۸	۱۱۰/۶	۲۸	۲۸/۷
۱۰	۳۰۸	۱۱۲	۲۴/۵	۳۵	۳۱	۲۸۰	۱۱۱/۶	۲۸	۲۸/۷
۱۱	۳۰۸	۱۱۲	۲۴/۵	۳۵	۳۲	۲۸۰	۱۱۲	۲۸	۲۸/۷
۱۲	۳۱۱/۶	۱۱۲	۲۴/۵	۳۵	۳۳	۲۸۰	۱۱۲	۲۸	۲۸/۷
۱۳	۳۱۶/۶	۱۱۵	۳۱/۱	۳۵	۳۴	۲۳۹/۲	۱۱۲	۲۸	۲۸/۷
۱۴	۳۱۶/۶	۱۱۹	۳۹/۹	۳۵	۳۵	۱۸۴/۸	۱۱۲	۲۸	۲۹/۷
۱۵	۳۱۶/۶	۱۱۵/۵	۳۹/۹	۳۵	۳۶	۱۸۴/۸	۱۱۲	۲۸	۳۲/۲
۱۶	۳۰۹/۸	۱۱۵/۵	۳۹/۹	۳۵	۳۷	۱۸۴/۸	۶۶/۵	۲۴/۵	۲۵/۲
۱۷	۲۷۰/۲	۱۱۵/۵	۳۹/۹	۳۵	۳۸	۱۸۴/۸	۶۶/۵	۲۴/۵	۲۵/۲
۱۸	۲۷۰/۲	۱۱۵/۵	۳۸/۵	۲۹/۴	۳۹	۱۸۴/۸	۶۶/۵	۲۴/۵	۲۵/۲
۱۹	۲۷۰/۲	۱۱۵/۵	۳۸/۵	۲۹/۴	۴۰	۱۸۴/۸	۶۶/۵	۲۴/۵	۲۵/۲
۲۰	۲۷۰/۲	۱۱۵/۵	۳۸/۵	۲۹/۴	۴۱	۱۸۴/۸	۶۶/۵	۲۴/۵	۲۵/۲
۲۱	۲۶۸/۲	۱۱۵/۵	۳۸/۵	۲۹/۴					

مدل روزآزمون با تابعیت تصادفی برای تجزیه داده‌های تکرارشونده در طول زمان، بسیار مناسب است و امکان پیش‌بینی ارزش اصلاحی در هر زمان از تولید را می‌دهد. چون در این مطالعه، هدف، استفاده از رابطه غیرخطی POLS بود، بنابراین ارزش اصلاحی سود اقتصادی در هر زمان از طول دوره شیردهی بررسی شد تا بتوان بهترین زمان برای افزایش سودآوری را تخمین زد.

رابطه ۴) $$y= Xb + Za + Wpe + e$$

که در این رابطه، y، بردار n×۱ مشاهدات و n تعداد رکوردها؛b ، بردار p×۱ اثرات ثابت؛ p، تعداد سطوح اثرات ثابت؛ a، بردار q×۱ اثرات تصادفی حیوان؛ q، تعداد سطوح اثرات تصادفی؛e، بردار n×۱ اثرات تصادفی باقی مانده؛ pe، بردار w×w1 اثرات تصادفی محیطی دائمی است. W، ماتریس طرح با ابعاد n×w که رکوردها را به اثرات تصادفی محیطی دائمی ربط می‌دهد.X، ماتریس طرح با ابعاد n×p که رکوردها را به اثرات ثابت مربوط می‌سازد؛ Z، ماتریس طرح با ابعاد $q \times n$ که رکوردها را به اثرات تصادفی حیوان ربط می‌دهد. هم‌چنین فرض می‌شود که، $E(y)= Xb$؛ $E(I)= 0$؛ $Var I(e) = R= I\sigma^2$؛ $var(pe)=I\sigma^2_{pe}$ و $var(a)=I\sigma^2_a$ باشند.

مدل معادلات مختلط (MME)، به‌صورت ساده و به شکل رابطه (۴) بود.

