

مقایسه تاثیر مکمل بافر ترکیبی و بیکربنات سدیم بر عملکرد رشد و فراسنجه‌های شکمبه‌ای در گوساله‌های نر پروار هلشتاین

بهزاد گنجی^۱، مهدی دهقان بنادکی^{۲*} و فرهنگ فاتحی^۳

۱، ۲ و ۳. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، استاد و استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران،

کرج، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۱ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۲۴)

چکیده

هدف از این پژوهش، مقایسه اثر بافر ترکیبی و بیکربنات سدیم بر عملکرد رشد و فراسنجه‌های شکمبه‌ای گوساله‌های نر پرواری هلشتاین با میانگین وزن 330.8 ± 43.1 کیلوگرم و سن ۲۴۰ روز، تغذیه شده با جیره‌ای پرکنسانتره بود. آزمایش به مدت ۹۰ روز به همراه ۱۰ روز عادت‌دهی در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه جیره آزمایشی با نسبت علوفه به کنسانتره ۲۰ به ۸۰ درصد و ۱۰ تکرار انجام گرفت. جیره‌های آزمایشی شامل جیره شاهد (بدون بافر)، جیره پایه با یک درصد بیکربنات سدیم و جیره پایه با یک درصد بافر ترکیبی بودند. خوراک مصرفی روزانه، افزایش وزن ماهانه و گوارش‌پذیری اندازه‌گیری شد. خوراک مصرفی، تغییرات وزن و گوارش‌پذیری تحت تاثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت. بهترین ضریب تبدیل غذایی برای گوساله‌های تغذیه شده با جیره حاوی مکمل بافر ترکیبی بود ($P < 0.05$). افزایش وزن روزانه در گوساله‌های تغذیه شده با بافر ترکیبی نسبت به گروه شاهد بیشتر بود ($P < 0.05$). نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه در جیره شاهد کمترین بود ($P < 0.05$). نتایج ترکیبی بیشتر بود ($P < 0.05$). pH مایع شکمبه گوساله‌ها دو ساعت پس از مصرف خوراک در جیره شاهد کمترین بود ($P < 0.05$). نتایج پژوهش حاضر نشان داد بافر ترکیبی مورد سنجش در مقایسه با بیکربنات سدیم در کنترل شرایط اسیدی شکمبه گوساله‌های تغذیه شده با جیره‌های پر کنسانتره عملکرد بهتری به خصوص از نظر بهبود ضریب تبدیل غذایی داشت و به نظر می‌رسد افزودن آن به چنین جیره‌هایی مفید باشد.

کلیدواژه‌ها: افزایش وزن روزانه، ضریب تبدیل غذایی، مایع شکمبه، نیتروژن آمونیاکی، pH.

Comparing the effect of supplementing a mixed buffer and sodium bicarbonate on growth performance and rumen parameters of Holstein young bulls

Behzad Ganji¹, Mehdi Dehghan Banadaky^{2*} and Farhang Fatehi³

1, 2, 3. MSc. Graduate, Professor and Assistant Professor, Department of Animal Science, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

(Received: Jan. 21, 2022 - Accepted: Mar. 15, 2022)

ABSTRACT

This study aimed to compare the effects of combined buffer and sodium bicarbonate on growth performance and ruminal parameters of Holstein young bulls with an average weight of 330.8 ± 43.1 kg and an age of 240 days, fed with a high-concentrate diet. The experiment was conducted for 90 days with 10 days of habituation in a completely randomized design with three dietary treatments and 10 replications, and a forage: concentrate ratio of 20 to 80%. Experimental diets included a control diet (without buffer), a basal diet with 1% sodium bicarbonate, and a basal diet with 1% mixed buffer. Daily feed intake, monthly weight gain, and digestibility were measured. The experimental diets did not affect feed intake, weight changes, and digestibility. The best feed conversion ratio for bulls was in treatment of diet containing the mixed buffer supplement ($P < 0.05$). Daily weight gain was higher in bulls fed with the combined buffer than that of the control group ($P < 0.05$). Rumen ammonia nitrogen was higher in the control group than the bulls receiving mixed buffer ($P < 0.05$). The pH of rumen fluid was lowest in the control group, two hours after feeding ($P < 0.05$). The present study results showed that the mixed buffer had a better performance in controlling the rumen acidity of bulls fed with high concentrate diets compared to sodium bicarbonate, especially in terms of improving feed conversion ratio, and it seems to be necessary to add it to such diets.

Keywords: Ammonia nitrogen, Daily weight gain, pH, Dietary conversion ratio, Rumen fluid.

