Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University

Research on Animal Production, Vol. 16, Issue 4, 2025 p: 164-175

OPEN ACCESS

Research Paper

The Effects of Optimilk on Milk Production and Composition in Heat-Stressed Dairy

Kamran Rezayazdi[1], Hassan Mehrabani Yeganeh[2], Seyed Esmaeil Ghorbi[3], Parham Moslehifar[3] , and Behin Lor Kalantari[3]

1- Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Tehran, Iran, (Corresponding author: rezayazdi@ut.ac.ir)
2- Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Tehran, Iran
3- Master's graduate, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Tehran, Iran

Received: 27 March, 2025 Revised: 04 July, 2025 Accepted: 16 August, 2025

Extended Abstract

Background: The heat caused by the metabolism of nutrients and the heat of the environment are two sources of imposing heat on livestock. Heat stress in dairy cows occurs when the imposed heat load exceeds the animal's ability to eliminate it. Heat stress in lactating cows leads to a decrease in feed consumption, a reduction in milk production and quality, especially a decrease in milk fat, a decline in reproductive performance, the occurrence of various metabolic disorders, such as acidosis, endangered health, and reduced longevity of animals in the herd. The annual increase in the intensity and duration of heat, as well as the high importance of the final price of milk production and the existence of financial incentives to produce more milk fat, necessitate finding suitable nutritional solutions, along with management solutions to deal with heat stress as a challenge lasting for years that has caused continuous and large losses to milk producers in the world and Iran. In recent years, research has investigated using additives containing medicinal plants' essential oils or effective compounds as a nutritional solution to deal with animal heat stress. This study was conducted to investigate the effect of a mix of medicinal plant essential oils, including four families of aromatic compounds (aldehydes, monoterpene hydrocarbons, monoterpenols, and phenols) as an effective additive in reducing the negative effects of heat stress, on milk production and composition in Holstein dairy cows.

Methods: In this experiment, 90 Holstein dairy cows with an average milk production of 31.8 ± 4.7 kg per day and an average lactation of 180 ± 20 days were divided into two experimental groups in a completely random design, namely 1) a control and 2) medicinal plant essential oils. The experiment comprised two phases of without treatment (initial 21 days) and treatment days (45 days). During the main experiment, 50 g of a 2% mixture of medicinal plant essential oils with calcium carbonate was provided daily to the second group. The temperature-humidity index (THI) was calculated daily. Milk production and composition, persistency of milk production, feed consumption and efficiency, rectal temperature, respiration rate, and milk somatic cells were investigated and measured. The MIXED procedure of SAS software version 9 was used for the statistical analysis.

Results: Although an increase in THI led to a decrease in milk production in both experimental groups, the slope of the decrease in milk production was higher in the control group than in the group that fed medicinal plant essential oils. The comparison results of the average slope of the lactation curve line, considered an index of the persistency of milk production, showed that the medicinal plant essential oil could significantly reduce milk production loss caused by heat stress ($P < 0.01$). This medicinal plant essential oils led to a significant increase (3.4% on average) in daily milk production ($P < 0.05$). Moreover, significant increases were observed in average daily 3.5% fat-corrected (3.5% FCM) milk production from 28.83 kg to 29.81 kg (+3.40%), the average daily 4% fat-corrected milk production (FCM 4%) from 26.66 kg to 27.58 kg (+3.45%), and energy-corrected daily milk production (ECM) from 28.91 kg to 29.86 kg (3.28%) ($P < 0.05$). Medicinal plant essential oils did not significantly affect daily dry matter intake and feed efficiency. It significantly reduced rectal temperature and the breathing rate by affecting vascular dilation ($P < 0.05$). The percentage of milk fat, the percentage and amount of milk protein, and the amount of urea nitrogen in milk were not significantly affected by medicinal plant essential oils. There was no significant difference between total solids and solids without milk fat, although these traits tended to be significant (P-values 0.07 and 0.09,

Copyright ©2025 Rezayazdi et al. Published by Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 Unported License which allows users to read, copy, distribute and make derivative works for non-commercial purposes from the material, as long as the author of the original work is cited properly.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.66224/rap.2025.1451]

respectively). The average amount of milk fat was significantly higher in the group of cows fed medicinal plant essential oils than in the control group due to a significant increase in the amount of milk production (40 g per day) ($P < 0.05$).The medicinal plant essential oil led to a significant decrease in the number of milk somatic cells and the score of milk somatic cells and a significant increase in the percentage of milk lactose ($P < 0.05$).

Conclusion: According to the experimental results, medicinal plant essential oils led to a significant decrease in the rectal temperature and respiratory rate of cows in heat stress ($P < 0.05$). It also significantly increased daily milk production, 3.5% fat-corrected milk production (3.5% FCM), 4% fat-corrected milk production (4% FCM), and energy-corrected milk (ECM) ($P < 0.05$). Medicinal plant essential oils increased the average amount of milk fat of each cow by 40 g per day ($P < 0.05$), with no negative effects on the percentage and amount of milk protein. Furthermore, the number of milk somatic cells significantly decreased and the percentage of milk lactose increased by feeding medicinal plant extracts ($P < 0.05$). According to the results of this research, adding 50 g of 2% medicinal plant essential oil mixture to the feed of Holstein dairy cows is an appropriate approach to improve the productive performance and health of dairy animals and economic production of milk, especially in hot seasons.

Keywords: Heat stress, Medicine plants, Milk production, Milk composition, Respiratory rate

How to Cite This Article: Rezayazdi, K., Mehrabani Yeganeh, H., Ghorbi, S.E., Moslehifar, P. & Lor Kalantari, B. (2025). The Effects of Optimilk on Milk Production and Composition in Heat-Stressed Dairy. *Res Anim Prod,* 16(4), 164-175. DOI: 10.61882/rap.2025.1451

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.66224/rap.2025.1451]

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

مقاله پژوهشی

تأثیر مصرف اپتی‌میلک بر تولید و ترکیب شیر گاوهای هلشتاین تحت تنش گرمایی

کامران رضایزدی[۱]، حسن مهربانی یگانه[۲]، سید اسماعیل قربی[۳]، پرهام مصلحی‌فر[۳] و بهین لرکلانتری[۳]

۱- استاد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران، (نویسنده مسوول: rezayazdi@ut.ac.ir)
۲- دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۱/۰۷ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۴/۰۴/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۲۵
صفحه ۱۶۴ تا ۱۷۵

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: دو منبع تحمیل حرارت به دام، حرارت ناشی از سوخت و ساز مواد مغذی و حرارت محیط هستند. زمانی‌که بار حرارتی تحمیل‌شده بیش از توانایی دام برای دفع آن باشد، تنش گرمایی ایجاد می‌شود. از جمله اثرات تنش گرمایی در دام‌های شیرده می‌توان به کاهش مصرف خوراک، کاهش تولید شیر، کاهش کیفیت شیر به‌ویژه کاهش چربی شیر، کاهش عملکرد تولیدمثلی، بروز انواع ناهنجاری‌های متابولیک مانند اسیدوز و به خطر افتادن سلامت و کاهش ماندگاری دام در گله اشاره کرد. تنش حرارتی چالشی است که سال‌ها خسارات اقتصادی مداوم و زیادی را به تولیدکنندگان شیر در دنیا و ایران وارد نموده است و با توجه به افزایش سالیانه شدت و مدت گرما، و همچنین به‌دلیل اهمیت زیاد قیمت تمام‌شده تولید شیر و وجود مشوق‌های مالی برای تولید میزان بیشتر چربی شیر، یافتن راهکارهای مناسب تغذیه‌ای در کنار راهکارهای مدیریتی برای مقابله با تنش حرارتی بسیار حائز اهمیت است. در سال‌های اخیر، پژوهش‌هایی در رابطه با استفاده از افزودنی‌های حاوی عصاره یا ترکیبات مؤثره گیاهان دارویی به‌عنوان راهکاری تغذیه‌ای برای مقابله با تنش حرارتی در حیوانات انجام شده‌اند. این مطالعه با هدف بررسی تأثیر عصاره گیاهان دارویی اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia*)، پونه‌کوهی (*Origanum vulgare*)، دارچین (*Cinnamomum verum*) و اکالیپتوس (*Eucalyptus globulus*) شامل چهار خانواده از ترکیبات آروماتیک (آلدهیدها، هیدروکربن‌های مونوترپن، مونوترپنول‌ها و فنل‌ها) به‌عنوان یک افزودنی مؤثر در کاهش اثرات منفی تنش حرارتی بر تولید و ترکیب شیر گاوهای شیرده هلشتاین صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها: ۹۰ رأس گاو شیرده هلشتاین با میانگین تولید شیر ۴/۷±۳۱/۸ کیلوگرم در روز و میانگین روزهای شیردهی ۲۰±۱۸۰ روز برای مدت ۶۶ روز، در قالب یک طرح کاملاً تصادفی در دو گروه آزمایشی ۱) شاهد و ۲) عصاره گیاهان دارویی دسته‌بندی شدند. آزمایش دارای دو مرحله بدون اعمال تیمار (۲۱ روز ابتدایی) و آزمایش اصلی (۴۵ روز) بود. طی آزمایش اصلی، روزانه ۵۰ گرم مخلوط ۲٪ اپتی‌میلک (عصاره گیاهان اسطوخودوس، پونه‌کوهی، دارچین و اکالیپتوس) با کربنات کلسیم در اختیار گروه دوم قرار گرفت. شاخص دما-رطوبت (THI) به صورت روزانه محاسبه شد. صفات تولید و ترکیب شیر، تداوم شیردهی، مصرف و بازدهی خوراک، دمای رکتوم، نرخ تنفس و سلول‌های بدنی شیر مورد بررسی و اندازه‌گیری قرار گرفتند. از رویه MIXED نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹ جهت بررسی و مقایسه آماری استفاده شد.

