



Original Research Paper

A study on the lactation curve characteristics and factors affecting them in dairy cows (case study: industrial dairy herds of Mashhad city)

Fateme Bahri Binabaj ^{1*}, Farshid Saraf ², Seyyed Homayoun Farhangfar ³, Alireza Khanahmadi ⁴

¹ Animal Science Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization, Mashhad, Iran

² CEO of Khorasan Razavi Industrial Dairy and Livestock Farm Union, Mashhad, Iran

³ Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran

⁴ Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and natural resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran

Key Words

Daily temperature
Holstein cows
Incomplete Gama function
Persistency
Test day records

Abstract

Introduction: The shape of lactation curve is unique for each cow and is affected by various genetic and non-genetic factors. Hence, its study in each cow and herd separately is important for making managerial decisions.

Materials & Methods: In order to study the factors affecting lactation curve in Holstein dairy cows, 271509 test day milk records (milking three times a day) of 30997 primiparous cows which calved in 79 herds in Mashhad city, from years 1993 to 2015 were used. The incomplete Gama function fitted to records, using NLIN procedure of SAS. Effect of herd, year, month and age at first calving, percent of Holstein gene, average mean of daily humidity, average mean of daily temperature, minimum and maximum temperature on lactation curve parameters were studied using GLM procedure of SAS. Also, correlations of lactation curve parameters with each other and with climatic parameters were calculated using CORR procedure of SAS.

Results: In studied herds lactation period began with producing 16.76 Kg milk daily and on day 88th reached the peak with 34.44 Kg yield and persistency was 7.43. Herd, year, month and age of calving and percent of Holstein gene had significantly affected the lactation curve ($P < 0.01$). The trend of changing the level of initial milk yield, days to peak milk yield and the lactation persistency, was increasing through the studied years. Among the climatic parameters only average mean of daily temperature had significant effect on some lactation curve parameters.

Conclusion: As genetic evaluation of dairy cattle moves toward the use of test day models, therefore investigating the factors affecting the shape of lactation curve in order to include them in the model and increase the accuracy of genetic parameters estimation is necessary.

* Corresponding Author's email: fatemebahri_b@yahoo.com

Received: 10 January 2023; Reviewed: 10 February 2023; Revised: 18 April 2023; Accepted: 20 May 2023

(DOI):10.70102/AEJ.2025.16.2.4

مقاله پژوهشی

بررسی خصوصیات منحنی شیردهی و عوامل مؤثر بر آن‌ها در گاوهای شیری (مطالعه موردی: گاوداری‌های صنعتی شهرستان مشهد)

فاطمه بحری بیناباج^{۱*}، فرشید صراف^۲، سیدهمایون فرهنگ‌فر^۳، علیرضا خان احمدی^۴

^۱ بخش علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

^۲ اتحادیه شرکت‌های تعاونی کشاورزی گاوداران و دامداران صنعتی استان خراسان رضوی، مشهد، ایران

^۳ گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

^۴ گروه علوم دامی، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران

چکیده

کلمات کلیدی

مقدمه: شکل منحنی شیردهی هر گاو، منحصر به فرد است و تحت تأثیر عوامل مختلف ژنتیکی و غیرژنتیکی قرار دارد. از این رو، مطالعه آن در هر گاو و گله، به‌طور جداگانه، برای اتخاذ تصمیم‌های مدیریتی مهم است.

مواد و روش‌ها: به‌منظور بررسی سازه‌های مؤثر بر منحنی شیردهی گاوهای هلشتاین، از تعداد ۲۷۱۵۰۹ رکورد شیر روز آزمون سه بار دوشش متعلق به ۳۰۹۹۷ رأس گاو شکم اول که طی سال‌های ۱۳۷۲ تا ۱۳۹۴ در ۷۹ گله شهرستان مشهد زایش داشتند استفاده گردید. تابع گامای ناقص بر رکوردهای روزآزمون شیر توسط رویه NLIN نرم‌افزار SAS برازش داده شد. اثر سازه‌های گله، سال، ماه و سن اولین زایش، درصد ژن هلشتاین، متوسط میانگین رطوبت، درجه حرارت، حداقل و حداکثر دمای روزانه، بر پارامترها و صفات منحنی شیردهی توسط رویه GLM نرم‌افزار SAS بررسی شد. همبستگی بین پارامترهای منحنی شیردهی با یکدیگر و با شاخص‌های اقلیمی توسط رویه CORR نرم‌افزار SAS محاسبه شد.

تابع گامای ناقص
تداوم شیردهی
درجه حرارت روزانه
شیر روز آزمون
گاو هلشتاین

نتایج: در گله‌های مورد بررسی، دوره شیردهی با میانگین ۱۶/۷۶ کیلوگرم در روز آغاز شد و در روز ۸۸ ام با مقدار ۳۴/۴۴ کیلوگرم به اوج تولید رسید و تداوم شیردهی ۷/۴۳ بود. اثر گله، سال، ماه، سن اولین زایش و درصد ژن هلشتاین بر تمام پارامترها و صفات منحنی شیردهی معنی‌دار بود ($P < 0.01$). روند تغییر سطح تولید شیر اولیه، زمان رسیدن به اوج تولید و تداوم شیردهی، در سال‌های مختلف، افزایشی بود. از بین شاخص‌های اقلیمی، تنها متوسط میانگین درجه حرارت روزانه بر بعضی از پارامترهای منحنی شیردهی اثر معنی‌دار داشت ($P < 0.05$).

بحث و نتیجه‌گیری: از آن‌جا که ارزیابی ژنتیکی گاو شیری، به‌سمت استفاده از مدل‌های روز آزمون پیش می‌رود، شناسایی سازه‌های مؤثر بر شکل منحنی شیردهی جهت قرار دادن آن‌ها در مدل و افزایش دقت برآورد پارامترهای ژنتیکی، امری ضروری است.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: fatemebahri_b@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۲۰ دی ۱۴۰۱؛ تاریخ داوری: ۲۱ بهمن ۱۴۰۱؛ تاریخ اصلاح: ۲۹ فروردین ۱۴۰۲؛ تاریخ پذیرش: ۳۰ اردیبهشت ۱۴۰۲

(DOI):10.70102/AEJ.2025.16.2.4

مقدمه

مطالعات آزمایشگاهی نشان داده‌اند که سلول‌های اپی‌تلیال پستان گاو، زمانی که دام در معرض دمای بالای محیط قرار می‌گیرد، نرخ بالایی از مرگ برنامه‌ریزی شده سلولی را نشان می‌دهند که توجیه کننده کاهش تولید شیر در گاوهای تحت تنش گرمایی به میزان ۲۵ تا ۴۰ درصد می‌باشد (۲۵). پژوهشگران در بررسی اثر شاخص حرارتی-رطوبتی بر کیفیت تولید شیر و ویژگی‌های منحنی شیردهی، اثر معنی‌دار تنش گرمایی بر پارامترهای منحنی شیردهی را مشاهده نکردند؛ به‌جز این که گاوهایی که در معرض تنش گرمایی بودند، دیرتر به اوج تولید رسیدند (۸). گاوهای صنعتی شهرستان مشهد با جمعیت ۳۵ هزار رأس و تولید روزانه ۴۴۰ تن شیر بخش عمده تولید شیر در استان خراسان رضوی را به‌خود اختصاص داده‌اند. هدف از تحقیق حاضر، استفاده از تابع گامای ناقص برای ارزیابی اثر برخی عوامل غیرژنتیکی و هواشناسی بر خصوصیات منحنی شیردهی گاوهای شیری در گاو‌داری‌های صنعتی شهرستان مشهد بود.

