

اثر دمای آب آشامیدنی و مکمل کربنات پتاسیم بر عملکرد و شاخص‌های فیزیولوژیک گاوهای شیرده طی تنش گرمایی

کامبیز قوطوری^۱، فرید مسلمی پور^{۲*} و آشور محمد قره‌باش^۲

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه گنبدکاووس و ۲- استادیار گروه علوم دامی دانشگاه گنبدکاووس

*نویسنده مسؤول: farid.moslemipur@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۱۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۰۴

چکیده

این آزمایش به منظور تعیین اثرات دمای آب آشامیدنی و افزودن مکمل کربنات پتاسیم در جیره بر مصرف خوراک، عملکرد رشد، دمای رکتوم، ضربان قلب، نرخ تنفس و فراسنجه‌های خون گاوهای شیری طی تنش گرمایی انجام شد. در این تحقیق از ۱۶ راس گاو هلشتاین (میانگین وزن 58.0 ± 12 کیلوگرم) در قالب طرح چرخشی متوازن با چهار تیمار با آرایش آزمایش فاکتوریل 2×2 در چهار دوره چهار هفته‌ای (سه هفته برای اعمال تیمار با فواصل یک هفته‌ای) استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل دو سطح دمای آب، خنک و معمولی (۱۲ و ۲۵ درجه سانتیگراد) و دو سطح کربنات پتاسیم در جیره (صفر و ۰/۹۶ درصد ماده خشک) بود. آزمایش در تابستان به ترتیب با بیشینه و کمینه دمای محیط ۴۲ و ۲۵ درجه سانتیگراد و با میانگین شاخص دما-رطوبت ۸۵/۵ در کل دوره انجام گرفت. مصرف خوراک گاوها به صورت روزانه اندازه‌گیری شد. در پایان هر دوره، نمونه خون از سیاهرگ دم جمع‌آوری گردید. دمای رکتوم، ضربان قلب و نرخ تنفس سه بار در هر دوره اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که دمای آب آشامیدنی و افزودن مکمل کربنات پتاسیم در جیره تأثیر معنی‌دار بر افزایش وزن روزانه، تولید و ترکیبات شیر، دمای رکتوم، ضربان قلب و غلظت نیترژن اورهای و اجسام کتون‌ی خون گاوهای شیری در کل دوره تحقیق نداشت، ولی اثر دمای آب آشامیدنی بر مصرف خوراک معنی‌دار بود به طوری که با استفاده از آب با دمای معمولی (25°C) مصرف خوراک افزایش یافت ($P < 0.05$). اثر افزودن مکمل پتاسیم به جیره بر نرخ تنفس گاوها معنی‌دار بود و استفاده از آن در جیره باعث کاهش نرخ تنفس شد ($P < 0.05$). در مجموع نتایج نشان داد که دمای آب آشامیدنی تأثیری بر شاخص‌های فیزیولوژیک مورد مطالعه نداشت، ولی آب معمولی باعث افزایش مصرف خوراک شد. افزودن مکمل پتاسیم تأثیری بر شاخص‌های مورد مطالعه نداشت ولی نرخ تنفس را کاهش داد. نتایج این تحقیق، خنک کردن آب آشامیدنی گاوها و افزودن مکمل پتاسیم به جیره آنها در شرایط تنش حرارتی را توصیه نمی‌کند.

کلمات کلیدی: دمای آب آشامیدنی، پتاسیم، تنش گرمایی، عملکرد، گاو شیرده

مقدمه

گاوهای شیری به دلیل سطح بالای متابولیسم بدن، مصرف غذای بسیار زیاد و جثه بزرگ، نسبت به سایر حیوانات به تنش گرمایی حساس‌تر هستند. گاوها معمولاً در دمای بالاتر از ناحیه آسایش (۲۴ درجه سانتیگراد) از طریق پوست و دستگاه تنفسی و با صرف انرژی، بدن خود را خنک می‌کنند که تداوم آن منجر به کاهش مصرف غذا، افزایش مصرف آب، تغییر نرخ متابولیک، افزایش تعداد تنفس، تغییر غلظت هورمون‌های خون و در نهایت افزایش دمای بدن است (کادزر و همکاران، ۲۰۰۲؛ جردن، ۲۰۰۳؛ کولیر و همکاران، ۲۰۰۶).

بر اساس گزارشات شورای ملی تحقیقات (NRC, 2001)، آب مهمترین ماده غذایی به خصوص در زمان تنش گرمایی می‌باشد، زیرا به علت دارا بودن ظرفیت گرمایی ویژه به عنوان محیطی برای جذب گرما عمل می‌کند. مصرف آب در گاوهای شیری پرتولید در هفته دوم بعد از زایش تحت شرایط تنش گرمایی دو برابر می‌شود (شلیت و همکاران، ۱۹۹۱). اگر مصرف آب محدود یا تنش گرمایی شدید باشد، آب به جای مصرف برای تولید شیر به سوی پدیده‌های دفع گرما هدایت شده و تولید کاهش می‌یابد.

تنش گرمایی، دفع سدیم از راه ادرار و دفع پتاسیم از راه تعرق را بیشتر می‌کند و در ضمن چون حیوان در گرما غذای خشبی کمتری مصرف می‌کند، پتاسیم کمتری به دست می‌آورد (مالونی و همکاران، ۱۹۸۵). بنابراین، شرایط تنش گرمایی موجب افزایش احتیاج به پتاسیم می‌شود (وست و همکاران، ۱۹۸۷). توصیه‌های NRC (۲۰۰۱) برای احتیاجات پتاسیم در دماهای محیطی بین ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتیگراد، اضافه کردن ۰/۰۴ گرم به ازای هر صد کیلوگرم وزن بدن به احتیاجات نگهداری می‌باشد. مطالعات متعدد نشان می‌دهد که گاوهایی که بیش از توصیه‌های NRC (۱۹۸۹) از غلظت‌های سدیم و پتاسیم در شرایط تنش گرمایی استفاده می‌کنند، در تولید شیر آنها افزایش معنی‌داری مشاهده می‌شود (سیلانیکوف و همکاران، ۱۹۹۷).

