

Effect of different buffer and biological compounds on milk production and composition, ruminal fermentation parameters and blood metabolites of subclinical acidosis condition in lactating Holstein dairy cows

Abdol Mansour Tahmasbi^{1*}, Mohsen Danesh Mesgaran², Hadi Kheirabadi³

¹ Professor, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, Email: tahmasebi@ferdowsi.um.ac.ir

² Professor, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

³ PhD student, Department of Animal and Poultry Nutrition, Animal Science Faculty, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:

Received: 20/4/2024

Revised: 27/4/2025

Accepted: 3/5/2025

Keywords:

Acidosis
Buffer compounds
Dairy cow
Live yeast

ABSTRACT

Background and Objectives: Modern dairy cow feeding strategies focus on meeting the energy requirements for high levels of milk production by encouraging maximum intake of energy-dense, low-fiber diets with highly fermentable carbohydrates. Despite this management system having an immediate positive effect on milk yield, but long-term there are potentially many negative effects on dairy cow health, welfare, and performance. At high levels concentrate, a reduction in ruminal pH might occur due to high levels of rapidly fermentable carbohydrates and depressed saliva production; this in turn depresses fiber digestion and leads to subacute ruminal acidosis and other acidosis-related metabolic disturbances. Thus, buffers inorganic and biologic are often used in high-energy rations to control the acidity of the rumen and to avoid reductions in dry matter intake (DMI) and milk fat depression.

Materials and Methods: In this study, 18 multiparous Holstein dairy cows were used in a completely randomized block design in 3 treatments with 6 replications. Experimental treatments included: 1) total mixed ration (TMR) + sodium bicarbonate, 2) TMR + combined buffer, 3) TMR + combined buffer containing live yeast. The experimental period lasted 28 days, 14 days were the adaptation period along with receiving the experimental diets with food supplements, 4 days were the subacute acidosis challenge induction phase, and 10 days were the recovery period. In different periods of the experiment, were measured DMI, production and composition of milk, rumen parameters and blood metabolites.

Results: Experimental treatments had no significant effect on DMI during the adaptation and subacute acidosis period. Milk production and 3.5% fat corrected milk (FCM) yield were not affected by treatments at any of the feeding period. Milk fat in the adaptation period ($P=0.08$) and subacute acidosis period ($P=0.09$) was higher in the combined buffer containing live yeast compared to other treatments. In this study, it was shown that due to the challenge of ruminal acidosis, DMI, milk production and 3.5% FCM yield tended to decrease compared to the adaptation period ($P<0.01$). pH, ruminal $\text{NH}_3\text{-N}$ concentration, molar proportions of acetate and ratio of acetate to propionate were higher in the adaptation period compared to subacute acidosis ($P<0.01$), while the molar proportions propionate and lactate in the induction phase of acidosis was significantly increased compared to the adaptation period ($P<0.01$). Glucose, cholesterol, and blood urea

nitrogen (BUN) were affected by the experimental period, so that the level of cholesterol and BUN was higher in the adaptation period compared to the acidosis challenge ($P<0.01$), on the other hand, the glucose level increased significantly in the acidosis phase ($P<0.01$).

Conclusion: This experiment showed that subacute acidosis can have negative effects on the performance of dairy cows. The use of buffer compounds with live yeast during this period can have beneficial effects on the performance of dairy cows.

Cite this article: Tahmasbi, A.M., Danesh Mesgaran, M., Kheirabadi, H., (2025). Effect of different buffer and biological compounds on milk production and composition, ruminal fermentation parameters and blood metabolites of subclinical acidosis condition in lactating Holstein dairy cows. *Journal of Ruminant Research*, 13(3), 1-18.



© The Author(s)



[10.22069/EJRR.2025.22353.1951](https://doi.org/10.22069/EJRR.2025.22353.1951)

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

اثر ترکیبات بافری مختلف و بیولوژیکی بر تولید و ترکیب شیر، فراسنجه‌های تخمیر شکمبه و متابولیت‌های خونی گاوهای شیرده هلستاین تحت چالش اسیدوز

عبدالمنصور طهماسبی^{۱*}، محسن دانش مسگران^۲، هادی خیرآبادی^۳

^۱ استاد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران، رایانامه: tahmasebi@ferdowsi.um.ac.ir

^۲ استاد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

^۳ دانشجوی دکتری، گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دام، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله:

مقاله کامل علمی - پژوهشی

سابقه و هدف: از راهبردهای نوین در تغذیه گاوهای شیری تأمین نیاز انرژی حیوانات پرتولید از طریق به حداکثر رساندن خوراک‌های کم الیاف حاوی کربوهیدرات قابل تخمیر بالا است. درحالی‌که این سیستم مدیریتی در کوتاه‌مدت اثرات مثبتی را بر روی تولید شیر دارد، ولی در درازمدت اثرات منفی زیادی بر سلامت، رفاه و عملکرد گاوهای شیری خواهد داشت. در زمان مصرف سطوح بالای کنسانتره، کاهش pH شکمبه ممکن است به دلیل میزان بالای کربوهیدرات سریع تخمیر و کاهش ترشح بزاق رخ دهد که این امر می‌تواند باعث کاهش هضم الیاف و در نتیجه بروز اسیدوز تحت حاد و سایر اختلالات متابولیکی مرتبط با اسیدوز شود. از این رو، استفاده از بافرهای غیرآلی و افزودنی‌های میکروبی در جیره‌های پر انرژی برای کنترل اسیدیته شکمبه و جلوگیری از کاهش مصرف خوراک و چربی شیر پیشنهاد می‌شود.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۲/۱

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۴/۲/۰۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۲/۱۴

مواد و روش‌ها: در این مطالعه، تعداد ۱۸ رأس گاوشیری هلستاین (میانگین وزن بدن ۵۰ $\pm$ ۶۳۰ کیلوگرم، روز زایش 10 ± 55) در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تیمار با ۶ تکرار در هر تیمار استفاده شد. تیمارهای آزمایشی عبارت‌اند از: (۱) جیره کاملاً مخلوط + جوش شیرین، (۲) جیره کاملاً مخلوط + بافر ترکیبی، (۳) جیره کاملاً مخلوط + بافر ترکیبی حاوی مخمر زنده بودند. طول دوره آزمایش ۲۸ روز در نظر گرفته شد که ۱۴ روز مرحله عادت‌پذیری همراه با دریافت جیره‌های آزمایشی، ۴ روز مرحله القای چالش اسیدوز تحت حاد و ۱۰ روز انتهایی مرحله استراحت حیوان بود. در دوره‌های مختلف آزمایش، میزان مصرف خوراک، تولید و ترکیبات شیر، فراسنجه‌های شکمبه‌ای و خونی ارزیابی شدند.

واژه‌های کلیدی:

اسیدوز

ترکیبات بافری

گاو شیری

مخمر زنده

نتایج: در دوره عادت‌پذیری و اسیدوز تحت حاد، اثر معنی‌داری در مصرف ماده‌خشک در تیمارهای متفاوت مشاهده نشد. تولید شیر و تولید شیر تصحیح‌شده بر اساس چربی ۳/۵ درصد تحت تأثیر تیمارها در هر مرحله تغذیه‌ای قرار نگرفت. در مرحله عادت‌پذیری ($P < 0.08$) و اسیدوز تحت حاد ($P < 0.09$) چربی شیر در تیمار بافر ترکیبی حاوی مخمر زنده نسبت به دو تیمار دیگر تمایل به افزایش داشته است.

ایجاد چالش اسیدوز شکمبه‌ای باعث کاهش معنی‌دار ($P<0.01$) مصرف خوراک، تولید شیر و تولید شیر تصحیح‌شده بر اساس ۳/۵ درصد چربی نسبت به زمان عادت‌پذیری شد. pH، غلظت نیتروژن آمونیاکی، نسبت مولی استات و نسبت استات به پروپیونات شکمبه در دوره عادت‌پذیری در مقایسه با دوره چالش اسیدوز تحت حاد بالاتر بود ($P<0.01$). در مقابل، نسبت مولی پروپیونات و لاکتات در مرحله القای اسیدوز نسبت به مرحله عادت‌پذیری افزایش یافت ($P<0.01$). گلوکز، کلسترول و نیتروژن اوره‌ای خون تحت تأثیر دوره آزمایشی قرار گرفتند. به‌صورتی که میزان کلسترول و نیتروژن اوره‌ای خون در مرحله عادت‌پذیری نسبت به دوره چالش اسیدوز بالاتر بود ($P<0.01$) و در مقابل میزان گلوکز در مرحله اسیدوز افزایش معنی‌داری داشت ($P<0.01$).

