

تأثیر جیره‌های انتظار زایش دارای زئولیت بر تولید شیر، کیفیت آغوز و مشکلات پیرامون زایمان در گاو نژاد هلشتاین

نادر سلمان موحدی^۱، فرهاد فرودی^{۲*}، ناصر کریمی^۲، محمدرضا عابدینی^۲، کاظم کریمی^۲

۱. دانشجوی دوره‌ی دکتری تخصصی، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد ورامین-پیشوا، ورامین-ایران.

۲. گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد ورامین-پیشوا، ورامین-ایران.

دریافت: ۱۰ بهمن‌ماه ۱۴۰۰ پذیرش: ۲۱ اردیبهشت‌ماه ۱۴۰۱

چکیده

اثر تغذیه‌ی جیره‌های دارای زئولیت در زمان انتظار زایمان بر تولید شیر، کیفیت آغوز و صفات تولید مثلی تعداد ۶۰ رأس گاو هلشتاین آبستن در ۳ گروه آزمایشی (هر گروه ۲۰ رأس) در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی (CRD) بررسی گردید. جیره‌ها شامل: (۱) جیره‌ی پایه بدون زئولیت (شاهد) (۲) جیره‌ی پایه + ۰/۷۵ درصد زئولیت و (۳) جیره‌ی پایه + ۱/۵ درصد زئولیت بودند. سطح کلسیم جیره‌ها برابر و تمامی جیره‌ها در ۱۵ روز آخر آبستنی به دام‌ها خوراندند. پس از زایش، جیره‌ی تمامی حیوانات یکسان بود. گروه شاهد تولید شیر خام و مصرف ماده خشک و انرژی بهتری داشت، اما بازدهی خوراک در گاوهای مصرف کننده زئولیت بیشتر بود ($P \leq 0/01$). مصرف پروتئین، NDF و ADF و تولید شیر تصحیح شده (۴٪) گروه‌ها اختلاف معنی‌داری نداشت؛ درصد چربی شیر گاوهای مصرف کننده‌ی زئولیت بیشتر از شاهد بود ($P \leq 0/01$)، اما درصد پروتئین، لاکتوز و SNF اختلاف معنی‌دار نداشت. غلظت پلاسما کلسیم کل، یونیزه و نسبت بین آن‌ها در هنگام زایمان مشابه بود، ولی در ۶، ۱۲ و ۲۴ ساعت بعد از زایمان در گاوهای مصرف کننده‌ی زئولیت بیشتر بود ($P \leq 0/01$). فراوانی هیپوکلسیمی و اختلالات بعد از زایمان در گروه شاهد بیشتر از دو گروه دیگر بود ($P \leq 0/01$). امتیاز بدنی و کیفیت آغوز گاوهای مصرف کننده‌ی زئولیت بیشتر از شاهد بود ($P \leq 0/01$)؛ با توجه به نتایج این پژوهش، مصرف زئولیت در سطح ۱/۵ درصد ماده‌ی خشک جیره قبل از زایش قابل توصیه است و در مقایسه با سطح ۰/۷۵ درصد زئولیت و گروه شاهد تأثیر بهتری بر کنترل غلظت کلسیم خون و بهبود صفات تولیدی و تولید مثلی گاوها دارد.

واژه‌های کلیدی: آغوز، تولید شیر، تولید مثل، زئولیت، گاو تازه‌زا.

مقدمه

شده که کاهش دست‌رسی به کلسیم و همچنین روش منفی کردن اختلاف کاتیون- آنیون جیره از جمله مهم‌ترین آن‌هاست (۲۲، ۲۹ و ۳۵). تنظیم اختلاف کاتیون- آنیون جیره به سمت تراز منفی (در محدوده ۱۰۰- میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم ماده خشک) باعث القای اسیدوز خفیف و ترشح هورمون پاراتیروئید در زمان زایمان می‌شود (۹) و در نهایت میزان جذب کلسیم از استخوان‌ها را افزایش می‌دهد و سبب جلوگیری از بروز تب شیر و هیپوکلسیمی خواهد شد (۱۲، ۲۱، ۲۲ و ۲۹). جیره‌های دوره‌ی انتظار زایمان در گاو‌داری‌ها با هدف کنترل هیپوکلسیمی در سطح کلسیم توصیه شده از سوی انجمن ملی تحقیقات (۲۳) و یا حتی در سطوح کمتر از

دوره‌ی انتقال زایمان زمان حساسی در انتهای مرحله آبستنی گاوهای شیری است. گاوهای تازه‌زا در این دوره با چالش‌های متابولیکی و تولیدمثلی متعددی مواجه هستند (۱۹ و ۳۴). هیپوکلسمی یا افت غلظت کلسیم خون از ناهنجاری‌های مهم زمان زایمان است که خود زمینه‌ساز بروز بیماری‌های دیگری است. اگر گاوها در دوره‌ی انتقال زایمان تغذیه مناسبی نداشته باشند و در معرض تنش‌های مختلف از جمله تنش گرمایی قرار گیرند، آسیب‌های زیادی متحمل می‌شوند و عملکرد تولیدی و تولیدمثلی آن‌ها کاهش پیدا خواهد کرد (۱۹). برای رفع مشکلات و بهبود سلامتی گاوهای تازه‌زا روش‌های مختلفی پیشنهاد



با مواد معدنی و ویتامین‌های ضروری در جیره انتظار زایمان (با سطح کلسیم پایین‌تر از دوره شیردهی) بر مصرف مواد مغذی، تولید شیر و کیفیت آغوز، فراسنجه‌های خونی و برخی ناهنجاری‌های تولیدمثلی گاوهای تازه‌زای هلشتاین بررسی شد.

مواد و روش کار

این پژوهش با ۶۰ رأس گاو هلشتاین انتظار زایمان در ۳ گروه آزمایشی (هر گروه ۲۰ رأس) در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با مشاهدات تکراری (رکوردهای متعدد) در زمان (دوره آزمایش) و با در نظر گرفتن اثر دام و شکم زایش گاوها در گروه‌های مختلف انجام شد. جیره‌های آزمایش شامل: (۱) جیره پایه بدون زئولیت (شاهد، با سطح کلسیم توصیه شده NRC)، (۲) جیره پایه + ۱۰۰ گرم زئولیت در روز (معادل ۰/۷۵ درصد ماده خشک جیره) و (۳) جیره پایه + ۲۰۰ گرم زئولیت در روز (معادل ۱/۵ درصد ماده خشک جیره) بودند. اختلاف کاتیون-آنیمون تمامی جیره‌ها برابر ۱۰۰+ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم ماده خشک جیره در نظر گرفته شد. زئولیت استفاده شده از نوع غنی شده با مواد معدنی و ویتامین‌های ضروری ساخت شرکت صنایع شیمیایی ایران (سهام شیران) با فرمولاسیون انحصاری (از دسته‌ی کانی‌های آلومینوسیلیکات آبدار با فرمول عمومی: $\text{NaI}2\text{O}_3.\text{MSiO}_2.\text{XH}_2\text{O}$) بود که در صنایع خوراکی کاربرد دارد، این محصول دو لایه و ۸ وجهی از نوع کلینوپتیلولیت با نسبت باندکنندگی زئولیت به کلسیم ۶:۲ و دارای اجزای معدنی (زئولیت سنتتیک نوع A) و آلی (پروتئین خام و اسیدهای آمینه لیزین و متیونین پوشش‌دار با غلظت بالا) و همچنین ویتامین‌های ضروری (A، D3، E، K) و عناصر ریزمغذی (آهن، مس، روی، منیزیم، ید، کبالت، منگنز) به شکل مکمل غنی‌سازی شده بود.

در هر گروه، ۳۰ درصد از گاوها شکم اول، ۳۰ درصد شکم دوم و سوم و مابقی از شکم‌های بالاتر بر اساس توزیع موجود در گله انتخاب شدند. متوسط امتیاز بدنی گاوها در شروع آزمایش $3/5 \pm 0/25$ و متوسط میزان شیر تولیدی آن‌ها بر اساس رکورد شیردهی قبلی $40 \pm 2/2$ کیلوگرم