برخی مطالعات بیانگر اثر مثبت مکمل‌های کاتیونی مانند منابع پتاسیم بر کاهش تأثیرات منفی تنش گرمایی در گاوهای شیری بوده که می‌تواند باعث حفظ مصرف خوراک و تولید و ترکیبات شیر شود (سیلانیکوف و همکاران، ۱۹۹۷؛ وست، ۲۰۰۲؛ مک‌دوول، ۲۰۰۳؛ جنکینز و همکاران، ۲۰۱۴). همچنین، برخی مطالعات اثر استفاده از آب خنک بر کاهش دمای بدن و نرخ تنفس را طی تنش گرمایی در گاوها گزارش کرده‌اند (لنهم و همکاران، ۱۹۸۶؛ استرمر و براسینگتون،

۱۹۸۶)، هرچند تأثیر دمای آب آشامیدنی بر مصرف آن در گاوها تحت این شرایط متفاوت بوده است (ایتنر و همکاران، ۱۹۵۱؛ اندرسون، ۱۹۸۵؛ لنهم و همکاران، ۱۹۸۶؛ استرمر و براسینگتون، ۱۹۸۶؛ گونزالز-پریرا و همکاران، ۲۰۱۰). در بسیاری از نقاط ایران با شروع فصل گرما، مشکلات ناشی از تنش گرمایی در تولید، تولیدمثل و سلامت دام بروز می‌کند. از آنجایی که استان گلستان در فصل تابستان با افزایش دما و رطوبت هوا مواجه است، تنش گرمایی در بین گاوها مشاهده می‌شود. بنابراین، هدف این تحقیق بررسی اثر دمای آب مصرفی و افزودن کربنات پتاسیم به جیره بر عملکرد و تنش گرمایی گاوهای شیرده در فصل تابستان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در یک واحد گاوداری شیری صنعتی واقع در شهر دلد (با طول جغرافیایی ۲۶/۸۸ درجه شرقی و عرض ۵۵/۰۵ درجه شمالی) از توابع استان گلستان در ماه‌های تیر، مرداد و شهریور انجام گرفت. دمای کمینه و بیشینه به ترتیب ۲۵ و ۴۲ درجه سانتیگراد و میانگین رطوبت نسبی ۴۵/۱۱ درصد در طول دوره بود. شاخص دما-رطوبت (THI) هر روز در سه نوبت صبح، ظهر و شب ثبت گردید که متوسط آن در کل دوره آزمایش در محیط پرورش برابر با ۸۵/۵ بود. برای اندازه‌گیری این شاخص دما و رطوبت در جایگاه توسط دماسنج و رطوبت‌سنج ثبت شد و شاخص دما-رطوبت بر اساس معادله زیر مشخص گردید (هاپر، ۱۹۹۶):

$$THI = ^\circ F - (0.55 - 0.55 RH) (^\circ F - 58)$$

در این معادله $^\circ F$ یعنی دمای محیط (به درجه فارنهایت) و RH یعنی رطوبت نسبی که باید به صورت اعشاری بیان گردد. در این آزمایش از ۱۶ راس گاو هلستاین سالم شیرده (میانگین وزن 58.0 ± 12 کیلوگرم) در زایش‌های متفاوت و میانگین روزهای شیردهی ۸۰ روز (میانگین تولید شیر ۲۱ کیلوگرم در روز) استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل دو سطح دمای آب آشامیدنی سرد و معمولی (۱۲ و ۲۵ درجه سانتیگراد) و افزودن دو سطح کربنات پتاسیم به جیره (صفر و ۰/۹۶ درصد ماده خشک) بود که در قالب یک آزمایش فاکتوریل 2×2 در قالب طرح چرخشی (*Change-over design*) با ۴ تیمار و طی ۴ دوره آزمایشی سه هفته‌ای با فواصل یک هفته‌ای اعمال شد.

متوازن نمودن جیره بر اساس NRC (۲۰۰۱) انجام شد. جیره پایه شامل بخش علوفه‌ای (یونجه، سیلاژ ذرت و کاه) و بخش کنسانتره‌ای (جو، ذرت، کنجاله سویا، کنجاله کلزا، تفاله گوجه

خلادار از هر حیوان جمع‌آوری و بلافاصله با استفاده از سانتریفیوژ سرم آن جدا گردید و نمونه‌ها تا انجام تجزیه‌های بیوشیمیایی در فریزر نگهداری شدند. جهت اندازه‌گیری نیتروژن اوره‌ای خون از کیت‌های تشخیص اوره خون شرکت پارس آزمون (ایران) به روش اسپکتروفتومتری (طیف سنجی نوری) استفاده گردید. جهت اندازه‌گیری اجسام کتون (استوئات، بتا‌هیدروکسی بوتیرات و استون) از روش نوارهای نیتروپروساید استفاده گردید.

داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ (۲۰۰۳) در قالب طرح چرخشی متوازن با آرایش آزمایش فاکتوریل ۲×۲ تجزیه و تحلیل گردید و مقایسات میانگین با استفاده از حداقل تفاوت معنی‌دار (*LSD*) در سطح خطای ۵ درصد انجام شد. مدل آماری مورد استفاده در این تحقیق به صورت ذیل بود.

$Y_{ijkl} = \mu + T_i + K_j + TK_{ij} + P_k + S_l + A_m + e_{ijklm}$ که μ = میانگین کل جمعیت، T_i = اثر لامین تیمار (دمای آب)، K_j = اثر لامین تیمار (مکمل پتاسیم)، TK_{ij} = اثر متقابل تیمارها، P_k = اثر لامین دوره، S_l = اثر لامین توالی، A_m = اثر لامین حیوان و e_{ijklm} = اثر خطای آزمایشی می‌باشد.

جدول ۲- خواص فیزیکی و شیمیایی نمونه آب

کل مواد		سختی کل	سختی کل کلسیمی	کلسیم	منیزیم
هدایت الکتریکی محلول در آب	جامد محلول در آب	شوری	دما	۴۸۰	۲۹۶
۰/۷۷۱	۴۴۷	۰/۴	۲۵	۱۱۸/۴	۴۴/۱۶
ms	mg/L	ppt	°C	mg/L	mg/L

نتایج و بحث

مصرف خوراک

نتایج نشان داد که اثر اصلی افزودن مکمل کربنات پتاسیم و اثر متقابل افزودن مکمل و دمای آب آشامیدنی بر خوراک مصرفی گاوها معنی‌دار نبود ($P > 0/05$)، اما اثر اصلی دمای آب بر خوراک مصرفی معنی‌دار بود ($P < 0/05$). مقایسات میانگین مصرف خوراک روزانه نشان داد که بیشترین مصرف خوراک در گاوهایی که آب با دمای معمولی (۲۵ درجه سانتیگراد) مصرف کردند، مشاهده شد (جدول ۳)، که با نتایج حاصل از مطالعات میلام و همکاران (۱۹۸۶) و ویلکس و همکاران (۱۹۹۰) مطابقت نداشت زیرا آنها نشان دادند که مصرف آب سرد، مصرف خوراک گاوهای شیری را در شرایط تنش گرمایی افزایش می‌دهد. اثری که دمای آب مصرفی بر

فرنگی، سبوس گندم، مکمل ویتامینی و معدنی) بود. مکمل معدنی جیره شامل؛ کلسیم، فسفر، منیزیم، کلراید سدیم، آهن، مس، منگنز، کبالت، روی، ید، سلنیوم به ترتیب ۱۷۰۰۰۰، ۱۰۰۰۰۰، ۵۰۰۰۰، ۱۵۰۰۰۰، ۳۰۰۰، ۲۵۰۰، ۴۰۰۰، ۱۵۰، ۸۰۰۰، ۸۰۰ و ۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. ترکیب مواد مغذی جیره به صورت جدول (۱) می‌باشد.