نتیجه‌گیری: نتایج این آزمایش نشان دادند که اسیدوز تحت حاد می‌تواند اثرات منفی بر عملکرد گاوهای شیری بگذارد و استفاده از ترکیبات بافری همراه با مخمر زنده در این دوره می‌تواند این تأثیرات منفی را کاهش داده و همچنین اثرات مفیدی بر عملکرد گاوهای شیری داشته باشد.

استناد: طهماسبی، عبدالمنصور؛ دانش مسگران، محسن؛ خیرآبادی، هادی؛ (۱۴۰۴). اثر ترکیبات بافری مختلف و بیولوژیکی بر تولید و ترکیب شیر، فراسنجه‌های تخمیر شکمبه و متابولیت‌های خونی گاوهای شیرده هلشتاین تحت چالش اسیدوز. پژوهش در نشخوارکنندگان، ۱۳(۳)، ۱۸-۱.



[10.22069/EJRR.2025.22353.1951](https://doi.org/10.22069/EJRR.2025.22353.1951)

© نویسندگان

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان



مقدمه

یکی از مهم‌ترین اهدافی که در واحدهای پرورشی گاو شیری مورد توجه قرار می‌گیرد، بالا نگه داشتن میزان تولید است. از این‌رو، تأمین نیازهای دام و برنامه‌های تغذیه‌ای و مدیریتی، به گونه‌ای طراحی می‌شوند که بازدهی و تولید بالا را به همراه داشته باشد. به‌طور مثال، پیشنهاد می‌شود که برای بالا بردن تولید شیر، اغلب نیاز به استفاده از تغذیه مواد متراکم با کربوهیدرات‌های سریع تخمیر با انرژی بالا می‌باشد (Horan و همکاران، ۲۰۰۶). هنگام تغذیه با جیره‌های با غلات بالا (کربوهیدرات‌های سریع تخمیر)، سرعت تولید اسیدهای آلی به واسطه تخمیر میکروبی، از سرعت جذب این اسیدها در اپتلیوم شکمبه پیشی می‌گیرد که منجر به تجمع این اسیدها در شکمبه شده و در نتیجه pH شکمبه کاهش یافته و گاوها را مستعد ابتلا به اسیدوز تحت حاد شکمبه‌ای (SARA) می‌کند (Beauchemin و همکاران، ۲۰۰۵). براساس مطالعاتی که در خصوص اسیدیته شکمبه‌ای انجام شده، افت pH شکمبه به کمتر از ۵/۶ واحد به مدت ۳ ساعت در روز یا افت pH شکمبه به کمتر از ۵/۸ واحد به مدت ۵ ساعت و ۱۵ دقیقه در روز، نشان‌دهنده ابتلای دام به اسیدوز تحت حاد (SARA) می‌باشد (AlZahal و همکاران، ۲۰۰۷). این اختلال زیان‌های اقتصادی قابل توجهی را به صنعت پرورش گاو شیری از جمله کاهش تولید شیر، افت چربی شیر، اسهال و لنگش وارد می‌کند. چندین راهکار برای کاهش بروز اسیدوز تحت حاد شکمبه‌ای گزارش شده‌اند که استفاده از افزودنی‌هایی مانند بافرها، عصاره‌های گیاهی، یونوفرها، مخمرها یا اسیدهای آلی توسط González و همکاران (۲۰۱۲) پیشنهاد شده است.

بافرهای مجموعه‌ای از اسیدهای ضعیف و نمک آن‌ها یا اسیدهای قوی و نمک آن‌ها می‌باشند (Seymour و همکاران، ۲۰۰۵) که در محلول‌های آبی

به ثبات و پایداری شکمبه در برابر تغییرات pH، هنگامی که جیره‌های با غلات بالا و علوفه کم یا علوفه خیلی خرد شده و سیلاژ به دام خوراند می‌شوند، کمک می‌کند (Erdman، ۱۹۸۸). تاکنون آزمایش‌های زیادی بر روی مواد شیمیایی متفاوتی به‌عنوان بافر در تغذیه نشخوارکنندگان انجام شده است. افزودن برخی از این بافرها مانند بیکربنات سدیم، کربنات سدیم و بیکربنات پتاسیم تنها سبب خنثی کردن اسیدیته شکمبه می‌شوند. درحالی‌که برخی بافرها علاوه بر این امر سبب افزایش pH شکمبه نیز می‌شوند. بافرهای حقیقی از افزایش اسیدیته جلوگیری و pH را کنترل کرده تا از حد مشخصی بیشتر نشود. بیکربنات سدیم، سدیم سسکوئی کربنات و بتونیت سدیم بافرهای حقیقی هستند (Asadi و همکاران، ۲۰۱۸). بیکربنات سدیم رایج‌ترین بافبری که در صنعت پرورش گاو شیری استفاده می‌شود و توانایی افزایش pH شکمبه را دارد. از دیدگاه متابولیسمی، بیکربنات سدیم تأثیر چشم‌گیری بر تولید اسیدهای چرب فرار ندارد (Askar و همکاران ۲۰۱۱) در حالی که می‌تواند نسبت استات به پروپیونات را افزایش دهد که این عمل برای تثبیت درصد چربی شیر مطلوب خواهد بود (Kalpan و همکاران، ۲۰۱۰). به‌طور کلی، بیکربنات سدیم و سسکوئی کربنات سدیم از جمله بافرهای هستند که با خنثی کردن ماهیت اسیدی محیط شکمبه‌ای اسیدیته را در حد مطلوب (۶/۲ تا ۶/۵) حفظ می‌کنند (Jones و همکاران، ۲۰۱۶؛ Santra و همکاران، ۲۰۰۳؛ Asadi و همکاران، ۲۰۱۸). در مقابل بافرها، مواد قلیایی وجود دارند که خنثی‌کننده اسیدها هستند، pH بالای ۷ دارند و اغلب به‌عنوان موادی شناخته می‌شوند که توانایی پذیرش یون‌های هیدروژن یا هیدروکسید را دارند (Schaefer و همکاران، ۱۹۸۲) از جمله این مواد می‌توان به اکسید منیزیم و کربنات سدیم اشاره کرد.

در دو دهه اخیر، استفاده از مخمر زنده به دلیل اثرات مثبت بر پایداری وضعیت شکمبه، مصرف اکسیژن در دسترس، افزایش جمعیت باکتری‌های سلولایتیک و افزایش تولید پروتئین میکروبی در شکمبه، مورد استقبال قرار گرفته است (Poppy و همکاران، ۲۰۱۲؛ Li و همکاران، ۲۰۲۱). مخمر یک قارچ تک سلولی است که به روش غیرجنسی (جوانه زدن) تکثیر می‌یابد. ساکارومایسس سرویزیه^۱ مرسوم‌ترین مخمر مصرفی در صنعت خوراک دام محسوب می‌شود. مخمر، از باکتری‌ها در برابر اثرات منفی اکسیژن در شکمبه، محافظت کرده و با تحریک رشد میکروب‌های خاص در شکمبه، کنترل pH، کاهش غلظت لاکتات شکمبه، کاهش تولید متان، فراهم کردن مواد مغذی و فاکتورهای رشد، موجب افزایش مصرف خوراک و بهبود سلامت و بهداشت دام می‌شود (Elghandour و همکاران، ۲۰۲۰؛ Zebeli و همکاران، ۲۰۱۲). هدف از انجام این پژوهش مقایسه اثرات بیکربنات سدیم، بافر ترکیبی و بافر ترکیبی همراه با یک افزودنی میکروبی (مخمر زنده) بر روی عملکرد (مصرف خوراک، تولید و ترکیب شیر)، فاکتورهای تخمیری شکمبه و فراسنجه‌های خونی گاوهای هلشتاین شیرده تحت چالش اسیدوز بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مرکز تحقیقات گاو شیری دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. تعداد ۱۸ رأس گاوشیری هلشتاین (میانگین وزن بدن 630 ± 50 کیلوگرم، روز زایش 55 ± 10) در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تیمار با ۶ تکرار در جایگاه انفرادی مجهز به آخور انفرادی و آبشخور اتوماتیک، قرار گرفتند. اجزای جیره در جدول ۱ گزارش شده‌اند.

