نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان
جلد نهم، شماره سوم، ۱۴۰۰
http://ejrr.gau.ac.ir
۷۵-۹۲
DOI: 10.22069/ejrr.2021.19192.1793

اثر جیره دارای زئولیت غنی شده با مکمل معدنی– ویتامینی بر تولید شیر، غلظت کلسیم خون و ناهنجاری‌های تولیدمثلی گاوهای تازه‌زای تحت تنش گرمایی

محمدمهدی معصومی‌پور[۱]، *فرهاد فرودی[۲]، ناصر کریمی[۲]، محمدرضا عابدینی[۲] و کاظم کریمی[۲]

[۱]دانشجوی دکتری تخصصی و [۲]استادیار گروه علوم دامی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران ورامین- پیشوا

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۳/۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۴/۱۵

چکیده

سابقه و هدف: بکارگیری جیره‌های کم‌کلسیم در سطح مزرعه برای کاهش ابتلای گاوها به تب شیر با مشکلاتی همراه است. سطح کلسیم جیره باید از طریق محدودیت‌های کمی و کیفی کاهش یابد که بر تولید و سلامتی گاوها اثر منفی دارد. نمک‌های آنیونیک نیز گران قیمت بوده، نیاز به مصرف طولانی مدت داشته و ایجاد مخلوط همگن و کنترل مصرف آنها مشکل است. علاوه بر آن افزودن این نمک‌ها به جیره گاوها باعث کاهش خوشخوراکی، کاهش مصرف ماده خشک، افزایش توازن منفی انرژی و افزایش غلظت اسیدهای چرب غیر استریفه پلاسما می‌گردد. تقسیم‌بندی گاوها برای استفاده از یک جیره خاص نیز کار سخت و پرهزینه‌ای است. با توجه به اهمیت موضوع، هدف این تحقیق معرفی یک روش با مزایای بیشتر به منظور محدود کردن دسترسی کلسیم در دوره انتظار زایمان گاوها و بررسی تاثیر آن بر تولید شیر، غلظت پلاسمایی کلسیم و ناهنجاری‌های تولیدمثلی گاوهای تازه‌زا در شرایط گرمای تابستان بود.

مواد و روش‌ها: تعداد ٦٠ راس گاو انتظار زایمان در ۳ گروه آزمایشی در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با مشاهدات تکراری در واحد زمان با لحاظ اثر دام و شکم زایش استفاده شدند. زمان آزمایش فصل تابستان و مدت عادت پذیری به جیره ۱۵ روز و دوره آزمایش ٤٥ روز از ۱۵- تا ۳۰+ روز بعد زایش گاوها بود. جیره‌های آزمایشی شامل: ۱) شاهد با کلسیم پایین (Ca=٪۰/٤٤)، ۲) آنیونیک با کلسیم معمولی(Ca=٪۱)، ۳) شاهد+ زئولیت غنی شده بودند. از هفته دوم بعد زایش گاوها با یک جیره معمولی اوایل شیردهی تغذیه شدند. اختلاف کاتیون-آنیون جیره‌ها به‌ترتیب ۱۰۰+ ، ۱۰۰- و ۱۰۰+ میلی‌اکی والان‌گرم بر کیلوگرم و میزان مصرف نمک آنیونیک و مکمل زئولیت در جیره‌های ۲ و ۳ به‌ترتیب برابر ۲/۸ و ۱/۵ درصد ماده خشک جیره بود. صفات مورد اندازه‌گیری شامل تولید و ترکیب شیر، غلظت کلسیم تام و یونیزه پلاسما، امتیاز وضعیت بدنی و فراوانی برخی اختلالات تولید مثلی بعد زایمان بودند.

یافته‌ها: مصرف ماده خشک و انرژی در بین تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان داد (P≤۰/۰۱). درصد چربی شیر در جیره دارای زئولیت بیشتر از بقیه (P≤۰/۰۱)، و میزان تولید شیر خام و تصحیح شده جیره آنیونیک بیشتر از دو جیره دیگر بود . غلظت پلاسمایی کلسیم کل و کلسیم یونیزه در جیره زئولیت در زمان زایمان با جیره‌های کم‌کلسیم و آنیونیک مشابه و در ساعات ٦، ۱۲ و ٢٤ بعد از زایمان با تفاوت معنی‌دار بالاتر بود (P≤۰/۰۱). فراوانی هیپوکلسیمی در گاوهای مسن و در جیره شاهد بیشتر، امّا در

*نویسنده مسئول: f.foroudi@iauvaramin.ac.ir

جیره زئولیت کمتر بود (P≤۰/۰۱). بیشترین امتیاز وضعیت بدنی بعد زایش (۲/۹۸) برای جیره دارای زئولیت و کمترین (۲/۸۶) برای جیره شاهد بود (P≤۰/۰۱). فراوانی اختلالات تولیدمثلی بعد زایمان شامل سخت‌زایی، جفت ماندگی، متریت و جابجایی شیردان در گاوهای مسن بیشتر و در جیره‌های زئولیت و آنیونیک کمتر از شاهد بود، همچنین بیشترین موارد حاملگی موفق و کمترین موارد حذف گاو از گله در جیره‌های یاد شده مشاهده شد (P≤۰/۰۱).

نتیجه‌گیری: نتایج این آزمایش نشان داد که مصرف ماده خشک و انرژی در جیره دارای زئولیت نسبت به جیره شاهد و آنیونیک بهبود یافت و غلظت پلاسمایی کلسیم کل و کلسیم یونیزه آن نیز در زمان زایمان مناسب و بعد از آن بیشتر بود. این امر باعث کنترل بهتر هیپوکلسیمی و تب شیردر گله با اثر مثبت بر تولید شیر و سلامتی گاوها شد. همچنین امتیاز وضعیت بدنی آنها را بهبود و فراوانی اختلالات تولیدمثلی آنها را کاهش داد. بنابراین به نظر می‌رسد جیره دارای زئولیت جایگزین مناسبی برای جیره‌های رایج باشد.