* Corresponding author E-mail: dehghanb@ut.ac.ir

مقدمه

با توجه به اهمیت تولید بالا برای دامداران و تامین نیازهای دام‌های پر تولید، برنامه‌های تغذیه‌ای و مدیریتی، طوری طراحی می‌شوند که بازدهی و تولید بالا را در نشخوارکنندگان به همراه داشته باشند. به عنوان مثال برای بالا بردن تولید شیر اغلب نیاز به تغذیه مواد متراکم با کربوهیدرات‌های سریع تخمیر با انرژی بالا است (Horan *et al.*, 2006). جیره‌های غنی از کنسانتره به ساخت پروبیونات توسط مسیر آکریلات کمک می‌کنند که منجر به تشکیل و تجمع اسیدلاکتیک در شکمبه می‌شود (Srivastava *et al.*, 2021). گزارش شده هنگامی که کربوهیدرات قابل تخمیر به صورت ناگهانی و بدون عادت‌پذیری و سازگاری قبلی تغذیه شوند، کاهش pH شکمبه از ۶/۸ به ۵/۵ یا پایین‌تر اتفاق می‌افتد (Kang *et al.*, 2014). مقدار pH ۵/۵ نقطه بحرانی است زیرا افزایش خطر اسیدوز لاکتیکی به عنوان یک اختلال شکمبه‌ای امکان‌پذیر است (Kang *et al.*, 2014). کاهش pH شکمبه همچنین جمعیت باکتری‌های سلولیتیک را به شدت کاهش می‌دهد، زیرا آن‌ها برای رشد در pH تقریباً خنثی سازگار شده‌اند (Ogunade *et al.*, 2019). در ادامه مطالعات قبلی، این تیم تحقیقاتی که به بررسی قدرت بافری ترکیبات مختلف بافری پرداختند، ترکیب بافری مورد مطالعه در این پژوهش انتخاب شد تا اثر آن در مقایسه با بیکربنات سدیم که به طور معمول به عنوان بافر استفاده می‌شود، ارزیابی گردد. بافرها ترکیباتی مانند بیکربنات سدیم و اکسید منیزیم هستند که به صورت جدا یا ترکیب در جیره غذایی نشخوارکنندگان به طور گسترده استفاده می‌شوند. بافرها به طور وسیعی به منظور کاهش آثار نامطلوب pH پایین در جیره‌های با مواد متراکم بالا استفاده می‌شوند (Plaizier *et al.*, 2008). هنگامی که بیکربنات سدیم به جیره حاوی مواد متراکم بالا افزوده شود غلظت HCO_3^- در شکمبه افزایش و به دنبال آن pH شکمبه نیز افزایش می‌یابد. پژوهشگران گزارش کردند کاهش سریع pH شکمبه در نشخوارکنندگانی که با مقادیر بالایی از مواد متراکم تغذیه شده‌اند، سبب تجمع اسیدهای چرب فرار در ناحیه شکمبه و بروز

اسیدوزیس می‌شود. در این شرایط افزایش ورود بافرهایی مانند بی‌کربنات‌ها به شکمبه از طریق تغذیه یا بزاق باعث ایجاد محیط بافری در شکمبه می‌شوند (Tripathi *et al.*, 2004).

برخلاف بافرها، قلیاگرها (آلکالایزر) pH بالای هفت دارند و اغلب به عنوان پذیرنده یون‌های هیدروژن شناخته می‌شوند. هنگامی که محیط شکمبه قلیایی شود، رشد باکتری‌هایی از نوع لاکتوباسیلوس متوقف شده و در نتیجه میزان اسید لاکتیک در شکمبه کاهش می‌یابد و از کاهش pH شکمبه جلوگیری می‌شود (Hutjens, 1998). بافرها انواع مختلفی دارند به عنوان مثال، ترکیب بافری سدیم سسکوئی کربنات به‌عنوان یک بافر قوی (۳۶ درصد بیکربنات سدیم) و همچنین یک قلیایی کننده (۴۶ درصد کربنات سدیم) مورد استفاده قرار می‌گیرد و طبق منابع موجود، استفاده از سسکوئی کربنات سدیم همانند بیکربنات سدیم به عنوان عامل کنترل‌کننده مثبتی شناخته شده است (Hutjens, 1998). گزارش شده است زمانی که دام با جیره پرکنسانتره تغذیه می‌شود، اکسید منیزیم به مراتب بیشتر از بیکربنات سدیم نوسانات pH شکمبه را کنترل می‌کند (Bach *et al.*, 2018).

در آزمایش حاضر به نظر می‌رسد بافر ترکیبی اضافه شده به جیره، بتواند با بهینه نگه داشتن اسیدیته شکمبه، منجر به رشد باکتری‌های مطلوب شود و با کاهش میزان تولید نیتروژن آمونیاکی، سبب افزایش ساخت پروتئین میکروبی و بهبود رشد و ضریب تبدیل غذایی شود. هدف از انجام این آزمایش مقایسه آثار بیکربنات سدیم به عنوان بافر معمول در تغذیه دام، و بافر ترکیبی شامل بیکربنات سدیم، کربنات سدیم، اکسید منیزیم و زئولیت، بر گوساله‌های نر پرواری تغذیه شده با خوراک ۸۰ درصد کنسانتره بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در ایستگاه آموزشی و پژوهشی گروه علوم دامی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران انجام شد. این پژوهش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ۳ جیره و ۱۰ تکرار (گوساله) در هر جیره آزمایشی انجام گرفت. جهت انجام این پژوهش از میان گوساله‌های

2000 تنظیم شد. گروه ۱، با جیره پایه بدون بافر به همراه یک درصد سبوس برنج، گروه ۲، جیره پایه به همراه یک درصد بیکربنات سدیم و گروه ۳، جیره پایه به همراه یک درصد بافر ترکیبی (مخلوطی از بافر و ترکیبات قلیایی کننده شامل بیکربنات سدیم، زئولیت، اکسید منیزیم، سسکوپی کربنات سدیم) به نام پرشیا بافر، تولیدی شرکت دانش بنیان کیمیا دانش الوند تغذیه شدند. جیره‌ها به شکل خوراک کاملاً مخلوط در دو نوبت صبح و بعدازظهر در اختیار گوساله‌ها قرار گرفت. نسبت علوفه به کنسانتره بر اساس ماده خشک ۲۰ به ۸۰ بود و روزانه با افزودن آب به میزان چهار کیلوگرم، رطوبت خوراک به ۵۰ درصد رسانده شد. اجزاء تشکیل دهنده جیره غذایی پایه و ترکیب شیمیایی آن به همراه ترکیب مکمل ویتامینی- معدنی در جدول ۱ آمده است.