رابطه ۵)
$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z & X'W \\ Z'X & Z'Z+A^{-}\alpha & Z'W \\ W'X & W'Z & W'W+I\gamma \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X'Y \\ Z'Y \\ W'Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b \\ a \\ Pe \end{bmatrix}$$

که در این رابطه، $\boldsymbol{\alpha} = \frac{\sigma^2_e}{\sigma^2_a}$ و $\lambda = \frac{\sigma^2_e}{\sigma^2_{pe}}$ ، A ماتریس خویشاوندی و I، ماتریس قطری می‌باشد.

هنگامی‌که توابع تولید براساس برنامه POLS؛ به‌دست آمد و مقادیر بهینه مصرف خوراک و تولید شیر محاسبه شد، مقدار تولید شیر بهینه از نظر ژنتیکی ارزیابی شد و گاوها براساس رتبه ژنتیکی آن‌ها رتبه‌بندی شدند.

۴. یافته‌های پژوهش و بحث

توابع تولید تخمینی به‌دست‌آمده از رویه معمول حداقل مربعات در محیط برنامه R در جدول (۲) ارائه شده است. با توجه به توابع برآوردشده، تمامی توابع تخمینی از لحاظ علایم و ضرایب نادرست هستند. همان‌گونه که در معادله (۳)، مشخص گردید در توابع درجه سوم غیرخطی کلاسیک علایم ضرایب درجه سوم، باید منفی برآورد گردد، چون درجه سوم نهاده‌های مصرفی در ناحیه سوم اقتصادی قرار دارند و ناحیه سوم اقتصادی، ناحیه‌ای است که در آن برخلاف افزایش مقدار نهاده‌های مصرفی، فرآورده بیش‌تری تولید نمی‌شود. یک تابع تولید استاندارد، قطعاً باید براساس قانون بازدهی نزولی تخمین زده شود، زیرا در تولید شیر گاوهای شیری براساس منحنی شیر، در ابتدای دوره شیردهی، تولید رو به افزایش است و کم‌کم، بعد از رسیدن به اوج شیردهی، تولید رو به کاهش است. این موضوع در منحنی‌های تولید شیر اصلاح نژاد کاملاً مشخص است و نشان‌دهنده قانون بازدهی نزولی است. بنابراین، برآورد تابع تولید که از رویه معمول حداقل مربعات به‌دست‌آمده نمی‌تواند تابع درست و استاندارد با ضرایب و علایم تابعیت دقیق باشد.