واژه‌های کلیدی: تولید شیر، تولید مثل، زئولیت، غلظت کلسیم، گاو تازه‌زا، هیپوکلسیمی

مقدمه

گاوهای تازه‌زا اگر دوره انتقال نامناسبی داشته باشند و در معرض انواع تنش‌ها به خصوص تنش گرمایی فصل تابستان قرار گیرند، دچار آسیب شده و عملکرد تولیدی آنها کاهش می‌یابد (۱۴). همچنین با مشکلات مختلفی از جمله هیپوکلسیمی، بیماری‌های متابولیکی و تولیدمثلی درگیر می‌شوند (۲۹،۳۴). روش‌های متعددی برای مقابله با مشکلات یاد شده و بهبود سلامتی گاوهای تازه‌زا پیشنهاد شده از جمله استفاده ازجیره‌های کم‌کلسیم یا دارای نمک‌های آنیونیک در دوره انتظار زایمان (۴۱، ۳۳، ۲۳). در کنار اقدام‌های فوق، کاهش اختلاف کاتیون-آنیون[1] جیره در محدوده ۱۰۰- تا ۱۵۰- میلی‌اکی والان در کیلوگرم ماده خشک باعث القای اسیدوزیس خفیف و افزایش فراخوانی کلسیم از استخوان‌ها می‌شود (۲۳،۳۳). عدم اقدام مناسب در این زمان حساس باعث بروز عارضه هیپوکلسمی، تب شیر و در نهایت افزایش احتمال بروز بیماری‌های متابولیک (کتوز و کبد چرب) و ناهنجاری‌های تولیدمثلی (سخت زایی، جفت ماندگی، جابجایی شیردان و غیره) خواهد شد (۱۸،۲۶،۳۵). جهت پیشگیری معمولا از نمک‌های آنیونیک در جیره انتظار زایش استفاده می‌شود. مکمل آنیونیک مطلوب باید با کیفیت و خوشخوراک باشد تا منجر به کاهش مصرف ماده خشک نشود (۱۳،۲۱،۳۲). اسیدوزیس القایی ناشی از مصرف مواد آنیونیک با افزایش حساسیت استخوان‌ها به هورمون پاراتیروئید[2] منجر به تجزیه بخش هیدروکسی آپاتیت استخوان‌ها شده که در نهایت افزایش برداشت کلسیم از ذخایر استخوانی رخ می‌دهد (۱۷،۱۸). از طرفی این‌ترکیبات با تأثیر بر کلیه‌ها سبب افزایش تولید هورمون ۱و۲۵- هیدروکسی کوله کلسیفرول می‌شوند. این شکل فعال ویتامین دی از دو طریق سبب حفظ و بالا بردن سطح کلسیم خون می‌شود. اول، با تأثیر بر لوله‌های جمع‌آوری‌کننده ادراری نفرون‌ها سبب افزایش بازجذب کلسیم از ادرار می‌شود. دوم، با تحریک تولید پروتئین باندکننده کلسیم[3] در سلول‌های پوششی روده سبب افزایش جذب کلسیم از روده کوچک می‌گردد (۱۰،۱۲).

با وجود مزایای قابل توجه روش‌های یاد شده، معایبی نیز برای آنها بیان شده از جمله اینکه بکارگیری جیره‌های کم‌کلسیم در سطح مزرعه از نظر