در طول آزمایش، گوساله‌ها هر ۳۰ روز یک بار با رعایت ۱۴ تا ۱۶ ساعت گرسنگی وزن‌کشی شدند. میزان خوراک مصرفی گوساله‌ها روزانه از تفاضل مقدار خوراک روزانه عرضه شده برای هر گوساله و مقدار خوراک باقی‌مانده در هر روز اندازه‌گیری شد. در این آزمایش از روش نشانگر داخلی خاکستر نا محلول در اسید برای تعیین گوارش‌پذیری ظاهری مواد مغذی خوراک مصرفی در کل دستگاه گوارش استفاده شد (Mahdavid et al., 2019).

نر هلهستاین موجود در ایستگاه، تعداد ۳۰ راس گوساله نر با متوسط وزن $330/8 \pm 43/1$ کیلوگرم و میانگین سنی ۲۴۰ روز که تحت شرایط یکسان پرورش یافته بودند، انتخاب و به سه گروه ۱۰ راسی تقسیم شدند. هر گوساله در جایگاه انفرادی نگهداری شد و تفاوت آماری بین میانگین وزنی هر سه گروه وجود نداشت. سپس هر یک از گروه‌ها به صورت تصادفی به یکی از جیره‌های آزمایشی اختصاص داده شدند.

این پژوهش به مدت ۱۰۰ روز به طول انجامید که شامل سه دوره آزمایشی ۳۰ روزه و ۱۰ روز عادت‌دهی جهت سازگاری گوساله‌ها به شرایط آزمایشی از قبیل جایگاه و جیره‌های آزمایشی بود و در طول این دوره، جیره‌های آزمایشی به طور تدریجی جایگزین شدند. نگهداری حیوانات در جایگاه انفرادی از لحاظ شرایط جریان هوا، نور، دما و مساحت یکسان بود. ترکیب شیمیایی نمونه‌های خوراک و مدفوع در هر دوره به منظور تعیین مقدار ماده خشک، خاکستر، پروتئین خام و الیاف شوینده خنثی بر اساس روش AOAC 1990 تعیین شد. برای اندازه‌گیری الیاف از دستگاه فایبرتک (مدل foss fibertech 1010، سوئد) و پروتئین خام از دستگاه کدال (مدل foss Auto Analyzer 1030، سوئد) استفاده شد.

جیره پایه با استفاده از نرم افزار جیره نویسی NRC

جدول ۱. اجزای خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره پایه مورد استفاده

Table 1. Ingredients and chemical composition of the basic diet

Diet components (%)	Percentage	Chemical composition ² (Dry matter)	Amount
Wheat straw	5.39	ME(Mcal/kg)	2.28
Corn silage	15.15	NE _m (Mcal/kg)	1.72
Barley grain	48.52	NE _g (Mcal/kg)	1.09
Canola meal	2.96	Neutral Detergent Fiber (%)	29.8
Rice hull	4.71	Crude protein (%)	14.1
Beet pulp dehydrate	9.09	Acid insoluble ash (%)	3.09
Wheat bran	6.31	Non-fiber carbohydrates	42.3
Meat meal	5.92	Dry Matter (%)	45
Premix ¹	0.62	Ca (%)	1.22
Limeston	0.94	P (%)	0.63
Salt-white	0.39		

۱. مکمل شامل: ویتامین A (۱ میلیون واحد بین‌المللی)، ویتامین D (۱۵۰ هزار واحد بین‌المللی)، ویتامین E (۳ هزار واحد بین‌المللی)، کلسیم (۱۵۰ گرم)، منیزیم (۳۰ گرم)، روی (۳ گرم)، مس (۲ گرم)، منگنز (۵ گرم)، سلنیوم (۱۰۰ میلی‌گرم)، کبالت (۱۰۰ میلی‌گرم)، ید (۸۰ میلی‌گرم)، کلیه مقادیر در ۱ کیلوگرم مکمل ویتامینی - معدنی.

۲. واکاوی خوراک بر اساس نرم افزار NRC (۲۰۰۰) و واکاوی شیمیایی تعیین شد.

1. Mineral, Vitamin Supplement Includes: Vitamin A (1 Million International Units); Vitamin D (150 Thousand International Units); Vitamin E (3 Thousand International Units); Calcium (150 gr); Magnesium (30gr); zinc (3 gr); copper (2 gr); Manganese (5 gr); Selenium (100 mg); Cobalt (100 mg); iodine (80 mg); All amounts in one kg of vitamin - mineral supplement.

2. Feed composition is determined based on NRC software and chemical analysis.

وزن اولیه به عنوان متغیر کمکی؛ E_{ij} ، خطای آزمایش بود.

$$Y_{ij} = \mu + t_i + T_j + (t*T)_{ij} + e_{ij} \quad (2)$$

در این مدل Y_{ij} ، مقدار اندازه‌گیری شده هر مشاهده؛ μ ، میانگین داده‌ها؛ T_j ، اثر تیمار (جیره)؛ t_i عامل زمان (دوره)، $(t*T)_{ij}$ اثر متقابل تیمار در دوره، e_{ij} خطای آزمایشی بود.

