



Management indicators of calving, body condition score, and incidence of metabolic diseases in Holstein dairy herds during summer and winter in Isfahan province

Abbas Rajaeerad^{1✉} | Golamreza Ghorbani² | Mohammad Choupani³ |
Ali Jabar Zareh⁴

1. Corresponding Author, Department of Animal Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan 84156-83111, Iran. E-mail: rajaeerad@iut.ac.ir
2. Department of Animal Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan 84156-83111, Iran. E-mail: ghorbani@iut.ac.ir
3. Department of Animal Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan 84156-83111, Iran. E-mail: m.choupani@ag.iut.ac.ir
4. Department of Animal Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan 84156-83111, Iran. E-mail: ali.jabar1121@gmail.com

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:

Received 1 February 2026
Received in revised form
13 August 2026
Accepted 15 August 2026
Published online 22 September 2026

Keywords:

Body condition score
Dairy cow
Heat stress
Metabolic disorders
Transition period

ABSTRACT

Objective: Heat stress in dairy cows is a common problem that affects metabolic balance, transition period management indices, and postpartum health, particularly in hot and dry areas, such as Isfahan province, Iran. This study aimed to evaluate the effects of season (summer vs. winter) and the severity of heat stress on calving-related management indices, body condition, metabolic disorders, serum calcium status, and reproductive outcomes in Holstein dairy herds in Isfahan province.

Method: The study was conducted as a completely randomized design in four industrial Holstein dairy herds in Isfahan Province, Iran, during summer and winter seasons, with 855 dairy cows. Daily meteorological data were recorded to calculate the temperature–humidity index (THI). Body condition score (BCS) at calving, gestation length, dry period length, colostrum yield, incidence of metabolic disorders (retained placenta, metritis, hypocalcemia, and ketosis), culling rate up to 60 days postpartum, and conception rate at first AI were recorded. Serum calcium concentration was measured at calving and on day 3 postpartum, and serum beta-hydroxybutyrate concentration was measured on day 10 postpartum. The data were analyzed with appropriate statistical models, considering the effect of season, herd, parity, and their interactions. All statistical assumptions including normality of residuals and homogeneity of variances were tested and confirmed before final analysis.

Results: THI values ranged from 74 to 82 during the summer, suggesting moderate to severe heat stress. Gestation length was shorter in primiparous cows than in multiparous cow within each herd ($P<0.05$). Body condition score at calving was influenced by herd management ($P<0.05$). Colostrum yield was lower in multiparous cows compared to primiparous cows ($P<0.05$), and tended to decrease during the summer season ($P=0.07$). Dry period length also decreased during the summer ($P<0.05$). The incidence of retained placenta and metritis was influenced by season, herd, and parity, with the highest incidence in the winter season ($P<0.05$). While dystocia was higher in summer ($P<0.05$), serum calcium concentration was lower in summer than in winter ($P<0.05$). The prevalence of hypocalcemia and ketosis, especially in multiparous cows, was also higher in summer ($P<0.05$). The culling rate up to 60 days postpartum was higher in Herd C during both seasons.

Conclusion: Findings of this study showed that herd management and lactation parity differences were significant factors in the occurrence of metabolic disorders and calving-related factors; heat stress reduced the occurrence of retained placenta and metritis, but limited dry period length and colostrum yield in dairy cows.

Cite this article: Rajaeerad, A., Ghorbani, Gh., Choupani, M., & Jabar Zareh, A. (2026). Management indicators of calving, body condition score, and incidence of metabolic diseases in Holstein dairy herds during summer and winter in Isfahan province. *Journal of Animal Production*, 28 (3), 349-364. DOI: <https://doi.org/10.22059/jap.2026.410083.623897>





شاخص‌های مدیریتی مرتبط با زایش، نمره وضعیت بدنی و بروز بیماری‌های متابولیک در کله‌های گاو شیری هلشتاین در طی تابستان و زمستان در استان اصفهان

عباس رجائی‌راد^۱ | غلامرضا قربانی^۲ | محمد چوپانی^۳ | علی جبارزاد^۴

۱. نویسنده مسئول، گروه علوم دامی، گرایش تغذیه نشخوارکنندگان، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران. رایانامه: rajaeerad@iut.ac.ir
۲. گروه علوم دامی، گرایش تغذیه نشخوارکنندگان، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران. رایانامه: ghorbani@iut.ac.ir
۳. گروه علوم دامی، گرایش فیزیولوژی دام، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران. رایانامه: m.choupani@ag.iut.ac.ir
۴. گروه علوم دامی، گرایش ژنتیک و اصلاح نژاد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران. رایانامه: ali.jabar1121@gmail.com

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۱۲

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۵/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۵/۲۴

تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۶/۳۱

هدف: تنش گرمایی یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده سلامت و بهره‌وری گاوهای شیری در مناطق گرم و خشک ایران، به‌ویژه استان اصفهان، محسوب می‌شود و می‌تواند شاخص‌های مدیریتی دوره انتقال، وضعیت بدنی، تعادل متابولیکی و بروز بیماری‌های پس از زایش را تحت تأثیر قرار دهد. هدف از این مطالعه بررسی اثر فصل (تابستان و زمستان) بر شاخص‌های مدیریتی زمان زایش، وضعیت بدنی، ناهنجاری‌های متابولیک پس از زایش، وضعیت کلسیم خون و پیامدهای تولیدمثلی در کله‌های صنعتی گاو شیری هلشتاین استان اصفهان بود.

روش پژوهش: این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار گاوداری صنعتی هلشتاین استان اصفهان طی دو فصل تابستان و زمستان با ۸۵۵ رأس گاو شیری انجام شد. داده‌های هواشناسی روزانه جهت محاسبه شاخص دما-رطوبت (THI) جمع‌آوری گردید. شاخص‌های مدیریتی زایش، نمره وضعیت بدنی (BCS)، طول دوره آبستنی، طول دوره خشکی و حجم آغوز ثبت شد. همچنین بروز ناهنجاری‌های متابولیک شامل جفت‌ماندگی، متريت، هیپوکلسیمی و کتوز، میزان حذف دام تا ۶۰ روز پس از زایش و نرخ گیرایی در تلقیح اول مورد ارزیابی قرار گرفت. غلظت سرمی کلسیم در زمان زایش و روز سوم پس از زایش اندازه‌گیری شد. همچنین غلظت سرمی بتا‌هیدروکسی بوتیرات نیز در روز ۱۰ پس از زایش پایش شد. داده‌ها با استفاده از مدل‌های آماری مناسب و با در نظر گرفتن اثرات فصل، کله، دوره شیردهی و اثرات متقابل آن‌ها تحلیل شدند. تمامی پیش‌فرض‌های آماری از جمله نرمال بودن باقیمانده‌ها و همگنی واریانس‌ها قبل از تحلیل نهایی بررسی و تأیید شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که مقدار THI در فصل تابستان در محدوده ۷۴ تا ۸۲ قرار داشت که بیانگر تنش گرمایی متوسط تا شدید بود. طول دوره آبستنی در گاوهای با اولین دوره شیردهی در هر کله نسبت به گاوهای چندشکم زایش کاهش یافت ($P < 0.05$). مدیریت کله‌ها اثر معنی‌داری بر نمره بدنی در زمان زایش داشت ($P < 0.05$). حجم آغوز تولیدی در گاوهای با چندین دوره شیردهی به‌طور معنی‌داری کمتر از گاوهای شکم‌اول بود ($P < 0.05$). همچنین حجم آغوز تولیدی در فصل تابستان تمایل به کاهش داشت ($P = 0.07$). طول دوره خشکی نیز در فصل تابستان کاهش یافت ($P < 0.05$). بروز جفت‌ماندگی و متريت تحت تأثیر فصل، کله و دوره شیردهی قرار گرفت و بیش‌ترین میزان این ناهنجاری‌ها در فصل زمستان مشاهده شد ($P < 0.05$). هر چند بروز سخت زایی در تابستان افزایش یافت ($P < 0.05$). غلظت کلسیم سرم در تابستان به‌طور معنی‌داری کمتر از زمستان بود ($P < 0.05$) و شیوع هیپوکلسیمی و کتوز، به‌ویژه در گاوهایی با چندین دوره شیردهی بیش‌تر بود ($P < 0.05$). نرخ حذف دام تا ۶۰ روز پس از زایش در بین کله‌ها متفاوت بود و بیش‌ترین میزان آن در کله C در هر دو فصل مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه نشان داد مدیریت کله‌ها و تفاوت بین دوره‌های شیردهی، نقش مشهودی در بروز بیماری‌های متابولیک و عوامل مرتبط با زایش، دارد. هرچند که تنش گرمایی بروز جفت‌ماندگی و متريت را کاهش می‌دهد، اما نقش تعیین‌کننده‌ای در کاهش طول دوره خشکی و حجم آغوز تولیدی در گاوهای شیری دارد.