آن به منظور کاهش دسترسی به کلسیم به کار می‌رود، اما این مقدار کاهش فراتر از تحمل دام در مدت کوتاه قبل زایمان برای تنظیم هومئوستازی کلسیم در بدن است و تولید و سلامتی گاوها را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۳۴ و ۳۵). علاوه بر آن کاهش سطح کلسیم معمولاً با کاهش کیفیت جیره‌های مصرفی در دوره انتظار همراه است و این مسأله باعث صدمه به گاوها و کاهش بیشتر تولید شیر آن‌ها بعد زایمان می‌شود (۹). به منظور حفظ کیفیت خوراک، امروزه مصرف کانی‌های معدنی در تغذیه دام رایج شده است. این مواد به خوبی قادر به پیوند کردن مواد معدنی از جمله کاتیون‌های دو ظرفیتی و ترکیبات مزاحم (شامل برخی نمک‌ها، سموم قارچی، گازها و ترکیبات شیمیایی مضر) در خوراک هستند (۱۶ و ۱۷). زئولیت مصنوعی نوع A، از کانی‌های خوراکی در تغذیه گاو شیری است. این محصول از دسته کانی‌های سدیم آلومینوسیلیکات آبدار با ساختار گسترده، چند وجهی و دو لایه است (۱۴، ۱۵ و ۱۹). حضور زئولیت در جیره انتظار زایمان باعث کاهش کلسیم آزاد و کاهش دسترسی به کلسیم بدون نیاز به تغییر کمی و کیفی خوراک می‌شود و در نتیجه کلسیم قابل جذب کمتری در اختیار دام قرار می‌گیرد. این اتفاق باعث تحریک فرآیندهای فیزیولوژیک بدن گاو می‌شود و در نهایت غلظت پلاسمایی کلسیم در زمان زایمان را بهبود می‌بخشد (۱۰، ۱۴ و ۱۵). نحوه عمل زئولیت در جیره به صورت پیوند شدن با کلسیم و نمک‌های کاتیونی بدون تغییر ترکیب جیره است، که تفاوت اصلی این روش با سایر روش‌ها است. در جیره‌های کم کلسیم، کاهش دسترسی به کلسیم و در جیره‌های دارای نمک‌های آنیونی ایجاد تعادل منفی کاتیون-آنیمون جیره هدف تغییر ترکیب جیره هستند، اما برخی نتایج منفی به دنبال کاربرد این روش‌ها گزارش شده است (۲۱، ۳۰ و ۳۱). با توجه به اهمیت اقتصادی مسأله و مشکلات تولیدی و تولیدمثلی حاصل از آن در سطح گله‌های گاو شیری کشور، پژوهش در زمینه‌ی کاربرد روش‌های جدید برای محدود کردن دسترسی به کلسیم جیره بدون مشکلات یاد شده در دوره‌ی انتظار زایمان و مقایسه آن‌ها با روش‌های موجود ضروری به نظر می‌رسد، بنابراین در این آزمایش تأثیر مصرف سطوح مختلف زئولیت غنی شده

با روش طیف‌سنجی و با دستگاه اسپکتروفوتومتر مدل DR-6000 شرکت HACH ساخت کشور آمریکا انجام شد. ثبت مقدار تولید شیر گاوها روزانه بود و نمونه‌های شیر هفتگی گرفته شدند. در روز نمونه‌گیری از هر سه وعده شیردوشی به نسبت تولید هر وعده با هم مخلوط و بلافاصله به آزمایشگاه مرجع تشخیص کیفی شیر منتقل شد و با دستگاه سنجش کیفیت شیر Milcoscan- 605 ساخت شرکت Foss کشور دانمارک ترکیب آن شامل چربی، پروتئین، لاکتوز و مواد جامد بدون چربی تعیین گردید. خون‌گیری در ساعت‌های صفر، ۶، ۱۲ و ۲۴ بعد زایمان با ونوجکت و لوله‌های حاوی هپارین از طریق سیاهرگ دم انجام شد. نمونه‌های خون بلافاصله به مدت ۱۵ دقیقه در ۳۰۰۰rpm با دستگاه سانتریفیوژ یخچال‌دار مدل D.G.T 24-R ساخت شرکت Hitachi کشور ژاپن سانتریفیوژ و بعد از جدا سازی پلاسما در دمای یخچال به آزمایشگاه ارسال شدند. غلظت کلسیم پلاسما با روش فتومتریک و کیت تخصصی شرکت پارس آزمون (TS.M.91.13.4) با دستگاه آنالایزر Roche Hitachi مدل ۹۱۱ ساخت کشور ژاپن تعیین شد. غلظت کلسیم یونیزه با روش جذب انتخابی یون و با دستگاه الکترولیت آنالایزر Audicom مدل AC-9800 ساخت کشور آمریکا اندازه‌گیری شد. بازده خوراک از تقسیم کیلوگرم شیر تولیدی روزانه خام یا تصحیح شده (۴ درصد چربی) بر کیلوگرم ماده خشک مصرفی روزانه بر اساس روش Blake و Custodio (۲) محاسبه شد. اندازه‌گیری کیفیت آغوز با دستگاه دیجیتالی رفرکتومتر بریکس (Digital Brix Refractometer) مدل DR 6000-TF ساخت شرکت KRUSS ساخت کشور دانمارک انجام شد. این دستگاه ابزار دقیقی برای اندازه‌گیری کیفیت آغوز بر اساس معیار مجموع مواد جامد و درصد قند موجود در آغوز است و نتیجه نهایی بر مبنای شاخص درصد بریکس (Brix%) در دامنه عددی بین ۱۸ تا ۲۴ درصد گزارش می‌شود که اعداد بزرگ‌تر معرف کیفیت بهتر آغوز هستند. تعیین امتیاز وضعیت بدنی گاوها با محاسبه میانگین امتیاز وزن داده شده نواحی مختلف بدن گاو انجام شد و امتیاز نهایی مطابق رویه‌ی استاندارد انجمن گاو شیری کانادا (۶) محاسبه و گزارش شد.

بود. آزمایش در فصل تابستان و در یک واحد گاوداری شیری صنعتی اطراف تهران با دوره عادت‌پذیری ۱۵ روز و طول دوره آزمایش ۴۵ روز (۱۵- روز قبل از زایمان تا ۳۰+ روز بعد زایمان) انجام شد. گاوها از ۳ هفته قبل از زایمان به بهار بند انتظار زایش انتقال داده شدند و جیره‌ی مربوط به خود را دریافت کردند. جیره‌های حاوی زئولیت غنی شده در دوره ۱۵ روزه آخر آبستنی به دام‌ها خوراندند. جیره‌های غذایی بر اساس توصیه انجمن ملی تحقیقات (۲۳) برای تأمین احتیاجات غذایی گاوهای شیرده هلهشتاین تنظیم شدند (جدول ۱). برای جبران تعادل منفی انرژی در دوره انتظار زایمان گاوها و پیش‌گیری از کتوز بعد از زایمان لازم بود یک ماده‌ی انرژی‌زا نظیر پروپیلن گلایکول مصرف شود. این محصول تولید شرکت صنایع شیمیایی داخل کشور از نوع منوپروپیلن گلایکول (MPG) با فرمول شیمیایی $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ و با کد تولید 6-55-57 CAS: بود. شاخص رطوبت-دما (THI) در طول آزمایش در دامنه ۷۱ تا ۸۳ با فرمول $\text{THI} = 0.8 \times T + [\text{RH} \times (\text{T} - 14.4) + 46.4]$ محاسبه و ثبت شد (T دمای محیطی و RH میزان رطوبت نسبی است) (۱۱). میزان خوراک به صورت دست‌رسی آزاد و به شکل کاملاً مخلوط شده (TMR) در آخور ریخته شد. از روز دوم بعد از زایمان، تمامی گاوها در گروه‌های مختلف از یک جیره‌ی معمولی اوایل شیردهی (بدون زئولیت) مصرف کردند. مصرف خوراک به صورت روزانه ثبت گردید، همچنین کیفیت آغوز، تولید شیر (خام و تصحیح شده بر مبنای چربی ۴ درصد)، ترکیب شیر (چربی، پروتئین، لاکتوز و SNF)، غلظت کلسیم کل و یونیزه پلاسما، خون و فراوانی برخی مشکلات تولید مثلی بعد زایمان (هیپوکلسیمی، ناهنجاری‌های تولید مثلی، میزان باروری و نرخ حذف گاو) تعیین گردید. میزان ماده خشک (method 930.15)، پروتئین خام (method 920.53)، عصاره اتری (method 948.22)، خاکستر (method 941.12) و کربوهیدرات غیر الیافی (method 973.18) بر اساس استانداردهای ارائه شده در AOAC (۱) اندازه‌گیری شدند. مقدار NDF و ADF با روش Van Soest و همکاران (۳۳) اندازه‌گیری گردید. غلظت کلسیم، فسفر، منیزیم، کلر، پتاسیم، سدیم و گوگرد



جدول ۱ - اجزا خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی (درصد ماده‌ی خشک)