یافته‌ها: با وجود این که افزایش THI منجر به کاهش تولید شیر در هر دو گروه آزمایشی گردید، اما شیب کاهش تولید شیر در گروه شاهد بیشتر از گروه مصرف‌کننده عصاره گیاهان دارویی بود. نتایج مقایسه میانگین شیب‌خط منحنی شیردهی، که به‌عنوان شاخص تداوم شیردهی در نظر گرفته می‌شود، نشان دادند که افزودنی حاوی عصاره گیاهان دارویی توانست به‌طور معنی‌داری کاهش تولید شیر ناشی از تنش حرارتی را کاهش دهد (P <۰/۰۰۰۱). افزودنی حاوی عصاره گیاهان دارویی منجربه افزایش (به‌طور میانگین ۳/۴ درصد) معنی‌دار تولید شیر روزانه گردید (P = ۰/۰۲). همچنین، با مصرف عصاره گیاهان دارویی به‌طور معنی‌داری میانگین تولید شیر روزانه تصحیح‌شده براساس ۳/۵ درصد چربی (3.5%FCM) از ۲۸/۸۳ کیلوگرم به ۲۹/۸۱ کیلوگرم (۳/۴۰+ درصد) (P = ۰/۰۴)، میانگین تولید شیر روزانه تصحیح‌شده بر اساس ۴ درصد چربی (4%FCM) از ۲۶/۶۶ کیلوگرم به ۲۷/۵۸ کیلوگرم (۳/۴۵+ درصد) (P=۰/۰۳) و تولید شیر روزانه تصحیح‌شده براساس انرژی (ECM) از ۲۸/۹۱ کیلوگرم به ۲۹/۸۶ کیلوگرم (۳/۲۸ درصد) (P=۰/۰۴) افزایش یافتند. مصرف عصاره گیاهان دارویی تأثیر معنی‌داری بر ماده خشک مصرفی روزانه دام‌ها و بازدهی خوراک نداشت. استفاده از عصاره گیاهان دارویی با تأثیر بر اتساع عروق، دمای رکتوم (P = ۰/۰۲) و نرخ تنفس (P < ۰/۰۰۰۱) را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. ترکیب عصاره گیاهان دارویی مورد آزمایش تأثیر معنی‌داری بر درصد چربی شیر، درصد و مقدار پروتئین شیر و همچنین میزان نیتروژن اوره‌ای شیر نداشت. همچنین، بین کل مواد جامد و مواد جامد بدون چربی شیر تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، اگرچه این صفات تمایل به معنی‌داری داشتند (مقادیر P به‌ترتیب ۰/۰۷ و ۰/۰۹). میانگین مقدار چربی شیر تولیدشده در گروه گاوهای تغذیه‌شده با ترکیب عصاره گیاهان دارویی به دلیل افزایش معنی‌دار میزان تولید شیر به‌طور معنی‌داری (۴۰ گرم در روز) بیشتر از گروه شاهد بود (P = ۰/۰۴). به علاوه، مصرف ترکیب عصاره گیاهان دارویی منجربه کاهش معنی‌دار شمار سلول‌های بدنی شیر و امتیاز شمار سلول‌های بدنی شیر و افزایش معنی‌دار درصد لاکتوز شیر گردید (P < ۰/۰۰۰۱).

نتیجه‌گیری: نتایج تحقیق حاضر نشان دادند که مصرف عصاره گیاهان دارویی منجربه کاهش معنی‌دار دمای رکتوم (P = ۰/۰۲) و نرخ تنفسی (P < ۰/۰۰۰۱) در گاوهای تحت تنش حرارتی شد. همچنین، تولید شیر روزانه (P=۰/۰۲)، تولید شیر تصحیح‌شده بر اساس چربی ۳/۵ درصد (3.5%FCM) (P = ۰/۰۴)، تولید شیر تصحیح‌شده براساس ۴ درصد چربی (4%FCM) (P = ۰/۰۳) و شیر تصحیح‌شده بر اساس انرژی (ECM) (P = ۰/۰۴) را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. ترکیب عصاره گیاهان دارویی، بدون تأثیر منفی بر درصد و مقدار پروتئین شیر ، به‌طور میانگین مقدار چربی شیر تولیدشده از هر گاو را ۴۰ گرم در روز افزایش داد (P = ۰/۰۴). همچنین، شمار سلول‌های بدنی شیر به‌طور معنی‌داری با مصرف عصاره گیاهان دارویی کاهش (P < ۰/۰۰۰۱) و درصد لاکتوز شیر افزایش یافتند (P < ۰/۰۰۰۱). با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، افزودن روزانه ۵۰ گرم مخلوط ۲ درصد عصاره گیاهان دارویی به ازای هر رأس دام به خوراک گاوهای شیرده هلشتاین جهت بهبود عملکرد تولیدی، سلامت دام‌های شیری و تولید اقتصادی شیر به‌ویژه در فصول گرم سال می‌تواند راهکاری مناسب باشد.

واژه‌های کلیدی: گیاه دارویی، تولید شیر، ترکیب شیر، نرخ تنفس، تنش گرمایی

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.66224/rap.2025.1451]

مقدمه

حساسیت زیاد گاوهای شیرده هلشتاین به دمای بالای محیط و اثرات منفی آن بر عملکرد تولیدی این دام‌ها در مقالات بسیاری مورد بحث قرار گرفته‌اند (Galán *et al.*, 2018). حرارت ناشی از سوخت و ساز مواد مغذی و حرارت محیط دو منبع تحمیل حرارت به دام هستند. تنش گرمایی در گاوهای شیری زمانی ایجاد می‌شود که بار حرارتی تحمیل‌شده بیش از توانایی دام برای دفع آن باشد (Kadzere *et al.*, 2002). پیش‌بینی می‌شود که دمای کره‌زمین طی هشتاد سال آینده به‌طور میانگین ۱/۴ تا ۳ درجه سانتی‌گراد و در برخی مناطق تا ۵ درجه سانتی‌گراد افزایش یابد (IPCC, 2013). افزایش سطح تولید شیر، افزایش نیازهای تغذیه‌ای و درنتیجه افزایش فشار متابولیک بر بدن دام‌ها و همچنین افزایش دمای محیط در سال‌های اخیر خطر قرارگرفتن دام‌های شیرده در معرض تنش گرمایی را بیش از پیش ساخته‌اند. تنش گرمایی در دام‌های شیرده منجر به کاهش مصرف خوراک، کاهش تولید شیر، کاهش کیفیت شیر به‌ویژه کاهش چربی شیر، کاهش عملکرد تولیدمثلی، بروز انواع ناهنجاری‌های متابولیک مانند اسیدوز و به‌خطر افتادن سلامت و کاهش ماندگاری دام در گله و در نهایت خسارات اقتصادی زیاد و مداوم برای تولیدکنندگان شیر خواهد شد (Nienaber & Hahn, 2007). شاخص دما-رطوبت (THI) یکی از رایج‌ترین شاخص‌های مورد استفاده برای ارزیابی وضعیت گاو از نظر دمای محیط است که به‌طور هم‌زمان دما و رطوبت‌نسبی محیط را مد نظر قرار می‌دهد (NRC, 1971). شدت تنش حرارتی واردشده به گاوهای شیری در شاخص دما-رطوبت ۷۰ <، طبیعی، ۷۷-۷۱، هشدار، ۸۳-۷۸، خطرناک و ۸۳ >، اضطراری طبقه‌بندی می‌شود. با این حال، در برخی مطالعات کاهش تولید شیر در THI بین ۶۰ تا ۷۰ نیز مشاهده شد (Brügemann *et al*., 2012; Herbut *et al*., 2015; Zimbelman *et al*., 2011).