کلیدواژه‌ها:

تنش گرمایی
اختلالات متابولیک
دوره انتقال
گاو شیری
وضعیت بدنی

استناد: رجائی‌راد، عباس؛ قربانی، غلامرضا؛ چوپانی، محمد و جبارزاد، علی (۱۴۰۵). شاخص‌های مدیریتی مرتبط با زایش، نمره وضعیت بدنی و بروز بیماری‌های متابولیک در کله‌های گاو شیری هلشتاین در طی تابستان و زمستان در استان اصفهان. *نشریه تولیدات دامی*، ۲۸ (۳)، ۳۴۹-۳۶۴.
DOI: <https://doi.org/10.22059/jap.2026.410083.623897>



۱. مقدمه

دوره انتقال در گاوهای شیری، که به‌طور معمول از سه هفته پیش از زایش تا سه هفته پس از آن در نظر گرفته می‌شود، یکی از حساس‌ترین و تعیین‌کننده‌ترین مراحل در چرخه تولیدی دام به‌شمار می‌آید (Drackley, 1999; Grummer, 1995). در این دوره، گاو با تغییرات گسترده‌ای در سوخت‌وساز انرژی، سوخت‌وساز چربی، ترشح هورمون‌های درون‌ریز و فعالیت دستگاه ایمنی مواجه است. این دگرگونی‌ها برای آماده‌سازی بدن جهت زایش و آغاز شیردهی ضروری می‌باشند، با این وجود می‌توانند زمینه‌ساز بروز ناهماهنگی‌های فیزیولوژیک و اختلال در تعادل متابولیک شوند. افزایش ناگهانی نیاز به انرژی در آستانه زایش، در کنار کاهش مصرف خوراک، اغلب موجب بروز تراز منفی انرژی و در پی آن، بروز بیماری‌هایی نظیر کتوز، تب شیر، جابه‌جایی شیردان و کبد چرب می‌شود (Drackley et al., 1999). در میان بیماری‌های این دوره، جفت‌ماندگی و متريت از مهم‌ترین مشکلات تولیدمثلی به‌شمار می‌روند که پیامدهای اقتصادی و بهداشتی قابل‌توجهی در گله‌های گاو شیری دارند. بروز جفت‌ماندگی معمولاً با افزایش خطر متريت، تأخیر در بازگشت به فحلی، کاهش نرخ آبستنی و افت تولید شیر همراه است (LeBlanc et al., 2002). بررسی‌های اقتصادی نشان داده‌اند که وقوع این بیماری‌ها نه‌تنها هزینه‌های درمانی را افزایش می‌دهد، بلکه تولید شیر در دوره بعدی را نیز کاهش می‌دهد (نیکخواه و همکاران، ۲۰۱۹). متريت از طریق کاهش اشتها، تضعیف عملکرد تخمدان‌ها و افزایش التهاب سازمان‌یافته، عملکرد تولیدمثلی را محدود می‌کند و در نهایت موجب کاهش کارایی اقتصادی دام می‌شود (Sheldon et al., 2006). از سوی دیگر، بیماری‌های متابولیکی همچون کتوز و تب شیر، از اختلالات شایع در اوایل شیردهی هستند که با کاهش تولید شیر، افزایش خطر جابه‌جایی شیردان و افت باروری ارتباط مستقیم دارند (Oetzel, 2004).

در مناطق گرم و خشک مانند استان اصفهان، تنش گرمایی یکی از عوامل اصلی تهدیدکننده سلامت و عملکرد گاوهای شیری است. افزایش دمای محیط و رطوبت نسبی، که با THI سنجیده می‌شود، موجب کاهش مصرف خوراک، اختلال در تعادل انرژی و تغییر در ترشح هورمون‌های متابولیکی می‌گردد (West, 2003). نژاد هلشتاین به‌دلیل ظرفیت بالای تولید شیر و سوخت‌وساز شدید، نسبت به تنش گرمایی حساس‌تر است و در فصول گرم سال کاهش محسوسی در تولید، باروری و سلامت عمومی نشان می‌دهد (Becker et al., 2020). تنش گرمایی از طریق افزایش بار اکسیداتیو، تغییر در جریان خون رحمی و اختلال در تنظیم دمای بدن، نه‌تنها بر بروز بیماری‌های متابولیک اثرگذار است، بلکه سلامت جنین و کارایی تولیدمثلی را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد (Tao et al., 2018).

علاوه بر بیماری‌ها، شاخص‌های زایش از جمله حجم آغوز، وزن تولد گوساله و نمره وضعیت بدنی از معیارهای کلیدی ارزیابی سلامت و کارایی گاو در دوره انتقال به‌شمار می‌آیند. این شاخص‌ها بازتابی از وضعیت تغذیه‌ای و سوخت‌وساز مادر در زمان زایش بوده و با رشد، سلامت و عملکرد آینده گوساله ارتباط مستقیم دارند (Godden, 2008). مطالعات اخیر نشان داده‌اند که این شاخص‌ها نیز ممکن است تحت تأثیر تنش گرمایی قرار گیرند. به‌طوری‌که گاوهایی که در اواخر دوره آبستنی در معرض دمای بالا قرار می‌گیرند، معمولاً آغوز کم‌تری تولید می‌کنند و گوساله‌های آن‌ها وزن تولد پایین‌تری دارند (Almoosavi et al., 2021). همچنین، تنش گرمایی می‌تواند از طریق تغییر در مصرف خوراک و تعادل انرژی، بر نمره وضعیت بدنی گاو در زمان زایش اثر بگذارد، به‌گونه‌ای که دام‌ها در شرایط گرمایی شدید، ذخایر چربی بیش‌تری از دست داده و در نتیجه با نمره وضعیت بدنی پایین‌تری زایش می‌کنند (Becker et al., 2020). نمره وضعیت بدنی پایین با افزایش خطر بروز کتوز و افت تولید شیر همراه است، درحالی‌که نمره وضعیت بدنی بالا می‌تواند احتمال ابتلا به جفت‌ماندگی و تب شیر را افزایش دهد (Roche et al., 2009).

اگرچه مطالعاتی اثر تنش گرمایی را بر برخی شاخص‌های تولیدی و سلامت گاوهای شیری بررسی کرده‌اند، اطلاعات

محدودی درباره تغییرات هم‌زمان شاخص‌های مدیریتی مرتبط با زایش، وضعیت بدنی، تولید آغوز و بروز بیماری‌های متابولیک در گاوداری‌های صنعتی تحت شرایط واقعی تولید وجود دارد. همچنین مشخص نیست که این اثرات در گاوداری‌هایی که از روش‌های مدیریتی و سامانه‌های متداول کاهش تنش گرمایی استفاده می‌کنند تا چه میزان کنترل شده است. از این‌رو، بررسی این شاخص‌ها در چند گاوداری صنعتی با شرایط مدیریتی و زیرساختی متفاوت می‌تواند به درک بهتر اثرات تنش گرمایی در سطح صنعت کمک کند.

۲. روش پژوهش

۲.۱. محل انجام مطالعه و شرایط اقلیمی

این پژوهش در چهار گاوداری صنعتی واقع در استان اصفهان شامل کشت و دام‌گلدشت نمونه اصفهان، کشت و دام بهاران نقش جهان، کشت و دام فکا و کشت و دام نامفر انجام شد. این مزارع در ناحیه مرکزی استان اصفهان و در عرض جغرافیایی حدود ۳۲ درجه شمالی قرار دارند که مشخصه آن دریافت تابش خورشیدی بالا، تابستان‌های گرم و خشک و اختلاف دمای محسوس بین فصول سال است. این شرایط اقلیمی، محیط مناسبی را برای بررسی اثر تنش گرمایی بر شاخص‌های مدیریتی و سلامت گاوهای شیری فراهم می‌سازد. نمونه‌گیری در دو مقطع زمانی با هدف مقایسه شرایط اوج تنش گرمایی و شرایط زمستان انجام شد به‌طوری که در گروه تابستان، ورود دام‌ها به مطالعه از پنجم تا ۲۹ مردادماه ۱۴۰۱ انجام شد و نمونه‌گیری خون و ثبت شاخص‌های موردبررسی و پایش بیماری‌های پس از زایش تا ۱۵ شهریورماه ۱۴۰۱ ادامه یافت. در گروه زمستان، زایش‌ها دام‌ها از دوم تا ۱۷ اسفندماه ۱۴۰۱ انجام شد و ثبت اطلاعات و نمونه‌گیری خون تا ۲۶ اسفندماه ۱۴۰۱ به پایان رسید، درحالی‌که پایش بیماری‌های پس از زایش تا چهارم فروردین‌ماه ۱۴۰۲ ادامه یافت.

انتخاب این بازه‌ها به‌منظور قرارگرفتن دام‌ها در اوج شرایط اقلیمی هر فصل انجام شد، زیرا در اواسط تابستان بیش‌ترین شدت تنش گرمایی و در اواخر زمستان شرایط پایدارتر آسایش حرارتی برقرار است. از آنجاکه هدف پژوهش مقایسه اثر دو وضعیت اقلیمی متضاد بر شاخص‌های دوره انتقال بود، ورود دام‌ها در میانه هر فصل انجام شد تا اثرات واقعی شرایط محیطی بر دام‌ها ارزیابی شود. داده‌های مربوط به دمای محیط و رطوبت نسبی به‌صورت روزانه و ساعتی از ایستگاه هواشناسی محلی نزدیک به هر گاوداری استخراج شد و THI مطابق فرمول استاندارد محاسبه گردید. بررسی نمودارهای THI نشان داد که در فصل تابستان، گاوها بیش‌تر تحت تنش گرمایی متوسط تا شدید قرار داشتند ($THI=82-74$)، درحالی‌که در فصل زمستان، مقادیر THI کم‌تر از ۶۰ بوده و دام‌ها خارج از محدوده تنش گرمایی قرار داشتند.

۲.۲. حیوانات و طراحی مطالعه

این پژوهش به‌صورت مطالعه کوهورت و شامل ۸۵۵ رأس گاو شیری نژاد هلشتاین از چهار گاوداری صنعتی بزرگ استان اصفهان (گله‌های A، B، C و D) بود. در هر گاوداری، به‌طور متوسط در هر فصل زمستان و تابستان، حدود 7 ± 30 رأس گاو شکم‌اول و 10 ± 95 رأس گاو چندشکم انتخاب شدند. دام‌های مورد مطالعه از نظر سن، روز آبستنی، وضعیت سلامت عمومی و مدیریت تغذیه‌ای در شرایط نسبتاً مشابه قرار داشتند.