جدول ۱- ترکیب مواد مغذی جیره پایه

مواد مغذی	جیره پایه
الیاف نامحلول در شونده خنثی (درصد)	۴۰،۳
الیاف نامحلول در شونده اسیدی (درصد)	۲۴،۹
انرژی خالص شیردهی (مگا کالری در کیلوگرم)	۱،۳۴
پروتئین خام (درصد)	۱۳،۷
کلسیم (درصد)	۰،۵
فسفر (درصد)	۰،۵
تعادل کاتیون- آنیون	بدون مکمل
(میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم)	با مکمل
	۲۹۱

خوراک به صورت جیره کاملاً مخلوط (*TMR*) در سه وعده پس از شیردوشی تا حد اشتها و آب مصرفی نیز ۵ نوبت در روز به مدت پانزده دقیقه، بصورت انفرادی در اختیار گاوها قرار گرفت. جهت اندازه‌گیری آب مصرفی هر دام، آبشخورهایی به صورت جداگانه تعبیه شد. نمونه‌ای از آب جهت آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه ارسال شد (جدول ۲).

اندازه‌گیری شاخص‌های متابولیک شامل ضربان قلب، تنفس و دمای رکتوم سه بار در هر دوره (هفتگی) در ساعت ۱۵ بعدازظهر انجام گرفت. برای این منظور ابتدا دام‌ها در داخل باکس‌ها کاملاً مقید شدند و بعد از اینکه گاوها کاملاً آرام می‌شدند ضربان قلب و دمای رکتوم اندازه‌گیری شد. جهت شنیدن ضربان قلب، گوشی در نزدیک کتف چپ پای جلویی گاو قرار داده شد. در هنگام ثبت ضربان قلب از هرگونه تحریک یا عواملی که باعث ترساندن حیوان می‌شد، خودداری گردید. دمای رکتوم با استفاده از یک دماسنج جیوه‌ای اندازه‌گیری شد. برای این منظور ابتدا دماسنج را با الکل ضد عفونی نموده و سپس آن را به آرامی وارد عمق ۱۰-۸ سانتی‌متری رکتوم حیوان نموده و بعد از یک دقیقه، دما خوانده شد. برای تعیین نرخ تنفس، از مشاهده حرکات دنده‌ها و قفسه سینه از پهلو در حیوانات آرام صورت گرفت. تعداد تنفس در یک دقیقه شمارش و ثبت گردید.

در آخرین روز هر دوره آزمایشی و بعد از شیردوشی وعده ظهر، از سیاهرگ گردنی ۱۵ میلی‌لیتر خون توسط لوله‌های

مکمل کربنات پتاسیم در جیره بر خوراک مصرفی گاوها معنی‌داری نبود که با نتایج اشنایدر و همکاران (۱۹۸۸) و وایلدمن و همکاران (۲۰۰۷) مشابه بود که علت آن را افزایش بیش از حد دمای محیط و کاهش اثر بافری یون پتاسیم بر شکمبه دانستند. اما وست و همکاران (۱۹۸۷) گزارش کردند گاوهایی که پتاسیم بیشتری (۱/۵۳ درصد از ماده خشک) مصرف کردند، خوراک مصرفی بیشتری داشتند. از طرفی گزارش شده که کربنات پتاسیم از طریق تغییر در بیوهیدروژناسیون و تخمیر میکروبی شکمبه باعث افزایش مصرف مواد خشبی می‌گردد (دیل و همکاران، ۱۹۵۴؛ جنکینز و همکاران، ۲۰۱۴). به هنگام تنش گرمایی، خوراک مصرفی و در نتیجه پتاسیم، کمتر بوده و احتیاجات پتاسیم بالاتر می‌باشد (کولیر و همکاران، ۲۰۰۶). افزایش تعریق به هنگام بالا رفتن دمای بدن منجر به افزایش اتلاف پتاسیم در ترشحات پوست، و لذا افزایش وقوع کمبود پتاسیم می‌شود. در تحقیق حاضر، نشانه‌های کمبود پتاسیم بین تیمارهایی که پتاسیم را دریافت کرده بودند مشاهده نشد، اما در سایر تیمارهایی که پتاسیم دریافت نکرده بودند، نشانه‌های خفیف کمبود پتاسیم از قبیل لنگش، عدم تحرک جزئی، لیس زدن موی گاوهای دیگر مشاهده شد.

عملکرد شکمبه و جذب مایعات دارد، به‌طور دقیق بررسی نشده است. درک علت افزایش خوراک مصرفی در این تحقیق نیازمند به درک فعالیت میکروارگانیسم‌های شکمبه می‌باشد. حدود ۷۰ تا ۸۵ درصد ماده خشک قابل هضم غذاهایی که روزانه توسط نشخوارکنندگان مصرف می‌شوند، توسط میکروارگانیسم‌های شکمبه هضم می‌گردد. دمای شکمبه برای فعالیت میکروارگانیسم‌ها در محدوده ۳۸ تا ۳۹/۹ درجه سانتیگراد می‌باشد (دیل و همکاران، ۱۹۵۴). براساس تحقیقات دای و ریچارد (۲۰۰۷) دمای آب مصرفی بر دمای شکمبه تأثیر می‌گذارد. نتایج براد و همکاران (۱۹۸۲) نشان داد که مصرف آب سرد (صفر درجه سانتیگراد) پس از پنج ساعت خوراک‌دهی پایین‌ترین غلظت آمونیاک، پروپیونات و بوتیرات را در پی داشت. آب سرد باعث کاهش دمای محیط شکمبه و در نتیجه کاهش قابلیت هضم انرژی و پروتئین خام می‌شود (براد و همکاران، ۱۹۸۲). بیکر و همکاران (۱۹۸۸) گزارش کردند که مصرف آب سرد (۱۰ درجه سانتیگراد) بر مصرف خوراک و حرکات شکمبه تأثیر ندارد. علت افزایش خوراک مصرفی با آب مصرفی ۲۵ درجه سانتیگراد را می‌توان ایجاد شرایط دمایی مطلوب‌تری برای فعالیت میکروارگانیسم‌های شکمبه دانست. همان‌طور که اشاره شد، اثر افزودن

جدول ۳- میانگین خوراک مصرفی، آب آشامیدنی و افزایش وزن روزانه (کیلوگرم در روز) در تیمارهای مختلف در کل دوره آزمایش

