

اثر برخی عوامل محیطی درونی و بیرونی بر ویژگی‌های آماری رکوردهای روز آزمون شیر گاوهای شیری

ایران

شماره صفحات

۲۱-۰۵

رضا بگلری^{۱*}، سید همایون فرهنگ‌فر^۲، مختار علی عباسی^۳ و حسین نعیمی‌پوریونسی^۴

۱، ۲ و ۴) بخش علوم دام، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

۳) دانشیار مؤسسه تحقیقات علوم دامی، تهران، ایران.

نویسنده مسئول: hfarhangfar@birjand.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۹/۳۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۱/۲۰

چکیده

هدف از این پژوهش، ارزیابی اثر برخی عوامل محیطی درونی و بیرونی بر تعدادی از ویژگی‌های آماری رکوردهای روز آزمون شیر در گاوهای شیری ایران بود. بدین منظور، از تعداد ۱۱۷۲۳۱۰۰ رکورد روز آزمون شیر جمع‌آوری شده از ۷۷۷۹۹۱ رأس گاو شیری در ۵۷۹ گله در ۲۶ استان کشور که طی سال‌های ۱۳۷۴ تا ۱۳۹۹ زایش داشتند، استفاده گردید. ویژگی‌های آماری رکوردهای روز آزمون شیر مورد مطالعه عبارت بودند از کمینه (Min)، بیشینه (Max)، میانگین (Mean)، انحراف معیار (SD)، ضریب تغییرات (CV)، صدک بیست و پنجم (P25)، صدک هفتاد و پنجم (P75) و دامنه‌ی میان چارکی (IQR) که ابتدا مقادیر آن‌ها برای هر یک از گاوها محاسبه، و سپس توسط یک مدل خطی آنالیز شدند و میانگین حداقل مربعات (LSM) ویژگی‌های مزبور برای برخی عوامل محیطی درونی و بیرونی محاسبه گردید. نتایج نشان داد گاوهای شیری استان چهارمحال و بختیاری، بیشترین و کمترین LSM را برای ویژگی‌های Min، Max، Mean، P25 و P75 دارند. استان‌های کردستان و گیلان به ترتیب بیشترین و کمترین LSM را برای SD دارا بودند در حالی که کمترین LSM برای CV و IQR در استان مرکزی مشاهده شد. بیشترین LSM برای Min و P25 متعلق به گاوهای شکم اول و برای سایر ویژگی‌های آماری، بیشترین LSM در گاوهای شکم سوم وجود داشت. به جز SD و CV، گاوهای اصیل هلشتاین برای سایر ویژگی‌های آماری، بیشترین LSM را نسبت به گاوهای زینه دارا بودند ($P < 0.05$). یافته‌ها همچنین نشان داد گاوهایی که در فصل پاییز زایش می‌نمایند، بیشترین LSM را برای Min، Mean و P25 دارند در حالی که گاوهای زایش کرده در فصل زمستان، برای سایر ویژگی‌های آماری، دارای بیشترین LSM هستند.

کلمات کلیدی: گاوهای زینه و اصیل هلشتاین، تولید شیر، نوبت زایش و خصوصیات آماری.

مقدمه

در بسیاری از کشورهای جهان، پرورش دام‌های شیرده، یک فعالیت مهم اقتصادی است؛ به‌ویژه آن که برای خانوارهای روستایی کشورهای جهان سوم، به‌عنوان منبع مهمی از درآمد محسوب می‌شود (Usman *et al.*, 2013). در صنعت پرورش گاو شیری، پیشرفت‌های قابل ملاحظه‌ای در رابطه با افزایش راندمان تولید از طریق بهبود انتخاب ژنتیکی، تغذیه و مدیریت ایجاد گردیده است (Capper *et al.*, 2009; Capper and Cady, 2020; Guinan *et al.*, 2023). افزون بر آن، فشارهای اقتصادی، ابداعات فنی، تغییرات جمعیتی، انتظارات مشتریان، و ظهور چارچوب‌های قانونی جدید نیز از جمله عواملی هستند که سبب ایجاد تغییرات در صنعت مزبور می‌شوند؛ ضمن این که تغییرات فوق که ادامه‌دار نیز هستند، بر روی سلامت و رفاه گاوهای شیری و اقدامات مدیریتی و سامانه‌های گله‌ها اثرات عمیقی دارند (Barkema *et al.*, 2015). به‌عبارت دقیق‌تر، عوامل مختلفی که ناشی از اینتراکسیون پیچیده بین حیوان و محیط هستند، بر تولیدات و رفاه دام اثر می‌گذارند (Lambertz *et al.*, 2014). تولید شیر و ترکیبات آن که مهمترین صفت در گاوهای شیری محسوب می‌شود (Shanks *et al.*, 1982) از عوامل مهم تعیین کننده سودآوری است (M'hamdi *et al.*, 2012) که تحت تأثیر تعامل بین عوامل مختلف ژنتیکی و محیطی قرار دارد (Kunaka and Makuza, 2005). در واقع، همگام با افزایش تولید شیر در گاوهای شیری، عوامل محدودکننده‌ی بالقوه و مؤثری (نظیر تغذیه و فیزیولوژی) وجود دارند که بر صفت فوق اثرگذارند و باید مورد توجه قرار گیرند (Gross, 2022). برای مثال، عواملی نظیر رژیم غذایی، وضعیت سلامتی، مشکلات مرتبط با باروری، نوع مدیریت واحد دام‌داری و همچنین شرایط آب و هوایی می‌توانند بر عملکرد حیوان شیرده اثر داشته باشند (Gajester, 1991; Fleischer *et al.*, 2001; Rekik and Gara, 2004; Macciotta *et al.*, 2006). دینامیک تولید شیر و عملکرد تولیدی یک گاو شیری، انعکاسی از این واقعیت است که چگونه حیوان با محیط مرتبط است و با آن تطابق می‌نماید (Ranzato *et al.*, 2024). در یک تقسیم‌بندی کلی، عوامل محیطی مؤثر بر عملکرد گاوهای شیری را می‌توان به دو گروه عوامل محیطی بیرونی^۱ و عوامل محیطی درونی^۲ تقسیم‌بندی نمود. شرایط اقلیمی (مانند دما و رطوبت)، موقعیت جغرافیایی (مانند ارتفاع از سطح دریا)، شرایط مدیریت پرورش گله (مانند اندازه‌ی گله، نوع جایگاه‌های نگهداری و دفعات دوشش در روز)، سال (زایش یا تولید)، فصل (زایش یا تولید) و وضعیت تغذیه (از حیث استفاده یا عدم استفاده از چراگاه) از جمله عوامل محیطی بیرونی محسوب می‌شوند در حالی که مواردی نظیر سن (زایش یا تولید)، نوبت زایش، طول دوره‌ی شیردهی و ترکیب نژادی از نمونه‌ی عوامل محیطی درونی هستند که بر عملکرد تولید شیر گاو اثر می‌گذارند (Hartanto *et al.*, 2020) ضمن آن که عوامل محیطی درونی، به‌میزان کم‌وبیش، تحت کنترل ساختار ژنتیکی حیوان نیز قرار دارند. گرچه محیط بیرونی یک گاو، به‌طور پیوسته، در حال تغییر است، ولی زمانی که فرآیندهای زیست‌شناختی نگهداری،

^۱ External environmental factors^۲ Internal environmental factors

شیردهی، تولیدمثل، رشد و بقا رُخ می‌دهند، محیط درونی گاو، در حال تصحیح و جبران تغییرات ناشی از این اثرات محیط بیرونی می‌باشد (Johnson and Vanjonack, 1976). مطالعات متعددی وجود دارند که در آن‌ها به بررسی اثر برخی عوامل محیطی بر رکوردهای روز آزمون شیر^۳ (Sharma *et al.*, 1988; Osorio and Segura, 2004; Mohammad Panah *et al.*, 2016; Trajchev *et al.*, 2014; *al.*، پارامترهای منحنی شیردهی^۴ (Doosti Toosechalaki *et al.*, 2024) و یا صفات ترکیبی حاصل از پارامترهای منحنی شیردهی نظیر برآورد مقدار تولید شیر در زمان اوج^۵ و تداوم شیردهی^۶ (Tekerli *et al.*, 2000; Stelwagen, 2001; Farhangfar and Naeemipour, 2007; Torshizi, 2016; Marumo *et al.*, 2022; Li *et al.*, 2023; Farhangfar *et al.*, 2022; *al.*، و همچنین بر مقدار کل تولید شیر در دوره‌ی شیردهی^۷ (Oleggini *et al.*, 2001; Mostert *et al.*, 2001; Adediran *et al.*, 2010) گاوهای شیری پرداخته شده است، اما به‌نظر می‌رسد که تاکنون اثر عوامل محیطی بر خصوصیات آماری نظیر شاخص‌های تمایل به مرکز^۸ و پراکندگی^۹ رکوردهای روز آزمون شیر، مورد ارزیابی قرار نگرفته است. لذا، این پژوهش با هدف بررسی اثر برخی عوامل محیطی درونی و بیرونی بر تعدادی از ویژگی‌های آماری رکوردهای روز آزمون شیر گاوهای شیری ایران اجرا گردید.