۳.۲. مدیریت تغذیه و نگهداری

تمام گاوداری‌ها از جیره کامل مخلوط (Total Mixed Ration; TMR) مطابق توصیه‌های NRC (۲۰۰۱) استفاده کردند. ترکیب شیمیایی جیره مصرفی گاوهای مورد مطالعه در جدول (۱) گزارش شده است. در تمامی گله‌ها، از جیره‌های

آنیونیک در دوره قبل از زایش استفاده شد و پایش تعادل کاتیون-آنیون جیره از طریق اندازه‌گیری هفتگی pH ادرار انجام گرفت. هدف از این پایش، حفظ pH ادرار در محدوده شش تا ۶/۷ بود. تمام گله‌ها دارای دستگاه تهویه شامل پنکه، مه‌پاش و سایه‌بان بودند. با این حال، شدت گرما در تابستان همچنان بالا بود. از نظر روش نگهداری، تمامی گله‌ها در دوره انتظار زایش در بهار بند آزاد نگهداری می‌شدند، با این تفاوت که در گاوداری‌های C و D، گاوها در دوره انتظار زایش در جایگاه فری‌استال قرار داشتند. تمامی گاوها پس از زایش در بهار بند مخصوص گاوهای تازه‌زا و در فری‌استال نگهداری شدند. از نظر مدیریت دوشش، در گاوداری B، دوشش گاوها چهار بار در روز انجام می‌شد، در حالی که در سایر گله‌ها، دوشش سه بار در روز صورت می‌گرفت.

جدول ۱. ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی در گله‌های شیری مورد مطالعه طی فصل زمستان و تابستان

گله A		گله B		گله C		گله D		ترکیب (ماده خشک)
پیش از زایش	پس از زایش	پیش از زایش	پس از زایش	پیش از زایش	پس از زایش	پیش از زایش	پس از زایش	
-۴	۳/۷	-۶	۳/۴	-۵	۳/۵	-۸	۴	اختلاف آنیون-کاتیون (میلی اکی‌والان / ۱۰۰ گرم)
۴۲/۵۰	۴۸/۲۰	۴۳/۵۰	۴۵/۷۰	۴۹/۹۰	۴۷/۸۰	۴۷/۲۰	۴۶/۸۰	ماده خشک (درصد)
۱۵/۵۰	۱۷/۷۰	۱۵/۱۰	۱۸/۰۰	۱۵/۳۰	۱۷/۲۰	۱۴/۵۰	۱۶/۳۰	پروتئین خام (درصد)
۳/۸۰	۵/۳۰	۳/۸۰	۵/۵۰	۴/۲۰	۴/۶۰	۴/۳۰	۵/۵۰	چربی خام (درصد)
۳۷/۵۱	۳۳/۳۰	۳۶/۴۰	۳۳/۳۰	۳۸/۶۰	۳۱/۵۰	۳۹/۷۰	۳۳/۸۰	فیبر (درصد)
۳۲/۲۰	۳۷/۵۰	۳۵/۶۰	۳۸/۵۰	۳۲/۳۰	۴۰/۳۰	۳۴/۴۰	۴۰/۲۰	کربوهیدرات‌های غیر فیبری (درصد)
۱/۱۵	۱/۳۲	۰/۹۸	۰/۸۵	۱/۲۶	۰/۹۵	۱/۲۲	۱/۱۲	کلسیم (درصد)
۰/۳۵	۰/۴۷	۰/۴۶	۰/۴۰	۰/۴۴	۰/۵۰	۰/۴۱	۰/۴۱	فسفر (درصد)
۰/۳۸	۰/۳۴	۰/۴۲	۰/۵۰	۰/۴۲	۰/۴۴	۰/۵۶	۰/۴۰	منیزیم (درصد)
۱/۱۲	۱/۲۳	۱/۲۲	۱/۳۳	۱/۲۱	۱/۱۰	۱/۳۴	۱/۴۴	پتاسیم (درصد)
۰/۳۰	۰/۲۶	۰/۳۵	۰/۲۶	۰/۳۱	۰/۲۶	۰/۴۲	۰/۲۶	گوگرد (درصد)
۰/۱۵	۰/۶۵	۰/۱۵	۰/۶۰	۰/۰۹	۰/۵۴	۰/۱۰	۰/۷۵	سدیم (درصد)
۰/۶۸	۰/۳۴	۰/۷۲	۰/۴۲	۰/۷۳	۰/۳۵	۰/۹۷	۰/۳۰	کلر (درصد)
۱/۴۶	۱/۶۶	۱/۵۰	۱/۷۰	۱/۴۸	۱/۶۵	۱/۴۷	۱/۶۸	انرژی خالص شیردهی (مگا کالری/کیلوگرم)

۱. تجزیه شیمیایی جیره‌ها مطابق توصیه‌های NRC (۲۰۰۱) در نظر گرفته شده است.

۴.۲. سنجش نمره وضعیت بدنی

نمره وضعیت بدنی گاوها در روز زایش توسط یک ارزیاب مجرب و ثابت با مقیاس یک تا پنج و افزایش‌های ۰/۲۵ واحدی براساس مطالعه Ferguson و همکاران (۱۹۹۴) اندازه‌گیری و ثبت شد. همچنین نمره وضعیت بدنی گاوها در هر فصل ثبت شد.

۵.۲. ثبت دوره آبستنی و دوره خشکی

اطلاعات مربوط به طول آبستنی و طول دوره خشکی گاوها از سامانه‌های ثبت و مدیریت اطلاعات گاوداری استخراج شد. این داده‌ها براساس سوابق دقیق تلقیح مصنوعی، تاریخ تشخیص آبستنی، تاریخ شروع دوره خشکی و تاریخ زایش ثبت شده در نرم‌افزار مدیریت گله محاسبه گردیدند. طول آبستنی به صورت فاصله زمانی (روز) بین تاریخ آخرین تلقیح منجر به آبستنی و تاریخ زایش تعریف شد. طول دوره خشکی نیز به صورت فاصله زمانی (روز) بین تاریخ خشک کردن گاو و تاریخ زایش محاسبه گردید. به منظور افزایش دقت داده‌ها، سوابق ناقص، مشکوک یا دارای ثبت نادرست از تحلیل‌ها

حذف شدند. همچنین، تنها گاوهایی که دارای ثبت‌های کامل و قابل‌اعتماد در سامانه مدیریت گله بودند، در تجزیه و تحلیل آماری مورد استفاده قرار گرفتند.

۶.۲. اندازه‌گیری حجم آغوز

حجم آغوز در اولین دوشش پس از زایش و حداکثر تا یک ساعت پس از زایش، با استفاده از ظرف مدرج استاندارد اندازه‌گیری و ثبت شد. به‌منظور کاهش اثر عوامل محیطی و مدیریتی، اندازه‌گیری‌ها در تمامی گاوداری‌ها با روش یکسان انجام گرفت. با توجه به عدم ثبت دقیق داده‌های مربوط به آغوز در فصل تابستان در گله C، داده‌های مربوط به این گله از تحلیل‌های مرتبط با آغوز حذف گردید.

۷.۲. ثبت و تشخیص ناهنجاری‌ها و نرخ آبستنی

تشخیص و ثبت ناهنجاری‌های تولیدمثلی در تمامی گاوداری‌ها توسط دامپزشک مستقر در هر واحد گاوداری انجام شد. پیش از آغاز پژوهش، به‌منظور افزایش دقت و یکنواختی داده‌ها، جلسه‌ای حضوری با حضور دامپزشکان مزارع برگزار و شیوه‌نامه‌های تشخیص و ثبت بیماری‌های تولیدمثلی مورد بازبینی، پایش و یکسان‌سازی قرار گرفت. عدم دفع جفت تا ۲۴ ساعت پس از زایش به‌عنوان جفت‌ماندگی تعریف و ثبت شد (Sheldon et al., 2006). وجود ترشحات رحمی بدبو همراه با علائم عمومی نظیر تب یا بی‌حالی در فاصله ۲ تا ۱۴ روز پس از زایش به‌عنوان متریت بالینی در نظر گرفته شد (LeBlanc et al., 2002). شیوع ناهنجاری‌های تولیدمثلی به تفکیک گروه‌های آزمایشی ثبت و گزارش گردید. پیش از شروع هرگونه برنامه هم‌زمان‌سازی فحلی، وضعیت سلامت رحم گاوها از طریق معاینه بالینی و ارزیابی پاک‌ی رحم بررسی شد. تمامی گاوها تحت معاینه رحمی توسط دامپزشک قرار گرفتند تا میزان برگشت رحم و وضعیت کلی سلامت تولیدمثلی ارزیابی شود. بازدیدهای دامپزشکی به‌صورت هفتگی انجام شد و تنها گاوهایی که از نظر تولیدمثلی مناسب تشخیص داده شدند، وارد برنامه هم‌زمان‌سازی شدند. گاوها تحت برنامه استاندارد هم‌زمان‌سازی فحلی قرار گرفتند. وضعیت آبستنی گاوها پس از تلقیح توسط دامپزشک و با استفاده از دستگاه سونوگرافی بررسی شد. نرخ آبستنی در تلقیح اول (نرخ گیرایی تلقیح اول) براساس نسبت تعداد گاوهای آبستن به تعداد گاوهای تلقیح‌شده در تلقیح اول محاسبه گردید.

۸.۲. خون‌گیری

نمونه‌گیری خون از سیاهرگ گردنی گاوها برای اندازه‌گیری سطح کلسیم سرم در روزهای صفر (روز زایش) و سه پس از زایش به‌منظور بررسی هیپوکلسیمی و اندازه‌گیری غلظت بتاهیدروکسی بوتیرات در روز ۱۰ پس از زایش به‌منظور بررسی کتوز انجام شد. نمونه‌ها در لوله‌های بدون ضدانعقاد جمع‌آوری شده و بلافاصله در دمای چهار درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. سپس نمونه‌ها به‌مدت ۱۰ دقیقه در $300 \times g$ سانتریفیوژ شدند و سرم حاصل جدا و در دمای -20 درجه سانتی‌گراد تا زمان تجزیه نگهداری شد. تعیین میزان کلسیم (Spectrophotometry, Arsenazo, Randox) و بتاهیدروکسی بوتیرات (Randox Kit, intra- and inter-CV 2.3 and 5.1) سرم خون با استفاده از کیت تجاری استاندارد طبق دستورالعمل شرکت سازنده انجام شد. غلظت کلسیم کمتر از $1/6$ میلی گرم در دسی‌لیتر به‌عنوان مبتلا به هیپوکلسیمی (McArt & Neves, 2020) و غلظت بتاهیدروکسی بوتیرات بیش‌تر از $1/2$ میلی‌مول در لیتر به‌عنوان مبتلا به کتوز (LeBlanc et al., 2008) در نظر گرفته شد.

