Climate changes impacts on the number of active herds and performance of Iranian Holstein cattle

Abstract

The productivity of Holstein dairy cattle herds is significantly influenced by prevailing climatic conditions. Given the potential variability in climates within a single province, this study aimed to investigate the impact of different climates across the country on the productive characteristics of these herds. The study examined average milk production, fat content, protein content, fat percentage, and protein percentage, analyzing data from 325,040 heifers belonging to 270 herds for the period between 2006 and 2021. The regions of the country were classified into five distinct climates, namely BSh, BSk, BWk, Csa, and Dsa, based on the Köppen classification system, which characterizes climates by varying temperature and humidity levels. The study found that the BWk climate, characterized by cold and dry conditions, exhibited the highest milk production levels despite the unfavorable climatic conditions. This outcome can be attributed to effective herd management practices implemented in cities such as Isfahan, which fall under this climate category. The Dsa climate, characterized by a continental climate with hot and dry summers, demonstrated the third-highest milk production levels and was found to be relatively suitable for livestock rearing, particularly during seasons other than summer. Additionally, the Dsa climate was highly conducive to the growth of fodder for livestock and exhibited the best performance in terms of both the quantity and percentage of fat and protein. Despite having the lowest number of herds among the different climates, the Dsa climate outperformed the other climates in terms of production traits. Moreover, in the period from 2007 to 2021, when increasing economic problems, such as the increase in inflation and currency rates, as well as the removal of livestock input subsidies, made it difficult for livestock farmers to cover the costs of providing animal feed, all regions except Dsa region experienced a decrease in the number of herds. From the findings of this research, it can be concluded that the climatic effect in terms of heat stress for livestock and in terms of the suitability of weather conditions for planting fodder and providing livestock feed can have a decisive effect on the productive traits of livestock.

Keywords: *Climate change, productive traits, phenotype, dairy industry, Köppen method*

تاثیر تغییرات اقلیم بر شمار گله‌های منتخب و عملکرد گاوهای هلشتان ایران

چکیده

یکی از عوامل موثر بر تولید شیر،چربی و پروتیین شرایط اقلیمی است، با توجه به این که کشور ایران دارای اقلیم¬ های مختلفی است (حتی دریک استان ممکن است اقلیم¬های مختلفی وجود داشته باشد)، در این پژوهش اثر اقلیم‌های مختلف کشور بر صفات تولیدی گله‌های گاو شیری هلشتاین در سرتاسر کشور بررسی شد. صفات تولیدی شامل میانگین تولید شیر، چربی، پروتئین، درصد چربی و درصد پروتئین بین سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۴۰۰ برای تعداد ۳۲۵۰۴۰ رأس تلیسه از ۲۷۰ گله بود. مناطق کشور از لحاظ اقلیمی بر اساس طبقه‌بندی کوپن (Köppen) به پنج اقلیم BSh، BSk، BWk، Csa و Dsa با دما و رطوبت متفاوت تقسیم شدند. در این طبقه‌بندی سه حرفی، حروف مورد استفاده شامل سه بخش آب و هوای اصلی اقلیم: B (خشک)، C (معتدل) و D (قاره‌ای)، میزان بارش: s (مرطوب با تابستان خشک)، S (نیمه‌خشک) و W (خشک بیابانی)، و دمای اقلیم: a (معتدل با تابستان داغ)، h (داغ) و k (سرد) هستند. بر اساس نتایج بدست آمده، اقلیم BWk (سرد و خشک) با وجود شرایط اقلیمی نامطلوب، بیشترین تولید را داشت که این می‌تواند به‌دلیل مدیریت گله مناسب در شهرهای این اقلیم همچون اصفهان باشد. اقلیم Dsa (قاره‌ای با تابستان گرم و خشک)، که آب و هوایی نسبتاً مناسب برای پرورش دام داشته و همچنین برای کشت علوفه مورد نیاز دام بسیار مناسب است، جایگاه سوم تولید شیر را داشت و در مقدار و درصد چربی و پروتئین نیز بهترین عملکرد را نشان داد. این اقلیم با کمترین تعداد گله در بین اقلیم‌ها، در صفات تولیدی عملکرد بهتری نسبت به سایر اقلیم‌ها داشت. همچنین، در بازه زمانی سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۴۰۰، به دلیل مشکلات اقتصادی رو به افزایش، هم‌چون افزایش نرخ تورم، ارز، و افزایش هزینه‌های تهیه خوراک در نتیجه‌ی برداشته شدن یارانه‌های نهاده‌های دامی، در تمام اقلیم‌ها به‌جز اقلیم Dsa کاهش تعداد گله مشاهده شد. از یافته‌های این پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که اثر اقلیمی هم از لحاظ تنش گرمایی برای دام و هم از لحاظ مناسب بودن شرایط آب و هوایی برای کاشت علوفه و تأمین خوراک دام می‌تواند اثر تعیین کننده‌ای بر صفات تولیدی دام داشته باشد.

کلمات کلیدی: *تغییر اقلیم، صفات تولیدی،صنعت گاو شیری، روش کوپن*

مقدمه

صنعت پرورش گاو شیری در بسیاری از استان‌های کشور توسعه پیدا کرده است، اما شرایط آب و هوا در همه اقلیم‌ها با پرورش گاوهای شیری به اندازه کافی سازگار نیست. از طرفی، به دلیل شرایط اقتصادی کشور، نظیر کاهش ارزش ریال در مقابل ارزهای خارجی، برداشتن یارانه نهاده‌های دامی درسال‌های گذشته، و تعیین نرخ مصوب دولتی برای خرید شیر از پرورش‌دهندگان گاو شیری، حاشیه سود این حرفه در کشور به شکل فزاینده‌ای در حال کاهش است. در این شرایط، بسیاری از پرورش‌دهندگان مجبور به کاهش دام‌ها و یا حتی تعطیلی واحد گاوداری خود شده‌اند. در نتیجه این مشکلات ممکن است مقدار تولید شیر در کشور کاهش یابد (Ranjpour *et al*., 2021). آمار منتشر شده توسط FAO نیز متغیر بودن و روند کاهشی جمعیت دام در کشور ایران را تائید می کند (FAOSTAT, 2022). با وجود این، مطالعات در مورد تغییرات جمعیت گاو شیری کشور و همچنین تغییرات عملکرد گله‌ها در اقلیم‌های مختلف اندک است. لذا هدف مطالعه حاضر بررسی روند عملکرد صفات تولیدی (شیر، مقدار و درصد چربی، و مقدار و درصد پروتئین) و تغییرات جمعیت گله‌های منتخب گاوهای هلشتاین کشور است.

پیشینهٔ پژوهش

صنعت گاو شیری در ایران با توجه به تنوع اقلیمی کشور، نیازمند توسعه‌ی منطقه‌ای و تعدیل برنامه‌های پرورشی برای اقلیم‌های مختلف است. مهمترین نژاد مورد توجه در صنعت گاو شیری ایران، نژاد هلشتاین است. این نژاد در مقایسه با سایر نژادهای شیری و گاوهای بومی کشور، دارای مزیت‌هایی مانند تولید شیر بالا با مقدار چربی و پروتئین مناسب در گاوهای ماده، و رشد سریع و خواص گوشتی مطلوب در گوساله‌های نر پرواری است. امروزه نژاد هلشتاین به عنوان یک نژاد بین‌المللی شناخته می شود که در اقلیم‌های بسیار متنوعی پراکنده شده است. با وجود این، به دلیل منشاء آن، یعنی شمال اروپا، این نژاد به تنش گرمایی حساسیت دارد (FARHANGFAR *et al*., 2023; Mbuthia *et al*., 2022). در حقیقت تنش گرمایی از جمله عواملی است که باعث تاثیر نامطلوب بر صفات تولیدی این نژاد می‌شود. علاوه بر این، در مناطق گرمسیری که رطوبت هوا بالا باشد، عوارض منفی ناشی از تنش گرمایی افزایش می‌یابد (M'Hamdi *et al*., 2021). در کشور ایران نیز نژاد هلشتاین در اقلیم‌های متنوعی پرورش داده می‌شود. اما توجه به دامنه تحمل دمایی گاو هلشتاین (comfort zone) و سازگاری آن با نواحی خنک‌تر، به نظر می‌رسد این نژاد می‌تواند در مناطق غربی و کوهستانی ایران با موفقیت بیشتری پرورش یابد (Nazari *et al*., 2020a). در مناطق خشک و نیمه خشک نیز مدیریت جایگاه و اقدامات تاسیساتی، امکان پرورش موفقیت‌آمیز این نژاد را فراهم کرده است. بازدهی تولید در واحدهای پرورش گاو شیری ایران تابعی از شرایط اقلیمی است (Nazari *et al*., 2020b; Shahdadi *et al*., 2017; Shokoohi, 2019). البته قابل ذکر است که برای توسعه صنعت گاو شیری و افزایش سودآوری گله‌ها، علاوه بر عوامل محیطی همچون شرایط آب و هوایی منطقه و اقلیم، باید به نکات تأمین منابع غذایی و آب، تکنولوژی پرورشی، مدیریت حرارتی، و تأمین مراقبت‌های بهداشتی نیز توجه کرد. برای مثال اصفهان با وجود آب و هوای بیابانی به‌دلیل مدیریت مناسب، یکی از قطب‌های پرورش گاو شیری به خصوص هلشتاین در ایران است (Ashrafi et al., 2021).

برای ارزیابی صفات عملکردی گاو هلشتاین، معمولا اثرات ثابت گله، سال، و فصل بصورت ترکیب گله–سال–فصل در نظر گرفته می‌شود (Ghavi Hossein-Zadeh, 2011)، که در برگیرنده اثرات غیرژنتیکی موثر بر صفات است. با وجود این، در برخی مطالعات اثرات ناشی از استان نیز در نظر گرفته شده است (Rashidi and Mirza Mohammadi, 2014). با وجود این در اغلب استان‌های ایران تنوع اقلیمی یک عامل تاثیرگذار در عملکرد گله‌های

آن استان است. در حقیقت هر استان را نمی‌توان یک منطقه یکنواخت از نظر محیط پرورش در نظر گرفت. بنابراین درنظر گرفتن اثر استان در مدل‌های ارزیابی عملکرد خالی از اشکال نیست. به عبارت دیگر صرف نظر از سیستم مدیریتی حاکم بر هر استان، تنوع اقلیمی در هر استان نیز ممکن است موجب تفاوت عملکرد گله‌های آن استان باشد. در مقابل، اقلیم‌های مشابه در استان‌های مختلف نیز به دلیل بهره‌مندی از شرایط جغرافیایی و آب و هوایی مشابه می‌توانند عملکرد مشابهی داشته باشند. در برخی مطالعات اثر اقلیم در ارزیابی عملکرد گاو شیری در نظر گرفته شده است (Moradi Shahrbabak *et al*., 2006).

روش‌های مختلفی برای تقسیم‌بندی اقلیمی معرفی شده است. معروف‌ترین روشی که برای دسته‌بندی اقلیمی وجود دارد روش دسته‌بندی اقلیمی کوپن (Köppen climate classification) است. این سیستم شامل سه حرف است که نوع اقلیم آن منطقه از لحاظ دما و رطوبت را تعیین می‌کند. حرف اول، مربوط به مناطق آب و هوایی اصلی در دنیا است. این مناطق، که با حروف بزرگ نمایش داده می‌شوند، به پنج دسته‌ی اصلی، شامل مناطق استوایی (A)، خشک (B)، معتدل (C)، قاره‌ای (D) و قطبی (E) تقسیم‌بندی می‌شوند. نماد حرف دوم با حروف کوچک یا بزرگ و حرف سوم با حروف کوچک است. حرف دوم برای میزان بارش (رطوبت منطقه) و حرف سوم نیز مربوط به دمای منطقه است (KOEPPEN, 1918). علی‌رغم وجود چندین روش طبقه بندی اقلیم‌ها، طبقه‌بندی آب و هوایی کوپن بعلت سهولت کاربرد و سادگی آن هنوز بهترین سیستم از نظر ارائه تصویر جامع و ساده از اقلیم‌های جهان است. در بین مناطق آب و هوایی اصلی دنیا، کشور ایران دارای مناطق B، C و D است (Raziei, 2017)، و در هر سه اقلیم مزبور گله‌های صنعتی و ممتاز نژاد گاو شیری هلشتاین پرورش داده می‌شود.