مواد و روش‌ها

تعداد ۲۷۱۵۰۹ رکورد شیر روز آزمون سه بار دوشش متعلق به ۳۰۹۹۷ رأس گاو شکم اول نژاد هلشتاین که طی سال‌های ۱۳۷۲ تا ۱۳۹۴ در ۷۹ گله زایش داشتند و توسط سازمان جهاد کشاورزی شهرستان مشهد جمع‌آوری شده بود، برای انجام این پژوهش استفاده گردید. رکوردهای تولید شیر کم‌تر از چهار (حداقل رکورد مورد نیاز برای تابع گامای ناقص جهت برآورد پارامترهای منحنی شیردهی (۴)) و بیش‌تر از ۳۰۵ روز حذف شدند. سن اولین زایش بین ۱۸ تا ۴۸ ماه و درصد ژن هلشتاین بین ۵۰ تا ۱۰۰ درصد محدود گردید. اطلاعات اقلیمی مربوط به سال‌های مورد مطالعه، از ایستگاه هواشناسی مشهد دریافت شد. با برازش تابع سه پارامتری وود بر رکوردهای روز آزمون شیر هریک از گاوها توسط روتیه غیرخطی (Proc Nlin) نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) (۲۲) برای هر رأس گاو، مقدار این سه پارامتر برآورد شد. این تابع (رابطه ۱) یکی از مهم‌ترین و پرکاربردترین مدل‌های توجیه‌کننده تولید شیر در طول دوره شیردهی است که در سال ۱۹۶۷ توسط Wood ارائه شده است (۲۸).

$$y_t = at^b \exp^{-ct} \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این مدل، مقدار تولید در روز t ، روز شیردهی، پارامتر a مقدار تولید شیر اولیه، پارامترهای b و c به‌ترتیب مربوطه به افزایش تولید تا اوج (شیب بالا رونده) و کاهش بعد از اوج (شیب پایین رونده) می‌باشند. در مرحله بعد، براساس علامت جبری پارامترهای منحنی شیردهی، منحنی‌ها به دو نوع استاندارد (هنجار) و غیراستاندارد (ناهنجار) تقسیم شدند؛ به این صورت که اگر a ، b و c برآورد شده

مصرف شیر و فرآورده‌های حاصل از آن، به‌عنوان یک منبع پروتئین حیوانی با توازن مناسب اسیدهای آمینه، معیاری از میزان توسعه، سلامت و پیشرفت کشورها است. گاوهای شیری تولید بخش اصلی شیر در کشور را به‌عهده داشته و به‌صورت مطلوب، پروتئین گیاهی را به پروتئین شیر، تبدیل می‌کنند. میزان تولید شیر از نظر اقتصادی دارای اهمیت ویژه‌ای در واحدهایی صنعتی و سنتی پرورش گاو شیری است (۷). نموداری که تغییرات تولید شیر در طول دوره شیردهی نسبت به زمان را نشان می‌دهد، اصطلاحاً منحنی شیردهی نامیده می‌شود (۱۸). نمایش ریاضی تولید شیر طی هر دوره شیردهی، یکی از موفقیت‌آمیزترین کاربردهای مدل‌سازی در دامپروری است (۱۴). مدل‌هایی که توانایی پیش‌بینی میزان تولید شیر آینده را دارند، اطلاعات مفیدی را در زمینه تصمیم‌گیری‌های مدیریتی وابسته به زمان، در اختیار قرار می‌دهند. از این‌رو، امروزه توابع منحنی شیردهی در نرم‌افزارهای مدیریتی مزارع پرورش گاو شیری، به‌کار برده می‌شوند (۱۳). شکل منحنی شیردهی هر گاو، منحصر به‌فرد بوده و تحت تأثیر عواملی مانند ژنتیک، سن زایش، مدیریت تغذیه، فصل زایش، ماه شیردهی، طول دوره شیردهی، سطح تولید گله، نوبت شیردهی، شکم‌زایش، روزهای باز، آبستنی، ساختار پستان و تغییرات هورمونی قرار می‌گیرد. از این‌رو، مطالعه آن در هر گاو و گله به‌طور جداگانه، برای اتخاذ تصمیم‌های مدیریتی اهمیت دارد و عنصر اصلی تعیین راهبردهای بهینه برای تلقیح یا جایگزینی گاوهای شیری و همچنین ارزیابی ژنتیکی آن‌ها در جهت بهبود راندمان تولید شیر می‌باشد (۱۴). انتخاب حیوانات براساس منحنی شیردهی، می‌تواند به کاهش نارسایی انرژی که دام در دوران ابتدایی شیردهی تا اوج آن تجربه می‌کند کمک نموده و به‌دنبال آن بهبود سلامت، رفاه و تولیدمثل را به‌همراه داشته باشد (۱۶). در یک تقسیم‌بندی کلی، می‌توان این توابع را در دو دسته مدل‌های خطی و مدل‌های غیرخطی گروه‌بندی نمود. یکی از پرکاربردترین مدل‌های خطی، تابع گامای ناقص است که به‌وسیله وود ارائه گردید (۲۸). در صنعت پرورش دام اهلی، تنش گرمایی یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید مطلوب پروتئین حیوانی و امنیت غذایی است (۶) که منجر به افزایش هزینه تولید شده و همچنین از نظر رفاه دام نیز دارای اهمیت است (۱۹، ۲۰). خسارتی که تنش گرمایی از نظر تولیدی و اقتصادی برای صنایع لبنی دارد، در اثر تغییرات جهانی آب و هوا، در حال افزایش هستند (۱۲، ۲۳). در گاوهای هلشتاین اقلیم مدیترانه‌ای ایران مشخص شد که به‌ازاء یک واحد افزایش در شاخص رطوبتی-حرارتی میزان تولید شیر و درصد چربی آن به‌ترتیب ۳۰ گرم و ۰/۰۱ درصد کاهش می‌یابد (۲۳).

از رطوبت نسبی هوا، $\overline{(RH)}$ متوسط میانگین رطوبت نسبی هوا، b_4 ضریب تابعیت پارامترهای منحنی شیردهی از حداقل دمای هوا، $\overline{(mint)}$ متوسط میانگین حداقل دما، b_5 ضریب تابعیت پارامترهای منحنی شیردهی از حداکثر دمای هوا، $\overline{(maxt)}$ متوسط میانگین حداکثر دما، b_6 ضریب تابعیت پارامترهای منحنی شیردهی از دمای هوا، $\overline{(temp)}$ متوسط میانگین دمای هوا، e خطای تصادفی است. روند فنوتیپی برای تمام پارامترهای منحنی شیردهی و خصوصیات شیردهی طی سال‌های مختلف به دست آمد. همبستگی بین پارامترهای منحنی شیردهی با یکدیگر و با شاخص‌های اقلیمی توسط رویه $Corr$ و تابعیت پارامترهای منحنی شیردهی از سن اولین زایش، میزان ژن هلشتاین و شاخص‌های آب‌وهوایی توسط رویه Reg نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) (۲۲) محاسبه شد.

نتیجه

برخی آماره‌های توصیفی برای پارامترهای برآورد شده و شاخص‌های محاسبه شده منحنی شیردهی در جدول (۱) آورده شده‌اند. در گله‌های مورد بررسی، دوره شیردهی با میانگین ۱۶/۷۶ کیلوگرم در روز آغاز شد و در روز ۸۸ ام با مقدار ۳۴/۴۴ کیلوگرم به اوج تولید رسید و تداوم شیردهی ۷/۴۳ بود. با بررسی منحنی شیردهی ۳۰۹۹۷ رأس گاو شیری مشخص شد که تعداد ۵۱۹۶ رأس (۱۶/۷۷ درصد) دارای منحنی شیردهی ناهنجار و مابقی (۸۳/۲۳ درصد) دارای منحنی شیردهی هنجار هستند.