اجزای خوراکی جیره	جیره‌های قبل از زایش		شاهد
	جیره بعد زایش (ابتدای شیردهی)	٪۰/۱۵ زئولیت	
علف پونجه	۱۷/۲۰	۱۵/۸۶	۱۶/۱۱
سیلاژ ذرت	۲۸/۷۰	۳۰/۶۳	۳۱/۱۱
کاه گندم	۲/۲۰	۶/۲۸	۶/۳۷
سبوس گندم	-	۳/۸۸	۳/۹۴
دانه‌ی جو آسیاب شده	۱۳/۵۰	۱۱/۶۵	۱۱/۸۲
دانه‌ی ذرت آسیاب شده	۱۵/۸۰	۱۱/۷۸	۱۱/۹۶
کنجاله سویا ۴۴٪ پروتئین	۱۱/۹۳	۱۰/۷۷	۱۰/۹۴
کنجاله گلزا	۳/۹۵	۳/۵۲	۳/۵۷
کنجاله گلوتن ذرت ۶۰٪ پروتئین	۱/۹۵	۱/۸۵	۱/۸۸
پروپیلن گلایکول	۱/۱۰	۰/۹۷	۰/۹۸
مکمل ویتامینی - معدنی ^۱	۱/۲۰	۰/۹۷	۰/۹۸
زئولیت ^۲	-	۱/۵۰	-
اکسید منیزیم	۰/۳۰	۰/۳۴	۰/۳۴
کربنات کلسیم	۰/۶۰	-	-
دی کلسیم فسفات	۰/۲۲	-	-
سدیم بیکربنات	۱/۲۰	-	-
کلرید سدیم	۰/۱۵	-	-
جمع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
ترکیب شیمیایی جیره (درصد ماده‌ی خشک)			
پروتئین خام	۱۶/۵۴	۱۴/۲۴	۱۴/۲۴
انرژی خالص (مگا کالری بر کیلوگرم)	۱/۶۸	۱/۵۸	۱/۵۸
الیاف نامحلول در شوینده خنثی ^۳	۳۱/۷۴	۳۵/۵۰	۳۵/۵۰
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی ^۴	۱۹/۲۲	۲۱/۰۰	۲۱/۰۰
کربوهیدرات غیرالیافی	۴۰/۵۴	۳۸/۳۳	۳۸/۷۰
عصاره اتری	۳/۳۱	۲/۷۰	۲/۶۵
خاکستر	۷/۳۱	۶/۹۵	۶/۹۵
کلسیم	۰/۷۵	۰/۴۴	۰/۴۴
فسفر	۰/۳۹	۰/۳۵	۰/۳۵
منیزیم	۰/۴۰	۰/۴۴	۰/۴۴
کلر	۰/۲۳	۰/۱۶	۰/۱۶
پتاسیم	۱/۳۱	۱/۲۶	۱/۲۶
سدیم	۰/۳۸	۰/۰۵	۰/۰۵
گوگرد	۰/۲۵	۰/۲۲	۰/۲۲
تعادل کاتیون-آنیون (mEq/kg) ^۵	+۳۰۰	+۱۰۰	+۱۰۰

۱- هر کیلوگرم مکمل ویتامینی- معدنی مصرفی دارای ۹ گرم منیزیم، ۱۲ گرم آهن، ۱۰ گرم منگنز، ۱۳ گرم روی، ۳۰۰ میلی‌گرم مس، ۱۰۰ میلی‌گرم کبالت، ۳۰ میلی‌گرم سلنیوم، ۱۰۰ میلی‌گرم ید، ۵ میلیون واحد بین المللی ویتامین آ، ۱ میلیون واحد بین المللی ویتامین ۳ و ۳۰ میلی‌گرم ویتامین ای بود.

۲- زئولیت مصرفی از نوع سدیم آلومینیوم سلیکات آبدار در سطح ۰/۷۵ و ۱/۵ درصد ماده‌ی خشک جیره به کار رفت.

3. Neutral Detergent Fiber (NDF)

4. Acid Detergent Fiber (ADF)

۵- تعادل آنیون-کاتیون جیره با فرمول زیر بر حسب میلی‌اکی والان گرم در کیلوگرم ماده‌ی خشک مصرفی محاسبه شد:

$$DCAD = [(\%K \div 0.039) + (\%Na \div 0.023)] - [(\%Cl \div 0.0355) + (\%S \div 0.016)]$$

وارد شدند. برای صفات پیوسته (شامل غلظت پلاسمايي کلسيم، مقدار شير توليدي و اجزای تشکيل دهنده شير، خوراک مصرفي و امتياز بدني) روش تجزيه واريانس یک طرفه با مدل های مختلط و رویه Mixed با مشاهدات تکراری در زمان و برای داده های صفات ناپيوسته و عددي (شامل فراوانی هيپوکلسيمي و ناهنجاری های توليد مثلي، باروری و حذف گاو) روش تجزيه و تحليل مخصوص صفات ناپيوسته (Nonparametric) و برای پيوسته کردن اعداد درصدي و غير پيوسته فرمول $\text{ArcSin}\sqrt{x}$ به کار رفت. نرمال بودن توزيع داده ها با آزمون Shapiro-Wilk موجود در نرم افزار SAS بررسی شد. تفاوت میانگین تیمارها با اطمینان ۹۹ درصد و با احتمال خطای کمتر یا مساوی ۱ درصد ($P \leq 0.01$) با آزمون چند دامنه ای دانکن مقایسه شدند. مدل آماری آزمایش به شرح $Y_{ijkl} = \mu + A_i + P_j + T_k + D_l + (TD)_{kl} + \epsilon_{ijkl}$ ترتیب بیانگر میانگین یک مشاهده از تیمار و تکرار مشخص (Y_{ijkl})، میانگین صفت در جامعه ای آماری مد نظر (μ)، اثر آلمین حیوان (A_i)، اثر زامین شکم زایش (P_j)، اثر تیمار (T_k)، اثر زمان اندازه گیری صفت (D_l)، اثر متقابل تیمار در زمان ($(TD)_{kl}$) و اثر خطای آزمایشی (ϵ_{ijkl}) هستند.

نتایج

نتایج مربوط به تأثیر سطوح مختلف زئولیت بر مصرف ماده ی خشک، سایر مواد مغذی و صفات توليد شير در ۳۰ روز پس از زایمان در جدول ۲ ارائه شده است. بر اساس نتایج جدول ۲، ماده ی خشک مصرفی گاوهای گروه شاهد بیشتر از گاوهای مصرف کننده زئولیت بود ($P \leq 0.05$). اختلاف مصرف انرژی بین گروه شاهد و گروه های مصرف کننده زئولیت با توجه به همبستگی آنها با مصرف ماده خشک معنی دار شد ($P \leq 0.05$)، اما مصرف پروتئین، NDF و ADF آنها تفاوتی نداشت، همچنین نتایج جدول ۲ نشان داد در بازه زمانی ۳۰ روز پس از زایمان بیشترین مقدار توليد شير خام مربوط به گروه شاهد بود ($P \leq 0.01$)، اما با توجه به آن که درصد چربی آن کمتر از گروه های دارای زئولیت بود، با تصحیح توليد شير بر مبنای چربی ۴ درصد، این اختلاف کمتر شد و گاوهای مصرف کننده زئولیت توليد شير تقریباً مشابهی با گروه شاهد داشتند. بیشترین درصد و مقدار چربی شير

ثبت مقدار توليد شير گاوها روزانه بود و نمونه های شير هفتگی گرفته شدند. در روز نمونه گیری از هر سه وعده شيردوشی به نسبت توليد هر وعده با هم مخلوط و بلافاصله به آزمایشگاه مرجع تشخیص کیفی شير منتقل شد و با دستگاه سنجش کیفیت شير Milcoscan- 605 ساخت شرکت Foss کشور دانمارک ترکیب آن شامل چربی، پروتئین، لاکتوز و مواد جامد بدون چربی تعیین گردید. خون گیری در ساعت های صفر، ۶، ۱۲ و ۲۴ بعد زایمان با ونوجکت و لوله های حاوی هپارین از طریق سیاهرگ دم انجام شد. نمونه های خون بلافاصله به مدت ۱۵ دقیقه در 3000 rpm با دستگاه سانتریفیوژ یخچال دار مدل D.G.T 24-R ساخت شرکت Hitachi کشور ژاپن سانتریفیوژ و بعد از جدا سازی پلاسما در دمای یخچال به آزمایشگاه ارسال شدند. غلظت کلسیم پلاسما با روش فتومتریک و کیت تخصصی شرکت پارس آزمون (TS.M.91.13.4) با دستگاه آنالایزر Roche Hitachi مدل ۹۱۱ ساخت کشور ژاپن تعیین شد. غلظت کلسیم یونیزه با روش جذب انتخابی یون و با دستگاه الکترولیت آنالایزر Audicom مدل AC-9800 ساخت کشور آمریکا اندازه گیری شد. بازده خوراک از تقسیم کیلوگرم شير توليدي روزانه خام یا تصحیح شده (۴ درصد چربی) بر کیلوگرم ماده خشک مصرفی روزانه بر اساس روش Blake و Custodio (۲) محاسبه شد. اندازه گیری کیفیت آغوز با دستگاه دیجیتالی رفرکتومتر بریکس (Digital Brix Refractometer) مدل DR 6000-TF ساخت شرکت KRUSS ساخت کشور دانمارک انجام شد. این دستگاه ابزار دقیقی برای اندازه گیری کیفیت آغوز بر اساس معیار مجموع مواد جامد و درصد قند موجود در آغوز است و نتیجه نهایی بر مبنای شاخص درصد بریکس (Brix%) در دامنه عددی بین ۱۸ تا ۲۴ درصد گزارش می شود که اعداد بزرگ تر معرف کیفیت بهتر آغوز هستند. تعیین امتیاز وضعیت بدنی گاوها با محاسبه میانگین امتیاز وزن داده شده نواحی مختلف بدن گاو انجام شد و امتیاز نهایی مطابق رویه ی استاندارد انجمن گاو شیری کانادا (۶) محاسبه و گزارش شد.