روش‌شناسی پژوهش

اطلاعات مربوط به رکورد صفات تولیدی (شیر، چربی، پروتئین، درصد چربی، و درصد پروتئین) ۳۲۵۰۴۰ رأس گاو هلشتاین نوبت اول زایش از ۲۷۰ گله (گله‌های شاخص با رکورد پیوسته) تصحیح شده برای ۳۰۵ روز و دو بار دوشش در روز مورد مطالعه قرار گرفت. در این گله‌ها، ثبت رکورد به طور منظم انجام شده است. آماره‌های داده‌های مورد استفاده در مطالعه‌ی حاضر برای صفات تولیدی در جدول ۲ نشان داده شده است. این داده‌ها، توسط مرکز اصلاح نژاد و بهبود تولیدات دامی کشور جمع‌آوری شده است.

تعیین اقلیم‌ها با استفاده از روش استاندارد طبقه بندی Köppen انجام شد. این روش از جمله مرسوم‌ترین روش‌های طبقه بندی اقلیم‌ها است. اقلیم‌های مورد مطالعه تحقیق حا ضر در جدول ۱ ن شان داده ا ست. روش Köppen اقلیم‌ها را به پنج گروه ا صلی آب و هوایی تق سیم می‌کند که هر گروه بر اساس بارش فصلی و الگوهای دما تقسیم می‌شوند. به همه اقلیم‌ها یک گروه اصلی (حرف اول) و یک زیرگروه بارش فصلی (حرف دوم)، به جز اقلیم‌های گروه E، اختصاص داده شد. به عنوان مثال، Af یک آب و هوای جنگلی استوایی را نشان می‌دهد. این سیستم علاوه بر زیرگروه بارش فصلی، یک زیرگروه دما را برای همه گروه‌ها به غیر از گروه A اختصاص می‌دهد که با حرف سوم برای اقلیم‌های B، C و D و حرف دوم برای اقلیم E م شخص می شود. برای مثال، Cfb یک آب و هوای اقیانو سی با تاب ستان‌های گرم را ن شان می‌دهد که با پایان b ن شان داده می شود. اقلیم‌ها بر اساس معیارهای خاص منحصر به فرد برای هر نوع آب و هوا طبقه‌بندی می‌شوند. برای طبقه‌بندی اقلیم، بر اساس موقعیت دقیق هر مزرعه پرورش گاو شیری، از پایگاه Climate Data (https://en.climate-data.org/) استفاده شد. مقایسه میانگین صفات تولیدی در هر اقلیم با استفاده از یک مدل آماری شامل اثر اقلیم انجام و تفاوت بین میانگین‌ها با استفاده از روش توکی مقایسه شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم افزار Minitab انجام شد.

جدول ۱. تقسیم‌بندی اقلیم‌ها و شهرستان‌های هر اقلیم با تعداد گله‌های موجود

اقلیم	توصیف اقلیم	تعداد گله موجود در اقلیم	شهرستان‌های مورد مطالعه
BSh	گرم و نیمه خشک	۴۹	اسلامشهر، پاکدشت، پیشوا، ری، رباط کریم، ورامین، بوئین زهرا، آق قلا، قم، اردکان.
BSk	سرد و نیمه خشک	۶۹	اسکو، تبریز، گلدشت، مبارکه، نجف آباد، زیار، بومهن، چناران، فریمان، قوچان، مشهد، نیشابور، تربت حیدریه، تربت جام، کوار، مرودشت، پاسارگاد، سروستان، شیراز، تاکستان، قزوین، ساوه، فامنین، کبودرآهنگ.
BWk	سرد و بیابانی	۴۴	برآآن، اصفهان، شاهین شهر، قائنات، سبزوار، شاهرود، کرمان، ماهان.
Csa	مدیترانه‌ای با تابستان گرم	۸۴	کرج، نظرآباد، ساوجبلاغ، بیله سوار، تهران، ملارد، شهریار، اسفراین، سپیدان، گیلانغرب، روانسر، دورود، بابل، بابلسر، دلیجان، همدان.
Dsa	قاره‌ای با تابستان گرم و خشک	۲۴	ابهر، سلطانیه، زنجان، پارس آباد، آبیک، الیگودرز، اراک.

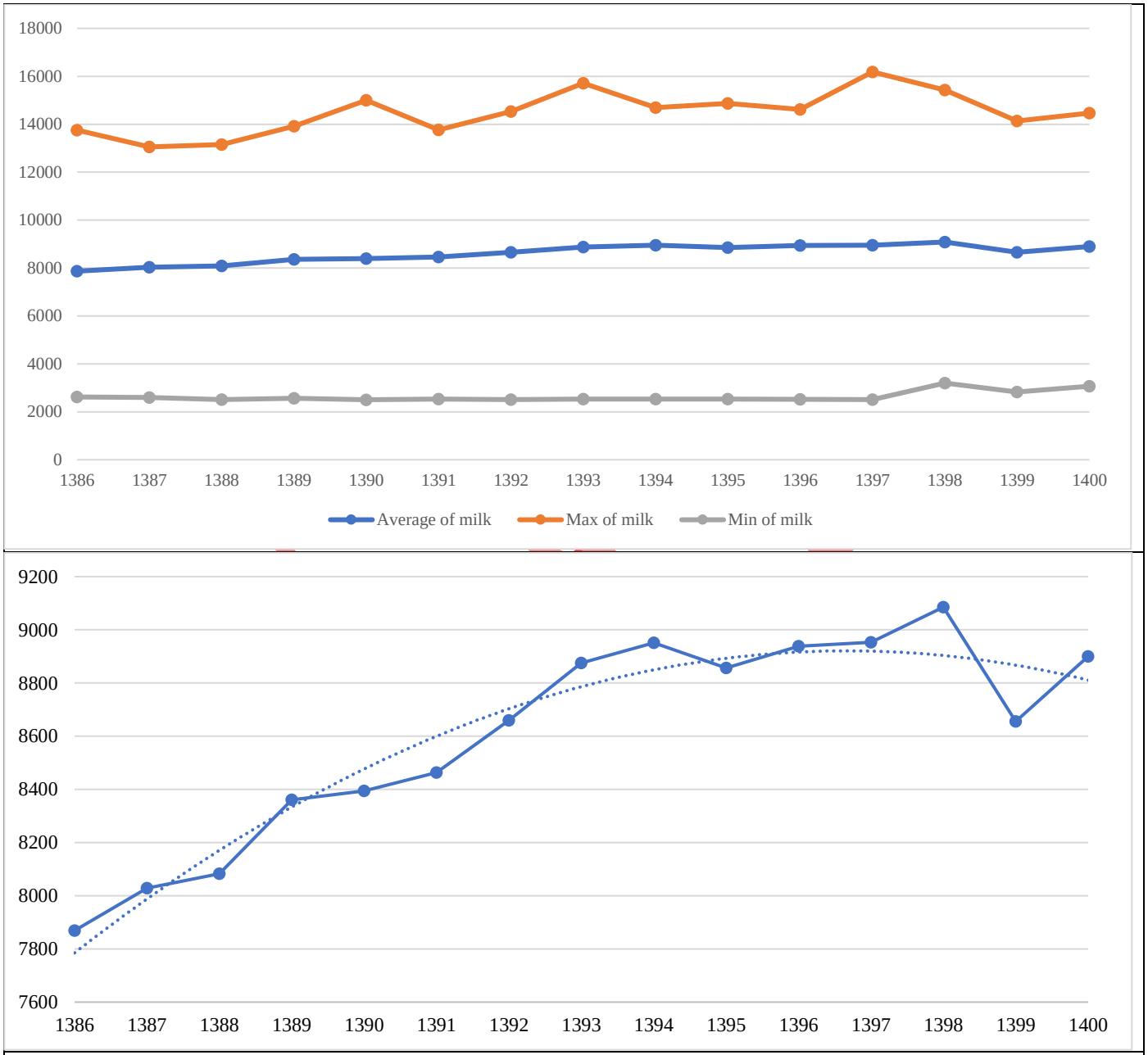
در شیوه تقسیم‌بندی اقلیم‌ها به روش کوپن، یک عبارت سه حرفی استفاده می‌شود که در آن **حرف اول** نماد اقلیم اصلی (main climate) شامل B: نواحی خشک (arid/dry)؛ C: معتدل مایل به گرم (warm temperate)؛ D: قاره‌ای و برفی (continental/snow)؛ **حرف دوم** نماد میزان بارش (precipitation) شامل S: بوته‌زار (استپ یا نیمه‌خشک)؛ W: خشک بیابانی؛ s: تابستان خشک (بقیه فصل‌ها مرطوب)؛ **حرف سوم** نماد دما (temperature) شامل h: گرم ؛ k: سرد؛ a: تابستان خیلی گرم.

جدول ۲. خصوصیات داده‌های مورد مطالعه

صفت	میانگین ± انحراف معیار	حداقل	حداکثر	ضریب تغییرات
شیر (کیلوگرم)	۸۶۸۹/۴۳ ± ۱۴۸۶/۳۰	۲۵۰۲/۸۱	۱۶۱۸۳/۴۲	۱۷/۱۰
چربی (کیلوگرم)	۲۷۹/۴۱ ± ۶۰/۵۹	۶۶/۹۱	۵۹۹/۸۲	۲۱/۶۹
پروتئین (کیلوگرم)	۲۶۵/۵۹ ± ۴۲/۱۳	۷۴/۷۰	۵۴۰/۰۰	۱۵/۸۶
درصد چربی	۳/۲۳ ± ۰/۴۹	۱/۶۲	۷/۰۳	۱۵/۲۵
درصد پروتئین	۳/۰۷ ± ۰/۲۳	۱/۹۲	۶/۶۷	۷/۵۱

