

## بررسی تغییرات آنیونی - کاتیونی جیره بر عملکرد شیردهی، اسیدهای چرب شیر و مواد معدنی سرم در گاوهای شیرده هلشتاین در تنش حرارتی

### • آناهیتا سیادت

- گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
- یدالله چاشنی دل (نویسنده مسئول)
- گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
- عیسی دیرنده
- گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: آبان ۱۳۹۴ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۵

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۱۳۵۴۴۲۵۳

Email: ychashnidel2002@yahoo.com

### چکیده

این پژوهش به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف تفاوت کاتیون-آنیون جیره (DCAD) بر عملکرد شیردهی، پروفیل اسیدهای چرب شیر، غلظت مواد معدنی پلاسما و ادرار طی تنش حرارتی انجام شد. در این پژوهش ۱۸ راس گاو هلشتاین نوبت زایش سوم با میانگین تولید شیر  $43/5 \pm 1/5$  لیتر در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت تصادفی به گروه‌های آزمایشی: (۱)  $+200$  میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم ماده خشک مصرفی (۲)  $+330$  میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم ماده خشک مصرفی و (۳)  $+550$  میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم ماده خشک مصرفی اختصاص یافتند. گاوها از روز زایش و به مدت ۳۵ روز با جیره‌های بالا تغذیه شدند. نتایج نشان دادند سطوح مختلف DCAD بر مقدار مصرف خوراک، تولید شیر و چربی شیر را تحت تأثیر قرار دادند و با افزایش سطح DCAD افزایش یافتند ( $P < 0/01$ ). بیشترین مقدار مصرف خوراک، تولید شیر، چربی شیر و pH خون و ادرار در سطح  $+550$  میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم ماده خشک مصرفی بود. همراه با افزایش DCAD، فشار نسبی دی‌اکسیدکربن و مقدار بی‌کربنات خون به صورت معنی‌داری کاهش یافت. افزایش سطح DCAD تفاوت کاتیون-آنیون جیره اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (C4-C10) را کاهش داد ( $P < 0/05$ ). به‌طور کلی، نتایج پژوهش حاضر نشان داد تفاوت کاتیون-آنیون جیره‌ای در سطح  $+550$  میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم ماده خشک مصرفی با افزایش مصرف خوراک، بهبود pH و افزایش قدرت بافری شکمبه سبب بهبود تعادل الکترولیتی بدن شد. همچنین سطح  $+550$  میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم عملکرد تولیدی و تولیدمثلی گاوهای شیری را طی تنش حرارتی بهبود داد.

واژه‌های کلیدی: تفاوت کاتیون-آنیون، تنش حرارتی، عملکرد شیردهی، pH خون.

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 113 pp: 3-16

**Considering dietary cation-anion changes on lactation performance, milk fatty acids profile and mineral concentrations of serum in lactating dairy cows during heat stress**

By: Anahita Siadati, Yadollah Chashnidel\*, Essa Dirandeh

Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran, P.O. BOX. 578

Received: November 2015

Accepted: May 2016

In order to survey the effect of different levels of dietary cation-anion difference (DACD) on lactating performance, milk fatty acid profile, plasma and urine mineral concentration during heat stress. Eighteen Holstein cows (parity = 3, milk 43.5±1.5 Kg/d) were used in completely randomized design and randomly assigned into: (1) +200 DACD (mEq/kg DM), (2) +330 DACD (mEq/kg DM) and (3) +550 DCAD (mEq/kg DM). Cows were fed experimental diets for 35 days starting from calving. Results showed dry matter intake ( $P < 0.001$ ), milk production ( $P < 0.001$ ) and milk fat percentage ( $P < 0.001$ ) affected by different levels of dietary cation-anion difference and were increased by increasing DCAD levels. Maximum dry matter intake, milk production, milk fat and blood and urine pH was found for cows fed +550 DCAD (mEq/kg DM). HCO<sub>3</sub> concentrations and CO<sub>2</sub> pressure significantly declined with increasing DCAD levels. Increasing DCAD levels significantly decreased short chain fatty acids (C<sub>4</sub>-C<sub>10</sub>). In conclusion result of present study showed dietary cation-anion difference in +550 mEq/kg DM level improved electrolyte balance of body via increasing dry matter intake, improving pH and rumen buffering power, moreover +550 mEq/kg DM of DCAD improved productive and reproductive performances of dairy cows during heat stress.

**Key words:** Cation-anion difference, heat stress, lactating performance, blood pH

#### مقدمه

طی اوایل دوره شیردهی، گاوهای شیری پرتولید به دلیل عدم تامین انرژی کافی برای تولید شیر از طریق خوراک به توازن منفی انرژی دچار شده و در نتیجه مجبور به استفاده از ذخایر بدنی خود می‌شوند، دستکاری تفاوت کاتیون-آنیون جیره، با تقویت بی-کربنات خون، تعادل اسید و باز در خنثی نمودن اسید حاصل از سوخت و ساز مواد مغذی و افزایش ماده خشک مصرفی، تولید شیر را افزایش می‌دهد (Hu و همکاران، ۲۰۰۷).

تنش حرارتی از جمله عواملی است که تاثیر منفی زیادی بر عملکرد تولیدی و تولیدمثلی گاو شیری دارد. در شرایط تنش حرارتی (شاخص حرارتی- رطوبتی بیشتر از ۷۲)، دام جهت کاهش گرمای داخلی بدن (ناشی از سوخت و ساز)، مقدار ماده خشک مصرفی را کاهش می‌دهد که این امر به ویژه در اوایل دوره شیردهی که دام در شرایط توازن منفی انرژی است و مصرف ماده خشک کمتری دارد سبب تشدید توازن منفی انرژی شده و

هزینه‌های خوراک در گاو شیری بزرگ‌ترین هزینه مرتبط با تولید شیر هستند به طوری که حدود ۵۵ درصد یا بیشتر هزینه تمام شده تولید شیر مربوط به آن است (Buzé و همکاران، ۲۰۱۴؛ Wolf، ۲۰۱۰). بنابراین، در بین تولیدکنندگان علاقمندی زیادی وجود دارد که ضریب تبدیل را بهبود داده و شیر تولیدی به ازای خوراک مصرفی را افزایش دهند. تفاوت کاتیون-آنیون جیره‌ای (DCAD) یک موضوع تحقیق قابل توجه در تغذیه گاوهای شیری در دو دهه‌ی اخیر بوده است (Hahn و Nieber، ۲۰۰۷). حیوانات نشخوارکننده نسبت به دیگر حیوانات دارای سامانه اسید و باز پیچیده‌ای هستند و در این میان سدیم، پتاسیم و کلر نقش کلیدی در حفظ فشار اسمزی و هومئوستازی اسید-باز بدن دارند (Harrison و همکاران، ۲۰۱۲؛ Chan و همکاران، ۲۰۰۵). تنظیم تعادل کاتیون-آنیون جیره در بهبود عملکرد حیوان نقش مهمی را ایفا می‌کند (Sanchez و Beede، ۱۹۹۴، ۱۹۹۶)

کاتیونیک کردن جیره در این فصل هم سبب افزایش سرعت عبور و مصرف خوراک، افزایش قدرت بافری شکمبه و بهبود pH شده و علاوه بر اینها محرک نشخوار و ترشح بزاق نیز می‌باشد و در نهایت سبب بهبود تعادل الکترولیتی بدن می‌شود (Schneider و همکاران، ۱۹۹۸؛ Harrison و همکاران، ۲۰۱۲؛ Erdman و همکاران، ۲۰۱۱). داشتن DCAD مثبت در دوره‌ی شیردهی راهکاری مناسب برای حفظ سلامتی و به بیشینه رساندن تولید و تولیدمثل است (Block، ۱۹۹۴). St-Pierre و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که ضرر اقتصادی سالیانه تنش حرارتی در گله‌های گاو شیری آمریکا ۸۹۷ میلیون دلار بود و گاو‌داری‌های شیری بیش از یک میلیون دلار در تولید شیر و گوساله ضرر کردند.