1. Dietary Cation-Anion Difference (DCAD)

2. Parathyroid Hormone (PTH)

3. Calcium Binding Protein

عملی بسیار مشکل است و باید سطح کلسیم مصرفی گاوها را از طریق کاهش مکمل، افزایش مصرف علوفه کم کیفیت و یا محدودیت مصرف خوراک کاهش داد، که اثر منفی بر تولید و سلامتی گاوها پس از زایمان دارد. کاهش مصرف خوراک اثر منفی طولانی‌تری داشته و تولید شیر آن‌ها را بیشتر کاهش می‌دهد (۲۱،۳۲،۳۶). مصرف نمک‌های آنیونیک نیز باید حداقل در یک دوره ۳ تا ۵ هفته قبل از زایش تا حصول نتیجه مثبت ادامه یابد. تقسیم‌بندی تعداد معدود گاو برای استفاده از یک جیره خاص نیز کار مشکل و پرهزینه‌ای بوده و نیروی کار بیشتری می‌طلبد. علاوه بر آن قیمت این نمک‌ها بالاست و مصرف زیاد آنها باعث کاهش خوشخوراکی جیره و کاهش مصرف ماده خشک، افزایش توازن منفی انرژی و غلظت اسیدهای چرب غیر استریفه[1] پلاسما شده بنوبه خود نتایج منفی زیادی به بار می‌آورد (۳۶،۳۹). در سال‌های اخیر پیشنهاد مصرف زئولیت از دسته کانی‌های معدنی در تغذیه گاوشیری مطرح شده چون این مواد قادر به باند کردن املاح، جذب سموم قارچی، گازها و اجزای ترکیبات شیمیایی مختلف در ساختار خود می باشند. مهم‌ترین کانی‌های مورد استفاده در تغذیه گاو شیری از نوع کلینوپتیلولیت و از دسته کانی‌های سدیم آلومینوسیلیکات آبدار با ساختار گسترده چند وجهی با دو یا چند لایه است (۱۵،۱۷). زئولیت قادر به باند کردن کلسیم جیره یا کلسیم موجود در دستگاه گوارش بوده در نتیجه مقدار قابل جذب کمتری در دسترس دام قرار گرفته و به این ترتیب با تحریک مکانیسم درون زاد یاد شده باعث بهبود غلظت پلاسمایی کلسیم در زمان زایمان و بعد از آن می‌گردد (۱۱،۱۶،۲۳،۳۷). بنابراین با توجه به اهمیت موضوع و ضرورت تحقیق در زمینه استفاده از روش‌های جدیدتر با معایب کمتر و مزایای بیشتر این تحقیق طراحی و اجرا گردید. در این تحقیق با هدف کاهش مشکلات استفاده از روش‌های رایج، از مکمل غنی شده حاوی زئولیت سنتتیک نوع A استفاده شد تا اثر بخشی آن نسبت به دو روش قبلی و تاثیر آن بر مصرف مواد مغذی، عملکرد تولید شیر، غلظت پلاسمایی کلسیم، مهار هیپوکلسیمی و پیشگیری از برخی ناهنجاری‌های تولیدمثلی گاوهای تازه‌زای هلشتاین در شرایط گرمای تابستان بررسی شود. با توجه به نبود اطلاعات کافی در این زمینه انجام این تحقیق ضرورت داشته و از توجیه مناسب برخوردار است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش با استفاده از تعداد ٦٠ راس گاو انتظار زایمان در ۳ گروه آزمایشی در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با مشاهدات تکراری در واحد زمان با لحاظ اثر دام و شکم زایش استفاده شدند. زمان آزمایش فصل تابستان و مدت عادت پذیری به جیره ۱۵ روز و دوره آزمایش ٤٥ روز از ۱۵- تا ۳۰+ روز بعد زایش گاوها بود. جیره‌های آزمایشی شامل: ۱) شاهد با کلسیم پایین (Ca=٪۰/٤٤)، ۲) آنیونیک با کلسیم معمولی(Ca=٪۱)، ۳) شاهد+ زئولیت غنی شده بودند. از هفته دوم بعد زایش گاوها با یک جیره معمولی اوایل شیردهی تغذیه شدند. اختلاف کاتیون-آنیون جیره‌ها به ترتیب ۱۰۰+ ، ۱۰۰- و ۱۰۰+ میلی‌اکی‌والان‌گرم بر کیلوگرم و میزان مصرف نمک آنیونیک و مکمل زئولیت در جیره‌های ۲ و ۳ به‌ترتیب برابر ۲/۸ و ۱/۵ درصد ماده خشک جیره بود. مکمل زئولیت مورد استفاده ساخت شرکت صنایع شیمیایی ایران (سهام شیران) با فرمولاسیون انحصاری (از دسته کانی‌های آلومینوسلیکات آبدار با فرمول عمومی: $NAl_2O_3.MSiO_2.XH_2O$ دو لایه و ۸ وجهی از نوع کلینوپتیلولیت با نسبت باندکنندگی زئولیت به کلسیم ٦:۲) و دارای دو بخش معدنی (زئولیت سنتتیک نوع A) و بخش آلی (اسیدآمینه پوشش‌دار با غلظت بالا،

1. Non-Esterified Fatty Acid (NEFA)

ویتامین‌های ضروری و املاح ریز مغذی به شکل مکمل غنی‌سازی شده) بود که مخلوط با کنسانتره مصرفی روزانه تا سقف ۱/۵ درصد ماده خشک جیره (حداکثر۲۰۰ گرم برای هر راس گاو در روز) طبق دستورالعمل شرکت توزیع کننده (پویا دام نوین) در جیره آزمایشی به شکل جیره کاملاً مخلوط[1] مورد استفاده گاوها قرار گرفت. صفات مورد اندازه‌گیری شامل تولید شیر (خام و تصحیح شده بر مبنای چربی ٤٪)، ترکیب شیر (چربی و پروتئین)، غلظت کلسیم تام و یونیزه پلاسما و بررسی فراوانی برخی مشکلات تولید مثلی بعد زایمان (هیپوکلسیمی، ناهنجاری‌های تولید مثلی، میزان باروری و نرخ حذف گاو) بودند. متوسط امتیاز بدنی گاوها در شروع آزمایش ۰/۲۵± ۳/۵ و متوسط میزان شیر تولیدی آنها بر اساس رکورد تولید در شیرواری قبلی درگروه پر تولید ۲/۲۰±٤۰ کیلوگرم بود. آزمایش در یک واحد گاوداری شیری صنعتی اطراف تهران انجام پذیرفت. شاخص حرارت-رطوبت[2] در طول آزمایش چند نوبت اندازه‌گیری و در دامنه ۷۱ تا ۸۳ بدست آمد. میزان خوراک باقی مانده هر روز ثبت و خوراک مصرفی برای ٢٤ ساعت تهیه و در آخور ریخته شد. در هرگروه فقط از گاوهای پرتولید استفاده شد و۳۰ درصد گاوها شکم اول، ۳۰ درصد شکم دوم و سوم، مابقی از شکم‌های بالاتر بودند. گاوها از ٤ هفته قبل از زایمان به بهاربند انتظار زایش انتقال یافته و از جیره آزمایشی خاص گروه خود بصورت کاملاً مخلوط و دو بار در روز به هنگام صبح و عصر به صورت گروهی تغذیه شدند. جیره‌های غذایی با استفاده از اقلام رایج خوراکی (جدول ۱) و بر اساس توصیه انجمن ملی تحقیقات[3] (۲۰۰۱) برای تأمین احتیاجات غذایی گاوهای شیری تنظیم شدند (۲۵).

تجزیه شیمیایی جیره‌های آزمایشی با روش‌های استاندارد انجام شد. اندازه‌گیری پروتئین خام، چربی خام، خاکستر و کربوهیدرات غیر الیافی با روش شرح داده شده توسط انجمن رسمی شیمی‌دانان کشاورزی[4] (۲۰۱۰) انجام شد (۱). اندازه‌گیری NDF و ADF با روش ون سوست (۱۹۹۱) انجام شد (۳۹). اندازه‌گیری املاح با روش طیف سنجی و با دستگاه اسپکتروفتومتر انجام شد. ترکیب شیمیایی و مشخصات جیره‌های آزمایشی در جدول ۲ ارایه شده است.