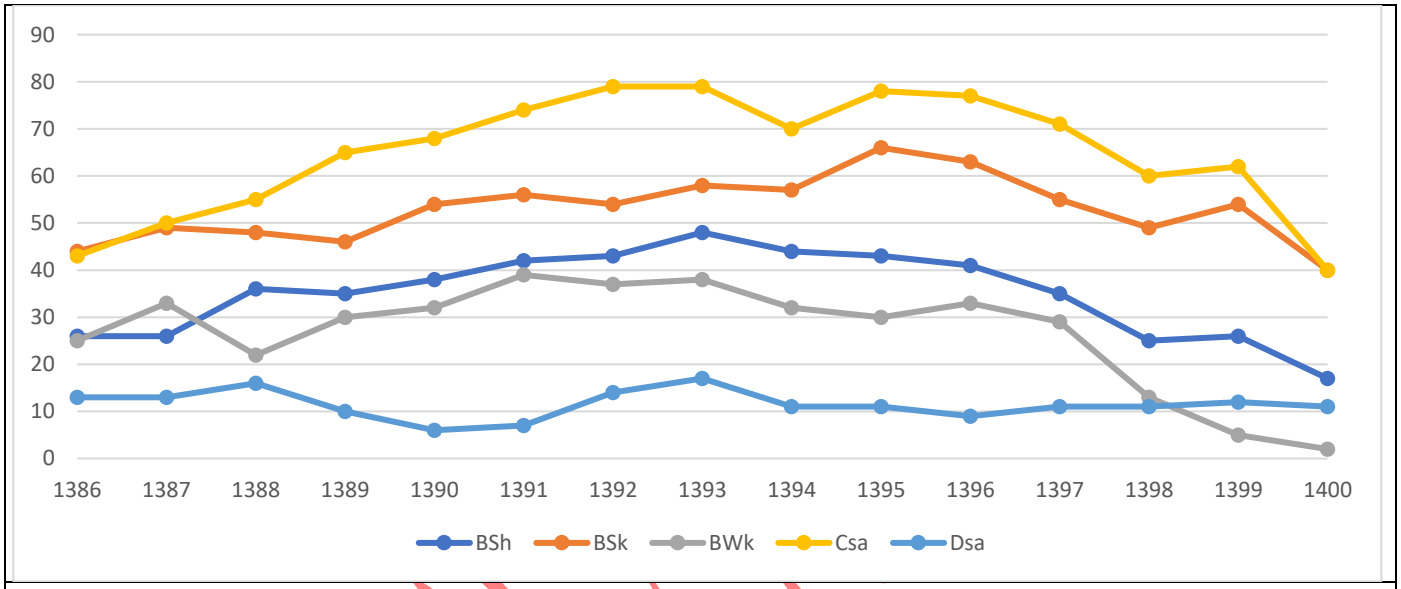
یافته‌های پژوهش

روند تغییرات میانگین تولید شیر به همراه حداقل و حداکثر آن در سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۴۰۰، در شکل ۱ مشاهده می‌شود. در نمودار اول این شکل روند میانگین، حداقل و حداکثر تولید شیر، و در نمودار دوم میانگین تولید شیر به تنهایی برای این بازه زمانی نشان داده شده است. با توجه به نمودار اول، حداکثر تولید در سال‌های اخیر کاهش پیدا کرده است. بر اساس نمودار دوم شکل ۱، روند کاهشی تولید شیر در سال‌های اخیر مشهود است. در نمودار دوم شکل ۱ نشان داده شد که میانگین تولید تا سال ۱۳۹۸ بطور افزایشی بود ولی در سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ نسبت به سال ۱۳۹۸ دچار کاهش شده است. میانگین رکورد تولید شیر در گله‌های منتخب کشور تنها در سال ۱۳۹۸ بالاتر از ۹ تن ثبت شده است.



شکل ۱. روند تغییرات تولید شیر (کیلوگرم) در سال‌های مختلف: شکل آ: میانگین، حداقل و حداکثر؛ شکل ب: شکل گسترده منحنی تولید شیر

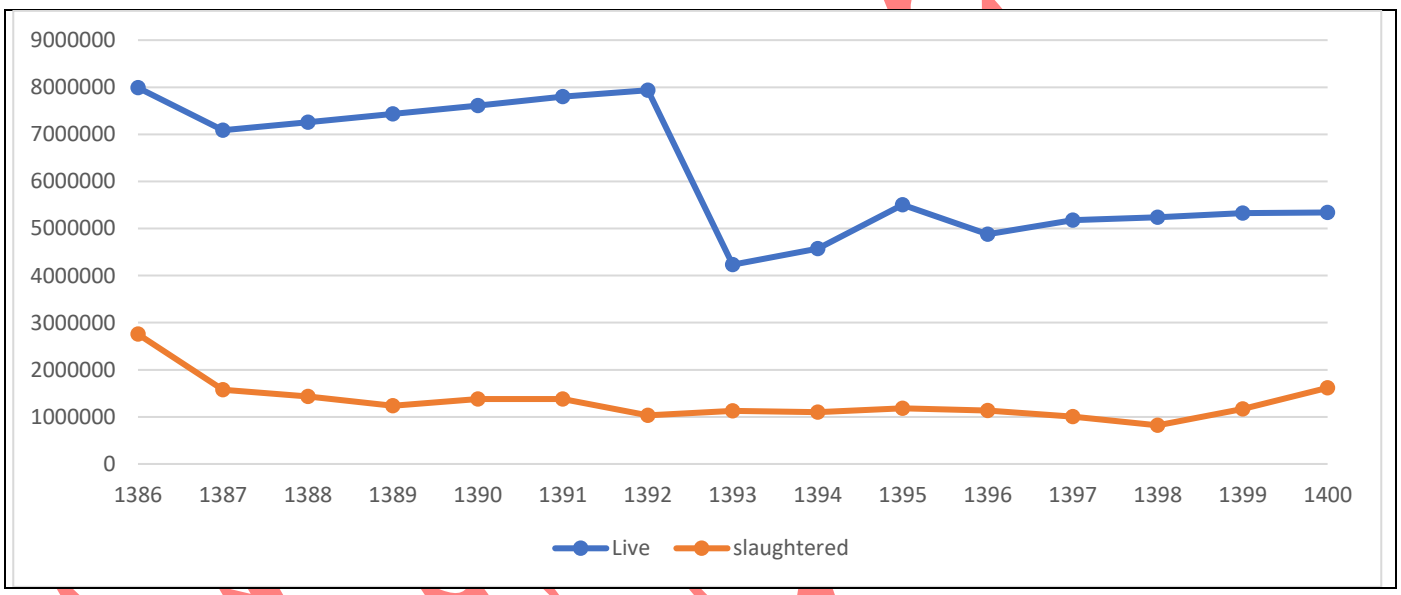
روند کاهشی میانگین تولید شیر در سال‌های اخیر می‌تواند عوامل متعددی داشته باشد که یکی از این عوامل، تغییر در تعداد گله‌های فعال و اندازه گله‌ها در هر سال است. شکل ۲ این تغییرات را بر اساس هر اقلیم نشان می‌دهد. با توجه به این شکل، بجز اقلیم Dsa، که تغییر اندکی را نشان می‌دهد، تعداد گله‌ها در سایر اقلیم‌ها از سال ۱۳۹۳ تا ۱۴۰۰ روند کاهشی داشتند. به طوری که تعداد گله‌های فعال در سال ۱۴۰۰ به پایین‌ترین تعداد خود از سال ۱۳۸۶ رسیده است

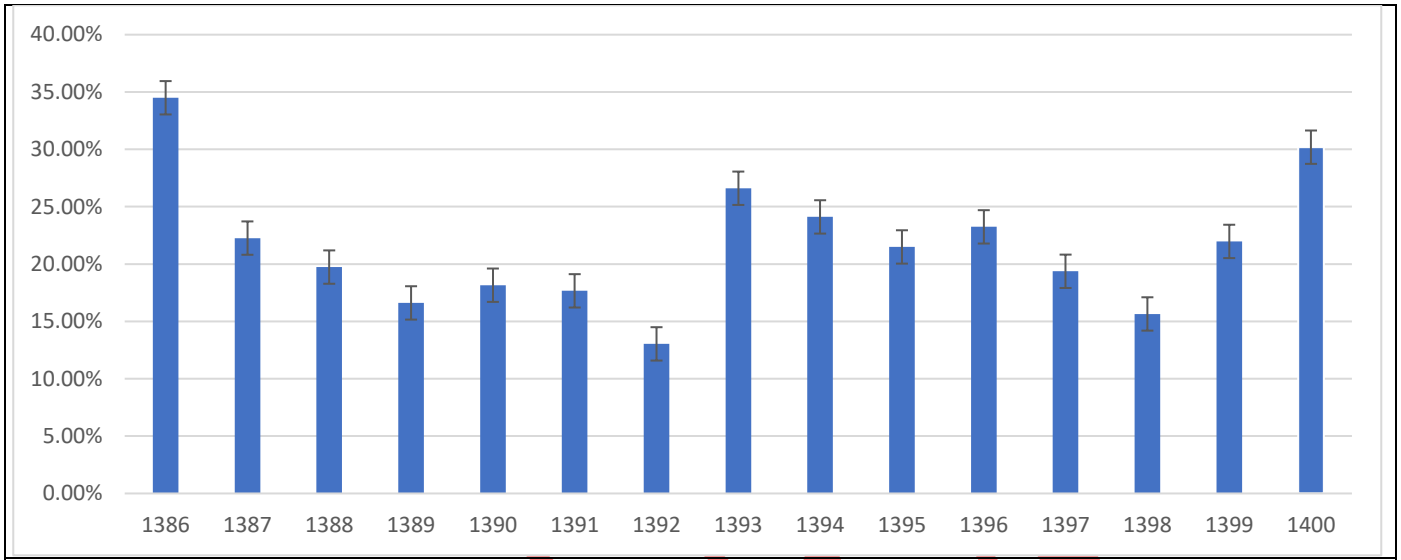


شکل ۲. تغییرات تعداد گله‌ها فعال در هر اقلیم در بازه زمانی ۱۳۸۶ لغایت ۱۴۰۰

در شکل ۳ وضعیت گاوهای کشتار شده نسبت به گاوهای زنده با استفاده از پایگاه اطلاعاتی FAO در بازه سال ۱۳۸۶ تا ۱۴۰۰ ارایه شده است (FAOSTAT, 2023). در نمودار الف شکل ۳ تعداد حیوانات زنده و کشتارشده به صورت جداگانه نشان داده شده است. البته باید توجه داشت که اطلاعات گاوهای هلشتاین در FAO شامل گاوهای پرواری هم می‌شود؛ و همینطور حذف شدن به روش‌های دیگر در آمار FAO در دسترس نیست، لذا تغییرات روند تعداد گاوهای زنده به دلیل کمبود اطلاعات دلیل مشخصی ندارد. برای مثال با توجه به آمار FAO، با توجه به نمودار الف شکل ۳، در فاصله سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ کاهش چشمگیر جمعیت گاو در کشور مشاهده شده است. اما تعداد گاوهای کشتار شده با نسبت خیلی کمتری افزایش یافته است که نشان می‌دهد دلایل دیگری بغیر از حذف به‌وسیله کشتار سبب کاهش جمعیت گاوهای هلشتاین ایران شده است. درنتیجه به دلیل کمبود اطلاعات دلیل این کاهش مشخص نیست. این کاهش بویژه در اقلیم Csa دیده می‌شود (شکل ۲). اما از سال ۱۳۹۳ به بعد به طور کلی جمعیت گاوها در ایران در حال افزایش تدریجی بوده است. برخلاف جمعیت گاو زنده، در بیشتر سال‌ها تعداد حیوانات کشتار شده روند نسبتا متعادلی داشته است، بجز سال ۱۳۹۶ که یک کاهش شدید در تعداد گاوهای کشتاری در این سال قابل مشاهده است و سال ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۰ که روند تعداد گاوهای کشتاری دوباره رو به افزایش بوده است.