P value	SEM	تیمار		آب معمولی	آب سرد	متغیر
		آب معمولی+مکمل پتاسیم	آب سرد+مکمل پتاسیم			
۰/۵۱۵	۲/۵۹	۳۹/۳۹	۳۷/۵۹	۳۹/۵۰	۳۷/۲۴	خوراک مصرفی
۰/۱۹۹	۸/۱۳	۱۱۸/۰۳	۱۱۰/۳۶	۱۱۶/۱۷	۱۱۲/۶۲	آب مصرفی
۰/۴۸۳	۰/۰۷	۰/۳۴	۰/۳۲	۰/۳۱	۰/۳۲	افزایش وزن بدن

SEM: میانگین خطای استاندارد

ترجیح می‌دهد که تقریباً نزدیک به دمای طبیعی بدن دام باشد (تامسون، ۱۹۷۸؛ گونزالز-پرییرا و همکاران، ۲۰۱۰). کرز و گرین (۲۰۰۰) ثابت کردند که تحریک حرارتی زبان، حیوان را وادار به احساس تشنگی می‌کند و در این هنگام حیوان اقدام به نوشیدن آب می‌نماید. آب سرد از طریق مکانیزم افزایش آدرنالین پلاسمای خون منجر به کاهش مصرف آب می‌گردد (اریکسون و همکاران، ۱۹۹۴). در آزمایشی اشنایدر و همکاران (۱۹۸۸) نشان دادند که استفاده از مکمل‌های پتاسیم و سدیم در جیره گاوهای شیری تحت تنش گرمایی باعث افزایش ۱۷ درصدی مصرف آب شد. نتایج تحقیق حاضر نیز نشان داد که بدون در نظر گرفتن اثر مکمل پتاسیم، گاوها آب آشامیدنی با دمای معمولی را به آب خنک ترجیح می‌دهند.

مصرف آب

نتایج نشان داد که اثر افزودن مکمل کربنات پتاسیم و دمای آب آشامیدنی (جدول ۳) و همچنین اثر متقابل آنها بر مصرف آب روزانه گاوها معنی‌دار ($P > 0.05$) نبود. در مقایسات میانگین مصرف آب روزانه گاوها تفاوت معنی‌دار بین گروه‌ها مشاهده نشد، ولی بالاترین میانگین مصرف آب روزانه مربوط به گروهی بود که آب با دمای معمولی به همراه مکمل کربنات پتاسیم را استفاده کردند (جدول ۲). نتایج یافته‌های استرم و براسینگتون (۱۹۸۶) و لنهم و همکاران (۱۹۸۶) نشان داد که هرچه دمای آب مصرفی کاهش یابد، تمایل حیوان به مصرف آب نیز کاهش می‌یابد. همچنین بررسی‌هایی که بر سایر دامها انجام شده، نشان می‌دهد که حیوان آبی را برای آشامیدن

افزایش وزن روزانه

نتایج تحقیق نشان داد که اثر افزودن مکمل کربنات پتاسیم و دمای آب آشامیدنی و همچنین، اثر متقابل آنها بر افزایش وزن روزانه گاوها معنی‌دار نبود ($P>0/05$). همان طور که در جدول ۳ دیده می‌شود، تفاوت معنی‌دار بین گروه‌های تیماری در افزایش وزن روزانه گاوها مشاهده نشد. از نظر عددی، بیشترین و کمترین افزایش وزن روزانه به ترتیب در گروه آب معمولی به همراه مکمل پتاسیم و گروه آب معمولی مشاهده شد. وست و همکاران (۱۹۹۲) و وایلدمن و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعات خود تأثیری از افزودن منابع کاتیونی در زمان تنش گرمایی بر افزایش وزن بدن مشاهده نکردند. بنابراین، با توجه به اینکه اعمال تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌دار بر مصرف خوراک و تولید و ترکیبات شیر نداشت، عدم تفاوت معنی‌دار در افزایش وزن روزانه بین گروه‌ها منطقی به نظر می‌رسد.

تولید و ترکیبات شیر

نتایج جدول ۴ نشان داد که میانگین تولید شیر گاوها و ترکیبات آن تحت تأثیر افزودن مکمل کربنات پتاسیم و دمای آب آشامیدنی قرار نگرفت و همچنین، اثر متقابل آنها نیز معنی‌دار نبود ($P>0/05$). مقایسات میانگین نیز حاکی از عدم تفاوت معنی‌دار بین گروه‌های تیماری در تولید شیر گاوها و ترکیبات آن بود (جدول ۳). اشنایدر و همکاران (۱۹۸۶) نشان دادند که کاهش مصرف غذای خشبی در شرایط تنش گرمایی، خود موجب کمتر شدن زمان نشخوار، کمتر شدن ترشح بزاق و بروز اسیدوز تحت حاد شکمبه‌ای می‌شود از سوی دیگر جیره‌های حاوی پتاسیم می‌تواند نوسانات pH شکمبه و رخداد اسیدوز تحت حاد شکمبه‌ای را کاهش و تولید و چربی شیر را افزایش دهد (اشنایدر و همکاران، ۱۹۸۸؛ وست و همکاران، ۱۹۹۲؛ جنکینز و همکاران، ۲۰۱۴)، اما در تحقیق حاضر، تأثیر مکمل کربنات پتاسیم بر تولید و ترکیبات شیر معنی‌دار نبود. هرچند وایلدمن و همکاران (۲۰۰۷) افزایش نسبی در چربی شیر با استفاده از مکمل پتاسیم در جیره گزارش کردند. نتایج جنکینز و همکاران (۲۰۱۴) نشان می‌دهد که افزودن کربنات پتاسیم به جیره سبب تغییر مسیر بیوهیدروژناسیون شده و نسبت استات به پروپیونات افزایش یافته که باعث افزایش درصد چربی شیر در گاوهای شیرده می‌شود، اما اثرات آن تنها در pH های بالا رخ دهد.