با توجه به این که افزایش تفاوت کاتیون-آنیون جیره باعث افزایش ظرفیت بافری شکمبه و خون می‌شود، می‌توان با افزایش تفاوت کاتیون-آنیون جیره‌ای از طریق افزایش pH شکمبه و خون، ابتلا به بیماری‌هایی مثل اسیدوز را کاهش و مصرف خوراک را افزایش داد تا در نهایت سلامت دام بهبود و تولید شیر و تولیدمثل افزایش یابد. از این رو، با توجه به کمبود اطلاعات در مورد تاثیر تفاوت کاتیون-آنیون جیره در شرایط تنش حرارتی به ویژه در ایران، هدف از پژوهش حاضر بررسی تاثیر سه سطح مختلف تفاوت کاتیون-آنیون بر عملکرد شیردهی، الگوی اسیدهای چرب شیر، سطح گازهای خونی و غلظت مواد معدنی پلاسما و ادرار گاوهای شیرده هلشتاین طی تنش حرارتی بود.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش طی فاصله زمانی ۲۰ تیرماه تا ۲۰ شهریورماه در شرایط تنش حرارتی با میانگین شاخص حرارتی-رطوبتی (THI) ۷۶ تا ۷۹ در شرکت شیر و گوشت مهدشت ساری انجام شد. هجده راس گاو هلشتاین نوبت زایش سوم، با میانگین وزنی  $570 \pm 60$  کیلوگرم و میانگین تولید شیر روزانه  $43/5 \pm 1/5$  لیتر در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه گروه آزمایشی و شش تکرار در هر گروه تغذیه شدند. گروه‌های آزمایشی شامل: (۱)  $+200$  میلی

دام برای تامین احتیاجات خود، مقدار بیشتری از ذخایر بدنی خود استفاده می‌کند. نتیجه این امر تشدید مقاومت به انسولین، افزایش اسیدهای چرب غیراستریفیه (NEFA) در خون و به دنبال آن افزایش بتا هیدروکسی بوتیرات (BHBA) است که در نهایت سبب افزایش درصد وقوع ناهنجاری‌های متابولیک (کبدچرب، کتوز، اسیدوز و...) شده و تاثیر منفی بر عملکرد تولیدی و تولیدمثلی دام دارد (Harrison و همکاران، ۲۰۱۲؛ Sanchez و Beede، ۱۹۹۴؛ West و همکاران، ۱۹۹۲).

یکی از راهکارهای کاهش تاثیرات منفی تنش حرارتی افزایش سطح DCAD است. توصیه می‌شود تفاوت آنیون-کاتیون را در فصول گرم سال افزایش داده و آن را به بالاتر از  $+400$  میلی اکی والان در هر کیلوگرم ماده خشک برسانید. این هدف با افزایش نمک، جوش شیرین، و مقادیر ترکیبات پتاسیم دار (مانند کربنات پتاسیم به دلیل دارا بودن ۵۰ تا ۶۰ درصد پتاسیم) قابل حصول است (West و همکاران، ۱۹۹۹؛ Collier و همکاران، ۲۰۱۲). سطح پتاسیم در شیر بیشتر از سطح کلسیم است. در نتیجه گاوهای پرتولید به طور معمول از نظر این عنصر دارای کمبود هستند. پتاسیم همچنین در تولید انسولین، سوخت و ساز پروتئین و در کنترل پمپ سلولی در گاو دارای نقش است و از آنجایی که گاو روزانه به دلیل تولید شیر و فعالیت جویدن و ترشح بزاق مقدار زیادی پتاسیم از دست می‌دهد و این امر در شرایط تنش حرارتی شدیدتر می‌شود، تامین DCAD مناسب برای تعادل اسید و باز و جلوگیری از ناهنجاری‌های متابولیک بسیار ضروری است (Wildman و همکاران، ۲۰۰۷). در شرایط تنش حرارتی، سطح پایین DCAD در اوایل دوره پس از زایش با تاثیر منفی بر ماده خشک مصرفی و تشدید توازن منفی انرژی سبب بروز ناهنجاری‌های متابولیک شده و تاثیر منفی بر راندمان تولیدمثلی می‌گذارد. در شرایط تنش حرارتی با افزایش DCAD از طریق افزایش مقدار الکترولیت‌های جیره بخصوص سدیم و پتاسیم، می‌توان دفع زیاد مواد معدنی و کاهش مصرف خوراک را جبران کرد و آثار منفی تنش حرارتی بر تولیدشیر و تولیدمثل را کاهش داد (Wildman و همکاران، ۲۰۰۷؛ Iwaniuk و همکاران، ۲۰۱۵).

نوبت در روز (ساعت ۹ صبح، ۱۵:۳۰ بعدازظهر و ۲۲:۳۰ شب به- طور کامل دوشیده شدند و مجموع شیر تولیدی به عنوان رکورد آن روز ثبت شد. جهت تعیین ترکیب شیر نمونه‌های شیر از هر سه نوبت شیردهی به نسبت تولید هر وعده با هم مخلوط شدند و بلافاصله با استفاده از دستگاه شیر سنج (Milk Analyzer-jet2, Dairy scan Co.) ساخت کشور بلغارستان ترکیب شیر شامل چربی، پروتئین و لاکتوز شیر تعیین شد.

### اندازه‌گیری پروفیل اسیدهای چرب شیر

به منظور اندازه‌گیری پروفیل اسیدهای چرب، نمونه‌گیری شیر طی دو روز از هر سه وعده‌ی شیردوشی به نسبت تولید شیر در هر وعده انجام و نمونه‌های شیر مخلوط و در ظرف نمونه‌گیری ۵۰ میلی لیتر ریخته شدند و در دمای  $20^{\circ}\text{C}$  در فریزر برای اندازه‌گیری در زمان مناسب ذخیره شدند. اندازه‌گیری پروفیل اسیدهای چرب شیر توسط دستگاه گاز کروماتوگرافی (PHILIPS مدل PU4410) با نوع ستون، 10PEG (طول ۲ متر، قطر ۴۵ میلی-متر) اندازه‌گیری و تعیین شد.

### خون‌گیری و جداسازی سرم خون

به منظور بررسی میزان سدیم، پتاسیم، کلر، کلسیم، منیزیم، فسفر و فراسنجه‌های اوره و گلوکز خون در دومرحله: قبل از اعمال گروه-های آزمایشی و دو هفته بعد از آن انجام شد. این کار با استفاده از سرنگ ۵ میلی لیتر بدون ماده‌ی ضد انعقاد برای بررسی مواد معدنی خون و ۴ ساعت بعد از مصرف خوراک صبحگاهی دام‌ها از محل سیاهرگ زیردمی صورت پذیرفت. پس از انجام خون‌گیری، سر سوزنی را از سرنگ برداشته، خون را به آرامی وارد لوله‌ی آزمایش کرده، سپس لوله‌ی آزمایش را به سرعت به فلاسک سیار حاوی کیسه‌های یخ خشک (در دمای  $4^{\circ}\text{C}$ -) منتقل کرده و جداسازی سرم خون با استفاده از سانتریفیوژ یخچال دار با  $1000\text{g}$  در مدت ۱۵ دقیقه انجام گرفت. سپس سرم خون جدا شده درون میکروتیوب‌های ۱/۵ میلی لیتری به آرامی ریخته شد و تا زمان اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی و مواد معدنی خون در دمای

