

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

Hadi Kheirabadi¹, Abdol Mansour Tahmasbi^{2*}, Mohsen Danesh Mesgaran²

¹ PhD student, Dept. of Animal and Poultry Nutrition, Animal Science Faculty, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

² Professor, Dept. of Animal and Poultry Nutrition, Animal Science Faculty, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Article Info

Article type:
Research Full Paper

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.

Article history:

Received:

Revised:

Accepted:

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 dry matter intake, production and composition of milk, rumen parameters and blood metabolites.

Keywords:

Dairy cow
Acidosis
Buffer compounds
Live yeast

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, 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: Kheirabadi, H., Tahmasbi, A.M., Danesh Mesgaran, M. (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),



© The Author(s)

DOI:

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 هلشتاین تحت چالش اسیدوز

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

^۱ دانشجوی دکتری، گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

^۲ استاد، گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی-پژوهشی	سابقه و هدف: از راهبردهای نوین در تغذیه گاوهای شیری تامین نیاز انرژی حیوانات پرتولید از طریق به حداکثر رساندن خوراک‌های کم الیاف حاوی کربوهیدرات قابل تخمیر بالا است. در حالی که این سیستم مدیریتی در کوتاه مدت اثرات مثبتی را بر روی تولید شیر دارد، ولی در دراز مدت 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: تاریخ ویرایش: تاریخ پذیرش:	مواد و روش‌ها: در این مطالعه، تعداد ۱۸ راس گاو شیریه هلشتاین (میانگین وزن بدن ۵۰۰ ± ۶۳۰ کیلوگرم، روز زایش ۵۵ ± ۱۰) در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تیمار با ۶ تکرار در هر تیمار استفاده شد. تیمارهای آزمایشی عبارتند 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 عادت پذیری 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 متابولیت‌های خونی ارزیابی شدند.
واژه‌های کلیدی: گاو شیری اسیدوز ترکیبات بافری مخمر زنده	نتایج: در دوره عادت پذیری و اسیدوز تحت حاد، اثر معنی‌داری در مصرف ماده خشک در تیمارهای متفاوت مشاهده نشد. تولید شیر و تولید شیر تصحیح شده بر اساس چربی ۳/۵ درصد تحت تاثیر تیمارها در هر مرحله تغذیه‌ای قرار نگرفت. در مرحله عادت پذیری ($P<0.08$) 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 تصحیح شده بر اساس ۳/۵ درصد چربی نسبت به زمان عادت پذیری شد. pH غلظت نیترژن آمونیاکی، نسبت مولی استات و نسبت استات به پروپیونات شکمبه در دوره عادت پذیری 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 عادت پذیری افزایش یافت ($P<0.01$). گلوکز، کلسترول و نیترژن اوره‌ای خون تحت تاثیر دوره آزمایشی قرار گرفتند. به‌صورتی که میزان کلسترول و نیترژن اوره ای خون در مرحله عادت پذیری 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 تاثیرات منفی را کاهش داده و همچنین اثرات مفیدی بر عملکرد گاوهای شیری داشته باشد.

استناد: خیرآبادی، هادی؛ طهماسبی، عبدالمنصور؛ دانش مسگران، محسن. (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 نسخوارکنندگان، ۱۳(۳)،



© نویسندگان.

DOI:

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

یکی از مهم ترین اهدافی که در واحدهای پرورشی گاو شیری مورد توجه قرار می گیرد، بالا نگه داشتن میزان تولید است. از این رو، تامین نیازهای دام و برنامه های تغذیه ای و مدیریتی، به گونه ای طراحی می شوند که بازدهی و تولید بالا را به همراه داشته باشد. به طور مثال، پیشنهاد می شود که برای بالا بردن تولید شیر، اغلب نیاز به استفاده از تغذیه مواد متراکم با کربوهیدرات های سریع تخمیر با انرژی بالا می باشد (Horan و همکاران ۲۰۰۶). هنگام تغذیه با جیره های با غلات بالا (کربوهیدرات های سریع تخمیر)، سرعت تولید اسیدهای آلی به واسطه تخمیر میکروبی، از سرعت جذب این اسیدها در اپتلیوم شکمبه پیشی می گیرد 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 شکمبه ای (SARA) می کند (Beauchemin و همکاران ۲۰۰۵). براساس مطالعاتی که در خصوص اسیدیت شکمبه ای 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، نشان دهنده ابتلای دام به اسیدوز تحت حاد (SARA) می باشد (AlZahal و همکاران، ۲۰۰۷). این اختلال زیان های اقتصادی قابل توجهی را به صنعت پرورش گاو شیری از جمله کاهش تولید شیر، افت چربی شیر، اسهال و لنگش وارد می کند. چندین راهکار برای کاهش بروز اسیدوز تحت حاد شکمبه ای گزارش شده اند که استفاده از افزودنی هایی مانند بافرها، عصاره های گیاهی، یونوفرها، مخمرها یا اسیدهای آلی توسط González و همکاران (۲۰۱۲) پیشنهاد شده است.