میلام و همکاران (۱۹۸۶) و بکر و همکاران (۱۹۸۸) نشان دادند آشامیدن آب سرد باعث افزایش تولید و ترکیبات شیر از

طریق کاهش دمای بدن و افزایش مصرف خوراک می‌شود. اما در تحقیقات اندرسون (۱۹۸۵) آب سرد (۳ درجه سانتیگراد) منجر به کاهش در سطح تولید شیر گردید. افزایش آب مصرفی در طول شیردهی رابطه‌ی نزدیکی با آب خروجی از طریق شیر دارد (وودفورد و همکاران، ۱۹۸۴). در تولید شیر، آب یکی از محدود کننده‌ترین مواد غذایی به‌شمار می‌رود. آب از طریق انتشار فعال اجزای تشکیل دهنده شیر از جمله لاکتوز، به وزیکول دستگاه گلژی منتقل می‌شود (کینان و دایلووسکی، ۱۹۸۵). اما در این پژوهش آب سرد تأثیری بر افزایش تولید و ترکیبات شیر نداشت. استرمر و براسینگتون (۱۹۸۶) گزارش کردند که آب سرد تنها ۳۲ درصد در تقلیل تنش گرمایی اثرگذار بوده و این اثرگذاری هم به‌طور موقت (کمتر از ۲ ساعت) می‌باشد. در تحقیق حاضر، تفاوت معنی‌دار در مصرف خوراک تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد و همچنین با توجه به اینکه جیره به صورت کاملاً مخلوط (TMR) به گاوها تغذیه شد، موضوع کاهش دریافت پتاسیم ناشی از کاهش مصرف بخش خشبی جیره طی تنش گرمایی نیز برطرف شده است.

دمای رکتوم

نتایج نشان داد که دمای رکتوم (برحسب درجه سانتیگراد) گاوها تحت تأثیر دمای آب مصرفی و مکمل کربنات پتاسیم قرار نگرفت ($P>0/05$). همان طور که در جدول ۵ دیده می‌شود، تفاوت معنی‌دار بین گروه‌های تیماری در دمای رکتوم گاوها مشاهده نشد. در مطالعات گذشته نیز مانند تحقیق حاضر، استفاده از مکمل پتاسیم در جیره گاوهای شیری تحت تنش گرمایی، تأثیر معنی‌دار بر دمای رکتوم آنها نداشت (وایلدمن و همکاران، ۲۰۰۷). در محیط‌های تحت تنش گرمایی، آب آشامیدنی عامل اصلی در تعدیل حرارت بدن به‌شمار می‌رود و خنک کردن آب آشامیدنی ممکن است موجب تقلیل در افزایش بیش از حد دمای بدن گردد (بیکر و همکاران، ۱۹۸۸؛ اشنایدر و همکاران، ۱۹۸۸؛ بیده، ۱۹۹۱؛ وست و همکاران، ۱۹۹۱؛ بیولی و همکاران، ۲۰۰۸). یکی از عوامل موثر بر تعیین اثر دمای آب مصرفی بر دمای رکتوم، فاصله نوشیدن آب تا زمان اندازه‌گیری دمای رکتوم است (اشنایدر و همکاران، ۱۹۸۸؛ بیولی و همکاران، ۲۰۰۸) که می‌تواند از عوامل تفاوت در نتایج باشد. همچنین، ممکن است اثر نوشیدن آب بدون در نظر گرفتن دمای آن، عامل اصلی کاهش دمای بدن در زمان تنش حرارتی باشد. در تحقیق حاضر عدم تفاوت در دمای رکتوم تیمارهایی که آب سرد و

در فصل بهار انجام شده و یا میانگین دما طی دوره تحقیق و شاخص *THI* طی آن متفاوت بوده است. همچنین، همان طور که در مطالعه ایتنر و همکاران (۱۹۵۱) نشان داده شد، پاسخ نژادهای مختلف به استفاده از آب خنک متفاوت است.

آب با دمای معمولی را نوشیدند، فاصله زمانی زیاد بیش از ۴ ساعت بین اندازه‌گیری دمای رکتوم و زمان نوشیدن آب دانست. البته تفاوت در نتایج می‌تواند به تفاوت در ساختار مطالعات نیز بستگی داشته باشد، به طوری که برخی مطالعات

جدول ۴- مقایسات میانگین تولید و ترکیبات شیر در تیمار مختلف در کل دوره آزمایش

P value	SEM	تیمار				فراسنجه‌های تولید شیر
		آب معمولی+مکمل پتاسیم	آب سرد+مکمل پتاسیم	آب معمولی	آب سرد	
۰/۶۵۷	۰/۸۱۹	۱۹/۹۰	۱۹/۸۱	۱۹/۲۰	۱۹/۸۲	تولید شیر (کیلوگرم در روز)
۰/۶۵۵	۰/۱۶۷	۲/۹۴	۲/۹۲	۲/۹۵	۲/۸۳	چربی شیر (درصد)
۰/۵۸۸	۰/۱۴۱	۳/۱۴	۳/۲۰	۳/۲۸	۲/۹۶	پروتئین شیر (درصد)
۰/۰۷۴	۰/۰۷۸	۸/۱۹	۸/۲۸	۸/۱۵	۸/۴۶	مواد جامد بدون چربی (درصد)

SEM: میانگین خطای استاندارد

پتاسیم معنی‌دار بود. همان طور که در جدول ۵ دیده می‌شود، تفاوت معنی‌دار بین گروه‌های تیماری در نرخ تنفس گاوها مشاهده نشد. پتاسیم، آنیون اصلی بافت‌ها و سلول‌های خونی بوده و نقش مهمی در تنظیم تعادل اسید- باز ایفاء می‌کند. *pH* خارج سلولی بایستی در یک دامنه محدود (7.0 ± 0.05) حفظ شود. حفظ این دامنه یک فرآیند پیچیده بوده و طی آن تنفس، قدرت بافوری خون، بازجذب و دفع کلیوی درگیر می‌باشند (مالونی و همکاران، ۱۹۸۵). پتاسیم در انتقال اکسیژن و دی‌اکسیدکربن توسط خون مهم بوده و مسئول حداقل نصف ظرفیت حمل دی‌اکسیدکربن خون است. پتاسیم همچنین در انتقال امواج عصبی به تارهای عضلانی و در قابلیت انقباض خود ماهیچه مهم می‌باشد. یکی مهمترین اثراتی که مکمل‌های پتاسیمی می‌تواند از طریق آن باعث کاهش نرخ تنفس شود، خاصیت بافوری آن می‌باشد. شرایط تنش گرمایی موجب کاهش مصرف غذای خشبی شده که خود موجب کمتر شدن زمان نشخوار، کمتر شدن ترشح بزاق و بروز اسیدوز تحت حاد شکمبه می‌شود. همچنین، با افزایش تعداد تنفس در شرایط تنش گرمایی، دفع دی‌اکسیدکربن از خون بیشتر و بروز آلکالوز تنفسی ممکن می‌شود (دیل و همکاران، ۱۹۵۴). برای جبران آلکالوز تنفسی، کلیه‌ها بی‌کربنات بیشتری را از راه ادرار خارج می‌کنند و ذخیره بافوری بدن کم می‌شود و در نتیجه بزاق حاوی بی‌کربنات کمتری خواهد بود. همچنین به هنگام تنش گرمایی، مقادیر در گردش آلدسترون تمایل به افزایش داشته و منجر به ذخیره‌سازی سدیم در کلیه و افزایش دفع پتاسیم می‌شوند که همراه با دفع بیش از حد آن است (تامسون، ۱۹۷۸). در این شرایط با افزودن کربنات پتاسیم به جیره می‌توان تا حدی از بروز اسیدوز تحت شکمبه‌ای جلوگیری کرد که همراه با کاهش