اکی والان در کیلوگرم ماده خشک مصرفی (۲)  $330 +$  میلی اکی والان در کیلوگرم ماده خشک مصرفی و (۳)  $550 +$  میلی اکی والان در کیلوگرم ماده خشک مصرفی بود. گاوها از روز زایش و بعد از ۱۴ روز عادت دهی، سه هفته با گروه‌های آزمایشی بالا تغذیه شدند (در مجموع ۳۵ روز). جیره‌های مورد استفاده توسط نرم افزار CNCPS (۶/۱) تنظیم شدند (جدول ۱). مقدار DCAD گروه‌های آزمایشی توسط نمک‌های خوراکی بی کربنات سدیم و کربنات پتاسیم برای جیره با DCAD  $550 +$  میلی اکی والان در کیلوگرم ماده خشک مصرفی و نمک کلرید کلسیم برای جیره با DCAD  $200 +$  میلی اکی والان در کیلوگرم ماده خشک مصرفی مصرفی تنظیم شد. گاوهای مورد آزمایش با جیره‌های کاملاً مخلوط در حد اشتها با محاسبه‌ی تقریباً ۱۰ درصد باقی مانده‌ی خوراک اضافی (۸) هر روز در ساعت ۸ صبح و ۱۵ بعدازظهر تغذیه شدند. تفاوت آنیون - کاتیون جیره‌ها بر اساس فرمول زیر محاسبه شد:

$$\text{DCAD} = (\% \text{Na} / 0.23 + \% \text{K} / 0.39) - (\% \text{Cl} / 0.35 + \% \text{S} / 0.166)$$

### تعیین ترکیبات شیمیایی مواد خوراکی

به منظور نمونه‌گیری از خوراک مصرفی دام‌ها، هر هفته از جیره-های خوراکی کاملاً مخلوط شده به‌طور تصادفی از قسمت‌های مختلف خوراک، نمونه‌های مشخصی گرفته شد. نمونه‌های خوراک به منظور تعیین مقادیر پروتئین خام و چربی خام براساس روش AOAC (۲۰۰۲) و دیواره سلولی (DFN) و ADF با استفاده از دستگاه ATBIN و براساس روش Van Soest و همکاران (۱۹۹۱) مورد تجزیه قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری چربی خام از دستگاه سوکسله (شرکت بهر آلمان، Behr Labor-Technik) و برای اندازه‌گیری پروتئین خام از روش کلدال با دستگاه هضم (مدل ۱۰۱۵) و دستگاه تقطیر (مدل ۱۰۳۰ شرکت Tecator کشور سوئد) استفاده شد.

### مصرف خوراک، تولید و ترکیب شیر

مصرف خوراک گاوها به‌طور روزانه اندازه‌گیری شد. گاوها سه

تشخیص کیست‌های تخمدانی در روز ۲۱ و ۳۱ پس از زایش و با دستگاه سونوگرافی (BCF، استرالیا) مجهز به پروب ۷/۵ مگاهرتز تخمدان‌ها بررسی شدند و در صورتی که ساختاری با قطر حداقل ۲۰ میلی‌متر طی هر دو روز در سطح تخمدان دیده شد گاو به عنوان گاو کیستی در نظر گرفته شد.

### آنالیز آماری

آنالیز داده‌ها توسط نرم افزار SAS (version 8.0, 2000)، در قالب طرح کاملاً تصادفی همراه با آنالیز کواریانس انجام شد به این گونه که داده‌های روز اول آزمایش که دام‌ها تیمار شاهد را دریافت کردند در برابر سایر داده‌ها به عنوان کواریت استفاده شد.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta (X_{ij} - X_{..}) + \varepsilon_{ij}$$

$Y_{ij}$  = فاکتورهای اندازه گیری شده  
 $\mu$  = میانگین کل مشاهدات اجتماع  
 $\beta$  = ضریب تابعیت کواریت (روز اول در برابر سایر زمان‌ها)  
 $T_i$  = اثر تیمار  
 $\varepsilon_{ij}$  = خطای آزمایش

داده‌های ۰ و ۱ توسط رویه GLIMMIX نرم افزار (version SAS (8.0, 2000 آنالیز شدند.

### نتایج

**تأثیر DCAD بر ماده خشک مصرفی و تولید و ترکیبات شیر**  
 نتایج پژوهش حاضر نشان دادند، مصرف خوراک با افزایش سطح DCAD به صورت معنی داری افزایش یافت ( $P < 0.003$ ) به طوری که بیشترین مقدار ماده‌ی خشک مصرفی در سطح +۵۵۰ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم ماده خشک مصرفی بود (جدول ۲). تفاوت کاتیون-آنیون جیره در سطح +۵۵۰ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم ماده خشک مصرفی در مقایسه با سطوح +۲۰۰ و +۳۳۰ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم ماده خشک، تولید شیر و درصد چربی شیر را به صورت معنی داری افزایش داد (جدول ۲). درصد پروتئین شیر و لاکتوز شیر تحت تاثیر سطح مختلف تفاوت کاتیون-آنیون قرار نگرفت (جدول ۲).

$^{20}$  در فریزر نگه داری شد. سدیم و پتاسیم ادرار و خون، بادستگاه فلیم فتومتر (Jenway PFP Clinical Jenway Essex) ساخت کشور انگلیس و کلسیم، منیزیم، کلر و فسفر با دستگاه اتوآنالایزر (Autoanalyzer BT Targa 3000, Biotectica) ساخت کشور ایتالیا با استفاده از کیت‌های دستگاهی (شیم آنزیم، ایران) اندازه گیری شدند. گازهای خونی توسط دستگاه ABG compact3 ساخت کشور آلمان، میزان pH خون توسط دستگاه pH متر (مدل ۳۵۰، JENMAY PH Meter)، بی کربنات،  $pCO_2$  و  $pO_2$  اندازه گیری شدند.

### نمونه‌گیری از ادرار دام و اندازه‌گیری مواد معدنی و فراسنجه‌های آن

نمونه‌گیری از ادرار در دو مرحله: قبل از اعمال گروه‌های آزمایشی و دو هفته بعد از آن انجام شد. به منظور نمونه‌گیری از ادرار دام، یک ظرف نیم لیتری تهیه شد و دام‌های مورد آزمایش در باکس-های گاوداری قرار داده شدند. در زمان ۱۵ تا ۱۶ بعد از ظهر کمتر از نیم لیتر از ادرار دام با تحریک دستی گرفته و به صورت کامل مخلوط شد. ۵۰ میلی لیتر ادرار در ظرف نمونه گیری ریخته شد. نمونه‌ها برای اندازه‌گیری مقدار سدیم، پتاسیم، کلر، کلسیم، کراتین و اوره در دمای  $^{20}$  در فریزر نگه داری شدند. سپس در زمان مناسب مقدار سدیم، پتاسیم و کلر به روش الکتروود آنالایزی به وسیله دستگاه Shenzhen Caretium ساخت کشور چین و میزان کلسیم، کراتین و اوره به روش الکترو فتومتری توسط دستگاه کوباس اندازه گیری شدند.

### شاخص‌های تولیدمثلی

گاوه‌های متری در ۷ روز اول پس از زایش براساس هر گونه علامت غیر طبیعی در رنگ (وجود چرک) و بوی ترشحات واژنی، به وسیله لمس راست روده، درجه حرارت راست روده ای بیش از ۴ درجه سانتی‌گراد و کاهش خوراک مصرفی مشخص شدند. اندومتریت در روز ۲۱ پس از زایش، به وسیله تغییر در رنگ و بوی ترشحات واژنی مشخص شد. برای