مواد و روش

داده‌های خام مورد استفاده در این پژوهش، توسط مرکز اصلاح نژاد و بهبود تولیدات دامی کشور (وابسته به وزارت جهاد کشاورزی) ارائه شده است. تجمیع و ویرایش داده‌های خام در یک فایل، به‌وسیله نسخه‌ی ۲۶ نرم‌افزار SPSS (George and Mallery, 2020) انجام شد. بر اساس اطلاعات مربوط به تاریخ‌های تولّد، زایش و رکوردگیری، محاسبات لازم برای ایجاد سن زایش، فصل زایش، و فاصله رکوردها از زمان زایش انجام شد. در این پژوهش، رکوردهای روز آزمون شیر (سه بار دوشش در روز) در دوره‌های شیردهی اول تا سوم گاوها مورد استفاده قرار گرفتند. فایل نهایی آماده شده، مشتمل بر تعداد ۱۱.۷۲۳.۱۰۰ رکورد روز آزمون شیر جمع‌آوری شده از ۷۷۷.۹۹۱ رأس گاو شیری در ۵۷۹ گله در ۲۶ استان کشور بود که طی سال‌های ۱۳۷۴ تا ۱۳۹۹ زایش داشتند. در فایل مزبور، کمینه، بیشینه و میانگین تعداد روزهای شیردهی به‌ترتیب ۴، ۳۰۵ و ۲۶۸ روز، و برای سن هنگام زایش به‌ترتیب ۱۸، ۷۴ و ۳۵ ماه بود. برای هر یک از گاوها، به‌طور متوسط، حدوداً تعداد ۸ رکورد روز آزمون شیر در هر دوره‌ی شیردهی وجود داشت و میانگین مقدار شیر روز آزمون در دوره‌های اول تا سوم شیردهی به‌ترتیب ۳۳/۴۳، ۳۷/۳۳ و ۳۸/۲۰ کیلوگرم بود. با استفاده از نسخه‌ی ۹.۴ نرم‌افزار SAS (SAS, 2013) ویژگی‌های آماری رکوردهای روز آزمون شیر شامل:

۱. کمینه (Min)
۲. بیشینه (Max)
۳. میانگین (Mean)
۴. انحراف معیار (SD)
۵. ضریب تغییرات (CV)
۶. صدک بیست و

³ Milk test day records

⁴ Lactation curve parameters

⁵ Peak milk yield

⁶ Persistency

⁷ Total lactation milk yield

⁸ Central tendency measure

⁹ Dispersion measure

پنجم^{۱۰} (P25) ۷. صدک هفتاد و پنجم^{۱۱} (P75) و ۸. دامنه‌ی میان چارکی^{۱۲} (IQR) برای هر یک از گاوها محاسبه شدند. در بین شاخص‌های مزبور، میانگین (Mean) یک شاخص تمایل به مرکز^{۱۳}، و صدک‌های بیست و پنجم (P25) و هفتاد و پنجم (P75) از سنجه‌های مرتبط با موقعیت نسبی یک مشاهده در بین مجموعه‌ی اعداد محسوب می‌شوند (Kaps and Lamberson, 2017). انحراف معیار (SD)، ضریب تغییرات (CV) و دامنه‌ی میان چارکی (IQR) از سنجه‌های مرتبط با پراکندگی مشاهدات هستند و لذا می‌توانند به‌عنوان شاخص‌هایی از تداوم شیردهی به‌کار برده شوند. ویژگی‌های آماری فوق، سپس توسط یک مدل خطی با اثرات ثابت^{۱۴} آنالیز گردیدند. مدل آماری با اثر ثابت، مدلی است که سطوح مختلف هر یک از عوامل (اثرات) گنجانده شده در مدل، یک مجموعه‌ی متناهی است و لذا پارامترهای مدل، ثابت فرض می‌گردند (McCulloch and Searle, 2001). مدل خطی مورد استفاده به‌صورت زیر بود:

$$y_{ijklmno} = \mu + P_i + H_j(P_i) + Y_k + L_l + S_m + G_n + L_l * S_m + L_l * G_n + S_m * G_n + L_l * S_m * G_n + A_{ijklmno}(L_l) + e_{ijklmno}$$

رابطه ۱:

که در آن $y_{ijklmno}$ مقدار محاسبه شده برای هر یک از صفات آماری IQR، P75، P25، CV، SD، Mean، Max، Min مقدار محاسبه شده برای هر یک از صفات آماری P_i اثر ثابت استان (در ۲۶ گروه)، $H_j(P_i)$ اثر ثابت گله (در ۵۷۹ گروه) آشیانه شده در درون استان، Y_k اثر ثابت سال زایش (در ۲۷ گروه)، L_l اثر ثابت نوبت زایش (در سه گروه ۱، ۲ و ۳)، S_m اثر ثابت فصل زایش (در ۴ گروه)، G_n اثر ثابت نوع ژنوتیپ گاو (در دو گروه زینه^{۱۵} و اصیل هلشتاین)، $L_l * S_m$ اثر ثابت و متقابل دوطرفه بین نوبت زایش و فصل زایش (در ۱۲ گروه)، $L_l * G_n$ اثر ثابت و متقابل دوطرفه بین نوبت زایش و نوع ژنوتیپ گاو (در ۶ گروه)، $S_m * G_n$ اثر ثابت و متقابل دوطرفه بین فصل زایش و نوع ژنوتیپ گاو (در ۸ گروه)، $L_l * S_m * G_n$ اثر ثابت و متقابل سه‌طرفه بین نوبت زایش، فصل زایش و نوع ژنوتیپ گاو (در ۲۴ گروه)، $A_{ijklmno}(L_l)$ اثر متغیر کمکی سن زایش در درون نوبت زایش، و $e_{ijklmno}$ اثر تصادفی خطای مدل بود که فرض شد توزیع نرمال (با میانگین صفر و واریانس σ_e^2) داشته باشد. مدل مذکور با استفاده از نسخه‌ی ۹.۴ نرم‌افزار SAS (SAS, 2013) بر داده‌ها برازش داده شد. میانگین حداقل مربعات (LSM) ویژگی‌های آماری Min، Max، Mean، SD، CV، P25، P75 و IQR رکوردهای روز آزمون شیر در سطوح مختلف برخی اثرات اصلی گنجانده شده در مدل، از طریق آزمون توکی – کرامر^{۱۶}

^{۱۰} صدک بیست و پنجم (P25) یا چارک اول (Q1)

^{۱۱} صدک هفتاد و پنجم (P75) یا چارک سوم (Q3)

^{۱۲} دامنه‌ی میان چارکی از تفاوت چارک‌های اول و سوم (Q3-Q1) محاسبه می‌شود.

^{۱۳} Central tendency measure

^{۱۴} Fixed model

^{۱۵} گاوهایی آمیخته‌ای که سهم توارث نژاد هلشتاین در آن‌ها کمتر از ۱۰۰ درصد است.

^{۱۶} Tukey – Kramer Test

با یکدیگر مقایسه شدند. همچنین، با استفاده از روش تابعیت خطی میانگین‌های مذکور بر حسب سال زایش، روندهای فنوتیپی، به‌کمک نسخه‌ی ۲۶ نرم‌افزار SPSS (George and Mallery, 2020) برآورد شدند. در جدول ۱ تعدادی از مشخصات داده‌های مورد استفاده در این پژوهش، نشان داده شده‌اند.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های آماری داده‌های مورد استفاده در پژوهش کنونی

Table 1. Some statistical characteristics of the data used in the present research

Characteristics	Statistics
Total Number of Milk Test Day Records	11,723,100
Total Number of Milk Test Day Records in Lactation 1	5,140,563
Total Number of Milk Test Day Records in Lactation 2	3,971,370
Total Number of Milk Test Day Records in Lactation 3	2,611,167
Total Number of Cows with Records	777,991
Total Number of Sires	8,088
Total Number of Dams	497,682
Total Number of Herds	579
Total Number of Calving Years (1995-2020)	27
Total Number of Provinces	26

نتایج و بحث

میانگین برآورد شده‌ی صفات آماری رکوردهای روز آزمون شیر در استان‌های مختلف کشور: اثر استان بر همه‌ی صفات آماری Min، Max، Mean، SD، CV، P25، P75 و IQR رکوردهای روز آزمون شیر گاوهای شیری به‌لحاظ آماری معنی‌دار بود ($P < 0.001$). ضریب تبیین^{۱۷} (R^2) مدل برازش‌یافته برای صفات مزبور به‌ترتیب برابر ۰/۱۹، ۰/۴۹، ۰/۴۳، ۰/۳۱، ۰/۱۸، ۰/۳۲، ۰/۴۷ و ۰/۲۴ بود. از آن‌جا که ضریب تبیین با مجموع مربعات باقی‌مانده‌ی مدل^{۱۸}، نسبت معکوس دارد (Cook and Weisberg, 1999) می‌توان نتیجه گرفت چون مدل آماری برازش داده شده برای صفات کمینه (Min) و ضریب تغییرات (CV) رکوردهای روز آزمون شیر گاوهای شیری ایران، در مقایسه با سایر صفات آماری، از R^2 کوچکتری برخوردار هستند لذا