برای هر گاو مثبت بود منحنی شیردهی استاندارد بوده اما اگر b یا c منفی باشد منحنی شیردهی غیراستاندارد بود (۲۷). بعد از معلوم کردن گاوهای دارای منحنی استاندارد، برای آن‌ها توسط پارامترهای برآورد شده از تابع $Wood$ ، شاخص‌های دیگری محاسبه شد. این شاخص‌ها عبارت بودند از زمان رسیدن به اوج تولید شیر (رابطه ۲)، میزان تولید در زمان اوج (رابطه ۳) و تداوم شیردهی (رابطه ۴).

$$t = \frac{b}{c} \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$y_{max} = a\left(\frac{b}{c}\right)^b \exp(-b) \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$P = -(b+1) \ln C \quad \text{رابطه (۴)}$$

اثر سازه‌های ژنتیکی و غیرژنتیکی بر پارامترهای شکل منحنی شیردهی و خصوصیات شیردهی به کمک رابطه (۵) توسط رویه GLM نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) (۲۲) بررسی شد.

رابطه (۵):

$$Y = H + CY + CM + b_1(\overline{HF} - HF) + b_2(\overline{Cage} - Cage) + b_3(\overline{RH} - RH) + b_4(\overline{mint} - \overline{mint}) + b_5(\overline{maxt} - \overline{maxt}) + b_6(\overline{temp} - \overline{temp}) + e$$
 که در رابطه فوق Y پارامترهای منحنی شیردهی، H اثر ثابت گله، CY اثر ثابت سال زایش، CM اثر ثابت ماه زایش، b_1 ضریب تابعیت پارامترهای منحنی شیردهی از میزان ژن هلشتاین، $\overline{(HF)}$ متغیر کمکی میزان ژن هلشتاین، b_2 ضریب تابعیت پارامترهای منحنی شیردهی از سن گاو هنگام اولین زایش، $Cage$ متغیر کمکی سن گاو هنگام اولین زایش، b_3 ضریب تابعیت پارامترهای منحنی شیردهی

جدول ۱: آماره‌های توصیفی پارامترهای برآورد شده و ویژگی‌های منحنی شیردهی استاندارد

میانگین	خطای استاندارد	انحراف استاندارد	حداقل	حداکثر	ضریب تغییرات	چارک اول ^۱	چارک سوم ^۲
مقدار تولید شیر اولیه (a)	۱۶/۷۶	۰/۰۵۲	۸/۴۸	۱	۵۵/۶۶	۵۰/۶۳	۲۲/۳
شیب بالا رونده (b)	۰/۲۴	۰/۰۰۱	۰/۱۷	۰/۰۰۰۰۸	۱/۱	۶۹/۵۸	۰/۳۳
شیب پایین رونده (c)	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۳۲	۶۷/۵	۰/۰۰۳
زمان رسیدن به اوج (روز)	۸۸/۵۳	۰/۲۷	۴۴/۱۲	۰/۰۹	۳۰۴/۹۴	۴۹/۸۳	۱۰۹/۵۲
میزان تولید در اوج (کیلوگرم)	۳۴/۴۴	۰/۰۴	۶/۵۳	۱۱/۳	۶۳/۷۲	۱۸/۹۷	۳۸/۷۸
تداوم شیردهی	۷/۴۳	۰/۰۰۳	۰/۶۳	۴/۵۳	۱۰/۷۱	۸/۵۶	۷/۸۱

۱- چارک اول نشان‌دهنده مقداری از پارامتر است که ۲۵ درصد مشاهدات کم‌تر از آن، و مابقی، بیش‌تر از آن قرار دارند. ۲- چارک سوم نشان‌دهنده مقداری از پارامتر است که ۷۵ درصد مشاهدات کم‌تر از آن، و مابقی، بیش‌تر از آن قرار دارند.

(زمان رسیدن به اوج، میزان تولید اوج و تداوم شیردهی) منحنی شیردهی از نظر آماری معنی‌دار بود ($P < 0/01$). اثر سال زایش بر تمام پارامترها و شاخص‌های منحنی شیردهی از نظر آماری معنی‌دار بود ($P < 0/01$). بیش‌ترین و کم‌ترین پارامتر a تابع مربوط به سال‌های

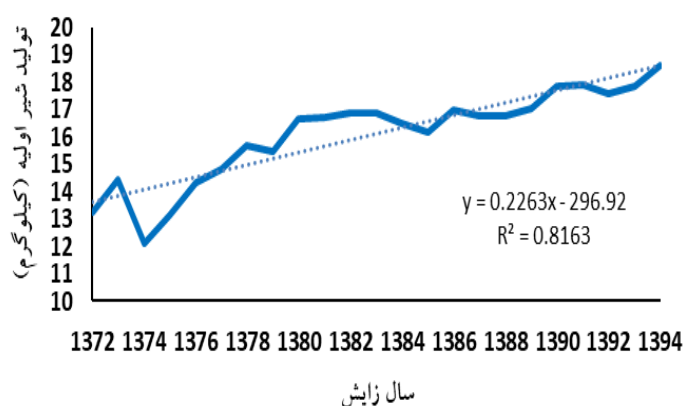
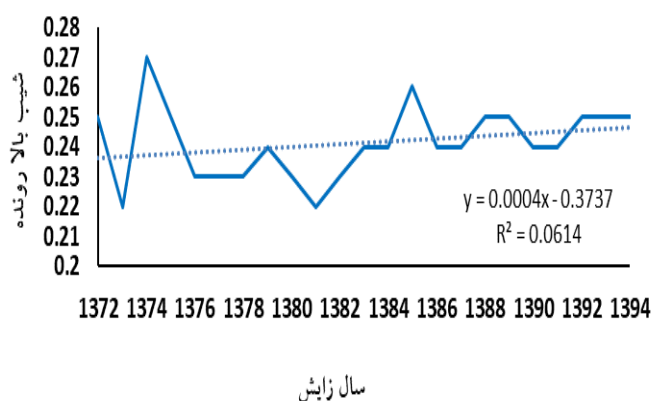
سازه‌های مختلف مؤثر بر منحنی شیردهی: چگونگی اثر عوامل مختلف ژنتیکی و غیرژنتیکی بر منحنی‌های شیردهی استاندارد در جدول ۲ آورده شده است. نتایج نشان داد اثر گله، سال، ماه و سن اولین زایش بر پارامترها (a ، b و c) و شاخص‌های

جدول ۲: اثر عوامل مختلف بر منحنی شیردهی استاندارد

تداوم شیردهی	تولید شیر اولیه	شیب بالا رونده	شیب پایین رونده	زمان رسیدن به اوج	تولید در اوج
**	**	**	**	**	**
**	**	**	**	**	**
**	**	**	**	**	**
**	**	**	**	**	**
**	**	**	**	**	**
ns	ns	ns	ns	ns	ns
ns	*	*	**	*	ns
ns	ns	ns	ns	ns	ns
ns	ns	ns	ns	ns	ns