جیره‌های مورد آزمایش با استفاده از نرم‌افزار NRC (۲۰۲۱) تنظیم شدند و افزودنی‌های هر تیمار به میکسر اضافه شد. تیمارهای آزمایشی شامل (۱) جیره پایه + بیکربنات سدیم در سطح ۱/۲ درصد ماده خشک (تیمار شاهد)، (۲) جیره پایه + بافر ترکیبی در سطح ۱/۲ درصد ماده خشک (شامل: بیکربنات سدیم، کربنات سدیم، اکسید منیزیم، کربنات منیزیم، بتونیت سدیم، کربنات کلسیم)، (۳) جیره پایه + بافر ترکیبی حاوی مخمر زنده در سطح ۱/۲ درصد ماده خشک (مخمر زنده ساکارومایسس سرویزیه^۱ Rumen Star با حداقل ۵ میلیارد واحد تشکیل‌دهنده پرگنه در هر گرم محصول، تهیه‌شده از شرکت تهران طیور سبزاندیشان برتر) بودند. طول دوره آزمایش ۲۸ روز به طول انجامید که شامل ۳ مرحله می‌شد. در مرحله اول که شامل ۱۴ روز دوره عادت‌پذیری بود، حیوانات با جیره‌های غذایی همراه با مصرف مکمل‌های مرتبط با هر تیمار تغذیه شدند. در مرحله دوم، القاء اسیدوز تحت حاد به مدت ۴ روز صورت گرفت و در مرحله سوم ۱۰ روز دوره استراحت به منظور بررسی بازگشت حیوان از شرایط اسیدوز تحت حاد به وضعیت نرمال بود. در طول دوره عادت‌پذیری، مصرف خوراک برای هر ۳ تیمار به صورت دسترسی آزاد + ۱/۵ کیلوگرم یونجه در نظر گرفته شد و خوراک‌ها ساعت ۹ صبح در اختیار حیوانات قرار می‌گرفتند. برای ایجاد اسیدوز شکمبه‌ای، از روش Keunen و همکاران (۲۰۰۲) استفاده شد. بدین صورت که در طول ۴ روز اسیدوز شکمبه‌ای، ۳۰ درصد از جیره کاملاً مخلوط دوره عادت‌پذیری با مخلوط دانه جو و گندم (۵۰:۵۰) آسیاب شده، جایگزین می‌شد. نحوه ارائه خوراک برای ایجاد اسیدوز شکمبه‌ای بدین صورت بود که حیوان‌ها ابتدا رأس ساعت ۷ صبح با ۲ کیلوگرم از جیره کاملاً مخلوط تغذیه می‌شدند و سپس ۲/۳ از مخلوط دانه جو و گندم بین ساعت ۱۱ تا ۱۱:۳۰ در

^۱ *Saccharomyces cerevisiae*

نسبت (۱:۱) مایع شکمبه: اسیدکلریدریک) با اسیدکلریدریک ۰/۲ نرمال مخلوط و در فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری شدند (Voelker و Allen, ۲۰۰۳) همچنین نمونه مایع شکمبه تهیه شده برای تعیین اسیدهای چرب فرار شکمبه گرفته شد و به نسبت ۱ به ۵ (مایع شکمبه: اسیدسولفوریک) با اسیدسولفوریک ۰/۵ مولار مخلوط و در فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری شد.

خونگیری ۳ ساعت بعد از خوراک‌دهی صبح و در روزهای ۱۴ عادت‌پذیری و ۴ چالش اسیدوز تحت حاد از طریق سیاهرگ دمی انجام شد. نمونه‌ها درون لوله‌های تحت خلاء بدون هپارین ریخته شدند. سپس به مدت ۱۵ دقیقه و با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند و پس از جداسازی سرم، میزان گلوکز، انسولین، کلسترول و اوره توسط دستگاه اتوآنالایزر (کیت پارس آزمون) اندازه‌گیری شد. در روز ۱۴ دوره عادت‌پذیری و روز آخر دوره ایجاد چالش اسیدوز، از مایع شکمبه ۳ ساعت بعد از مصرف خوراک از طریق نمونه‌برداری از مایع شکمبه صورت گرفت و اندازه‌گیری pH با استفاده از pH متر دیجیتال مدل (ATC) اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل داده‌های آماری در قالب طرح کاملاً تصادفی، با رویه Mixed نرم‌افزار آماری SAS ویرایش ۹/۱ (۲۰۰۴) انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح آماری خطای ۰/۵ مقایسه گردید.

$$\mu Y_{ij} = T_i + P_j + (T \times P)_{ij} + e_{ij}$$

Y_{ij} : متغیر وابسته، μ : میانگین کل، T_i : اثر تیمار آزمایش، P_j : اثر دوره آزمایش، $(T \times P)_{ij}$: اثر متقابل تیمار و دوره، و e_{ij} : خطای آزمایشی

اختیار دام قرار می‌گرفت. در ادامه تا ساعت ۱۳ از جیره کاملاً مخلوط استفاده شد. رأس ساعت ۱۳، باقی‌مانده مخلوط دانه جو و گندم در اختیار دام‌ها قرار گرفت. از ساعت ۱۵ تا ۱۵:۳۰ دوباره حیوان‌ها با جیره کاملاً مخلوط تغذیه می‌شدند. در نهایت ساعت ۱۷ تمام مخلوط دانه جو و گندم باقی‌مانده در دسترس حیوان‌ها قرار می‌گرفت. همچنین در طول ایجاد اسیدوز شکمبه‌ای هیچ علوفه خشکی در اختیار دام قرار نمی‌گرفت.

مصرف خوراک و باقی‌مانده خوراک برای هر حیوان در روز ۹ تا ۱۴ دوره عادت‌پذیری و روز ۱ تا ۴ دوره اسیدوز تحت حاد به‌طور دقیق وزن‌کشی و نمونه‌برداری گردید و سپس به فریزر با درجه برودت ۲۰- درجه سانتی‌گراد منتقل شد. گاوها ۳ بار در روز در ساعات ۷، ۱۴ و ۲۱ شیردوشی می‌شدند و تولید شیر بین روزهای ۵ تا ۱۴ عادت‌پذیری و ۱ تا ۴ دوره تحت چالش اسیدوز اندازه‌گیری و ثبت شد. سپس نمونه شیر (مخلوط نسبت به تولید هر وعده در شبانه‌روز) برای تعیین ترکیبات شیر شامل چربی، پروتئین خام، مجموع مواد جامد و لاکتوز به آزمایشگاه شرکت لبنی پگاه خراسان انتقال یافت. شیر تصحیح شده بر اساس ۳/۵ درصد چربی از طریق رابطه زیر محاسبه گردید (Brog, ۱۹۷۱):

$$3.5\% \text{ FCM} = 0.35 (\text{kg of milk production/day}) + 15.0 (\text{kg of fat/day})$$

در روز ۱۳ عادت‌پذیری و روز ۳ چالش اسیدوز تحت حاد از هر دوره آزمایشی، نمونه مایع شکمبه ۳ ساعت بعد از مصرف خوراک با استفاده از لوله معدی متصل به دستگاه مکش گرفته و سپس به وسیله پارچه ۴ لایه صاف شد. در طول اسیدوز تحت حاد، نمونه‌گیری از شکمبه ۳ ساعت بعد از ارائه اولین مخلوط جو و گندم گرفته شد. برای اندازه‌گیری غلظت نیتروژن آمونیاکی، نمونه‌های صاف‌شده با

جدول ۱- اجزای تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی جیره آزمایشی، ترکیب جو و گندم و یونجه خشک

Table 1. Ingredients and composition of the total mixed ration, wheat, barley, and alfalfa hay

یونجه خشک	مخلوط جو و گندم	جیره کاملاً مخلوط	اجزا جیره (درصد ماده خشک)	Alfalfa hay	Total mixed ration	Ingredient composition (% of DM)
-	-	40.0	Corn silage, immature (سیلاژ ذرت)	-	-	-
-	-	13.5	Barley grain (دانه جو)	-	-	-
-	-	14.2	Corn grain dry (دانه ذرت)	-	-	-
-	-	10.6	Soybean meal (کنجاله سویا)	-	-	-
-	-	7.5	Wheat bran (سبوس گندم)	-	-	-
-	-	8.7	Cottonseed meal (کنجاله تخم پنبه)	-	-	-
-	-	2.5	Meat meal (پودر گوشت)	-	-	-
-	-	0.2	Urea (اوره)	-	-	-
-	-	0.7	Glucose precursors (پیش ساز گلوکز)	-	-	-
-	-	0.7	Calcium carbonate (کربنات کلسیم)	-	-	-
-	-	0.2	Toxin binder (توکسین بایندر)	-	-	-
-	-	1.2	Vitamin and mineral premix (مکمل ویتامینه-معذنی ^۱)	-	-	-
Chemical composition of diet (ترکیب شیمیایی جیره)						
90.20	90.00	53.00	%DM (درصد ماده خشک)			
16.10	12.60	17.00	CP% DM (درصد پروتئین خام)			
46.20	17.20	32.30	NDF% DM (درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی)			
32.80	7.80	19.30	ADF% DM (درصد الیاف نامحلول در شوینده اسیدی)			
21.70	60.50	45.40	NFC% DM (درصد کربوهیدرات غیر الیافی)			
1.54	0.08	0.84	Ca% DM (کلسیم)			
0.22	0.35	0.52	P% DM (فسفر)			

^۱هر کیلوگرم از مکمل شامل: ۵۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۱۵۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D₃، ۳۵۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین E، کلسیم ۱۵۰ گرم، فسفر ۳۰ گرم، منیزیم ۲۰ گرم، منگنز ۵۰۰۰ میلی گرم، روی ۳۰۰۰ میلی گرم، مس ۱۵۰۰ میلی گرم، آهن ۳۰۰ میلی گرم، ید ۳۰ میلی گرم، سلنیوم ۳۰ میلی گرم، کبالت ۳۰ میلی گرم و آنتی اکسیدان ۱۰۰۰ میلی گرم.