¹⁷ Coefficient of determination¹⁸ Model residual sum of squares

واریانس باقی‌مانده‌ی مدل مورد استفاده برای آن‌ها، سهم بیشتری از تنوع کلّ صفت را تشکیل می‌دهد و لذا دو صفت فوق، بیشتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار دارند. در پژوهش حاضر، اثر برخی عوامل محیطی (نظیر استان، نوبت زایش، سال زایش، فصل زایش، فصل زایش و نوع ژنوتیپ گاوها) بر شاخص‌های آماری Min ، Max ، $Mean$ ، SD ، CV ، $P25$ ، $P75$ و IQR محاسبه شده بر اساس رکوردهای روز آزمون شیر گاوهای شیری ایران، مورد ارزیابی قرار گرفتند. این امر در حالی است که در تحقیقات پیشین، ارزیابی اثر عوامل محیطی بر عملکرد تولید گاوهای شیری، عموماً بر روی انواع رکوردهای روز آزمون شیر (شامل رکوردهای خام، تصحیح شده برای چربی^{۱۹} یا تصحیح شده برای انرژی^{۲۰}) یا مقدار شیر ۳۰۵ روز انجام شده است. برای مثال، در تحقیق Mohammad Panah *et al.* (2014) که رکوردهای روز آزمون شیر تصحیح شده برای انرژی در گاوهای شیری شکم اول ایران مورد استفاده قرار گرفتند، اثر استان به لحاظ آماری معنی‌دار بود ($P < 0.0001$). اثرات استان بر عملکرد تولید شیر گاوها را می‌توان به تفاوت در خصوصیات توپوگرافی و اقلیمی مناطق مختلف جغرافیایی کشور (از حیث ارتفاع از سطح دریا، میزان بارندگی، میزان دما و رطوبت نسبی، تعداد ساعات آفتابی و سرعت وزش باد) نسبت داد. تغییرات اقلیمی، موضوع مهمی است که پرورش‌دهندگان حیوانات مزرعه‌ای، در بسیاری از مناطق دنیا با آن مواجه هستند و گرچه گاوهای شیری قادرند با طیف وسیعی از شرایط اقلیمی تطابق حاصل نمایند، اما پایداری در عملکرد آن‌ها بالقوه تحت تأثیر تغییرات آب و هوایی قرار دارد؛ به‌ویژه آن که برای نژادهای بزرگی نظیر هلشتاین انتخاب انجام می‌شود (Marumo *et al.*, 2022). در جدول ۲ میانگین حداقل مربعات صفات آماری رکوردهای روز آزمون شیر گاوهای شیری ایران در استان‌های مختلف ارائه شده است. میانگین‌های حداقل مربعات برآورد شده مزبور، در حقیقت، میانگین‌های تصحیح شده (یا حاشیه‌ای^{۲۱}) پس از در نظر گرفتن اثرات ثابت گنجانده شده در مدل آماری است که بر مشاهدات صفت تحت مطالعه، برازش یافته است. نتایج نشان داد استان‌های اردبیل (با میانگین ۱۳۳۵ متر ارتفاع از سطح دریا، میانگین دمای ۹/۷ سانتی‌گراد و میانگین بارش سالانه‌ی ۲۸۳ میلی‌متر در مرکز استان) و چهار محال و بختیاری (با میانگین ۲۰۵۰ متر ارتفاع از سطح دریا، میانگین دمای ۱۱/۸ سانتی‌گراد و میانگین بارش سالانه‌ی ۳۱۴ میلی‌متر در مرکز استان) به ترتیب، دارای کمترین و بیشترین میانگین حداقل مربعات برای پنج شاخص آماری کمینه (Min)، بیشینه (Max)، میانگین ($Mean$)، و صدک‌های بیست و پنجم ($P25$) و هفتاد و پنجم ($P75$) می‌باشند ($P < 0.0001$). تفاوت میانگین‌های حداقل مربعات کمینه و بیشینه از یکدیگر، برای استان چهارمحال و بختیاری برابر با ۲۰/۹۳ کیلوگرم و بزرگتر از تفاوت مربوطه برای استان اردبیل با مقدار ۱۶/۷۵ کیلوگرم بود. مشابه وضعیت فوق، تفاوت بین میانگین حداقل مربعات دو صدک بیست و پنجم و بیست و هفتم در استان چهارمحال و بختیاری (۱۰/۲۳ کیلوگرم) بیشتر از استان اردبیل (۸/۳۱ کیلوگرم) بود. استان گیلان (با میانگین ۲۴/۸ متر ارتفاع از سطح دریا، میانگین دمای ۱۶/۲ سانتی‌گراد و میانگین بارش سالانه‌ی ۱۳۱۳ میلی‌متر در

¹⁹ Fat corrected milk (FCM)²⁰ Energy corrected milk (ECM)²¹ Marginal means

مرکز استان) کمترین (۵/۳۶ کیلوگرم) و استان کردستان (با میانگین ۱۳۷۳ متر ارتفاع از سطح دریا، میانگین دمای ۱۳/۹ سانتی‌گراد و میانگین بارش سالانه‌ی ۴۲۵ میلی‌متر در مرکز استان) بیشترین (۷/۵۱ کیلوگرم) میانگین حداقل مربعات انحراف معیار (SD) را داشتند. استان مرکزی (با میانگین ۱۷۰۳ متر ارتفاع از سطح دریا، میانگین دمای ۱۴/۲ سانتی‌گراد و میانگین بارش سالانه‌ی ۳۲۶ میلی‌متر در مرکز استان) کمترین (۱۸/۲۸ درصد) و استان قم (با میانگین ۸۷۹ متر ارتفاع از سطح دریا، میانگین دمای ۱۸/۴ سانتی‌گراد و میانگین بارش سالانه‌ی ۱۳۳ میلی‌متر در مرکز استان) بیشترین (۲۳/۴۸ درصد) میانگین حداقل مربعات ضریب تغییرات (CV) را داشتند. همچنین در رابطه با دامنه‌ی میان چارکی (IQR)، استان مرکزی و کردستان، به‌ترتیب، کمترین (۷/۵۴ کیلوگرم) و بیشترین (۷/۲۹ کیلوگرم) میانگین حداقل مربعات را دارا بودند ($P < 0.001$). گذشته از تفاوت‌هایی که از لحاظ مدیریت پرورش گله‌ها در بین استان‌های مختلف کشور وجود دارد، اختلافات اقلیمی بین استان‌ها نیز قابل توجه است. در پژوهش حاضر، اثر گله (گنجانده شده در مدل آماری) بر روی همه‌ی شاخص‌های آماری Max، Min، Mean، SD، CV، P25، P75 و IQR به‌لحاظ آماری معنی‌دار بود ($P < 0.001$). پس می‌توان نتیجه‌گیری نمود که تفاوت بین استان‌های مختلف کشور در رابطه با شاخص‌های آماری مذکور، باید عمدتاً ناشی از تفاوت‌های جغرافیایی و آب و هوایی بین آن‌ها باشد. از سوی دیگر، اجرای برنامه‌های اصلاح نژادی در گاوهای شیری، عمدتاً و به‌طور معمول بر روی صفت تولید شیر تمرکز دارند و لذا انتخاب برای صفت مزبور، سبب افزایش حساسیت حیوان به تغییرات محیطی می‌گردد (Negri et al., 2021). از این رو، تغییرات اقلیمی به‌دلیل اثراتی که بر راندمان متابولیکی و سامانه‌ی ایمنی دارد، می‌تواند بر روی تولید شیر گاوها نیز اثرگذار باشد (Nardone et al., 2010). با این وجود، پاسخ فنوتیپی حیوان به منابع مختلف تنش‌زای محیط، می‌تواند تا حدودی سبب تطابق با شرایط آب و هوایی گردد (Fregley, 1996). برای مثال، جهت مقابله با درجه‌ی حرارت محیطی بالا، مصرف خوراک، کاهش و میزان تنفس و مصرف آب، افزایش پیدا می‌کند ضمن آن که سیگنال‌دهی هورمونی نیز تغییر می‌نماید که سبب اثرگذاری بر روی بافت‌های هدفی خواهد شد که نسبت به محرک‌های محیطی پاسخ می‌دهند (Collier and Zimelman, 2007). به‌طور کلی، شاخص‌های آماری انحراف معیار، ضریب تغییرات و دامنه‌ی میان چارکی، جزو سنجه‌های بیان‌کننده میزان پراکندگی داده‌ها محسوب می‌شوند (Kaps and Lamberson, 2017) که در بین آن‌ها، ضریب تغییرات به‌دلیل مستقل بودن از واحد اندازه‌گیری، برای مقایسه‌ی میزان پراکندگی مشاهدات در گروه‌های مختلف، مطلوب‌تر است (Petri and Watson, 2013). گرچه انحراف معیار رکوردهای روز آزمون شیر، به‌عنوان معیاری از تداوم شیردهی معرفی شده است (Sölkner and Fuchs, 1987) اما انحراف معیار مقادیر شیر در یک دوره‌ی شیردهی، مستقل از میانگین آن‌ها نیست (Swalve and Gengler, 1999) که یک امر نامطلوب تلقی می‌شود. در خصوص تداوم شیردهی، برخی شاخص‌های دیگر نیز که می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند در تحقیق Elahi Torshizi et al. (2019) معرفی شده‌اند. در بین سه شاخص آماری CV، SD و IQR مورد استفاده در پژوهش حاضر، شاخص آماری ضریب تغییرات، مناسب‌تر است و اصولاً هر چه مقدار کمتری را داشته

باشد، نشان‌دهنده‌ی بالاتر بودن میزان تداوم شیردهی است (Tekerli *et al.*, 2000).