برای آنالیز داده‌های مربوط به گوارش پذیری و فراسنجه‌های شکمبه با استفاده از مدل آماری رابطه (۳) و نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۴) رویه GLM استفاده شد.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij} \quad (3)$$

در این مدل Y_{ij} ، مقدار اندازه‌گیری شده هر مشاهده؛ μ ، میانگین داده‌ها؛ T_i ، اثر تیمار (جیره)؛ ε_{ij} ، اثر خطای آزمایش است.

نتایج و بحث

میانگین ماده خشک مصرفی، افزایش وزن روزانه گوساله‌ها، وزن کل دوره و ضریب تبدیل غذایی در جدول ۲ آورده شده است. افزایش وزن روزانه در گوساله‌های تغذیه شده با بافر ترکیبی نسبت به گروه شاهد به طور معنی‌داری بیشتر بود ($P < 0.05$). وزن گوساله‌ها در هر سه دوره و کل دوره تفاوت معنی‌داری نداشتند. اثر جیره‌های آزمایشی بر میانگین مصرف ماده خشک در هیچ یک از گروه‌های آزمایشی معنی‌دار نبود.

در این روش نمونه‌های خوراک و مدفوع در روز آخر هر دوره برای تمامی تکرارهای هر گروه آزمایشی جمع‌آوری شد و در انتهای آزمایش نمونه‌های هر دام باهم مخلوط و در نمونه نهایی گوارش‌پذیری مواد مغذی اندازه‌گیری شد.

نمونه‌گیری از محتویات شکمبه در ۲ روز متوالی، جهت اندازه‌گیری میزان pH شکمبه و نیتروژن آمونیاکی با استفاده از پمپ خلا و شلنگ مخصوص از طریق مری، در زمان‌های صفر (پیش از خوراک دهی)، دو و چهار ساعت پس از خوراک دهی صبح گرفته شد و مقدار ۲۰ سی‌سی از آن در لوله فالکون حاوی ۲۰ سی‌سی اسید هیدروکلریک ۰/۲ نرمال به منظور توقف فعالیت میکروبی (جهت اندازه‌گیری نیتروژن آمونیاکی) ریخته شد. pH نمونه‌ها بلافاصله با دستگاه pH متر دیجیتال مدل (pH-220 آمریکا) اندازه‌گیری شد. میزان نیتروژن آمونیاکی شکمبه در زمان ۲ ساعت پس از مصرف خوراک با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل (UV-2100 Shimadzu، ژاپن) اندازه‌گیری شد.

به دلیل تفاوت و عدم یکسان بودن وزن اولیه گوساله‌ها، وزن اولیه به عنوان عامل متغیر (کوواریت) بر اساس رابطه ۱ در نظر گرفته شد. برای واکاوی داده‌های تکرار شده در واحد زمان، مدل آماری رابطه ۲ با نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۴) و رویه MIXED استفاده شد.

$$Y_{ij} = \mu + A_i + B(X_{ij} - X) + E_{ij} \quad (1)$$

که در این رابطه Y_{ij} ، مقدار اندازه‌گیری شده هر مشاهده؛ μ ، میانگین داده‌ها؛ A_i ، اثر تیمار؛ $B(X_{ij} - X)$ ،

جدول ۲. شاخص ماده خشک مصرفی، وزن بدن، افزایش وزن روزانه، ضریب تبدیل غذایی در گوساله‌های نر هلشتاین.

Table 2. Dry matter intake, Body weight index, Daily weight gain, Feed conversion ratio in Holstein young bulls.

Parameters	Treatments			*SEM	P-value
	Mixed buffer	Sodium bicarbonate	Control		
Feed intake (Kg of DM)					
Period 1	8.6	8.2	7.8	0.56	0.87
Period 2	8.9	9.8	9.2	0.56	0.83
Period 3	9.6	9.8	9.9	0.56	0.9
Total	9.07	9.3	8.9	0.33	0.6
Body Weight (Kg)					
Initial	331.0	331.0	330.5	14.1	0.98
First period	392.65	386.65	375.90	9.19	0.08
Second period	429.45	420.95	415.20	10.9	0.2
Third period	463.75	452.15	445.90	12.8	0.1
Average whole periods	428.61	419.91	412.34	10.63	0.13
Daily weight gain	1.47 ^a	1.35 ^{ab}	1.28 ^b	0.06	0.001
Feed conversion ratio	6.17 ^b	6.88 ^a	6.95 ^a	0.24	0.004

*SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها؛ در هر ردیف اعداد دارای حروف غیر مشابه از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند ($P < 0.05$).

*SEM: Standard error of the mean; In each row means with unlike letters were significantly different ($P < 0.05$).

پروراری اثری بر افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل غذایی بره‌ها نداشت (Topark *et al.*, 2016). در پژوهشی با اضافه کردن زئولیت اثر معنی داری در وزن نهایی و افزایش وزن روزانه گوساله‌های پروراری و بره‌ها مشاهده نشد (Ghoneem *et al.*, 2021).