۹.۲. روش آماری

این آزمایش در قالب کاملاً تصادفی در چهار گله بزرگ تجاری براساس فصل و شکم زایش انجام شد. داده‌ها با نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۴) برای مدل (۱) تجزیه و میانگین‌ها با کمک آزمون توکی مقایسه شد. تمام داده‌ها به صورت میانگین $\pm$ خطای استاندارد میانگین یا درصد گزارش شدند. برای مقایسه اثر گله و نوع زایش (تک‌شکمی در مقابل چندشکمی) بر میزان بروز بیماری‌های بالینی در اوایل شیردهی، از مدل خطی مختلط استفاده شد. در این مدل، گله به عنوان اثر ثابت و شکم زایش تو در تو (Nested) درون گله به عنوان اثر تصادفی لحاظ گردید. داده‌های کمی شامل نمره وضعیت بدنی، حجم آغوز و طول دوره آبستنی و خشکی با مدل خطی تعمیم‌یافته (GLM) بررسی و اثرات فصل، شکم زایش، گله و اثرات متقابل تحلیل شدند. داده‌های کیفی شامل ناهنجاری‌های متابولیک و نرخ گیرایی در اولین تلقیح با رویه GENMOD بررسی شدند. سطح معنی‌داری $P < 0.05$ در نظر گرفته شد و آستانه $0.05 \leq P \leq 0.10$ به عنوان تمایل به معنی‌داری در نظر گرفته شد.

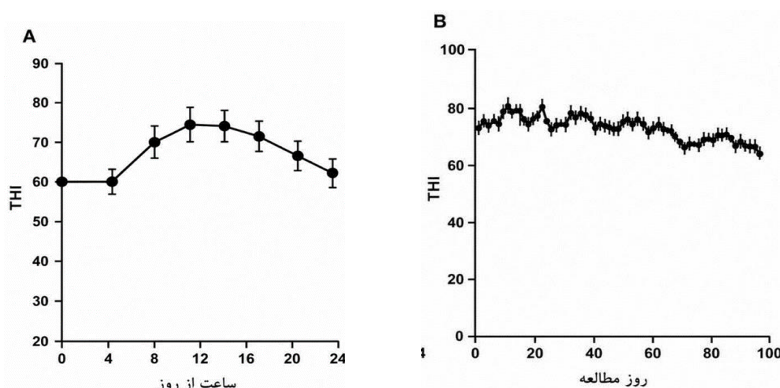
$$Y_{ijkl} = \mu + S_i + P_j + (S \times P)_{ij} + H_k + e_{ijkl} \quad (\text{رابطه ۱})$$

که در این رابطه، Y_{ijkl} مقدار مشاهده؛ μ میانگین؛ S_i اثر ثابت فصل؛ P_j اثر ثابت زایش؛ $(S \times P)_{ij}$ اثر متقابل فصل $\times$ شکم زایش؛ H_k اثر تصادفی گله e_{ijkl} خطای آزمایشی است.

۳. یافته‌های پژوهش

۳.۱. وضعیت اقلیمی و شاخص تنش گرمایی

بررسی میانگین تغییرات THI در طول دوره مطالعه نشان داد که دام‌ها در اغلب روزهای دوره مورد بررسی در شرایط تنش گرمایی خفیف تا متوسط قرار داشته‌اند (شکل ۱). در بررسی تغییرات ساعتی THI در طول شبانه‌روز، افزایش قابل توجه THI در ساعات گرم روز مشاهده شد. به طوری که از ساعات اولیه صبح (روند افزایشی THI آغاز شده و در ساعات میانی روز و بعدازظهر (حدود ۱۲ تا ۱۵) به بیشینه خود رسید. در این بازه زمانی، مقادیر THI به حدود ۷۵ تا نزدیک ۸۰ افزایش یافت که نشان‌دهنده بروز تنش گرمایی شدید است. پس از ساعات عصرگاهی، کاهش تدریجی THI مشاهده شد، با این حال حتی در ساعات شب نیز مقادیر THI به طور کامل به زیر آستانه آسایش حرارتی باز نگشت.



شکل ۱. تغییرات میانگین شاخص دما-رطوبت در طول دوره پژوهش (سمت چپ) و الگوی تغییرات ساعتی آن در یک روز متوسط (سمت راست).

۳.۲. ویژگی‌های مدیریتی گاو دوره انتقال

نتایج مربوط به نمره وضعیت بدنی، طول دوره آبستنی، طول دوره خشکی و حجم آغوز در طی زمستان و تابستان در گله‌های مورد آزمایش به ترتیب در جدول‌های (۲) و (۳) و مقایسه تابستان و زمستان در جدول (۴) آورده شده است. نمره

بدنی تحت تأثیر گله و اثر متقابل گله در شکم قرار گرفت ($P < 0.01$). بیشترین نمره بدنی مربوط به گله D نسبت به گله‌های دیگر بود. همچنین مطابق جدول (۶)، فصل زایش اثری بر نمره بدنی نداشت. میانگین طول دوره آبستنی تحت تأثیر گله و شکم زایش قرار گرفت ($P < 0.01$).

جدول ۲. نسبت‌های گله و گروه زایش، نمره وضعیت بدنی، طول دوره آبستنی، طول دوره خشکی و حجم آغوز گاو‌های هلشتاین در گله‌های شیری مورد مطالعه طی فصل زمستان

متغیر	گله A			گله B			گله C			گله D			خطای معیار میانگین			سطح معنی‌داری ^۱		
	(تعداد=۳۴) شکم ۱	(تعداد=۷۸) شکم ۲	(تعداد=۳۷) شکم ۳	(تعداد=۸۰) شکم ۴	(تعداد=۳۷) شکم ۵	(تعداد=۳۷) شکم ۶	(تعداد=۳۷) شکم ۷	(تعداد=۳۷) شکم ۸	(تعداد=۳۷) شکم ۹	(تعداد=۳۷) شکم ۱۰	(تعداد=۳۷) شکم ۱۱	(تعداد=۳۷) شکم ۱۲	گله	شکم	گله	شکم	گله	شکم
نمره وضعیت بدنی	۳/۱۷ ^b	۳/۱۱ ^{bc}	۳/۱۷ ^b	۲/۹۸ ^c	۳/۱۳ ^{bc}	۳/۲۴ ^{ab}	۳/۵۱ ^a	۳/۷۴ ^a	۰/۰۳	۰/۰۰۱	۰/۳۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۳۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
طول دوره آبستنی	۲۷۶/۱۴	۲۷۸/۲۰	۲۷۳/۸۱	۲۷۶/۰۸	۲۷۴/۹۸	۲۷۶/۹۲	۲۷۳/۸۰	۲۷۷/۶۳	۰/۷۲	۰/۰۰۲	۰/۷۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
طول دوره خشکی	۰	۶۲/۱۱	۰	۵۶/۵۷	۰	۵۹/۳۴	۰	۶۵/۳۰	۱/۲۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
حجم آغوز (لیتر)	۴/۷۸ ^b	۴/۶۱ ^b	۶/۱۷ ^a	۳/۰۵ ^c	۶/۴۰ ^a	۳/۶۱ ^c	۵/۵۰ ^{ab}	۵/۸۶ ^{ab}	۰/۳۳	۰/۰۰۹	۰/۳۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱

۱. تفاوت بین تیمارها در سطح $P < 0.05$ معنی‌دار و آستانه $0.05 \leq P \leq 0.10$ به عنوان تمایل به معنی‌داری است.

۲. اثر شکم زایش درون گله به صورت تو در تو (Nested) لحاظ گردید.

به طوری که طول دوره آبستنی در دوره شیرواری اول روز نسبت به گاوهای با چندین دوره شیرواری کاهش یافت ($P < 0.05$). در مطالعه حاضر طول دوره خشکی تحت تأثیر اثر گله قرار گرفت و همچنین در فصل تابستان طول دوره خشکی به طور معنی‌داری کاهش نشان داد ($P < 0.05$).

جدول ۳. نسبت‌های گله و گروه زایش، نمره وضعیت بدنی، طول دوره آبستنی، طول دوره خشکی و حجم آغوز در گاوهای هلشتاین در گله‌های شیری مورد مطالعه طی فصل تابستان

فاکتور	گله A			گله B			گله C			گله D			خطای معیار میانگین			سطح معنی‌داری ^۲		
	(تعداد=۳۰) شکم ۱	(تعداد=۳۰) شکم ۲	(تعداد=۳۰) شکم ۳	(تعداد=۳۰) شکم ۴	(تعداد=۳۰) شکم ۵	(تعداد=۳۰) شکم ۶	(تعداد=۳۰) شکم ۷	(تعداد=۳۰) شکم ۸	(تعداد=۳۰) شکم ۹	(تعداد=۳۰) شکم ۱۰	(تعداد=۳۰) شکم ۱۱	(تعداد=۳۰) شکم ۱۲	گله	شکم	گله	شکم	گله	شکم
نمره وضعیت بدنی	۳/۱۸ ^{bc}	۳/۱۶ ^{bc}	۳/۲۰ ^b	۲/۹۶ ^c	۳/۰۵ ^c	۳/۲۱ ^b	۳/۴۹ ^a	۳/۶۴ ^a	۰/۰۵	۰/۰۰۱	۰/۲۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۲۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
طول دوره آبستنی	۲۷۶/۱	۲۷۸/۲	۲۷۵/۶۷	۲۷۶/۱	۲۷۴/۵	۲۷۷/۶	۲۷۵/۱۴	۲۷۵/۸	۰/۷۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
طول دوره خشکی	۰	۵۴/۶	۰	۵۷/۷	۰	۵۶/۳	۰	۶۴/۲	۱/۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
حجم آغوز (لیتر)	۵/۰ ^b	۴/۲۱ ^c	۶/۱ ^a	۳/۳۴ ^d	۶/۴ ^a	۳/۳۶ ^d	۵/۱۷ ^b	۴/۵۲ ^{bc}	۰/۳۰	۰/۰۸۱	۰/۰۸۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱

۱. تفاوت بین تیمارها در سطح $P < 0.05$ معنی‌دار و آستانه $0.05 \leq P \leq 0.10$ به عنوان تمایل به معنی‌داری است.