¹Mineral vitamin mix composition: 500,000 IU/kg of vitamin A; 150,000 IU/kg of vitamin D₃; 3500 IU/kg of vitamin E; 150 g/kg of Ca; 30 g/kg of P; 20 g/kg of Mg; 5000 mg/kg of Mn; 3000 mg/kg of Zn; 1500 mg/kg of Cu; 300 mg/kg of Fe; 30 mg/kg of I; 30 mg/kg of Se; 30 mg/kg of Co; 1000 mg/kg of Antioxidants.

نتایج و بحث

مصرف خوراک، تولید و ترکیب شیر: در جدول ۲

نتایج مصرف خوراک، تولید و ترکیب شیر در هر دوره تغذیه‌ای ارائه شده است. تیمارهای آزمایشی بر روی مصرف خوراک در طی دوره عادت‌پذیری و اسیدوز تحت حاد اثر معنی‌داری نداشتند. تولید شیر و شیر تصحیح شده بر اساس ۳/۵ درصد چربی تحت تأثیر تیمارها در دوره‌های تغذیه‌ای قرار نگرفت. چربی شیر در دوره عادت‌پذیری ($P < 0.08$) و دوره اسیدوز تحت حاد ($P < 0.09$) در تیمار بافر ترکیبی

حاوی مخمر زنده نسبت به دو تیمار تمایل به افزایش

نشان داد. تیمارهای آزمایشی اثر معنی‌داری بر روی پروتئین، لاکتوز و نیتروژن اوره‌ای شیر نداشتند.

میانگین مصرف ماده خشک، تولید شیر و ترکیب شیر با اثر تیمارهای آزمایشی در دو مرحله عادت‌پذیری و اسیدوز تحت حاد در جدول ۳ نشان داده شده است. در مطالعه حاضر، مصرف ماده خشک تحت تأثیر مرحله عادت‌پذیری و اسیدوز تحت حاد قرار نگرفت. تولید شیر، تولید شیر تصحیح شده بر اساس ۳/۵ درصد چربی، درصد چربی شیر و کیلوگرم

چربی شیر در دوره عادت‌پذیری نسبت به اسیدوز تحت حاد بالاتر بود ($P<0.01$). درصد و تولید پروتئین و لاکتوز شیر در دوره تغذیه‌ای باهم تفاوت معنی‌داری نداشتند. نیتروژن اوره‌ای خون در طی دوره اسیدوز تحت حاد نسبت به عادت‌پذیری پایین‌تر بود ($P<0.01$).

جدول ۲- اثر تیمارها بر روی مصرف خوراک، تولید و ترکیب شیر

Table 2. Effect of treatments on dry matter intake, milk production, and composition.

Table 2. Effect of treatments on dry matter intake, milk production, and composition.					
P value	SEM	Treatments تیمارها			متغیر Variable
		بافر مخمر	بافر ترکیبی	جوش شیرین	
		ترکیبی حاوی Combined زنده buffer containing live (yeast)	Combined (buffer)	Sodium (bicarbonate)	
عادت پذیری Adaptation					
0.82	0.54	23.80	23.30	23.40	مصرف ماده خشک (کیلوگرم در روز) Dry matter intake (kg/d)
0.52	0.48	34.30	33.60	33.80	تولید شیر (کیلوگرم در روز) Milk yield, kg/day
0.66	0.95	35.10	33.66	34.08	تولید شیر تصحیح شده برای ۳/۵ درصد چربی (کیلوگرم در روز) 3.5% FCM ¹ , kg/day
0.42	0.15	3.65	3.51	3.54	چربی شیر (درصد) Milk Fat (%)
0.37	0.16	3.15	3.10	3.12	پروتئین شیر (درصد) Milk protein (%)
0.49	0.13	4.65	4.68	4.72	لاکتوز شیر (درصد) Milk lactose (%)
0.71	0.05	1.25	1.18	1.20	چربی شیر (کیلوگرم در روز) Milk fat (kg/day)
0.91	0.03	1.08	1.04	1.05	پروتئین شیر (کیلوگرم در روز) Milk protein (kg/day)
0.83	0.02	1.59	1.57	1.59	لاکتوز شیر (کیلوگرم در روز) Milk lactose (kg/day)
0.74	0.52	16.80	17.20	17.40	نیتروژن اوره ای خون (میلی گرم/دسی لیتر) MUN (mg/dL)
اسیدوز تحت حاد SARA ²					
0.63	0.44	21.80	21.40	21.60	مصرف ماده خشک (کیلوگرم در روز) Dry matter intake (kg/d)
0.38	0.65	31.70	31.40	31.50	تولید شیر (کیلوگرم در روز) Milk yield, kg/day
0.56	0.96	31.22	30.44	30.65	تولید شیر تصحیح شده برای ۳/۵ درصد چربی (کیلو گرم در روز) 3.5% FCM, kg/day
0.13	0.07	3.43	3.32	3.34	چربی شیر (درصد) Milk Fat (%)
0.25	0.05	3.24	3.30	3.27	پروتئین شیر (درصد) Milk protein (%)
0.33	0.11	4.72	4.81	4.85	لاکتوز شیر (درصد) Milk lactose (%)
0.18	0.04	1.08	1.04	1.05	چربی شیر (کیلوگرم در روز) Milk fat (kg/day)
0.41	0.02	1.03	1.04	1.03	پروتئین شیر (کیلوگرم در روز) Milk protein (kg/day)
0.36	0.03	1.49	1.51	1.52	لاکتوز شیر (کیلوگرم در روز) Milk lactose (kg/day)
0.48	0.54	14.7	15.3	15.6	نیتروژن اوره ای خون (میلی گرم/دسی لیتر) MUN (mg/dL)

¹3.5% FCM = 0.35 (kg of milk production/day) + 15.0 (kg of fat/day)

²Sub-acute ruminal acidosis

استفاده کرده بودند، تأیید می‌شود (Oetzel و Krause ۲۰۰۶؛ Khafipour و همکاران، ۲۰۰۹b)

در مطالعه حاضر کاهش تولید شیر در دوره اسیدوز شکمبه‌ای ۲/۴ کیلوگرم بود که این مقدار کمتر از مطالعات Krause و همکاران (۲۰۰۶) (۳/۵ کیلوگرم در روز) و Khafipour و همکاران (۲۰۰۹a) (۳/۳ کیلوگرم در روز) بود و همچنین Chiquette و همکاران (۲۰۱۵) کاهش تولید شیر در دوره اسیدوز شکمبه‌ای را به میزان ۱/۸ کیلوگرم در روز گزارش کردند. اختلافات مشاهده‌شده در مقدار تولید شیر در مطالعات مختلف ممکن است به شدت اسیدوز تحت حاد ارتباط داشته باشد، به طوری که در اکثر مطالعات ذکر شده طول مدت زمانی که pH شکمبه زیر نقطه آستانه (۵/۶) سپری شده بود بیشتر از مطالعه حاضر بود. مطالعات گذشته پیشنهاد کرده‌اند که کاهش درصد چربی شیر به طور معمول با تعداد نوسانات pH شکمبه در زمان اسیدوز شکمبه‌ای ارتباط دارد (Kleen و همکاران ۲۰۰۳؛ Krause و همکاران ۲۰۰۶). علاوه بر این، Allen و همکاران (۲۰۰۰) رابطه مثبتی بین pH شکمبه و درصد چربی شیر گزارش کردند ($r^2=0.39$). در مطالعه حاضر، کاهش درصد چربی شیر و تولید چربی شیر در دوره اسیدوز تحت حاد نسبت به دوره عادت‌پذیری ممکن است به دلیل کاهش هضم الیاف و در نتیجه کاهش نسبت استات به پروپیونات باشد (Malekkhahi و همکاران، ۲۰۱۶).