استفاده از بافر ترکیبی سبب بهبود معنی دار ضریب تبدیل غذایی گوساله‌ها نسبت به دیگر گروه‌ها گردید ($P < 0.05$). در یک مطالعه اثر بیکربنات سدیم و اکسید منیزیوم به عنوان بافر بر pH شکمبه گاوهای شیری که در جیره آن‌ها سه کیلوگرم دانه جو جایگزین علوفه شد مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد گاوهای گروه شاهد (بدون بافر) و دریافت‌کننده بیکربنات سدیم با افزودن سه کیلوگرم در روز جو اضافی، کاهش pH شکمبه را نشان دادند، در حالی که گاوهای دریافت‌کننده اکسید منیزیوم در طول اضافه کردن جو، pH شکمبه پایدارتری داشتند (Bach *et al.*, 2018). همانطور که پیش از این ذکر شد، بهبود ضریب تبدیل غذایی به واسطه اضافه کردن بافر ترکیبی به جیره را می‌توان احتمالاً به دلیل بهبود و پایداری pH شکمبه در دامنه مطلوب و ایجاد محیطی مناسب برای رشد میکروب‌ها و کاهش نیتروژن آمونیاکی دانست.

در پژوهشی با اضافه کردن زئولیت اثر معنی‌داری در ضریب تبدیل غذایی نسبت به گروه دریافت‌کننده یک درصد بیکربنات سدیم دیده نشد (Ghoneem *et al.*, 2021). ولی هنگامی که سطح مصرف زئولیت به دو درصد رسید اثر معنی داری در ضریب تبدیل غذایی مشاهده شد (Ghoneem *et al.*, 2021). در آزمایشی دیگر اثر استفاده از بیکربنات سدیم بر مصرف انتخابی بره‌های نر و ماده منحصراً تغذیه شده با مکمل پروتئین و دانه جو را مورد مطالعه قرار دادند که بر اساس نتایج این محققین ضریب تبدیل خوراک در بره‌های ماده دریافت‌کننده بیکربنات سدیم در مقایسه با تیمار شاهد و به صورت غیر معنی‌داری بهبود یافت که دلیل آن را بهبود pH شکمبه و هضم بهتر الیاف نسبت دادند (Askar *et al.*, 2003).

اثر جیره‌های آزمایشی بر گوارش‌پذیری ظاهری ماده خشک، پروتئین خام و الیاف شوینده خنثی

عدم تغییر در مصرف ماده خشک را می‌توان به عدم تغییر در گوارش‌پذیری ماده خشک نسبت داد. در مطالعه‌ای با افزودن یک درصد بیکربنات سدیم در جیره‌ای با نشاسته بالا، هیچ تغییری در مصرف ماده خشک گاوها مشاهده نشد (Bougouin *et al.*, 2018). همچنین با افزودن زئولیت در جیره گاوهای شیری تغییری در مصرف ماده خشک مشاهده نشد (Kachlouf *et al.*, 2018). با افزودن سدیم سسکوئی کربنات، مصرف ماده خشک به ازای وزن متابولیکی در کل دوره شیردهی افزایش یافت (Sharma *et al.*, 2018). افزودن اکسید منیزیوم به جیره گاوهای شیری مصرف ماده خشک را اندکی افزایش داد (Erdman *et al.*, 1982). در یک پژوهش، ماده خشک مصرفی در گوساله‌های پروراری تحت تاثیر افزودن زئولیت قرار نگرفت (Ghoneem *et al.*, 2021). در مطالعه‌ای دیگر با بکارگیری یک درصد زئولیت در جیره گوساله‌های سبک و سنگین وزن، مصرف ماده خشک به صورت عددی افزایش پیدا کرد (Koknaroglu *et al.*, 2006). این تفاوت‌ها ممکن است به دلیل منابع مختلف یا خلوص بافرهای استفاده شده باشد.

در آزمایش حاضر، علت افزایش وزن روزانه گوساله‌های دریافت‌کننده بافر ترکیبی نسبت به گروه شاهد می‌تواند دلیلی بر کاهش معنی‌دار نیتروژن آمونیاکی گوساله‌های دریافت‌کننده بافر ترکیبی باشد، که احتمالاً با فراهم آوردن امکان مصرف مداوم نیتروژن برای میکروب‌های شکمبه، رشد و فعالیت میکروبی را بهبود بخشیده است. از زئولیت می‌توان برای بهبود استفاده از نیتروژن توسط حیوان از طریق افزایش ساخت پروتئین میکروبی استفاده کرد، زیرا زئولیت می‌تواند آمونیاک اضافی را به تدریج در شکمبه آزاد کند (Ghoneem *et al.*, 2021). در آزمایشی اثر اضافه کردن زئولیت به عنوان بافر در جیره بر عملکرد پرورار گوساله‌های نژاد براون سوئیس مطالعه شد. نتایج نشان داد، استفاده از یک درصد زئولیت بهترین اثر را بر میانگین افزایش وزن روزانه و وزن نهایی مورد بررسی دارد هرچند که این اثر معنی‌دار نبود (Koknaroglu *et al.*, 2006). هرچند در مطالعه دیگر، استفاده از زئولیت در سطوح ۱، ۲ و ۳ درصد جیره بره‌های

شیری اثر معنی‌داری بر گوارش‌پذیری ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و الیاف شوینده اسیدی مشاهده نکردند (Firkins & Eastridge, 1992). در مطالعه‌ای اضافه کردن یک درصد بیکربنات سدیم به جیره گاوهای شیرده که حاوی ۷۵ درصد مواد متراکم بود، گوارش‌پذیری ظاهری الیاف شوینده خنثی و الیاف شوینده اسیدی به طور معنی‌داری بهبود یافت (Erdman *et al.*, 1982). این تفاوت‌ها ممکن است به دلیل منابع و درصدهای متفاوت استفاده شده از بافرها در جیره باشد.