جدول ۲. میانگین حداقل مربعات صفات آماری مرتبط با رکوردهای روز آزمون شیر گاوهاى شیری ایران در استان‌های مختلف کشور

Table 2. Least square means of the statistical traits associated with milk test day records of Iranian dairy cows in different provinces

Province*	Trait**							
	Min.	Max.	Mean	SD	CV%	P25	P75	IQR
Alborz	22.75	40.46	32.10	6.15	19.49	27.97	36.47	8.50
Ardabil	16.70	33.45	25.18	5.95	23.21	21.05	29.36	8.31
Chaharmahal and Bakhtiari	27.40	48.33	38.89	7.49	20.05	34.02	44.25	10.23
East Azerbaijan	23.48	41.77	32.62	6.32	19.70	28.28	36.95	8.67
Fars	24.32	40.90	32.70	6.10	19.17	28.41	37.06	8.66
Gilan	20.58	35.90	28.64	5.36	18.73	24.93	32.48	7.55
Hamadan	23.44	41.16	32.64	6.24	19.48	28.48	36.96	8.49
Isfahan	23.77	41.74	33.45	6.43	19.70	29.17	38.07	8.90
Kerman	22.70	38.79	30.88	5.63	18.79	27.01	34.82	7.81
Kermanshah	20.30	39.47	30.16	6.74	22.86	25.82	34.64	8.82
Khuzestan	20.26	39.57	30.39	6.93	23.36	25.70	35.30	9.60
Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad	23.36	45.62	35.61	7.34	21.48	30.96	40.81	9.85
Kurdistan	24.29	45.52	35.75	7.51	21.92	30.85	41.14	10.29
Lorestan	22.72	38.65	30.90	5.76	18.77	26.88	35.07	8.20
Markazi	22.91	38.38	30.95	5.52	18.28	27.26	34.80	7.54
Mazandaran	23.98	43.76	34.21	7.09	21.18	29.34	39.29	9.95
North Khorasan	23.19	44.63	34.80	7.38	21.66	29.93	40.06	10.14
Qazvin	22.60	40.75	32.12	6.22	19.72	27.93	36.54	8.60
Qom	20.31	40.94	30.60	7.25	23.48	25.62	35.55	9.93
Razavi Khorasan	22.86	40.96	32.27	6.21	19.68	28.03	36.68	8.65
Semnan	20.79	36.72	29.07	5.47	18.93	25.35	32.99	7.64
South Khorasan	22.08	39.26	31.27	5.95	18.98	27.26	35.64	8.38
Tehran	22.00	39.62	31.31	6.11	19.85	27.19	35.68	8.49
West Azerbaijan	23.66	41.43	32.88	6.27	19.35	28.74	37.20	8.47
Yazd	22.57	39.64	31.64	6.06	19.64	27.57	36.01	8.44
Zanjan	20.09	37.52	29.39	5.88	20.28	25.57	33.50	7.94

**Sorted in alphabetical order

*All traits (including Min.: Minimum, Max.: Maximum, Mean: Average, SD: Standard Deviation, P25: 25th Percentile, P75: 75th Percentile, IQR: Inter Quartile Range) except for CV (Coefficient of Variation) are in Kg.

بر این اساس، می‌توان نتیجه‌گیری نمود گاوهایی که در گله‌های استان‌های مرکزی و قم پرورش داده می‌شوند، به‌ترتیب، بالاترین و کمترین تداوم شیردهی را دارا هستند. تداوم شیردهی که توانایی گاو در نگهداشت تولید بالا پس از رسیدن به زمان اوج شیردهی است، یک عامل مهم اقتصادی در سامانه‌ی تولید شیر محسوب می‌شود و داشتن اطلاعات فنوتیپی از صفت مزبور، برای سنجش قابلیت تولید گاوها یک امر ضروری است (Prabhakar *et al.*, 2023). میانگین برآورد شده‌ی صفات آماری رکوردهای روز آزمون شیر در سال‌های مختلف زایش: آنالیز حداقل مربعات واریانس^{۲۲} نشان داد که اثر سال زایش بر صفات آماری رکوردهای روز آزمون شیر در گاوهاى شیری ایران معنی‌دار بود ($P < 0.0001$). میانگین حداقل مربعات صفات مزبور برای سال‌های مختلف زایش در جدول ۳ نشان داده شده‌اند. در تحقیقات پیشین نیز اثرگذاری سال زایش بر عملکرد تولید شیر گاوهاى شیری گزارش شده است. برای مثال، در تحقیق (Mohammad Panah *et al.*, 2014) اثر سال زایش بر رکوردهای روز آزمون شیر تصحیح شده برای انرژی گاوهاى شیری شکم اول ایران، به‌لحاظ آماری معنی‌دار بود ($P < 0.0001$). همچنین در

²² Least squares analysis of variance

تحقیق انجام شده توسط Cobanoglu and Kul (2019) اثر سال زایش بر رکوردهای روز آزمون شیر گاوهای جریزی ($P < 0.004$) و هلشتاین ($P < 0.001$) کشور ترکیه، به‌لحاظ آماری معنی‌دار بود. به‌طور کلی، تنوع سالانه در مقدار شیر تولید شده را می‌توان به‌دلایلی نظیر تغییر در اندازه‌ی گله، سن گاوها و اقدامات مدیریتی نسبت داد (M'hamdi *et al.*, 2012).

جدول ۳. میانگین حداقل مربعات صفات آماری مرتبط با رکوردهای روز آزمون شیر در سال‌های مختلف زایش گاوهای شیری ایران

Table 3. Least square means of the statistical traits associated with milk test day records in different calving years of Iranian dairy cows

Calving Year	Trait*							
	Min.	Max.	Mean	SD	CV%	P25	P75	IQR
1995	16.77	32.74	25.11	5.61	22.35	21.10	29.30	8.20
1996	17.40	31.71	24.81	5.22	21.24	21.13	28.58	7.45
1997	17.52	33.94	25.82	5.84	22.42	21.70	30.02	8.32
1998	17.96	34.51	26.54	5.83	21.91	22.46	30.79	8.32
1999	18.53	35.10	27.02	5.94	21.98	22.83	31.31	8.48
2000	18.94	35.73	27.61	5.95	21.62	23.47	31.89	8.42
2001	19.22	36.56	28.10	6.19	22.04	23.74	32.57	8.83
2002	19.36	36.59	28.27	6.10	21.74	24.01	32.68	8.67
2003	20.22	37.18	29.02	5.97	20.73	24.88	33.29	8.41
2004	20.64	37.74	29.53	6.00	20.48	25.41	33.82	8.41
2005	21.45	38.44	30.39	5.91	19.65	26.43	34.57	8.15
2006	21.58	39.85	31.22	6.33	20.53	27.09	35.63	8.54
2007	22.16	40.27	31.67	6.33	20.25	27.43	36.11	8.68
2008	21.97	40.72	31.92	6.58	20.87	27.49	36.60	9.11
2009	21.83	40.96	31.75	6.76	21.53	27.12	36.56	9.44
2010	23.93	42.65	33.76	6.59	19.77	29.41	38.35	8.95
2011	24.19	43.01	34.08	6.57	19.56	29.74	38.67	8.93
2012	24.60	43.61	34.68	6.53	19.12	30.41	39.24	8.83
2013	25.24	44.77	35.57	6.72	19.27	31.16	40.26	9.10
2014	25.82	46.07	36.55	6.93	19.33	32.03	41.37	9.34
2015	26.19	46.48	36.92	7.09	19.57	32.27	41.88	9.61
2016	26.77	47.08	37.60	6.98	18.87	33.09	42.45	9.36
2017	27.11	47.55	38.01	7.05	18.83	33.46	42.91	9.45
2018	27.45	47.08	37.91	6.81	18.24	33.55	42.63	9.08
2019	28.14	47.83	38.63	6.90	18.12	34.19	43.40	9.22
2020	28.11	46.78	37.93	6.61	17.70	33.70	42.46	8.75

*All traits (Min.: Minimum, Max.: Maximum, Mean: Average, SD: Standard Deviation, P25: 25th Percentile, P75: 75th Percentile, IQR: Inter Quartile Range) except for CV (Coefficient of Variation) are in Kg.