به‌طور سنتی، از انواع سامانه‌های خنک‌کننده مانند سایبان، اسپری آب، تهویه و فن برای مقابله با تنش حرارتی دام‌ها استفاده می‌شود. علاوه بر این، اثربخشی روش‌های تغذیه‌ای مانند افزودن چربی‌ها و اسیدهای چرب به خوراک (Warntjes *et al*., 2008)، جایگزینی بخشی از علوفه جیره با منابع غیر علوفه‌ای NDF با گوارش‌پذیری بالا (Halachmi *et al*., 2004) استفاده از افزودنی‌های میکروبی (Zhu *et al*., 2016)، افزودن مقادیر بیشتر و یا استفاده از منابع دارای زیست‌فراهمی بالاتر ویتامین‌ها و مواد معدنی (De e*t al*., 2014; Sejian *et al*., 2012; Soltan, 2010; Weng *et al*., 2018) و تغییر تعادل آنیون-کاتیون جیره (Hu & Murphy, 2004) برای مقابله با تنش حرارتی در دام‌های شیرده همواره مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. در سال‌های اخیر نیز پژوهش‌هایی در رابطه با استفاده از افزودنی‌های حاوی عصاره یا ترکیبات مؤثره گیاهان دارویی به عنوان راهکاری تغذیه‌ای برای مقابله با تنش حرارتی در حیوانات انجام شده‌اند (Benchaar *et al*., 2008; Boyd *et al*., 2011; Pan *et al*., 2014; Shan *et al*., 2018).

اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia*) حاوی استرول، کامفور، کومارین، فلانوئیدها، آلکالوئیدها، ویتامین‌ها، لیمونین، تانن و پلی‌فنل است. خاصیت آنتی‌اکسیدانی عصاره اسطوخودوس به‌خاطر وجود ترکیبات فنولی و فلاونوئیدها است که می‌توانند موجب افزایش غلظت آنتی‌اکسیدانی غیر آنزیمی و تشدید فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی از جمله گلوتاتیون پراکسیداز، کاتالاز، سوپراکسیددیسموتاز و کاهش غلظت مالون‌دی‌آلدهید شوند. اسطوخودوس همچنین موجب مهار سنتز نیتریک اکسایدشده و دارای اثرات آنتی‌اکسیدانی قدرتمندی است و میزان ویتامین C آن بسیار بالا است (Tabatabaei Vakili, 2020).

ترکیبات فرار اصلی موجود در گیاه پونه‌کوهی (*Origanum vulgare*) عبارت از کارواکرول، تیمول، ال‌ترپینن و پی‌سیمن هستند که فعالیت‌های ضد باکتریایی و آنتی‌اکسیدانی قوی دارند. کارواکرول و تیمول مونو ترپانوئیدهایی با فعالیت ضد میکروبی قوی در مقابل باکتری‌های گرم مثبت و منفی هستند که علاوه بر خاصیت ضد میکروبی، دارای خاصیت ضد قارچی و آنتی‌اکسیدانی هستند (Shahabi *et al*., 2016).

دارچین (*Cinnamomum verum*) حاوی سینامالدهید، ترکیبات فنولیک، هیدروکربن‌ها و به میزان کمتری کتون‌ها، الکل‌ها و استرها است. خواص آنتی‌اکسیدانی دارچین در بسیاری تحقیقات به اثبات رسیده‌اند. عصاره دارچین از رشد برخی از گونه‌های باکتری مانند ای‌کلای، انتروکوکوس، استافیلوکوکوس و سالمونلا جلوگیری به‌عمل می‌آورد (Shirzadegan, & Rezaeipour, 2016).

سینئول یکی از ترکیبات اصلی تشکیل دهنده اسانس اکالیپتوس است که بیش از ۹۰ درصد از ترکیبات تشکیل دهنده آن را شامل می‌شود. این ترکیب فعالیت ضدالتهابی و آنتی اکسیدانی قابل توجهی دارد (Tan *et al*., 2024)

بنا بر این، با توجه افزایش سالیانه مدت و شدت گرما در کشور ایران و شیوع سندرم کاهش چربی شیر در فصول گرم سال و همچنین به‌دلیل اهمیت تولید اقتصادی شیر باتوجه‌به کمبود مواد غذایی و تأکید ویژه خریداران شیر بر درصد چربی شیر و وجود مشوق‌های مالی برای خرید شیر دارای درصد چربی بالاتر، مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر عصاره‌های چند گیاه دارویی، به‌عنوان یک افزودنی مؤثر در کاهش اثرات منفی تنش حرارتی در دام‌های شیرده، بر تولید و ترکیب شیر گاوهای شیرده هلشتاین تحت تنش حرارتی انجام شد.

مواد و روش‌ها

حیوانات، تغذیه، طرح آزمایشی و جیره‌های آزمایشی

مطالعه حاضر در گاوداری صنعتی شرکت بستان ایران واقع در شهرستان نظرآباد استان البرز برای مدت ۶۶ روز در تیرماه ۱۴۰۱ اجرا گردید. برای این منظور، ۹۰ رأس گاو شیرده هلشتاین شکم دو و بالاتر با میانگین تولید شیر ۸/۷±۳۱/۴ کیلوگرم در روز و میانگین روزهای شیردهی ۲۰±۱۸۰ روز در قالب یک طرح کاملاً تصادفی در دو گروه

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOI: 10.66224/rap.2025.1451]

آزمایشی ۱) شاهد و ۲) عصاره گیاهان دارویی دسته‌بندی شدند (۴۵ گاو در هر گروه آزمایشی). تا پایان طرح، شرایط جایگاه و بهاربند در هر دو دسته یکسان بودند. ابعاد بهاربندها ۶۰ در ۴۲ (بخش مسقف ۶۰ در۱۳ و غیر مسقف ۶۰ در ۲۹) و مجهز به مه‌پاش بودند.

آزمایش دارای دو مرحله بدون اعمال تیمار (۲۱ روز ابتدایی) و آزمایش اصلی (۴۵ روز) بود. طی آزمایش اصلی، روزانه ۵۰ گرم مخلوط ۲٪ اپتی‌میلک با کربنات‌کلسیم در اختیار گروه عصاره گیاهان دارویی قرار گرفت (۱ گرم اپتی‌میلک خالص در روز). همچنین، برای یکسان شدن شرایط روزانه ۵۰ گرم کربنات‌کلسیم به جیره گروه شاهد افزوده شد. اپتی‌میلک® (شرکت Neofeed، فرانسه) ترکیبی کاملاً طبیعی از عصاره گیاهان دارویی و حاوی چهار خانواده از ترکیبات آروماتیک (آلدهیدها، هیدروکربن‌های مونوترپن، مونوترپنول‌ها و فنل‌ها) است که از گیاهان دارویی اسطوخودوس، دارچین، پونه‌کوهی و اکالیپتوس استخراج شده است.

جیره غذایی پایه در طول اجرای طرح در هر دودسته مشابه بود و در چهار وعده (ساعات ۸:۰۰، ۱۱:۰۰، ۱۶:۰۰ و ۱۹:۰۰) در اختیار گاوها قرار گرفت. ترکیب، انرژی و مواد مغذی جیره پایه در جدول ۱ نشان داده شده‌اند. کربوهیدرات غیر الیافی از کسر خاکستر، چربی خام، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی از صد در صد ماده خشک محاسبه و در جدول ۱ ذکر شده است. همچنین تمامی دام‌ها به آب تازه و تمیز دسترسی آزاد داشتند.