ضربان قلب

نتایج نشان داد که ضربان قلب گاوها (بر حسب تعداد در دقیقه) تحت تأثیر دمای آب مصرفی و مکمل کربنات پتاسیم قرار نگرفت ($P > 0.05$). مقایسات میانگین نیز تفاوت معنی‌دار در ضربان قلب گاوها بین بین گروه‌های تیماری نشان نداد (جدول ۵). عملکرد پتاسیم در انتقال امواج عصبی به تارهای عضلانی و در قابلیت انقباض خود ماهیچه مهم می‌باشد. یک تعادل یونی نیز بین پتاسیم، سدیم، کلسیم و منیزیم وجود دارد. این یونها نفوذپذیری و عملکرد سلول و تحریک‌پذیری عصب و ماهیچه را تحت تأثیر قرار می‌دهند (استرمر و براسینگتون، ۱۹۸۶). برای مثال، پتاسیم به عنوان ترمز در ضربان منظم قلب و متوقف نمودن لرزش قلب عمل می‌نماید. این یون همچنین، در جلوگیری از کزاز، تشنج و عدم تعادل در راه رفتن کمک می‌کند (ماسرو و سیگل، ۱۹۷۱). یکی از عوامل تأثیرگذار بر اختلالات ضربان قلب، افزایش بیش از حد مقادیر پتاسیم سرم خون می‌باشد. در تحقیق حاضر، تغذیه مکمل پتاسیم اثر معنی‌دار بر ضربان قلب نداشت که می‌تواند حاکی از به مصرف رسیدن مقادیر پتاسیم در شرایط تنش گرمایی باشد. تا کنون مطالعه‌ای در خصوص اثر دمای آب آشامیدنی بر ضربان قلب گاوها طی تنش گرمایی صورت نگرفته است هرچند میزان مصرف آب می‌تواند در این خصوص اثرگذار باشد.

نرخ تنفس

نتایج نشان داد که اثر دمای آب مصرفی و اثر متقابل دمای آب و مکمل کربنات پتاسیم بر نرخ تنفس (تعداد تنفس در دقیقه) معنی‌دار نبود ($P > 0.05$)، ولی اثر اصلی افزودن مکمل کربنات

کاهش نرخ تنفس طی تنش گرمایی گاوها بود که در تحقیق حاضر چنین اثری مشاهده نشد که می‌تواند ناشی از تفاوت در دمای آب مورد استفاده و فصل زمان تحقیق باشد.

نرخ تنفس می‌باشد (هریسون و همکاران، ۲۰۱۲). همچنین، نتایج مطالعات لنهم و همکاران (۱۹۸۶) و استرمر و براسینگتون (۱۹۸۶) حاکی از تأثیر معنی‌دار آب خنک بر

جدول ۵- مقایسات میانگین شاخص‌های متابولیک در تیمارهای مختلف در کل دوره آزمایش

P value	SEM	تیمار			
		آب سرد+مکمل پتاسیم	آب معمولی+مکمل پتاسیم	آب معمولی	آب سرد
۰/۴۰۳	۰/۵۲	۳۹/۶۸	۳۹/۶۳	۳۹/۵۹	۳۹/۷۲
۰/۳۸۵	۳/۷۱	۵۹/۶۳	۵۵/۹۴	۵۹/۱۳	۵۸/۴۴
۰/۲۵۵	۴/۴۳	۷۲/۳۱	۷۰/۷۵	۷۵/۰۰	۷۶/۴۴

SEM: میانگین خطای استاندارد

نیتروژن اورهای خون (BUN)

نتایج نشان داد که اثر دمای آب مصرفی و اثر متقابل دمای آب و مکمل کربنات پتاسیم بر غلظت نیتروژن اورهای خون معنی‌دار نبود. همان‌طور که در جدول ۶ دیده می‌شود، تفاوت معنی‌دار بین گروه‌های تیماری در غلظت نیتروژن اورهای خون گاوها مشاهده نشد. بررسی نیتروژن اورهای خون ابزار مفیدی جهت بررسی راندمان مصرف پروتئین، نسبت پروتئین به انرژی، سلامتی و باروری گاوهای شیری می‌باشد. غلظت پایین اوره خون نشان دهنده ناکافی بودن نیتروژن تأمین شده در شکمبه متناسب با توجه انرژی در دسترس است، که این حالت ناشی از بالا بودن انرژی قابل متابولیسم قابل تخمیر یا پایین بودن پروتئین قابل تجزیه مؤثر خوراک است. وست و همکاران (۱۹۸۷ و ۱۹۹۲) نشان دادند که افزودن مکمل پتاسیمی و نوع مکمل تأثیر معنی‌دار بر نیتروژن اورهای خون نداشت که با نتایج تحقیق حاضر مشابه بود، هرچند وایلدمن و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که افزایش تعادل کاتیون-آنیون جیره از طریق افزودن مکمل‌های کاتیونی باعث کاهش غلظت نیتروژن اورهای خون می‌شود. با توجه به اینکه در تحقیق حاضر تفاوت چشمگیری در مصرف خوراک و آب آشامیدنی در گروه‌های تیماری مشاهده نشد، بنابراین عدم تفاوت معنی‌دار در غلظت نیتروژن اورهای خون گاوها منطقی به نظر می‌رسد. هرچند، با توجه به اینکه نیتروژن اورهای خون می‌تواند شاخصی از تخریب پروتئین‌های بافتی ناشی از تنش گرمایی باشد، برای درک بهتر باید تغییر غلظت هورمون‌های مؤثری مانند کورتیزول نیز بررسی گردد.