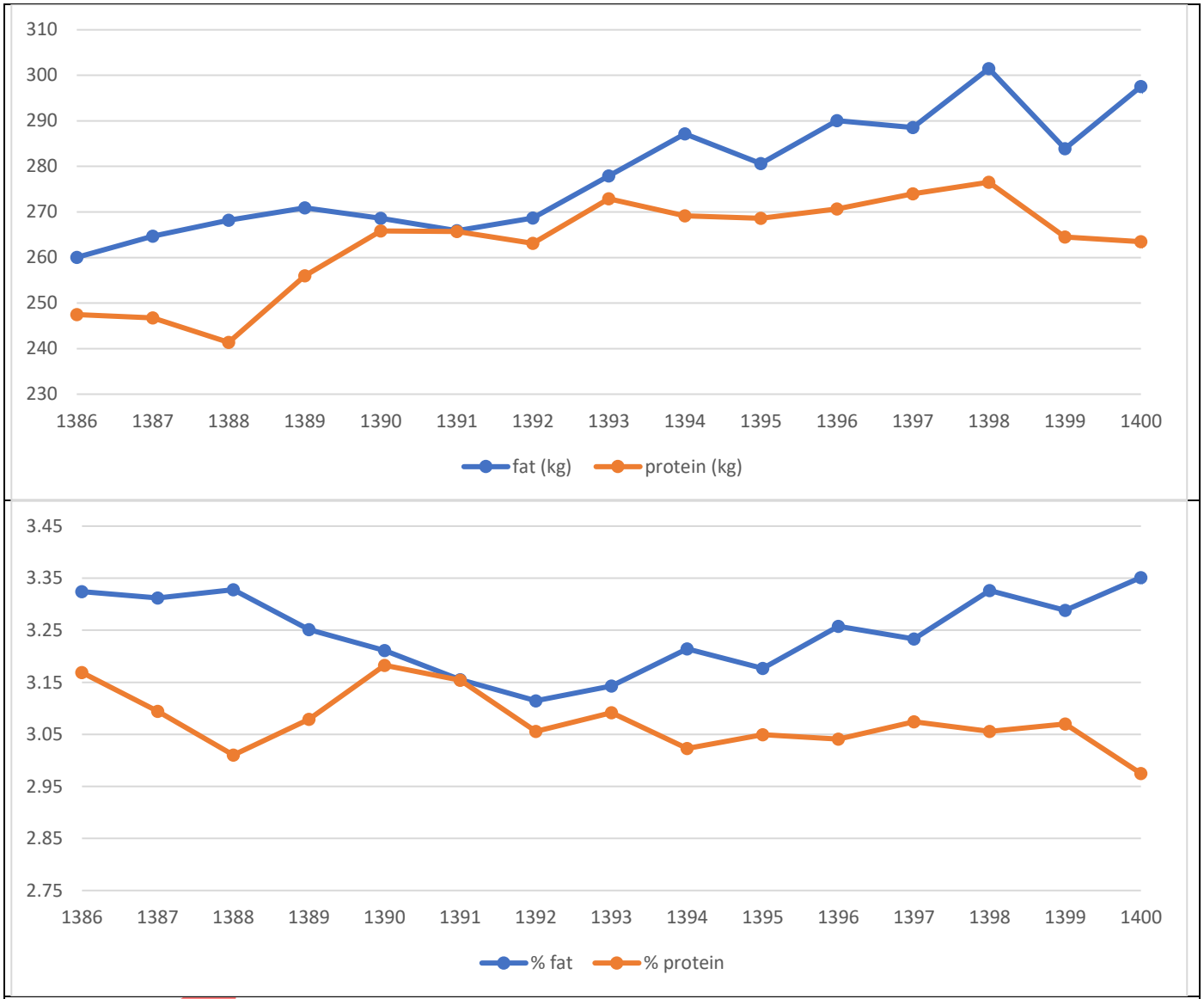
با توجه به نمودار ب شکل ۳، تغییرات جمعیت گاوهای کشتار شده نسبت به حیوانات زنده در هر سال تا سال ۱۳۹۲ کاهشی بوده است که این با روند افزایشی تعداد گله‌ها در شکل ۲ تطابق دارد. ولی در سال ۱۳۹۳ افزایش ناگهانی نسبت حیوانات کشتار شده به کل حیوانات زنده قابل مشاهده است که دلیل مشخصی ندارد. و بعد از آن نیز تغییرات نسبت حیوانات کشتار شده به حیوانات زنده مجدداً تا سال ۱۳۹۸ کاهشی شده است که این با شکل ۲ تطابق ندارد. ولی بعد از سال ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۰ نیز مجددا روند افزایشی نسبت گاوهای کشتار شده به گاوهای زنده در کشور مشاهده می‌شود که نشان‌دهنده افزایش نرخ حذف در گله‌ها است که این با روند تعداد گله‌ها در شکل ۲ تطابق دارد.





شکل ۳. جمعیت کل گاو کشور و تعداد حیوانات کشتار شده (شکل بالا: الف)؛ و درصد گاوهای کشتار شده به گاوهای زنده کشور (شکل پایین: ب) در بازه زمانی ۱۳۸۶ لغایت ۱۴۰۰ بر اساس اطلاعات FAO (۲۰۲۱)

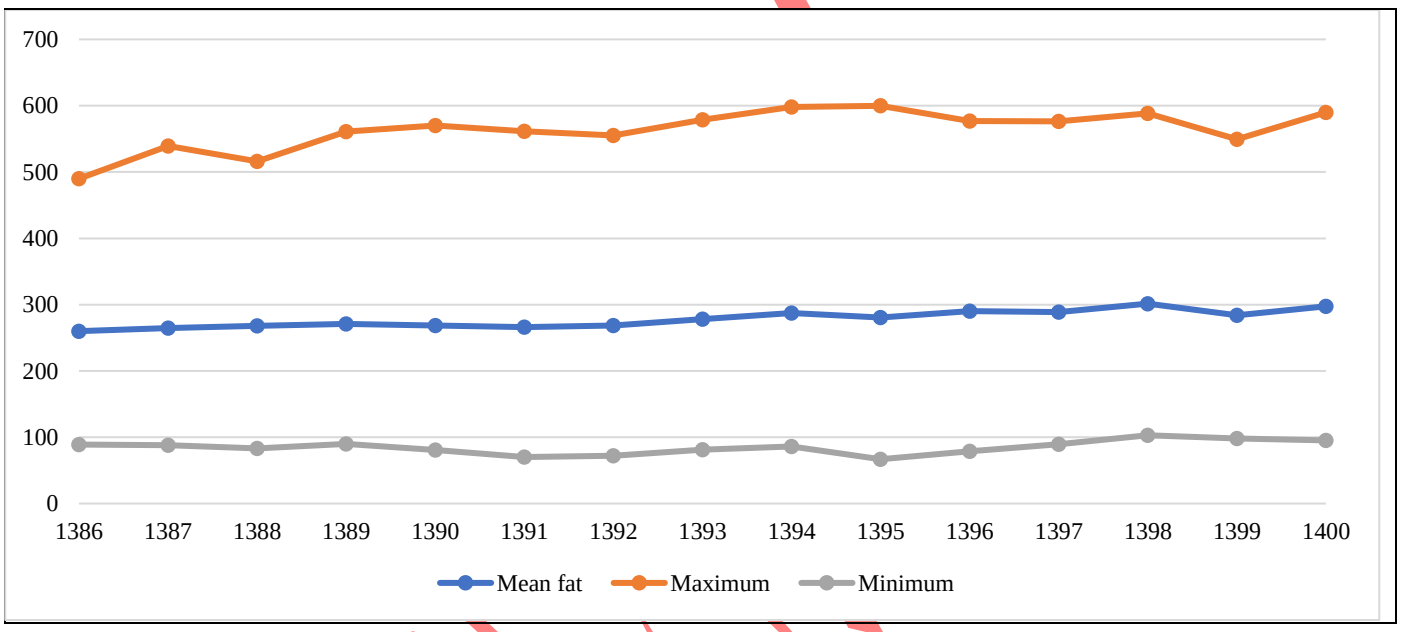
در شکل ۴ روند میانگین تولید چربی و پروتئین شیر در نمودار الف و همچنین درصد چربی و پروتئین در نمودار الف در بازه زمانی سال ۱۳۸۶ تا ۱۴۰۰ نشان داده شده است. با توجه به نمودار الف این شکل، بغیر از سال ۱۳۸۸ که روند مقدار پروتئین، برخلاف روند چربی کاهشی بوده و به کمترین میزان خود در این دوره زمانی رسیده (حدود ۲۴۰ کیلوگرم در سال)، میزان چربی و پروتئین شیر تا سال ۱۳۹۸ رو به افزایش بوده است ولی از این سال به بعد این روند کاهشی شده است. روند درصد پروتئین بجز دو مقطع زمانی، در بیشتر سال‌ها کاهشی بوده است (نمودار ب شکل ۴). این تغییر در مقطع زمانی اول (از سال ۱۳۸۸ تا سال ۱۳۹۰) روند شدید افزایشی و مقطع زمانی دوم (از سال ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۰) روند کاهشی با شیبی تند را داشته است.

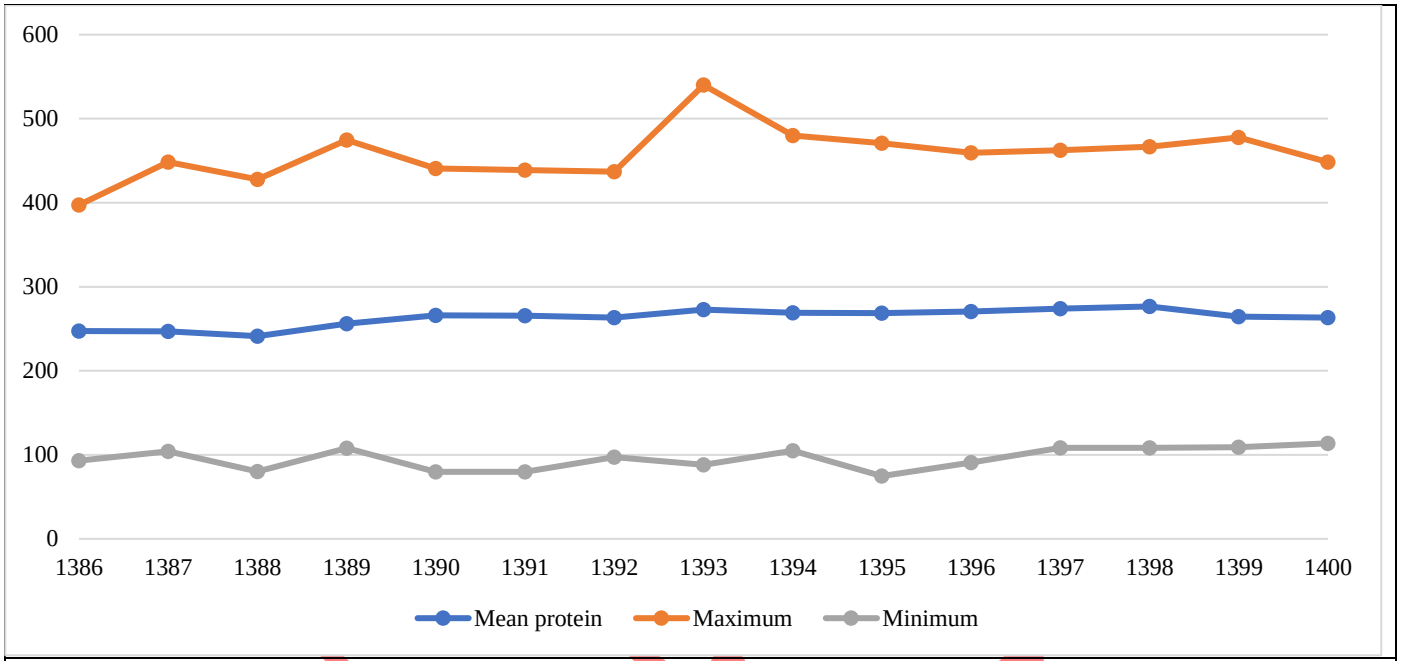


شکل ٤. روند تغییرات تولید چربی شیر (کیلوگرم) و تولید پروتئین شیر (کیلوگرم) در سال‌های مختلف (شکل بالا: الف)، و درصد چربی و درصد پروتئین شیر در سال‌های مختلف (شکل پائین: ب) در شیر تولیدی تلیسه‌های هلشتاین کشور

در شکل ۵ میانگین، حداقل و حداکثر میزان چربی و پروتئین شیر در سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۴۰۰ مشاهده می‌شود. در نمودار الف این شکل که مربوط به مقدار چربی است، می‌توان دید که همانند تولید شیر، روند حداقل‌های مقدار چربی شیر با میانگین به هم نزدیک شده و رو به همگرایی می‌رود. در