در جدول ۴ برآورد روند فنوتیپی صفات Min, Max, Mean, SD, CV, P25, P75 و IQR آورده شده است که به‌ترتیب برابر با ۴۷۵ گرم در سال ($R^2=0.990$)، ۶۶۴ گرم در سال ($R^2=0.982$)، ۵۸۸ گرم در سال ($R^2=0.988$)، ۰/۰۵۹ گرم در سال ($R^2=0.836$)، ۰/۱۷ درصد در سال ($R^2=0.860$)، ۵۶۸ گرم در سال ($R^2=0.988$)، ۶۱۹ گرم در سال ($R^2=0.986$) و ۰/۰۵۱ گرم در سال ($R^2=0.618$) می‌باشد. گرچه در رابطه با مقایسه‌ی روند فنوتیپی صفات تحت مطالعه در پژوهش حاضر، تحقیق مشابهی وجود ندارد، اما واقعیت امر این است صفات آماری Min, Max, Mean, SD, CV, P25, P75 رکوردهای روز آزمون شیر، همگی مرتبط با توان تولیدی گاوها می‌باشند؛ به‌طوری که صفت Max را می‌توان با خصوصیت بیشینه‌ی تولید شیر در زمان اوج شیردهی (که بر اساس پارامترهای توابع توصیف کننده‌ی منحنی شیردهی محاسبه می‌شود) همانند دانست. بر این اساس، و در تحقیق انجام شده بر روی گاوهای شیری شکم اول ایران (Farhangfar *et al.*, 2023) که با استفاده از سه نوع رکورد روز آزمون شیر خام، رکورد روز آزمون شیر تصحیح شده برای چربی، و رکورد روز آزمون شیر تصحیح شده برای انرژی اجرا گردید، مقدار روند فنوتیپی برآورد شده برای صفت مقدار تولید شیر در زمان اوج شیردهی (محاسبه شده بر مبنای پارامترهای تابع گامای وود^{۲۳}) برای سه نوع رکورد روز آزمون فوق به‌ترتیب برابر با ۴۰۸، ۳۶۹ و ۳۹۵ گرم در سال و به‌لحاظ آماری معنی‌دار بود ($P < 0.0001$). همچنین در تحقیق انجام شده توسط Farhangfar and Naeemipour (2007) مقدار روند فنوتیپی برای

²³ Wood's gamma function

صفت مقدار تولید شیر در زمان اوج شیردهی (محاسبه شده بر مبنای پارامترهای تابع نمایی ویلمینک^{۲۴}) گاوهای شکم اول هلستاین ایران ۴۳۴ گرم در سال برآورد شد. یافته‌های دو تحقیق مذکور، همگی کمتر از روند به‌دست آمده برای صفت Max (۶۶۴ گرم در سال) در پژوهش فعلی است که از داده‌های سه دوره‌ی شیردهی استفاده شد. دلیل اختلاف بین روندهای مزبور را می‌توان به‌مواردی نظیر تفاوت در تعریف صفت و تعداد دوره‌های شیردهی مورد استفاده، و همچنین متفاوت بودن مدل آماری برازش داده شده برای آنالیز صفت نسبت داد

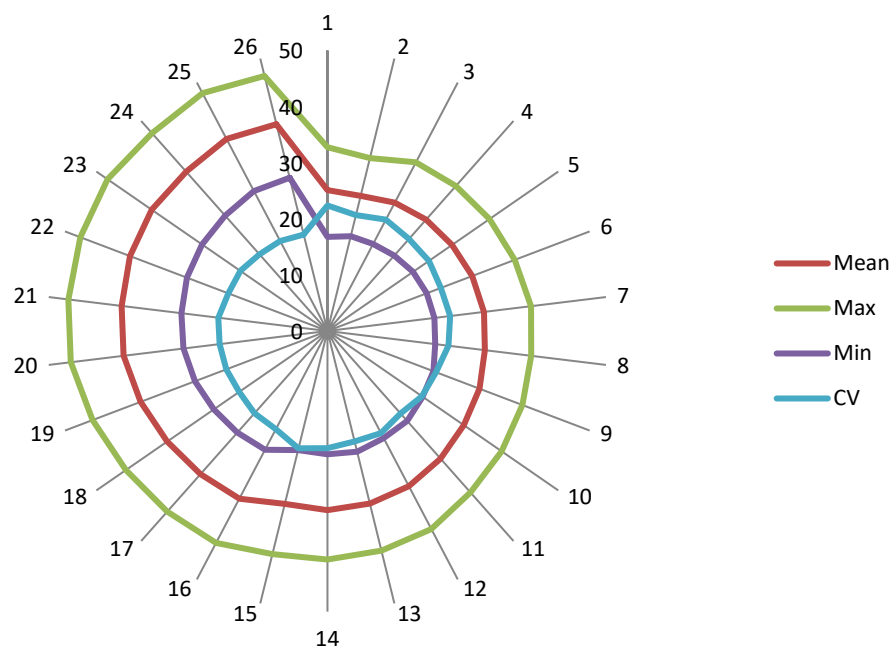
جدول ۴. روند تغییرات سالانه برای صفات آماری مرتبط با رکوردهای روز آزمون شیر در گاوهای شیری ایران

Table 4. Annual change trend for the statistical traits associated with milk test day records in Iranian dairy cows

Trait*	Parameter	Estimation	SE	T Value	R ²	P Value
Min.	Intercept	-931.180	19.582	-47.553	0.990	0.0001
	Regression Coefficient	0.475	0.010	48.698		0.0001
Max.	Intercept	-1293.345	37.038	-34.919	0.982	0.0001
	Regression Coefficient	0.664	0.018	36.015		0.0001
Mean	Intercept	-1149.445	26.106	-44.031	0.988	0.0001
	Regression Coefficient	0.588	0.013	45.254		0.0001
SD	Intercept	-111.949	10.714	-10.449	0.836	0.0001
	Regression Coefficient	0.059	0.005	11.043		0.0001
CV	Intercept	361.428	28.061	12.880	0.860	0.0001
	Regression Coefficient	-0.170	0.014	-12.157		0.0001
P25	Intercept	-1112.457	25.305	-43.961	0.988	0.0001
	Regression Coefficient	0.568	0.013	45.055		0.0001
P75	Intercept	-1206.937	30.344	-39.776	0.986	0.0001
	Regression Coefficient	0.619	0.015	40.977		0.0001
IQR	Intercept	-94.596	16.581	-5.705	0.618	0.0001
	Regression Coefficient	0.051	0.008	6.234		0.0001

*All traits (Min.: Minimum, Max.: Maximum, Mean: Average, SD: Standard Deviation, P25: 25th Percentile, P75: 75th Percentile, IQR: Inter Quartile Range) except for CV (Coefficient of Variation) are in Kg.

بر اساس روندهای محاسبه شده در پژوهش حاضر، می‌توان نتیجه گرفت که در طول سال‌های ۱۳۷۴ تا ۱۳۹۹ میانگین حداقل مربعات صفات Min، Max، Mean، SD، P25، P75 و IQR روند صعودی داشته است در حالی که میانگین حداقل مربعات صفت CV روند نزولی را طی نموده است ($P < 0.0001$) (شکل ۱). با توجه به ضریب تابعیت مثبت برای صفات Min، Max، Mean می‌توان گفت که توان تولید شیر گاوهای شیری ایران طی سال‌های یاد شده فوق، رو به افزایش بوده است، که بهبود مذکور، مشابه با یافته‌های حاصل از پژوهش‌های پیشین بر روی گاوهای شیری ایران است (Mohammad Panah *et al.*, 2014). ضریب تابعیت منفی به‌دست آمده برای صفت CV نشان‌گر بهبود تداوم شیردهی در گاوها است. بهبود فنوتیپی صفت تداوم شیردهی گاوهای شیری ایران در برخی تحقیقات انجام شده پیشین که از شاخص‌های مختلفی برای تعریف صفت مزبور استفاده گردیده نیز گزارش شده است (Farhangfar *et al.*, 2023; Doosti Toosechalaki *et al.*, 2024). تداوم شیردهی یک عامل مهم تعیین کننده در کل مقدار تولید شیر یک دوره‌ی شیردهی است و گاوهایی که از تداوم شیردهی بالاتری برخوردارند، استفاده بهتری از خوراک می‌نمایند و کمتر دچار تنش ناشی از تولید شیر در زمان اوج شیردهی می‌شوند (Gengler, 1995). از این رو، تداوم شیردهی بر هزینه‌های مرتبط با خوراک، سلامت و باروری گاوها اثر دارد (Swalve and Gengler, 1999). به دلیل ارتباط مطلوبی که بین تداوم شیردهی و کاهش تعادل منفی انرژی وجود دارد، می‌توان نتیجه‌گیری نمود که گاوهایی که تداوم بالاتری در شیردهی خود دارند از کاهش وزن کمتری نیز برخوردارند (Ghavi Hossein-Zadeh, 2017).