۲. اثر شکم زایش درون گله به صورت تو در تو (Nested) لحاظ گردید.

۳.۳. ناهنجاری‌های متابولیک پس از زایش و نرخ گیرایی

میزان میزان بروز جفت‌ماندگی، متريت، سخت‌زایی، حذف دام تا ۶۰ روز پس از زایش و نرخ گیرایی در تلقیح اول در جدول‌های (۴)، (۵) و (۷) ارائه شده است. نتایج نشان داد بروز جفت‌ماندگی، متريت و سخت‌زایی تحت تأثیر فصل قرار گرفت ($P < 0.01$). به طور کلی، بروز جفت‌ماندگی و متريت در هر دو گروه گاوهای شکم اول و چندشکم در فصل زمستان بیش‌تر از تابستان بود ($P < 0.01$). در حالی که سخت‌زایی در تابستان در هر دو گروه افزایش یافت ($P < 0.01$). اثر متقابل گله و دوره شیرواری برای متريت معنی‌دار بود ($P < 0.01$). به طوری که گاوهای با شیرواری اول در گله A و B بروز جفت‌ماندگی بیش‌تری داشتند

($P < 0/01$). بروز متریت در گاوهای با شیرواری اول در هر دو فصل شایع‌تر بود ($P < 0/05$). مدیریت گله‌ها و دوره شیردهی بر بروز سخت‌زایی اثری نداشت، اما این عارضه در تابستان نسبت به زمستان افزایش یافت ($P < 0/01$). نرخ گیرایی در تلقیح اول تحت تأثیر شکم‌زایش و اثر متقابل فصل × شکم‌زایش قرار گرفت ($P < 0/01$). اثر فصل نیز تمایل به معنی‌داری داشت ($P = 0/07$). به‌طور کلی، گاوهای شکم‌اول نرخ گیرایی بالاتری نسبت به گاوهای چندشکم داشتند و میانگین نرخ گیرایی در تابستان بیش‌تر از زمستان بود.

جدول ۴. میزان بروز بیماری‌های بالینی اوایل شیردهی در یک مطالعه کوهورت در گله‌های مورد مطالعه طی فصل زمستان

فاکتور	گله A				گله B				گله C				گله D				سطح معنی‌داری ^۱		
	خطای معیار میانگین				خطای معیار میانگین				خطای معیار میانگین				خطای معیار میانگین				خطای معیار میانگین		
	شکم ^۱ (تعداد=۳۷)	شکم ^۲ (تعداد=۷۸)	شکم ^۳ (تعداد=۳۷)	شکم ^۴ (تعداد=۷۸)	شکم ^۱ (تعداد=۳۷)	شکم ^۲ (تعداد=۷۸)	شکم ^۳ (تعداد=۳۷)	شکم ^۴ (تعداد=۷۸)	شکم ^۱ (تعداد=۳۷)	شکم ^۲ (تعداد=۷۸)	شکم ^۳ (تعداد=۳۷)	شکم ^۴ (تعداد=۷۸)	شکم ^۱ (تعداد=۳۷)	شکم ^۲ (تعداد=۷۸)	شکم ^۳ (تعداد=۳۷)	شکم ^۴ (تعداد=۷۸)	شکم ^۱ (تعداد=۳۷)	شکم ^۲ (تعداد=۷۸)	شکم ^۳ (تعداد=۳۷)

۱. تفاوت بین تیمارها در سطح $P < 0/05$ معنی‌دار و آستانه $0/05 \leq P \leq 0/10$ به‌عنوان تمایل به معنی‌داری است.

۲. اثر شکم زایش درون گله به‌صورت تو در تو (Nested) لحاظ گردید.

۳. تعداد حذف تا روز ۶۰ شیردهی.

جدول ۵. میزان بروز بیماری‌های بالینی اوایل شیردهی در یک مطالعه کوهورت در گله‌های مورد مطالعه طی فصل تابستان

فاکتور	گله A				گله B				گله C				گله D				سطح معنی‌داری ^۱		
	خطای معیار میانگین				خطای معیار میانگین				خطای معیار میانگین				خطای معیار میانگین				خطای معیار میانگین		
	شکم ^۱ (تعداد=۲۰)	شکم ^۲ (تعداد=۳۷)	شکم ^۳ (تعداد=۱۹)	شکم ^۴ (تعداد=۲۰)	شکم ^۱ (تعداد=۲۰)	شکم ^۲ (تعداد=۳۷)	شکم ^۳ (تعداد=۱۹)	شکم ^۴ (تعداد=۲۰)	شکم ^۱ (تعداد=۲۰)	شکم ^۲ (تعداد=۳۷)	شکم ^۳ (تعداد=۱۹)	شکم ^۴ (تعداد=۲۰)	شکم ^۱ (تعداد=۲۰)	شکم ^۲ (تعداد=۳۷)	شکم ^۳ (تعداد=۱۹)	شکم ^۴ (تعداد=۲۰)	شکم ^۱ (تعداد=۲۰)	شکم ^۲ (تعداد=۳۷)	شکم ^۳ (تعداد=۱۹)

۱. تفاوت بین تیمارها در سطح $P < 0/05$ معنی‌دار و آستانه $0/05 \leq P \leq 0/10$ به‌عنوان تمایل به معنی‌داری است.

۲. اثر شکم زایش درون گله به‌صورت تو در تو (Nested) لحاظ گردید.

۳. تعداد حذف تا روز ۶۰ شیردهی.

جدول ۶. بررسی اثر فصل و دوره شیرواری بر شاخص‌های مدیریتی دوره انتقال در یک مطالعه کوهورت در گله‌های مورد مطالعه

متغیر	تابستان				زمستان				فصل			سطح معنی‌داری ^۱		
	خطای معیار میانگین				خطای معیار میانگین				خطای معیار میانگین			خطای معیار میانگین		
	شکم یک (تعداد=۱۱۹)	شکم یک (تعداد=۳۱۷)	شکم یک (تعداد=۱۱۹)	شکم یک (تعداد=۳۱۷)	شکم یک (تعداد=۱۱۹)	شکم یک (تعداد=۳۱۷)	شکم یک (تعداد=۱۱۹)	شکم یک (تعداد=۳۱۷)	شکم یک (تعداد=۱۱۹)	شکم یک (تعداد=۳۱۷)	شکم یک (تعداد=۱۱۹)	شکم یک (تعداد=۳۱۷)	شکم یک (تعداد=۱۱۹)	شکم یک (تعداد=۳۱۷)

۱. تفاوت بین تیمارها در سطح $P < 0/05$ معنی‌دار و آستانه $0/05 \leq P \leq 0/10$ به‌عنوان تمایل به معنی‌داری است.

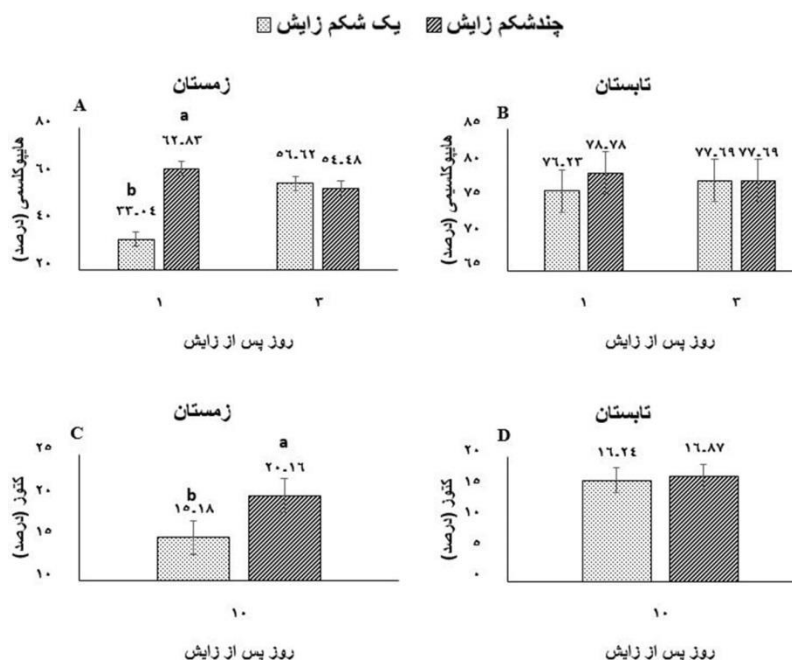
جدول ۷. بررسی اثر فصل و دوره شیرواری بر ناهنجاری‌های متابولیک و نرخ گیرایی پس از زایش در یک مطالعه کوهورت در گله‌های مورد مطالعه

متغیر	فصل								خطای معیار میانگین	سطح معنی داری ^۱		
	تابستان				زمستان					فصل	شکم زایش	فصل × شکم زایش
	شکم یک (تعداد=۱۱۹)	چند شکم (تعداد=۳۱۷)	شکم یک (تعداد=۱۲۰)	چند شکم (تعداد=۳۹۶)	تابستان	زمستان						
جفت ماندگی (درصد)	۴/۵	۶/۵	۱۴/۲	۹/۲	۹/۳ ^a	۶/۵۰ ^D	۰/۱۰	۰/۰۱	۰/۸۳	۰/۲۴		
متریت (درصد)	۱۸/۶	۱۰/۹	۳۳/۱	۱۵/۶	۱۴/۳ ^D	۲۲/۸ ^a	۰/۰۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۴۳		
سخت زایی (درصد)	۹/۵	۹/۱	۳/۴	۴/۴	۹/۵ ^a	۳/۹ ^D	۰/۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۹	۰/۶۴		
نرخ گیرایی در تلقیح اول (درصد)	۵۸/۱ ^a	۴۹/۸ ^D	۴۹/۲ ^D	۴۶/۴ ^C	۵۴/۷۰	۴۷/۲۰	۰/۵۰	۰/۰۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱		

۱. تفاوت بین تیمارها در سطح $P < 0.05$ معنی‌دار و آستانه $0.05 \leq P < 0.10$ به عنوان تمایل به معنی‌داری است.