جدول ۱- مواد خوراکی، انرژی و مواد مغذی جیره پایه (بر حسب ماده خشک)

Table 1. The composition, energy, and nutrients of the basal diet (DM)

مواد خوراکی (Ingredients)	واحد (Unit)	مقدار (Amount)
دانه جو Barley grain	درصد %	4.07
دانه ذرت Corn grain	درصد %	17.95
کنجاله سویا Soybean meal	درصد %	2.37
کنجاله کانولا Canola meal	درصد %	6.33
پودر گوشت و استخوان Meat and bone meal	درصد %	4.40
سبوس گندم Wheat bran	درصد %	3.09
نمک طعام Salt	درصد %	0.34
بی‌کربنات سدیم Sodium bicarbonate	درصد %	1.02
مکمل ویتامینی معدنی Vitamin and mineral mix	درصد %	1.02
کربنات کلسیم Calcium carbonate	درصد %	0.34
اوره Urea	درصد %	0.10
بنتونیت Bentonite	درصد %	0.84
توکسین بایندر Toxin binder	درصد %	0.13
یونجه Alfa alfa	درصد %	10.02
ذرت سیلو شده Corn silage	درصد %	42.00
تفاله چغندرقند Beet pulp	درصد %	4.04
کاه گندم Wheat straw	درصد %	1.94
انرژی و مواد مغذی (Nutrient and energy)	**واحد (Unit)**	**مقدار (amount)**
ماده خشک DM	درصد %	43.00
انرژی قابل سوخت‌وساز* ME	مگاکالری در کیلوگرم Mcal/kg	2.44
انرژی خالص شیردهی* NE_L	مگاکالری در کیلوگرم Mcal/kg	1.50
پروتئین خام CP	درصد در ماده خشک % in DM	13.50
چربی خام EE	درصد در ماده خشک % in DM	3.47
الیاف شوینده خنثی NDF	درصد در ماده خشک % in DM	38.69
الیاف شوینده اسیدی ADF	درصد در ماده خشک % in DM	22.19
خاکستر Ash	درصد در ماده خشک % in DM	5.54
کربوهیدرات غیرالیافی NFC	درصد در ماده خشک % in DM	38.8
کلسیم Calcium	درصد در ماده خشک % in DM	0.60
فسفر Phosphorus	درصد در ماده خشک % in DM	0.35

*محاسبه‌شده براساس NRC (2001)

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.66224/rap.2025.1451]

ثبت داده‌ها، نمونه‌گیری و محاسبات

جهت بررسی شرایط گاوها از نظر تنش حرارتی، دمای خشک و رطوبت نسبی هوا به‌صورت روزانه توسط دما و رطوبت‌سنج دیجیتال HTC-2 (شرکت ولویتا، چین) در ساعت ۱۴:۰۰ ثبت و شاخص دما–رطوبت براساس فرمول ارائه‌شده توسط NRC (۱۹۷۱) محاسبه گردیدند. در رابطه (۱)، THI شاخص دما–رطوبت، T دمای خشک بر اساس سانتی‌گراد و RH رطوبت‌نسبی براساس درصد هستند (NRC, 1971).

(رابطه ۱): $THI = (1.8 \times T + 32) - (0.55–0.0055 \times RH) \times (1.8 \times T - 26)$

مقدار تولید شیر با جمع شیر تولیدشده توسط هر گاو طی سه وعده شیردوشی (ساعات ۵:۰۰، ۱۳:۰۰ و ۲۳:۰۰) به‌صورت روزانه اندازه‌گیری شد. همچنین، جهت بررسی ترکیب شیر در طول آزمایش، دوبار در هفته و از هر سه وعده شیردوشی به‌صورت انفرادی نمونه گرفته شد. برای تعیین درصد چربی، درصد پروتئین، لاکتوز، کل مواد جامد، مواد جامد عاری از چربی، شمار سلول‌های بدنی و میزان نیتروژن اوره‌ای، شیر به آزمایشگاه آنالیز ترکیب شیر واقع در شهر کرج استان البرز منتقل گردید. مصرف خوراک روزانه با کسر پس‌آخور از کل خوراک ارائه شده محاسبه گردید.

بر اساس داده‌های ثبت‌شده از مقدار تولید شیر، ترکیب شیر و خوراک مصرفی هر دام، تولید شیر تصحیح‌شده براساس ۳/۵ درصد چربی (3.5% FCM)، تولید شیر تصحیح‌شده براساس ۴ درصد چربی (4% FCM) و تولید شیر تصحیح‌شده بر اساس انرژی (ECM) مطابق با روابط (۲)، (۳) و (۴) محاسبه شد.

(رابطه ۲) (Cassell, 1992)

$$3.5\%\ FCM\ kg = (0.432 \times kg\ milk) + (16.22 \times kg\ milk\ fat)$$

(رابطه ۳) (Cassell, 1992)

$$4\%\ FCM\ kg = (0.4 \times kg\ milk) + (15 \times kg\ milk\ fat)$$

(رابطه ۴) (Bernard, 1997)

$$ECM\ kg = (0.325 \times kg\ milk) + (12.86 \times kg\ milk\ fat) + (7.04 \times kg\ milk\ protein)$$

بازدهی خوراک از تقسیم 3.5%FCM بر ماده‌خشک مصرفی محاسبه شد. علاوه بر این، به‌دلیل اهمیت تداوم شیردهی در گاوهای شیرده در مقابله با تنش حرارتی و افزایش روزهای شیردهی، منحنی شیردهی هر گاو به‌صورت جداگانه رسم شد و شیب‌خط منحنی شیردهی به‌عنوان شاخصی از تداوم شیردهی مورد مقایسه آماری قرار گرفت (Grossman *et al*., 1999).

دمای رکتوم در دو روز هفته و در ساعات ۸:۰۰، ۱۰:۰۰، ۱۴:۰۰ و ۱۶:۰۰ توسط دماسنج مقعدی AG-Medix AG-102 (شرکت AG Medix، ایالات متحده) اندازه‌گیری و ثبت گردید. نرخ تنفسی نیز در دو روز هفته و در ساعات ۸:۰۰، ۱۰:۰۰، ۱۴:۰۰ و ۱۶:۰۰ با مشاهده بصری حرکات پهلو تعیین شد.

جهت بررسی سلول‌های بدنی شیر (SCC) از امتیاز شمار سلول‌های بدنی شیر (SCCS) از طریق تبدیل لگاریتمی رابطه (۵) استفاده شد (Ali & Shook, 1980). در این شاخص، گاوهای دارای امتیاز شمار سلول‌های بدنی شیر صفر تا ۳ سالم، گاوهای با امتیاز ۳ تا ۷ مشکوک به ورم پستان‌های تحت بالینی و گاوهای با امتیاز ۷ تا ۹ ناسالم در نظر گرفته می‌شوند (Shook & Seaman, 1983).

رابطه (۵) $SCCS = \log_2\left(\frac{SCC}{100000}\right) + 3$

آنالیز آماری داده‌ها

جهت بررسی و مقایسه آماری باتوجه‌به ماهیت تکرارشونده داده‌ها از رویه MIXED نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹ استفاده گردید. از داده‌های ثبت‌شده در روزهای بدون اعمال تیمار هر گاو به‌عنوان عامل کووریت همان گاو استفاده شد. تمام میانگین‌های گزارش‌شده به‌صورت LSMeans هستند. مدل آماری کامل استفاده شده به شرح زیر است:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + P_j + (TP)_{ij} + b\,(C_{ijk} - \bar{C}) + A_{ijk}(T_i) + e_{ijk}$$

Yijk= متغیر وابسته
μ= میانگین جامعه
Ti= اثر تیمار
Pj= اثر زمان
(TP)ij= اثر متقابل تیمار در زمان
b= ضریب تابعیت از عامل کووریت
Cijk= داده کووریت برای هر دام
$\bar{C}$= میانگین عامل کووریت
Aijk(Ti)= اثر تصادفی حیوان در تیمار
eijk= اثرات باقیمانده