غلظت اجسام کتوننی خون

تجزیه و تحلیل داده‌ها حاکی از عدم تأثیر معنی‌دار دمای آب مصرفی و مکمل کربنات پتاسیم بر غلظت کل اجسام کتوننی خون (شامل استون، ۳-هیدروکسی بوتریک اسید و استواستیک اسید) گاوها بود ($P > 0.05$). مقایسات میانگین نیز تفاوت معنی‌دار بین گروه‌های تیماری در غلظت کل اجسام کتوننی خون گاوها نشان نداد (جدول ۶) که با نتایج تحقیق اشنایدر و همکاران (۱۹۸۸) مشابه بود که نشان دادند افزودن مکمل پتاسیم به جیره تأثیر معنی‌دار بر غلظت بوتیرات خون گاوهای شیری تحت تنش گرمایی نداشت. کتون‌ها اصولاً به عنوان مواد حدواسط در حین متابولیسم ساخته می‌شوند. منبع واقعی کتون‌ها، اسیدهای چربی هستند که زنجیره کربنی آنها می‌تواند کوتاه (۴-۱۰ کربن)، متوسط (۵-۱۱ کربن) و بلند (بیش از ۱۱ کربن) باشد. در شرایط تنش گرمایی به علت کاهش مصرف ماده خشک که همراه با موازنه منفی انرژی می‌باشد، سبب تغییرات هورمونی شده که منجر به کاهش غلظت پلاسمایی انسولین و افزایش غلظت پلاسمایی گلوکاگن می‌شود. این تغییرات هورمونی غلظت *cAMP* در سلول‌های بافت چربی را افزایش می‌دهد که در نتیجه عمل آن باعث هیدرولیز تری‌گلیسریدها به اسیدهای چرب و گلیسرول شده و در نهایت طی فرایندهایی باعث تولید اجسام کتوننی در گاو می‌شود (اوون و همکاران، ۱۹۶۹؛ مک‌گری و همکاران، ۱۹۷۷). در تحقیق حاضر تفاوت معنی‌دار بین گروه‌های تیماری در مصرف خوراک روزانه مشاهده نشد که می‌تواند از عوامل عدم تفاوت در غلظت فراسنجه‌های خون از جمله اجسام کتوننی باشد.

جدول ۶- میانگین غلظت اجسام کتون و نیتروژن اوره‌ای خون گاوها (میلی گرم در دسی لیتر) در چهار گروه تیماری در کل دوره آزمایش

P value	SEM	تیمار				فراسنجه خون
		آب معمولی+مکمل پتاسیم	آب سرد+مکمل پتاسیم	آب معمولی	آب سرد	
۰/۱۹۸	۰/۱۹	۳/۱۰	۲/۹۹	۳/۰۶	۳/۱۶	اجسام کتون
۰/۳۰۶	۰/۶۳	۱۳/۵۸	۱۴/۱۱	۱۴/۳۱	۱۳/۵۶	نیتروژن اوره‌ای

SEM: میانگین خطای استاندارد

نتیجه‌گیری کلی

نتایج تحقیق نشان داد که خنک کردن آب آشامیدنی گاوهای شیری و افزودن مکمل پتاسیم به جیره آنها در زمان تنش گرمایی نمی‌تواند باعث بهبود عملکرد و شاخص‌های متابولیزی مرتب با تنش گرمایی در آنها گردد. استفاده از آب با دمای معمولی باعث افزایش مصرف خوراک شده ولی افزودن مکمل پتاسیم، نرخ تنفس را پایین آورد. بنابراین، نتایج این تحقیق، خنک کردن آب آشامیدنی گاوهای شیری و افزودن مکمل پتاسیم به جیره آنها در زمان تنش گرمایی توصیه نمی‌نماید.

تشکر و قدردانی

شایسته است از دانشگاه گنبد کاووس به خاطر مساعدت مالی و در اختیار قرار دادن امکانات آزمایشگاهی قدردانی گردد. همچنین، از آقای مهندس روح‌الله قربانی، مدیرعامل شرکت کوشان دام گلستان به خاطر همکاری در انجام این تحقیق صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

- Anderson, M. 1985. Effects of drinking water temperature on water intake and milk yield of tied up dairy cows. *Livestock Production Science*, 12: 329-38.
- Baker, C.C., Coppock, C.E., Lanham, J.K., Nave, D.H. and LaBore, J.M. 1988. Chilled drinking water effect on lactating Holstein cows in summer. *Journal of Dairy Science*, 71: 2699-2709.
- Beede, D.K. 1991. Mineral and Water Nutrition. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 7: 373-90.
- Bewley, J.M., Grott, M.W., Einstein, M.E. and Schutz, M.M. 2008. Impact of intake water temperatures on reticular temperatures of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 91: 3880-3887.
- Brod, D.L., Bolsen, K.K. and Brent, B.E. 1982. Effect of water temperature on rumen temperature, digestion and rumen fermentation in sheep. *Journal of Animal Science*, 54: 179-82.
- Collier, R.J., Dahl, G.E. and Van Baale, M.J. 2006. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 89: 1244-1253.
- Dale, H.E., Stewart, R.E. and Brody, S. 1954. Rumen temperature. I. Temperature gradients following feeding and fasting. *The Cornell Veterinarian*, 44: 368-374.
- Dye, T.K. and Richards, C.J. 2007. Evaluation of rumen temperatures in commercial feedlot cattle. *Research report, Oklahoma Agriculture Experiment Station, Oklahoma, USA.*
- Eriksson, L., Hydbring, E., Tuomisto, L., Macdonald, E., Kokkonen, U. and Olsson, K. 1994. Intraluminal fluid administration to goats: effects of handling and fluid temperature. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 35: 289-298.
- Gonzalez Pereyra, A.V., Maldonado May, V., Guillermo Catracchia, C., Herrero, M.A., Celina Flores, M. and Mazzini, M. 2010. Influence of water temperature and heat stress on drinking water intake in dairy cows. *Chillan Journal of Agricultural Research*, 70: 328-36.
- Hansen, P.J. 2007. Effects of environment on bovine reproduction. In: Young quest RS, editor. *Current therapy in large animal theriogenology*, Philadelphia: W.B., Saunders: pp: 431-441.
- Harrison, J., White, R., Kincaid, R., Block, E., Jenkins, T. and St-Pierre, N. 2012. Effectiveness of potassium carbonate sesquihydrate to increase dietary cation-anion difference in early lactation cows. *Journal of Dairy Science*, 95: 3919-3925.
- Huber, J.T. 1996. Amelioration of heat stress in dairy cattle. In: Phillips, C.J.C., *Progress in Dairy Science*, CAB International, Oxon, pp: 211-43.
- Ittner, N.R., Kelly, C.F. and Guilbert, H R. 1951. Water consumption of Hereford and Brahman cattle and the effect of cooled drinking water in a hot climate. *Journal of Animal Science*, 10: 742-751.