ثبت مقدار تولید شیر گاوها روزانه و نمونه‌های شیر نیز هفتگی اخذ 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 و با استفاده از دستگاه سنجش کیفیّت شیر Milcoscan- 605 ساخت شرکت فوس دانمارک ترکیب آن شامل چربی و پروتئین تعیین و میانگین آنها محاسبه و گزارش شد. خون‌گیری در ساعات ۰، ٦، ۱۲و ٢٤ بعد زایمان از طریق سیاهرگ دم انجام شد. نمونه‌های خون بلافاصله به مدت ۱۵ دقیقه با ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد و بعد از جدا سازی پلاسما در دمای یخچال به آزمایشگاه منتقل شدند. غلظت کلسیم پلاسما با روش فتومتریک و کیت تخصصّی شرکت پارس آزمون (TS.M.91.13.4) با دستگاه Roche Hitachi-911 Chemistry Analyzer انجام شد.

1. Total Mix Ration (TMR)
2. Thermal Humidity Index (THI)
3. National Research Council (NRC)
4. Association of Official Analytical Chemists (AOAC)

جدول ۱- ترکیب اجزای خوراکی جیره‌های آزمایشی (درصد)

Table 1. Ingredients of experimental diets (% dry matter)

ماده خوراکی (Feed ingredients)		جیره‌های قبل زایمان			جیره بعد زایمان
		شاهد (Control)	آنیونیک (Anionic)	زئولیت (Zeolite)	با کلسیم معمولی (Normal)
علف یونجه	(Alfalfa hay)	16.11	15.81	15.85	17.20
سیلوی ذرت	(Corn silage)	31.11	30.52	30.64	28.70
کاه گندم	(Wheat straw)	6.37	6.25	6.28	2.20
سبوس گندم	(Wheat bran)	3.94	0.22	3.88	-
جوخردشده	(Barley ground)	11.82	11.81	11.65	13.50
ذرت خردشده	(Corn ground)	11.96	11.94	11.78	15.80
کنجاله سویا٤٤٪	(Soybean meal 44% CP)	10.94	12.93	10.77	11.93
کنجاله کانولا	(Canola meal)	3.57	2.68	3.52	3.95
کنجاله گلوتن ذرت ٦٠٪	(Corn gluten meal 60% CP)	1.88	1.78	1.85	1.95
پروپیلن گلایکول	(Propylene glycol)	0.98	0.93	0.97	1.10
مکمل ویتامینی/ معدنی	(Vit-Min premix)	0.98	0.93	0.97	1.20
مکمل زئولیت$^{\Phi}$	(Zeolite supplement)	-	-	1.50	-
کربنات کلسیم	(Calcium carbonate)	-	1.31	-	0.6
اکسید منیزیم	(Magnesium oxide)	0.34	0.33	0.34	0.3
دی کلسیم فسفات	(Dicalcium Phosphate)	-	-	-	0.22
بیکربنات سدیم	(Sodium Bicarbonate)	-	-	-	1.20
کلرید سدیم	(Sodium Chloride)	-	-	-	0.15
کلرید کلسیم	(Calcium chloride)	-	0.85	-	-
سولفات منیزیم	(Magnesium sulphate)	-	0.96	-	-
سولفات کلسیم	(Calcium sulphate)	-	0.75	-	-
ویتامین آ	Vitamin A(IU/kg)	8500	8500	8500	5500
ویتامین د	Vitamin D(IU/kg)	3200	3200	3200	1500
ویتامین ای	Vitamin E(IU/kg)	150	150	150	75
جمع	(Total)	100	100	100	100

$^{\Phi}$ زئولیت دارای کانی سدیم آلومینوسیلیکات آبدار جهت باند کردن کلسیم غنی شده با مواد مغذّی ضروری شامل اسیدآمینه پوشش‌دار ، ویتامین‌ها و مواد معدنی ریز مغذی.

** هرکیلوگرم از مکمل مورد استفاده در جیره حاوی ۱۹ گرم منیزیم، ۲ گرم آهن، ۲ گرم منگنز، ۳ گرم روی، ۳۰۰ میلی‌گرم مس، ۱۰۰ میلی‌گرم کبالت، ۳۰ میلی‌گرم سلنیوم ، ۱۰۰ میلی‌گرم ید به همراه ۵ میلیون واحد بین المللی ویتامین A، ۱ میلیون واحد بین المللی ویتامین D-3 و ۳۰ میلی‌گرم ویتامین E بود.

$^{\Phi}$Zeolite included aqueous Sodium-alominosilicate for Ca bonding enriched with essential nutrients including coated amino acids, vitamins and trace mineral. **Each kg of vitamin-mineral premix in experimental diets contained: 19 g Mg, 12 g Fe, 10 g Mn, 13 g ZN, 300 mg Cu, 100 mg Co, 30 mg Se, 100 mg I, 5 million IU vitamin A, 1 million IU vitamin D3 and 30 mg vitamin E.

غلظت کلسیم یونیزه پلاسما خون با روش الکترود جذب انتخابی یون[1] و با دستگاه الکترولیت آنالایزر Audicom مدل AC-9800 اندازه‌گیری شد. بازده خوراک[2] طبق توصیه بلیک و کوستادیو (۱۹۸٤) از تقسیم کیلوگرم شیر تولیدی روزانه تصحیح شده (در این آزمایش بر مبنای ٤ ٪ چربی) بر کیلوگرم ماده خشک مصرفی روزانه محاسبه شد (۲). برای تعیین امتیاز وضعیت بدنی[3] از میانگین امتیاز وزن داده شده نواحی مختلف بدن در یک شاخص کلی بر اساس استاندارد انجمن گاو شیری کانادا (۲۰۱٦) استفاده شد (۵).