نتایج و بحث

وضعیت دام‌ها از نظر THI و شدت تنش حرارتی

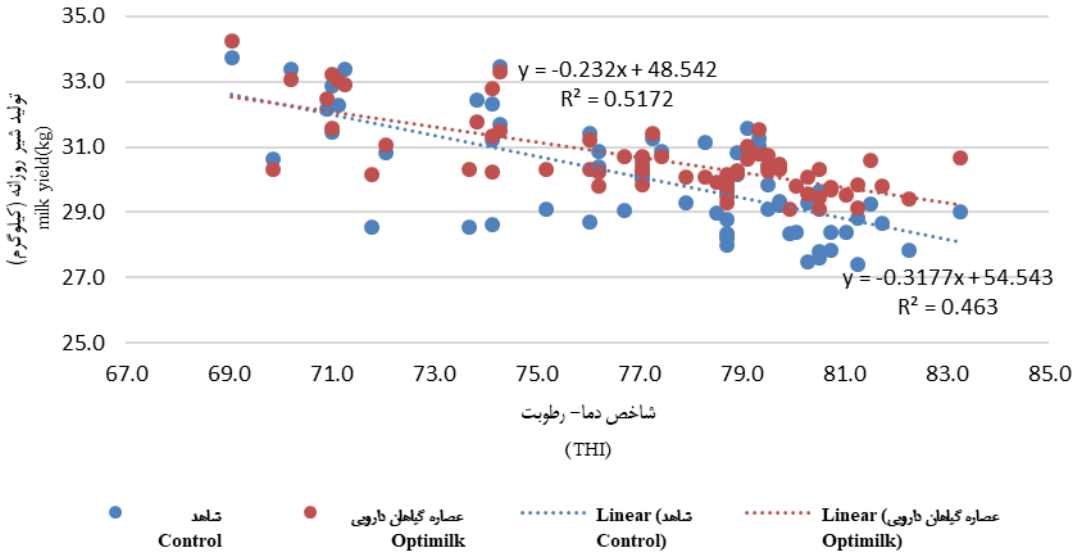
بر اساس اندازه‌گیری‌های صورت‌گرفته، میانگین دما ۳/۷۰ ± ۳۳/۴ درجه سانتی‌گراد، میانگین رطوبت‌نسبی هوا ۲/۰۲ ± ۲۱/۰۶ درصد و میانگین شاخص دما–رطوبت محاسبه‌شده ۳/۴۹ ±۳/۷۷ بودند. بر اساس طبقه‌بندی صورت گرفته توسط NRC (۱۹۷۱)، به‌طور تقریبی دام‌ها نیمه ابتدایی طرح را تحت تنش حرارتی متوسط (THI ۷۱ تا ۷۷، مرحله هشدار) و با پیش‌رفتن در فصل گرم، نیمه دوم طرح را تحت تنش حرارتی شدید (THI ۷۸ تا ۸۳، مرحله خطرناک) سپری کردند.

تأثیر تنش حرارتی بر میزان تولید شیر روزانه گاوهای شیرده هلشتاین در مطالعات بسیاری به اثبات رسیده است (Bohmanova *et al*., 2007; Ravagnolo *et al*., 2000; Zimbelman *et al*., 2011). در مطالعه حاضر نیز افزایش THI منجر به کاهش تولید شیر در هر دو گروه آزمایشی گردید. با این‌حال، شیب کاهش تولید شیر در گروه شاهد بیشتر از گروه مصرف‌کننده عصاره گیاهان دارویی بود.

تغییرات تولید شیر روزانه در مقابل تغییرات THI در شکل ۱ ارائه شده‌اند. با این‌حال، با توجه به R^2 معادله خط و

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOI: 10.66224/rap.2025.1451]

میانگین روزهای شیردهی در هر دو گروه آزمایشی (۱۸۰ روز) می‌توان بخشی از کاهش تولید شیر را به افزایش روزهای شیردهی و تبدیل گاو پرتولید به متوسط تولید و کم تولید مرتبط دانست.



شکل ۱- تغییرات تولید شیر روزانه در برابر تغییرات THI
Figure 1. Changes in daily milk yield against changes in THI

میانگین دمای رکتوم و نرخ تنفسی گاوهای شیرده تغذیه‌شده با جیره‌های مختلف آزمایشی در جدول ۲ نشان داده شده است. در برخی مطالعات، میانگین دمای رکتوم و نرخ تنفس در گاوهای شیرده پیش از وقوع تنش حرارتی ۳۸/۵ درجه سانتی‌گراد و ۴۸ تنفس در دقیقه گزارش شد (Li *et al*., 2020).

جدول ۲- مقایسه میانگین دمای رکتوم و نرخ تنفسی گاوهای شیرده
Table 2- A comparison of the average rectal temperature and respiratory rate of lactating cows

صفت اندازه‌گیری شده Measured item	جیره‌های آزمایشی Trial diet		SEM	مقادیر P P-value		
	شاهد Control	عصاره گیاهان دارویی Medicinal plants' essential oils		جیره Diet	زمان Time	جیره ×زمان Time × diet
دمای رکتوم (سانتی‌گراد) Rectal temperature (°C)	39.01[a]	38.90[b]	0.043	0.0201	<0.0001	<0.0001
نرخ تنفسی (تنفس در دقیقه) Respiratory rate (breaths per minute)	68.37[a]	64.31[b]	0.891	<0.0001	<0.0001	<0.0001

* حروف لاتین متفاوت در هر ردیف وجود اختلاف معنی‌دار را نشان می‌دهند ($P < ۰/۰۵$).

در تحقیق حاضر، میانگین دمای رکتوم و نرخ تنفسی در دو گروه شاهد و عصاره گیاهان دارویی به‌ترتیب ۳۹/۰۱ و۳۸/۹۰ درجه سانتی‌گراد و ۶۸/۳۷ و ۶۴/۳۱ تنفس در دقیقه بودند که این اعداد با اعداد حاصل از محاسبه THI همخوانی دارند و نشان‌دهنده وجود تنش متوسط تا شدید در هر دو گروه آزمایشی هستند. همچنین، مصرف عصاره‌های گیاهی منجر به کاهش معنی‌دار دمای رکتوم ($P = ۰/۰۲$) و نرخ تنفس گردید ($P < ۰/۰۰۰۱$). در سایر مطالعات نیز استفاده از عصاره گیاهان دارویی منجربه کاهش معنی‌دار دمای رکتوم و نرخ تنفسی گاوهای شیرده تحت تنش حرارتی شد (Pan *et al*., 2014). این محققان علت کاهش دمای اتفاق افتاده در مرکز بدن و متعاقب آن کاهش نرخ تنفسی را تأثیر عصاره‌های گیاهی بر اتساع عروق گزارش کردند (Pan *et al*., 2014).

ماده خشک مصرفی، تولید شیر و بازدهی خوراک

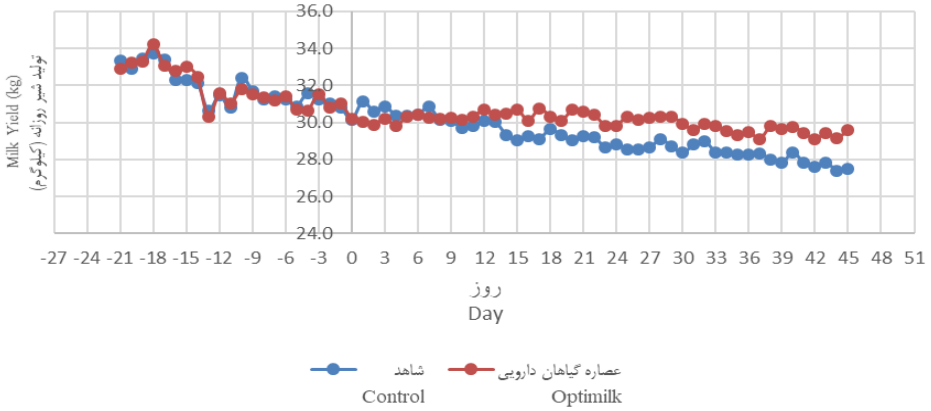
روند تغییرات و مقایسه آماری میانگین تولید شیر روزانه، تولید شیر روزانه تصحیح‌شده براساس ۳/۵ و ۴ درصد چربی و تولید شیر روزانه تصحیح‌شده بر اساس انرژی در دو گروه شاهد و عصاره گیاهان دارویی در شکل ۲ و جدول ۳ نشان داده شده‌اند.

میانگین تولید شیر روزانه در هر دو گروه آزمایشی روند نزولی داشت که با توجه به THI محاسبه‌شده برای محیط و روزهای شیردهی گاوها احتمالاً می‌توان علت را به تنش گرمایی موجود به‌دلیل فصل اجرای طرح و همچنین کاهش تولید شیر به‌دلیل افزایش روزهای شیردهی گاوها و نزدیک‌شدن به زمان خشکی نسبت داد.

همان گونه که در شکل ۲ مشخص است، روند تغییرات تولید شیر روزانه در ۲۱ روز بدون اعمال تیمار و تقریباً تا ۲ هفته پس از اعمال تیمار در هر دو گروه یکسان بود. با این

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOI: 10.66224/rap.2025.1451]

حال، از تقریبا ۲ هفته پس از اعمال تیمار تا اتمام طرح، اختلاف بین میانگین تولید شیر روزانه دو گروه به‌صورت تدریجی افزایش یافت به گونه‌ای که در روز انتهای طرح، مقادیر میانگین تولید شیر روزانه در گروه عصاره گیاهان دارویی ۲۹/۶ کیلوگرم و در گروه شاهد ۲۷/۵ کیلوگرم بودند (۷/۶ درصد افزایش تولید شیر روزانه).