بافرهای مجموعه ای از اسیدهای ضعیف و نمک آن ها یا اسیدهای قوی و نمک آن ها می باشند (Seymour و همکاران، ۲۰۰۵) که در محلول های آبی

به ثبات و پایداری شکمبه در برابر تغییرات pH، هنگامی که جیره های با غلات بالا و علوفه کم یا علوفه خیلی خرد شده و سیلاژ به دام خورانده می شوند، کمک می کند (Erdman, 1988). تاکنون آزمایش های زیادی بر روی مواد شیمیایی متفاوتی به عنوان بافر در تغذیه نشخوارکنندگان انجام شده است. افزودن برخی از این بافرها مانند بیکربنات سدیم، کربنات سدیم و بیکربنات پتاسیم تنها سبب خشی کردن اسیدیت شکمبه می شوند. درحالی که برخی بافرها علاوه بر این امر سبب افزایش pH شکمبه نیز می شوند. بافرهای حقیقی از افزایش اسیدیت جلوگیری کرده 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 رایج ترین بافری که در صنعت پرورش گاو شیری استفاده می شود و توانایی افزایش pH شکمبه را دارد. از دیدگاه متابولیسمی، بیکربنات سدیم تأثیر چشم گیری بر تولید اسیدهای چرب فرار ندارد (Askar و همکاران ۲۰۱۱) در حالی که می تواند نسبت استات به پروپیونات را افزایش دهد که این عمل برای تثبیت درصد چربی شیر مطلوب خواهد بود (Kalpan و همکاران ۲۰۱۰). به طور کلی، بیکربنات سدیم و سسکوئی کربنات سدیم از جمله بافرهای هستند که با خشی کردن ماهیت اسیدی محیط شکمبه ای اسیدیت را در حد مطلوب (۶/۲ تا ۶/۵) حفظ می کنند (Jones و همکاران، ۲۰۱۶؛ Santra و همکاران، ۲۰۰۳؛ Asadi و همکاران، ۲۰۱۸). در مقابل بافرها، مواد قلیایی وجود دارند که خشی کننده اسیدها هستند، pH بالای ۷ دارند و اغلب به عنوان موادی شناخته می شوند که توانایی پذیرش یون های هیدروژن یا هیدروکسید را دارند (Schaefer و همکاران، ۱۹۸۲) از جمله این مواد می توان به

اکسید منیزیم و کربنات سدیم اشاره کرد (Arambel و همکاران، ۱۹۸۷).

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 (مرسوم ترین 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 راس 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 نرم افزار 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 تشکیل دهنده پرگنه در هر گرم محصول، تهیه شده 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 عادت پذیری 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 عادت پذیری، 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 عادت پذیری 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 راس ساعت ۷ صبح با ۲ کیلوگرم از جیره کاملاً

^۱ *Saccharomyces cerevisiae*

مخلوط تغذیه می‌شدند و سپس $\frac{2}{3}$ از مخلوط دانه جو و گندم بین ساعت ۱۱ تا ۱۱:۳۰ در اختیار حیوان قرار می‌گرفت. در ادامه تا ساعت ۱۳ از جیره کاملاً مخلوط استفاده شد. راس ساعت ۱۳، باقی‌مانده مخلوط دانه جو و گندم در اختیار حیوان ها قرار گرفت. از ساعت ۱۵ تا ۱۵:۳۰ دوباره حیوان ها با جیره کاملاً مخلوط تغذیه می‌شدند. در نهایت ساعت ۱۷ تمام مخلوط دانه جو و گندم باقی‌مانده در دسترس حیوان ها قرار می‌گرفت. همچنین در طول ایجاد اسیدوز شکمبه‌ای هیچ علوفه خشکی در اختیار حیوان قرار نمی‌گرفت.