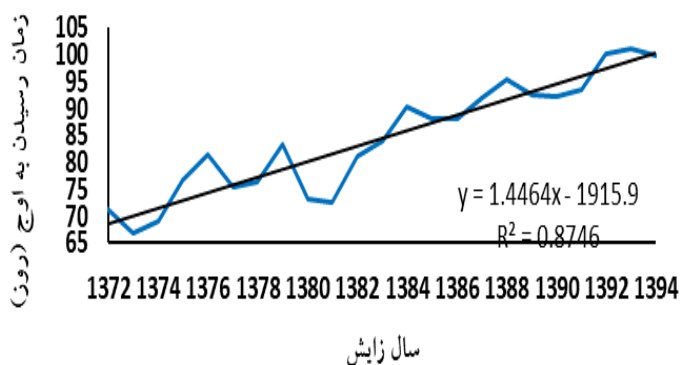
** P<0.01, * P<0.05, ns: non-significant

۱۳۹۴ و ۱۳۷۴ به ترتیب با مقادیر ۱۸/۶ و ۱۲/۱۲ کیلوگرم بود و بدان معنی است که گاوها، بیشترین و کمترین سطح تولید اولیه را در این دو سال داشته‌اند (شکل ۱). این شکل نشان می‌دهد که سطح تولید شیر اولیه در سال‌های مختلف به‌طور خطی، افزایش یافته است (سالانه به میزان ۰/۲۳ کیلوگرم). گاوهایی که در سال ۱۳۷۴ زایش داشتند دارای بیشترین مقدار شیب بالا رونده (پارامتر b) بودند و در سال‌های ۱۳۷۳ و ۱۳۸۱ کمترین مقدار این پارامتر مشاهده شد (شکل ۲). این پارامتر نشان‌دهنده شیب افزایشی تولید است (سالانه به میزان ۰/۰۰۰۴). شیب پایین رونده در برخی سال‌های متوالی، ثابت است و در بعضی سال‌ها، افزایش یا کاهش ناگهانی دارد اما در کل، روند آن طی سال‌های مورد بررسی (۱۳۷۲ تا ۱۳۹۴) کاهشی است به این معنی که روند کاهش تولید بعد از اوج آرام‌تر بوده و تداوم شیردهی بیش‌تر است (شکل ۳).



شکل ۲: روند تغییرات شیب بالا رونده در گاوهای دارای منحنی شیردهی استاندارد

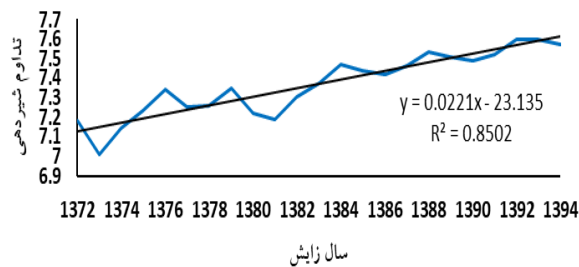
شکل ۱: روند تغییرات مقدار تولید شیر اولیه در گاوهای دارای منحنی شیردهی استاندارد



شکل ۴: روند تغییرات زمان رسیدن به اوج تولید در گاوهای دارای منحنی شیردهی استاندارد

شکل ۳: روند تغییرات شیب پایین رونده در گاوهای دارای منحنی شیردهی استاندارد

تأثیر سال زایش بر فاصله زایمان تا رسیدن به اوج تولید (t) نیز اثر معنی دار آماری داشت ($P < 0.01$). این شاخص منحنی شیردهی سالانه حدود ۱/۵ روز افزایش داشته و طی سال های مورد بررسی از حدود ۶۶ روز به ۱۰۰ روز رسیده است (شکل ۴). مقدار تولید شیر در اوج (y) نیز به طور معنی داری (با افزایش ۰/۶۴ کیلوگرم سالانه) تحت



شکل ۴: روند تغییرات تداوم شیردهی در گاوهای دارای منحنی شیردهی استاندارد

زایش سن بیش تری دارند تولید شیر اولیه کم تر داشته و زودتر به اوج تولید می رسند و تداوم شیردهی کم تری دارند. همبستگی سن هنگام اولین زایش با میزان تولید در اوج شیردهی منفی و معنی دار است که نشان می دهد با افزایش این سن تولید اوج کاهش می یابد.

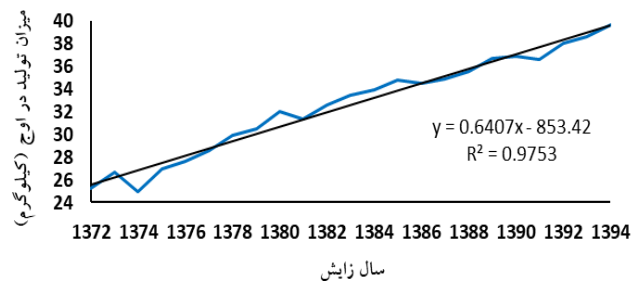
جدول ۴: همبستگی پارامترهای منحنی شیردهی با سن اولین زایش

تداوم شیردهی	میزان تولید در اوج	زمان رسیدن به اوج	شیب پایین رونده	شیب بالا رونده	مقدار تولید شیر اولیه
***-۰/۰۷۷	** -۰/۱	***-۰/۰۸۲	***۰/۰۵۹	ns/۰/۰۰۵	***-۰/۰۱۶

*** P<0.01, * P<0.05, ns: non-significant

میزان خلوص نژادی در گله های مورد بررسی بین ۵۰ تا ۱۰۰ درصد با متوسط ۹۰/۵۸ درصد بود. این عامل بر تمام پارامترهای منحنی شیردهی به جز شیب بالارونده اثر معنی داری داشت ($P < 0.01$) (جدول ۲). متوسط خلوص نژادی در گاوهای دارای منحنی شیردهی هنجار و ناهنجار به ترتیب ۹۰/۴۶ و ۸۹/۲۲ درصد بود. ضرایب تابعیت پارامترهای منحنی شیردهی از خلوص نژادی در جدول ۵ آورده شده است. نتایج نشان داد که با یک درصد افزایش خلوص نژادی مقدار تولید شیر اولیه و تولید در اوج به ترتیب ۴۰ و ۱۱۰ گرم افزایش یافت ($P < 0.01$). هم چنین یک درصد افزایش خلوص نژادی سبب کاهش سرعت افزایش تولید شیر تا اوج و شیب پایین رونده شد ($P < 0.01$). مدت زمان لازم برای رسیدن به اوج تولید نیز با افزایش خلوص نژادی، طولانی تر شد ($P < 0.01$).

سال زایش بر فاصله زایمان تا رسیدن به اوج تولید (t) نیز اثر معنی دار آماری داشت ($P < 0.01$). این شاخص منحنی شیردهی سالانه حدود ۱/۵ روز افزایش داشته و طی سال های مورد بررسی از حدود ۶۶ روز به ۱۰۰ روز رسیده است (شکل ۴). مقدار تولید شیر در اوج (y) نیز به طور معنی داری (با افزایش ۰/۶۴ کیلوگرم سالانه) تحت



شکل ۵: روند تغییرات میزان تولید در اوج در گاوهای دارای منحنی شیردهی استاندارد

متغیر کمکی سن هنگام اولین زایش بر تمام پارامترهای منحنی شیردهی، اثر معنی دار داشت ($P < 0.01$). حداقل و حداکثر سن اولین زایش در گله های مورد بررسی به ترتیب ۱۸ و ۴۸ ماه با میانگین ۲۶ ماه بود. در تحقیقی که روی گله های گاو شیری منتخب ایران انجام شد، ۹۱ درصد از تلیسه در سن ۲۸ ماه و کم تر زایمان داشتند و میانگین این صفت ۲۵ ماه بود (۵). ضرایب تابعیت پارامترها و شاخص های منحنی شیردهی از سن زایش (جدول ۳) نشان می دهد با هر ماه افزایش در سن اولین زایش، مقدار تولید اولیه و تولید در اوج به ترتیب ۴۳ و ۲۰۰ گرم کاهش داشته است ($P < 0.01$).