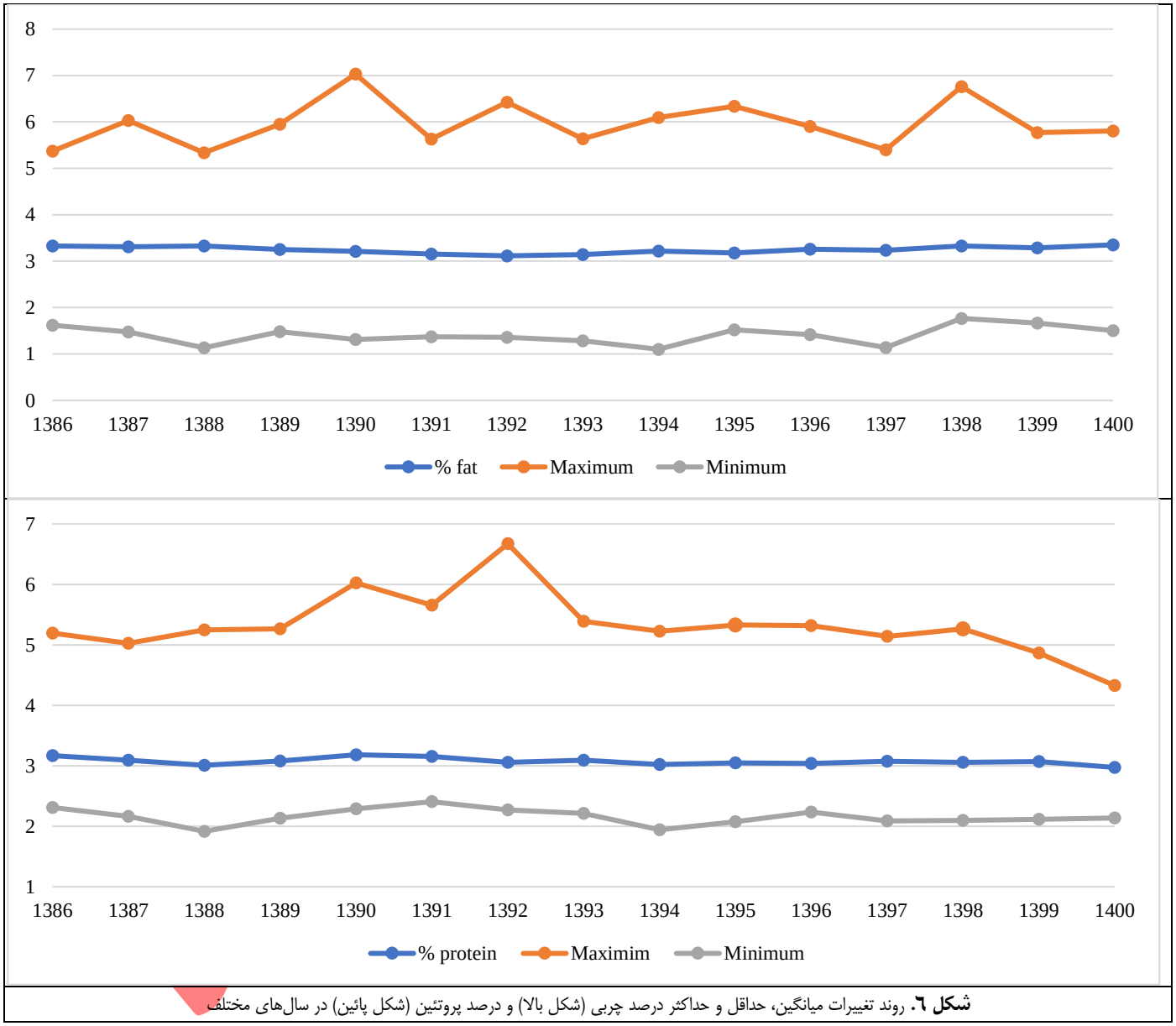
نمودار ب شکل نیز که مربوط به پروتئین است مشاهده می‌شود که روند حداقل‌های مقدار پروتئین با میانگین در حال همگرایی است. ولی تفاوت آن با نمودار چربی در اینجاست که این نمودار فراز و نشیب‌ها بیشتری دارد. بیشترین میزان افزایش در آن افزایش شدید حداکثر مقدار پروتئین در سال ۱۳۹۳ است که بعد به تدریج کاهش یافته است. ولی از بعد از سال ۱۳۹۵ روندی ثابت داشته است و به تدریج به سمت همگرایی رفته است.





شکل ۵. روند تغییرات میانگین، حداقل و حداکثر تولید چربی شیر (کیلوگرم؛ شکل بالا: الف) و پروتئین شیر (کیلوگرم؛ شکل پائین: ب) در سال‌های مختلف در تلیسه‌های هلشتاین کشور

در شکل ۶ روند میانگین، حداقل و حداکثر درصد چربی و پروتئین شیر در سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۴۰۰ نشان داده شده است. در نمودار الف شکل، روند حداقل در صد چربی شیر، در حال نزدیک شدن به میانگین است. علاوه بر آن مشاهده می شود که فاصله حداقل‌ها تا میانگین نزدیک تر از فاصله حداکثرها تا میانگین است که نشان‌دهنده افزایش سریعتر مقادیر حداقل‌ها نسبت به سرعت کاهش عملکرد پرتولیدهای گله‌ها و در نتیجه بهبود نسبی شرایط تولید است. در نمودار ب شکل ۶ نیز روند حداقل و حداکثر درصد پروتئین در حال نزدیک شدن به میانگین است که نشان‌دهنده‌ی همگن شدن گله‌ها است. ولی در عین حال، در هر دو نمودار مشاهده می شود که از سال ۱۳۹۸ روند مقادیر مربوط به حداکثر درصد چربی و پروتئین کاهشی بوده و در حال نزدیک شدن به میانگین بوده است.



شکل ٦. روند تغییرات میانگین، حداقل و حداکثر درصد چربی (شکل بالا) و درصد پروتئین (شکل پائین) در سال‌های مختلف

در جدول ۳ میانگین صفات تولیدی و مقایسه‌ی آن‌ها در پنج اقلیم متفاوت ارایه شده است. برای مقایسه میانگین‌ها در اقلیم‌های مختلف برای صفات تولیدی از حروف a، b، c، d و e استفاده شده است که به ترتیب رتبه تولید را در بین پنج اقلیم برای صفت مربوطه نشان می‌دهد. بیشترین میانگین تولید شیر گاوهای هلشتاین رکوردگیری شده در ۲۷۰ گله در سراسر ایران، مربوط به اقلیم BWk که سرد و بیابانی با کمترین میزان بارش

است و با بقیه اقلیم‌ها تفاوت معنی‌داری دارد. اقلیم BSh که اقلیمی گرم و نیمه خشک است بعد از BWk قرار دارد و در و بعد از آن اقلیم‌های BSk (سرد و نیمه خشک) و Dsa (قاره‌ای با تابستان گرم و خشک) با فاصله نامحسوس به طور مشترک قرار دارند. پایین‌ترین میانگین نیز مربوط به اقلیم Csa (مدیترانه‌ای با تابستان گرم) است که با بقیه اقلیم‌ها تفاوت معنی‌داری دارد. سه اقلیم BWk، BSk و BSh در نواحی خشک کشور قرار دارند که رطوبت بسیار پایینی دارند. دو اقلیم BWk و BSk دمای بسیار پایینی دارند و اقلیم BSh دمای بسیار بالایی دارد. این شرایط باعث شده تا این سه اقلیم مناسب پرورش گاو هلشتاین نباشند. اقلیم Csa رطوبت مناسب ولی دمای نسبتاً بالایی دارد. اقلیم Dsa اما به جز در فصل تابستان، شرایط دمایی و رطوبتی مناسب‌تری نسبت به دیگر اقلیم‌ها دارد.

در مورد میانگین مقدار چربی اقلیم‌های BWk و Csa به ترتیب بیشترین و کمترین میانگین را داشتند و اقلیم‌های Dsa، BSh و BSk به ترتیب بین این دو اقلیم قرار داشتند. برای میانگین مقدار پروتئین نیز اقلیم BWk و Csa به‌ترتیب بیشترین و کمترین میانگین را داشتند. ولی باید توجه داشت که BWk با Dsa تفاوت معنی‌داری نداشتند که به این معنی است که هر دو بیشترین تولید مقدار پروتئین شیر را داشتند. اقلیم‌های BSh و BSk در جایگاه‌های بعدی قرار داشتند. همچنین، برای درصد چربی اقلیم‌های Dsa و BWk به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار را داشتند. در ادامه به دلیل معنی‌دار نبودن تفاوت درصد چربی اقلیم Csa با BSh، هر دو در جایگاه دوم قرار گرفتند و اقلیم BSk نیز در جایگاه سوم درصد چربی قرار گرفت. برای درصد پروتئین نیز دو اقلیم Dsa و BWk به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار را داشتند ولی با توجه به اینکه اقلیم Dsa با Csa تفاوت معنی‌داری نداشتند هر دو در رتبه یک قرار گرفتند. اقلیم‌های BSk و BSh در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. P value برای تمام صفات با دقت ده هزارم معنی دار بود.

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات تولیدی گاوهای هلشتاین ایران در اقلیم‌های مختلف

صفت	شیر	چربی	پروتئین	درصد چربی	درصد پروتئین
BSh	۸۷۵۸/۳^{b} ± ۶/۰۰	۲۸۲/۰۶^{c} ± ۰/۲۵	۲۶۶/۶۵^{b} ± ۰/۱۷	۳/۲۴^{b} ± ۰/۰۰۲	۳/۰۶a^{c} ± ۰/۰۰۱
BSk	۸۶۹۲/۹^{c} ± ۵/۳۳	۲۷۸/۱۳^{d} ± ۰/۲۲	۲۶۵/۴۶^{c} ± ۰/۱۵	۳/۲۰^{c} ± ۰/۰۰۲	۳/۰۷^{b} ± ۰/۰۰۱
BWk	۹۰۷۸/۹^{a} ± ۷/۱۵	۲۸۸/۹۶^{a} ± ۰/۲۹	۲۷۰/۲۱^{a} ± ۰/۲۰	۳/۱۹^{d} ± ۰/۰۰۲	۲/۹۹^{d} ± ۰/۰۰۱
Csa	۸۵۱۰/۴^{d} ± ۴/۲۳	۲۷۴/۵۴^{e} ± ۰/۱۷	۲۶۲/۷۴^{d} ± ۰/۱۲	۳/۲۴^{b} ± ۰/۰۰۱	۳/۱۰^{a} ± ۰/۰۰۰
Dsa	۸۷۲۰/۹^{c} ± ۹/۵۲	۲۸۴/۵۵^{b} ± ۰/۳۹	۲۶۹/۵۶^{a} ± ۰/۲۷	۳/۲۷^{a} ± ۰/۰۰۳	۳/۱۱^{a} ± ۰/۰۰۱
P value	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰

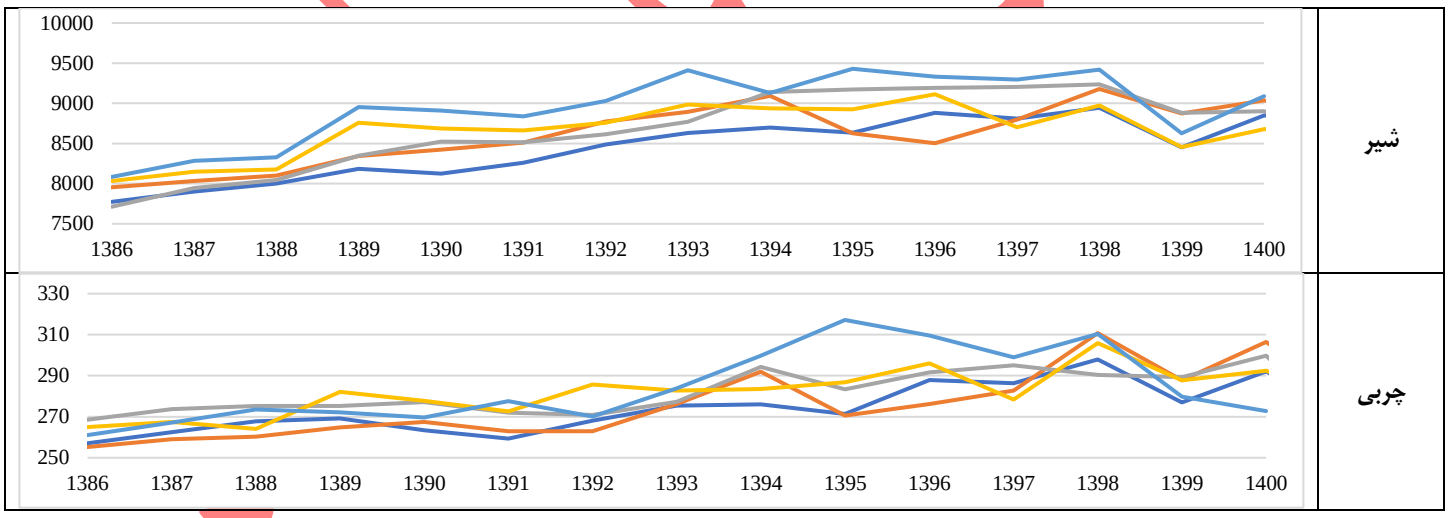
نمودار اول شکل ۷ مربوط به میانگین تولید شیر در هر اقلیم در بازه‌ی زمانی ۱۳۸۶ تا ۱۴۰۰ است. در ابتدای این نمودار در سال ۱۳۸۶ BSh و Csa کمترین مقدار تولید شیر را داشتند. در نمودار اول شکل ۷، اقلیم BSh که به دلیل دمای بالا و رطوبت بسیار پایین، نامناسب‌ترین اقلیم برای پرورش گاو هلشتاین است، در ابتدا ضعیف‌ترین عملکرد را نشان داد، ولی در سال ۱۴۰۰ به جایگاه سوم تولید شیر در بین اقلیم‌ها رسیده است. در تولید شیر بهترین عملکرد مربوط به BWk است که شامل شهرهایی همچون اصفهان، سبزوار، شاهرود و کرمان است. با وجود کویری بودن این مناطق به‌دلیل مدیریت مناسب، جزو پر تولیدترین گاوداری‌های کشور هستند.