جدول ۲. توابع تخمینی R

شماره بدن	R^2	تابع تولید R
۱۵۷۲	۰/۹۱	$\hat{y}$ =-۳۰۶/۰۶۳۱۹۴conc+۳/۰۹۳۳۱۰conc^2-۰/۰۱۰۴۰۸conc^3-۱۳۵/۳۳۹۱۰۸alf+۳/۶۱۳۸۰۱ alf^2-۰/۰۳۷۴۶۰alf^3+ ۱۳۱۵/۴۷۲۴۳۵conrs-۴۲/۸۰۸۵۹corns^2+۰/۴۵۴۵۴۳corns^3 + ۰/۰۰۵۵۱ conc.alf.corns
۱۵۸۰	۰/۸۹	$\hat{y}$= ۲۵۳/۹۸۵۹۳۳۱ conc- ۲/۸۰۰۵۰۴۵ conc^2+ ۰/۰۰۹۹۶۹۲ conc^3+ ۱۷۰/۶۴۳۳۸۱۰alf- ۵/۶۸۳۲۱۹۲ alf^2 +۰/۰۵۴۰۵۰۵ alf^3 + ۹۵۰/۵۹۳۶۹۰۴ corns + ۳۲/۳۹۰۱۳۳۹ corns^2 – ۰/۳۶۵۳۲۷۶ corns^3 + ۰/۰۰۴۷۹۴۵ conc.alf.corns
۱۵۸۵	۰/۸۸	$\hat{y}$= –۴۳/۸۰۳۱۸۶ conc + ۰/۲۱۱۵۶۴ conc^2 – ۰/۰۰۰۰۲۱ conc^3 – ۱۶۲/۷۱۰۶۷۹ alf + ۰/ ۸۳۶۹۷۶ alf^2 – ۰/۰۵۶۵۱۱ alf^3 + ۷۷/۳۷۰۴۷۰corns – ۲۳/۹۴۵۹۲۳ corns^2 + ۰/۲۴۰۵۱۸ corns^3 +۰/۰۰۵۶۸۲ conc.alf.corns
۱۶۰۳	۰/۸۷	$\hat{y}$= ۳۸۵/۵۵۶۵۷۰conc – ۳/۸۵۵۹۷۵ conc^2 + ۰/۰۱۳۲۱۴ conc^3 + ۱۱۴/۰۳۵۹۴۱ alf – ۲/۴۷۳۸۶۸ alf^2 + ۰/۰۲۷۱۴۸ alf^3 – ۷۵۳/۲۵۳۹۸۲ corns + ۲۲/۳۹۳۳۸۵ corns^2 – ۰/۲۰۵۸۶۵ corns^3 – ۰/۰۱۲۹۱۵conc.alf.corns
۱۵۷۴	۰/۹۱	$\hat{y}$= –۳۰۶/۰۶۳۱۹۴conc + ۰/۰۹۳۳۱۰ conc^2 – ۰/۰۱۰۴۰۸ conc^3 – ۱۳۵/۳۳۹۱۰۸ alf + ۳/۶۱۳۸۰۱alf^2 – ۰/۰۳۷۴۶۰alf^3 + ۱۳۱۵/۴۷۲۴۳۵corns – ۴۲/۸۰۸۵۹corns^2 + ۰/۴۵۴۵۳corns^3 + ۰/۰۰۵۵۱conc.alf.corns
۱۵۸۲	۰/۸۱	$\hat{y}$= ۰/۷۱۶۲۹۰۸conc – ۰/۰۲۸۲۴۵۵conc^2 + ۰/۰۰۰۰۸۰۵conc^3 + ۰/۷۹۸۵۵۶۵alf – ۰/۶۶۰۶۳۳۲alf^2 + ۰/۰۴۲۵۴۹۸alf^3 – ۰/۶۹۸۵۷۲۹corns + ۲/۶۷۷۵۶۱۳corns^2 – ۰/۰۴۵۱۱۹۵corns^3 + ۰/۰۰۴۵۸۸۵ conc.alf.corns
۱۵۹۲	۰/۹۱	$\hat{y}$= ۴۵۴/۹۶۰۵۳conc – ۴/۴۴۸۹۳conc^2 + ۰/۰۱۴۵۲conc^3 + ۱۰۴۶/۴۳۰۲۰alf – ۳۰/۱۱۵۷۹alf^2 + ۰/۳۰۷۶۲alf^3 + ۴۶۰/۲۲۲۵۶corns – ۲۳/۷۷۷۲۱corns^2 + ۰/۳۷۲۳۵corns^3 – ۰/۰۱۹۲۷conc.alf.corns

$\hat{y}$: توابع تولید تخمینی؛ conc: کنسانتره؛ alf: یونجه؛ corns: سیلوی ذرت و conc.Alf.corns: اثرات متقابل کنسانتره × یونجه × سیلوی ذرت

X_1^3 بیانگر مرحله سوم اقتصادی تولید شیر است. مرحله سوم اقتصادی در واقع محلی است که در آن بهینه‌سازی مقدار نهاده‌های مصرفی انجام می‌شود. لازم به ذکر است که در مراحل اول و دوم در منحنی تولید شیر، تولید شیر رو به

افزایش است و بنابراین، با افزایش در مقدار نهاده‌های مصرفی، شیر بیش‌تری هم تولید می‌شود، اما در صورتی‌که گاوهای شیری وارد مرحله سوم اقتصادی می‌شوند، بهینه‌سازی صورت خواهد گرفت تا هزینه‌های اضافی در اثر مازاد مصرف خوراک، صرفه‌جویی شود. این بهینه‌سازی، منجر به تخت‌ترشدن منحنی شیردهی در زمان اوج شیردهی می‌شود. این نتایج، موردقبول دامداران نیز می‌باشد، چرا که در این گاوها اُفت تولید شیر دیرتر اتفاق می‌افتاد.