۴.۳. بررسی هیپوکلسیمی و کتوز

نتایج مربوط به درصد مبتلا به هیپوکلسیمی و کتوز در شکل (۲) گزارش شده است. الگوی بروز هیپوکلسیمی و کتوز در میان گاوها تحت تأثیر شکم زایش و فصل قرار داشت ($P < 0.01$). نتایج نشان داد اگرچه درصد هیپوکلسیمی در فصل تابستان تحت تأثیر شکم زایش قرار نگرفت، اما درصد هیپوکلسیمی در گاوهای یک شکم زایش نسبت به چند شکم زایش (۳۳/۰۴ مقابل ۶۲/۸۳) در روز ۱ پس از زایش کاهش یافت ($P < 0.01$). درصد بروز کتوز در زمستان در گاوهای با شیرواری اول (۲۰/۱۶ درصد) بیش‌تر از گاوهای با چندین دوره شیردهی (۱۵/۱۸ درصد) بود ($P < 0.05$). این در حالی است که بروز کتوز در تابستان در گاوهای با شیرواری اول (۱۶/۲۴ درصد) و در گاوهای با چندین دوره شیرواری (۱۶/۸۷ درصد) بود و تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.



شکل ۲. بررسی اثر فصل بر درصد ابتلا به هیپوکلسیمی و کتوز در گاوهای هلشتاین شیری در دوره پس از زایش.

(تفاوت بین تیمارها در سطح $P < 0.05$ معنی‌دار و آستانه $0.05 \leq P < 0.10$ به عنوان تمایل به معنی‌داری است.)

(حروف متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری بین تیمارهاست.)

۴. بحث

۴.۱. وضعیت اقلیمی و شاخص تنش گرمایی

شاخص دما-رطوبت در این پژوهش نشان داد که گاوهای مورد مطالعه در فصل تابستان در معرض تنش گرمایی متوسط تا شدید قرار داشتند، درحالی‌که شرایط زمستان در محدوده آسایش حرارتی قرار داشت. این یافته بیانگر آن است که تفاوت‌های مشاهده‌شده در شاخص‌های مدیریتی و سلامت دام‌ها می‌تواند تا حدی ناشی از فشار گرمایی واردشده در ماه‌های گرم سال باشد. تنش گرمایی با کاهش مصرف ماده خشک، تغییر اولویت مصرف انرژی از تولید به حفظ همئوستازی و اختلال در عملکرد ایمنی همراه است و در نتیجه می‌تواند بر وضعیت متابولیکی و تولیدمثلی گاوهای شیری اثر بگذارد (Becker et al., 2020). با این حال، نتایج مطالعه حاضر نشان داد که همه شاخص‌های مورد بررسی به یک میزان تحت تأثیر شرایط گرمایی قرار نگرفتند. این موضوع نشان می‌دهد که شدت پاسخ دام به تنش گرمایی علاوه بر شرایط اقلیمی، به عوامل مدیریتی نظیر کیفیت تغذیه، سامانه‌های خنک‌کننده، تراکم دام و مدیریت دوره انتقال نیز وابسته است. بنابراین، اگرچه شرایط محیطی تابستان زمینه بروز تنش گرمایی را فراهم کرده است، اما تفاوت بین گله‌ها نشان می‌دهد که مدیریت مناسب می‌تواند بخشی از اثرات منفی تنش گرمایی را تعدیل کند (Becker et al., 2020).

۴.۲. شاخص‌های مدیریتی دوره انتقال

نتایج این مطالعه نشان داد که نمره وضعیت بدنی و طول دوره آبستنی تحت تأثیر فصل قرار نگرفتند، درحالی‌که تفاوت معنی‌داری بین گله‌ها مشاهده شد. این یافته بیانگر آن است که این شاخص‌ها بیش از آنکه تابع شرایط اقلیمی باشند، تحت تأثیر کیفیت مدیریت گله قرار دارند. گزارش شده است که تفاوت در برنامه‌های تغذیه‌ای، مدیریت دوره انتقال، کیفیت خوراک و شرایط رفاهی می‌تواند موجب تفاوت قابل توجه در نمره وضعیت بدنی گاوها حتی در شرایط محیطی مشابه شود (Roche et al., 2009). عدم تأثیر فصل بر نمره وضعیت بدنی احتمالاً نشان‌دهنده موفقیت نسبی برنامه‌های مدیریتی در حفظ تعادل انرژی دام‌ها در دوره انتقال است. در مقابل، اختلاف بین گله‌ها بیان می‌کند که راهبردهای مدیریتی مورداستفاده در هر واحد نقش مهم‌تری در تعیین وضعیت بدنی دام‌ها داشته‌اند. از آنجاکه نمره وضعیت بدنی یکی از مهم‌ترین شاخص‌های پیش‌بینی‌کننده سلامت و عملکرد تولیدمثلی است، نتایج حاضر اهمیت مدیریت یکنواخت تغذیه و پایش مستمر وضعیت بدنی را برجسته می‌کند (Atashi et al., 2013). هر چند طول دوره آبستنی نیز تحت تأثیر فصل قرار نگرفت، اما با افزایش شکم‌زایش افزایش یافت. این نتیجه با گزارش آتشی و همکاران (۲۰۱۳) همخوانی دارد که نشان دادند طول آبستنی بیش‌تر تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و ویژگی‌های مادری قرار دارد تا شرایط محیطی. بنابراین، تفاوت مشاهده‌شده بین گله‌ها احتمالاً ناشی از برهم‌کنش عوامل ژنتیکی، سطح تولید و شرایط مدیریتی بوده است. برخلاف نمره وضعیت بدنی و طول آبستنی، طول دوره خشکی در تابستان کاهش یافت. کاهش طول دوره خشکی می‌تواند ناشی از اثر غیرمستقیم تنش گرمایی بر عملکرد گاوهای اواخر شیردهی و تصمیمات مدیریتی مرتبط با زمان خشک کردن باشد. با این حال، اثر معنی‌دار گله بر طول دوره خشکی در این مطالعه، نشان داد که سیاست‌های مدیریتی هر واحد نقش مهمی در تعیین این شاخص داشته‌اند. از آنجا که دوره خشکی کوتاه‌تر از حد بهینه می‌تواند عملکرد شیردهی دوره بعد را کاهش دهد (West, 2003). نتایج حاضر اهمیت مدیریت هدفمند این دوره را به‌ویژه در ماه‌های گرم سال نشان می‌دهد. حجم آغوز تنها شاخصی بود که به‌طور مشخص تحت تأثیر فصل قرار گرفت و در تابستان کاهش یافت. این یافته با نتایج Pereira & Bexiga (۲۰۲۵) همسو است که کاهش تولید آغوز را در گاوهای تحت تنش گرمایی پیش از زایش گزارش کردند. کاهش حجم آغوز احتمالاً ناشی از افت مصرف خوراک، تغییر تعادل انرژی و اختلال در

عملکرد بافت پستانی در اواخر آبستنی است (Tao et al., 2018). از سوی دیگر، نتایج این پژوهش نشان داد که گاوهای با چندین دوره شیردهی نیز حجم آغوز کمتری نسبت به گاوهای با دوره شیردهی اول تولید کردند. بر عکس مطالعه حاضر Soufleri و همکاران (۲۰۲۱) بیان کرد گاوها با چندین دوره شیردهی به دلیل تجربه فیزیولوژیک بیش‌تر، ظرفیت غدد پستانی بالاتر و پاسخ ایمنی قوی‌تر معمولاً حجم آغوز بیش‌تری نسبت به گاوهای دوره شیردهی اول داشتند. در توافق با ما، به‌تازگی نشان دادند که در گاوهای چندین دوره شیردهی، حجم آغوز کاهش یافت و تنش گرمایی تابستان نیز این کاهش را تشدید کرد (Pereira & Bexiga, 2025). با توجه به نقش حیاتی آغوز در انتقال ایمنی غیرفعال به گوساله، کاهش حجم آغوز در تابستان از نظر مدیریتی اهمیت ویژه‌ای دارد. بنابراین، استفاده از سامانه‌های خنک‌کننده کارآمد، بهبود مصرف خوراک در اواخر آبستنی و پایش وضعیت بدنی دام‌ها می‌تواند از مهم‌ترین راه‌کارهای کاهش اثرات منفی تنش گرمایی بر تولید آغوز باشد.