مصرف خوراک و باقی‌مانده خوراک برای هر حیوان در روز ۹ تا ۱۴ دوره عادت پذیری و روز ۱ تا ۴ دوره اسیدوز تحت حاد به طور دقیق وزن کشی و نمونه برداری گردید و سپس به فریزر با درجه برودت ۲۰- درجه سانتی گراد منتقل شد. گاوها ۳ بار در روز در ساعات ۷، ۱۴ و ۲۱ شیردوشی می‌شدند و تولید شیر بین روزهای ۵ تا ۱۴ عادت پذیری و ۱ تا ۴ دوره تحت چالش اسیدوز اندازه گیری و ثبت شد. سپس نمونه شیر (مخلوط نسبت به تولید هر وعده در شبانه روز) 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 عادت پذیری 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 صاف شده با نسبت (۱:۱ مایع شکمبه: اسیدکلریدریک) با اسیدکلریدریک ۰/۲ نرمال مخلوط و در فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری شدند (Allen & Voelker, ۲۰۰۳). همچنین نمونه مایع شکمبه تهیه شده برای تعیین اسیدهای چرب فرار شکمبه گرفته شد و به نسبت ۱ به ۵ (مایع شکمبه: اسید سولفوریک) با اسید سولفوریک ۰/۵ مولار مخلوط و در فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری شد.

خون‌گیری ۳ ساعت بعد از خوراک‌دهی صبح، و در روزهای ۱۴ عادت پذیری و ۴ چالش اسیدوز تحت حاد از طریق سیاهرگ دمی انجام شد. نمونه‌ها درون لوله‌های تحت خلاء بدون هپارینی 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 عادت پذیری 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 اندازه گیری pH با استفاده از pH متر دیجیتال مدل (ATC) اندازه گیری شد.

تجزیه و تحلیل داده های آماری در قالب طرح کاملاً تصادفی، با رویه Mixed نرم افزار آماری SAS ویرایش ۹/۱ (۲۰۰۴) انجام شد. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون توکی در سطح آماری خطای 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 آزمایشی، P_j : اثر دوره آزمایشی، $(T \times P)_{ij}$: اثر متقابل تیمار و دوره، و e_{ij} : خطای آزمایشی

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 and 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	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	(مکمل ویتامینه - معدنی)	-
Vitamin and mineral premix				
Chemical composition of diet (ترکیب شیمیایی جیره)				
90.2	90	53	%DM (درصد ماده خشک)	
16.1	12.6	17	CP% DM (درصد پروتئین خام)	
46.2	17.2	32.3	NDF% DM (درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی)	
32.8	7.8	19.3	ADF% DM (درصد الیاف نامحلول در شوینده اسیدی)	
21.7	60.5	45.4	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، ۳۵۰۰ 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.

^۱Mineral 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 عادت پذیری و اسیدوز تحت حاد اثر معنی داری نداشتند. تولید شیر و شیر تصحیح شده بر اساس ۳/۵ درصد چربی تحت تاثیر تیمارها در دوره‌های تغذیه‌ای قرار نگرفت. چربی شیر در دوره عادت پذیری ($P<0.08$) 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 معنی داری 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 عادت پذیری و اسیدوز تحت حاد در جدول ۳ نشان داده شده است. در مطالعه حاضر، مصرف ماده خشک تحت تاثیر مرحله عادت پذیری 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 عادت پذیری نسبت به اسیدوز تحت حاد بالاتر بود ($P<0.01$). درصد و

اثر ترکیبات بافری مختلف و بیولوژیکی بر تولید و ترکیب شیر... / هادی خیرآبادی و همکاران

تولید پروتئین و لاکتوز شیر در دوره تغذیه‌ای باهم تفاوت معنی‌داری نداشتند. نیتروژن اوره‌ای خون در طی دوره اسیدوز تحت حاد نسبت به عادت پذیری 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.