در بسیاری از مطالعات، استفاده از مدل‌های ریاضی برای برازش منحنی تولید مورداستفاده قرارگرفته است، مطالعه قاسمی و همکاران (۱۳۹۴) نشان داد که مدل ریاضی Ali & Shefer بهترین برازش منحنی تولید را دارد و به‌عبارتی، بهترین نمایش گرافیکی تولید شیر را در مقابل زمان بعد از زایش، نشان می‌دهد. با رسم منحنی مربوط به رابطه۳، مشاهده می‌شود که در ابتدا (در فاصله میان مبدأ مختصات تا جایی که تقعر منحنی تغییر می‌کند) با افزایش مصرف نهاده متغیر هر بار به تولید مقدار بیش‌تری اضافه می‌شود، اما این وضعیت تا جایی ادامه خواهد داشت و از نقطه‌ای به بعد با افزایش مصرف نهاده متغیر به تولید کل همچنان افزوده می‌شود، با این شرایط که هر بار کم‌تر از مقدار قبل و با افزایش مصرف نهاده در نقطه‌ای، تولید کل به حداکثر می‌رسد. با ادامه روند به‌کارگیری نهاده، تولید کل کاهش پیدا می‌کند. به‌طور خلاصه، با افزایش مصرف نهاده ابتدا تولید کل با نرخ صعودی و سپس با نرخ نزولی افزایش پیدا می‌کند و پس از رسیدن به نقطه حداکثر تولید، تولید کل با ادامه مصرف نهاده کاهش می‌یابد. هم‌چنین این منحنی از مبدأ مختصات آغاز خواهد شد، زیرا اگر از هیچ نهاده متغیری استفاده نشود، تولیدی هم وجود نخواهد داشت. منحنی تولید نهایی در ابتدا صعودی است، سپس به حداکثر مقدار خود می‌رسد و پس از آن روند نزولی خواهد گرفت و در جایی که تولید حداکثر است، تولید نهایی برابر صفر خواهد شد. بعد از نقطه حداکثر تولید، با افزایش به‌کارگیری نهاده متغیر تولید نهایی به سمت زیر محور افقی حرکت می‌نماید.

توابع تولید تخمینی به‌دست‌آمده از رویه POLS در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول ۳. تابع تولید مبتنی بر قانون بازده نزولی– POLS

شماره بدن	R^2	تابع تولید POLS
۱۵۹۲	۰/۹۸	$\hat{y}$ = ۰/۰۰۰۱corns + ۰/۲۴corns^2 – ۰/۰۰۵۶corns^3 + ۰/۰۰۰۱conc +۰/۰۳۷۵ conc^2 – ۰/۰۰۰۲۳conc^3 + ۰/۰۰۰۱alf + ۰/۰۸۱۱۱alf^2 – ۰/۰۰۲۱۴alf^3 + ۰/۰۰۰۸۹۱corns.conc.alf
۱۵۷۲	۰/۹۹	$\hat{y}$ = ۶/۷۱۱corns + ۰/۰۶۷۱۱corns^2 – ۰/۰۰۵۲۲corns^3 + ۰/۵۹۴۹conc + ۰/۰۰۲۹۷conc^2 – ۰/۰۰۰۱conc^3 + ۲/۰۹alf + ۰/۰۰۱۳۴alf^2 – ۰/۰۰۲۲alf^3 + ۰/۰۰۲corns.conc.alf
۱۵۷۴	۰/۹۷	$\hat{y}$ = ۰/۲۵ corns + ۰/۰۴۲۴corns^2 – ۰/۰۰۳۵۴corns^3 + ۰/۹۵۴conc + ۰/۰۰۴۷۷conc^2 – ۰/۰۰۰۱conc^3 + ۱/۶۵۱alf + ۰/۰۰۱alf^2 – ۰/۰۰۱۷۱alf^3 + ۰/۰۰۱۴۷corns.conc.alf
۱۵۸۰	۰/۹۸	$\hat{y}$ = ۰/۰۰۰۱corns + ۰/۰۰۰۱corns^2 – ۰/۰۰۱۶۴corns^3 + ۲/۲۵conc + ۰/۰۱۱conc^2 – ۰/۰۰۰۱۶conc3 + ۰/۱۶alf + ۰/۰۰۰۱alf^2 – ۰/۰۰۱۳۱alf^3 + ۰/۰۰۱۳۹corns.conc.alf
۱۵۸۲	۰/۹۹	$\hat{y}$ = ۰/۰۰۱corns + ۰/۰۰۰۱corns^2 – ۰/۰۰۰۱۶۹corns^3 + ۰/۰۰۰۱conc + ۰/۰۳conc^2 – ۰/۰۰۰۱۷conc^3 + ۲/۰۱۲alf + ۲/۰۱۲۴alf^2 – ۰/۰۰۳۹۱alf^3 + ۰/۰۰۰۱۴۲corns.conc.alf
۱۵۸۵	۰/۹۷	$\hat{y}$ = ۳/۴۸corns + ۰/۰۰۵۴۷corns^2 – ۰/۰۰۳۲۵corns^3 + ۱/۲۱۹conc + ۰/۰۰۱conc^2 – ۰/۰۰۰۱conc^3+ ۰/۰۰۱alf + ۰/۰۰۰۴۳alf^2 – ۰/۰۰۱ alf^3 + ۰/۰۰۱۱corns.conc.alf
۱۶۰۳	۰/۹۷	$\hat{y}$ = ۹/۷corns + ۰/۰۹۷corns^2 – ۰/۰۰۹۱corns^3 + ۰/۶conc + ۰/۰۰۲۹۹conc^2 – ۰/۰۰۰۱conc^3 + ۰/۰۰۱۰۲alf + ۰/۰۰۰۰۰۰۶۵alf^2 – ۰/۰۰۴۲۴alf^3 + ۰/۰۰۲۹corns.conc.alf