### بحث

افزایش سطح تفاوت کاتیون-آنیون جیره سبب افزایش ماده خشک مصرفی شد. در تایید نتایج پژوهش حاضر Hu و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که با بالا بردن سطح تفاوت کاتیون-آنیون جیره از ۲۹۰+ به ۴۷۰+ میلی اکی والان در کیلوگرم ماده خشک مصرفی ۰/۴ کیلوگرم در روز افزایش یافت. دامنه تفاوت کاتیون-آنیون جیره‌ای بین ۲۰۰+ تا ۴۰۰+ میلی اکی والان در کیلوگرم ماده خشک مصرفی برای دستیابی به حداکثر خوراک مصرفی و شیر تولیدی در گاوهای شیرده ضروری است (Shalit و همکاران، ۱۹۹۱). افزایش میزان DCAD باعث افزایش pH و ظرفیت بافری شکمبه شده که خود منجر به افزایش غلظت اسیدهای چرب آزاد تولیدی در شکمبه و بهبود عملکرد شکمبه و سرعت عبور بالاتر مواد هضمی می‌شود که این خالی شدن شکمبه منجر به افزایش مصرف خوراک می‌شود (Harrison و همکاران، ۲۰۱۲؛ Erdman و همکاران، ۲۰۱۱). تفاوت کاتیون-آنیون جیره در سطح ۵۵۰+ میلی اکی والان در کیلوگرم ماده خشک مصرفی در مقایسه با سطوح ۲۰۰+ و ۳۳۰+ میلی اکی والان در کیلوگرم ماده خشک مصرفی تولید شیر و درصد چربی شیر را به صورت معنی داری افزایش داد. این یافته‌ها، موافق با نتایج Hu و همکاران (۲۰۰۷) و Wu و همکاران (۲۰۰۸) بود. افزایش تفاوت کاتیون-آنیون جیره‌ای توانست با افزایش ماده‌ی خشک مصرفی تولید شیر را نیز افزایش دهد. همچنین نتایج به دست آمده در این پژوهش مطابق با نتایج آنالیز ۱۲ تحقیق توسط Hu و Murphy (۲۰۰۴) و Sanchez و همکاران (۱۹۹۴)، که یک رابطه مثبت بین افزایش ماده‌ی خشک مصرفی و بازده تولید شیر بالا را پیدا کرده بودند، می‌باشد. همچنین بهبود وضعیت بافری شکمبه، منجر به افزایش تولید اسیدهای چرب فرار در شکمبه می‌شود. علاوه بر این، با افزایش پروپیونات که عمدتاً در کبد به گلوکز تبدیل می‌شود، افزایش تولید نیز رخ می‌دهد (Bernabucci و همکاران، ۲۰۰۲).

افزایش درصد چربی شیر در پژوهش حاضر با نتایج (Hu و Murphy، ۲۰۰۴؛ Roche و همکاران، ۲۰۰۵، ۲۰۰۳) مطابقت

افزایش تفاوت کاتیون-آنیون جیره، غلظت اسیدهای چرب کوتاه زنجیر ( $C_4-C_{10}$ ) و زنجیره ۱۸ کربنی را به صورت معنی داری تغییر داد. غلظت اسید چرب  $C_{18}$  در DCAD ۲۰۰+، ۳۳۰+ و ۵۵۰+ میلی اکی والان در کیلوگرم ماده خشک مصرفی به ترتیب ۱۴/۴۹، ۱۹/۶۶۳ و ۱۵/۸۷۷ درصد بود (جدول ۳).

### تأثیر DCAD بر pH و غلظت مواد معدنی خون و

#### ادرار و سطح گازهای خونی طی تنش حرارتی

غلظت سدیم، پتاسیم، کلر و فسفر تحت تاثیر سطوح مختلف تفاوت کاتیون-آنیون جیره‌ای قرار نگرفت (جدول ۴). غلظت سدیم، پتاسیم، کلسیم، اوره و کراتین ادرار تحت تاثیر سطوح مختلف تفاوت کاتیون-آنیون جیره قرار گرفت ( $P < 0/05$ ) ولی غلظت کلر تفاوتی بین گروه‌های آزمایشی نداشت ( $P > 0/05$ )، (جدول ۵). نتایج پژوهش حاضر نشان دادند مقدار pH خون و ادرار در سطح ۵۵۰+ میلی اکی والان در کیلوگرم ماده خشک مصرفی در مقایسه با سطوح ۲۰۰+ و ۳۳۰+ میلی اکی والان در کیلوگرم ماده خشک مصرفی به صورت معنی داری بیشتر بود. همچنین همراه با افزایش DCAD فشار نسبی دی اکسید کربن و مقدار بی کربنات خون به صورت معنی داری کاهش یافت (جدول ۶).

### تأثیر DCAD بر برخی از شاخص‌های تولیدمثلی

سطوح مختلف تفاوت کاتیون-آنیون جیره‌ای بر درصد وقوع عفونت‌های رحمی و کیست‌های تخمدانی تاثیری نداشت ولی درصد آبستنی، روزهای باز و فاصله زایش تا اولین تلقیح در گاوهایی که با سطح ۵۵۰+ میلی اکی والان در کیلوگرم ماده خشک مصرفی تغذیه شدند در مقایسه با سطوح ۲۰۰+ و ۳۳۰+ میلی اکی والان در کیلوگرم ماده خشک مصرفی بهبود داشت ( $P < 0/05$ )، (جدول ۷).

۱۱ ترانس ۱۸ کربنه با یک باند مضاعف پیش می‌برد. Roche و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند با افزایش DCAD بازده اسیدهای چرب کوتاه زنجیره (۱۵:۱-۴) و متوسط زنجیر (۱۶:۱-۱۶) افزایش می‌یابد. آن‌ها بیان کردند افزایش عملکرد اسیدهای چرب از سیستم گردش خون، احتمالاً به علت افزایش ساخت اسیدهای چرب در سلول‌های اصلی پستان می‌باشد. افزایش دما از ۱۵ به ۳۰ درجه‌ی سانتی‌گراد نسبت اسیدهای چرب کوتاه زنجیره (C<sub>4</sub>-C<sub>14</sub>) را کاهش و نسبت اسیدهای چرب بلند زنجیر C<sub>18:0</sub> را افزایش می‌دهد و ترکیب اسیدهای C<sub>18:1</sub>، C<sub>18:2</sub>، C<sub>18:3</sub> و C<sub>18</sub> را در گاوها جزئی افزایش می‌دهد (Bandaranayaka و Holmes، ۱۹۷۶). O'Brien و همکاران (۲۰۰۷)، با انجام آزمایشی گزارش کردند تنش حرارتی باعث کاهش بیش از ۱۰ درصد محتوای اسیدهای چرب با یک پیوند دوگانه و اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه می‌شود و محتوای اسیدهای چرب اشباع شیر را افزایش می‌دهد. افزودن پتاسیم به جیره سبب افزایش بیوهیدروژناسیون و تبدیل C<sub>18:2</sub> به C<sub>18:0</sub> شد.

### تاثیر DACD بر غلظت مواد معدنی خون طی تنش حرارتی

غلظت سدیم، پتاسیم، کلر و فسفر تحت تاثیر سطوح مختلف تفاوت کاتیون آنیون جیره‌ای قرار نگرفتند (جدول ۴) که با نتایج Apper-Bossard و همکاران (۲۰۱۰) و Hu و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت داشت. در تضاد با نتایج پژوهش حاضر، Roche و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند با افزایش DCAD غلظت سدیم خون افزایش و غلظت پتاسیم خون کاهش یافت. West و همکاران (۱۹۹۱) و Escobosa و همکاران (۱۹۸۴) گزارش کردند با افزایش DCAD میزان کلر پلاسما کاهش می‌یابد. عدم تغییر سطح عناصر بالا می‌تواند به دلیل نقش سیستم هموستازی بدن در حفظ سطح پلاسمایی ثابت این عناصر از طریق کنترل دفع کلیوی آن‌ها باشد (Hu و Murphy، ۲۰۰۴). همان‌طور که نتایج آزمایش حاضر نشان دادند تاثیر تیمارهای آزمایشی بر میزان فسفر خون معنی‌دار نبود که نتایج تحقیقات قبلی (Jackson و

Roche و همکاران (۲۰۰۳)، یک افزایش خطی معنی‌دار در درصد چربی شیر از ۳/۹۶ به ۴/۲۲ درصد و ۱۱ درصد افزایش بازده تولید چربی شیر با افزایش DCAD را گزارش کردند. Hu و Murphy (۲۰۰۷) گزارش کردند، بازده تولید درصد چربی شیر به صورت خطی با افزایش DCAD افزایش یافت. هم‌چنین بازده شیر تصحیح شده بر اساس چهار درصد چربی شیر نیز به صورت خطی افزایش یافت. افزایش سطح تفاوت کاتیون-آنیون جیره باعث حفظ الگوی تخمیر در جهت تولید متعادل استات و بوتیرات می‌شود که خود افزایش ساخت اسیدهای چرب با منشا داخلی را که تا ۶۰ درصد چربی شیر از این راه تامین می‌شود در پی دارد (Shahzad و همکاران، ۲۰۰۸).