جدول ۳: ضرایب تابعیت پارامترهای منحنی شیردهی از سن هنگام اولین زایش

P Value	خطای استاندارد	ضریب تابعیت	مقدار تولید شیر اولیه
۰/۰۰۷	۰/۰۱۶	-۰/۰۴۳	مقدار تولید شیر اولیه
۰/۹۲	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰۳	شیب بالا رونده
<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰۳	شیب پایین رونده
<۰/۰۰۰۱	۰/۰۸۳	-۱/۱۰۵	زمان رسیدن به اوج (روز)
<۰/۰۰۰۱	۰/۰۱۲	-۰/۲۰۲	میزان تولید در اوج (کیلوگرم)
<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱	-۰/۰۱۴	تداوم شیردهی

همبستگی پارامترهای منحنی شیردهی با سن اولین زایش در جدول ۴ قابل مشاهده است. همبستگی این اثر با مقدار تولید شیر اولیه، زمان رسیدن به اوج و تداوم شیردهی منفی و از نظر آماری معنی دار است ($P < 0.01$) بدین معنی که گاوهایی که در زمان اولین

جدول ۵: ضرایب تابعیت پارامترهای منحنی شیردهی از خلوص

P Value	نژادی	
	خطای استاندارد	ضریب تابعیت
<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۴
۰/۲۵	۰/۰۰۰۰۷	-۰/۰۰۰۸۵
<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۰۱	-۰/۰۰۰۰۱
<۰/۰۰۱	۰/۰۱۹	۰/۳
<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۱۱
<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۴

اثر متوسط میانگین رطوبت روزانه و متوسط میانگین حداقل و حداکثر حرارت روزانه بر پارامترهای منحنی شیردهی از نظر آماری معنی دار نبود. متوسط میانگین درجه حرارت روزانه به جز دو پارامتر تولید شیر اولیه و تداوم شیردهی بر سایر پارامترها و شاخص‌ها اثر معنی دار داشت (جدول ۲). همبستگی فنوتیپی پارامترهای منحنی شیردهی با شاخص‌های آب و هوایی در جدول ۶ قابل مشاهده است.

جدول ۶: همبستگی پارامترهای منحنی شیردهی با شاخص‌های آب و هوایی

تداوم شیردهی	میزان تولید در اوج	زمان رسیدن به اوج	شیب پایین رونده	شیب بالا رونده	مقدار تولید شیر اولیه
** -۰/۰۶۱	** -۰/۱۷	** -۰/۰۴۳	-۰/۰۰۳ ^{ns}	** -۰/۰۴۲	** -۰/۰۲۳
۰/۰۰۹ ^{ns}	** ۰/۰۲۵	* -۰/۰۱۲	** ۰/۰۰۵	** ۰/۰۵۴	** -۰/۰۰۳
۰/۰۰۶ ^{ns}	** ۰/۰۲۸	* -۰/۰۱۴	** ۰/۰۰۴۶	** ۰/۰۰۴۹	** -۰/۰۰۲۴
۰/۰۱ ^{ns}	** ۰/۰۱۶	-۰/۰۰۱ ^{ns}	** ۰/۰۰۵۳	** ۰/۰۰۵۷	** -۰/۰۰۳۶

** P<0.01, * P<0.05, ns: non-significant

جدول ۷: ضرایب همبستگی گشتاوری پیرسون بین پارامترها و خصوصیات منحنی شیردهی

تداوم شیردهی	میزان تولید در اوج	زمان رسیدن به اوج	شیب پایین رونده	شیب بالا رونده
** -۰/۴۹	** ۰/۲۳	** -۰/۴۲	** -۰/۵۹	** -۰/۸۵
** ۰/۵۱	** ۰/۱	** ۰/۳	** ۰/۷۷	
** -۰/۰۴	** ۰/۰۴۸	** -۰/۱۹		
** ۰/۸۲	** ۰/۰۶۸			
** ۰/۰۷۲				

کاهش می‌یابد ($P<۰/۰۰۱$). افزایش متوسط درجه حرارات با افزایش ۴۸ روزه در رسیدن به اوج و حدود ۱۴ کیلوگرم افزایش تولید اوج همراه بود ($P<۰/۰۰۱$). مقاله‌ای برای مقایسه ضرایب تابعیت پارامترهای منحنی شیردهی از شاخص‌های آب و هوایی مشاهده نشد.

ضرایب تابعیت پارامترهای منحنی شیردهی از شاخص‌های آب و هوایی در جدول ۸ آورده شده است. تابعیت مقدار تولید شیر اول دوره از متوسط رطوبت روزانه منفی است. بدین معنی که با یک درصد افزایش میانگین رطوبت روزانه مقدار تولید شیر اولیه ۱۱۰ گرم

جدول ۸: ضرایب تابعیت پارامترهای منحنی شیردهی از شاخص‌های آب‌وهوایی

متوسط میانگین رطوبت روزانه			متوسط میانگین دمای روزانه			متوسط میانگین حد اقل دمای روزانه			متوسط میانگین حد اکثر دمای روزانه		
ضریب تابعیت	خطای استاندارد	P Value	ضریب تابعیت	خطای استاندارد	P Value	ضریب تابعیت	خطای استاندارد	P Value	ضریب تابعیت	خطای استاندارد	P Value
-۰/۰۱۱	۰/۰۱	<۰/۰۰۰۱	۱/۱	۱/۴۵	۰/۴۴	-۰/۰۶۶	۰/۷۳	۰/۳۵	-۰/۷۲	۰/۷۳	۰/۳۱
-۰/۰۰۴	۰/۰۰۰۲	۰/۰۲	۰/۰۹۶	۰/۰۲	۰/۰۰۱	-۰/۰۴۲	۰/۰۱	۰/۰۰۳	-۰/۰۵	۰/۰۱۴	۰/۰۰۰۶
۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۰۳	<۰/۰۰۰۱	-۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۳	۰/۴	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۱	۰/۳۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۰۱	۰/۲۷
-۰/۰۸۷	۰/۰۵۶	<۰/۰۰۰۱	۴۸/۶	۷/۵۳	<۰/۰۰۰۱	-۲۲/۷	۳/۷۸	۳/۷۷	-۲۷/۲	۳/۷۷	<۰/۰۰۰۰۱
-۰/۳۳	۰/۰۰۸	<۰/۰۰۰۱	۱۳/۸	۱/۰۷	<۰/۰۰۰۰۱	-۶/۵۹	۰/۵۳	۰/۵۳	-۷/۷۴	۰/۵۳	<۰/۰۰۰۰۱
-۰/۰۱۲	۰/۰۰۰۰۸	<۰/۰۰۰۰۱	۰/۷۵	۰/۱	<۰/۰۰۰۰۱	-۰/۳۵	۰/۰۵	۰/۰۵	-۰/۴۱	۰/۰۵	<۰/۰۰۰۰۱