شکل ۲- روند تغییرات میانگین تولید شیر روزانه
Figure 2. The trend of changes in average daily milk yield

در مطالعه حاضر، مصرف ترکیب عصاره گیاهان دارویی طی ۴۵ روز تأثیر معنی‌داری بر ماده خشک مصرفی روزانه دام‌ها نداشت. این موضوع در حالی است که نتایج مقایسه میانگین شیب خط منحنی شیردهی، به‌عنوان شاخص تداوم شیردهی، نشان دادند که افزودنی حاوی عصاره گیاهان دارویی توانست به‌طور معنی‌داری افت تولید شیر ناشی از تنش حرارتی را کاهش دهد ($P < ۰/۰۰۰۱$). مصرف این افزودنی منجر به افزایش (به‌طور میانگین ۳/۴ درصد) معنی‌دار تولید شیر روزانه گردید ($P = ۰/۰۲$). همچنین، با مصرف عصاره گیاهان دارویی به‌طور معنی‌داری میانگین تولید شیر روزانه تصحیح‌شده براساس ۳/۵ درصد چربی (3.5%FCM) از ۲۸/۸۳ کیلوگرم به ۲۹/۸۱ کیلوگرم (۳/۴۰+ درصد) ($P = ۰/۰۴$) و میانگین تولید شیر روزانه تصحیح‌شده براساس ۴ درصد چربی (4%FCM) از ۲۶/۶۶ کیلوگرم به ۲۷/۵۸ کیلوگرم (۳/۴۵+ درصد) ($P = ۰/۰۳$) افزایش یافت. به‌طور مشابهی، تولید شیر روزانه تصحیح‌شده براساس انرژی (ECM) در گروه عصاره گیاهان دارویی ۳/۲۸ درصد (۲۹/۸۶ کیلوگرم در مقابل ۲۸/۹۱ کیلوگرم) بیشتر از گروه شاهد بود ($P = ۰/۰۴$). بازدهی خوراک بر اساس 3.5%FCM تحت‌تأثیر تیمار قرار نگرفت.

جدول ۳- مقایسه میانگین ماده خشک مصرفی، تولید شیر و بازدهی خوراک
Table 3. A comparison of average dry matter consumption, milk yield, and feed efficiency

مقادیر P P-value			SEM	جیره‌های آزمایشی Trial diet		صفت اندازه‌گیری شده Measured item
تیمار ×زمان Time × treatment	زمان Time	تیمار Treatment		عصاره گیاهان دارویی Medicinal plants' essential oils	شاهد Control	
0.8743	<0.0001	0.1421	0.155	20.76	20.51	ماده خشک مصرفی (کیلوگرم در روز) DM intake (kg/d)
<0.0001	<0.0001	0.0204	0.294	30.14[a]	29.11[b]	تولید شیر (کیلوگرم در روز) Milk yield (kg/d)
–	–	<0.0001	0.008	-0.02[a]	-0.07[b]	میانگین شیب خط منحنی شیردهی The average slope of the lactation curve
0.7211	<0.0001	0.0442	0.332	29.81[a]	28.83[b]	3.5% FCM (کیلوگرم در روز) 3.5% FCM (kg/d)
0.7225	<0.0001	0.0320	0.302	27.58[a]	26.66[b]	4% FCM (کیلوگرم در روز) 4% FCM (kg/d)
0.3349	<0.0001	0.0436	0.321	29.86[a]	28.91[b]	ECM (کیلوگرم در روز) ECM (kg/d)
0.9617	0.0448	0.3736	0.024	1.44	1.42	بازدهی خوراک بر اساس 3.5% FCM Feed efficiency based on 3.5% FCM

* حروف لاتین متفاوت در هر ردیف وجود اختلاف معنی‌دار را نشان می‌دهند ($P < ۰/۰۵$).

به‌طور کلی تنش حرارتی در دام‌های شیرده منجربه کاهش مصرف خوراک و درنتیجه کاهش عملکرد تولید شیر می‌گردد (Kadzere *et al.*, 2002). با این حال، برخی مطالعات نشان می‌دهند که تنها ۳۰ تا ۵۰ درصد افت تولید شیر ناشی از تنش حرارتی به کاهش مصرف خوراک و عدم دریافت کافی مواد مغذی مرتبط است (Baumgard *et al.*, 2011; Rhoads *et al.*, 2009). این امر نشان می‌دهد که تنش حرارتی، مستقل از میزان دریافت مواد مغذی، با اختلال در سوخت و ساز گاوهای شیرده منجربه کاهش عملکرد تولید می‌شود (Wheelock *et al.*, 2010). موافق با نتایج تحقیق

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOI: 10.66224/rap.2025.1451]

حاضر، پن و همکاران (Pan *et al.,* 2014) اعلام کردند که هنگام تنش حرارتی استفاده از افزودنی‌های گیاهی ضد تنش منجر به افزایش معنی‌دار (۸/۲۳+ درصد) میانگین تولید شیر روزانه گاوهای شیرده هلشتاین گردید ($P < ۰/۰۵$). همچنین، این محققین اعلام کردند که مصرف افزودنی‌های حاوی عصاره گیاهان دارویی منجر به بهبود معنی‌دار تولید شیر تصحیح‌شده براساس چربی ۴ درصد و چربی شیر تصحیح‌شده بر اساس انرژی گردید ($P < ۰/۰۱$). تغییر مثبت جمعیت میکروبی دستگاه گوارش، خواص ضد ویروس و ضد انگل عصاره‌های گیاهی، خواص ضد التهاب و مقابله با اثرات منفی تنش اکسیداتیو ناشی از تنش حرارتی و همچنین تقویت سیستم ایمنی را می‌توان عمده‌ترین سازوکارهای اثرگذاری ترکیبات گیاهی ضد تنش بر عملکرد و سلامت دام دانست (Adesso *et al*., 2018; Pan *et al*., 2014; Xie *et al*., 2020).

ترکیب شیر

مقایسه آماری میانگین چربی، پروتئین، لاکتوز، کل مواد جامد، کل مواد جامد بدون چربی، نیتروژن اوره‌ای، شمار سلول‌های بدنی و امتیاز شمار سلول‌های بدنی شیر در جدول ۴ گزارش شده است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق، ترکیب عصاره گیاهان دارویی مورد آزمایش تأثیر معنی‌داری بر درصد چربی شیر، درصد و مقدار پروتئین شیر و همچنین میزان نیتروژن اوره‌ای شیر نداشت. همچنین، تفاوت بین کل مواد جامد و مواد جامد بدون چربی شیر معنی‌دار نبود، اگرچه این صفات تمایل به معنی‌داری داشتند (مقادیر P به‌ترتیب ۰/۰۷ و ۰/۰۹). به‌دلیل افزایش معنی‌دار میزان تولید شیر گاوهای تغذیه‌شده با ترکیب عصاره گیاهان دارویی، میانگین مقدار چربی شیر تولیدشده در این گروه به‌طور معنی‌داری (۴۰ گرم در روز) بیشتر از گروه شاهد بود ($P = ۰/۰۴$). همچنین، مصرف ترکیب عصاره گیاهان دارویی منجربه افزایش معنی‌دار درصد لاکتوز شیر، کاهش معنی‌دار شمار سلول‌های بدنی شیر و امتیاز شمار سلول‌های بدنی شیر گردید ($P < ۰/۰۰۰۱$).