۳.۴. ناهنجاری‌های متابولیک پس از زایش و نرخ گیرایی

نتایج این پژوهش نشان داد که اگرچه بروز سخت‌زایی در فصل تابستان افزایش یافت، اما شیوع جفت‌ماندگی و متريت در این فصل کم‌تر از زمستان بود. این یافته با بخشی از مطالعات پیشین که افزایش بیماری‌های رحمی را در شرایط تنش گرمایی گزارش کرده‌اند، همخوانی نداشت (Almoosavi et al., 2021) و بیانگر آن است که رابطه بین تنش گرمایی و اختلالات پس از زایش تحت تأثیر عوامل مدیریتی قرار دارد. به‌طوری‌که Menta و همکاران (۲۰۲۲) با بررسی ۵۷۲۲ رأس گاو هلشتاین گزارش کردند که تنش گرمایی در دوره انتقال، به‌ویژه پس از زایش، با افزایش معنی‌دار اختلالات سلامت همراه بود، به‌طوری‌که در گاوهای شیرواری اول، بروز جفت‌ماندگی، متريت و ورم پستان به‌ترتیب ۴/۴ و ۱۸/۱ و ۶/۳ درصد و در گاوهای چندشکم، جفت‌ماندگی و متريت به‌ترتیب ۸/۵ و ۶/۳ درصد نسبت به شرایط آسایش حرارتی افزایش یافت. افزایش بروز سخت‌زایی در تابستان با سازوکارهای شناخته‌شده تنش گرمایی قابل‌توجه است. تنش گرمایی با کاهش مصرف ماده خشک، تشدید تراز منفی انرژی و اختلال در متابولیسم کلسیم همراه بوده و می‌تواند قدرت انقباضی عضلات رحم را کاهش دهد. Grummer (۱۹۹۵) نشان دادند که تنش گرمایی در دوره انتقال با اختلال در سوخت‌وساز کلسیم و انرژی همراه بوده و این وضعیت می‌تواند خطر سخت‌زایی را افزایش دهد. علاوه بر این، کاهش جریان خون رحمی و تغییرات هورمونی ناشی از تنش گرمایی، از عوامل شناخته‌شده در افزایش سخت‌زایی در تابستان محسوب می‌شوند. با وجود افزایش سخت‌زایی در تابستان، بروز جفت‌ماندگی و متريت در این فصل کم‌تر از زمستان بود. این یافته نشان می‌دهد که سخت‌زایی به‌تنهایی تعیین‌کننده بروز بیماری‌های رحمی نیست و عوامل مدیریتی پس از زایش نقش پررنگ‌تری ایفا می‌کنند. Sheldon و همکاران (۲۰۰۶) تأکید کردند که شرایط بهداشتی زایش، مدیریت پس از زایش و محیط نگهداری دام، در بروز متريت اهمیت بیش‌تری نسبت به خود فرایند زایش دارند. سازوکار افزایش بروز جفت‌ماندگی و متريت در فصل زمستان در مطالعه حاضر به‌طور کامل روشن نیست. کاهش تهویه جایگاه‌ها، افزایش رطوبت بستر، تجمع عوامل بیماری‌زا و محدودشدن تحرک دام‌ها، همگی می‌توانند خطر بروز جفت‌ماندگی و آلودگی رحم پس از زایش را افزایش دهد (Giuliodori et al., 2013). احمدی و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند که حتی در غیاب تنش گرمایی در گله‌هایی با مدیریت نامناسب بهداشت و تغذیه، بروز جفت‌ماندگی می‌تواند به بیش از ۱۵ درصد و متريت به بیش از ۳۰ درصد برسد. همچنین، مهنانی و همکاران (۱۳۹۴) شیوع جفت‌ماندگی را در گاوهای شیری استان اصفهان ۹/۷ درصد گزارش کردند و نشان دادند که فصل بهار، دوقلوزایی، مرده‌زایی و سخت‌زایی از عوامل خطر مرتبط با بروز این اختلال بودند. مطابق مطالعه ما، یکی از یافته‌های مهم این مطالعه، اثر معنی‌دار مدیریت گله بر بروز

جفت‌ماندگی و متریت بود. این نتیجه نشان می‌دهد که تفاوت در مدیریت جایگاه زایش، کیفیت بستر، برنامه‌های تغذیه‌ای و مراقبت‌های پس از زایش می‌تواند نقش مهم‌تری از فصل در تعیین میزان بیماری‌های رحمی داشته باشد. در واقع، نتایج حاضر نشان می‌دهد که اثر فصل بدون در نظر گرفتن سطح مدیریت گله قابل تفسیر دقیق نیست. همچنین میزان متریت در گاوهای شکم اول بیش‌تر از گاوهای چندشکم مشاهده شد. این یافته با نتایج Giuliadori و همکاران (۲۰۱۳) همسو است که حساسیت بیش‌تر گاوهای شیردهی اول را به دلیل تنش اولین زایش، تطابق کم‌تر با محیط و پاسخ ایمنی ضعیف‌تر گزارش کردند. با این حال، برخی پژوهش‌ها شیوع بیش‌تر بیماری‌های رحمی را در گاوهای چندین دوره شیردهی گزارش کرده‌اند (LeBlanc et al., 2020). این اختلاف احتمالاً ناشی از تفاوت در شرایط مدیریتی، وضعیت بدنی و شیوع بیماری‌های متابولیک در گله‌های مختلف است. همان‌گونه که انتظار می‌رفت، بین جفت‌ماندگی و متریت ارتباط نزدیکی مشاهده شد. جفت‌ماندگی یکی از مهم‌ترین عوامل خطر بروز متریت محسوب می‌شود و افزایش آن در زمستان می‌تواند به‌طور مستقیم افزایش متریت را توجیه کند (Sheldon et al., 2006). در مجموع، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که اگرچه تنش گرمایی می‌تواند خطر سخت‌زایی را افزایش دهد، اما بروز بیماری‌های رحمی بیش از آنکه تحت تأثیر مستقیم فصل باشد، به کیفیت مدیریت دوره انتقال و مراقبت‌های پس از زایش وابسته است.

۴.۴. بررسی هیپوکلسیمی و کتوز

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که بروز هیپوکلسیمی و کتوز تحت تأثیر متقابل فصل و شکم زایش قرار دارد. گاوهای چندین دوره شیردهی در مقایسه با گاوهای شیردهی اول، به‌ویژه در زمستان، شیوع بیش‌تری از هیپوکلسیمی و کتوز نشان دادند. این یافته با مطالعات پیشین همخوانی دارد که گاوهای مسن‌تر به دلیل دفع بیش‌تر کلسیم در سنتز آغوز و شیر و کاهش کارایی سازوکار تنظیم کلسیم، مستعدتر به هیپوکلسیمی معرفی کرده‌اند (McArt & Neves, 2020). افزایش بروز کتوز در گاوهای چندین دوره شیردهی نیز قابل انتظار بود، زیرا این دام‌ها معمولاً تولید شیر بالاتری داشته و در اوایل شیردهی با تراز منفی انرژی شدیدتری مواجه می‌شوند. در نتیجه، بسیج ذخایر چربی بدن و افزایش غلظت اسیدهای چرب غیر استریفیه و بتا‌هیدروکسی‌بوتیرات در آن‌ها بیش‌تر است (Drackley, 1999). یکی از یافته‌های قابل توجه این پژوهش، افزایش بروز هیپوکلسیمی در فصل تابستان، به‌ویژه در گاوهای شکم اول بود. اگرچه اثر تنش گرمایی بر هیپوکلسیمی کم‌تر از سایر بیماری‌های متابولیک مورد مطالعه قرار گرفته است، اما شواهد موجود نشان می‌دهد که تنش گرمایی از طریق کاهش مصرف خوراک، اختلال در جذب مواد معدنی، تغییر تعادل اسید-باز و افزایش التهاب سیستمیک می‌تواند تنظیم متابولیسم کلسیم را مختل کند. Khan و همکاران (۲۰۱۵) نیز افزایش شیوع تب شیر در ماه‌های گرم سال را تأیید می‌کند. نکته قابل توجه آن بود که در تابستان تفاوت بین شکم‌های زایش در بروز هیپوکلسیمی کاهش یافت. این موضوع نشان می‌دهد که شدت تنش گرمایی ممکن است اثر عوامل فیزیولوژیک مرتبط با شکم زایش را تحت الشعاع قرار دهد و تمامی دام‌ها را در معرض فشار متابولیکی مشابهی قرار دهد. به بیان دیگر، در شرایط تنش گرمایی شدید، نقش فصل از نقش شکم زایش پررنگ‌تر می‌شود.

از نتایج دیگر این مطالعه، تداوم شیوع بالای هیپوکلسیمی تا روز سوم پس از زایش در فصل تابستان بود. درحالی‌که بسیاری از مطالعات کلاسیک گزارش کرده‌اند که غلظت کلسیم خون طی ۲۴ تا ۴۸ ساعت پس از زایش به تدریج به محدوده طبیعی بازمی‌گردد. به‌طوری‌که نتایج مطالعه حاضر نشان داد که بیش از ۷۵ درصد گاوها در تابستان تا سه روز پس از زایش همچنان در محدوده هیپوکلسیمی قرار داشتند. این یافته می‌تواند نشان‌دهنده بروز هیپوکلسیمی پایدار در شرایط تنش گرمایی باشد. در سال‌های اخیر، مطالعات نشان داده‌اند که تداوم هیپوکلسیمی در روزهای پس از زایش

ممکن است از نظر بیولوژیک و مدیریتی اهمیت بیش‌تری از هیپوکلسمی گذرای ساعات اولیه پس از زایش داشته باشد، زیرا با افزایش خطر بیماری‌های متابولیک، اختلال عملکرد دستگاه ایمنی و کاهش عملکرد تولیدمثلی همراه است (McArt & Neves, 2020). اگرچه در مطالعه حاضر متابولیسم کلسیم و پاسخ‌های هورمونی تنظیم‌کننده آن به‌طور مستقیم ارزیابی نشد، اما قرار گرفتن دام‌ها در شرایط تنش گرمایی متوسط تا شدید ($THI=74-82$) احتمالاً در تداوم اختلال هموستاز کلسیم نقش داشته است.

در مجموع، نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که اگرچه گاوهای چندشکم همچنان گروه پرخطر از نظر اختلالات متابولیک محسوب می‌شوند، اما تنش گرمایی می‌تواند الگوی معمول بروز بیماری‌ها را تغییر داده و تفاوت‌های ناشی از شکم زایش را کاهش دهد. این نتایج بر اهمیت اتخاذ راهبردهای مدیریتی متناسب با فصل تأکید دارد؛ در زمستان، تمرکز بر پیشگیری از هیپوکلسیمی، جفت‌ماندگی و حفظ سلامت رحم اهمیت بیش‌تری دارد، درحالی‌که در تابستان، کاهش تنش گرمایی، مدیریت سخت‌زایی و حفظ تولید آغوز باید در اولویت برنامه‌های مدیریتی قرار گیرد.