در پایان داده های جمع آوری شده با نرم افزار آماری SAS (۲۶) نسخه ۹/۱ تجزیه و تحلیل شدند. در مدل تجزیه، اثر شکم زایش و زمان اندازه گیری صفت

معنی داری نداشت، اما بازده خوراک مصرفی بر اساس شیر تصحیح شده ۴ درصد در گاوهای مصرف کنندهی زئولیت بالاتر از گروه شاهد بود ($P \leq 0.05$).

مربوط به گاوهای مصرف کننده ۲۰۰ گرم زئولیت در روز بود ($P \leq 0.05$)؛ درصد پروتئین شیر و بازدهی خوراک مصرفی بر اساس تولید شیر خام بین گروهها تفاوت

جدول ۲- اثر جیره‌های دارای سطوح مختلف زئولیت بر مصرف ماده‌ی خشک و مواد مغذی و صفات تولید شیر

معنی داری عوامل (P-value)			جیره‌های آزمایشی (تیمارها)			میزان مصرف مواد مغذی (کیلوگرم در روز)	
تیمار×زمان	زمان	تیمار	SEM	۱/۵ زئولیت	۰/۷۵ زئولیت		شاهد
۰/۰۲۲	۰/۰۲۳	۰/۰۱۱	۰/۱۶۳	۱۲/۳۳ ^b	۱۲/۳۵ ^b	۱۲/۸۱ ^a	ماده خشک
۰/۰۲۲	۰/۰۱۱	۰/۰۰۱	۰/۲۴۱	۱۹/۴۸ ^b	۱۹/۵۱ ^b	۲۰/۲۴ ^a	انرژی خالص (مگا کالری در روز)
۰/۳۲۳	۰/۴۵۱	۰/۲۱۴	۰/۴۱۶	۲/۰۰	۲/۰۰	۲/۰۸	پروتئین
۰/۵۴۵	۰/۶۴۵	۰/۶۳۲	۰/۲۲۳	۴/۳۷	۴/۳۸	۴/۵۵	الیاف نامحلول در شویندهی خنثی (NDF)
۰/۴۱۱	۰/۵۳۲	۰/۳۵۶	۰/۰۱۷	۲/۵۹	۲/۵۹	۲/۶۹	الیاف نامحلول در شویندهی اسیدی (ADF)
تولید شیر و ترکیبات آن در ۳۰ روز بعد از زایمان							
۰/۰۱۲	۰/۰۲۲	۰/۰۰۰	۰/۹۳۳	۴۰/۱۹ ^b	۴۰/۸۴ ^b	۴۲/۱۷ ^a	تولید شیر خام (کیلوگرم در روز)
۰/۰۱۲	۰/۰۱۱	۰/۰۰۲	۰/۴۰۲	۳۵/۲۵ ^a	۳۴/۷۲ ^{ab}	۳۵/۷۱ ^a	تولید شیر تصحیح شده ۴٪ (کیلوگرم در روز)
۰/۰۱۱	۰/۰۱۱	۰/۰۰۱	۰/۰۴۶	۳/۱۸ ^a	۳/۰۰ ^{ab}	۲/۹۸ ^b	درصد چربی
۰/۰۱۵	۰/۰۱۰	۰/۰۰۱	۰/۰۱۹	۱/۲۸ ^a	۱/۲۳ ^b	۱/۲۶ ^{ab}	مقدار چربی (کیلوگرم در روز)
۰/۵۶۵	۰/۶۳۵	۰/۶۳۲	۰/۰۱۸	۲/۹۶	۲/۹۷	۲/۹۶	درصد پروتئین
۰/۶۲۴	۰/۵۸۸	۰/۸۵۳	۰/۰۵۱	۱/۲۰	۱/۲۱	۱/۲۵	مقدار پروتئین (کیلوگرم در روز)
۰/۵۲۶	۰/۵۹۱	۰/۳۶۵	۰/۱۱۲	۴/۵۹	۴/۶۳	۴/۶۲	درصد لاکتوز
۰/۴۰۱	۰/۳۱۱	۰/۳۲۱	۰/۰۹۸	۱/۸۵	۱/۸۹	۱/۹۵	مقدار لاکتوز (کیلوگرم در روز)
۰/۴۷۳	۰/۳۱۱	۰/۴۲۸	۰/۱۵۵	۸/۴۳	۸/۳۵	۸/۳۶	درصد SNF
۰/۸۱۱	۰/۷۲۲	۰/۸۲۰	۰/۱۰۱	۳/۳۹	۳/۴۱	۳/۵۲	مقدار SNF (کیلوگرم در روز)
۰/۳۶۹	۰/۵۴	۰/۴۲۱	۰/۰۵۷	۳/۲۷	۳/۳۰	۳/۲۹	بازدهی مصرف خوراک بر اساس تولید شیر خام
۰/۰۳۳	۰/۰۳۲	۰/۰۰۳	۰/۰۳۱	۲/۸۶ ^a	۲/۸۱ ^{ab}	۲/۷۸ ^b	بازدهی مصرف خوراک بر اساس تولید شیر تصحیح شده

^{abc} حروف لاتین متفاوت در بالای اعداد جدول بیانگر تفاوت آماری معنی دار در سطح احتمال خطای کمتر یا مساوی ۱ درصد ($P \leq 0.01$) است.

SEM: Standard Error of Mean; FCM4%=0.4(kg Milk)+15(kg Milk×%fat). DMI: Dry Matter Intake; NEI: Net Energy Intake; PI: Protein Intake; NDFI: Neutral Detergent Fiber Intake; ADFI: Acid Detergent Fiber Intake; RMY: Raw Milk Yield; CMY: Corrected Milk Yield; SNF: Solids Non Fat; RFE: Raw Feed Efficiency; CFE: Corrected Feed Efficiency.

اختلاف معنی دار بود، اما این امتیاز و میزان کاهش آن در روز ۳۰ بعد از زایمان معنی دار شد ($P \leq 0/01$). امتیاز وضعیت بدنی گاوهای مصرف کننده ۲۰۰ و ۱۰۰ گرم زئولیت در روز به ترتیب با مقادیر ۲/۹۸ و ۲/۹۳ بیشتر از گروه شاهد (۲/۸۶) و میزان کاهش امتیاز وضعیت بدنی آن‌ها به ترتیب با مقادیر ۰/۴۳ و ۰/۴۵ کمتر از گروه شاهد ($P \leq 0/01$) شد.

در جدول ۳، تاثیر جیره‌های مختلف بر غلظت پلاسمایی کلسیم خون گاوها ۷ روز قبل از زایمان، در زمان زایمان تا ۲۴ ساعت بعد از آن ارائه شده است. در روز ۷ قبل از زایمان اختلاف غلظت پلاسمایی کلسیم کل و یونیزه بین گروه‌ها اختلاف معنی داری نشان نداد، ولی در زمان‌های ۶، ۱۲ و ۲۴ ساعت بعد از زایمان غلظت یاد شده در جیره‌های دارای زئولیت بالاتر بود ($P \leq 0/01$). امتیاز وضعیت بدنی گاوها (BCS) در روز ۷ قبل از زایمان فاقد

جدول ۳- تاثیر جیره‌های حاوی سطوح مختلف زئولیت بر غلظت پلاسمایی کلسیم کل و یونیزه گاوها در زمان زایمان تا ۲۴ ساعت بعد از آن

معنی داری عوامل (P-value)			SEM	جیره‌های آزمایشی (تیمارها)			غلظت کلسیم پلاسما (mg/dL)	
تیمار × زمان	زمان	تیمار		۱/۵ درصد زئولیت	۰/۷۵ درصد زئولیت	شاهد		
۷ روز قبل زایمان								
				۹/۳۸	۹/۳۴	۹/۲۷	کلسیم تام (Ca)	
				۴/۴۴	۴/۴۲	۴/۳۱	کلسیم یونیزه (Ca ⁺⁺)	
				۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۶	نسبت Ca ⁺⁺ /Ca	
هنگام زایمان								
				۷/۳۳ ^b	۷/۳۵ ^b	۷/۴۳ ^a	کلسیم تام (Ca)	
				۳/۴۴ ^b	۳/۴۹ ^{ab}	۳/۵۳ ^a	کلسیم یونیزه (Ca ⁺⁺)	
				۰/۴۷	۰/۴۸	۰/۴۷	نسبت Ca ⁺⁺ /Ca	
۶ ساعت بعد زایمان								
				۷/۹۵ ^a	۷/۹۳ ^a	۷/۸۳ ^b	کلسیم تام (Ca)	
				۳/۸۲ ^a	۳/۷۳ ^{ab}	۳/۶۳ ^b	کلسیم یونیزه (Ca ⁺⁺)	
				۰/۴۸	۰/۴۷	۰/۴۶	نسبت Ca ⁺⁺ /Ca	
۱۲ ساعت بعد زایمان								
				۸/۵۳ ^a	۸/۴۰ ^b	۸/۳۸ ^b	کلسیم تام (Ca)	
				۴/۱۰ ^a	۴/۱۱ ^a	۴/۰۲ ^b	کلسیم یونیزه (Ca ⁺⁺)	
				۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۸	نسبت Ca ⁺⁺ /Ca	
۲۴ ساعت بعد زایمان								
				۸/۸۸ ^a	۸/۷۹ ^{ab}	۸/۷۱ ^b	کلسیم تام (Ca)	
				۴/۲۱ ^a	۴/۱۶ ^a	۴/۰۳ ^b	کلسیم یونیزه (Ca ⁺⁺)	
				۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۹	نسبت Ca ⁺⁺ /Ca	
				۳/۴۱	۳/۳۸	۳/۴۲	۷ روز قبل زایمان BCS	
				۲/۹۸ ^a	۲/۹۳ ^a	۲/۸۷ ^b	۳۰ روز بعد زایمان BCS	
				۰/۴۳ ^b	۰/۴۵ ^b	۰/۵۵ ^a	میزان کاهش BCS	