1. Ion Selective Electrode
2. Feed Efficiency
3. Body Condition Score

جدول ۲- ترکیب شیمیایی، انرژی خالص و اختلاف کاتیون- آنیون جیره‌های آزمایشی (درصد ماده خشک یا واحد بیان شده)

Table 2. Chemical composition, net energy and cation-anion difference of experimental diets (%; otherwise stated)

ماده خوراکی (Feed ingredients)	جیره‌های قبل زایمان			جیره بعد زایمان
	کم‌کلسیم (Low Ca)	آنیونیک (Anionic)	زئولیت (Zeolite)	با کلسیم معمولی (Normal)
پروتئین خام (Crude protein)	16.24	16.24	16.24	16.54
انرژی خالص (مگاکالری/کیلوگرم) (Net energy) (Mcal/kg)	1.58	1.58	1.58	1.61
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (Neutral Detergent Fiber)	35.50	35.30	35.50	31.74
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (Acid Detergent Fiber)	21.00	21.00	21.00	19.22
کربوهیدرات غیرالیافی (Non Fiber Carbohydrate)	38.70	38.00	38.70	40.57
عصاره اتری (Ether Extract)	2.65	2.50	2.70	3.31
کلسیم (Ca)	0.44	1.00	0.44	0.75
فسفر (P)	0.36	0.31	0.36	0.39
منیزیم (Mg)	0.44	0.44	0.44	0.40
کلر (Cl)	0.16	0.25	0.16	0.23
پتاسیم (K)	1.26	1.22	1.26	1.31
سدیم (Na)	0.05	0.05	0.05	0.38
گوگرد (S)	0.22	0.28	0.22	0.25
اختلاف کاتیون-آنیون DCAD (mEq/kg dietary DM)	+100	-100	+100	+300

در پایان داده‌های جمع آوری شده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۲ سال ۲۰۰۴ مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفتند (۳۰). در مدل تجزیه و تحلیل اثر حیوان، شکم زایش و زمان اندازه‌گیری صفت لحاظ گردید. برای صفات پیوسته (شامل سطوح پلاسمایی املاح معدنی، مقدار شیر تولیدی و اجزای تشکیل دهنده شیر، خوراک مصرفی و امتیاز بدنی) از تجزیه و تحلیل آنالیز واریانس یک طرفه با استفاده از مدل‌های مختلط با مشاهدات تکراری در زمان و برای داده‌های صفات ناپیوسته و عددی (شامل فراوانی هیپوکلسیمی و ناهنجاری‌های تولید مثلی، باروری و حذف گاو) از روش تجزیه و تحلیل ناپارامتری استفاده شد. همچنین جهت پیوسته کردن اعداد درصدی و غیر پیوسته از فرمول ArcSin√x استفاده شد. قبل از تجزیه و تحلیل داده‌ها جهت اطمینان از نرمال بودن توزیع آنها از آزمون شاپیرو-ویلک[1] موجود در نرم افزار فوق استفاده گردید. تفاوت میانگین تیمارها در سطح احتمال ۱ درصد ($P\leq ۰/۰۱$) با آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

مدل آماری این تحقیق به شرح $Y_{ijkl}= \mu + A_i + P_j + T_k + D_l + (TD)_{kl} + \varepsilon_{ijkl}$ بود. اجزای مدل به ترتیب بیانگر میانگین یک مشاهده از تیمار و تکرار مشخص (Y_{ijkl})، میانگین صفت در جامعه آماری مورد نظر (μ)، اثر **i**امین حیوان (A_i)، اثر **j**امین شکم زایش (A_i)، اثر تیمار (T_k)، اثر زمان اندازه‌گیری صفت (D_l)، اثر متقابل تیمار در زمان $(TD)_{kl}$ و اثر خطای آزمایشی (ε_{ijkl}) می‌باشند.

1. Shapiro-Wilk

نتایج و بحث

در جدول ۳ نتایج مربوط به مصرف مـواد مغـذّی خوراک و صفات مربوط به تولیـد شـیر گاوهـا در ۳۰ روز پـس از زایـش ارایـه شـده اسـت. مـاده خشـک مصرفی جیره کم کلسیم (۱۲/۸۰ کیلوگرم در روز) در مقایسه با سایر جیره‌ها بالاترین مقدار بود و بعد از آن جیره زئولیت (۱۲/۳۵ کیلوگرم در روز) در حد وسـط و جیره آنیونیک (۱۲/۱۰ کیلوگرم در روز) بـا تفـاوت معنی‌دار کمترین بود (P≤۰/۰۱). این مسئله با توجّه بـه عدم خوشخوراکی نمک‌های آنیونیک قابل پیش بینـی بود و در سایر گزارش‌ها به آن اشاره شـده اسـت (۷، ۹، ۱۰ و ۲۹). مصرف انرژی جیره‌ها نیز بـا توجّـه بـه همبستگی آنها با مصرف ماده خشک از روند مشـابهی برخوردار بودند (P≤۰/۰۱). اما مصرف پروتئین، NDF و ADF جیره‌ها معنی‌دار نبود.