درصد لاکتوز و پروتئین شیر تحت تاثیر سطح DCAD قرار نگرفت. نتایج پژوهش حاضر با مطالعه Chan و همکاران، ۲۰۰۵؛ Apper-Bossard و همکاران، (۲۰۱۰) مطابقت داشت. در تضاد با نتایج پژوهش حاضر، Wildman و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند DCAD، درصد و بازده پروتئین شیر را تحت تاثیر قرار داد و بیشترین درصد پروتئین شیر در DCAD +۵۰۰ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم ماده خشک و جیره‌ای با پروتئین حقیقی ۱۵ درصد مشاهده شد که با مطالعات پیشین (Delaquis and Blocke, 1995; West et al., 1991) مشابه بود و یک پاسخ خطی مثبت در درصد پروتئین شیر دیده شد. اما درصد پروتئین شیر در جیره‌ای با پروتئین حقیقی ۱۷ درصد برای DCAD +۲۵۰ و +۵۰۰ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم ماده خشک مشابه بوده است.

### تاثیر DCAD بر پروفایل اسیدهای چرب شیر

نتایج پژوهش حاضر نشان دادند افزایش تفاوت کاتیون-آنیون جیره غلظت اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (C<sub>4</sub>-C<sub>10</sub>) و زنجیره ۱۸ کربنی را به صورت معنی‌داری تغییر داد. در تطابق با نتایج پژوهش حاضر، Apper-Bossard و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که تفاوت کاتیون-آنیون جیره تولید چند اسیدچرب در شیر را تغییر داده و مسیر بیوهیدروژناسیون شکمبه را در جهت تولید بیشتر

افزایش DCAD به صورت هزلولی باعث کاهش سدیم ادراری می‌شود، که با نتایج Hu و Murphy (۲۰۰۴) مطابقت داشت که بیان کرده بودند با افزایش DCAD میزان سدیم ادرار به صورت هزلولی تغییر پیدا می‌کند. هم چنین Apper-Bossard و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند افزایش DCAD غلظت سدیم و کلر ادراری را افزایش می‌دهد. در طول تنش حرارتی تقاضا برای کاتیون‌ها توسط کلیه‌ها افزایش می‌یابد (Sanchez و Beede, ۱۹۹۶)، آلکانور تنفسی باعث می‌شود تا ترشح کلیه‌ای یون هیدروژن کاهش و ترشح ادراری یون بی‌کربنات افزایش - یابد، اما ترشح بی‌کربنات باید با یک کاتیون همراه باشد (Sanchez و Beede, ۱۹۹۶).

### تأثیر DCAD بر pH خون و ادرار و سطح گازهای خونی طی تنش حرارتی

نتایج پژوهش حاضر نشان دادند، میزان pH خون و ادرار در سطح ۵۵۰+ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم ماده خشک مصرفی در مقایسه با سطوح ۲۰۰+ و ۳۵۰+ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم ماده خشک مصرفی بیشتر بود. بالا بردن سطح تفاوت کاتیون-آنیون جیره گاوهای شیرده سبب افزایش pH خون شده که ناشی از تولید بیشتر یون بی‌کربنات (Tucker و همکاران، ۱۹۹۱) است. همراه با افزایش DCAD و افزایش pH خون سیاهرگ زیر دمی، فشار نسبی دی‌اکسیدکربن و مقدار بی‌کربنات خون به-صورت معنی‌دار کاهش یافت. گاوهای شیری در تنش حرارتی هنگامی که سایر روش‌ها نتوانند دمای بدن را کاهش دهند برای حفظ دمای ثابت بدن حرارت اضافی را از طریق افزایش نرخ تنفس دفع می‌کنند. هوای بازدم از ۹۰ درصد رطوبت اشباع است، بنابراین در محیطی با رطوبت پایین، دفع تنفسی بیشتری انجام می‌شود (Hahn و Nieaber, ۲۰۰۷). در تنش حرارتی ملایم که تنفس به صورت کم عمق و سریع می‌باشد (Berman, ۲۰۰۵)، حجم جاری کاهش اما حجم تنفسی در دقیقه به دلیل افزایش در تعداد تنفس افزایش می‌یابد (Wu و همکاران، ۲۰۰۸)، فضای مرده تنفسی بیشتر از تهویه آلوئولی است، تغییرات در دی‌اکسید

همکاران، (۲۰۰۱) را تایید می‌کند. استفاده از گروه‌های آزمایشی در این آزمایش اثر معنی‌داری بر میزان سدیم پلاسمای خون نداشت. در عین حال Delaquis و Block (۱۹۹۵) گزارش کردند که کاهش اختلاف کاتیون-آنیون جیره، میزان سدیم پلاسمای را در دامنه‌های مطلوب نگه می‌دارد ولی مقادیر بالاتر اختلاف کاتیون-آنیون در جیره، میزان سدیم پلاسمای را افزایش می‌دهد. نتایج آزمایش حاضر نشان دادند که تاثیر تیمارهای آزمایشی بر میزان پتاسیم پلاسمای معنی‌دار نبود که موافق با نتایج Delaquis و Block (۱۹۹۵) بود.

### تأثیر DCAD بر غلظت مواد معدنی ادرار طی تنش حرارتی

غلظت سدیم، پتاسیم، کلسیم، اوره و کراتین ادرار تحت تاثیر سطوح مختلف تفاوت کاتیون-آنیون جیره قرار گرفت ولی غلظت کلر تفاوتی بین گروه‌های آزمایشی نداشت. افزایش DCAD به صورت معنی‌داری باعث افزایش میزان پتاسیم ادراری شد که در توافق با نتایج Hu و Murphy (۲۰۰۴) و Wildman و همکاران (۲۰۰۷) بود. آن‌ها گزارش کردند افزایش پتاسیم ادراری در DCAD بالا به خصوص هنگامی که میزان پتاسیم جیره‌ای بالا باشد، افزایش می‌یابد. El-nouty و همکاران (۱۹۸۰) بیان کردند کاهش در غلظت پلاسمای پتاسیم در گاوهای شیری در حال تنش به علت جا به جایی پتاسیم با یون هیدروژن در لوله‌های کلیه به همراه دفع عرق می‌باشد، که منجر به کاهش پتاسیم ادراری می‌شود.

Jackson و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که با کاهش اختلاف کاتیون-آنیون جیره، دفع کلر در ادرار بیشتر می‌شود و با افزایش آن، کلر ادرار کمتر می‌شود. در آزمایش حاضر تغییر معنی‌داری در کلر ادرار مشاهده نشد که Oetzel و Vagnoni (۱۹۹۸) در تایید آن بیان داشتند احتمالاً به دلیل افزایش سدیم در جیره و همچنین جابه‌جایی یون کلر، خروج آن‌ها در ادرار زیاد می‌شود.



آبستنی می‌شوند. گاوهایی که در اوایل دوره پس از زایش سطح NEFA کمتر از ۰/۷ میلی مول بر لیتر داشتند نرخ آبستنی بالاتری داشتند (Ribeiro و همکاران، ۲۰۱۱). همچنین گزارش شده است افزایش سطح پتاسیم در اوایل دوره پس از زایش سبب افزایش غلظت اسیدهای آمینه آزاد در ماهیچه شده که می‌تواند به عنوان منبع انرژی مورد استفاده قرار گیرد که همین امر می‌تواند سبب بهبود توازن منفی انرژی شود (Austic و Calvert، ۱۹۸۱). در پژوهش حاضر نیز سطح +۵۵۰ میلی اکی والان در کیلوگرم ماده خشک مصرفی با برقراری تعادل الکترولیتی سبب افزایش ماده خشک مصرفی شد و شدت توازن منفی انرژی را کاهش داد در نتیجه دام کمتر از ذخایر بدنی خود استفاده کرده و احتمالاً دام‌ها سلامتی بهتری داشتند که منجر به افزایش درصد آبستنی در این گروه شد.