Erasmus و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کرده‌اند که مکمل کردن جیره غذایی با بافر و مخمر زنده می‌تواند شرایط تخمیر و رشد باکتری‌های شکمبه را بهبود بخشد. چنین تغییراتی معمولاً با افزایش قابلیت هضم الیاف جیره همراه است (Guedes و همکاران، ۲۰۰۸) که می‌تواند غلظت استات را در شکمبه افزایش دهد. Seymour و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که غلظت استات در شکمبه ارتباط مستقیمی با افزایش

تأثیر مواد بافری و مخمر زنده روی مصرف ماده خشک بین مطالعات مختلف متغیر گزارش شده است. در برخی از مطالعات افزایش مصرف ماده خشک مشاهده شده است (Moallem و همکاران ۲۰۰۹ و AlZahal, و همکاران، ۲۰۱۴) اما سایر مطالعات هیچ اثر معنی‌داری از ترکیبات بافری و مخمر زنده بر روی مصرف ماده خشک در گاوهای شیری گزارش نکردند (Throne و همکاران، ۲۰۰۹). تفاوت نتایج میان مطالعات مختلف ممکن است به سیستم خوراک‌دهی متفاوت و نوع بافر و مخمر زنده و سطح مصرف ارتباط داشته باشد (Yuan و همکاران، ۲۰۱۵). علاوه بر این، در مطالعه حاضر مصرف ماده خشک تحت تأثیر فاز عادت‌پذیری و اسیدوز تحت حاد قرار گرفت (جدول ۳). مصرف خوراک در طی دوره اسیدوز تحت حاد نسبت به دوره عادت‌پذیری پایین‌تر بود ($P<0.01$). نتایج مطالعه حاضر مشابه یافته‌های Gozho و همکاران (۲۰۰۵) و Chiquette و همکاران (۲۰۱۲) بود. این محققین گزارش کردند که مصرف ماده خشک با ایجاد اسیدوز تحت حاد کاهش می‌یابد. کاهش مصرف خوراک در طول دوره اسیدوز تحت حاد ممکن است به دلیل افزایش غلظت پروپیونات درون شکمبه و گلوکز درون خونی باشد (Oba و همکاران، ۲۰۰۳) که این حالت در مطالعه حاضر نیز مشاهده گردید. همچنین کاهش مصرف خوراک ممکن است به دلیل افزایش اسمولاریته شکمبه که در اثر تجمع اسیدهای چرب فرار شکمبه و کاهش جذب آن‌ها از طریق دیواره‌ی شکمبه ایجاد می‌شود، ارتباط داشته باشد (Kleen و همکاران ۲۰۰۳؛ Oetzel و همکاران ۲۰۰۷).

در این مطالعه نشان داده شد که در اثر ایجاد چالش اسیدوز شکمبه‌ای میزان تولید شیر و تولید شیر تصحیح شده بر اساس ۳/۵ درصد چربی نسبت به زمان عادت‌پذیری کاهش می‌یابد. این نتایج به وسیله سایر مطالعاتی که از دانه غلات برای تحریک اسیدوز

تولید چربی شیر دارد. در این مطالعه درصد پروتئین شیر در دوره اسیدوز تحت حاد و دوره عادت‌پذیری تحت تأثیر قرار نگرفت. برخلاف نتایج ما، Chiquette و همکاران (۲۰۱۲ و ۲۰۱۵) گزارش کردند که درصد پروتئین شیر کاهش یافته بود ولی درصد لاکتوز شیر به دست آمده از مطالعه حاضر با پژوهش‌های Chiquette و همکاران (۲۰۱۵) در دوره اسیدوز تحت حاد نسبت به دوره عادت‌پذیری باهم خوانی داشت. کاهش نیتروژن اوره‌ای شیر در طی مرحله اسیدوز

تحت حاد با نتایج Chiquette و همکاران (۲۰۱۲) و (۲۰۱۵) مطابقت داشت. کاهش غلظت نیتروژن اوره‌ای شیر در طی اسیدوز تحت حاد در مطالعه اخیر می‌تواند با مصرف بهتر نیتروژن آمونیاکی شکمبه با توجه به تأمین بیشتر کربوهیدرات قابل دسترس در شکمبه مرتبط باشد که منجر به ساخت پروتئین میکروبی شده و در نتیجه غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه‌ای و نیتروژن اوره‌ای خون پایین‌تری مشاهده می‌شود (Chiquette و همکاران، ۲۰۱۵).

جدول ۳- اثر مرحله خوراک‌دهی روی مصرف ماده خشک، تولید و ترکیب شیر

Table 3. Effect of feeding phases on dry matter intake, milk production, and composition.

P value ^۱	SEM ^۲	Feeding phases فاز خوراک‌دهی		Variable	متغیر
		اسیدوز تحت حاد SARA ^۳	عادت‌پذیری Adaptation		
0.01	0.58	21.60 ^b	23.50 ^a	Dry matter intake (kg/d)	مصرف ماده خشک (کیلوگرم در روز)
0.01	0.44	31.50 ^b	33.90 ^a	Milk yield, kg/day	تولید شیر (کیلوگرم در روز)
0.01	0.62	30.77 ^b	34.28 ^a	3.5% FCM ^۴ , kg/day	تولید شیر تصحیح شده برای ۳/۵ درصد چربی (کیلوگرم در روز)
0.01	0.08	3.36 ^b	3.58 ^a	Milk Fat (%)	چربی شیر (درصد)
0.37	0.04	3.15	3.12	Milk protein (%)	پروتئین شیر (درصد)
0.95	0.07	4.71	4.65	Milk lactose (%)	لاکتوز شیر (درصد)
0.01	0.06	1.06 ^b	1.21 ^a	Milk fat (kg/day)	چربی شیر (کیلوگرم در روز)
0.62	0.02	1.03	1.06	Milk protein (kg/day)	پروتئین شیر (کیلوگرم در روز)
0.74	0.04	1.51	1.58	Milk lactose (kg/day)	لاکتوز شیر (کیلوگرم در روز)
0.01	0.35	15.20 ^b	17.13 ^a	MUN (mg/dL)	نیتروژن اوره‌ای خون (میلی‌گرم/دسی لیتر)

^۱ حروف بالانویس لاتین مختلف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد است.

^{۱,۲} Different Latin lowercase letters show a significant difference at the 5% level

^۳ Sub-acute ruminal acidosis

^۴ 3.5% FCM = 0.35 (kg of milk production/day) + 15.0 (kg of fat/day)

کاهش داشت ($P < 0.07$). کل اسیدهای چرب فرار و نسبت مولی اسیدهای چرب فرار تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی در دوره عادت‌پذیری و اسیدوز تحت حاد قرار نگرفتند. غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه در طی اسیدوز تحت حاد نسبت به عادت‌پذیری کمتر بود ($P < 0.01$). در بین تیمارهای آزمایشی، تیمار حاوی مخمر زنده از نظر عددی نسبت مولی استات در دوره

میانگین pH، غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه، غلظت کل اسیدهای چرب فرار و نسبت‌های مولی اسیدهای چرب فرار برای تیمارهای آزمایشی و همچنین دوره‌های تغذیه عادت‌پذیری و اسیدوز تحت حاد در جداول ۴ و ۵ نشان داده شده‌اند. غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه در دوره عادت‌پذیری و اسیدوز تحت حاد در تیمار حاوی مخمر تمایل به

پروتئولیتیک باشد (Chiquette و همکاران، ۲۰۱۲). در یک مقاله مروری، Chaucheyras-Durand و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که اثر مواد بافری و مخمر زنده در شرایط درون تنی بسیار متغیر است و به نوع جیره، حیوان میزبان و جمعیت میکروبی ارتباط دارد. عدم تأثیر اسیدوز تحت حاد بر کل اسیدهای چرب فرار با نتایج Li و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت دارد که هیچ تغییری در غلظت کل اسیدهای چرب فرار در طی چالش اسیدوز تحت حاد مشاهده نکردند. بااین حال، برخی مطالعات افزایش قابل توجهی در غلظت کل اسیدهای چرب فرار در زمان القای اسیدوز تحت حاد مشاهده کردند (Khafipour و همکاران ۲۰۰۹، Chiquette و همکاران ۲۰۱۵).