^{abc} حروف لاتین متفاوت در بالای اعداد جدول بیانگر تفاوت آماری معنی دار در سطح احتمال خطای کمتر یا مساوی ۱ درصد ($P \leq 0/01$) است.

SEM: Standard Error of Mean; BCS: Body Condition Score.



جدول ۴- تاثیر جیره‌های آزمایشی بر فراوانی ابتلا به هیپوکلسیمی و ناهنجاری‌های بعد زایمان

ناهنجاری تولید مثلی	SEM	جیره‌های آزمایشی (تیمارها)		شاهد	سطح معنی‌داری*
		٪۰/۷۵	٪۰/۱۵		
هایپوکلسیمی شدید					
تعداد نمونه از کل ^۲	-	۲۰(۷)	۲۰(۶)	۱۹(۸)	-
درصد (تصحیح شده) ^۳	۴/۳۳	۳۶/۲۷	۴۰/۴۵	۴۰/۴۵	۰/۰۰۰۱
هایپوکلسیمی تحت کلینیکی					
تعداد نمونه از کل	-	۱۸(۴)	۱۷(۴)	۱۹(۶)	-
درصد (تصحیح شده)	۲/۷۲	۲۸/۱۲	۲۹/۰۲	۳۴/۱۹	۰/۰۰۰۱
سخت زایی					
تعداد نمونه از کل	-	۱۱(۰)	۱۲(۰)	۱۱(۱)	-
درصد (تصحیح شده)	۰/۱۵۹	۰	۰	۱۸/۴۴	۰/۰۱۱۰
جفت ماندگی					
تعداد نمونه از کل	-	۱۵(۳)	۱۵(۳)	۱۵(۴)	-
درصد (تصحیح شده)	۲/۷۴	۲۶/۵۶	۲۶/۵۶	۳۱/۱۰	۰/۰۰۱۵
آندومتريت					
تعداد نمونه از کل	-	۲۰(۵)	۲۰(۵)	۲۰(۶)	-
درصد (تصحیح شده)	۲/۵۳	۳۰/۰۰	۳۰/۰۰	۳۳/۲۱	۰/۰۰۲۵
جابجایی شیردان					
تعداد نمونه از کل	-	۱۰(۰)	۱۰(۰)	۱۱(۱)	-
درصد (تصحیح شده)	۱/۷۴	۰	۰	۱۷/۵۵	۰/۰۰۱۷
نرخ گاو حذفی					
تعداد نمونه از کل	-	۲۰(۰)	۲۰(۰)	۲۰(۱)	-
درصد (تصحیح شده)	۲/۳۵	۰	۰	۱۲/۹۲	۰/۰۱۳۶
نرخ حاملگی موفق در ۱۵۰ روزگی بعد زایش					
تعداد نمونه از کل	-	۲۰(۱۵)	۲۰(۱۶)	۲۰(۱۳)	-
درصد (تصحیح شده)	۴/۸۵	۶۰/۰۰	۶۳/۴۳	۵۳/۷۳	۰/۰۰۰۱
میزان تولید آغوز (کیلوگرم در روز)	۰/۱۲۳	۶/۵۲ ^{ab}	۶/۳۶ ^b	۶/۶۲ ^a	۰/۰۰۵۲
شاخص کیفی آغوز (بریکس) ^۳	۰/۳۰۳	۲۳/۶۴ ^{ab}	۲۳/۸۰ ^a	۲۲/۳۸ ^b	۰/۰۰۳۵

۱- فراوانی ناهنجاری‌های بررسی شده بر حسب تعداد مشاهده (عدد داخل پرانتز) از کل تعداد دام در هر گروه مشخص بیان گردیده است.

۲- درصد تصحیح شده برای هر مشاهده از فرمول آماری تصحیح پیوستگی ($\text{ARCSin}\sqrt{x}$) محاسبه شده است.

۳- کیفیت آغوز بر اساس روش استاندارد کیفیت سنجی آغوز با روش بریکس (% Brix) انجام گردید.

* P-value; SEM: Standard Error of Mean.

^{abc} حروف لاتین متفاوت در بالای اعداد جدول بیانگر تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال خطای کمتر یا مساوی ۱ درصد ($P \leq 0.01$) است.

مصرفی گاوها کاهش یافت و این امر احتمالاً به دلیل ایجاد تغییراتی در فعالیت طبیعی شکمبه و سرعت عبور خوراک از دستگاه گوارش است که بر مصرف خوراک آن‌ها تأثیر گذاشته است. در برخی گزارش‌ها به تأثیر زئولیت بر کاهش مصرف خوراک و کاهش سرعت عبور آن به دلیل تغییر شرایط محیط شکمبه، تغییر توازن یون‌های با بار مثبت، جذب آب و تا حدودی انباشته شدن این ماده در شکمبه اشاره شده است (۷، ۱۷ و ۲۵). پژوهش‌ها بیانگر آن است که وقتی pH شکمبه به کمتر از ۶/۲ می‌رسد، بقای باکتری‌های سلولولیتیک و هضم فیبر کاهش می‌یابد. این تغییرات اثر منفی بر فرآیند تخمیر و تولیدات حاصل از آن در شکمبه دارند، اما مصرف زئولیت این مزیت را دارد که از کاهش pH شکمبه جلوگیری می‌کند و باعث کنترل شرایط هضمی شکمبه و حفاظت از میکروارگانسیم‌های مفید درون آن می‌شود (۷ و ۳۱). یافته‌های یک مطالعه در تأیید نتایج این پژوهش در باره کاهش مصرف خوراک بود (۳)؛ نامبردگان بخشی از کاهش مصرف خوراک را به انباشته شدن زئولیت به عنوان یک ماده غیرقابل هضم در شکمبه مربوط دانستند. مصرف انرژی بین گروه شاهد و گروه‌های مصرف کننده زئولیت اختلاف داشت که علت آن مربوط به هم‌بستگی این صفت با مصرف ماده خشک است، اما مصرف پروتئین، NDF و ADF آن‌ها تفاوتی نداشت. نتایج متناقضی در باره تأثیر زئولیت بر مصرف خوراک و مواد مغذی وجود دارد. برخی گزارش‌ها تأثیر مثبت آن بر افزایش مصرف ماده خشک، NDF و ADF را تأیید می‌کنند (۷ و ۱۵) و برخی دیگر این نتایج را تأیید نمی‌کنند (۳ و ۱۳) و دلیل آن را تأثیر عواملی چون سطح مصرف و مدت زمان مصرف زئولیت، پایداری زیاد زئولیت به عنوان یک ماده غیر قابل هضم در شکمبه، ترکیب خوراک مصرفی، میزان مصرف آب دام و تغییر فعالیت میکروبی شکمبه بیان می‌کنند.