### نتیجه گیری

به‌طور کلی نتایج پژوهش حاضر نشان دادند تفاوت کاتیون-آنیون جیره‌ای در سطح +۵۵۰ میلی اکی والان در کیلوگرم ماده خشک مصرفی با افزایش مصرف خوراک، بهبود pH و افزایش قدرت بافری شکمبه سبب بهبود تعادل الکترولیتی بدن در گاو شیری شد. همچنین سطح +۵۵۰ میلی اکی والان در کیلوگرم ماده خشک مصرفی، عملکرد تولیدی و تولیدمثلی گاوهای شیری را طی تنش حرارتی بهبود داد.

### تشکر و قدردانی

نوبسندگان از همکاری شرکت شیر و گوشت مهدشت ساری برای در اختیار قرار دادن دام و تامین مواد خوراکی در طول این تحقیق تشکر و قدردانی می‌نمایند.

کربن و pH خون کم است بنابراین از تهویه بیشتر و آلكالوز تنفسی جلوگیری می‌شود (Berman، ۲۰۰۵). Kadzere و همکاران (۲۰۰۲) گزارش دادند، اگر pH به زیر ۷/۴ کاهش یابد تنفس تحریک و pH بالاتر تنفس را کاهش می‌دهد و همچنین pCO<sub>2</sub> بیشتر از ۴۰ mm جیوه باعث تحریک تنفس و کمتر از آن تنفس را کاهش می‌دهد. در این پژوهش pCO<sub>2</sub> خون سرخرگ زیر دمی گاوهای شیری طی تنش حرارتی بالاتر از ۴۰ میلی متر جیوه بوده است. به طوری که برای DCAD +۵۵۰ میلی اکی والان در کیلوگرم ماده خشک مصرفی کمتر از سایر گروه‌ها بود. این افزایش در pCO<sub>2</sub> خون باعث افزایش تنفس شده است و همچنین کاهش pH خون سرخرگ در گاوهای شیری تحت آزمایش و رسیدن آن به زیر ۷/۴ باعث تشدید افزایش تنفس شد.

افزایش pH ادرار با بالا رفتن سطح تفاوت کاتیون-آنیون مربوط به بی‌کربنات خون بالاتر و دفع اسید خالص پایین‌تر ادرار می‌باشد و نشان می‌دهد که بار اسیدی حیوان به سرعت با افزایش سطح تفاوت کاتیون-آنیون جیره کاهش می‌یابد (Hu و همکاران، ۲۰۰۷). تغییر pH ادرار بازتابی از تغییر در pH خون است و کلیه این تغییرات را در شرایط قلیایی توسط روند دفع بیشتر بی‌کربنات و ذخیره یون هیدروژن و در شرایط اسیدی با دفع بیشتر یون هیدروژن و ذخیره بی‌کربنات به حداقل می‌رساند (Roche و همکاران، ۲۰۰۳).

نتایج پژوهش حاضر نشان دادند، سطح +۵۵۰ میلی اکی والان در کیلوگرم ماده خشک مصرفی نسبت به دو سطح دیگر سبب کاهش روزهای باز و افزایش درصد آبستنی شد. Butler (۲۰۰۳) گزارش کرد توازن منفی انرژی در اوایل دوره پس از زایش با عملکرد تولیدمثلی ارتباط مثبتی دارد. عواملی که در این دوره سبب کاهش ماده خشک مصرفی شوند با تشدید توازن منفی انرژی و افزایش سطح NEFA و BHBA سبب کاهش نرخ

جدول ۱- ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی با سطوح اختلاف کاتیون - آنیون +۲۰۰، +۳۳۰ و +۵۵۰ میلی اکی والان در کیلوگرم ماده خشک

سطح DCAD میلی اکی والان در کیلوگرم ماده خشک			اجزای جیره غذایی (درصد ماده خشک)
+۵۵۰	+۳۳۰	+۲۰۰	
۱۷/۵۲	۱۷/۵۲	۱۷/۵۲	یونجه
۱۴/۸۳	۱۴/۸۳	۱۴/۸۳	سیلاژ ذرت
۱/۲	۱/۲	۱/۲	کاه گندم
۵/۸۶	۵/۸۶	۵/۸۶	تفاله چغندر
۱۶/۵۱	۱۶/۵۱	۱۶/۵۱	جو
۱۶/۵۱	۱۶/۵۱	۱۶/۵۱	ذرت
۶/۷	۶/۷	۶/۷	تخم پنبه
۲/۱۸	۲/۱۸	۲/۱۸	سویا برشته
۶/۶۱	۶/۶۱	۶/۶۱	کنجاله سویا
۱/۲۱	۱/۲۱	۱/۲۱	پودر ماهی
۲/۱۸	۲/۱۸	۲/۱۸	پودر گوشت
۰/۳۴	۰/۳۴	۰/۳۴	نمک
۰/۶	۰/۶	۰/۶	بتونیت
۰/۳	۰/۳	۰/۳	اکسید منیزیم
۰/۴۹	۰/۴۹	۰/۴۹	مکمل ویتامینه
۰/۴۶	۰/۴۶	۰/۴۶	مکمل معدنی
۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱	دی کلسیم فسفات
۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	کربنات کلسیم
۵/۷۶	۰	۰	بیکربنات سدیم
۱۲/۱۷	۰	۰	کربنات پتاسیم
۰	۰	۱۰/۶	کلرید کلسیم
<b>آنالیز شیمیایی</b>			
۱/۷۸	۱/۷۸	۱/۷۸	انرژی خالص شیردهی (Mcal/kg)
۵۱	۵۱	۵۱	ماده خشک
۱۶	۱۶	۱۶	پروتئین خام
۰/۶۸	۰/۶۸	۰/۶۸	سدیم
۱/۳۲	۱/۳۲	۱/۳۲	پتاسیم
۰/۶	۰/۶	۰/۶	کلر
۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۵	گوگرد

جدول ۲- تاثیر سطوح مختلف اختلاف کاتیون- آنیون جیره بر ماده خشک مصرفی و تولید و ترکیب شیر طی تنش حرارتی

P	SEM	اختلاف کاتیون- آنیون جیره (میلی اکی والان در کیلوگرم ماده خشک)			فراسنجه
		+۵۵۰	+۳۳۰	+۲۰۰	
۰/۰۰۳	۰/۲۳	۲۵/۲۰ <sup>a</sup>	۲۳/۷۶ <sup>b</sup>	۲۱/۱۹ <sup>c</sup>	ماده خشک مصرفی ( کیلوگرم در روز)
۰/۰۰۲	۰/۵۶	۵۱/۹۳ <sup>a</sup>	۴۸/۱۰ <sup>b</sup>	۴۴/۴۰ <sup>c</sup>	تولید شیر (کیلوگرم در روز)
۰/۰۰۱	۰/۰۹	۳/۴۰ <sup>a</sup>	۲/۵۴ <sup>c</sup>	۲/۸۶ <sup>b</sup>	درصد چربی شیر
۰/۲۴	۰/۲۴	۳/۱۲	۳/۰۱	۳/۰۱	درصد پروتئین شیر
۰/۳۵	۰/۳۵	۴/۸۳ <sup>a</sup>	۴/۶۶ <sup>a</sup>	۴/۷۰ <sup>a</sup>	درصد لاکتوز شیر

حروف غیرمشابه در هر ردیف دارای اختلاف معنی دار هستند ( $P < 0/05$ )

جدول ۳- تاثیر سطوح مختلف اختلاف کاتیون- آنیون جیره بر الکوی اسیدهای چرب شیر طی تنش حرارتی