جدول ۳- مصرف ماده خشک و مواد مغذی و صفات تولید شیر در گاوهای مصرف کننده جیره‌های مختلف

Table 3. Dry matter intake, nutrients, and milk production of cows with different diets

صفت (Trait)	جیره‌ها (Diets)			معنی‌داری عوامل (Significance level)			
	کم‌کلسیم (Law Ca)	آنیونیک (Anionic)	زئولیت (Zeolite)	SEM	جیره (Diet)	زمان (Time)	تیمار× زمان (Diet×Time)
مصرف ماده خشک روزانه DMI (kg/d)[2]	12.80[a]	12.10[b]	12.35[b]	0.163	0.001	0.011	0.010
انرژی خالص NE (Mcal/d)[3]	20.22 [a]	19.12[b]	19.51[b]	0.214	0.820	0.450	0.651
پروتئین خام CP (kg/d)[4]	2.08	1.97	2.00	0.246	0.520	0.381	0.711
الیاف نامحلول در شوینده خنثی NDF(kg/d)[5]	4.54	4.30	4.38	0.223	0.015	0.632	0.015
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی ADF(kg/d)[6]	2.69	2.54	2.59	0.157	0.021	0.750	0.022
۳۰ روز بعد از زایمان							
تولید شیر خام Raw milk yield (kg/d)	42.17[a]	42.56[a]	40.19[b]	0.933	0.001	0.001	0.011
تولید شیرتصحیح‌شده ٤ ٪ 4% Corrected milk yield (kg/d)	35.78[ab]	36.24[a]	35.25[b]	0.402	0.001	0.001	0.014
درصد چربی Fat%	2.99[b]	3.01[b]	3.18[a]	0.064	0.021	0.000	0001
درصد پروتئین Protein%	2.96	2.97	2.96	0.021	0.326	0.560	0.650
بازده خوراک Feed Efficiency	2.79	2.99	2.85	0.139	0.325	0.450	0.860

[abc] حروف متفاوت بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال کمتر یا مساوی ۰/۰۱ می‌باشد.

تولید شیر تصحیح شده بر مبنای ٤٪ چربی از فرمول روبرو محاسبه شده است:

FCM4%=0.4(kg Milk)+15(kg Milk×%fat)

[abc] The different superscript letters indicate significant difference at $P \leq 0.01$.

*Milk yield based on standard fat percentage calculated as: FCM4%=0.4(kg Milk)+15(kg Milk×%fat).

SEM=Standard Error of Mean; 2.DMI= Dry Matter Intake; 3.NEL= Net Energy for Lactation; 4.CP= Crude Protein; 5.NDF= Neutral Detergent Fiber; 6.ADF= Acid Detergent Fiber.

میانگین تولید شیر خام در مقطـع ۳۰ روز پـس از زایش برای جیره‌های آنیونیک و کـم‌کلسـیم بـالاتر از جیره دارای زئولیـت بـود (P≤۰/۰۱)، امّـا از آنجـا کـه درصد چربی شیر جیره دارای زئولیـت بیشـتر از بقیـه بود، با تصحیح تولید شیر بر مبنـای چربـی ٤٪، تولیـد شیر این گروه در سطح دو جیره دیگـر قـرار گرفـت. درصد پروتئین و بازده خوراک بین جیره‌هـا اخـتلاف معنی‌دار نشـان ندادنـد. انتظـار ایـن اسـت کـه جیـره

آنیونیک با منفی کردن اختلاف کاتیون-آنیون جیره، اثر مثبتی بر هموستازی کلسیم، پیشگیری از هیپوکلسیمی و بهبود تولید شیر داشته باشد (۱۳،۲٤). البته این ترکیبات بدلیل غیرخوشخوراکی باعث کاهش مصرف ماده خشک شده که بنوبه خود بر تامین انرژی مورد نیاز برای تولید شیر در دراز مدت اثر منفی دارند (۲۷). از طرفی ماهیّت جیره‌های کم‌کلسیم به گونه‌ای است که خوشخوراک‌تر از جیره‌های آنیونیک بوده و مصرف ماده خشک بالاتری دارند. امّا محدودکردن غلظت کلسیم جیره در آنها باعث اجبار به مصرف خوراک کم کیفیت و نیروی کار بیشتر شده، تهیه و تنظیم جیره را مشکل کرده که در این صورت هم تامین مواد مغذی کافی برای تولید شیر با مشکل مواجه می‌شود. اما کاهش دسترسی کلسیم توسط آنها باعث فعال شدن مکانیسم‌های فیزیولوژیک موثر بر تعادل هموستاتیک کلسیم در بدن شده و از عوارض و اختلالات بعدی ناشی از افت سطح کلسیم خون جلوگیری کرده و بر تولید شیر اثر مثبت دارد (۸ و ۹). همچنین منفی کردن اختلاف کاتیون-آنیون جیره باعث حفظ الگوی تخمیر شکمبه و تولید متعادل اسیدهای چرب استات و بوتیرات و به تبع آن سبب افزایش سنتز اسیدهای چرب با منشای داخلی در جهت افزایش درصد چربی شیر، افزایش جمعیت میکروبی شکمبه و افزایش سنتز پروتئین در جهت افزایش درصد پروتئین شیر، لاکتوز و مواد جامد بدون چربی شیر را بدنبال خواهد داشت (۱۸،۳۳). اما زئولیت محدودیت‌های فوق را نداشته، در سطح کم مصرف شده و از مکانیسم اثر متفاوتی برخوردار است که باعث اتصال و باند شدن املاح کاتیونی و محدودیت دسترسی آنها به ویژه کلسیم شده که این امر باعث فعال شدن فرآیند فیزیولوژیک برداشت از ذخایر استخوانی و تنظیم سطح کلسیم خون در موقع زایمان گاو خواهد شد. البته طبق فرضیه این تحقیق، لازم است به همراه زئولیت املاح، ویتامین‌ها و مواد مغذی کافی تامین گردد تا از اثر منفی احتمالی زئولیت در باند کردن کاتیون‌های دوظرفیتی و مواد مغذی دیگر کاسته شود (۳۳ و ۳۷). بررسی‌های متعدد به اثر مثبت مصرف زئولیت بر مصرف خوراک، مصرف انرژی، تولید شیر و ترکیبات شیر اشاره دارد (۱۱ و ۱۷). در جدول ٤ تاثیر جیره‌های مختلف بر غلظت پلاسمایی کلسیم گاوها در هنگام زایمان تا ۲٤ ساعت بعد از آن به همراه مشخّصه‌های آماری ارایه گردیده است.