همان‌طور که نتایج جدول ۲ نشان داد، درصد پروتئین شیر و بازدهی خوراک مصرفی بر اساس تولید شیر خام بین گروه‌ها تفاوت معنی‌داری نداشت، اما بازدهی خوراک مصرفی بر اساس شیر تصحیح شده ۴ درصد در گاوهای مصرف کننده زئولیت بالاتر از گروه شاهد بود. یافته‌های پژوهش‌ها نشان می‌دهد مصرف زئولیت ممکن است با دخالت در فرآیند تخمیر شکمبه، کنترل pH و

تأثیر جیره‌های مختلف بر فراوانی هیپوکلسیمی بالینی و تحت بالینی و ناهنجاری‌های تولیدمثلی بعد از زایمان در جدول ۴ ارائه شده است. فراوانی هر دو نوع هیپوکلسیمی در گروه‌های مصرف کننده زئولیت کمتر از شاهد بود ($P \leq 0/01$). سخت‌زایی، جابجایی شیردان و حذف گاو مولد به دلیل بروز مشکلات تولیدمثلی پیرامون زایمان در گروه‌های مصرف کننده زئولیت مشاهده نشد، در مقابل این فراوانی‌ها در گروه شاهد به ترتیب ۱۸/۴۴، ۱۷/۵۵ و ۱۲/۹۲ درصد بودند ($P \leq 0/01$). فراوانی جفت‌ماندگی و اندومتريت در گروه شاهد بالاتر از گروه‌های مصرف کننده زئولیت بود ($P \leq 0/01$). بیشترین حاملگی موفق تا روز ۱۵۰ بعد از تلقیح به ترتیب با مقادیر ۶۳/۴۳ و ۶۰ درصد در مقایسه با گروه شاهد (۵۳/۷۳ درصد) مربوط به گروه‌های مصرف کننده زئولیت بود ($P \leq 0/01$). تولید آغوز روزانه در گروه شاهد بیشتر از حیوانات مصرف کننده زئولیت بود ($P \leq 0/01$)، اما کیفیت آغوز تولیدی گاوهای مصرف کننده زئولیت بر اساس شاخص بریکس نسبت به گروه شاهد بیشتر بود ($P \leq 0/01$).

بحث

همان‌طور که در جدول ۲ نشان داده شده است، ماده‌ی خشک مصرفی گاوهای گروه شاهد بیشتر از گاوهای مصرف کننده جیره‌های دارای زئولیت بود. تمامی جیره‌ها ترکیب مشابهی داشتند، بنابراین مصرف خوراک کمتر گاوهای مصرف کننده جیره‌های دارای زئولیت ناشی از اثر این ماده بر فعالیت شکمبه، میزان هضم و سرعت عبور مواد خوراکی از دستگاه گوارش است (۷). اطلاعات دقیقی از نحوه تأثیرگذاری زئولیت بر فعالیت شکمبه و فرآیند تخمیر در دست نیست (۱۶)، اما با توجه به نوع ساختار شیمیایی و ماهیت بافبری زئولیت خصوصیتی از جمله قدرت جذب آب بالا، ایجاد محیط اسمزی به دلیل ظرفیت زیاد در جذب یون‌های با بار مثبت (پتاسیم، کلسیم، منیزیم و آمونیوم)، تغییر نوع و جمعیت میکروبی و تغییر مسیر تولید اسیدهای چرب فرار در شکمبه از اثرهایی هستند که در گزارش‌های مختلف به مصرف زئولیت نسبت داده شده است (۱۴، ۱۵، ۱۶ و ۱۷). طبق نتایج پژوهش حاضر، با مصرف زئولیت خوراک



تحریک باکتری‌های سلولولیتیک از طریق جذب و آزاد کردن تدریجی کاتیون‌ها باعث افزایش درصد چربی شیر شود (۱۵ و ۳۱). با توجه به رابطه منفی بین میزان تولید شیر و درصد چربی، بخشی از افزایش مشاهده شده در درصد و مقدار چربی شیر در گروه‌های مصرف‌کننده زئولیت مربوط به کاهش حجم شیر تولیدی است. بهبود بازده خوراک مصرفی بر اساس شیر تصحیح شده در گاوهای مصرف‌کننده زئولیت نسبت به گروه شاهد نشان می‌دهد که به ازای هر واحد شیر تولیدی خوراک و انرژی کمتری در گروه‌های یاد شده مصرف شده است (۲). از سوی دیگر، همان‌طور که قبلاً بیان شد، تأثیر مثبت زئولیت در پیوند کردن کلسیم و بهبود شرایط هومئوستازی کلسیم در نهایت باعث پیش‌گیری از عوارض تب شیر و بهبود شرایط فیزیولوژیکی بدن برای تولید شیر (تصحیح شده بر مبنای چربی ۴٪) و درصد چربی شیر بیشتر در حداکثر ظرفیت تولیدی حیوان می‌شود (۱۴، ۱۵ و ۲۵).

زئولیت استفاده شده در این آزمایش از نوع غنی‌سازی شده با ویتامین‌ها و عناصر معدنی ریزمغذی بود. بر اساس نتایج به دست آمده این فرض را می‌توان مطرح کرد که احتمالاً با وجود اثر منفی زئولیت در پیوند کردن مواد معدنی یا سایر مواد مغذی موجود در جیره، این اثر منفی با عمل غنی‌سازی خنثی شد و در شرایط برابر با گروه شاهد، عملکرد بهتری در محدود سازی کلسیم ارائه داد. از سوی دیگر، کلیه جیره‌های مصرف شده در این پژوهش یکسان بودند و به نظر می‌رسد تنها عامل مؤثر سطح نهایی کلسیم در دسترس و نحوه کنترل آن با جیره شاهد یا جیره‌های حاوی زئولیت نسبت به هم است؛ احتمالاً جیره‌های دارای زئولیت غنی شده نسبت به گروه شاهد کنترل سطح دسترسی کلسیم گاوها را با دقت بیشتری انجام دادند، بنابراین می‌توان چنین استنباط کرد که با تأثیر مثبتی که قبلاً در باره آن‌ها بیان شد، باعث افزایش درصد چربی و تولید شیر تصحیح شده نسبت به گروه شاهد شدند. در یک پژوهش، نشان دادند که بافری کردن جیره با زئولیت باعث افزایش pH شکمبه گردید. این مسأله باعث بهبود تخمیر شکمبه و افزایش نسبت اسید استیک به اسید پروپیونیک و در نتیجه افزایش درصد چربی شیر شد (۷).

گزارش‌های موجود بیانگر آن است که مصرف زئولیت با آزاد سازی تدریجی و تأمین مناسب نیتروژن، مواد مغذی و مواد معدنی مصرفی جمعیت میکروبی شکمبه، ممکن است باعث افزایش تولید پروتئین میکروبی و به تبع آن باعث افزایش درصد پروتئین، لاکتوز و مواد جامد بدون چربی شیر گردد (۱۷ و ۲۹)، اما چنین تأثیری در این آزمایش مشاهده نشد، احتمالاً دلیل آن به مدت زمان محدود مصرف زئولیت گاوها در دوره انتظار زایمان مربوط است؛ زیرا در پژوهش مشابه مدت زمان مصرف زئولیت بیشتر (حدود ۴ هفته) بوده است (۷، ۱۶ و ۱۷). طبق نتایج موجود، پیوند کردن نمک‌های کاتیونی (Binding Effect) با زئولیت کارایی بالاتری نسبت به مواد بافر، نمک‌های آنیونی و یا کاهش سطح کلسیم جیره دارد و تحریک فرآیندهای فیزیولوژیکی مربوط به تنظیم سطح کلسیم خون را دقیق‌تر انجام می‌دهد (۱۶). کاهش سطح کلسیم جیره تا میزان ۰/۴ درصد به عنوان مرز بحرانی برای تحریک ترشح و تسریع فعالیت هورمون‌های پارائروئید و ۱ و ۲۵- دهیدروکسی D3 معرفی شده است (۹)، بنابراین می‌توان چنین استنباط کرد که پیوند کردن کاتیون‌های جیره با زئولیت به همراه تحریک مکانیسم فیزیولوژیک بدن به منظور افزایش برداشت از ذخایر کلسیم بدنی منجر به تنظیم سریع‌تر و دقیق‌تر غلظت پلاسمایی کلسیم در موقع زایمان در گاوهای مصرف‌کننده زئولیت نسبت به شاهد در این آزمایش گردید. در نتایج گزارش‌های مشابه هم به تأثیر مثبت زئولیت بر افزایش غلظت پلاسمایی کلسیم اشاره شده است (۱۷ و ۳۴). فرضیه این پژوهش تأکید دارد که به همراه زئولیت باید مواد غنی‌کننده شامل مواد معدنی، ویتامین‌ها و مواد مغذی کافی تأمین شوند تا از اثر منفی احتمالی زئولیت در پیوند کردن کاتیون‌ها و مواد مغذی جیره کاسته شود (۳۰ و ۳۱). نتایج تعدادی از گزارش‌ها درباره اثرهای مثبت مصرف زئولیت بر مصرف خوراک، مصرف انرژی، تولید شیر و ترکیبات شیر تأیید کننده نتایج این پژوهش هستند (۱۰، ۱۵ و ۱۷).