$\hat{y}$: توابع تولید تخمینی؛ conc: کنسانتره؛ alf: یونجه؛ corns: سیلوی ذرت و conc.Alf.corns: اثرات متقابل کنسانتره × یونجه × سیلوی ذرت

توانایی تخمین برنامه POLS، برای ایجاد یک منحنی استاندارد بسیار بالاست و به‌کمک آن می‌توان بهترین تابع تولید را برآورد نمود به این ترتیب هم می‌توان منحنی تولید شیر براساس وضعیت بیولوژیکی حیوان را رسم نمود و هم، تصمیم‌گیری اقتصادی مناسبی را اتخاذ کرد. در این مطالعه نشان داده شد که استفاده از تابع POLS برای برازش منحنی تولید بسیار مناسب است و می‌توان با مشتق‌گیری‌های درجه اول و دوم از این تابع، مقادیر بهینه مصرف نهاده‌های غذایی را مشخص کرد. با توجه به دارا بودن رکوردهای تولید شیر و مقدار مصرف خوراک و زمان جابه‌جایی گاوها در بهاربندهای پرتولید و کم‌تولید، یافتن ارزش اصلاحی شیر در دو حالت تولید شیر مزرعه‌ای (داده‌های تصحیح‌شده) و تولید شیر تخمینی براساس برنامه POLS، اهمیت بالایی دارد که در این صورت تفاوت‌های ژنتیکی-فیزیولوژیکی میان گاوهای شیری مشخص خواهد شد. در این پژوهش، هفته‌های شیردهی، سال و ماه زایش، به‌عنوان اثر ثابت در نظر گرفته می‌شود و سپس ارزش اصلاحی محاسبه خواهد شد. با استفاده از نرم‌افزار Wombat، ارزش اصلاحی براساس عملکرد خود حیوان و پدر و مادرش، محاسبه می‌شود. ارزش اصلاحی تولید شیر، برخی از گاوهای مورد تحقیق در جدول (۴) آمده است.

جدول ٤. ارزش اصلاحی تولید شیر واقعی در مزرعه

شماره بدن گاو	شماره پدر	شماره مادر	تولید شیر دوره اول	ارزش اصلاحی تولید شیر
۱۵۷۲	۱۳۷	۳۲۴	۱۱۶۵۸/۲	۱۹/۶۴۶
۱۵۹۲	۶۴۹	۱۲۲۳	۱۱۰۵۶/۲	۱۸/۰۳۳
۱۵۷۴	۱۰۰	۹۶۴	۷۶۳۱/۲	-۶/۸۳۵
۱۵۸۰	۳۰۰	۱۴۱۰	۷۵۱۲	-۱۶/۴۲۴
۱۵۸۲	۱۳۲	۶۸۹	۱۵۲۲۲/۴	۱۴/۸۹۵
۱۵۸۵	۶۶۵	۱۴۲۶	۸۶۷۴/۸	-۰/۹۲۲

با تغییر در مقدار مصرف نهاده‌های خوراکی، امکان بررسی تغییر رتبه‌بندی در ارزش اصلاحی گاوها فراهم می‌شود. ارزش اصلاحی تولید شیر براساس برنامه POLS در جدول (۵) ارائه شده است.