بحث

گله‌های مورد بررسی در آغاز دوره شیردهی به‌طور میانگین ۱۶/۷۶ کیلوگرم تولید شیر داشتند که در دو تحقیق متفاوت در گاوهای هلشتاین ایران مقدار تولید شیر اولیه به‌ترتیب ۲۰ و ۱۶/۶۲ کیلوگرم گزارش شده است (۱۰، ۱۵). در این دو پژوهش، مقدار تولید در اوج ۳۴/۳۵ و ۳۳/۱ کیلوگرم و در روزهای ۶۹ و ۷۶ بود که در مقایسه با تحقیق حاضر، مشاهده می‌شود در گاوداری‌های مشهد گاوها دیرتر به اوج تولید رسیده‌اند (روز ۸۸ ام شیردهی). شاید علت این تفاوت را بتوان به تفاوت در نوع سیستم رکوردگیری و دقت آن، تعداد رکوردهای موجود برای هر گاو و نحوه ویرایش داده‌ها نسبت داد (۲، ۱۵). تداوم شیردهی در دو پژوهش فوق، به‌ترتیب ۷/۱۵ و ۷/۲۸ گزارش شده است که با نتایج تحقیق حاضر (۷/۴۳)، هم‌خوانی دارد. در تابع Wood اگر هر سه پارامتر a ، b و c مثبت باشند، منحنی ابتدا صعودی و بعد نزولی است که به آن منحنی هنجار یا استاندارد شیردهی می‌گویند که با فیزیولوژی تولید شیر تطابق دارد. اما در برخی گاوها ممکن است پارامتر b مثبت و c منفی (منحنی دائماً صعودی)، یا برعکس پارامتر b منفی و پارامتر c مثبت (منحنی دائماً نزولی) باشد. در هر دو حالت، گاو دارای منحنی شیردهی ناهنجار است. منحنی‌های غیراستاندارد، به‌صورت منحنی افزایشی یا کاهشی بوده و نقطه اوج تولید ندارد. احتمال وقوع شکل ناهنجار منحنی شیردهی در گاو هلشتاین ایران و ترکیه به‌ترتیب ۲۳ و ۲۶ درصد گزارش شده است که در مقایسه با ۱۶/۷۷ درصد منحنی شیردهی ناهنجار مشاهده شده در تحقیق حاضر رقم بالاتری است (۲، ۲۷). وجود منحنی شیردهی ناهنجار را می‌توان به عوامل مختلفی از جمله تفاوت‌های ژنتیکی بین حیوانات، روش خوراک‌دهی، مدیریت مزرعه و شرایط محیطی و وضعیت سلامتی دام و فصل زایش نسبت داد (۱۴). اثر معنی‌دار گله بر پارامترها و صفات منحنی شیردهی را می‌توان به عوامل مدیریتی، نوع تغذیه و آب‌وهوای منطقه نگه‌داری

گله، نسبت داد. در یک پژوهش با استفاده از تابع وود و رکورد روز آزمون گاوهای شیری شکم اول مشخص شد که گله بر پارامترهای منحنی شیردهی اثر معنی‌دار دارد (۱۵). نتایج تحقیقی دیگر حاکی از اثر معنی‌دار گله بر پارامترهای مقدار تولید در اوج، زمان رسیدن به اوج و تداوم شیردهی بود (۳). محققین با استفاده از تابع گامای ناقص در گله‌های گاو شیری تونس گزارش کردند که گله، اثر معنی‌دار آماری بر پارامترهای مقدار تولید شیر اولیه، کاهش تولید پس از اوج، مقدار تولید در اوج و تداوم شیردهی دارد (۲۰). همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده شد، سال زایش بر پارامترهای برآورد شده و شاخص‌های محاسبه‌شده منحنی شیردهی گاوهای شکم اول معنی‌دار بود ($P < 0.01$). در تحقیق‌های دیگر نیز اثر معنی‌دار سال زایش بر پارامترهای منحنی شیردهی گزارش شده است (۴، ۱۵). به‌عنوان نمونه اثر معنی‌دار سال زایش بر مقدار تولید شیر اولیه در گاوهای هلشتاین و دو منظوره گزارش شده است (۴، ۱۱). استفاده از تابع گامای ناقص در بررسی منحنی شیردهی گاوهای هلشتاین ترکیه اثر معنی‌دار سال زایش بر مقدار افزایش تولید تا اوج را تأیید کرد (۲۶). برخلاف یافته‌های تحقیق حاضر در بررسی منحنی شیردهی گاوهای نژادهای مختلف با استفاده از تابع گامای ناقص گزارش شد که سال زایش اثر معنی‌دار آماری بر پارامتر b (مقدار افزایش تولید تا اوج) منحنی شیردهی ندارد (۱۱، ۱۹). تفاوت در عوامل محیطی، نوع مدل آماری برازش شده و ویرایش داده‌ها، می‌تواند سبب این اختلاف باشند. در بررسی منحنی شیردهی گله‌های گاو شیری تونس با استفاده از تابع گامای ناقص گزارش شد که سال زایش اثر معنی‌دار آماری بر پارامترهای a و c ، مقدار تولید در اوج و تداوم شیردهی دارد (۲۰). طبق تحقیقی که روی گله‌های گاو شیری تجاری در انگلستان انجام شد، سال زایش بر میزان تولید اوج، تعداد روزهای لازم برای رسیدن به تولید اوج، تداوم شیردهی و کل شیر تولیدی اثر معنی‌دار آماری داشت (۳). مشابه این نتیجه در تحقیق حاضر نیز به‌دست آمد. هم‌چنین پژوهشگران با

استفاده از تابع وود منحنی شیردهی گاوهای نژاد هلشتاین، براهمن، براون سوئیس و آمیخته‌های آن‌ها را مطالعه کردند و به این نتیجه رسیدند که سال زایش تنها بر مقدار تولید شیر اولیه و زمان رسیدن به اوج تولید اثر معنی‌دار دارد (۱۱). در پژوهش حاضر مقدار تولید در اوج تحت تأثیر سال زایش بود ($P < 0.01$) و در سال‌های مورد بررسی هر سال ۶۴۰ گرم افزایش یافته بود. نتیجه بررسی منحنی شیردهی نژادهای مختلف با توابع متفاوت حاکی از اثر معنی‌دار سال زایش بر مقدار تولید شیر در اوج شیردهی (y) است (۱، ۲، ۲۰، ۲۷). معنی‌دار بودن اثر سال زایش بر پارامترهای منحنی مورد انتظار بود زیرا طی سال‌های مورد مطالعه در مدیریت، کیفیت و کمیت خوراک و جایگاه نگه‌داری دام پیشرفت‌های چشمگیری رخ داده است که منتهی به بهبود عملکرد کلی گله شده است. به‌طور کلی، سال‌های مختلف از نظر شرایط مدیریتی، آب‌وهوایی، تغییرات دمای سالیانه، میزان بارندگی، میزان ابتلا به بیماری، میزان دسترسی به علوفه و کیفیت علوفه متفاوت هستند و توصیف آن‌ها مقداری سخت است ولی اثر سال به‌طور کلی از مدیریت و عوامل محیطی و اثر متقابل بین آن‌ها ناشی می‌شود (۱۷). تداوم شیردهی به‌صورت توانایی گاوها در نگه‌داری سطح تولید بعد از رسیدن به اوج شیردهی تعریف می‌شود. به‌دلیل ارتباط تداوم شیردهی با تولید، تولیدمثل، هزینه‌های سلامت و تغذیه، این صفت از جمله صفات اقتصادی مورد توجه در اصلاح نژاد گاو شیری محسوب می‌شود. تداوم شیردهی بالا به‌دلیل استفاده بهتر از خوراک و کاهش تنش‌های محیطی ناشی از اوج تولید است. گاوهای با اوج تولید یکسان، به دلیل تفاوت در تداوم شیردهی می‌توانند تولید نهایی متفاوتی داشته باشند. از بین دو گاو با تولید یکسان، گاوی که دارای منحنی شیردهی تخت‌تر است، نسبت به دیگری دارای برتری است (۲۷). شیوع بیماری‌های متابولیک و بی‌نظمی‌های تولیدمثلی (ناشی از تنش‌های فیزیولوژیک به‌دلیل تولید شیر زیاد) در گاوهایی که منحنی شیردهی تخت‌تر دارند کم‌تر است. اثر معنی‌دار سال زایش بر تداوم شیردهی در گاوهای آمیخته نژاد کنانا × نژاد فریزین، هلشتاین ایران، تونس و گله‌های گاو شیری تجاری در انگلستان نیز گزارش شده است (۱، ۳، ۴، ۲۰). همانند گله‌های مورد بررسی در این تحقیق، در سایر پژوهش‌ها که روی گاوهای هلشتاین ایران انجام شده است، اثر ماه یا فصل زایش بر پارامترهای منحنی شیردهی معنی‌دار گزارش شده است (۴، ۱۵). در تحقیقی گاوهایی که در تابستان و پاییز زایش داشتند نسبت به گاوهایی که در بهار و زمستان زایش داشتند تداوم شیردهی بالاتری داشتند (۳). محققین در آمیخته‌های گاو شیری سه نژاد هلشتاین، براهمن و براون سوئیس دریافتند که اثر ماه زایش بر پارامترهای