P value*	SEM*	تیمارها ^۱ treatments			Variable متغیر
		۳	۲	۱	
					عادت پذیری
					Adaptation
0.82	0.54	23.8	23.3	23.4	مصرف ماده خشک (کیلوگرم در روز) Dry matter intake (kg/d)
0.52	0.48	34.3	33.6	33.8	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 ^۴ , 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	16.8	17.2	17.4	نیتروژن اوره ای خون (میلی گرم/دسی لیتر) MUN (mg/dl)
					اسیدوز تحت حاد
					SARA^۳
					مصرف ماده خشک (کیلوگرم در روز) Dry matter intake (kg/d)
0.63	0.44	21.8	21.4	21.6	تولید شیر (کیلوگرم در روز) Milk yield, kg/day
0.38	0.65	31.7	31.4	31.5	تولید شیر تصحیح شده برای ۳/۵ درصد چربی (کیلوگرم در روز) 3.5% FCM, kg/day
0.56	0.96	31.22	30.44	30.65	چربی شیر (درصد) Milk Fat (%)
0.13	0.07	3.43	3.32	3.34	پروتئین شیر (درصد) Milk protein (%)
0.25	0.05	3.24	3.30	3.27	لاکتوز شیر (درصد) Milk lactose (%)
0.33	0.11	4.72	4.81	4.85	چربی شیر (کیلوگرم در روز) Milk fat (kg/day)
0.18	0.04	1.08	1.04	1.05	پروتئین شیر (کیلوگرم در روز) Milk protein (kg/day)
0.41	0.02	1.03	1.04	1.03	لاکتوز شیر (کیلوگرم در روز) Milk lactose (kg/day)
0.36	0.03	1.49	1.51	1.52	نیتروژن اوره ای خون (میلی گرم/دسی لیتر) MUN (mg/dl)
0.48	0.54	14.7	15.3	15.6	

^۱ تیمار (۱) جیره پایه + جوش شیرین، تیمار (۲) جیره پایه + بافر ترکیبی (۳) جیره پایه + بافر ترکیبی حاوی مخمر زنده

^۲ 3.5% FCM = 0.35 (kg of milk production/day) + 15.0 (kg of fat/day)

^۳ Sub-acute ruminal acidosis

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 براین، در مطالعه حاضر مصرف ماده خشک

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 معنی داری از ترکیبات

تحت تاثیر فاز عادت پذیری و اسیدوز تحت حاد قرار گرفت (جدول ۳). مصرف خوراک در طی دوره اسیدوز تحت حاد نسبت به دوره عادت پذیری پایین تر 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 شکمبه ای میزان تولید شیر و تولید شیر تصحیح شده بر اساس ۳/۵ درصد چربی نسبت به زمان عادت پذیری کاهش می‌یابد. این نتایج به وسیله سایر مطالعاتی که از دانه غلات برای تحریک اسیدوز استفاده کرده بودند، تایید می‌شود (Krause و Oetzel 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 شکمبه ای را به میزان ۱/۸ کیلوگرم در روز گزارش کردند. اختلافات مشاهده شده در مقدار تولید شیر در مطالعات مختلف ممکن است به شدت اسیدوز تحت حاد ارتباط داشته باشد، به طوریکه 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 شکمبه ای 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 عادت پذیری 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 تولید چربی شیر دارد. در این مطالعه درصد پروتئین شیر در دوره اسیدوز تحت حاد و دوره عادت پذیری تحت تاثیر قرار نگرفت. بر خلاف 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 عادت پذیری با هم 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 تامین 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 (DMI), milk production, and composition.

P value ^۱	SEM ^۲	Feeding phases فاز خوراک		Variable	متغیر
		اسیدوز تحت حاد SARA ^۳	عادت پذیری Adaptation		
0.01	0.58	21.6 ^b	23.5 ^a	Dry matter intake (kg/d)	مصرف ماده خشک (کیلوگرم در روز)
0.01	0.44	31.5 ^b	33.9 ^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)	نیترژن اوره ای خون (میلی گرم/دسی لیتر)

^۱ ا حروف بالانویس لاتین مختلف نشان دهنده تفاوت معنی داری در سطح ۵ درصد است.