جدول ۵. ارزش اصلاحی تولید شیر براساس برنامه POLS

شماره بدن گاو	شماره پدر	شماره مادر	تولید شیر دوره اول	ارزش اصلاحی تولید شیر
۱۵۷۲	۱۳۷	۳۲۴	۱۰۵۳۶/۰۶۴۵	-۸/۲۲۳
۱۵۹۲	۶۴۹	۱۲۲۳	۱۱۰۴۵/۲۶۹۶	۲۳/۵۷۰
۱۵۷۴	۱۰۰	۹۶۴	۸۲۸۱/۴۵۱۹	۲/۳۴۰
۱۵۸۰	۳۰۰	۱۴۱۰	۷۵۸۶/۵۸۰۹	-۱۳/۶۵۱
۱۵۸۲	۱۳۲	۶۸۹	۱۵۷۴۶/۴۴	۱۷/۲۴۵
۱۵۸۵	۶۶۵	۱۴۲۶	۸۹۲۰/۰۴۳۸	۴/۱۱۴

در جدول (۶)، رتبه‌بندی گاوهای شیری براساس اولین دوره شیردهی ارائه شده است. در برآورد ارزش اصلاحی تولید شیر براساس داده‌های تصحیح‌شده مزرعه، گاو شماره ۱۵۷۲ بالاترین ارزش اصلاحی را داشت. در حالی‌که، در ارزیابی ارزش اصلاحی گاوهای شیری براساس تابع تولید POLS، گاو شماره ۱۵۹۲ بالاترین رتبه تولیدی را نشان داد. این موضوع نشان می‌دهد که گاو شماره ۱۵۹۲، بهترین حیوان است، چرا که در شرایط استفاده از نهاده غذایی کم‌تر، توانسته

است تولید بالایی داشته باشد و نسبت به گاوهای شیری دیگر، ارزش اصلاحی بالایی دارد. بنابراین، گاو شماره ۱۵۹۲، بهترین گاو شیری برای انتخاب به‌عنوان والد نسل بعد می‌باشد.

محاسبه ارزش‌های اصلاحی از روی ارزش فنوتیپی صفات، به‌کمک رابطه ژنتیکی افزایشی قابل پیش‌بینی است. افزایش حجم اطلاعات مورداستفاده و در ادامه، افزایش تعداد گله‌های موردمطالعه، و از طرفی وجود مدیریت‌های مختلف، پیچیدگی‌های زیادی را در محاسبه ارزش‌های اصلاحی به‌وجود آورده است که ماتریس خویشاوندی در از بین‌بردن این پیچیدگی ها تأثیر زیادی دارد (Henderson, 1975). روش POLS، در واقع با ایجاد گروه‌های ژنتیکی دقیق‌تر، می‌تواند ارزش اصلاحی بهتری را پیش‌بینی نماید و بنابراین، با استفاده از این روش، ارزش اصلاحی حیوانات دقیق تر برآورد می‌شود.

اطلاعات جدول (۶)، نشان می‌دهد که استفاده از مقادیر شیر تصحیح‌شده با استفاده از مقدار خوراک مصرفی بهینه توسط مدل POLS، رتبه حیوانات تغییر کرده و ارزش اصلاحی حیوانات دقیق تر برآورد می‌شود. این در حالی است که اگر رکورد تولید شیر به تنهایی تصحیح شود، موجب محدودشدن تغییرات ژنتیکی می‌شود، زیرا در تصحیح تولید شیر ۳۰۵ روز، از ضرایب یکسانی استفاده می‌شود و تغییرات منحنی تولید شیر و تعداد روزهای شیردهی در نظر گرفته نمی‌شود که این موضوع در برآورد ارزش‌های اصلاحی حیوانات خطا ایجاد می‌نماید (امینی و همکاران، ۱۳۸۸). گاو شماره ۱۵۷۲، که در رتبه‌بندی ارزش اصلاحی براساس داده‌های تصحیح‌شده مزرعه، اولین گاو شیری بوده است، در رتبه‌بندی ارزش اصلاحی گاوهای شیری براساس برنامه POLS، ارزش اصلاحی بسیار پایینی را به خود داده است. بنابراین، ارزش اصلاحی پایین نشان می‌دهد که این گاو نمی‌تواند در شرایط اقتصادی و کم‌تر مصرف‌شدن نهاده‌های غذایی، تولید شیر مطلوبی را داشته باشد و بنابراین، فرزندانی با پتانسیل ژنتیکی مطلوب به‌وجود نخواهد آمد.