P	SEM	اختلاف کاتیون- آنیون جیره (میلی اکی والان در کیلوگرم ماده خشک)			شاخص (درصد)
		+۵۵۰	+۳۳۰	+۲۰۰	
۰/۰۴۷	۰/۱۴	۸/۹۸ <sup>b</sup>	۱۰/۵۹ <sup>a</sup>	۱۱/۰۳ <sup>a</sup>	C <sub>4</sub> -C <sub>10</sub>
۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۶۶ <sup>ab</sup>	۰/۴۷ <sup>b</sup>	۱/۱۹ <sup>a</sup>	C <sub>10</sub>
۰/۶۹	۰/۰۰۱	۰/۷۲	۰/۵۵	۰/۶۲	C <sub>12</sub>
۰/۴۳	۰/۰۳	۳/۶۱	۲/۸۵	۳/۶۰	C <sub>14</sub>
۰/۸۰	۱/۰۵	۲۹/۴۱	۲۶/۵۲	۲۸/۰۲	C <sub>16</sub>
۰/۸۳	۰/۰۹	۱/۳۸	۱/۳۸	۱/۷۱	C <sub>16:1</sub>
۰/۰۴	۰/۹۳	۱۵/۸۷ <sup>ab</sup>	۱۹/۶۶ <sup>a</sup>	۱۴/۴۹ <sup>b</sup>	C <sub>18:0</sub>
۰/۹۱	۱/۲۱	۳۳/۶۶	۳۳/۵۰	۳۴/۵۴	C <sub>18:1</sub>
۰/۸۹	۰/۸۹	۵/۱۱	۴/۰۲	۴/۳۶	C <sub>18:2</sub>
۰/۹۷	۰/۰۹	۰/۵۶	۰/۴۳	۰/۴۰	C <sub>18:3</sub>

حروف غیرمشابه در هر ردیف دارای اختلاف معنی دار هستند ( $P < 0/05$ )

جدول ۴- تاثیر سطوح مختلف اختلاف کاتیون- آنیون جیره بر مواد معدنی و ترکیبات خون گاوهای شیری طی تنش حرارتی

P	SEM	اختلاف کاتیون- آنیون جیره (میلی اکی والان در کیلوگرم ماده خشک)			شاخص
		+۵۵۰	+۳۳۰	+۲۰۰	
۰/۳۵	۰/۹۴	۱۱۴/۷۶	۱۱۳/۴۶	۱۱۶/۷۶	سدیم ( میلی اکی والان بر لیتر)
۰/۶۷	۰/۰۳	۵/۸۵	۶/۲۱	۵/۸۵	پتاسیم ( میلی اکی والان بر لیتر)
۰/۳۳	۰/۴۵	۹۶/۹۶	۹۷/۵۶	۹۶/۲۶	کلر (میلی اکی والان بر لیتر)
۰/۵۸	۰/۱۹	۶/۳۶	۵/۸۷	۵/۷۰	فسفر ( میلی گرم بر دسی لیتر)
۰/۰۰۱	۱/۵۱	۵۰/۰۰ <sup>b</sup>	۵۸/۰۰ <sup>a</sup>	۵۵/۶۶ <sup>a</sup>	گلوکز ( میلی گرم بر دسی لیتر)
۰/۵۱	۰/۵۱	۱۸/۰۰	۲۱/۶۶	۲۱/۶۶	اوره ( میلی گرم بر دسی لیتر)

حروف غیرمشابه در هر ردیف دارای اختلاف معنی دار هستند ( $P < 0/05$ )

جدول ۵- تاثیر سطوح مختلف اختلاف کاتیون- آنیون جیره بر مواد معدنی و ترکیبات ادرار گاوهای شیری طی تنش حرارتی

اختلاف کاتیون- آنیون جیره (میلی اکی والان در کیلوگرم ماده خشک)						
P	SEM				شاخص	
		+۵۵۰	+۳۳۰	+۲۰۰		
۰/۰۱	۱/۰۱	۳۷/۰۰ <sup>b</sup>	۴۷/۹۳ <sup>a</sup>	۳۸/۰۶ <sup>b</sup>	سدیم (میلی اکی والان بر لیتر)	
۰/۰۲	۱/۵۲	۷۶/۳۳ <sup>a</sup>	۴۷/۰۳ <sup>b</sup>	۵۳/۸۷ <sup>b</sup>	پتاسیم (میلی اکی والان بر لیتر)	
۰/۹۱	۲/۱۱	۱۲۶/۲۷	۱۴۱/۵۳	۱۴۶/۴۳	کلر (میلی اکی والان بر لیتر)	
۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۶۶ <sup>b</sup>	۱/۹۳ <sup>b</sup>	۲/۵۰ <sup>a</sup>	کلسیم (میلی گرم بر دسی لیتر)	
۰/۰۴	۰/۹۰	۲۵/۵۰ <sup>b</sup>	۳۴/۰۰ <sup>a</sup>	۲۷/۲۰ <sup>ab</sup>	کراتینین (میلی گرم بر دسی لیتر)	
۰/۰۲	۲/۰۲	۸۸۴/۰۰ <sup>b</sup>	۹۰۱/۰۰ <sup>b</sup>	۱۱۰۵/۰۰ <sup>a</sup>	اوره (میلی گرم بر دسی لیتر)	

حروف غیرمشابه در هر ردیف دارای اختلاف معنی دار هستند ( $P < ۰/۰۵$ )

جدول ۶- تاثیر سطوح مختلف اختلاف کاتیون- آنیون جیره بر میزان pH خون و ادرار و گازهای خونی گاوهای شیری در تنش حرارتی

اختلاف کاتیون- آنیون جیره (میلی اکی والان در کیلوگرم ماده خشک)						
P	SEM				شاخص	
		۵۵	۳۵	۲۰		
۰/۰۳	۰/۰۰۲	۷/۲۴ <sup>a</sup>	۷/۲۰ <sup>b</sup>	۷/۱۹ <sup>b</sup>	اسیدیته خون	
۰/۰۰۱	۰/۰۰۴	۸/۱۹ <sup>a</sup>	۷/۹۸ <sup>b</sup>	۷/۶۵ <sup>c</sup>	اسیدیته ادرار	
۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۴۹/۰۶ <sup>b</sup>	۵۷/۳۳ <sup>ab</sup>	۶۵/۷۰ <sup>a</sup>	pCO <sub>2</sub> (میلی متر جیوه)	
۰/۰۴	۰/۰۴	۲۰/۴۳ <sup>b</sup>	۲۲/۰۱ <sup>ab</sup>	۲۴/۶۰ <sup>a</sup>	بیکربنات (میلی مول بر لیتر)	
۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۱۵۴/۱۰ <sup>b</sup>	۱۳۴/۱۰ <sup>c</sup>	۱۶۵/۶۰ <sup>a</sup>	pO <sub>2</sub> (میلی متر جیوه)	

حروف غیرمشابه در هر ردیف دارای اختلاف معنی دار هستند ( $P < ۰/۰۵$ )

جدول ۷- تاثیر سطوح مختلف اختلاف کاتیون- آنیون جیره بر برخی از شاخص های تولیدمثلی

اختلاف کاتیون- آنیون جیره (میلی اکی والان در کیلوگرم ماده خشک)				
P				شاخص
	+۵۵۰	+۳۳۰	+۲۰۰	
۰/۵۹	۰	۰	۱۶/۶۶	عفونت های رحمی، درصد
۰/۶۷	۱۶/۶۶	۳۳/۳۳	۳۳/۳۳	کیست های تخمدانی، درصد
۰/۰۰۱	۸۳ <sup>a</sup>	۵۰ <sup>b</sup>	۵۰ <sup>b</sup>	درصد آبستنی
۰/۰۰۱	۸۲±۲ <sup>a</sup>	۱۱۰±۴ <sup>b</sup>	۱۱۵±۵ <sup>b</sup>	روزهای باز
۰/۰۰۱	۴۲±۲ <sup>a</sup>	۵۰±۴ <sup>b</sup>	۵۳±۳ <sup>b</sup>	فاصله زایش تا اولین تلقیح، روز

حروف غیرمشابه در هر ردیف دارای اختلاف معنی دار هستند ( $P < ۰/۰۵$ )