- Jenkins, T.C., Bridges, W.C., Harrison, J.H. and Young, K.M. 2014. Addition of potassium carbonate to continuous cultures of mixed ruminal bacteria shifts volatile fatty acids and daily production of biohydrogenation intermediates. *Journal of Dairy Science*, 97: 975-984.
- Jordan, E.R. 2003. Effects of heat stress on reproduction. *Journal of Dairy Science*, 86: 104-114.
- Kadzere, C.T., Murphy, M.R., Silanikove, N. and Maltz, E. 2002. Heat stress in lactating dairy cows: A review. *Livestock Production Science*, 77: 59-91.
- Keenan, T.W. and Dylewski, D.P. 1985. Aspects of intracellular transit of serum and lipid phases of milk. *Journal of Dairy Science*, 68: 1025-1040.
- Lanham, J.K., Coppock, C.E., Milam, K.Z., Laborer, J.M., Nave, D.H., Stermer, R.A. and Brasington, C.F. 1986. Effects of drinking water temperature on physiological responses of lactating Holstein cows in summer. *Journal of Dairy Science*, 69: 1004-1012.
- Mallonee, P.G., Beede, D.K. and Collier, R.J. 1985. Production and physiological responses of dairy cows to varying dietary potassium during heat stress. *Journal of Dairy Science*, 68: 1479-87.
- Masero, E.J. and Siegel, P.D. 1971. "Acid-base Regulation: Its Physiology and pathophysiology." W.B. Saunders, Philadelphia, Pennsylvania, USA.
- McDowell, L.R. 2003. Minerals in animals and human nutrition. 2nd ed. 144 p. Elsevier Science, BV Amsterdam, Netherlands.
- McGarry, J.D., Mannaerts, G.P. and Foster, D.W. 1977. A possible role for malonyl-CoA in the regulation of hepatic fatty acid oxidation and ketogenesis. *Journal of Clinical Investigation*, 60: 265-70.
- Milam, K.Z., Coppock, C.E., West, J.W., Laham, J.K., Nave, D.H. and LaBore, J.M. 1986. Effect of drinking water temperature on production responses in lactating Holstein cows in summer. *Journal of Dairy Science*, 69: 1013-1019.
- National Research Council (NRC). 1989. Nutrient requirements of dairy cattle. 6th revised. ed. National Academy Press, Washington D.C., USA.
- National Research Council (NRC). 2001. Nutrient requirements of dairy cattle: 7th revised ed. National Academy Press, Washington D.C., USA, pp: 178-83.
- Owen, O.E., Felig, A.P., Morgan, J. and Cahill, G.F.Jr. 1969. Liver and kidney metabolism during prolonged starvation. *Journal of Clinical Investigation*, 48: 547-553.
- Schneider, P.L., Beede, D.K. and Wilcox, C.J. 1988. Effects of supplemental potassium and sodium chloride salts on ruminal turnover rates, acid-base and mineral status of lactating dairy cows during heat stress. *Journal of Animal Science*, 66: 126-135.
- Shalit, O., Maltz, E., Silanikove, N. and Berman, A. 1991. Water, sodium, potassium, and chlorine metabolism of dairy cows at the onset of lactation in hot weather. *Journal of Dairy Science*, 74: 1874-1883.
- Silanikove, N., Maltz, E., Halevi, A. and Shinder, D. 1997. Water, Na, K and Cl metabolism in high yielding dairy cows at the onset of lactation. *Journal of Dairy Science*, 80: 949-956.
- Stermer, R.A. and Brasington, C.F. 1986. Effect of drinking water temperature on heat stress of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 69: 546-551.
- Thompson, D.J. 1978. In "Proc. Latin American Symposium on Mineral Nutrition Research with Grazing Ruminants" (J.H. Conrad and L.R. McDowell, eds.), University of Florida, Gainesville, Florida, USA.
- West, J.W. 2002. Physiological effects of heat stress on production and reproduction. *Proceeding of Tri-State Nutrition Conference*, pp: 1-9.
- West, J.W., Haydon, K.D., Mullinix, B.G. and Sandifer, T.G. 1992. Dietary cation-anion balance and cation source effects on production and acid-base status of heat-stressed cows. *Journal of Dairy Science*, 75: 2776-2786.
- West, J.W., Mullinix, B.G. and Sandifer, T.G. 1991. Changing dietary electrolyte balance for dairy cows in cool and hot environments. *Journal of Dairy Science*, 74: 1662-74.
- West, J.W., Coppock, C.E., Milam, K.Z., Nave, D.H., Labore, J.M. and Rowe, L.D. 1987. Potassium carbonate as a potassium source and dietary buffer for lactating Holstein cows during hot weather. *Journal of Dairy Science*, 70: 309-20.
- Wildman, C.D., West, J.W. and Bernard, J.K. 2007. Effects of dietary cation-anion difference and potassium to sodium ratio on lactating dairy cows in hot weather. *Journal of Dairy Science*, 90: 970-977.
- Wilks, D.L., Coppock, C.E., Lanham, J.K., Brooks, K.N., Baker, C.C., Bryson, W.L., Elmore, R.G. and Stermer, R.A. 1990. Responses of lactating Holstein cows to chilled drinking water in high ambient temperatures. *Journal of Dairy Science*, 73: 1091-1099.
- Woodford, S.T., Murphy, M.R. and Davis, C.L. 1984. Water dynamics of dairy cattle as affected by initiation of lactation and feed intake. *Journal of Dairy Science*, 67: 2336-2343.



Effect of drinking water temperature and potassium carbonate supplement on performance and physiological parameters of lactating cows under heat stress

K. Ghotouri¹, F. Moslemipur^{2*}, A.M. Gharabash²

1, 2 MSc., PhD., respectively, Dep. of Animal Production, University of Gonbad Kavoods

*Corresponding Author Email: farid.moslemipur@gmail.com

Submitted: 24 December 2024

Accepted: 6 December 2025

Abstract

This study was performed to evaluate the effects of water temperature and adding potassium carbonate supplement on growth performance, milk yield and composition, rectal temperature, respiratory rate, heart rate and some blood biochemicals of lactating cows during heat stress. Sixteen multiparous lactating Holstein cows (580±12 kg) were used in a change-over design with four treatments arranged in a 2×2 factorial experiment in 4 four-week periods (three weeks for treating followed by a week as gap). The treatments were two levels of drinking water temperature (chilled: 12°C and normal: 25°C), and two levels of potassium carbonate addition (0 and 0.96% of DM). Duration of the study was July to September with maximum and minimum ambient temperatures as 42 and 25 °C, respectively and overall temperature-humidity index value by 85.5. Feed intake of cows was measured daily. Blood samples were collected via tail vein at the final day of the periods. Rectal temperature, respiratory rate and heart rate were measured three times a period. Results showed that water temperature and potassium carbonate supplementation to diet had no significant effects on average daily gain, milk yield and composition, rectal temperature, respiratory rate, heart rate, blood urea nitrogen and ketone bodies levels of dairy cows during the experiment, but water temperature affected on feed intake where normal water caused an increase in feed intake of cows ($P<0.05$). Adding potassium supplement to diet had no significant effects on mentioned parameters but it decreased the respiration rate of cows ($P<0.05$). Generally, results showed that drinking water temperature did not affect on the physiological parameters but normal water can increase feed intake. Adding potassium supplement to diet only affected on the respiration rate of cows. The results of the study do not recommend the chilling of drinking water or adding potassium supplement to the diet of dairy cows under heat stress.

Keywords: Drinking water temperature, Potassium, Heat stress, Performance, Lactating cow