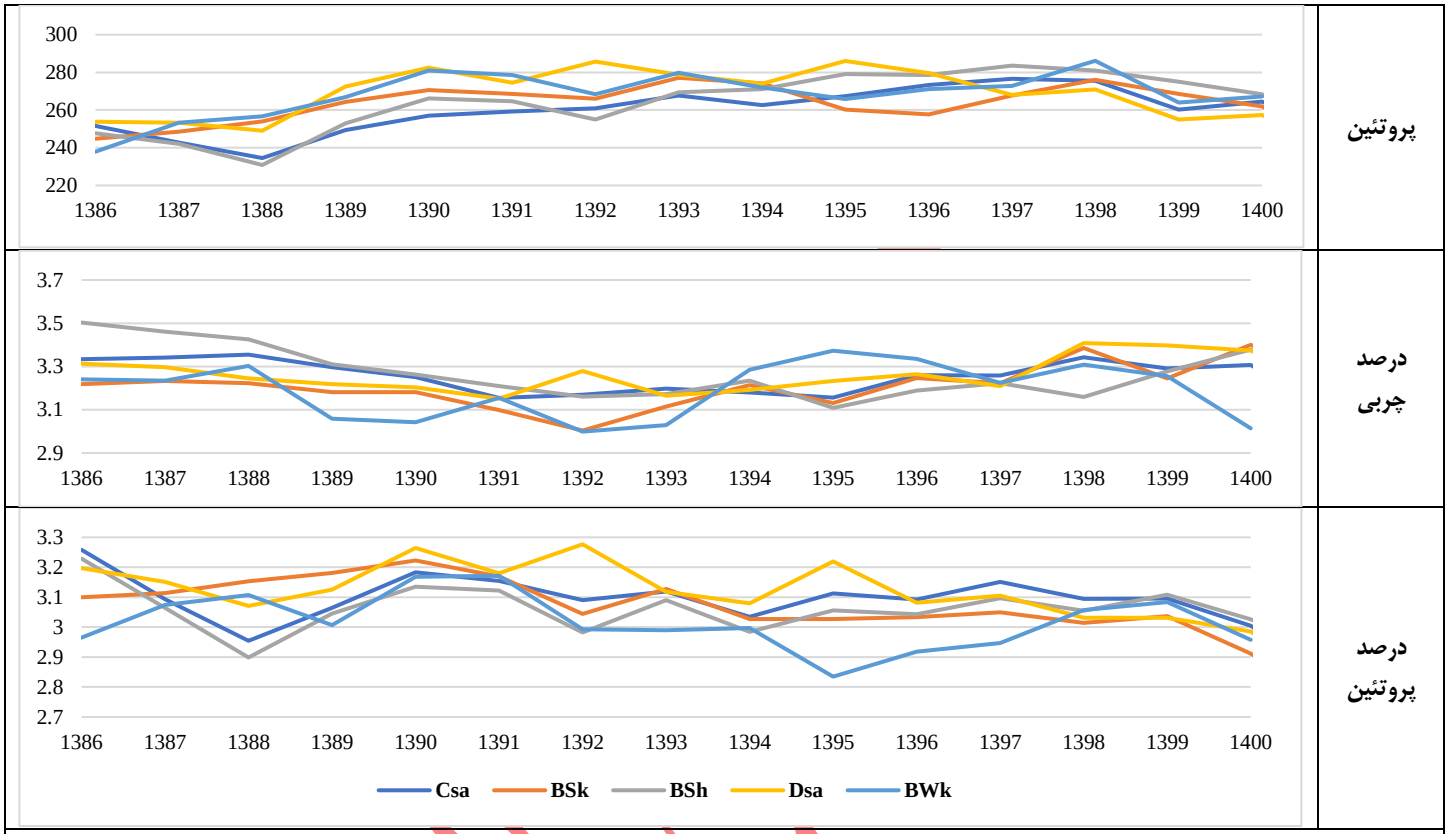
برای مقدار چربی نیز بیشترین مقدار مربوط به اقلیم BWk و در سال ۱۳۹۵ است. نکته جالب این است که از سال ۱۳۹۸ که کاهش عملکردها آغاز شد شیب کاهشی عملکرد این اقلیم به قدری بود که در سال ۱۴۰۰ کمترین مقدار چربی شیر را داشت. پایین ترین مقدار نیز مربوط به BSk در

سال ۱۳۸۶ بود که در سال ۱۴۰۰ به بیشترین مقدار چربی شیر رسیده است. در نمودار پروتئین به‌نظر می‌رسد با وجود اینکه تا سال ۱۳۹۵ اقلیم‌های Dsa و BWk بهترین عملکرد را داشته‌اند، با این حال از سال ۱۳۹۵ روندشان کاهشی شده است و از ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۰ عملکرد Dsa از بقیه اقلیم‌ها پایین تر بوده است. اقلیم BWk کمتر تحت تأثیر این کاهش‌ها بوده است و درسال ۱۴۰۰ رتبه دوم مقدار پروتئین شیر را داشته است. بیشترین افزایش مقدار پروتئین مربوط به اقلیم BWk در سال ۱۳۹۸ و پایین‌ترین مقدار پروتئین مربوط به اقلیم BSh در سال ۱۳۸۹ بوده است.

در نمودار مربوط به درصد چربی نیز اقلیم Dsa کمترین میزان تغییرات را داشته است. ولی بر خلاف سایر صفات در صفت درصد چربی اقلیم BWk ضعیفترین عملکرد را نسبت به سایر اقلیم‌ها داشت. همچنین، کمترین درصد چربی مربوط به اقلیم BWk در سال ۱۳۹۲ بود. بیشترین درصد چربی نیز مربوط به اقلیم BSh در سال ۱۳۸۶ است. در کاهش‌های سال ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۰ نیز روند درصد چربی در اقلیم BSh بر خلاف سایر اقلیم‌ها افزایشی بوده است. فقط اقلیم BSk بوده است که در سال آخر همچون BSh روندی افزایشی داشته است. البته اقلیم Dsa نیز روند کاهشی با شیب ملایم داشته است.

با توجه به نمودار مرتبط با درصد پروتئین در شکل ۷ به نظر می‌آید که اقلیم BWk ضعیف‌ترین عملکرد را داشته است و کمترین درصد پروتئین در بین همه اقلیم‌ها مربوط به این اقلیم در سال ۱۳۹۵ است. با توجه به این شکل Dsa بیشترین مقدار درصد پروتئین را در سال ۱۳۹۲ داشته است و می‌توان این طور گفت که این اقلیم بهترین عملکرد را در درصد پروتئین داشته است. در کاهش‌های سال ۱۳۹۸ به بعد نیز همه‌ی اقلیم‌ها روندی کاهشی داشته‌اند. فقط اقلیم Dsa شیب کاهشی کمتری نسبت به دیگر اقلیم‌ها داشت.





شکل ۷. روند تغییرات صفات تولیدی در اقلیم‌های مختلف

بحث

به‌طور معمول، مسائلی از جمله کنترل قیمت شیر توسط دولت، که باعث کاهش سطح درآمد گاوداران می‌شود، چند نرخی شدن قیمت ارز، که بر بخش وارداتی نهاده‌ها موثر است، به اضافه‌ی دیگر عوامل اقتصادی همچون هزینه‌های ثابت و جاری گاوداری (مثل ساختمان، تجهیزات و قیمت خرید گاو)، باعث کاهش درآمد گاودار شده و می‌توانند دلیل حذف بسیاری از واحدهای پرورش گاو شیری هم باشند (شکل ۲). واحدهای پرورشی که در شرایط موجود همچنان به تولید ادامه می‌دهند هم ممکن است دچار افت تولید شوند که تاثیر آن بر مقدار کلی شیر تولید شده در کشور قابل مشاهده است (شکل ۱). با این حال، این نکته مهم است که اقلیم Dsa تحت تأثیر این کاهش تعداد گله‌ها قرار نگرفته است که می‌تواند بدلیل سازگار بودن این اقلیم با نژاد هلشتاین، و احتمالا وجود علوفه در دسترس در این مناطق و در نتیجه کمتر بودن هزینه تهیه خوراک برای این گله‌ها باشد. این تفاوت خود نشان دهنده‌ی اثر اقلیم بر تولید شیر در گله‌ها است. کاهش اندازه گله در اثر حذف گاوهای مازاد بر تولید گوشت کشور نیز موثر است و از مقایسه مقدار تولید شیر، مقدار تولید گوشت گاو و تعداد گله‌های فعال امکان بررسی دلایل کاهش اندازه جمعیت گاو هلشتاین کشور وجود دارد.

کاهشی بودن نسبت جمعیت گاوهای کشتار شده به حیوانات زنده تا سال ۱۳۹۲ (شکل ۳) نشان می‌دهد نگهداری دام در گله مقرون به صرف بوده و پرورش دهندگان میل به افزایش اندازه گله داشته‌اند. از مقایسه روند تغییرات تولید شیر و تغییرات دام زنده و کشتار شده (شکل‌های ۱ و ۳) اینگونه برداشت می‌شود که در گله‌های منتخب فعال در کشور سن گله کاهش یافته و نرخ حذف گاوهای مسن، که به دلیل بلوغ پرورشی مقدار شیر بیشتری تولید می‌کنند، افزایش یافته است. در حقیقت با در نظر گرفتن افزایش ناگهانی نسبت تعداد گاوهای کشتار شده به کل گاوهای زنده کشور از سال ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۰ (شکل ۳) می‌توان نتیجه گرفت که احتمالاً رابطه‌ای بین کاهش تعداد گله‌ها به همراه افزایش نسبت گاوهای کشتار شده به گاوهای زنده، با کاهش روند میانگین تولید شیر از سال ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۰ وجود دارد. پایین‌تر بودن میانگین تولید شیر در اقلیم Csa نسبت به سایر اقلیم‌ها (جدول ۳) می‌تواند مؤید این نکته باشد که بغیر از دما و رطوبت، عوامل دیگری همچون مدیریت گله یا دیگر شرایط محیطی و اقتصادی در کاهش عملکرد گاوهای هلشتاین در این اقلیم دخیل بوده است (Igono *et al*., 1992; Ashrafi *et al*., 2021; Erickson and Kalscheur, 2020). با توجه به مقدار تولید شیر (جدول ۳)، هر دو اقلیم BSh و Csa برای پرورش گاوهای هلشتاین نامناسب ترین اقلیم‌ها هستند که با توجه به شرایط آب و هوایی بد این دو اقلیم قابل توجیه است. در پژوهشی دیگر اثر مناطق دمایی واقع در ایالت آریزونا در آمریکا بر تولید شیر در بازه‌ی زمانی ۱۵ ساله بررسی شد. در این پژوهش مشاهده شد که تولید شیر در مناطق با دمای بالای ۲۷ درجه سلسیوس کاهش می‌یابد (Igono *et al*., 1992).