کاهش تولید بعد از اوج، زمان رسیدن به اوج تولید، مقدار تولید در اوج و کل شیر تولیدی دوره شیردهی معنی‌دار بود (۱۱). برخلاف نتیجه تحقیق حاضر، با بررسی منحنی شیردهی گاوهای هلشتاین ایران گزارش شده است که پارامترهای a ، b و c در فصول مختلف زایش اختلاف آماری معنی‌دار ندارند و بیش‌ترین منحنی شیردهی نامطلوب مربوط به گاوهایی بود که در فصل تابستان زایش داشتند (۱۰). تفاوت در نوع مدل آماری برازش شده و ویرایش داده‌ها، می‌تواند سبب این اختلاف باشند. منحنی شیردهی در گله‌های گاوشیری تونس با استفاده از تابع گامای ناقص بررسی و گزارش شد که ماه زایش اثر معنی‌دار آماری بر پارامترهای a و c شیراوج شیردهی و تداوم شیردهی دارد، در حالی که بر پارامتر b اثر معنی‌دار نداشت (۲۰). فصل زایش اثر معنی‌دار آماری بر شیر اوج شیردهی و تداوم شیردهی در گاوهای آمیخته نژاد کنانا × فریزین بررسی شده با استفاده از تابع غیرخطی Wood نداشت (۱). اثر فصل زایش بر پارامترهای منحنی شیردهی گاوهای هلشتاین رامی‌توان به حساسیت آن‌ها نسبت به گرما، تغییرات دما، رطوبت، تفاوت کیفیت خوراک و میزان در دسترس بودن آن در فصول مختلف مرتبط دانست. این امر ضرورت و اهمیت برنامه‌ریزی برای مدیریت فصل زایش را نشان می‌دهد، لذا به گاوداران توصیه می‌شود سیستم‌های مدیریتی متفاوتی را مطابق با فصول مختلف زایش طراحی و اجرا نمایند. در گله‌های مورد بررسی در تحقیق حاضر متغیر کمکی سن هنگام اولین زایش بر تمام پارامترهای منحنی شیردهی اثر معنی‌دار داشت ($P < 0.01$). در گاوهای هلشتاین ترکیه مشخص شد که سن زایش بر میزان تولید در اوج و مقدار تولید کل دوره شیردهی اثر معنی‌دار دارد (۲۷). در تحقیقی دیگر سن زایش تنها بر میزان تولید در اوج اثر معنی‌دار داشت (۲۷). مشابه نتایج تحقیق حاضر، در رابطه با ضرایب تابعیت و همبستگی منفی بین سن اولین زایش با میزان تولید در اوج و تداوم شیردهی، سایر محققین دریافتند که با افزایش سن هنگام اولین زایش میانگین تولید در اوج و تداوم شیردهی به‌طور معنی‌داری، روند کاهشی دارد (۱۰، ۱۵). بررسی تولید شیر کل عمر تولیدی گاوهای هلشتاین ترکیه‌ای نشان داد که با افزایش سن هنگام اولین زایش تولید شیر کل بیش‌تر می‌شود (۲۶). هم‌چنین در گله‌های گاو شیری منتخب ایران مشخص شد همبستگی بین سن اولین زایش با مقدار شیر تولیدی ۳۰۵ روز منفی است و با افزایش سن اولین زایش، مقدار تولید شیر کاهش پیدا می‌کند (۵). افزایش تولید شیر با افزایش سن هنگام اولین زایش می‌تواند به‌دلیل توسعه سیستم پستانی باشد (۲۴). مشابه نتایج تحقیق حاضر، محققین دریافتند تلیسه‌هایی که در سنین پایین اولین زایش خود را داشتند نسبت به دیگر تلیسه‌ها تداوم شیردهی بهتری داشتند

مه پاش و فن در ماه های گرم سال، می توان اثر تنش گرمایی بر تولید را تا حدودی کاهش داد.

تعارض منافع: هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

منابع

1. Abate, A.L., Atta, M. and Anthony, R.N., 2010. Seasonal variation of milk persistency of Kenana× Friesian crossbred dairy cows under confinement feeding in a hot environment Animal Science Journal. 1(1): 13-18.
2. Abdollahzade, M., 2013. Logistic analysis of effect of some environmental factors on occurrence probability of atypical lactation curve in Iranian first-parity Holstein cows. University of Birjand, Birjand, MSc Thesis. (In Persian).
3. Albarrán-Portillo, B. and Pollott, G.E., 2011. Environmental factors affecting lactation curve parameters in the United Kingdoms commercial dairy herds. Archivos de Medicina Veterinaria. 43: 145-153.
4. Atashi, H., Moradi Sharbabak, M. and Moradi Sharbabak, H., 2009. Environmental factors affecting the shape components of the lactation curves in Holstein dairy cattle of Iran. Livestock Research for Rural Development. 21(5).
5. Babae Kouroos, H., Zahmatkesh, D., Azizi, Z. and Pahlavan, R., 2021. Associations between age at first calving and lactation performance of Holstein cows in selected Iranian herds. Journal of Animal Environment. 13 (2): 59-66. (In Persian)
6. Baumgard, L.H. and Rhoads, Jr.R.P. 2013. Effects of heat stress on postabsorptive metabolism and energetics. Annual Review of Animal Bioscience. 1(1): 311-337.
7. Cankaya, S., Unalan, A. and Soydan, E., 2011. Selection of a mathematical model to describe the lactation curve of Jersey cattle. Archive Tierzucht. 54: 27-35.
8. Cincovic, M., Belic, B., Toholj, B., Radovic, I. and Vidovic, B., 2010. The influence of THI values at different periods of lactation on milk quality and characteristics of lactation curve. Journal of Agricultural Sciences Belgrade. 55 (3): 235e241.
9. Cole, J.B. and VanRaden, P.M., 2006. Genetic evaluation and best prediction of lactation persistency. Journal of Dairy Science. 89(7): 2722-2728.
10. Elahi Torshizi, M., 2016. Effects of season and age at first calving on genetic and phenotypic characteristics of lactation curve parameters in Holstein cows. Journal of Animal Science and Technology. 58(1): 8.
11. Gradiz, L., Alvarado, L., Kahi, A.K. and Hirooka, H., 2009. Fit of Wood's function to daily milk records and estimation of environmental and additive and non-additive genetic effects on lactation curve and lactation parameters of crossbred dualpurpose cattle. Livestock Science. 124(1): 321-329.
12. Key, N., Sneeringer, S. and Marquardt, D., 2014. Climate change, heat stress, and US dairy production. USDA-ERS Economic Research Report. 175 p.