جدول ۴- مقایسه ترکیب شیر

Table 4. A comparison of milk composition

صفت اندازه‌گیری شده Measured item	جیره‌های آزمایشی Trial diet		SEM	مقادیر P P-value		
	شاهد Control	عصاره گیاهان دارویی Medicinal plants' essential oils		تیمار Treatment	زمان Time	تیمار ×زمان Treatment × time
چربی (٪) Fat(%)	3.46	3.46	0.014	0.8129	<0.0001	0.0723
چربی (کیلوگرم در روز) Fat(kg/d)	1.00[b]	1.04[a]	0.010	0.0447	0.0712	–
پروتئین (٪) Protein (%)	3.07	3.05	0.009	0.1346	<0.0001	<0.0001
پروتئین (کیلوگرم در روز) Protein (kg/d)	0.89	0.91	0.012	0.2236	<0.0001	<0.0001
لاکتوز (٪) Lactose (%)	4.48[b]	4.52[a]	0.011	<0.0001	<0.0001	<0.0001
کل مواد جامد (٪) Total solids	11.55	11.65	0.051	0.0718	<0.0001	<0.0001
کل مواد جامد بدون چربی (٪) Solids not fat	8.38	8.43	0.033	0.0926	<0.0001	<0.0001
نیتروژن اوره‌ای (میلی‌گرم در دسی‌لیتر) Urea nitrogen (mg/dl)	11.22	11.21	0.062	0.8514	<0.0001	<0.0001
شمار سلول‌های بدنی (هزار سلول در میلی‌لیتر) SCC (1000cells/ml)	203.68[b]	164.42[b]	5.223	<0.0001	0.02143	0.05328
امتیاز شمار سلول‌های بدنی SCCS	3.98[a]	3.64[b]	0.045	<0.0001	<0.0001	<0.0001

* حروف لاتین متفاوت در هر ردیف وجود اختلاف معنی‌دار را نشان می‌دهند ($P <۰/۰۵$).

منطبق با نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق، پن و همکاران (Pan *et al.,* 2014) گزارش کردند که اگرچه درصد چربی شیر بین گروه‌های آزمایشی تفاوت معنی‌داری نداشت، اما استفاده از افزودنی حاوی عصاره گیاهان دارویی به جیره، کیلوگرم چربی شیر تولیدشده در روز را به‌طور معنی‌داری نسبت به گروه شاهد افزایش داد ($P < ۰/۰۵$). همچنین، این محققین اعلام کردند که نیتروژن اوره‌ای شیر تحت تأثیر تیمار قرار نگرفت. با این حال، در برخی مطالعات دیگر، مصرف افزودنی حاوی عصاره گیاهان دارویی منجربه بهبود معنی‌دار میزان تولید شیر و درصد چربی شیر گردید (Shan *et al.*, 2018). این محققین، وجود برخی تناقضات جزئی در نتایج را با انواع گیاهان دارویی مورد استفاده در محصولات، میزان مصرف، شدت تنش، دام تحت آزمایش و دوره مصرف مرتبط دانستند (*Shan et al*., 2018).

مطالعات نشان داده‌اند که بدن دام هنگام مواجه طولانی‌مدت با تنش حرارتی، به‌جای چربی از گلوکز و پروتئین‌های ماهیچه به‌عنوان منبع انرژی استفاده می‌کند که این امر منجربه کاهش غلظت گلوکز خون و متعاقب آن کاهش قند شیر (لاکتوز) خواهد شد (Baumgard *et al*., 2007). همچنین، در گاوهای دارای شمار سلول‌های بدنی بیشتر در شیر، لاکتوز تمایل به نشت از غده پستان به درون خون دارد و همین امر باعث می‌شود تا درصد لاکتوز شیر این دام‌ها کاهش یابد (Hormon., 1994). تأثیر مثبت عصاره‌های گیاهی بر شمار سلول‌های بدنی شیر گاوهای تحت تنش حرارتی در سایر مطالعات نیز به اثبات رسید و

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.66224/rap.2025.1451]

محققان علت اصلی این تأثیر را کاهش اثرات منفی تنش اکسیداتیو ناشی از تنش حرارتی دانستند (Havlin & Robinson, 2015; Pan *et al*., 2014).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به افزایش سالیانه شدت و مدت گرما، و همچنین به‌دلیل اهمیت زیاد قیمت تمام شده تولید شیر و وجود مشوق‌های مالی برای تولید میزان بیشتر چربی شیر، یافتن راهکارهای مناسب تغذیه‌ای در کنار راهکارهای مدیریتی برای مقابله با تنش حرارتی به‌عنوان چالشی که سال‌ها خسارات مداوم و زیادی را به تولیدکنندگان شیر در دنیا و ایران وارد نموده است بسیار حائز اهمیت است. عصاره گیاهان دارویی اسطوخودوس، پونه‌کوهی، دارچین و اکالیپتوس با دارابودن چهار خانواده از ترکیبات آروماتیک (آلدهیدها، هیدروکربن‌های مونوترپن، مونوترپنول‌ها و فنل‌ها) با هدف کاهش اثرات منفی تنش حرارتی و بهبود عملکرد تولیدی و تقویت سیستم ایمنی حیوانات تولید شده است. نتایج تحقیق حاضر نشان دادند که افزودن روزانه ۵۰ گرم مخلوط ۲ درصد عصاره گیاهان دارویی (روزانه ۱ گرم عصاره گیاهان دارویی خالص) به‌ازای هر رأس دام به خوراک گاوهای شیرده هلشتاین منجر به کاهش معنی‌دار دمای رکتوم (P = ۰/۰۲) و نرخ تنفسی گاوهای تحت تنش حرارتی شد (P < ۰/۰۰۰۱). همچنین، مصرف این افزودنی، تولید شیر روزانه (P = ۰/۰۲)، تولید شیر تصحیح‌شده براساس چربی ۳/۵ درصد (P = ۰/۰۴)، تولید شیر تصحیح‌شده بر اساس ۴ درصد چربی (P = ۰/۰۳) و شیر تصحیح‌شده براساس انرژی را به‌طور معنی‌داری افزایش داد (P = ۰/۰۴). ترکیب عصاره گیاهان دارویی، بدون هیچ‌گونه تأثیر منفی بر درصد و مقدار پروتئین شیر، به‌طور میانگین مقدار چربی شیر تولیدشده از هر گاو را ۴۰ گرم در روز افزایش داد (P = ۰/۰۴). همچنین، این افزودنی توانست شمار سلول‌های بدنی شیر را به‌طور معنی‌داری کاهش و درصد لاکتوز شیر را افزایش دهد (P < ۰/۰۰۰۱). بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق، مصرف افزودنی حاوی عصاره گیاهان دارویی می‌تواند راهکاری مناسب برای بهبود عملکرد تولیدی، سلامت دام‌های شیری و تولید اقتصادی شیر به‌ویژه در فصول گرم سال باشد.

تشکر و قدردانی

صمیمانه از شرکت Neofeed برای فراهم‌نمودن افزودنی اپتی‌میلک و همچنین تأمین بخش قابل‌توجهی از هزینه‌های صورت‌گرفته در این پژوهش سپاسگزاریم. همچنین از گاوداری شرکت بستان ایران بابت همکاری برای اجرای طرح در دامداری صنعتی شرکت بستان ایران قدردانی می‌نماییم.

References

Adesso, S., Russo, R., Quaroni, A., Autore, G., & Marzocco, S. (2018). Astragalus membranaceus extract attenuates inflammation and oxidative stress in intestinal epithelial cells via NF-κB activation and Nrf2 response. *International Journal of Molecular S-ciences*, *19*(3), 800. https://doi.org/10.3390/ijms19030800

Ali, A., & Shook, G. (1980). An optimum transformation for somatic cell concentration in milk. *Journal of Dairy Science*, *63*(3), 487-490. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)82959-6

Baumgard ,L., Wheelock, J., O'Brien, M., Shwartz, G., Zimbelman, R., Sanders, S,. & Rhoads, R. (2007). The differential effects of heat stress vs. underfeeding on production and post-absorptive nutrient partitioning. Proceedings of the *Southwest Nutrition Conference*, 15(1).