عادت پذیری و اسیدوز تحت حاد بالاتر بود، ولی نسبت مولی پروپیونات در طی اسیدوز تحت حاد بالاتر از دوره عادت پذیری بود ($P < 0.03$). غلظت لاکتات به طور معنی داری در مرحله اسیدوز تحت حاد نسبت به عادت پذیری بالاتر بود ($P < 0.01$). مشابه با این آزمایش، Khafipour و همکاران (۲۰۰۹) و Chiquette و همکاران (۲۰۱۲) کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه را در مرحله اسیدوز تحت حاد گزارش کردند. کاهش نیتروژن آمونیاکی شکمبه در طی اسیدوز تحت حاد در مطالعه حاضر را می توان به کاهش مصرف ماده خشک و مصرف کمتر پروتئین خام در این مرحله ربط داد که احتمالاً به دلیل اثر منفی pH پایین شکمبه بر فعالیت باکتری های

جدول ۴- اثر تیمارها بر روی فراسنجه های تخمیری شکمبه

Table 4. Effect of treatments on rumen fermentation parameters.

Table 1. Effect of treatments on rumen fermentation parameters.					
P value ^۱	SEM ^۲	Treatments ^۱ تیمارها			متغیر Variable
		بافر مخمر	بافر ترکیبی	جوش شیرین	
		ترکیبی حاوی زنده (Combined buffer containing live yeast)	(Combined) (buffer	(Sodium) (bicarbonate	
عادت پذیری Adaptation					
0.34	0.05	6.29	6.22	6.25	pH
0.07	0.78	20.40	23.20	23.50	نیتروژن آمونیاکی (میلی گرم بر دسی لیتر) NH3-N (mg/dL)
0.45	0.62	101.40	100.80	100.50	کل اسیدهای چرب فرار (میلی مول) Total VFA (Mm)
0.09	0.44	62.20	60.80	60.60	استات Acetate
0.83	0.15	20.60	20.50	20.70	پروپیونات Propionate
0.62	0.48	17.80	18.60	18.40	بوتیرات Butyrate
0.39	0.51	0.54	0.62	0.60	والرات Valerate
0.77	0.02	0.24	0.22	0.25	ایزووالرات Iso-valerate
0.04	0.03	3.02 ^a	2.96 ^{ab}	2.93 ^b	استات به پروپیونات (Acetate:Propionate)
0.10	0.75	0.75	0.81	0.84	لاکتات Lactate
اسیدوز تحت حاد SARA ³					
0.52	0.07	6.15	6.02	6.06	pH
0.12	1.58	14.70	16.40	16.70	نیتروژن آمونیاکی (میلی گرم بر دسی لیتر) NH3-N (mg/dL)
0.42	0.51	100.30	100	99.80	کل اسیدهای چرب فرار (میلی مول) Total VFA (Mm)

اثر ترکیبات بافری مختلف و بیولوژیکی بر تولید و ترکیب شیر... / عبدالمنصور طهماسبی و همکاران

0.25	1.54	58.50	56.40	56.30	Acetate	استات
0.74	2.08	21.20	22.50	22.80	Propionate	پروپیونات
0.79	0.63	17.40	18.30	18.10	Butyrate	بوتیرات
0.38	0.49	1.18	0.62	0.65	Valerate	والرات
0.57	0.03	0.18	0.20	0.17	Iso-valerate	ایزووالرات
0.61	0.36	2.76	2.50	2.47	(Acetate:Propionate)	استات به پروپیونات
0.11	0.14	1.17	1.35	1.38	Lactate	لاکتات

^{۱,۲}حروف بالانویس لاتین مختلف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد است.

^{1,2}Different Latin lowercase letters shows a significant difference at the 5% level

³Sub-acute ruminal acidosis

نسبت مولی استات و نسبت استات به پروپیونات در فاز عادت‌پذیری نسبت به اسیدوز تحت حاد بالاتر بود ($P < 0.01$) ولی نسبت مولی پروپیونات در مرحله اسیدوز تحت حاد افزایش یافته بود ($P < 0.01$). تغییرات نسبی مشاهده‌شده در نسبت اسیدهای چرب فرار ممکن است به دلیل افزایش مصرف کربوهیدرات‌های سریع تخمیر در طول اسیدوز تحت حاد ارتباط داشته باشد که این نتایج مشابه با یافته‌های گزارش شده در تحقیقات گذشته بود (Khafipour و همکاران ۲۰۰۹، Chiquette و همکاران ۲۰۱۲).

اثر مکمل بافری حاوی مخمر زنده بر نسبت مولی استات در شکمبه مطابق با Al Ibrahim و همکاران (۲۰۱۰) بود که نشان دادند مخمر زنده نسبت مولی استات در شکمبه را افزایش می‌دهد. با توجه به پیشنهادهای Chaucheyras و همکاران (۱۹۹۶)، این افزایش در نسبت مولی استات ممکن به دلیل اثر تحریک‌کنندگی مخمر زنده بر فعالیت باکتری فیروباکتراکسیژنز در شکمبه نسبت داد. کل اسیدهای چرب فرار، نسبت مولی بوتیرات، والرات و ایزووالرات تحت تأثیر دو فاز تغذیه‌ای قرار نگرفتند.

جدول ۵- اثر مرحله خوراک‌دهی بر فراسنجه‌های تخمیری شکمبه

Table 5. Effect of feeding phases on rumen fermentation parameters.

P value ^۱	SEM ^۲	Feeding phases فاز خوراک		متغیر Variable
		اسیدوز تحت حاد SARA ^۳	عادت‌پذیری Adaptation	
0.01	0.04	6.07 ^b	6.25 ^a	pH
0.01	0.84	15.92 ^b	22.37 ^a	NH3-N (mg/dL) نیتروژن آمونیاکی (میلی گرم بر دسی لیتر)
0.34	0.52	100.03	100.91	Total VFA (mmol) کل اسیدهای چرب فرار (میلی مول)
0.01	0.64	57.06 ^b	60.54 ^a	Acetate استات
0.03	0.47	22.20 ^a	20.60 ^b	Propionate پروپیونات
0.87	0.93	17.94	18.26	Butyrate بوتیرات
0.44	0.24	0.82	0.58	Valerate والرات
0.56	0.04	0.18	0.24	Iso-valerate ایزووالرات
0.01	0.12	2.58 ^b	2.97 ^a	Acetate:Propionate استات به پروپیونات
0.01	0.08	1.30 ^a	0.80 ^b	Lactate لاکتات

^{۱,۲}حروف بالانویس لاتین مختلف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد است.

^{1,2} Different Latin lowercase letters show a significant difference at the 5% level

³ Sub-acute ruminal acidosis

میانگین متابولیت‌های خونی در دوره عادت‌پذیری و اسیدوز تحت حاد در جدول ۶ نشان داده شده است. تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر روی غلظت خونی گلوکز، نیتروژن اوره‌ای، انسولین و کلسترول در مرحله عادت‌پذیری و اسیدوز تحت حاد نداشتند. با توجه به اینکه غلظت پروپیونات شکمبه در طول اسیدوز به وسیله افزودن مکمل‌ها تغییر نکرده بود، عدم تأثیر تیمارها بر روی گلوکز در دوره اسیدوز تحت حاد قابل پیش‌بینی بود. میانگین متابولیت‌های خونی برای دوره‌های تغذیه‌ای در جدول ۷ نشان داده شده است. در طی دوره اسیدوز تحت حاد، غلظت گلوکز خون بالاتر بود ($P<0.01$). غلظت انسولین در طی اسیدوز تحت حاد تمایل به معنی‌دار شدن ($P<0.09$) نسبت به دوره عادت‌پذیری داشت. نتایج حاضر مطابق با یافته‌های Ametaj و همکاران (۲۰۰۹) و Khafipour و همکاران (۲۰۰۹b) بود. به‌طور مشابه، Guo و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که غلظت گلوکز و انسولین خون در گاوهای که با ۲۰ درصد گندم در جیره‌هایشان دارند، نسبت به جیره بدون گندم بالاتر بود. این محققین گزارش کردند که جیره های حاوی کربوهیدرات‌های با قابلیت تخمیر بالا با غلظت بالای گلوکز ارتباط دارد. در مطالعه حاضر، بالا بودن گلوکز در طول اسیدوز شکمبه‌ای ممکن است به

تولید و جذب بیشتر پروپیونات شکمبه‌ای و تبدیل آن به گلوکز در کبد ارتباط داشته باشد (Reynolds, ۲۰۰۶). نیتروژن اوره‌ای خون در طول دوره اسیدوز تحت حاد پایین‌تر بود ($P<0.01$). کاهش نیتروژن اوره‌ای خون در شرایط چالش اسیدوز در مطالعه حاضر ممکن است به پایین بودن آمونیاک شکمبه ارتباط داشته باشد (DePeters و همکاران، ۱۹۹۲). کاهش نیتروژن آمونیاکی در شکمبه در دوره اسیدوز، می‌تواند به دلیل کاهش مصرف خوراک و در نتیجه مصرف کمتر پروتئین خام در این مرحله ربط داد (Chiquette و همکاران، ۲۰۱۲).