^{۱,۲} Different Latin lowercase letters shows 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)

نیترژن آمونیاکی شکمبه را در مرحله اسیدوز تحت حاد گزارش کردند. کاهش نیترژن 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 پروتولیتیک باشد (Chiquette و همکاران، ۲۰۱۲). در یک مقاله مروری، Chaucheyras-Durand و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که اثر مواد بافیری و مخمر زنده در شرایط درون تنی بسیار متغیر است و به نوع جیره، حیوان میزبان و جمعیت میکروبی ارتباط دارد. عدم تاثیر 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. با این 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).

میانگین pH، غلظت نیترژن آمونیاکی شکمبه، غلظت کل اسیدهای چرب فرار و نسبت های مولی اسیدهای چرب فرار برای تیمارهای آزمایشی و همچنین دوره های تغذیه عادت پذیری و اسیدوز تحت حاد در جداول ۴ و ۵ نشان داده شده اند. غلظت نیترژن آمونیاکی شکمبه در دوره عادت پذیری و اسیدوز تحت حاد در تیمار حاوی مخمر تمایل به کاهش داشت ($P < 0.07$). کل اسیدهای چرب فرار و نسبت مولی اسیدهای چرب فرار تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی در دوره عادت پذیری و اسیدوز تحت حاد قرار نگرفتند. غلظت نیترژن آمونیاکی شکمبه در طی اسیدوز تحت حاد نسبت به عادت پذیری کمتر بود ($P < 0.01$). در بین تیمارهای آزمایشی، تیمار حاوی مخمر زنده از نظر عددی نسبت مولی استات در دوره 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

جدول ۴- اثر تیمارها بر روی فراسنجه های تخمیری شکمبه

Table 4. Effect of treatments on rumen fermentation parameters.

P value ^۲	SEM ^۳	Treatments ^۱ تیمارها			Variable متغیر
		۳	۲	۱	
					Adaptation عادت پذیری
0.34	0.05	6.29	6.22	6.25	pH
0.07	0.78	20.4	23.2	23.5	نیترژن آمونیاکی (میلی گرم بر دسی لیتر)
					NH3-N (mg/dl)
0.45	0.62	101.4	100.8	100.5	کل اسیدهای چرب فرار (میلی مول)
					Total VFA (Mm)
0.09	0.44	62.2	60.8	60.6	استات
0.83	0.15	20.6	20.5	20.7	پروپیونات
0.62	0.48	17.8	18.6	18.4	بوتیرات
0.39	0.51	0.54	0.62	0.60	والرات
0.77	0.02	0.24	0.22	0.25	ایزووالرات
0.04	0.03	3.02 ^a	2.96 ^{ab}	2.93 ^b	استات به پروپیونات
0.10	0.75	0.75	0.81	0.84	لاکتات
					SARA ⁴ اسیدوز تحت حاد
0.52	0.07	6.15	6.02	6.06	pH
0.12	1.58	14.7	16.4	16.7	نیترژن آمونیاکی (میلی گرم بر دسی لیتر)
					NH3-N (mg/dl)
0.42	0.51	100.3	100	99.8	کل اسیدهای چرب فرار (میلی مول)
0.25	1.54	58.5	56.4	56.3	استات
0.74	2.08	21.2	22.5	22.8	پروپیونات
0.79	0.63	17.4	18.3	18.1	بوتیرات
0.38	0.49	1.18	0.62	0.65	والرات
0.57	0.03	0.18	0.20	0.17	ایزووالرات
0.61	0.36	2.76	2.50	2.47	استات به پروپیونات
0.11	0.14	1.17	1.35	1.38	لاکتات

^۱ تیمار (۱) جیره پایه + جوش شیرین، تیمار (۲) جیره پایه + بافر ترکیبی (۳) جیره پایه + بافر ترکیبی حاوی مخمر زنده
^۲ ا حروف بالانویس لاتین مختلف نشان دهنده تفاوت معنی داری در سطح ۵ درصد است.