این پژوهش به‌صورت میدانی و در شرایط معمول مدیریتی چهار گاوداری صنعتی انجام شد و برخلاف مطالعات کنترل‌شده، امکان یکسان‌سازی کامل همه عوامل مدیریتی بین فصل‌ها وجود نداشت. اگرچه جیره‌های غذایی در هر گاوداری طی دو فصل مشابه بودند، اما برخی عوامل مدیریتی و محیطی، از جمله تراکم دام، نحوه مدیریت جایگاه، شرایط تهویه، مدیریت بستر و سایر اقدامات مدیریتی، متناسب با شرایط هر فصل متفاوت بود. بنابراین، بخشی از تفاوت‌های مشاهده‌شده می‌تواند ناشی از برهم‌کنش اثر فصل با این تفاوت‌های مدیریتی باشد. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده، ضمن افزایش تعداد گاوداری‌ها، اثر فصل در شرایط مدیریتی کنترل‌شده نیز موردبررسی قرار گیرد.

۵. نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که شاخص‌های مدیریتی دوره انتقال و بروز ناهنجاری‌های متابولیکی تحت تأثیر فصل، دوره شیرواری و به‌ویژه مدیریت گله قرار می‌گیرند. اگرچه حجم آغوز در تابستان کاهش می‌یابد، اما شیوع جفت‌ماندگی و متريت در زمستان بیش‌تر است و گاوهای با چندین دوره شیردهی نیز در هر دو فصل حساسیت بیش‌تری به هیپوکلسیمی و بیماری‌های پس از زایش نشان می‌دهند. علاوه بر شرایط اقلیمی، مدیریت گله نقش مهمی در سلامت گاوهای دوره انتقال دارد. بنابراین، پایش شاخص‌های دوره انتقال و اجرای راه‌کارهای مدیریتی متناسب با فصل و شکم‌زایی می‌تواند در کاهش اختلالات متابولیکی و بهبود سلامت و عملکرد گله‌های گاو شیری مؤثر باشد.

۶. ملاحظات اخلاقی

نویسندگان اصول اخلاقی را در انجام و انتشار این پژوهش علمی رعایت نموده‌اند و این موضوع مورد تأیید همه آن‌هاست.

۷. مشارکت نویسندگان

عباس رجائی‌راد: طرای اولیه پژوهش، انجام آزمایش، گردآوری و تحلیل داده‌ها، بازبینی مقاله؛

غلامرضا قربانی: استاد راهنمای پروژه، نظارت بر انجام آزمایش، بازبینی مقاله؛

محمد چوپانی: آماده‌سازی نتایج، تحلیل و تفسیر اطلاعات و نتایج، تهیه پیش‌نویس مقاله و بازبینی مقاله؛

علی جبار زارع: مشاوره، آماده‌سازی و تجزیه و تحلیل داده‌ها.

۸. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۹. حامی مالی

این پژوهش با حمایت سه گاوداری صنعتی واقع در استان اصفهان، شامل شرکت‌های کشت و دام گلدشت نمونه اصفهان، کشت و دام بهاران نقش جهان و کشت و دام نامفر انجام شد. بخشی از این پژوهش نیز در قالب پروژه پسادکتری با حمایت مالی بنیاد ملی علم ایران (INSF) و براساس طرح شماره ۴۰۰۵۲۰۹، مصوب کمیته تخصصی در تاریخ ۱۴۰۱/۰۳/۳۱، انجام شده است.

۱۰. تشکر و قدردانی

از مدیریت و کارکنان محترم شرکت‌های کشت و دام گلدشت نمونه اصفهان، کشت و دام بهاران نقش جهان، کشت و دام فکا و کشت و دام نامفر که با فراهم کردن شرایط لازم برای اجرای این پژوهش و همکاری در انجام مطالعات مزرعه‌ای، نقش ارزشمندی در پیشبرد این پژوهش داشتند و همچنین، از INSF به دلیل حمایت مالی، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۱۱. منابع

نیک‌خواه، اکبر؛ رضا قلی‌وند، عبدالله و خبازان، محمدهادی (۱۳۹۸). افت تولید شیر و ضررهای اقتصادی ناشی از بیماری‌های تولیدی: گله‌های بزرگ گاو شیری ایران. *مجله تحقیقات دامپزشکی دانشگاه شیراز*، ۲۲ (۲)، ۱۳۶-۱۳۹.

مهنانی، ابوالفضل؛ صادقی سفیدمزی، علی و صفاهانی لنگرودی، مهدی (۱۳۹۴). بررسی پیامدها و عوامل مؤثر بر میزان وقوع جفت‌ماندگی در گاوهای هلشتاین استان اصفهان. *علوم دامی/ایران*، ۴۶ (۱)، ۸۳-۹۶.

References

- Ahmadi, E., Nazari, H., & Hossini-Fahraji, H. (2019). Low developmental competence and high tolerance to thermal stress of ovine oocytes in the warm compared with the cold season. *Tropical Animal Health and Production*, 51(6), 1611-1618.
- Almoosavi, S. S., Ghoorchi, T., Naserian, A., Khanaki, H., Drackley, J., & Ghaffari, M. (2021). Effects of late-gestation heat stress independent of reduced feed intake on colostrum, metabolism at calving, and milk yield in early lactation of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 104(2), 1744-1758.
- Atashi, H., Zamiri, M.J., & Dadpasand, M. (2013). Association between dry period length and lactation performance, lactation curve, calf birth weight, and dystocia in Holstein dairy cows in Iran. *Journal of dairy science*, 96(6), pp.3632-3638.
- Becker, C., Collier, R., & Stone, A. (2020). Physiological and behavioral effects of heat stress in dairy cows. *Journal of dairy science*, 103 (8), 6751-6770.
- Drackley, J. K. (1999). Biology of dairy cows during the transition period: The final frontier? *Journal of Dairy Science*, 82(11), 2259-2273.
- Ferguson, J. D., Galligan, D. T., & Thomsen, N. (1994). Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *Journal of dairy science*, 77(9), 2695-2703.
- Giuliodori, M. J., Magnasco, R. P., Becu-Villalobos, D., Lacau-Mengido, I. M., Risco, C. A., & de la Sota, R. L. (2013). Metritis in dairy cows: Risk factors and reproductive performance. *Journal of dairy science*, 96(6), 3621-3631.
- Godden, S. (2008). Colostrum management for dairy calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 24(1), 19-39.

- Grummer, R. R. (1995). Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. *Journal of animal science*, 73(9), 2820-2833.
- Khan, A., Mushtaq, M.H., Khan, A.W., Chaudhry, M., & Hussain, A. (2015). Descriptive epidemiology and seasonal variation in prevalence of milk fever in KPK (Pakistan). *Global Veterinarian*, 14(4), 472-477.
- LeBlanc, S., Duffield, T., Leslie, K., Bateman, K., Keefe, G., Walton, J., & Johnson, W. (2002). Defining and diagnosing postpartum clinical endometritis and its impact on reproductive performance in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 85(9), 2223-2236.
- Mahnani, A., Sadeghi-Sefidmazgi, A., Safahani-Langroudi, M. (2015). Study of consequences and factors affecting the incidence of retained placenta in Holstein dairy cattle of Isfahan province of Iran. *Iranian Journal of animal Science*, 46(1), 83-91. doi: 10.22059/ijas.2015.54594. In Persian.
- Martinez, N., Risco, C., Lima, F., Bisinotto, R., Greco, L., Ribeiro, E., Santos, J. (2012). Evaluation of periparturient calcium status, energetic profile, and neutrophil function in dairy cows at low or high risk of developing uterine disease. *Journal of Dairy Science*, 95(12), 7158-7172.
- McArt, J., & Neves, R. (2020). Association of transient, persistent, or delayed subclinical hypocalcemia with early lactation disease, removal, and milk yield in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 103(1), 690-701.
- Menta, P. R., Machado, V. S., Piñeiro, J. M., Thatcher, W. W., Santos, J. E. P., & Vieira-Neto, A. (2022). Heat stress during the transition period is associated with impaired production, reproduction, and survival in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 105(5), 4474-4489.
- Nikkhah, A., Reza Gholivand, A., Khabazan, M.H. (2019). Milk production decline and economic losses due to production diseases: large dairy herds in Iran, *Journal of Veterinary Research*, Shiraz University, 22 (2), 136-139. In Persian.
- NRC. (2001). Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. National Academies Press, Washington, DC.
- Pereira, G., & Bexiga, R. (2025). A retrospective cohort study investigating the association of environment, milk performance and udder health with the yield and solid content of first-milking colostrum in Holstein dairy cows. *BMC Veterinary Research*, 21(1), 456.
- Roche, J. R., Friggens, N. C., Kay, J. K., Fisher, M. W., Stafford, K. J., & Berry, D. P. (2009). Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *Journal of Dairy Science*, 92(12), 5769-5801.
- Sheldon, I. M., Lewis, G. S., LeBlanc, S., & Gilbert, R. O. (2006). Defining postpartum uterine disease in cattle. *Theriogenology*, 65(8), 1516-1530.
- Soufleri, A., Banos, G., Panousis, N., Fletouris, D., Arsenos, G., Kougioumtzis, A., & Valergakis, G.E. (2021). Evaluation of factors affecting colostrum quality and quantity in Holstein dairy cattle. *Animals*, 11(7), 2005.
- Tao, S., Orellana, R.M., Weng, X., Marins, T.N., Dahl, G.E., & Bernard, J.K. (2018). Symposium review: The influences of heat stress on bovine mammary gland function. *Journal of dairy science*, 101(6), 5642-5654.
- West, J. W. (2003). Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 86(6), 2131-2144.
- Wheelock, J. B., Rhoads, R. P., VanBaale, M. J., Sanders, S. R., & Baumgard, L. H. (2010). Effects of heat stress on energetic metabolism in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 93(2), 644-655.