- AOAC (2002) Official Methods of Analysis. Assoc. Off. Anlyt. Chemist. Arlington Virginia, U.S.
- Apper-Bossard, E., Faverdin, P., Meschy, F. and Peyraud, J. L. (2010). Effects of dietary cation-anion difference on ruminal metabolism and blood acid-base regulation in dairy cows receiving 2 contrasting levels of concentrate in diets. *Journal of Dairy Science*. 93:4196-421
- Apper-Bossard, E., Peyraud, J. L., Faverdin, P. and Meschy, F. (2006). Changing dietary cation-anion difference for dairy cows fed with two contrasting levels of concentrate in diets. *Journal of Dairy Science*. 89:749-760.
- Austic, R. E. and Calvert, C. C. (1981). Nutritional inter relationships of electrolytes and amino acids. *Fed. Proc.* 40:63-67.
- Bandaranayaka, D. D. and Holmes, W. C. (1976). Changes In the composition of milk and rumen contents in cows exposed to a high ambient temperature with controlled feeding. *Tropical Animal Health and Production*. 8:38-46.
- Bernabucci, U., Lacetera, N., Ronchi, B. and Nardone, A. (2002). Effects of the hot season on milk protein fractions in Holstein cows. *Animal Research*. 51:25-33.
- Berman, A. (2005). Estimates of heat stress relief needs for Holstein dairy cows. *Journal of Animal Science*. 83: 1377-1384.
- Butler, W. R. (2003). Energy balance relationships with Follicular development, ovulation and fertility in postpartum dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 83 :211-218.
- Buza, M. H., Holden, L. A., White, R. A. and Ishler, V. A. (2014). Evaluating the effect of ration composition on income over feed cost and milk yield. *Journal of Dairy Science* 97:3073-3080.
- Chan, P. S., West, J. W., Bernard, J. K. and Fernandez, J. M. (2005). Effects of dietary cation-anion difference on intake, milk yield, and blood components of the early lactation cow. *Journal of Dairy Science*. 88:4384-4392.
- Collier, R. J., Hall, L. W., Rungruang, S. and Zimbleman, R.B. (2012). Quantifying heat stress and its impact on metabolism and performance. *Journal of Animal Science*. 97:56-59.
- Delaquis, A. M. and Block, E. (1995). The effects of changing ration ingredients on acid-base status, renal function, and macromineral metabolism. *Journal of Dairy Science*. 78:2024-2039.
- Erdman, R. A., Piperova, L. S. and Kohn, R. A. (2011). Corn silage versus corn silage:alfalfa hay mixtures for dairy cows: Effects of dietary potassium, calcium, and cation-anion difference. *Journal of Dairy Science*. 94:5105-5110.
- Escobosa, A., Coopock, C. E., Rowe, L. D., Jenkins, J. R. and Gates, C. E. (1984). Effect of dietary sodium bicarbonate and calcium chloride in physiological responses of lactating dairy cows in hot weather. *Journal of Dairy Science*. 67:574-584.
- Harrison, J., White, R., Kincaid, R. and Block, E. (2012). Effectiveness of potassium carbonate sesquihydrate to increase dietary cation-anion difference in early lactation cows. *Journal of Dairy Science*. 95:3919-3925.
- Hu, W. and Murphy, M. R. (2004). Dietary cation-anion difference effects on performance and acid-base status of lactating dairy cows: a meta analysis. *Journal of Dairy Science*. 87:2222-2229.
- Hu, W., Murphy, M. R., Constable, P. D. and Block, E. (2007). Dietary cation-anion difference and dietary protein effects on performance and acid base status of dairy cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*. 90:3355-3366.
- Iwaniuk, M. E., Weidman, A. E. and Erdman, R. A. (2015). The effect of dietary cation-anion difference concentration and cation source on milk production and feed efficiency in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 90:3355-3366.
- Jackson, J. A., Akay, V., Franklin, S. T. and Aaron, D. K. (2001). The effect of cation-anion difference on calcium requirement, feed intake, body weight gain and blood gasses and macromineral concentrations of dairy calves. *Journal of Dairy Science*. 84:147-153.
- Kadzere, C. T., Murphy, M. R., Silanikove, N. and Maltz, E. (2002). Heat stress in lactating dairy cows. *Livestock Production Science*. 77:59-91.
- Maltz, E., Silanikove, N., Berman, A. and Shalit, U. (1994). Diurnal fluctuations in plasma ions and water intake of dairy cows as affected by lactation in warm weather. *Journal of Dairy Science*. 77:2630-2639.

- Nieaber, J. A. and Hahn, G. L. (2007). Livestock production system management responses to thermal challenge. *Internal Journal of Biometeorology*. 52:149-157.
- O'Brien, M. D., Wheelock, J. B., La Noce, A. J., Rhoads, M. L., Rhoads, R. P., Vanbaale, M. J., Collier, R. J. and Baumgard, L. H. (2007) Effects of heat stress vs. underfeeding on milk fatty acid composition. *Journal of Animal Science*. 85:58-63.
- Ribeiro, E.S., Lima, F. S., Ayres, H., Greco, L. F., Bisinotto, Favoreto, M., Marsola, R.S., Monteiro, A.P.A., Thatcher, W. W. and Santos, J. E. P. (2011). Effect of postpartum diseases on reproduction of grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 94(E-Suppl. 1):63 (Abstr.).
- Roche, J. R., Dalley, D., Moate, P., Grainger, C., Rath, M. and O'Mara, F. (2003). Dietary cation-anion difference and the health and production of pasture-fed dairy cows. Dairy cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*. 86:970-978.
- Roche, J. R., Petch, S. and Kay, J. K. (2005). Manipulating the dietary cation-anion difference via drenching to early-lactation dairy cows grazing pasture. *Journal of Dairy Science*. 88:264-276.
- Sanchez, W. K. and Beede, D. K. (1996). Is there an optimal cation-anion difference for lactation diets. *Animal Feed Science and Technology*. 59:3-12.
- Sanchez, W. K. and Beede, D. K. (1994). Interactions of sodium, potassium, and chloride on lactation, acid-base status, and mineral concentrations. *Journal of Dairy Science*. 77:1661-1675.
- Vagnoni, D. B. and Oetzel, G. R. (1998). Effects of dietary cation-anion difference on the acid-base status of dry cows. *Journal of Dairy Science*. 81:1643-1652.
- Schneider, P. L., Beede, D. K. and Wilcox, C. J. (1986). Responses of lactating cows to dietary sodium source and potassium quantity during heat stress. *Journal of Dairy Science*. 69:99-110.
- Schneider, P. L., Beede, D. K. and Wilcox, C. J. (1988). Nycterohemeral patterns of acid-base status, mineral concentrations and digestive function of lactating cows in natural or chamber heat stress environments. *Journal of Animal Science*. 66:112-125.
- Shalit, O., Maltz, E., Silanikove, N. and Berman, A. (1991). Water, Na, K, and, Cl, metabolism of dairy cows at onset of lactation in hot weather. *Journal of Dairy Science*. 74:1874-1883.
- Shahzad, A. M., Sarwar, M. and Mahrun, N. (2008). Influence of altering dietary cation anion difference on milk yield and its composition by early lactating Nili Ravi buffaloes in summer. *Livestock Science*. 113:133-143.
- St-Pierre, N. R., Cobanov, B., and Schnitkey, G. (2003). Economic Losses from Heat Stress by US Livestock Industries. *Journal of Dairy Science*. 86:52-77.
- Tucker, W. B., Hogue, J. F., Waterman, D. F., Swenson, T. S., Xin, Z., Hemken, R. W., Jackson, J. A., Adams, G. D. and Spicer, L. J. (1991). Role of sulfur and chloride in the dietary cation-anion balance equation for lactating dairy cattle. *Journal of Animal Science*. 69:1205-1213.
- Vagnoni, D. B. and Oetzel, G. R. (1998) Effects of dietary cation-anion difference on the acid-base status of dry cows. *Journal of Dairy Science*. 81:1643-1652.
- Van Soest P. J., Roberston J. B. and Lewis B. A. (1991). Methods for dietary fibre NDF and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74:3583-3597.
- 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*. 74:1662-1674.
- West, J. W. (1999) Nutritional strategies for managing in heat-stresses dairy cow. *Journal of Animal Science*. 77:21-35.
- 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.
- Wolf, C. A. (2010). Understanding the milk-to-feed price ratio as a proxy for dairy farm profitability. *Journal of Dairy Science*. 93:4942-4948.
- Wu, W. X., Liu, J. X., Xu, G. Z. and Ye, J. A. (2008). Calcium homeostasis acid-base balance, and health status in preparturient Holstein cows fed diets with low cation-anion difference. *Livestock Science*. 117:7-14.