با توجه به اینکه در نمودار اول شکل ۴، کاهش اخیر پروتئین از سال ۱۳۹۸ آغاز شد ولی در نمودار دوم شکل ۴، درصد آن از سال ۱۳۹۹ شروع به کاهش کرد، می‌توان نتیجه گرفت که کاهش پروتئین در سال ۱۳۹۸ با کاهش میزان شیر همراه بوده است که در نتیجه درصد آن تغییری نکرده است. از سال ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۰ میانگین تولید شیر افزایش داشته (شکل ۱)، ولی درصد پروتیئن، به این دلیل که مقدار آن با همان نسبت افزایش نداشته، کاهش داشته است. تغییر در تغذیه گاوها می‌تواند عامل اصلی این کاهش در نسبت پروتئین به شیر باشد. نمی‌توان گفت که با افزایش تولید شیر لزوماً درصد پروتئین و چربی هم کاهش پیدا می‌کند. روند رو به افزایش درصد چربی نشان می‌دهد در گاوداری‌های منتخب کشور تمایل به افزایش درصد چربی وجود دارد، زیرا درصد چربی شیر در بیشتر نقاط کشور یک عامل تعیین کننده قیمت شیر است، در حالی که برای تعداد کمی از شرکت‌های لبنی درصد پروتئین اهمیت دارد.

با توجه به نمودار اول شکل ۵، از دلایل همگرایی مقدار تولید شیر و چربی شیر، علاوه بر استفاده بیشتر از روش‌های اصلاحی گاوها برای انتخاب، می‌توان به مناسب‌تر شدن روش‌های تغذیه و به طور کلی مدیریت دام‌پروری در ایران اشاره کرد. در نمودار اول شکل ۵ مشاهده می‌شود که فاصله حداقل‌ها تا میانگین، بدلیل این که در مزارع پرورش گاو شیری، هدف از اجرای روش‌ها اصلاحی افزایش میانگین تولید شیر گله و درنتیجه کمتر کردن فاصله حداقل‌ها به میانگین و به اصطلاح یک‌دست کردن میزان تولید گله در حین بهبود آن است، کمتر از فاصله حداکثرها تا میانگین است. . با توجه به شکل ۵، حداقل‌های مقدار چربی و پروتئین نسبت به حداکثرها، نزدیک‌تر به میانگین‌ها بوده است که می‌تواند به اهداف اصلاح نژاد در گله‌ها نسبت داده شود.

همگرایی روند مقدار چربی و پروتئین شیر (شکل ۶) می‌تواند بدلیل استفاده‌ی رو به افزایش روش‌های مدیریتی و اصلاحی صحیح در گاوداری‌های کشور باشد. همچنین، دورتر بودن فاصله حداکثرها تا میانگین می‌تواند به دلیل تغییرات بیشتر در گاوهای پرتولید باشد. تمرکز روش‌های اصلاحی بر روی بیشتر کردن گاوهای پر تولید است. لذا منطقی است که بیشترین تغییرات هم در گاوهای پرتولید دیده شود. البته در نمودار دوم شکل ۶، فاصله حداقل با میانگین مقدار پروتئین، کمتر از نمودار اول مربوط به چربی شیر است که نشانه‌ی بیشتر بودن روند همگنی برای پروتئین است. کاهشی شدن

روند حداکثر درصد چربی و پروتئین از سال ۱۳۹۸ و نزدیک شدن آن به میانگین درصد چربی و شیر (شکل ۶) با توجه به روند کاهشی تولید شیر (شکل ۱) و کاهشی بودن میزان چربی و پروتئین (شکل ۴) در این مدت، قابل توجیه است و نشان‌دهنده‌ی وجود شرایط نامساعدی است که باعث کاهش عملکرد گاوهای پرتولید گله‌ها در این سال‌ها شده‌اند.

با توجه به نمودار اول شکل ۷، تولید شیر در اقلیم‌ها غالباً روند هم‌سویی دارند که این مسئله احتمالا به‌دلیل تاثیر تغذیه متفاوت در بعضی سال‌ها روی تولید شیر، چربی و پروتئین شیر است (Erickson and Kalscheur, 2020). با وجود این که مناسب ترین آب و هوا برای پرورش گاو هلشتاین، بدلیل وجود رطوبت زیاد و دمای کم، مربوط به اقلیم Dsa است، ولی BWk عملکرد بهتری در تولید شیر نشان داده است (شکل ۷). این می‌تواند بدلیل مدیریت پرورش مناسب‌تر در این مناطق باشد که به‌طور کلی عملکرد خود را از دیگر اقلیم‌ها بهتر نگاه داشته است. در تأیید این نکته قابل ذکر است که در پژوهشی که به مقایسه اقتصاد تولید شیر در پنج گاوداری واقع در استان اصفهان با میانگین جهانی پرداخت، نتایج نشان داد که این گاوداری‌ها به لحاظ توجیه مالی و سودآوری مناسب بودند. همچنین در این پژوهش به مشکل اولویت قرار دادن صرف میزان تولید شیر به عنوان شاخص سودآوری اشاره کرده و در نظر گرفتن همه‌ی شاخص‌های مؤثر بر سودآوری گله را توصیه کرده است (Ashrafi *et al*., 2021). البته این نکته هم قابل ذکر است که اقلیم BWk با وجود تولید شیر بالا، پایین‌ترین درصد چربی و پروتئین را داشت که این احتمال وجود دارد که دلیل آن محدودیت در کیفیت خوراک در دسترس در این اقلیم باشد. در مطالعه حاضر، تعداد گله‌ها در سال ۱۳۹۹ کاهش داشت و شیب کاهشی اقلیم Dsa از بقیه اقلیم‌ها بسیار کمتر بود. در هر حال، این اقلیم در مجموع تولید شیر، درصد چربی و درصد پروتئین هم، شیب کاهشی کمتری نسبت به بقیه اقلیم‌ها داشت (شکل ۷). این می‌تواند نشان دهنده‌ی وجود رابطه بین تعداد گله و عملکرد اقلیم باشد و همچنین نشان می‌دهد که اقلیم Dsa کمتر تحت تأثیر عوامل کاهش دهنده‌ی تعداد گله و درصد پروتئین در سال ۱۴۰۰ قرار گرفته است.

در بررسی اثر اقلیم‌ها بر روی صفات تولیدی رکوردگیری شده، نتایج تحقیق حاضر نشان داد که اقلیم‌ها فراز و نشیب‌ها زیادی در میزان صفات تولیدی در سال‌های مختلف داشته اند (جدول ۳ و شکل ۷) ولی با دقت به این نمودارها می‌توان الگوهای ارتباطی بین روندهای کاهشی و افزایشی در اقلیم‌های مختلف را مشاهده کرد. به‌عنوان مثال می‌توان به بازه زمانی کاهشی در سال‌های ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۰ اشاره کرد. در این بازه، صفات تولیدی از جمله میانگین تولید شیر و همین‌طور مقدار و درصد چربی شیر، در سال ۱۳۹۹ روند کاهشی داشته‌اند، ولی درسال ۱۴۰۰ این روند به میزان کمتری، افزایشی بوده است. همچنین، روند مقدار و درصد پروتئین در کل بازه ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۰ نیز منفی بوده است.

با نگاه به نمودار میانگین تولید شیر در اقلیم‌های مختلف (شکل ۷) می‌توان مشاهده کرد که در سال ۱۳۹۹ روند تولید شیر در همه اقلیم‌ها کاهش قابل ملاحظه‌ای داشته است ولی شیب کاهشی آن در اقلیم‌ها BSk و BSh از بقیه کمتر بود. در سال ۱۴۰۰ نیز که روند افزایشی بود، اقلیم BSk شیب صعودی کم و اقلیم BSh روندی تقریبا ثابت داشت. این دو اقلیم به ترتیب دمای سرد و گرم دارند و هر دو جزو کم رطوبت ترین اقلیم‌ها هستند. این می‌تواند نشان‌دهنده این نکته باشد که این دو اقلیم نسبت به دیگر اقلیم‌ها، اثرپذیری کمتری نسبت به شرایط اقتصادی داشته‌اند. اقلیم BWk که تا سال ۱۳۹۸ بهترین عملکرد را داشت، در این سال عملکردی متوسط و سپس در سال بعد دوباره در بیشترین تولید را داشت. لازم به توضیح است که به طور کلی گله‌های موجود در اقلیم BWk بیشترین میانگین تولید شیر و گله‌های اقلیم Csa کمترین میانگین تولید شیر را داشته‌اند (جدول ۷). در پژوهشی که اثر تنش گرمایی روی تولید شیر و اجزای شیر را بررسی کرد، نتیجه مشابهی گزارش شد. این بررسی نشان داد که در مناطق مرطوب

تولید شیر تحت تأثیر تنش گرمایی قرار نگرفت ولی اجزای آن از جمله چربی و پروتئین شیر تحت تأثیر تنش گرمایی کاهش یافتند (Ouellet *et al*., 2019).

با توجه به اینکه اقلیم Dsa در تمام مقادیر تولیدی کمترین واکنش نسبت به تغییرات را از خود نشان داد و در تغییرات تعداد گله نیز کمترین پراکندگی را داشته است، می‌تواند به عنوان نمونه‌ای مناسب از اثر اقلیم بر عوامل تولیدی گاوهای شیری بررسی شود. اقلیم Dsa، بر خلاف اقلیم BWk، جزو اقلیم‌هایی که بهترین مدیریت گله‌های گاو شیری در سطح کشور را دارند محسوب نمی‌شود و به لحاظ تعداد گله، به‌جز سال‌های ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۰، که کمی بهبود عملکرد داشت، همیشه در آخرین رتبه تعداد گله در کشور بوده است. با وجود این، این اقلیم در تولید شیر رتبه سوم، مقدار چربی و پروتئین رتبه دوم و در درصد چربی و پروتئین رتبه‌ی اول را در بین اقلیم‌ها دارد که نشان می‌دهد با وجود تعداد کم گله، تولید خوبی داشته است. به‌علاوه، در هنگام شرایط سخت بوجود آمده همچون قطع یارانه نهاده‌های دامی یا افزایش قیمت ارز که موجب کاهش تولید در سایر اقلیم‌ها شده، کمتر از همه تحت تأثیر قرار گرفته و شرایط با ثبات‌تری داشته است. با در نظر گرفتن شرایط آب و هوایی مناسب‌تر این اقلیم برای کاشت علوفه مورد نیاز دام، و در نتیجه هزینه تمام شده پایین‌تر خوراک، می‌توان این سازگاری نسبت به شرایط نامساعد پرورشی همچون گران شدن نهاده‌های دامی در کشور را توجیه کرد. همچنین، دما و رطوبت بالا باعث تنش گرمایی در گاوها می‌شود که این خود باعث کاهش تولید شیر و اجزای آن می‌گردد (Könyves *et al*., 2017; M'Hamdi *et al*., 2021). با توجه به این نکته، اقلیم Dsa دمای پایین و رطوبت مناسبی نسبت به سایر اقلیم‌ها برای پرورش گاو شیری دارد.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج تحقیق حاضر، مشاهده شد که از بین اقلیم‌های بررسی شده، اقلیم BWk بیشترین میانگین تولید شیر را داشت. این اقلیم شامل شهرستان‌های استان‌های اصفهان و خراسان است که بهترین مدیریت‌های گله گاو شیری در کشور را دارند. با وجود این در میزان و درصد چربی و پروتئین شیر، اقلیم Dsa بهترین عملکرد را نشان داد. همچنین، در شرایط سخت، که سایر اقلیم‌ها کاهش شدید تعداد گله را داشتند، اقلیم Dsa با وجود داشتن کمترین تعداد گله در بین اقلیم‌ها ثبات خود را حفظ کرده است. با توجه به این که سطح مدیریت گله در این اقلیم با اقلیمی همچون BWk قابل مقایسه نیست، این عملکرد را می‌توان به شرایط بهینه آب و هوایی در این اقلیم نسبت داد. براساس یافته‌های مطالعه حاضر می‌توان نتیجه گرفت که شرایط اقلیمی می‌تواند عاملی تعیین‌کننده در عملکرد تولیدی گله‌های گاو شیری هلشتاین باشد. با ارتقاء دانش و تکنولوژی در این صنعت و استفاده از نژادهای مناسب برای هر اقلیم، می‌توان توسعه صنعت گاو شیری را در ایران در اقلیم‌ها مختلف تسهیل نموده و پیشرفت بخشید.