جدول ٦. رتبه گاوهای شیری براساس ارزش اصلاحی تولید شیر فیزیکی و POLS

شماره بدن گاو	رتبه ارزش اصلاحی تولید شیر واقعی (داده‌های مزرعه‌ای تصحیح‌شده)	رتبه ارزش اصلاحی تولید شیر تخمینی تابع تولید POLS
۱۵۷۲	۱	۵
۱۵۹۲	۲	۱
۱۵۷۴	۵	۴
۱۵۸۰	۶	۶
۱۵۸۲	۳	۲
۱۵۸۵	۴	۳

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

با توجه به اهمیت اقتصادی تولید شیر در مزارع پرورش گاو شیری، بهترین نوع تابع تولید، تابع تولید براساس روش حداقل مربعات بسط‌یافته پیکانی می‌باشد. این تابع مبتنی بر قانون بازدهی نزولی است و با مشتق‌گیری از این تابع تولید، می‌توان مقادیر بهینه مصرف ماده غذایی را مشخص کرد. توابع برآوردشده از برنامه R، توانایی برازش منحنی شیر را به‌درستی ندارند و نمی‌توان از آن‌ها مشتق‌گیری و مقادیر بهینه خوراک را به‌دست آورد. بنابراین به‌منظور بالابردن شاخص‌های بهره‌وری و افزایش بازدهی اقتصادی، تعیین تابع تولید POLS به‌عنوان بهترین راه‌کار برای بررسی تداوم شیردهی و تعیین رابطه میان مصرف نهاده‌های غذایی و تولید شیر پیشنهاد می‌گردد.

۶. تشکر و قدردانی

از مدیریت محترم کشت و صنعت کوهان ابردژ به‌خاطر قراردادن داده‌ها و اطلاعات لازم و همکاری ارزشمند ایشان و هم‌چنین حمایت دانشکده فناوری کشاورزی دانشگاه تهران در انجام این پژوهش تشکر و قدردانی می‌گردد.

۷. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۸. منابع

اشرفی، لیلا؛ قربانی خراجی، غلامرضا؛ همه، تمت؛ و صادقی سفیدمزگی، علی (۱۴۰۰). مقایسه بین‌المللی اقتصاد تولید شیر در گله‌های هلشتاین اصفهان. مجله پژوهش در نشخوارکنندگان. دوره ۹ (۲). ۱۲۰-۱۰۷.

امینی، بختیار؛ مرادی شهربابک، محمّد؛ نجاتی جوارمی، اردشیر؛ و صیادنژاد، محمّدباقر. (۱۳۸۸). اثر تصحیح رکوردها بر اجزای واریانس و برآورد پارامترهای ژنتیکی و ارزیابی گاوهای هلشتاین ایران. مجله علوم دامی ایران. ۴۰ (۲). ۲۲-۱۷.

شادپرور؛ عبدالاحد (۱۳۹۱). مروری بر برآورد ارزش‌های اقتصادی صفات در ایران. پنجمین کنگره علوم دامی ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۸-۱۵.

قاسمی، احمد؛ اسدی، ابراهیم؛ مهربان، حسین و محرری،علی (۱۳۹۴). مقایسه توابع ریاضی در برازش منحنی تولید شیر زایش اول در یک گله گاو هلشتاین. همایش پژوهش‌های نوین در علوم دامی. دانشگاه بیرجند.