همان‌طور که نتایج جدول ۳ نشان داد، غلظت پلاسمایی کلسیم کل و یونیزه در روز ۷ قبل زایمان بین گروه‌ها اختلاف معنی‌داری نشان نداد، ولی در زمان‌های ۶، ۱۲ و ۲۴ ساعت بعد از زایمان غلظت یاد شده در

بر اساس نتایج جدول ۴، اثر بخشی مصرف زئولیت در این پژوهش مشابه تعدادی دیگر از پژوهش‌ها با توجه به تأیید نتایج مثبت آن بر صفات تولیدی، تولید مثلی و بهبود میزان حاملگی تا روز ۱۵۰ بعد از تلقیح تأیید شد (۷، ۱۴ و ۱۶). در پژوهش حاضر میانگین جفت‌ماندگی در گله بیشتر از ۲۰ درصد اندازه‌گیری شد. معیار قابل قبول برای این شاخص ۴ تا ۱۶ درصد بیان شده است (۸)، بنابراین شرایط مدیریتی گله تحت آزمایش چندان رضایت بخش نبود. میزان جفت‌ماندگی گاوهای گروه شاهد با مقدار ۳۱/۱۰ درصد نسبت به گاوهای مصرف‌کننده زئولیت (هر دو با مقدار ۲۶/۵۶ درصد) بیشتر بود (۰/۰۱ < P). بر اساس نتایج موجود، وقوع جفت‌ماندگی در گاوهای مصرف‌کننده جیره‌های با DCAD منفی و با غلظت مناسب کلسیم در مقایسه با سایر جیره‌ها کمتر است (۱۹، ۲۷ و ۳۵). در آزمایش حاضر میزان کمتر جفت‌ماندگی احتمالاً مربوط به غلظت پلاسمایی مناسب‌تر کلسیم در گروه‌های مصرف‌کننده زئولیت است. در این زمینه نتایج به دست آمده از پژوهش‌های مشابه بیانگر آن است که گاوهای مبتلا به جفت‌ماندگی در مراحل بعدی تولید بیشتر در معرض خطر ابتلا به ورم پستان حاد و کتوز قرار می‌گیرند و گاوهای مبتلا به کتوز نیز بیشتر مستعد ابتلا به جابجایی شیردان هستند (۱۳، ۳۲ و ۳۵). نرخ متوسط ابتلا به متريت در این پژوهش ۲۶ درصد بود که بیشترین میزان در گاوهای گروه شاهد و کمترین میزان در گاوهای مصرف‌کننده زئولیت مشاهده شد. سخت‌زایی و جابجایی شیردان در گاوهای گروه شاهد فراوانی کمتری نسبت به بقیه ناهنجاری‌ها داشتند، در عوض هیچ نمونه‌ای از سخت‌زایی یا جابجایی شیردان با مصرف زئولیت مشاهده نشد. شاید این نتیجه به کنترل بهتر غلظت پلاسمایی کلسیم از طریق مصرف زئولیت و اثر مثبت آن بر وضعیت دستگاه تولید مثل و دستگاه گوارش گاوها مربوط است. نتایج گزارش‌های موجود بیانگر آن است که سطح کلسیم دریافتی اثر مستقیم در مهار ناهنجاری‌های یاد شده دارد. سطح سایر مواد مغذی به خصوص فیبر و NFC جیره تأثیر معنی‌داری در جلوگیری از بروز جابجایی شیردان دارند (۵ و ۱۸). در کل نتایج این آزمایش نشان داد مصرف ماده‌ی خشک و انرژی در گروه‌های مصرف‌کننده زئولیت کمتر از

جیره‌های دارای زئولیت بالاتر بود. آستانه بحرانی برای بروز علائم بالینی و تحت‌بالینی هیپوکلسیمی با وجود پژوهش‌های گسترده هنوز به طور دقیق مشخص نشده و بر حسب نتایج گزارش‌های مختلف نوسان زیادی دارد (۲۴ و ۳۴). بر اساس گزارش Oetzel (۲۴) غلظت خطر ساز کلسیم پلاسمای خون در زمان زایمان که منجر به بروز علائم بالینی می‌شود، کمتر یا مساوی ۷/۳ میلی‌گرم در دسی‌لیتر (معادل ۱/۸۲۵ میلی‌مول‌درلیتر) و برای هیپوکلسیمی تحت‌بالینی کمتر یا مساوی ۸/۵ میلی‌گرم در دسی‌لیتر (معادل ۲/۱ میلی‌مول‌درلیتر) است. در پژوهش حاضر با توجه به نتایج موجود، آستانه خطر ساز غلظت پلاسمایی کلسیم در زمان زایمان به ترتیب برای بروز تظاهرات بالینی و تحت‌بالینی ۷/۳ و ۸/۵ میلی‌گرم در دسی‌لیتر تعیین شد. طبق نتایج، درگیری با هیپوکلسیمی بالینی تا حدود ۶ ساعت بعد از زایمان ادامه داشت و وضعیت همه گروه‌ها تقریباً مشابه بود. از ساعت ۶ تا ۱۲ بعد از زایمان با افزایش تدریجی غلظت پلاسمایی کلسیم، از فراوانی هیپوکلسیمی بالینی کاسته و هیپوکلسیمی تحت‌بالینی در تعدادی از گاوهای گروه‌های مختلف مشاهده شد. از ساعت ۱۲ به بعد وضعیت بهتر شد و در ساعت ۲۴ بعد از زایمان تقریباً هیچ‌کدام از گاوها عرضه یاد شده را نشان ندادند. در فاصله ۶ تا ۲۴ ساعت بعد از زایمان غلظت پلاسمایی کلسیم گروه‌های دارای زئولیت بالاتر و وضعیت بهتری نسبت به گروه شاهد داشتند (جدول ۳). یافته‌های موجود تأکید دارند که در صورت در نظر گرفتن آستانه خطر ساز کمتر از ۸/۵ میلی‌گرم کلسیم در دسی‌لیتر، اقدامات معمول در پیش‌گیری و مهار هیپوکلسیمی تحت‌بالینی کارآیی چندانی ندارد، بنابراین توجه به دقت عمل آستانه انتخابی و رعایت نکات لازم در پیش‌گیری از بروز عرضه یاد شده یک مسأله حیاتی و پیچیده است (۴، ۱۶، ۲۰ و ۲۴). این وضعیت درباره گروه شاهد در این آزمایش مشاهده شد و نتایج جدول‌های ۳ و ۴، نشان می‌دهد که نوسان غلظت پلاسمایی کلسیم و فراوانی هیپوکلسیمی با تظاهرات مختلف در گاوهای گروه شاهد بیشتر از گاوهای مصرف‌کننده زئولیت بود. ارزیابی BCS نیز در تأیید برتری گاوهای مصرف‌کننده زئولیت نسبت به گروه شاهد است (جدول ۳).



- anions with a 0.7% calcium anionic diet as a means to reduce periparturient hypocalcemia. *J. Dairy. Sci*; 2018; 101:5033–5045.10-
- Grabherr, H; Spolders, M; Flachowsky, G. and Furl, M; Effect of several doses of zeolite A on feed intake, energy metabolism and on mineral metabolism in dairy cows around calving. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr*; 2009; 93(2):221-236.
- 11- Habeeb, A.A; Gad, A.E. and Atta, M.A; Temperature-Humidity Indices as Indicators to Heat Stress of Climatic Conditions with Relation to Production and Reproduction of Farm Animals. *Int. J. Biotech. Rec. Adv*; 1(1):35-50.
- 12- Jahani-Moghadam, M; Teimouri Yansari, A; Chashmidel, Y; Dirandeh, E. and Mahjoubi, E; Short- and long-term effects of postpartum oral bolus v. subcutaneous Ca supplements on blood metabolites and productivity of Holstein cows fed a prepartum anionic diet. *Animal*; 2019; 14(5): 983-990.
- 13- Katsoulos, P.D; Panousis, N; Roubies, N; Christaki, E; Arsenos, G. and Karatzias, H; Effects of long-term feeding of a diet supplemented with clinoptilolite to dairy cows on the incidence of ketosis, milk yield, and liver function. *J. Vet. Res*; 2006; 159: 415–418.
- 14- Kerwin, A.L; Ryan, C.M; Leno, B.M; Jakobsen, M; Theilgaard, P. and Overton, T.R; The effect of feeding sodium aluminum silicate in the prepartum period on serum mineral concentrations in multiparous Holstein Cows; 2017; Presented at the 2017 Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers; Syracuse; NY, USA.
- 15- Kerwin, A.L; Ryan, C.M; Leno, B.M; Jakobsen, M; Theilgaard, P; Barbano, D.M. and Overton, TR; Effects of feeding synthetic zeolite A during the prepartum period on serum mineral concentration, oxidant status, and performance of multiparous Holstein cows. *J. Dairy. Sci*; 2019; 102(6):5191-5207.
- 16- Khachlouf, K; Hamed, H; Gdoura, R. and Gargouri, A; Effects of Zeolite supplementation on dairy cow production and ruminal parameters: A review, *Ann. Anim. Sci*; 2018; 18(4):857-877.
- 17- Khachlouf, K; Hamed, H; Gdoura, R. and Gargouri, A; Effects of dietary Zeolite supplementation on milk yield and composition and blood minerals status in lactating dairy cows, *J. Appl. Anim. Res*; 2019; 47(1):54-56.
- 18- Lean, I.J; DeGaris, P.J; McNel, D.M. and Block, E; Hypocalcemia in dairy cows: Meta- گروه شاهد بود، ولی درصد چربی شیر و تولید شیر تصحیح شده آن‌ها، بیشتر از گروه شاهد بود. غلظت پلاسمایی کلسیم کل و کلسیم یونیزه در گروه‌های تغذیه شده با زئولیت بیشتر و در نتیجه فراوانی هیپوکلسیمی و اختلالات تولیدمثلی آن‌ها در مقایسه با گروه شاهد کمتر بود؛ علاوه بر آن گروه‌های مصرف کننده‌ی زئولیت امتیاز وضعیت بدنی و کیفیت آغوز بیشتری نسبت به گروه شاهد داشتند، بنابراین مصرف زئولیت در سطح ۱/۵ درصد ماده‌ی خشک (۲۰۰ گرم در روز به ازای هر رأس گاو) در جیره انتقال قبل از زایش قابل توصیه است.
- منابع**
- 1- AOAC; Official Methods of Analysis (18th ed.) Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC; 2010; USA.
- 2- Blake, R.W. and Custodio, A.A; Feed efficiency: A composite trait of dairy cattle. *J. Dairy. Sci*; 1984; 67:2075-2083.
- 3- Bosi, P; Creston, D. and Casin, L; Production performance of dairy cows after the dietary addition of clinoptilolite. *Ital. J. Anim. Sci*; 2002; 1: 187–195.
- 4- Chapinal, N; Carson, M; Duffield, T.F; Capel, M; Godden, S; Overton, M; Santos, J.E.B. and LeBlanc, S.J; The association of serum metabolites with clinical disease during the transition period. *J. Dairy. Sci*; 2011; 94: 4897-4903.
- 5- Constable, P.D; Miller, G.Y; Hoffsis, G.F; Hull, B.L. and Rings, D.M; Risk factors for abomasal volvulus and left abomasal displacement in cattle. *Am. J. Vet. Res*; 1992; 53:1192-1184.
- 6- Dairy Farmers of Canada. Pro-Action on-farm excellence; How body condition scoring helps improve animal welfare; 2016; Retrieved October 12; 2016; from <https://www.dairyfarmers.ca/proaction/resources/animal-care>.
- 7- Dschaak, C.M; Eun, J.S; Young, A.J; Stott, R.D. and Peterson, S; Effects of Supplementation of Natural Zeolite on Intake, Digestion, Ruminal Fermentation, and Lactational Performance of Dairy Cows. *Prof. Anim. Sci*; 2010; 26:647–654
- 8- Emtenan, M; Hanafi, W.M; Ahmed, H.H; Khadrawy, E. and Zabaal, M.M; An Overview on Placental Retention in Farm Animals. *Middle East J. Sci. Res*; 2011; 7(5):651-643.
- 9- Goff, J.P. and Koszewski, N.J; Comparison of 0.46% calcium diets with and without added