منابع

ا شرفی، لیلا؛ صادقی سفیدمزگی، علی؛ قربانی خراجی، غلامر ضا و تور ستن، همه (۱۴۰۰). مقایسه بین‌المللی اقتصاد تولید شیر در گله‌های هلشتاین ا صفهان. *نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان*، ۹(۲)، ۱۰۷-۱۲۰.

رشیدی، امیر و میرزامحمدی، ابراهیم (۱۳۹۳). برآورد اثر متقابل ژنوتیپ و محیط برای صفات تولیدی در گاوهای هلشتاین ایران. *علوم دامی*، ۲۷(۱۰۳)، ۳۲-۲۵

رضیئی، طیب (۱۳۹۶). چشم‌اندازی از مناطق اقلیمی ایران به روش کوپن-گایگر در سده بیست و یکم. مجله ژئوفیزیک ایران، ۱۱(۱)، ۱۰۰-۸۴.

رنج پور، ر ضا؛ آقاجانی, حبیب؛ و سلمانی، اکبر (۱۴۰۰). برر سی عوامل اقت صادی موثر بر عر ضه شیر در ایران، رهیافت گ شتاورهای تعمیم-یافته .(GMM) *فصلنامه علمی -پژوهشی تحقیقات اقتصاد کشاورزی*، ۱۳(۳)، ۲۹-۱۸.

شکوهی، زینب (۱۳۹۸). ارزیابی ژنتیکی عملکرد تولیدی گاوهای شیری ها شتاین در شرایط مختلف اقلیمی ایران. *مجله تحقیقات اقت صاد و تو سعه ک شاورزی ایران*، ۵۰(۱)، ۱۰۷-۹۷.

شهدادی، علیر ضا؛ طهمورث پور، مجتبی و شریعتی، محمد مهدی (۱۴۰۰). ارزیابی ژنتیکی عملکرد تولیدی گاوهای شیری ها شتاین در شرایط مختلف اقلیمی ایران. *نشریه پژوهش‌های علوم دامی ایران*، ۹(۱)، ۱۰۳-۹۳.

فرهنگ‌فر، سید همایون؛ ر شیدی طغرالجردی، محدّثه‌السادات؛ منتظر تربتی، محمد باقر و صیاد نژاد، محمد باقر (۱۴۰۰). مقایسه بین‌المللی اقتصاد تولید شیر در گله‌های هلشتاین اصفهان. *نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان*، ۹(۲)، ۱۰۷-۱۲۰.

مرادی شهربابک، محمد؛ ساقی، داودعلی؛ میرائی آشتیانی، سید رضا؛ نجاتی جوارمی، اردشیر و مهربانی یگانه، حسن (۱۳۸۵). سازگاری گاوهای شیری هلشتاین درشرایط آب هوایی ایران. *مجله علوم کشاورزی ایران*، ۳۷(۱)، ۱۷-۲۴.

نظری، مع صومه؛ ر شیدی، امیر؛ رزم‌کبیر، محمد و کاظمی، مزدک (۱۳۹۹). ارزیابی اثر ا سپرم‌های وارداتی تحت شاخص‌های مختلف انتخاب بر تغییرات فنوتیپی صفات تولیدی گاوهای هلشتاین در اقلیم‌های مختلف ایران. *علوم دامی*، ۳۳(۱۲۶)، ۱۶-۳.

Ashrafi, L., Sadeghi-Sefidmazgi, A., Ghorbani, G., and Hemme, T. (2021). International comparisons of the economics of milk production in Isfahan's Holstein farms. *Journal of Ruminant Research* 9, 107-120. (In Persian)

Erickson, P.S., and Kalscheur, K.F. (2020). Nutrition and feeding of dairy cattle. *In Animal Agriculture (Elsevier*), pp. 157-180.

Farhangfar, S.H., Toghroljerdi, R., Torbati, M., and Sayyadnezhad, M.B. (2023). A study on the lactation curve characteristics of grade and Iranian purebred Holstein dairy cows with the use of raw, fat corrected, and energy corrected milk test day records. *Animal Production Research*. (In Persian)

Ghavi Hossein-Zadeh, N. (2011). Genetic parameters and trends for calving interval in the first three lactations of Iranian Holsteins. *Tropical Animal Health and Production* 43, 1111-1115.

Igono, M., Bjotvedt, G., and Sanford-Crane, H. (1992). Environmental profile and critical temperature effects on milk production of Holstein cows in desert climate. *International Journal of Biometeorology* 36, 77–87.

Koeppen, W. (1918). Klassifikation der klima nach temperatur, niederschlag und Jahreslauf. *Pet Mitt* 64, 243-248.

Könyves, T., Zlatković, N., Memiši, N., Lukač, D., Puvača, N., Stojšin, M., Halász, A., and Miščević, B. (2017). Relationship of temperature-humidity index with milk production and feed intake of holstein-frisian cows in different year seasons. *The Thai Journal of Veterinary Medicine* 47, 15-23.

Mbuthia, J.M., Mayer, M., and Reinsch, N. (2022). A review of methods for improving resolution of milk production data and weather information for measuring heat stress in dairy cattle. *Livestock Science* 255, 104794.

M'Hamdi, N., Darej, C., Attia, K., Znaidi, I.E.A., Khattab, R., Djelailia, H., Bouraoui, R., Taboubi, R., Marzouki, L., and Ayadi, M. (2021). Modelling THI effects on milk production and lactation curve parameters of Holstein dairy cows. *Journal of Thermal Biology* 99, 102917.

Moradi Shahrbabak, M., Saghi, D.A., Miraei Ashtiani, R., Nejati Javaremi, A., and Mehrabani Yeganeh, H. (2006). Adaptability of Holstein dairy cows to the climatic conditions of Iran. *Iranian Journal of Agriculture Science* 37(1), 17-24. (In Persian)

Nazari, M., Rashidi, A., Razm Kabir, M., and Kazemy, M. (2020a). The evaluation of the effect of imported semen based on different selection indices on the phenotypic changes of production traits of Holstein cattle in various climates of Iran. *Animal Sciences Journal* 33, 3-16. (In Persian)

Nazari, M., Rashidi, A., Razm Kabir, M., Sadeghi-Sefidmazgi, A., and Kazemy, M. (2020b). Evaluation of the genetic–economic merit for imported semen of Holstein bulls in various climates of Iran. *Animal Sciences Journal* 33, 71-80.

Ouellet, V., Cabrera, V., Fadul-Pacheco, L., and Charbonneau, É. (2019). The relationship between the number of consecutive days with heat stress and milk production of Holstein dairy cows raised in a humid continental climate. *Journal of Dairy Science* 102, 8537-8545.

Ranjpour, R., Aghajani, H., and Salmani, A. (2021). Investigating the economic factors affecting milk supply in Iran, Generalized Method of Moments (GMM). *Agricultural Economics Research* 13, 18-29. (In Persian)

Rashidi, A., and Mirza Mohammadi, E. (2014). Estimation of genotype by environment interaction for production traits in Iranian Holstein cattle. *Animal Sciences Journal* 27, 25-32. (In Persian)

Raziei, T. (2017). An outlook on the Iranian Köppen-Geiger climate zones in the 21st century. *Iranian Journal of Geophysics* 11, 84-100. (In Persian)

Shahdadi, A., Tahmoorespur, M., and Shariati, M.M. (2017). Genetic analysis of productive performance of holstein dairy cows in different climate regions of Iran. *Iranian Journal of Animal Science Research* 9, 93-103. (In Persian)

Shokoohi, Z. (2019). The impact of climate change on the cost efficiency of dairy farms in Iran. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research* 50, 97-107. (In Persian)

Extended abstract

Introduction

The dairy cattle industry in Iran needs to develop and adapt breeding programs according to different climates because of the country's diverse weather conditions. The dominant breed in Iran's dairy industry is the Holstein dairy cattle. However, the Holstein breed is negatively impacted by heat stress, affecting its productivity. The management and organizational structure of each province have minimal influence on the variations in the quality of selected dairy cattle herds across the country. Nevertheless, climatic diversity significantly affects the performance of herds in most Iranian provinces. Several methods for climate classification have been proposed, with the Köppen climate classification being the most well-known. Hence, the objective of this study is to examine the production trends of key traits (milk yield, fat content and percentage, and protein content and percentage) and demographic changes in selected Holstein cattle herds throughout the country.

Material and Methods

The study examined the production traits of 325,040 Holstein cows during their first calving cycle across 270 herds with consistent and regular record-keeping. The researchers compared the average production traits among different climates using a statistical model that accounted for climate effects. Tukey's method was utilized to compare the differences between the averages. The data analysis was conducted using Minitab software. The climates were classified using the widely used Köppen classification method, which categorizes climates into five major groups. The researchers utilized climate data from the Climate Data database (https://en.climate-data.org/) to determine the specific climate classification for each dairy farm based on its geographical location.

Results and discussion

The declining trend of milk production in recent years is evident. The average record of milk production in selected herds of the country was recorded higher than 9 tons only in 2018. The decreasing trend of the average milk production in recent years can have several factors, one of these factors is the changes in the number of active herds and the size of flowers every year. Reducing the size of the herd due to the removal of surplus cows is also effective on the country's meat production, and by comparing the amount of milk production, the amount of beef production and the number of active herds, it is possible to investigate the reasons for the decrease in the size of the country's Holstein cattle population. The decrease in protein in 2018 was accompanied by a decrease in the amount of milk, as a result of which the percentage did not change. In 1399 to 1400, average milk production increased (Figure 1), but protein did not increase with the same ratio. The highest average milk production of Holstein cows recorded in 270 herds across Iran is related to BWk climate, which is significantly different from other climates. BSh is in the next place and BSk and Dsa climates are in the third place jointly. The lowest average also corresponds to the Csa climate, which is significantly different from the rest of the climates, which can confirm that high temperatures reduce the performance of Holstein cows.

Conclusion

According to the results of this article, it was observed that among the examined climates, BWk climate has the highest average milk production. This region includes the cities of Isfahan and Khorasan provinces, which have the best management of dairy cows in the country. However, in the amount and percentage of milk fat and protein, Dsa climate performed the best. Also, in difficult conditions when other climates have had a sharp decrease in the number of herds, the Dsa climate has maintained its stability, despite having the lowest number of herds among the climates. Considering that the level of herd management in this climate is not comparable with a climate like BWk, this performance can be attributed to the optimal weather conditions in this climate. Considering the obtained results, it can be concluded that climatic conditions can be a determining factor in the productive performance of Holstein dairy cattle herds. Of course, it should be mentioned that in order to develop the dairy cattle industry and increase the profitability of herds, in addition to environmental factors such as the weather conditions of the region and climate, attention should also be paid to the points of providing food and water resources, breeding technology, thermal management, and providing health care (Erickson and Kalscheur, 2020). For example, despite the desert climate, Isfahan is one of the hubs for breeding dairy cows, especially Holsteins, in Iran due to proper management (Ashrafi *et al*., 2021). By improving knowledge and technology in this industry and using suitable breeds for each climate, it is possible to facilitate and improve the development of dairy cattle industry in Iran in different climates.