References

Amini, B., Moradi Shahrebabak, M., Nejati javaremi., A., & Sayadnejad, M. B. (2009). The Effect of Adjustment for Production Trait Records on Estimation of Variance Components and Genetic Evaluation in Iranian Holstein Cattle. *Iranian Journal of Animal Sciences*, 40 (2), 22-17. (In Persian)

Ashrafi, L., Ghorbani kharja, GH., Hemme,T., & Sadeghi-sefidmazgi, A. (2021). International comparisons of the economy of milk production in Isfahan's Holstein farms. *Journal of Ruminant Reaserch*, 9(2), 2021. (In Persian).

Bayati, A. Abolhasani, L., & Shasavani, N. (2015). Energy flow in traditional dairy cattle units with an emphasis on Emissions of greenhouse gases from electricity production and the use of machinery and equipment, Mashhad Ferdowsi University. *Journal of Agroecology*, 8(3), 251-262. (In Persian)

Betteridge, J. K. (2004). New reproductive technologies in cattle: a veterinary perspective. 23rd. World Buiatrics Congress.

De Vries, A., Overton, M., Fetrow, J., Leslie, K., Eicker, S., & Rogers, G. (2008). Exploring the impact of sexed semen on the structure of the dairy industry. *Journal of Dairy Science*, 91, 847-856.

Ghaffar, A., Qasim Khan, M., & Ullah, N. (2007). Integrated approach for improving small scale market oriented dairy systems in Pakistan: participatory rural appraisal and economic opportunity survey. *Tropical Animal Health and Production*, 39, 593-601.

Ghasemi, A., Asadi, A., Mehraban, H., & Mohrazi, A. (2015) Comparison of mathematical functions in fitting the milk production curve of the first lactation in a herd of Holstein cattle. Conference on New Research in Animal Sciences. Birjand University.

Groen, A. F. (1988). Cattle Breeding Goals and Prediction circumstances. PhD. Thesis, Wageningen Agricultural. University, The Netherlands.

Henderson, C. R. (1975a). Use of all relatives in intraherd prediction of breeding values and producing abilities. *Journal of Dairy Science*, 58(12), 1910-1916.

Jamrozik, J., & Schaeffer, L. R. (1997). Estimates of genetic parameters for a test day model with random regression for production of traits of first location Holstein. *Journal of Dairy Science*, 80, 762-770.

Koopahi, M. (2009). Principle of agricultural economics. (12th ed). University of Tehran Press.

Macciotta, NPP., Vicario D., & Cappio-Borlino, A. (2005). Detection of Different Shapes of Lactation Curve for Milk Yield in Dairy Cattle by Empirical Mathematical Models. *Journal of Dairy Science*, 88(3), 1178-1191.

Miglior, F., Muir, B. L., & Van Doormaal, B. J. (2005). Selection indices in Holstein cattle of various countries. *Journal of Dairy Science*, 88, 1255-1263.

Ptak, E., & Schaeffer, L. R. (1993). Use of test day yield for genetic evaluation of dairy sires and cows. *Livestock Prodution Science*, 34, 23-34.

Rothschild, M.F., Henderson, C.R., &Quaas, R.L. (1979). Effects of selection on variances and covariances of simulated first and second lactations. *Journal of Dairy Science*, 62, 996-1002.

Schmidt, G. H., Van Vleck, L, D., & Hutjens, M. F. (1988). Principles of dairy science. Second edition.

Shadparvar, A., Emam jomeh, N., & Chizari, A. (1997). Review of Economic values for milk production, fat percentage and herd life in dairy cattle in IRAN. *Iranian Journal of Agricultural Science and Technology*, 11(2), 93-109. (In Persian).

Shadparvar, A. (2012). A review on estimation of economic values of traits in Iran. The 5th Iranian Congress on Animal Science, Isfahan University of Technology, 8-15. (In Persian).

Shanks, R. D., Berger, P. J., Freeman, A. E., & Dickinson, F. N. (1981). Genetic Aspects of lactation curves. *Journal of Dairy Science*, 64, 1852-1860.

Sölkner, J., & Fuerst, C. (2002). Breeding for functional traits in high yielding dairy cows. Proc. 7th Wrld. Congr. Genet. Appl. Livest. Prod., Montpellier, France, 291, 107-114.