تغییرات غلظت نیتروژن آمونیاکی در زمان دو ساعت پس از مصرف خوراک و pH مایع شکمبه در زمان‌های صفر، دو و چهار ساعت پس از مصرف خوراک در جدول ۴ آورده شده است. گوساله‌های دریافت‌کننده جیره بافر ترکیبی، نیتروژن آمونیاکی کمتری نسبت به گروه شاهد در زمان دو ساعت پس از مصرف خوراک داشتند ($p < 0.05$). به طور کلی با گذشت زمان پس از مصرف خوراک، pH مایع شکمبه به علت پیشرفت روند تخمیر کاهش یافت. با توجه به جدول (۴)، در زمان دو ساعت پس از مصرف خوراک، کمترین میزان pH مربوط به جیره شاهد (۶/۱۹) بود ($p < 0.05$). در مورد زمان‌های دیگر نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری در pH مایع شکمبه مشاهده نشد.

جیره‌های آزمایشی در جدول ۳ نشان داده شده است. این نتایج مربوط به گوارش‌پذیری نشان داد که به‌طور کلی جیره‌های آزمایشی از نظر گوارش‌پذیری ماده خشک، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند.

در آزمایشی اثر افزودن چند بافر رایج و ترکیب بافری بر گوارش‌پذیری ظاهری در بره‌ها مورد بررسی قرار گرفت و اختلافی در گوارش‌پذیری ظاهری مواد مغذی (ماده آلی، پروتئین خام، ماده خشک، الیاف شوینده خنثی، الیاف شوینده اسیدی) مشاهده نکردند (Mahdavi *et al.*, 2019). در یک مطالعه، افزودن چهار درصد بیکربنات سدیم، گوارش‌پذیری ماده خشک و ماده آلی را در جیره حاوی ۸۵ درصد مواد متراکم در گاوهای شیری افزایش داد، اما در جیره حاوی ۷۰ درصد مواد متراکم تغییری مشاهده نشد (Horan *et al.*, 2006). در مطالعه‌ای تأثیر مکمل بیکربنات سدیم با مکمل سدیم سسکویی کربنات در گاوهای شیرده مطالعه شد و افزایش مصرف مواد مغذی و گوارش‌پذیری مواد مغذی را در هر دو گروه در مقایسه با شاهد مشاهده کردند (Sharma *et al.*, 2018). در پژوهشی دیگر با اضافه کردن یک درصد بیکربنات سدیم به جیره‌های حاوی ۶۰ درصد کنسانتره در گاوهای

جدول ۳. گوارش‌پذیری ظاهری جیره‌های با استفاده از روش نشانگر (خاکستر نامحلول در اسید)

Table 3. Apparent digestibility (%) of experimental diets using the marker method (acid insoluble ash)

Digestibility (%)	Treatment			SEM*	p-value
	Mixed buffer	Sodium bicarbonate	Control		
CP	65.78	64.72	63.57	1.12	0.17
DM	65.38	65.06	64.17	1.07	0.43
NDF	42.99	44.11	43.28	2.37	0.74

*SEM: standard error of the mean

*SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

جدول ۴. غلظت نیتروژن آمونیاکی و pH مایع شکمبه در زمان‌های صفر، دو و چهار ساعت پس از مصرف خوراک در گوساله‌های نر پروار هلشتاین

Table 4. Ammonia nitrogen concentration and ruminal pH at zero, two and four hours after feeding in Holstein young bulls.

Parameter	Treatment			Sampling time after feeding(h)	SEM*	p-value
	Mixed buffer	Sodium bicarbonate	Control			
Ruminal ammonia nitrogen (mg per 100 ml)	14.14 ^b	15.23 ^{ab}	16.96 ^a	2	0.72	0.01
	6.56	6.57	6.55	0	0.07	1
	6.44 ^a	6.36 ^a	6.19 ^b	2	0.07	0.02
pH	6.34	6.35	6.28	4	0.07	0.9

*SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها؛ در هر ردیف اعداد دارای حروف غیر مشابه از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند ($P < 0.05$).

*SEM: standard error of the mean. In each row means with unlike letters were significantly different ($P < 0.05$).