شکل ۱. تغییرات سالیانه‌ی صفات آماری Mean، Max، Min و CV رکوردهای روز آزمون شیر گاوه‌های شیری ایران (اعداد ۱ تا ۲۶ بر روی محیط دایره، به ترتیب نشان دهنده‌ی سال‌های زایش ۱۳۷۴ تا ۱۳۹۹ است)

Figure 1. Annual changes for statistical traits of Min, Max, Mean and CV of milk test day records in Iranian dairy cows (figures of 1 to 26 in the circle circumference represent years of 1995 to 2020, respectively)

میانگین برآورد شده‌ی صفات آماری رکوردهای روز آزمون شیر در سطوح مختلف دوره‌ی شیردهی، فصل زایش و نوع ژنوتیپ: بر اساس نتایج حاصل از آنالیز حداقل مربعات واریانس، اثر دوره‌ی شیردهی و فصل زایش، بر همه‌ی صفات آماری Min، Max، Mean، SD، CV، P25، P75 و IQR رکوردهای روز آزمون گاوه‌های شیری ایران معنی‌دار بود ($P < 0.0001$). اثر نوع ژنوتیپ گاو فقط برای صفات Min ($P < 0.0062$)، Max ($P < 0.0001$)، Mean ($P < 0.0001$)، P25 ($P < 0.0002$) و P75 ($P < 0.0001$) معنی‌دار بود. در جدول ۵ میانگین حداقل مربعات صفات آماری تحت مطالعه، در سطوح مختلف اثرات مذکور ارائه شده‌اند. بر مبنای یافته‌های حاصل از این پژوهش، دوره‌ی سوم شیردهی گاوه‌های شیری ایران، بالاترین میانگین حداقل مربعات را برای صفات آماری Max، Mean، SD، CV و P75 و IQR نشان داد ($P < 0.0001$). عوامل مختلفی در بالاتر بودن ظرفیت تولید شیر گاوهایی که در نوبت‌های دوم و یا سوم شیردهی خود هستند دخالت دارند، که در بین آن‌ها، رشد و نمو بافت پستان، دلیل اصلی به‌شمار می‌رود (Cattaneo *et al.*, 2023). به عبارت بهتر، تعداد سلول‌های اپی‌تلیال و فعالیت ترشحی هر یک از آن‌ها، تعیین کننده‌ی میزان تولید شیر خواهد بود (Sorensen, 2000) و حجم بافت ترشحی پستان و نرخ رشد آن در آبستنی دوم، بیشتر از آبستنی اول است (Knight and Wilde, 1993). طی فرآیند مذکور، تمایز سلول‌های ترشح‌کننده‌ی شیر، نقش مهمی را دارد (Capuco *et al.*, 2001) و لذا در مقایسه با گاوه‌های شکم اول، بافت پستان در گاوه‌های چندشکم‌زا، به لحاظ

متابولیکی، فعال‌تر است (Miller *et al.*, 2006). در تحقیق انجام شده توسط Marumo *et al.* (2022) بر روی یک گله از گاوهای هلشتاین - فریزین و آمیخته‌های آن در اسکاتلند، میانگین ریاضی تولید شیر روزانه و همچنین برآورد مقدار تولید شیر در زمان اوج شیردهی (محاسبه شده بر اساس تابع گامای وود) در گاوهای چندشکم‌زا بالاتر از گاوهای شکم اول بود که با یافته‌های پژوهش حاضر در رابطه با صفات آماری Mean و Max مطابقت دارد. با این حال، و بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر، میانگین حداقل مربعات صفات Min و P25 در دوره‌ی سوم شیردهی، کوچکترین مقدار را داشت ($P < 0.0001$). کمتر بودن کمینه (Min) و صدک بیست و پنجم (P25) رکوردهای روز آزمون شیر در دوره‌ی سوم شیردهی را می‌توان به دلایلی مختلفی نظیر حساسیت بیشتر گاوهای چندشکم‌زا به افزایش شمار سلول‌های سوماتیک شیر و تداوم شیردهی پایین‌تر این گروه از گاوها نسبت داد. در این خصوص، تحقیقات پیشین مانند Hagnestam-Nielsen *et al.* (2009) و Bennedsgaard *et al.* (2003) نشان داده است که در مقایسه با گاوهای شکم اول، افزایش شمار سلول‌های سوماتیک شیر در گاوهای چندشکم‌زا، سبب کاهش بیشتری در مقدار شیر روزانه می‌شود. نتایج پژوهش حاضر همچنین نشان داد که در بین سه دوره‌ی شیردهی، کمترین میانگین حداقل مربعات SD، CV و IQR مربوط به دوره‌ی اول شیردهی بود ($P < 0.0001$) که نشان‌دهنده‌ی کمتر بودن پراکندگی رکوردهای روز آزمون شیر، و در نتیجه، بالاتر بودن میزان تداوم شیردهی در گاوهایی است که برای اولین بار زایش می‌نمایند. بالاتر بودن تداوم شیردهی گاوهای زایش اول در مقایسه با گاوهای چندشکم‌زا، با نتایج تحقیقات پیشین نظیر Chen *et al.* (2024) و Jiang *et al.* (2020) مطابقت دارد. برای تمامی صفات مزبور، میانگین حداقل مربعات برآورد شده برای نوبت دوم شیردهی، در حدّ وسط نوبت‌های اول و سوم شیردهی قرار داشت ($P < 0.0001$). نتایج نشان داد بزرگترین میانگین حداقل مربعات Mean، Min و P25 مربوط به گاوهایی است که در فصل پاییز زایش داشتند ($P < 0.0001$) در حالی که بزرگترین مقادیر میانگین حداقل مربعات صفات آماری Max، SD، CV و P75 و IQR مربوط به گاوهایی بود که در فصل زمستان زایش کرده بودند ($P < 0.0001$). گرچه گاوهایی که در فصل بهار زایش داشتند، کوچکترین میانگین حداقل مربعات Mean، Min و P25 را به خود اختصاص دادند ($P < 0.0001$) ولی کوچکترین میانگین حداقل مربعات Max، SD، CV و IQR مربوط به گاوهایی بود که در فصل تابستان زایمان داشتند ($P < 0.0001$). کمتر بودن میانگین حداقل مربعات برای سه صفت آماری SD، CV و IQR (که از شاخص‌های بیان‌کننده‌ی میزان پراکندگی در مشاهدات هستند) برای گاوهایی که در تابستان زایش دارند، نشان دهنده‌ی بالاتر بودن میزان تداوم شیردهی در این گروه از گاوها است که در تطابق با یافته‌های برخی تحقیقات پیشین نظیر Doosti Toosechalaki *et al.* (2024) و Elahi Torshizi (2016) می‌باشد. در رابطه با صفت آماری P75 کوچکترین میانگین حداقل مربعات برای فصول زایش بهار و تابستان مشاهده شد که با یکدیگر تفاوت معنی‌دار آماری نداشتند. در تحقیق Farhangfar *et al.* (2023) کمترین مقدار تولید شیر در زمان اوج شیردهی (محاسبه شده بر اساس پارامترهای تابع وود) در سه نوع از رکوردهای روز آزمون شیر گاوهای شیری شکم اول ایران، برای گاوهایی بود که در فصل بهار زایش داشتند در حالی

که بیشترین آن در گاوهای مشاهده شد که در فصل پاییز زایش کرده بودند که با نتایج به‌دست آمده در رابطه با صفت آماری Max در پژوهش حاضر، مغایرت دارد

جدول ۵. میانگین حداقل مربعات صفات آماری مرتبط با رکوردهای روز آزمون شیر در دوره‌های شیردهی، فصول زایش و انواع ژنوتیپ گاوهای شیری ایران

Table 5. Least square means of the statistical traits associated with milk test day records in different parities, calving seasons and genotypes of Iranian dairy cows

Effect	Levels	Trait*							
		Min.	Max.	Mean	SD	CV	P25	P75	IQR
Lactation Number	1	23.89 ^a	38.05 ^c	31.37 ^c	4.91 ^c	16.15 ^c	28.27 ^a	34.71 ^c	6.44 ^c
	2	22.30 ^b	40.81 ^b	31.94 ^b	6.49 ^b	20.93 ^b	27.54 ^b	36.53 ^b	8.99 ^b
	3	21.10 ^c	42.86 ^a	32.51 ^a	7.68 ^a	23.81 ^a	27.19 ^c	38.07 ^a	10.88 ^a
Season of Calving	Spring	22.00 ^d	39.99 ^c	31.28 ^d	6.30 ^c	20.56 ^b	26.97 ^d	35.71 ^c	8.74 ^b
	Summer	22.55 ^b	39.63 ^d	31.55 ^c	5.96 ^d	19.49 ^d	27.61 ^c	35.71 ^c	8.11 ^c
	Autumn	22.92 ^a	41.13 ^b	32.61 ^a	6.38 ^b	19.92 ^c	28.38 ^a	37.12 ^b	8.74 ^b
	Winter	22.24 ^c	41.56 ^a	32.32 ^b	6.80 ^a	21.21 ^a	27.70 ^b	37.20 ^a	9.50 ^a
Type of Genotype	Grade	22.41 ^b	40.55 ^b	31.92 ^b	6.36 ^a	20.31 ^a	27.65 ^b	36.41 ^b	8.77 ^a
	Pure Holstein	22.44 ^a	40.60 ^a	31.96 ^a	6.36 ^a	20.29 ^a	27.69 ^a	36.46 ^a	8.77 ^a

*All traits (Min.: Minimum, Max.: Maximum, Mean: Average, SD: Standard Deviation, P25: 25th Percentile, P75: 75th Percentile, IQR: Inter Quartile Range) except for CV (Coefficient of Variation) are in Kg.