^{2,3} Different Latin lowercase letters shows a significant difference at the 5% level

⁴ Sub-acute ruminal acidosis

در فاز عادت پذیری 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 مشاهده شده 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 یافته های 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 می دهد. با توجه به پیشنهادات Chaucheyras و همکاران (۱۹۹۶)، این افزایش در نسبت مولی استات ممکن به دلیل اثر تحریک کنندگی مخمر زنده بر فعالیت باکتری فیروبیاکتر/اکسیژنز^۱ در شکمبه نسبت داد. کل اسیدهای چرب فرار، نسبت مولی بوتیرات، والرات و ایزووالرات تحت تاثیر دو فاز تغذیه ای قرار نگرفتند. نسبت مولی استات و نسبت استات به پروپیونات

جدول ۵- اثر مرحله خوراکدهی بر فراسنجه های تخمیری شکمبه

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

P value ^۱	SEM ^۲	Feeding phases فاز خوراکی		Variable متغیر
		اسیدوز تحت حاد SARA ^۳	عادت پذیری Adaptation	
0.01	0.04	6.07 ^b	6.25 ^a	pH
0.01	0.84	15.92 ^b	22.37 ^a	NH ₃ -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	22.2 ^a	20.6 ^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	1.3 ^a	0.8 ^b	Lactate لاکتات

^۱حروف بالانویس لاتین مختلف نشان دهنده تفاوت معنی داری در سطح ۵ درصد است.

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

^۳ Sub-acute ruminal acidosis

طول اسیدوز شکمبه ای ممکن است به تولید و جذب بیشتر پروپیونات شکمبه ای و تبدیل آن به گلوکز در کبد ارتباط داشته باشد (Reynolds, ۲۰۰۶). نیتروژن اوره ای خون در طول دوره اسیدوز تحت حاد پایین تر بود ($P < 0.01$). کاهش نیتروژن اوره ای خون در شرایط چالش اسیدوز در مطالعه حاضر ممکن است به پایین بودن آمونیاک شکمبه ارتباط داشته باشد (DePeters همکاران ۱۹۹۲). کاهش نیتروژن آمونیاکی در شکمبه در دوره اسیدوز، می تواند 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 شکمبه ای نسبت به دوره عادت پذیری کاهش داشت که با نتایج Ametaj و همکاران (۲۰۰۹) که بیان کردند با افزایش نسبت جو در جیره گاوهای شیری غلظت کلسترول خون کاهش می یابد، مطابقت داشت. پیشنهاد شده است که کاهش غلظت کلسترول خون در حیوانات دارای اسیدوز شکمبه ای با شدت پاسخ فاز حاد ارتباط دارد (Guo و همکاران، ۲۰۱۳). کمبود اثر اسیدوز شکمبه ای بر روی غلظت کلسترول خون در مطالعه حاضر ممکن است به غیبت پاسخ پروتئین های فاز حاد ارتباط داشته باشد.

میانگین متابولیت های خونی در دوره عادت پذیری و اسیدوز تحت حاد در جدول ۶ نشان داده شده است. تیمارهای آزمایشی تاثیر معنی داری بر روی غلظت های خونی گلوکز، نیتروژن اوره ای، انسولین و کلسترول در مرحله عادت پذیری و اسیدوز تحت حاد نداشتند. با توجه به اینکه غلظت پروپیونات شکمبه در طول اسیدوز بوسیله افزودن مکمل ها تغییر نکرده بود، عدم تاثیر تیمارها بر روی گلوکز در دوره اسیدوز تحت حاد قابل پیش بینی بود. میانگین متابولیت های خونی برای دوره های تغذیه ای 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 معنی دار شدن ($P < 0.09$) نسبت به دوره عادت پذیری داشت. نتایج حاضر مطابق با یافته های Ametaj و همکاران (۲۰۰۹) و Khafipour و همکاران (۲۰۰۹b) بود. به طور مشابه، Guo و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که غلظت گلوکز و انسولین خون در گاوهای که با ۲۰ درصد گندم در جیره هایشان دارند، نسبت به جیره بدون گندم بالاتر بود. این محققین گزارش کردند که جیره های حاوی کربوهیدرات های با قابلیت تخمیر بالا با غلظت بالای گلوکز ارتباط دارد. در مطالعه حاضر، بالا بودن گلوکز در