غلظت کلسترول در طول دوره چالش اسیدوز شکمبه‌ای نسبت به دوره عادت‌پذیری کاهش داشت که با نتایج Ametaj و همکاران (۲۰۰۹) که بیان کردند با افزایش نسبت جو در جیره گاوهای شیری غلظت کلسترول خون کاهش می‌یابد، مطابقت داشت. پیشنهاد شده است که کاهش غلظت کلسترول خون در حیوانات دارای اسیدوز شکمبه‌ای با شدت پاسخ فاز حاد ارتباط دارد (Guo و همکاران، ۲۰۱۳). کمبود اثر اسیدوز شکمبه‌ای بر روی غلظت کلسترول خون در مطالعه حاضر ممکن است به غیبت پاسخ پروتئین‌های فاز حاد ارتباط داشته باشد.

جدول ۶- اثر تیمارها بر روی متابولیت‌های خونی

Table 6. Effect of treatments on blood metabolites

Table 3. Effect of treatments on blood metabolites					
P value ^۱	SEM ^۲	Treatments تیمارها			متغیر Variable
		بافر مخمر			
		ترکیبی حاوی Combined زنده) buffer containing live (yeast	بافر ترکیبی Combined) (buffer	جوش شیرین Sodium) (bicarbonate	
					عادت پذیری Adaptation
0.34	0.55	55.80	56.40	55.60	گلوکز (میلی گرم بر دسی لیتر) Glucose (mg/dL)
0.27	0.41	20.60	21.50	21.30	نیتروژن اورده ای خون(میلی گرم بر دسی لیتر) MUN(mg/dL)
0.23	0.05	1.48	1.52	1.45	انسولین (میکرو یونیت بر میلی لیتر) Insulin(μU/mL)
0.56	8.4	198	182	196	کلسترول (میلی گرم بر دسی لیتر) Cholesterol (mg/dL)
					اسیدوز تحت حاد SARA³
0.41	0.95	61.30	59.80	58.60	گلوکز (میلی گرم بر دسی لیتر) Glucose (mg/dL)
0.67	1.4	16.50	19.20	18.60	نیتروژن اورده ای خون(میلی گرم بر دسی لیتر) MUN(mg/dL)
0.52	0.63	1.58	1.74	1.82	انسولین (میکرو یونیت بر میلی لیتر) Insulin(μU/mL)
0.91	5.2	176	168	172	کلسترول (میلی گرم بر دسی لیتر) Cholesterol (mg/dL)

^۱حروف بالانویس لاتین مختلف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد است.

^{۱,۲}Different Latin lowercase letters shows a significant difference at the 5% level

^۳Sub-acute ruminal acidosis

جدول ۷- اثر مرحله خوراک‌دهی بر روی متابولیت‌های خونی

Table 7. Effect of feeding phases on blood metabolites.

P value ^۱	SEM ^۲	Feeding phases فاز خوراکی		Variable	متغیر
		اسیدوز تحت حاد	عادت‌پذیری		
		SARA ³	Adaptation		
0.01	1.15	59.90 ^a	55.93 ^b	گلوکز (میلی گرم بر دسی لیتر) Glucose (mg/dL)	
0.01	0.26	18.20 ^b	21.13 ^a	نیتروژن اوره‌ای خون (میلی گرم بر دسی لیتر) MUN (mg/dL)	
0.09	0.12	1.71	1.48	انسولین (میکرونیوت بر میلی لیتر) Insulin (μU/mL)	
0.01	4.48	172 ^b	192 ^a	کلسترول (میلی گرم بر دسی لیتر) Cholesterol (mg/dL)	

^۱حروف بالانویس لاتین مختلف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد است.

^{۱,۲}Different Latin lowercase letters shows a significant difference at the 5% level

^۳Sub-acute ruminal acidosis

نتیجه‌گیری

خوراک، تولید و چربی شیر و متابولیت‌های خونی

گاوه‌های شیری شد بین تیمار جوش شیرین با ترکیب

بافری و همچنین ترکیب بافری حاوی مخمر زنده بر

به‌طور خلاصه، اسیدوز تحت حاد ناشی از مصرف

بالای غلات، منجر به تغییرات زیادی در مصرف

روی مصرف خوراک، تولید و ترکیبات شیر، pH،
 شکمبه، نیتروژن آمونیاکی، غلظت اسیدهای چرب فرار
 و متابولیت‌های خونی در مرحله عادت‌پذیری و اسیدوز
 تحت حاد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت اما بین
 فازهای خوراک‌دهی بین این پارامترها تفاوت
 معنی‌داری نشان داده شد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده،
 استفاده از ترکیبات بافری همراه با مخمر زنده در کل
 می‌تواند تأثیر بهتری بر عملکرد دام داشته باشد.

References

- Al Ibrahim, R. M., Kelly, A. K., O'Grady, L., Gath, V. P., McCarney, C., & Mulligan, F. J. (2010). The effect of body condition score at calving and supplementation with *Saccharomyces cerevisiae* on milk production, metabolic status, and rumen fermentation of dairy cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*, 93(11): 5318-5328.
- Allen, M. S. (2000). Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 83(7) : 1598-1624.
- Alzahal, O., McGill, H., Kleinberg, A., Holliday, J. I., Hindrichsen, I. K., Duffield, T. F., & McBride, B. W. (2014). Use of a direct-fed microbial product as a supplement during the transition period in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 97(11) : 7102-7114.
- Alzahal, O., Rustomo, B., Odongo, N. E., Duffield, T. F., & McBride, B. W. (2007). A system for continuous recording of ruminal pH in cattle. *Journal of Animal Science*, 85(1): 213-217.
- Ametaj, B. N., Koenig, K. M., Dunn, S. M., Yang, W. Z., Zebeli, Q., & Beauchemin, K. A. (2009). Backgrounding and finishing diets are associated with inflammatory responses in feedlot steers. *Journal of Animal Science*, 87(4): 1314-1320.
- Asadi, M., Toghdory, A., Ghoorchi, T., & Kargar, S. (2018). The effect of physical form of concentrate and buffer type on the activity of some hydrolytic enzymes of different segments of rumen fluid, nitrogen Retention and hematology in Dalagh fattening lambs. *Journal of Ruminant Research*, 6(1): 127-146.(In Persian).
- Askar, A. R., Guada, J. A., Gonzalez, J. M., de Vega, A., & Castrillo, C. (2011). Effects of sodium bicarbonate on diet selection and rumen digestion by growing lambs individually fed whole barley grain and a protein supplement at their choice. *Animal Feed Science and Technology*, 164(1-2): 45-52.
- Beauchemin, K. A., & Yang, W. Z. (2005). Effects of physically effective fiber on intake, chewing activity, and ruminal acidosis for dairy cows fed diets based on corn silage. *Journal of Dairy Science*, 88(6): 2117-2129.
- Brog, R. A. (1971). Is fat-corrected milk sufficient?. *Journal of Dairy Science*, 54(8): 1137-1141.
- Chaucheyras, F., Fonty, G., Gouet, P., Bertin, G., & Salmon, J. M. (1996). Effects of a strain of *Saccharomyces cerevisiae* (Levucell® SC), a microbial additive for ruminants, on lactate metabolism *in vitro*. *Canadian Journal of Microbiology*, 42(9): 927-933.
- Chaucheyras-Durand, F., Walker, N. D., & Bach, A. (2008). Effects of active dry yeasts on the rumen microbial ecosystem: Past, present and future. *Animal Feed Science and Technology*, 145(1-4): 5-26.
- Chiquette, J., Allison, M. J., & Rasmussen, M. (2012). Use of *Prevotella bryantii* 25A and a commercial probiotic during subacute acidosis challenge in midlactation dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 95(10): 5985-5995.
- Chiquette, J., Lagrost, J., Girard, C. L., Talbot, G., Li, S., Plaizier, J. C., & Hindrichsen, I. K. (2015). Efficacy of the direct-fed microbial *Enterococcus faecium* alone or in combination with *Saccharomyces cerevisiae* or *Lactococcus lactis* during induced subacute ruminal acidosis. *Journal of Dairy Science*, 98(1): 190-203.
- DePeters, E. J., & Ferguson, J. D. (1992). Nonprotein nitrogen and protein distribution in the milk of cows. *Journal of Dairy Science*, 75(11): 3192-3209.