در مقایسه با گاوهای زینه، میانگین حداقل مربعات صفات آماری Min ($P < 0.0062$)، Max ($P < 0.0001$)، Mean ($P < 0.0001$)، P25 ($P < 0.0002$) و P75 ($P < 0.0001$) برای گاوهای اصیل هلستاین، بزرگتر بود که مشابه با برخی تحقیقات پیشین نظیر (Kavoosi (2022 است که در آنها، از صفات متفاوتی برای ارزیابی و مقایسه‌ی توان تولیدی گاوهای شیری ایران استفاده شده است. برای مثال، در تحقیق (Doosti Toosechalaki *et al.*, 2024) که در آن از یک مدل مکانیستیک پنج پارامتری برای توصیف منحنی شیردهی گاوهای شیری زایش اول ایران استفاده شد، مقدار پارامتر مرتبط با حداکثر پتانسیل ترشح شیر در دوران شیردهی در گاوهای اصیل هلستاین، بیشتر از گاوهای زینه بود. همچنین، در تحقیق انجام شده توسط Farhangfar *et al.* (2023) بر روی گاوهای شیری شکم اول ایران، مقادیر به‌دست آمده برای مقدار تولید شیر در زمان اوج شیردهی (محاسبه شده بر اساس پارامترهای تابع گامای وود) در گاوهای اصیل هلستاین، بزرگتر از گاوهای زینه بود. در تحقیق (Mohammad Panah *et al.* (2014 میانگین حداقل مربعات رکوردهای روز آزمون شیر تصحیح شده برای انرژی در گاوهای اصیل هلستاین ایران، بزرگتر از مقدار به‌دست آمده در گاوهای زینه بود. در پژوهش حاضر، و در رابطه با صفات آماری مرتبط با تداوم شیردهی شامل SD ($P < 0.069$)، CV ($P < 0.1447$) و IQR ($P < 0.7458$) بین دو نوع ژنوتیپ زینه و اصیل هلستاین، اختلاف معنی داری وجود نداشت ($P > 0.05$) که با یافته‌های تحقیق Farhangfar *et al.* (2023 متفاوت است که تداوم شیردهی (محاسبه شده بر اساس تابع گامای وود) برای گاوهای اصیل هلستاین ایران، بیشتر از تداوم شیردهی گاوهای زینه بود.

نتیجه‌گیری کلی

یافته‌های این پژوهش نشان داد ویژگی‌های آماری میانگین، کمینه، بیشینه، انحراف معیار، ضریب تغییرات، چارک اول، چارک سوم و دامنه‌ی میان چارکی رکوردهای روز آزمون شیر در گاوهای شیری ایران، تحت تأثیر عوامل محیطی استان، نوبت زایش،

سال و فصل و سن زایش، و همچنین نوع ژنوتیپ حیوان (به جز انحراف معیار، ضریب تغییرات و دامنه‌ی میان چارکی) قرار دارند. بر این اساس، چنان‌چه قرار باشد در ارزیابی ژنتیکی گاوهای شیری، به‌جای استفاده از رکوردهای روز آزمون شیر، از صفات مرتبط با خصوصیات آماری رکوردهای مذکور استفاده گردد تا نیاز محاسباتی رایانه‌ها کاهش یابد، لازم است در مدل‌های مورد استفاده، اثر عوامل محیطی فوق منظور شوند.

سیاس‌گزاری

این پژوهش با استفاده از داده‌های ارائه شده توسط مرکز اصلاح نژاد و بهبود تولیدات دامی (وابسته به وزارت جهاد کشاورزی) اجرا شده است. بر نویسندگان فرض است از مسؤولین محترم مرکز فوق، تشکر و قدردانی نمایند.

منابع

- Adediran, S. A., Nish, P., Donaghy, D. A., & Malau-Aduli, A. E. O. (2010).** Genetic and environmental factors influencing milk, protein and fat yields of pasturebased dairy cows in Tasmania. *Animal Production Science*, 50(4), 265-275. doi: 10.1071/AN09084
- Barkema, H. W., von Keyserlingk, M. A. G., Kastelic, J. P., Lam, T. J. G. M., Luby, C., Roy, J. P., LeBlanc, S. J., Keefe, G. P., & Kelton, D. F. (2015).** Invited review: Changes in the dairy industry affecting dairy cattle health and welfare. *Journal of Dairy Science*, 98(11), 7426-7445. doi: 10.3168/jds.2015-9377
- Bennedsgaard, T. W., Enevoldsen, C., Thamsborg, S. M., & Vaarst, M. (2003).** Effect of mastitis treatment and somatic cell counts on milk yield in Danish organic dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 86(10), 3174-3183. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73920-4
- Capper, J. L., & Cady, R. A. (2020).** The effects of improved performance in the U.S. dairy cattle industry on environmental impacts between 2007 and 2017. *Journal of Animal Science*, 98(1), 1-14. doi: 10.1093/jas/skz291
- Capper, J. L., Cady, R. A., & Bauman, D. E. (2009).** The environmental impact of dairy production: 1944 compared with 2007. *Journal of Animal Science*, 87(6), 2160-21674. doi: 10.2527/jas.2009-1781
- Capuco, A. V., Wood, D. L., Baldwin, R., Mcleod, K., & Paape, M. J. (2001).** Mammary cell number, proliferation, and apoptosis during a bovine lactation: Relation to milk production and effect of bST. *Journal of Dairy Science*, 84(10), 2177-2187. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(01)74664-4
- Cattaneo, L., Piccioli-Cappelli, F., Minuti, A., & Trevisi, E. (2023).** Metabolic and physiological adaptations to first and second lactation in Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 106(5), 3559-3575. doi: 10.3168/jds.2022-22684
- Chen, Y., Steeneveld, W., Frankena, K., Leemans, I., Aardema, H., Vos, P. L. A. M., Nielen, M., & Hostens, M. (2024).** Association between days post conception and lactation persistency in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 107(8), 5794-5804. doi: 10.3168/jds.2023-24282
- Cobanoglu, O., & Kul, E. (2019).** The influence of calving year on milk yield and milk components in dairy cattle. *Journal of Research in Veterinary Research*, 38(1), 29-34. doi: 10.30782/uluvfd.434395
- Collier, R. J., & Zimbelman, R. B. (2007).** Heat stress effects on cattle: what we know and what we don't know. Proceedings of the Southwest Nutrition and Management Conference, The University of Arizona, Tucson, February 23rd.
- Cook, D., & Weisberg, S. (1999).** *Applied Regression Including Computing and Graphics*. John Wiley & Sons, Inc.

- Doosti Toosechalaki, M., Farhangfar, S. H., Abbasi, M. A., & Montazer Torbati M. B. (2024).** Application of a five-parameter nonlinear mechanistic model to mathematically describe the shape of the lactation curve in Iranian grade and purebred Holstein primiparous dairy cows. *Animal Production Research*, 13(2), 25-41. doi:10.22124/ar.2024.26952.1817
- 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(8), 1-14. doi: 10.1186/s40781-016-0089-1
- Elahi Torshizi, M., Hosseinpour Mashhadi, M., & Farhangfar, H. (2019).** Different aspects of lactation persistency in dairy cows. *Indian Journal of Animal Sciences*, 89(6), 607-614. doi: 10.56093/ijans.v89i6.91098
- Farhangfar, H., & Naeemipour, H. (2007).** Phenotypic study of lactation curve in Iranian Holsteins. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 9(4), 279-286. doi: 20.1001.1.16807073.2007.9.4.8.9
- Farhangfar, S. H., Rashidi Toghroljerdi, M. S., Montazer Torbati, M. B. & Sayyad Nezhad, M. B. (2023).** A study on the lactation curve characteristics of grade and Iranian purebred Holstein cows with the use of raw, fat corrected, and energy-corrected milk test day records. *Animal Production Research*, 12(2), 71-84. doi: 10.22124/AR.2023.22771.1718 [In Persian].
- Fleischer, P., Metzner, M., Beyerbach, M., Hoedemaker, M., & Klee, W. (2001).** The relationship between milk yield and the incidence of some diseases in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 84(9), 2025-2035. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(01)74646-2
- Fregley, M. J. (1996).** Adaptations: some general characteristics. In: Fregley, M. J. and Blatteis, C. M. (Eds), *Handbook of Physiology, Section 4: Environmental Physiology, Vol. 1.* Oxford University Press, pp. 3-15.
- Gajster, M. (1991).** Determination and examination of differences between potential and actual milk yield in cows on dairy farms. PhD Dissertation. University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Animal Science. 120 pp.
- Gengler, N. (1995).** Use of mixed models to appreciate the persistency of yields during the lactation of milk cows. Ph.D. Dissertation. Faculte' Univ. Sci. Agron., Gembloux, Belgium.
- George, D., & Mallery, P. (2020).** *IBM SPSS Statistics 26 Step by Step: A Simple Guide and Reference*. 16th Edition. Taylor & Francis.
- Ghavi Hossein-Zadeh, N. (2017).** Application of growth models to describe the lactation curves for test-day milk production in Holstein cows. *Journal of Applied Animal Research*, 45(1), 145-151. doi: 10.1080/09712119.2015.1124336
- Gross, J. J. (2022).** Limiting factors for milk production in dairy cows: perspectives from physiology and nutrition. *Journal of Animal Science*, 100(3), 1-11. doi: 10.1093/jas/skac044
- Guinan, F. L., Wiggans, G. R., Norman, H. D., Dürr, J. W., Cole, J. B., Van Tassell, C. P., Misztal, I., & Lourenco, D. (2023).** Changes in genetic trends in US dairy cattle since the implementation of genomic selection. *Journal of Dairy Science*, 106(2), 1110-1129. doi: 10.3168/jds.2022-22205
- Hagnestam-Nielsen, H., Emanuelson, U., Berglund, B., & Strandberg, E. (2009).** Relationship between somatic cell count and milk yield in different stages of lactation. *Journal of Dairy Science*, 92(7), 3124-3133. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1719>
- Hartantoa, R., Pamungkas, A. A., Prayitnoc, E., & Harjantid, D. W. (2020).** Milk production of Holstein Friesian dairy cows in various lactation periods (Case Study at Capita Farm, Semarang, Central Java). *Jurnal Ternak (Animal Science Journal)*, 11(2), 44-49. doi: 10.30736/jy.v11i2.73
- Jianga, H., Hicksona, R. E., Woodsa, O. T., Morandeaub, M., Burkea, J. L., Correa-Lunaa, M., Donaghya, D. J., & Lopez-Villalobos, N. (2020).** Persistency and lactation curves modelled using