در مطالعه حاضر و با توجه به شاخص بیان شده توسط اوتزل (۲۰۱۳) غلظت خطرساز کلسیم پلاسمایی که منجر به بروز تظاهرات شدید عارضه هیپوکلسیمی می‌گردد کمتر یا مساوی ۷/۳ میلی‌گرم دردسی‌لیتر (معادل ۱/۸۲۵ میلی‌مول‌درلیتر) و برای هیپوکلسیمی تحت بالینی کمتر یا مساوی ۸/۵ میلی‌گرم دردسی‌لیتر (معادل ۲/۱ میلی‌مول‌درلیتر) در نظر گرفته شد (۲۸). به این ترتیب در زمان زایمان تعدادی از گاوها در جیره‌های مختلف بسته به شرایط حیوان درجاتی از هیپوکلسیمی شدید و در ساعات بعدی درجاتی از هیپوکلسیمی تحت بالینی را نشان دادند. درگیری از زمان زایمان تا ساعت ٦ بعد از زایش ادامه داشت. در بین جیره‌ها وضعیّت جیره کم‌کلسیم بهتر از دو جیره دیگر بود. امّا در ساعت ۱۲ بعد از زایش وضعیت تغییر یافت و جیره زئولیت از غلظت پلاسمایی کلسیم بالاتر از بقیه برخوردار شد ولی جیره کم‌کلسیم و آنیونیک غلظت تقریباً مشابهی داشتند. در ساعت ۲٤ بعد زایش جیره‌های زئولیت و آنیونیک بیشترین غلظت پلاسمایی کلسیم را در مقایسه با جیره کم‌کلسیم داشتند (جدول ٤).

جدول ٤- تاثیر جیره‌های مختلف بر غلظت پلاسمایی کلسیم کل و کلسیم یونیزه گاوها در هنگام زایمان تا ٢٤ ساعت بعد آن

Table 4. Effect of different diets on total and ionized plasma Ca concentration of cows at calving time and after that

غلظت کلسیم (Calcium concentration)	جیره‌ها (Diets)			معنی‌داری عوامل (Significance level)			
	کم‌کلسیم (Low Ca)	آنیونیک (Anionic)	زئولیت (Zeolite)	SEM	تیمار (Treatment)	زمان (Time)	تیمار× زمان (Time×Treatment)
۷ روز قبل زایمان (7 day before calving)							
غلظت کلسیم کل Ca mg/dl	9.27	9.42	9.38	0.131	0.535	0.481	0.651
غلظت کلسیم یونیزه Ca^{++} mg/dl	4.31	4.46	4.44	0.052	0.411	0.125	112
نسبت کلسیم کل/یونیزه Ca^{++}/Ca	0.46	0.47	0.47	0.005	0.412	0.354	0.210
زمان زایمان (Calving time)							
غلظت کلسیم کل Ca mg/dl	7.43^{a}	7.29^{b}	7.32^{b}	0.056	0.001	0.011	0.023
غلظت کلسیم یونیزه Ca^{++} mg/dl	3.49^{b}	3.64^{a}	3.44^{b}	0.052	0.001	0.022	0.033
نسبت کلسیم کل/یونیزه Ca^{++}/Ca	0.47^{b}	0.50^{a}	0.47^{b}	0.005	0.002	0.660	0.655
ساعت٦ بعد زایمان (At hour 6)							
غلظت کلسیم کل Ca mg/dl	7.89^{ab}	7.83^{b}	7.95^{a}	0.043	0.001	0.022	0.021
غلظت کلسیم یونیزه Ca^{++} mg/dl	3.63^{b}	3.92^{a}	3.82^{a}	0.074	0.001	0.021	0.011
نسبت کلسیم کل/یونیزه Ca^{++}/Ca	0.46^{b}	0.50^{a}	0.48^{b}	0.005	0.001	0.666	0.653
ساعت ۱۲ بعد زایمان (At hour 12)							
غلظت کلسیم کل Ca mg/dl	8.38^{b}	8.33^{b}	8.53^{a}	0.064	0.001	0.011	0.023
غلظت کلسیم یونیزه Ca^{++} mg/dl	4.02^{b}	4.16^{a}	4.10^{ab}	0.055	0.001	0.010	0.025
نسبت کلسیم کل/یونیزه Ca^{++}/Ca	0.48^{b}	0.50^{a}	0.48^{b}	0.004	0.001	0.678	0.723
ساعت ٢٤ بعد زایمان (At hour 24)							
غلظت کلسیم کل Ca mg/dl	8.71^{b}	8.88^{a}	8.89^{a}	0.071	0.001	0.021	0.011
غلظت کلسیم یونیزه Ca^{++} mg/dl	4.18^{b}	4.45^{a}	4.27^{b}	0.079	0.002	0.630	0.450
نسبت کلسیم کل/ یونیزه Ca^{++}/Ca	0.48^{b}	0.50^{a}	0.48^{b}	0.006	0.001	0.713	0.845
امتیاز وضعیّت بدنی در روز ۳۰ (BCS at day 30)	2.86^{b}	2.93^{ab}	2.98^{a}	0.046	0.001	0.010	0.010

^{abc} حروف متفاوت بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال کمتر یا مساوی ۰/۰۱ می باشد.

SEM=Standard Error of Mean

^{abc} The different superscript letters indicate significant difference at $P \leq 0.01$.