- Elghandour, M. M., Khusro, A., Adegbeye, M. J., Tan, Z., Abu Hafsa, S. H., Greiner, R., Ugbogu, E. A. & Salem, A. Z. (2020). Dynamic role of single celled fungi in ruminal microbial ecology and activities. *Journal of Applied Microbiology*, 128(4): 950-965.
- Erasmus, L. J., Robinson, P. H., Ahmadi, A., Hinders, R., & Garrett, J. E. (2005). Influence of prepartum and postpartum supplementation of a yeast culture and monensin, or both, on ruminal fermentation and performance of multiparous dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, 122(3-4): 219-239.
- Erdman, R. A. (1988). Dietary buffering requirements of the lactating dairy cow: a review. *Journal of Dairy Science*, 71(12): 3246-3266.
- González, L. A., Manteca, X., Calsamiglia, S., Schwartzkopf-Genswein, K. S., & Ferret, A. (2012). Ruminal acidosis in feedlot cattle: Interplay between feed ingredients, rumen function and feeding behavior (a review). *Animal Feed Science and Technology*, 172(1-2): 66-79.
- Gozho, G. N., Plaizier, J. C., Krause, D. O., Kennedy, A. D., & Wittenberg, K. M. (2005). Subacute ruminal acidosis induces ruminal lipopolysaccharide endotoxin release and triggers an inflammatory response. *Journal of Dairy Science*, 88(4), 1399-1403.
- Guedes, C. M., Gonçalves, D., Rodrigues, M. A. M., & Dias-da-Silva, A. (2008). Effects of a *Saccharomyces cerevisiae* yeast on ruminal fermentation and fibre degradation of maize silages in cows. *Animal Feed Science and Technology*, 145(1-4): 27-40.
- Guo, Y., Xu, X., Zou, Y., Yang, Z., Li, S., & Cao, Z. (2013). Changes in feed intake, nutrient digestion, plasma metabolites, and oxidative stress parameters in dairy cows with subacute ruminal acidosis and its regulation with pelleted beet pulp. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 4: 1-10.
- Horan, B., Faverdin, P., Delaby, L., Rath, M., & Dillon, P. (2006). The effect of strain of Holstein-Friesian dairy cow and pasture-based system on grass intake and milk production. *Animal Science*, 82(4): 435-444.
- Jones, M. L., Clark, J. D., Michael, N. A., & Bewley, J. M. (2016). Effects of supplementing lactating dairy cow ration with sodium sesquicarbonate on reticulorumen pH, rumination, and dry matter intake. *Journal of Animal Science*, 94: 667-667.
- Kaplan, O., Deniz, S., Karslı, M. A., Nursoy, H., & Avcı, M. E. H. M. E. T. (2010). Effects of sodium bicarbonate, magnesium oxide and dried sugar beet pulp in diets of dairy cows on milk yield, milk composition and rumen fluid and some blood parameters. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(11): 1570-1574.
- Keunen, J. E., Plaizier, J. C., Kyriazakis, L., Duffield, T. F., Widowski, T. M., Lindinger, M. I., & McBride, B. W. (2002). Effects of a subacute ruminal acidosis model on the diet selection of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 85(12): 3304-3313.
- Keunen, J. E., Plaizier, J. C., Kyriazakis, L., Duffield, T. F., Widowski, T. M., Lindinger, M. I., & McBride, B. W. (2002). Effects of a subacute ruminal acidosis model on the diet selection of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 85(12): 3304-3313.
- Khafipour, E., Krause, D. O., & Plaizier, J. C. (2009a). A grain-based subacute ruminal acidosis challenge causes translocation of lipopolysaccharide and triggers inflammation. *Journal of Dairy Science*, 92(3): 1060-1070.
- Khafipour, E., Krause, D.O., Plaizier, J.C., (2009b). Alfalfa pellet-induced subacute ruminal acidosis in dairy cows increases bacterial endotoxin in the rumen without causing inflammation. *Journal of Dairy Science*, 92: 1712-1724.
- Kleen, J. L., Hooijer, G. A., Rehage, J., & Noordhuizen, J. P. T. M. (2003). Subacute ruminal acidosis (SARA): a review. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 50(8): 406-414.
- Krause, K. M., & Oetzel, G. R. (2006). Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 126(3-4), 215-236.
- Li, S., Gozho, G. N., Gakhar, N., Khafipour, E., Krause, D. O., & Plaizier, J. C. (2012). Evaluation of diagnostic measures for subacute ruminal acidosis in dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science*, 92(3): 353-364.

- Li, Y., Shen, Y., Niu, J., Guo, Y., Pauline, M., Zhao, X., ... & Li, J. (2021). Effect of active dry yeast on lactation performance, methane production, and ruminal fermentation patterns in early-lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 104(1): 381-390.
- Malekikhahi, M., Tahmasbi, A. M., Naserian, A. A., Danesh-Mesgaran, M., Kleen, J. L., AlZahal, O., & Ghaffari, M. H. (2016). Effects of supplementation of active dried yeast and malate during sub-acute ruminal acidosis on rumen fermentation, microbial population, selected blood metabolites, and milk production in dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, 213: 29-43.
- Moallem, U., Lehrer, H., Livshitz, L., Zachut, M., & Yakoby, S. (2009). The effects of live yeast supplementation to dairy cows during the hot season on production, feed efficiency, and digestibility. *Journal of Dairy Science*, 92(1): 343-351.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2021). Nutrient requirements of dairy cattle.
- Oetzel, G. R., Emery, K. M., Kautz, W. P., & Nocek, J. E. (2007). Direct-fed microbial supplementation and health and performance of pre-and postpartum dairy cattle: A field trial. *Journal of Dairy Science*, 90(4): 2058-2068.
- Poppy, G. D., Rabiee, A. R., Lean, I. J., Sanchez, W. K., Dorton, K. L., & Morley, P. S. (2012). A meta-analysis of the effects of feeding yeast culture produced by anaerobic fermentation of *Saccharomyces cerevisiae* on milk production of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 95(10): 6027-6041.
- Reynolds, C. K. (2006). Production and metabolic effects of site of starch digestion in dairy cattle. *Animal Feed Science and Technology*, 130(1-2), 78-94.
- Santra, A., Chaturvedi, O. H., Tripathi, M. K., Kumar, R., & Karim, S. A. (2003). Effect of dietary sodium bicarbonate supplementation on fermentation characteristics and ciliate protozoal population in rumen of lambs. *Small Ruminant Research*, 47(3): 203-212.
- SAS. (2003). Statistical Analysis System, User's Guide: Statistics. Version 9.1. SAS Institute, Cary, NC, USA
- Schaefer, D. M., Wheeler, L. J., Noller, C. H., Keyser, R. B., & White, J. L. (1982). Neutralization of acid in the rumen by magnesium oxide and magnesium carbonate. *Journal of Dairy Science*, 65(5): 732-739.
- Seymour, W. M., Campbell, D. R., & Johnson, Z. B. (2005). Relationships between rumen volatile fatty acid concentrations and milk production in dairy cows: a literature study. *Animal Feed Science and Technology*, 119(1-2), 155-169.
- Throne, M., Bach, A., Ruiz-Moreno, M., Stern, M. D., & Linn, J. G. (2009). Effects of *Saccharomyces cerevisiae* on ruminal pH and microbial fermentation in dairy cows: Yeast supplementation on rumen fermentation. *Livestock Science*, 124(1-3): 261-265.
- Voelker, J. A., & Allen, M. S. (2003). Pelleted beet pulp substituted for high-moisture corn: 3. Effects on ruminal fermentation, pH, and microbial protein efficiency in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 86(11): 3562-3570.
- Yuan, K., Liang, T., Muckey, M. B., Mendonca, L. G., Hulbert, L. E., Elrod, C. C., Bradford, B. J. (2015). Yeast product supplementation modulated feeding behavior and metabolism in transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*. In press.
- Zebeli, Q., Aschenbach, J. R., Tafaj, M., Boguhn, J., Ametaj, B. N., & Drochner, W. (2012). Invited review: Role of physically effective fiber and estimation of dietary fiber adequacy in high-producing dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 95(3): 1041-1056.