(۱۵). گاوهای با تداوم شیردهی بهبود یافته به انرژی کمتری در ابتدای شیردهی نیاز دارند و می توانند از علوفه های ارزان استفاده کنند و ممکن است به دلیل کاهش تنش در اوج تولید به مراقبت بهداشتی کم تر و همچنین هزینه های تولیدمثلی کمتری نیاز داشته باشند (۹). میزان خلوص نژادی بر تمام پارامترهای منحنی شیردهی به جز شیب بالارونده اثر معنی داری داشت ($P < 0.01$). مشابه یافته های تحقیق حاضر، استفاده از تابع Wood برای بررسی منحنی شیردهی گاوهای هلشتاین شکم اول ایران نشان داد که درصد ژن هلشتاین بر پارامترهای منحنی شیردهی اثر معنی دار دارد (۱۵). در بررسی اثر برخی سازه های محیطی بر احتمال بروز شکل ناهنجار منحنی شیردهی در گاوهای شکم اول هلشتاین ایران با استفاده از مدل خطی تعمیم یافته لجستیک مشخص شد که میانگین احتمال وقوع شکل ناهنجار منحنی شیردهی در گاوهای اصیل، به طور معنی داری بیش تر از گاوهای دورگ بود (۲). همبستگی مقدار تولید شیر اولیه با زمان رسیدن به اوج تولید در مطالعات مختلف $0.47 - 0.15$ و $0.85 - 0.11$ گزارش شده است. همبستگی پارامتر a با تداوم شیردهی $0.31 - 0$ گزارش شده است (۱۵). مشابه نتایج تحقیق حاضر در تحقیقی همبستگی بین روز رسیدن به اوج تولید و تداوم شیردهی مثبت و 0.64 به دست آمد که نشان داد رسیدن زود هنگام به اوج تولید، اثر عکس بر تداوم شیردهی دارد (۳). همبستگی فنوتیپی بین پارامترهای مقدار تولید شیر اولیه و شیب بالا رونده منفی بود ($0.85 - 0$) که مشابه یافته محققین روی نژاد آمیخته دو منظوره ($0.86 - 0$) است (۱۱) و نشان می دهد تولید اولیه بالا با نرخ افزایش کوچک تا زمان رسیدن به اوج همراه است. همبستگی مثبت پارامترهای شیب بالا رونده و شیب پایین رونده (0.77) بدین معنی است که گاوهایی که سریع تر به اوج می رسند سریع تر نیز از اوج نزول می کنند که در گاوهای آمیخته دو منظوره (0.86) نیز گزارش شده است (۱۱). دلیل اختلاف در برآورد پارامترها را می توان به وجود عوامل محیطی متفاوت، نوع جمعیت مورد بررسی، سیستم رکوردگیری، دقت در رکوردگیری، تعداد رکورد برای هر گاو، شیوه ویرایش داده ها و نوع برازش داده ها مرتبط دانست (۲، ۱۵، ۱۱، ۲۷). بین سال های ۱۳۷۲ تا ۱۳۹۴ در گله های گاو شیری شهرستان مشهد، پیشرفت فنوتیپی قابل توجهی در تولید شیر اولیه، مقدار تولید در اوج و تداوم شیردهی مشاهده شد. با توجه به اثر معنی دار گله، ماه و سن زایش بر پارامترهای منحنی شیردهی و با مدیریت مناسب و تنظیم زایش گاوها در ماه و سن مطلوب، تا حدودی می توان منحنی شیردهی را به صورت استاندارد نگه داشت. مقدار رطوبت و درجه حرارت محیط نیز بر پارامترهای منحنی شیردهی اثرگذار بودند که با استفاده از

- region in Turkey. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 19(5): 1126-1129.
27. **Tekerli, M., Akinci, Z., Dogan, I. and Akcan, A., 2000.** Factors affecting the shape of lactation curves of Holstein Cows from the Balikesir province of Turkey. *Journal of Dairy Science*. 83(6): 1381-1386.
 28. **Wood, P.D.P., 1967.** Algebraic model of the lactation curve in cattle. *Nature*. 216(5111): 164-165.
 13. **Krpálková, L., Mahony, N., Carvalho, A., Campbell, S. and Walsh, J., 2020.** Evaluating the economic profit of reproductive performance through the integration of a dynamic programming model on a specific dairy farm. *Czech Journal of Animal Science*. 65: 124-134.
 14. **Macciotta, N.P.P., Dimauro, C., Rassu, S.P.G., Steri, R. and Pulina, G., 2011.** The mathematical description of lactation curves in dairy cattle. *Italian Journal of Animal Science*. 10(4): e51.
 15. **Naeemipour Younesi, H., Shariati, M.M., Zerehdaran, S. and Jabari, M., 2017.** Effects of season and age at first calving on phenotypic and genetic characteristic of lactation curve parameters in primiparous Iranian Holsteins. *Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*. 115: 3-12. (In Persian)
 16. **Oliveira, H.R., Brito, L.F., Silva, F.F., Lourenco, D.A.L., Jamrozik, J. and Schenkel, F.S., 2019.** Genomic prediction of lactation curves for milk, fat, protein, and somatic cell score in Holstein cattle. *Journal of Dairy Science*. 102(1): 452-463.
 17. **Osorio-Arce, M.M. and Segura-Correa, J.C., 2005.** Factors affecting the lactation curve of Bos taurus× Bos indicus cows in a dualpurpose system in the humid tropics of Tabasco, Mexico. *Tecnica-Pecuaria-en-Mexico*. 43(1): 163-171.
 18. **Papajcsik, I.A. and Boderó, J., 1988.** Modelling lactation curves of Friesian cows in a subtropical climate. *Animal Science*. 47(2): 201-207.
 19. **Pragna, P., Archana, P.R., Aleena, J., Sejian, V., Krishnan, G., Bagath, M., Manimaran, A., Beena, V., Kurien, E.K., Varma, G. and Bhatta, R., 2017.** Heat Stress and dairy cow: Impact on both milk yield and composition. *International Journal of Dairy Science*. 12: 1-11.
 20. **Rekik, B. and Gara, A.B., 2004.** Factors affecting the occurrence of atypical lactations for Holstein-Friesian cows. *Livestock Production Science*. 87(2-3): 245-250.
 21. **Rhoads, R.P., Baumgard, L.H., Suagee, J.K. and Sanders, S.R., 2013.** Nutritional interventions to alleviate the negative consequences of heat stress. *Advances in Nutrition*. 4(3): 267-276.
 22. **SAS Institute Inc., 2004.** SAS User's Guide: Version 9.1. Cary, NC, USA: SAS Institute Inc; 2004.
 23. **Savar Sofla, S., Seyed Sharifi, R., Mansourian, M. and Kazemi, M., 2019.** Relationship between temperature humidity index and test-day milk and fat percentage milk of Holstein dairy cattle in Mediterranean climate of Iran. *Journal of Animal Environment*. 11(2): 37-46. (In Persian)
 24. **Serjsen, K., 2005.** Mammary development. Calf and heifer rearing: principles of rearing the modern dairy heifer from calf to calving; Nottingham: Nottingham University Press.
 25. **Tao, S., Orellana, R.M., Weng, X., Marins, T.N., Dahl, G.E. and Bernard, J.K., 2018.** Symposium review: The influences of heat stress on bovine mammary gland function1. *Journal of Dairy Science*. 101(6): 5642-5654.
 26. **Teke, B. and Murat, H., 2013.** Effect of age at first calving on first lactation milk yield, lifetime milk yield and lifetime in Turkish Holsteins of the Mediterranean