Baumgard, L., Wheelock, J., Sanders, S., Moore, C., Green, H., Waldron, M., & Rhoads, R. (2011). Postabsorptive carbohydrate adaptations to heat stress and monensin supplementation in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 94(11), 56. https://doi.org/10.3168/jds.2011-4462

Benchaar, C., Calsamiglia, S., Chaves, A. V., Fraser, G., Colombatto, D., McAllister, T. A., & Beauchemin, K. A. (2008). A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. *Animal Feed Science and Technology*, 145(1-4), 209-228. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.04.014

Bernard, J. K. (1997). Milk production and composition responses to the source of protein supplements in diets containing wheat middlings. *Journal of Dairy Science*, 80(5), 938-942. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76017-X

Bohmanova, J., Misztal, I., & Cole, J. B. (2007). Temperature-humidity indices as indicators of milk production losses due to heat stress. *Journal of Dairy Science*, *90*(4), 1947-1956. https://doi.org/10.3168/jds.2006-513

Boyd, J., West, J., & Bernard, J. (2011). Effects of the addition of direct-fed microbials and glycerol to the diet of lactating dairy cows on milk yield and apparent efficiency of yield. *Journal of Dairy Science*, *94*(9), 4616-4622. https://doi.org/10.3168/jds.2010-3984

Brügemann, K., Gernand, E., König von Borstel, U., & König, S. (2012). Defining and evaluating heat stress thresholds in different dairy cow production systems. *Archives Animal Breeding*, *55*(1), 13-24. https://doi.org/10.5194/aab-55-13-2012

De, K., Pal, S., Prasad, S., & Dang, A. K. (2014). Effect of micronutrient supplementation on the immune function of crossbred dairy cows under semi-arid tropical environment. *Tropical Animal Health and Production*, 46, 203-211. https://doi.org/10.1007/s11250-013-0477-1

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.66224/rap.2025.1451]

Galán, E., Llonch, P., Villagrá, A., Levit, H., Pinto, S., & Del Prado, A. (2018). A systematic review of non-productivity-related animal-based indicators of heat stress resilience in dairy cattle. *PloS One*, *13*(11), e0206520. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206520

Grossman, M., Hartz, S. M., & Koops, W. J. (1999). Persistency of lactation yield: A novel approach. *Journal of Dairy Science*, 82(10), 2192-2197. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75464-0

Halachmi, I., Maltz, E., Livshin, N., Antler, A., Ben-Ghedalia, D., & Miron, J. (2004). Effects of replacing roughage with soy hulls on feeding behavior and milk production of dairy cows under hot weather conditions. *Journal of Dairy Science*, 87(7), 2230-2238. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)70043-0

Harmon, R. J. (1994). Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. *Journal of Dairy Science,* 77(7), 2103-2112. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77153-8

Havlin, J., & Robinson, P. (2015). Intake, milk production and heat stress of dairy cows fed a citrus extract during summer heat. *Animal Feed Science and Technology*, 208, 23-32. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.06.022

Herbut, P., Bieda, W., & Angrecka, S. (2015). Influence of hygrothermal conditions on milk production in a free stall barn during hot weather. *Animal Science Papers & Reports*, *33*(1).

Hu, W., & Murphy, M. (2004). Dietary cation-anion difference effects on performance and acid-base status of lactating dairy cows: A meta-analysis. *Journal of Dairy Science*, 87(7), 2222-2229. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)70042-9

IPCC. (2013). International Panel on Climate Change. Climate Change 2013: the Physical Science Basis. Working Group 1 Contribution to the Fifth Assessment Report of the International Panel on Climate Change. International Panel on Climate Change, *Cambridge*, New York. 2013.

Kadzere, C. T., Murphy, M., Silanikove, N., & Maltz, E. (2002). Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock Production Science*, *77*(1), 59-91. https://doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00330-X

Li, G., Chen, S., Chen, J., Peng, D., & Gu, X. (2020). Predicting rectal temperature and respiration rate responses in lactating dairy cows exposed to heat stress. *Journal of Dairy Science*, *103*(6), 5466-5484. https://doi.org/10.3168/jds.2019-16411

Nienaber, J., & Hahn, G. (2007). Livestock production system management responses to thermal challenges. *International Journal of Biometeorology*, *52*, 149-157. https://doi.org/10.1007/s00484-007-0103-x

NRC. (1971). A Guide to Environmental Research on Animals. National Academy of Sciences.

Pan, L., Bu, D., Wang, J., Cheng, J., Sun, X., Zhou, L., Yuan, Y. (2014). Effects of Radix Bupleuri extract supplementation on lactation performance and rumen fermentation in heat-stressed lactating Holstein cows. *Animal Feed Science and Technology*, 187, 1-8. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2013.09.008

Pinto, S., Hoffmann, G., Ammon, C., & Amon, T. (2020). Critical THI thresholds based on the physiological parameters of lactating dairy cows. *Journal of Thermal Biology,* 88, 102523. https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2020.102523

Ravagnolo, O., Misztal, I., & Hoogenboom, G. (2000). Genetic component of heat stress in dairy cattle, development of heat index function. *Journal of Dairy Science*, 83(9), 2120-2125. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)75094-6

Rhoads, M., Rhoads, R., VanBaale, M., Collier, R., Sanders, S., Weber, W., Baumgard, L. (2009). Effects of heat stress and plane of nutrition on lactating Holstein cows: I. Production, metabolism, and aspects of circulating somatotropin. *Journal of Dairy Science*, *92*(5), 1986-1997. https://doi.org/10.3168/jds.2008-1641

Sejian, V., Valtorta, S., Gallardo, M., & Singh, A. K. (2012). Ameliorative measures to counteract environmental stresses. *Environmental Stress and Amelioration in livestock Production*, 153-180. https://doi.org/10.1007/978-3-642-29205-7

Shahabi, H., Chashnidel, Y., Teimori Yansari, A., & Jafarpour, S. A. (2016). Effect of oregano essential oil and canola oil on apparent digestibility, ruminal pH and ammonia and carcass quality characteristics of fattening Dalagh lambs. *Research on Animal Production*, 7(13), 135-127. https://doi.org/10.18869/acadpub.rap.7.13.135. [In Persian]

Shan, C.-H., Guo, J., Sun, X., Li, N., Yang, X., Gao, Y., & Feng, M. (2018). Effects of fermented Chinese herbal medicines on milk performance and immune function in late-lactation cows under heat stress conditions. *Journal of Animal Science*, *96*(10), 4444-4457. https://doi.org/10.1093/jas/sky270

Shirzadegan, K., & Rezaeipour, V. (2016). The impacts of different levels of cinnamon powder (Cinnamomum veru) on performance, blood metabolites and inner organs weight of broilers. *Research on Animal Production,* 7(13), 23-16. https://doi.org/ 10.18869/acadpub.rap.7.13.23. [In Persian]

Shook, G., & Seaman, A. (1983). The new DHI linear score for somatic cell count. Proceedings of the 22nd *Annual Meeting National Mastitis Council, Louisville, Kentucky*, 1(9).

Soltan, M. (2010). Effect of dietary chromium supplementation on productive and reproductive performance of early lactating dairy cows under heat stress. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, *94*(2), 264-272. https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2008.00913.x

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.66224/rap.2025.1451]

Tabatabaei Vakili, S., Aghaei, A., & Kazemizadeh, A. (2020). Effect of different concentrations of Lavandula angustifolia extract on semen quality of rooster during storage in liquid condition. R*esearch on Animal Production*, 11(27), 74-81. https://doi.org/ 10.29252/rap.11.27.74. [In Persian]

Tan, X., Xu, R., Li, A. P., Li, D., Wang, Y., Zhao, Q., ... & Li, S. H. (2024). Antioxidant and anti-Alzheimer's disease activities of 1, 8-cineole and its cyclodextrin inclusion complex. B*iomedicine & Pharmacotherapy*, 175, 116784.

Warntjes, J. L., Robinson, P., Galo, E., DePeters, E., & Howes, D. (2008). Effects of feeding supplemental palmitic acid (C16: 0) on performance and milk fatty acid profile of lactating dairy cows under summer heat. *Animal Feed Science and Technology*, 140(3-4), 241-257. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.03.004

Weng, X., Monteiro, A., Guo, J., Li, C., Orellana, R., Marins, T., & Wohlgemuth, S. (2018). Effects of heat stress and dietary zinc source on performance and mammary epithelial integrity of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *101*(3), 2617-2630. https://doi.org/10.3168/jds.2017-13484

Wheelock, J., Rhoads, R., VanBaale, M., Sanders, S., & Baumgard, L. (2010). Effects of heat stress on energetic metabolism in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, *93*(2), 644-655. https://doi.org/10.3168/jds.2009-2295

Xie, Y., Chen, Z., Wang, D., Chen, G., Sun, X., He, Q., & Zhang, Y. (2020). Effects of fermented herbal tea residues on the intestinal microbiota characteristics of Holstein heifers under heat stress. *Frontiers in Microbiology*, *11*, 1014.

Zhu, W., Zhang, B., Yao, K., Yoon, I., Chung, Y., Wang, J., & Liu, J. (2016). Effects of supplemental levels of Saccharomyces cerevisiae fermentation product on lactation performance in dairy cows under heat stress. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 29(6), 801. https://doi.org/10.5713/ajas.15.0440

Zimbelman, R. B., Collier, R. J., & Eastridge, M. (2011). Feeding strategies for high-producing dairy cows during periods of elevated heat and humidity. *Tri-State Dairy Nutrition Conference*, Grand Wayne Center.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.66224/rap.2025.1451]