جدول ۶- اثر تیمارها بر روی متابولیت‌های خونی

Table 6. Effect of treatments on blood metabolites

P value ^۲	SEM ^۲	Treatments تیمارها ^۱			Variable	متغیر
		۳	۲	۱		
					Adaptation	عادت پذیری
0.34	0.55	55.8	56.4	55.6	Glucose (mg/dl)	گلوکز (میلی گرم بر دسی لیتر)
0.27	0.41	20.6	21.5	21.3	MUN(mg/dl)	نیتروژن اوره ای خون (میلی گرم بر دسی لیتر)
0.23	0.05	1.48	1.52	1.45	Insulin(μU/ml)	انسولین (میکرویونیت بر میلی لیتر)
0.56	8.4	198	182	196	Cholesterol (mg/dl)	کلسترول (میلی گرم بر دسی لیتر)
					SARA⁴	اسیدوز تحت حاد
0.41	0.95	61.3	59.8	58.6	Glucose (mg/dl)	گلوکز (میلی گرم بر دسی لیتر)
0.67	1.4	16.5	19.2	18.6	MUN(mg/dl)	نیتروژن اوره ای خون (میلی گرم بر دسی لیتر)
0.52	0.63	1.58	1.74	1.82	Insulin(μU/ml)	انسولین (میکرویونیت بر میلی لیتر)
0.91	5.2	176	168	172	Cholesterol (mg/dl)	کلسترول (میلی گرم بر دسی لیتر)

^۱ تیمار (۱) جیره پایه + جوش شیرین، تیمار (۲) جیره پایه + بافر ترکیبی (۳) جیره پایه + بافر ترکیبی حاوی مخمر زنده
^۲ حروف بالانویس لاتین مختلف نشان دهنده تفاوت معنی داری در سطح ۵ درصد است.

^{2,3} Different Latin lowercase letters shows a significant difference at the 5% level

⁴ Sub-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 SARA ³	عادت پذیری Adaptation		
0.01	1.15	59.90 ^a	55.93 ^b	Glucose (mg/dl)	گلوکز (میلی گرم بر دسی لیتر)
0.01	0.26	18.20 ^b	21.13 ^a	MUN(mg/dl)	نیتروژن اوره ای خون (میلی گرم بر دسی لیتر)
0.09	0.12	1.71	1.48	Insulin(μU/ml)	انسولین (میکرویونیت بر میلی لیتر)
0.01	4.48	172 ^b	192 ^a	Cholesterol (mg/dl)	کلسترول (میلی گرم بر دسی لیتر)

^۱ حروف بالانویس لاتین مختلف نشان دهنده تفاوت معنی داری در سطح ۵ درصد است.

^۱ Different Latin lowercase letters shows a significant difference at the 5% level

³ Sub-acute ruminal acidosis

نتیجه گیری

غلظت اسیدهای چرب فرار و متابولیت‌های خونی در مرحله عادت پذیری و اسیدوز تحت حاد تفاوت معنی داری وجود نداشت اما بین فازهای خوراکدهی بین این پارامترها تفاوت معنی داری نشان داده شد. با توجه به نتایج به دست آمده، استفاده از ترکیبات بافری همراه با مخمر زنده در کل می‌تواند تاثیر بهتری بر عملکرد دام داشته باشد.

به‌طور خلاصه، اسیدوز تحت حاد ناشی از مصرف بالای غلات، منجر به تغییرات زیادی در مصرف خوراک، تولید و چربی شیر و متابولیت‌های خونی گاوهای شیری شد بین تیمار جوش شیرین با ترکیب بافری و همچنین ترکیب بافری حاوی مخمر زنده بر روی مصرف خوراک، تولید و ترکیبات شیر، pH شکمبه، نیتروژن آمونیاکی،

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.
- Arambel, M. J., Wiedmeier, R. D., & Walters, J. L. (1987). Influence of donor animal adaptation to added yeast culture and/or *Aspergillus oryzae* fermentation extract on in vitro rumen fermentation.
- 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.
- 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.
- 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., Schwartkopf-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. *J. Dairy Sci.* 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.
- Malekkhahi, 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. *J. Dairy Sci.* 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.