- analysis and dietary cation -anion difference theory revisited. *J. Dairy. Sci*; 2006; 89: 669-684.
- 19- Lean, I. and DeGaris, P.J; Transition Cow Management: A review for nutritional professionals, veterinarians and farm advisers. *Dairy. Aust*; 2010; pp 1-56.
- 20- Martinez, N; Risco, C.A; Lima, F.S; Bisinotto, R.S; Greco, L.F. and Santos, P; Evaluation of periparturient calcium status, energetic profile, and neutrophil function in dairy cows at low or high risk of developing uterine disease. *J. Dairy. Sci*; 2012; 95: 7158–7172.
- 21- Melendez, P. and Poock, S; A dairy herd case investigation with very low dietary cation-anion difference in prepartum dairy cows. *Front. Nutr*; 2017; 4: 26. doi: 10.3389/fnut.2017.00026.
- 22- Moore, S.J; Vander, M.J; Sharma, B.K; Pilbeam, T.E; Beede, D.K. and Goff, J.P; Effects of altering dietary difference on calcium and energy metabolism in peripartum cows. *J. Dairy. Sci*; 2000; 83: 2095–2104.
- 23- NRC; Nutrient Requirements of Dairy Cattle. (7th ed.); National Academy Press; 2001; Washington, DC.
- 24- Oetzel, G.R; Oral calcium supplementation in peripartum dairy cows. *Veterinary Clinics of North America: Food. Anim. Prac*; 2013; 29: 447-455.
- 25- Papaioannou, D; Katsoulos, P.D; Panousis, N. and Karatzias, H; The role of natural and synthetic zeolites as feed additives on the prevention and/or the treatment of certain farm animal diseases: A review. *Micro. Meso. Materials*; 2005; 84:161–170.
- 26- SAS; User's Guide; Statistics; Version 9.1; SAS Institute; 2004; Inc., Cary, NC.
- 27- Seifi, H; Mohri, A; Farzaneh, M; Nemati, N. and VahidiNejhad, S; Effects of anionic salts supplementation on blood pH and mineral status, energy metabolism, reproduction and production in transition dairy cows. *Res. Vet. Sci*; 2010; 89: 72–77.
- 28- Seely, C.R; Leno, B.M; Kerwin, A.L; Overton, T.R. and McArt, J.A.A; Association of subclinical hypocalcemia dynamics with dry matter intake ,milk yield, and blood minerals during the periparturient period. *J. Dairy. Sci*; 2021; 104(4):4692-4702.
- 29- Shahzad, A.M; Sarwar, M. and Mahr-Un-Nisa; Influence of altering dietary cation-anion difference on milk yield and its composition by early lactating Nili-Ravi buffaloes in summer. *Livest. Sci*; 2008; 113:133-143.
- 30- Thilising, H.T; Jorgensen, R.J. and Ostergaard, S; Milk fever control principles: a review. *Acta Vet. Scan*; 2002; 43: 1-19.
- 31- Thilising, R; Jørgensen, J. and Poulsen, HD; *In Vitro* binding capacity of Zeolite-A to calcium, phosphorus and magnesium in rumen fluid as influenced by changes in pH. *J. Vet. Med*; 2006; 53(2): 57–64.
- 32- Timothy, A; Reinhardt, A; John, D; Lippolis, A; Brian, J; McCluskey, B; Goff, J.P; Ronald, L. and Horst, L; Prevalence of subclinical hypocalcemia in dairy herds. *Vet. J*; 2011; 188: 122–124.
- 33- Van Soest, P.J; Robertson, J.B. and Lewis, B.A; Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy. Sci*; 1991; 74: 3583-3597.
- 34- Wilkens, M.R; Nelson, C.D; Hernandez, L.L. and McArt, J.A.A; Symposium review: Transition cow calcium homeostasis-Health effects of hypocalcemia and strategies for prevention. *J. Dairy. Sci*; 103(3): 2909-2927.
- 35- Wu, W.X; Liu, J.X; Xu, G.Z. and Ye, J.A; Calcium homeostasis acid-base balance and health status in preparturient Holstein cows fed diets with low cation-anion difference. *Livest. Sci*; 2008; 117:7-14.

Effect of Zeolite Containing Preparturient Diets on Milk Production, Colostrum Quality and Postpartum Problems in Holstein Cow

Nader Salman Movahedi¹; Farhad Foroudi^{2*}; Naser Karimi²;
Mohammadreza Abedini²; Kazam Karimi²

1. Ph.D. Candidate, Department of Animal Science, Agricultural Faculty, Islamic Azad University, Varamin-Pishva, Varamin- Iran.
2. Department of Animal Science, Agricultural Faculty, Islamic Azad University, Varamin-Pishva, Varamin- Iran.

Summary

Received: 10 January 2022

Accepted: 11 May 2022

Effect of zeolite in preparturient diet on milk production, colostrum quality and postpartum problem in Holstein cow was studied using sixty pregnant cows in a completely randomized design with repeated measurements in time. Diets included: 1) Control group (without zeolite), 2) Control+0.75% Zeolite, and 3) Control+1.5% zeolite. Dietary Ca was within the range recommended by NRC. The diets were fed to the animals during the last 15 days of gestation. After calving, all animals were fed with the same diet and their performance was evaluated. The control group had better raw milk production, and dry matter and energy intakes, but feed efficiency was higher in zeolite-consuming cows ($P \leq 0.01$). Protein, NDF and ADF intakes and corrected milk production (4%) were not significantly different among the groups. The milk fat percentage of zeolite-consuming cows were higher than the control ($P \leq 0.01$), but the percentages of protein, lactose and SNF were not significantly different. Plasma concentrations of total Ca, Ca^{++} and their ratio were similar during calving, but higher in zeolite-consuming cows at 6, 12 and 24 h postpartum ($P \leq 0.01$). The frequency of hypocalcaemia and postpartum disorders were higher in the control group than the other two groups ($P \leq 0.01$). Body condition score and colostrum quality of zeolite-consuming cows were higher than the control ($P \leq 0.01$). According to the results of this research, the use of zeolite at the level of 1.5% DM of preparturient diet is recommended and compared to the level of 0.75% DM and control group, it has a better effect on controlling blood Ca concentration and improving the production and reproductive traits of cows.

Keywords: Colostrum, Fresh cows, Milk yield, Reproduction, Zeolite.

*Corresponding author Email: farhad1352.f@gmail.com