بعد از تغذیه مفید است (Sharma *et al.*, 2018).
 اکسید منیزیم نسبت به بیکربنات سدیم بر پایداری
 pH تأثیر بیشتری دارد. در گاوهای فیستوله شده با
 ترکیب ۰/۸ درصد اکسید منیزیم و یک درصد
 بی‌کربنات سدیم در جیره غذایی، افزایش pH شکمبه
 از ۶/۰۳ به ۶/۲۸ افزایش یافت (Sharma *et al.*, 2018).
 در آزمایشی مشخص شد که مکمل سسکوپی
 کربنات سدیم و بی‌کربنات سدیم در گوساله‌هایی که با
 ۶۰ درصد کنسانتره تغذیه می‌شدند، pH شکمبه بالای
 ۵/۵ باقی می‌ماند. در مقابل، گوساله‌هایی که در جیره
 غذایی، بافر دریافت نمی‌کردند، pH شکمبه آن‌ها ۴
 بود (Sharma *et al.*, 2018). در آزمایشی اثر افزودن
 بیکربنات سدیم (یک درصد جیره) در جیره‌های حاوی
 کنسانتره بالا را مورد بررسی قرار داده شد؛ در بره‌هایی
 که بیکربنات سدیم دریافت کردند، pH شکمبه بالاتری
 داشتند هرچند تفاوت معنی‌دار نبود (Gastaldello *et al.*, 2013).
 همچنین با افزودن دو درصد زئولیت در
 مقایسه با یک درصد در جیره بره‌ها، pH شکمبه قبل
 از تغذیه و سه ساعت بعد از تغذیه به طور قابل توجهی
 بالاتر بود. pH شکمبه در شش ساعت بعد از تغذیه با
 افزودن زئولیت در مقایسه با بی‌کربنات سدیم به طور
 ناچیزی افزایش یافت (Bach *et al.*, 2018).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به صفات اندازه‌گیری‌شده در گوساله‌های
 پرواری بیشترین تاثیر مثبت به این صفات به ترتیب
 مربوط به بافر ترکیبی و در نهایت بیکربنات سدیم بود
 که نشان‌دهنده آثار مثبت هر یک از بافرهای استفاده
 شده در ترکیب بافری مورد نظر است. نتیجه‌گیری
 نهایی آن است که استفاده از بافر ترکیبی یا جوش
 شیرین در درجه دوم، در جیره گوساله‌های نر پرواری
 که با میزان کنسانتره بالا تغذیه می‌شوند، الزامی است.

در یک پژوهش، با توجه به زمان نمونه‌برداری،
 غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه درست قبل از تغذیه
 تحت تأثیر زئولیت قرار نگرفت. در حالی که به طور
 قابل توجهی با افزودن یک تا دو درصد زئولیت در سه
 تا شش ساعت بعد از تغذیه، کاهش یافت (Ghoneem
et al., 2021). افزودن زئولیت می‌تواند استفاده از
 نیتروژن را به دلیل جذب غلظت بالای آمونیاک در
 شکمبه توسط زئولیت بهبود بخشد و با کاهش غلظت
 آمونیاک در شکمبه به تدریج آن را آزاد کند
 (Ghoneem *et al.*, 2021). در آزمایشی بیان نمودند
 جیره حاوی بیکربنات سدیم (۲۰ گرم در کیلوگرم) در
 سه ساعت پس از تغذیه، بیشترین تأثیر را در کاهش
 غلظت نیتروژن آمونیاکی محیط در مقایسه با جیره
 شاهد داشت (Bodas *et al.*, 2007) که با نتایج تحقیق
 حاضر همخوانی داشت. بی‌کربنات سدیم می‌تواند با
 تأمین گروه‌های اسیدکربنیک و همچنین تهیه
 سوبسترای مورد نیاز برای متابولیسم بسیاری از
 گونه‌های باکتریایی فعالیت میکروبی را بهبود بخشد
 (Bonsembiante *et al.*, 1985). همچنین افزایش
 فعالیت آنزیم‌های فیبرولیتیک شکمبه سبب بهبود
 توازن تأمین انرژی و نیتروژن در شکمبه می‌شود
 (Arroquy *et al.*, 2004; Raghuvansi *et al.*, 2007).
 دو تا سه ساعت پس از تغذیه pH مایع شکمبه به
 حداقل می‌رسد و تا تغذیه بعدی به طور مداوم افزایش
 می‌یابد (Gasteiner *et al.*, 2015). با توجه به داده‌های
 جدول ۴ می‌توان چنین گفت که در جیره‌های
 دریافت‌کننده بافر، کاهش pH کمتر بود. ظرفیت
 بافری بافرهای معدنی در مقایسه با کربنات‌ها که
 عموماً دارای ظرفیت بافری بالاتری نسبت به بافرهای
 فسفات هستند، بیشترین است (Sharma *et al.*,
 2018). در نتیجه بیکربنات سدیم بافر رایج است زیرا
 ثابت شده است که در جلوگیری از کاهش pH شکمبه

REFERENCES

1. Arroquy, J. I., Cochran, R. C., Villarreal, M., Wickersham, T. A., Llewellyn, D. A., Titgemeyer, E. C., Nagaraja, T. G., Johnson, D. E., & Gnad, D. (2004). Effect of level of rumen degradable protein and type of supplemental non-fibre carbohydrate on intake and digestion of low quality hay by beef cattle. *Journal of Animal Feed Science and Technology*, 115, 83-99.
2. 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.