nonlinear random egression in dairy cows milked once a day. *New Zealand Journal of Animal Science and Production*, 80, 131-136.

Johnson, H. D., & Vanjonack, W. J. (1976). Effects of environmental and other stressors on blood hormone patterns in lactating animals. *Journal of Dairy Science*, 59(9), 1603–1617. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(76)84413-X

Kaps, M., & Lamberson, W. R. (2017). *Biostatistics for Animal Science*. Third Edition, CAB International.

Kavoosi, A. (2022). Determine of optimum Holstein inheritance on traits performance of dairy cattle in Markazi province. *Breeding and Improvement of Livestock Journal*, 2(1), 41-52. doi: 10.22034/BILJ.2022.148465 [In Persian].

Knight, C. H., & Wilde, C. J. (1993). Mammary cell changes during pregnancy and lactation. *Livestock Production Science*, 35(1-2), 3–19. doi: 10.1016/0301-6226(93)90178-K.

Kunaka, K., & Makuza, S. M. (2005). Environmental factors affecting milk production in the Holstein-Friesian population of Zimbabwe. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 8(7), 989-994. doi: 10.3923/pjbs.2005.989.994

Lambertz, C., Sanker, C., & Gauly, M. (2014). Climatic effects on milk production traits and somatic cell score in lactating Holstein-Friesian cows in different housing systems. *Journal of Dairy Science*, 97(1), 319–329. doi: 10.3168/jds.2013-7217

Li, M., Rosa, G. J. M., Reed, K. F., & Cabrera, V. E. (2022). Investigating the effect of temporal, geographic, and management factors on US Holstein lactation curve parameters. *Journal of Dairy Science*. 105(9), 7525-7538. doi: 10.3168/jds.2022-21882

Macciotta, N. P. P., Dimaure, C., Catillo, G., Coletta, A., & Cappio-Borlino, A. (2006). Factors affecting individual lactation curve shape in Italian river buffaloes. *Livestock Science*. 104(1-2), 33-37. doi: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.03.001>

Marumo, J. L., Lusseau, D., Speakman, J. R., Mackie, M., & Hambly, C. (2022). Influence of environmental factors and parity on milk yield dynamics in barn-housed dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 105(2), 1225-1241. doi: 10.3168/jds.2021-20698

McCulloch, C., & Searle, S. (2001). *Generalized, Linear, and Mixed Models*. John Wiley & Sons Inc. USA.

M'hamdi, N., Bouallegue, M., Frouja, S., Ressaissi, Y., Kaur Brar, S., & Hamouda, M. B. (2012). Effects of environmental factors on milk yield, lactation length and dry period in Tunisian Holstein cows. Open Access Chapter from Book of *Milk Production - An Up-to-Date Overview of Animal Nutrition, Management and Health*. IntechOpen. doi: 10.5772/50803

Miller, N., Delbecchi, L., Petitclerc, D., Wagner, G. F., Talbot, B. G., & Lacasse, P. (2006). Effect of stage of lactation and parity on mammary gland cell renewal. *Journal of Dairy Science*, 89(12), 4669–4677. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72517-6

Mohammad Panah, M., Farhangfar, H., & Bashtani, M. (2014). Phenotypic analysis of energy-corrected test day milk records in first-parity dairy cows. *Journal of Ruminant Research*, 2(2), 139-163. doi: 20.1001.1.23454253.1393.2.3.9.1 [In Persian].

Mostert, B. E., Theron, H. E., & Kanfer, F. H. J. (2001). The effect of calving season and age at calving on production traits of South African dairy cattle. *South African Journal of Animal Science*, 31(3), 205-214. doi: 10.4314/sajas.v31i3.3795

Nardone, A., Ronchi, B., Lacetera, N., Ranieri, M. S., & Bernabucci, U. (2010). Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. *Livestock Science*, 130(1-3), 57-69. doi:10.1016/j.livsci.2010.02.011

Negri, R., Aguilar, I., Feltes, G. L., & Cobuci, J. A. (2021). Selection for test-day milk yield and thermotolerance in Brazilian Holstein cattle. *Animals*, 11(1), 2-13. doi: 10.3390/ani11010128

Oleggini, G. H., Ely, L. O., & Smith, J. W. (2001). Effect of region and herd size on dairy herd performance parameters. *Journal of Dairy Science*, 84(5), 1044-1050. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(01)74564-X.

Osorio, M. M., & Segura, J. C. (2004). Environmental and breed effects on test day milk yields of dual-purpose crossbred cows under tropical conditions of Mexico. *Journal of Applied Animal Research*, 25(2), 125-128. doi: 10.1080/09712119.2004.9706489

Petri, A., & Watson, P. (2013). *Statistics for Veterinary and Animal Science*. Third Edition, Wiley – Blackwell. John Wiley & Sons, Ltd.

Prabhakar, P., Herbert, S., Singh, R. P., Pandey, N., & Pandey, R. (2023). Estimation of lactation persistency in different classes of crossbred Jersey and Red Sindhi cows. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 12(6), 53-57. doi: 10.20546/ijcmas.2023.1206.007

Ranzato, G., Aernouts, B., Lora, I., Adriaens, I., Ben Abdelkrim, A., Gote, M. J., & Cozzi, G. (2024). Comparison of 3 mathematical models to estimate lactation performance in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 107(9), 6888–6901. doi: 10.3168/jds.2023-24224

Rekik, B., & Gara, A. B. (2004). Factors affecting the occurrence of atypical lactations for Holstein-Friesian cows. *Livestock Production Science*. 87(2-3), 245-250. doi: 10.1016/j.livprodsci.2003.09.023

SAS (2013). *Base SAS® 9.4 Procedures Guide Statistical Procedures*. Second Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Shanks, R.D., Berger, P. J., Freeman, A. E., & Dickinson, F. N. (1982). Genetic and phenotypic relations of milk production and postpartum length with health and lactation curve traits by lactation. *Journal of Dairy Science*, 65(8), 1612–1623. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(82)82387-4

Sharma, A. K., Rodriguez, L. A., Wilcox, C. K., Collier, R. J., Bachman, K. C., & Martin, F. G. (1988). Interactions of climatic factors affecting milk yield and composition. *Journal of Dairy Science*, 71(3), 819–825. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(88)79622-8

Sölkner, J., & Fuchs, W. (1987). A comparison of different measures of persistency with special respect to variation of test-day milk yields. *Livestock Production Science*, 16(4), 305-319. doi: 10.1016/0301-6226(87)90001-7

Sorensen, A. (2000). Manipulation of lactation persistency to achieve extended lactation in dairy cows. A thesis submitted to the University of Glasgow in accordance with the requirement for the degree of Doctor of Philosophy in the faculty of science.

Stelwagen, K. (2001). Effect of milking frequency on mammary functioning and shape of the lactation curve. *Journal of Dairy Science*, 84(E. Suppl.), E204-E211. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(01)70219-6

Swalve, H. H., & Gengler, N. (1999). Genetics of lactation persistency. BSAP Occasional Publication, Volume 24: Metabolic stress in dairy cows, pp. 75-82. doi: 10.1017/S1463981500043090

Tekerli, M., Akinci, Z., Dogan, I., & 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. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(00)75006-5

Torshizi, M. E. (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(8), 1-14. doi: 10.1186/s40781-016-0089-1

Trajchev, M., Nakov, D., & Andonov, S. (2016). The effect of thermal environment on daily milk yield of dairy cows. *Macedonian Veterinary Review*, 39 (2), 185-192. doi: 10.1515/macvetrev-2016-0084

Usman, T., Qureshi, M. S., Yu, Y., & Wang, Y. (2013). Influence of various environmental factors on dairy production and adaptability of Holstein cattle maintained under tropical and subtropical conditions. *Advances in Environmental Biology*, 7(2) 366-372.