3. Bach, A., Guasch, I., Elcoso, G., Duclos, J., & Khelil-Arfa, H. (2018). Modulation of rumen pH by sodium bicarbonate and a blend of different sources of magnesium oxide in lactating dairy cows submitted to a concentrate challenge. *Journal of Dairy Science*, 101(11), 9777-9788.
4. Bodas, R., Rodríguez, A. B., López, S., Fernández, B., Mantecon, A. R., & Giráldez, F. J. (2007). Effects of the inclusion of sodium bicarbonate and sugar beet pulp in the concentrate for fattening lambs on acid-base status and meat characteristics. *Meat Science*, 77(4), 696-702.
5. Bonsembiante, M., Daolio, S., Bittante, G., & Ramanzin, M. (1985). A procedure for the sampling and analysis of gases produced in ruminal fermentation. *Zootecnica e Nutrizione Animale*.
6. Bougouin, A., Ferlay, A., Doreau, M., & Martin, C. (2018). Effects of carbohydrate type or bicarbonate addition to grass silage-based diets on enteric methane emissions and milk fatty acid composition in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 101(7), 6085-6097.
7. Erdman, R. A., Hemken, R. W., & Bull, L. S. (1982). Dietary sodium bicarbonate and magnesium oxide for early postpartum lactating dairy cows: Effects of production, acid-based metabolism, and digestion. *Journal of Dairy Science*, 65(5), 712-731.
8. Firkins, J. L., & Eastridge, M. L. (1992). Replacement of forage or concentrate with combinations of soyhulls, sodium bicarbonate, or fat for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 75(10), 2752-2761.
9. Gastaldello Jr, A. L., Pires, A. V., Susin, I., Mendes, C. Q., Queiroz, M. A. A., Amaral, R. C., ... & Eastridge, M. L. (2013). Limestone with different particle size and sodium bicarbonate to feedlot lambs fed high grain diets with or without monensin. *Small Ruminant Research*, 114(1), 80-85.
10. Gasteiner, J., Guggenberger, T., Varga, L., & Ollhoff, R. D. (2015). Continuous and long term measurement of reticuloruminal pH in crossbreed dairy cows in Brazil by an indwelling and wireless data transmitting unit. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 67, 622-626.
11. Ghoneem, W. M., El-Tanany, R. R., & Mahmoud, A. E. (2021). Effect of natural zeolite as a rumen buffer on growth performance and nitrogen utilization of barki Lambs. *Cellulose*, 26(5.09), 10-50.
12. 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.
13. Hutjens, M. F. (1998). *Strategic Use of Feed Additives in Dairy Cattle Nutrition*. University of Illinois, Illini DairyNet Papers.
14. Kang, S., Wanapat, M., & Cherdthong, A. (2014). Effect of banana flower powder supplementation as a rumen buffer on rumen fermentation efficiency and nutrient digestibility in dairy steers fed a high-concentrate diet. *Animal Feed Science and Technology*, 196, 32-41.
15. Khachlouf, K., Hamed, H., Gdoura, R., & Gargouri, A. (2018). Effects of zeolite supplementation on dairy cow production and ruminal parameters—a review. *Annals of Animal Science*, 18(4), 857-877.
16. Koknaroglu, H., Toker, M. T., & Bozkurt, Y. (2006). Effect of zeolite and initial weight on feedlot performance of Brown Swiss cattle. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 1(1), 49-54.
17. Mahdavi, N., Chaji, M., Bojarpour, M., & Dehghanbanadaki, M. (2018). Investigation the buffering capacity of several conventional buffer compounds in feeding of ruminant animals by acid titration method and their effect on gas production parameters. *Iranian Journal of Animal Science*, 48(4), 559-571. (in Farsi)
18. Mahdavi, N., Chaji, M., Dehghan banadaky, M. (2019). Comparison the effect of adding common buffers in ruminant feeding on nutrient digestibility using by the acid-insoluble ash method. *The 6th Scientific & Research Conference on the Development and Promotion of Agricultural Sciences & Natural Resources in Iran*. pp. 1-7. (in Farsi)
19. Ogunade, I. M., Lay, J., Andries, K., McManus, C. J., & Bebe, F. (2019). Effects of live yeast on differential genetic and functional attributes of rumen microbiota in beef cattle. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 10(1), 1-7.
20. Plaizier, J. C., Krause, D. O., Gozho, G. N., & McBride, B. W. (2008). Subacute ruminal acidosis in dairy cows: the physiological causes, incidence and consequences. *The Veterinary Journal*, 176(1), 21-31.
21. Raghuvansi, S. K. S., Prasad, R., Tripathi, M. K., Mishra, A. S., Chaturvedi, O. H., Misra, A. K., ... & Jakhmola, R. C. (2007). Effect of complete feed blocks or grazing and supplementation of lambs on performance, nutrient utilisation, rumen fermentation and rumen microbial enzymes. *Animal*, 1(2), 221-226.
22. Sharma, H., Pal, R. P., Mir, S. H., Mani, V., & Ojha, L. (2018). Effect of feeding buffer on feed intake, milk production and rumen fermentation pattern in lactating animals: A review. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(4), 916-922.
23. Srivastava, R., Singh, P., Tiwari, S., & Kumar, D. M. G. (2021). Sub-acute ruminal acidosis: Understanding the pathophysiology and management with exogenous buffers. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 9(2), 593-599.

24. Toprak, N. N., Yılmaz, A., Öztürk, E., Yigit, O., & Cedden, F. (2016). Effect of micronized zeolite addition to lamb concentrate feeds on growth performance and some blood chemistry and metabolites. *South African Journal of Animal Science*, 46(3), 313-320.
25. Tripathi, M. K., Santra, A., Chaturvedi, O. H., & Karim, S. A. (2004). Effect of sodium bicarbonate supplementation on ruminal fluid pH, feed intake, nutrient utilization and growth of lambs fed high concentrate diets. *Animal Feed Science and Technology*, 111(1-4), 27-39.