سطح خطر ساز غلظت پلاسمایی کلسیم به‌عنوان معیار تشخیص هیپوکلسیمی تحت کلینیکی در گاوهای انتظار زایمان موضوع پر چالش و اختلاف برانگیزی است و تاکنون تحقیقات متعدّدی را بخود اختصاص داده است (٦،١٩،٢٦،٣٦). در برخی مقالات این سطح خطر ساز را کمتر از ۷/۲ میلی‌گرم

دردسی‌لیتر (معادل ۱/۸ میلی‌مول‌درلیتر) (۸)، برخی دیگر این سطح را کمتر از ۸ میلی‌گرم دردسی‌لیتر (معادل ۲ میلی‌مول در لیتر) برشمرده (۳۰)، و در برخی دیگر کمتر از ۸/۸ میلی‌گرم دردسی‌لیتر (معادل ۲/۲ میلی‌مول‌درلیتر) بیان کرده‌اند (۳۱). در مطالعه اوتزل (۲۰۱۳) سطح خطر ساز کلسیم خون کمتر از ۸/۵ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر (معادل ۲/۱۲۵ میلی‌مول‌درلیتر) بیان شده است (۲۸). در مطالعه مارتینز و همکاران (۲۰۱۲) این سطح کمتر از ۸/۵۹ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر گزارش شد (۲۰). نکته مهّم بر اساس یافته‌های موجود این است که در صورت استفاده از سطح خطر کمتر از ۸/۵ میلی‌گرم دردسی‌لیتر جیره‌های آنیونی دیگر قادر نیستند بخوبی از عارضه هیپوکلسیمی تحت کلینیکی پیشگیری نمایند و این یک مسئله حیاتی و نسبتا پیچیده در کنترل این عارضه به شمار می‌آید (۳،۱۹،۲۰،۴۰). در این آزمایش طبق نتایج جداول ٤ و ٥ ، جیره زئولیت و سپس کم‌کلسیم در مهار هیپوکلسیمی با تظاهرات مختلف بهتر از جیره آنیونیک عمل کردند. در جدول ٥ تاثیر جیره‌های مختلف بر فراوانی هیپوکلسیمی شدید و تحت بالینی و ناهیجاری‌های بعد از زایمان به همراه مشخصه‌های آماری ارایه گردیده است.

طبق نتایج جدول ٥، درصد تصحیح شده فراوانی ابتلا به هیپوکلسیمی شدید در جیره‌های کم‌کلسیم، آنیونیک و زئولیت به‌ترتیب برابر ٤٠/٤٥، ٥٢/٢٧ و ٣٣/٢١ درصد و ابتلا به هیپوکلسیمی تحت بالینی در جیره‌های یاد شده به ترتیب برابر ٣٤/١٩، ٢٣/٤٩ و ٢٦/٥٦ درصد است. همچنین فراوانی شیوع آنها در گاوهای شکم دوم و بالاتر به طور مشهود بیشتر بود. بنابراین در کنترل هیپوکلسیمی شدید جیره زئولیت بهتر از کم‌کلسیم و آن نیز بهتر از آنیونیک عمل کرد و در کنترل هیپوکلسیمی تحت بالینی به ترتیب جیره‌های آنیونیک و زئولیت بهتر از کم‌کلسیم بودند. به این ترتیب اثر مهار کنندگی مکمل زئولیت در پیشگیری از کاهش غلظت کلسیم خون در این آزمایش تایید شد. در برخی گزارش‌ها این مکانیسم یعنی اثر باند کنندگی زئولیت[1] در حفظ غلظت خونی کلسیم جیره تشریح شده است (١٥،١٦،١٧،٣٧). علت فراوانی تظاهرات هیپوکلسیمی در گاوهای شکم زایش دوم و بالاتر به خصوصیات فیزیولوژیکی، تغذیه‌ای و میزان ذخایر کلسیم بدن مربوط است که بر اساس یافته‌های موجود پدیده‌ای قابل انتظار است (٢٧،٣٦). مسئله مهّم، زمان دقیق نمونه‌گیری برای تعیین غلظت کلسیم و سطح فراسنجه‌های خونی و پلاسمایی است. به طوری که در نظر گرفتن زمان‌های کوتاه بلافاصله بعد از زایمان به منظور ارزیابی دقیق اثرات کوتاه مدت جیره مصرفی مناسب نبوده و باید فاصله زمانی مناسبی بین نمونه‌گیری‌ها وجود داشته باشد. علاوه بر آن تعداد نمونه‌ها نیز تعیین کننده بوده و تعداد بیشتر دقّت بالاتری را به همراه خواهد داشت (٢١،٣٢).

طبق نتایج جدول ٥ در خصوص فراوانی سایر اختلالات تولیدمثلی مرتبط با هیپوکلسیمی، به ترتیب جیره‌های زئولیت و آنیونیک در بیشتر مشخّصه‌ها برتری محسوسی نسبت جیره کم‌کلسیم نشان دادند. یافته‌های موجود حاکی از آن است با وجود اثربخشی جیره‌های کلسیم‌کم در جلوگیری از عوارض کاهش غلظت کلسیم خون، این روش بدلیل مشکلات زیادی که در عمل برای کنترل سطح کلسیم دریافتی (کمتر از ٢٠ گرم در روز) دارد، کمتر مورد توجّه است زیرا محتوای مواد مغذّی مواد خوراکی دارای نوسان بوده و مشکلات مرتبط با آن عملا شرایط پایین نگه داشتن سطح کلسیم دریافتی به مقدار مناسب را کمتر فراهم کرده و لذا کنترل عارضه هیپوکلسیمی با دقت صورت نخواهد گرفت (٣١،٣٥،٤٠،٤١). نتایج این آزمایش نیز تا حدود زیادی این مسئله را تایید کرد و عملکرد دو جیره دیگر در بیشتر موارد بهتر از جیره کم‌کلسیم بود.

1. Binding Effect

جدول ۵- تاثیر جیره‌های مختلف بر فراوانی ابتلا به هیپوکلسیمی و ناهنجاری‌های بعد زایمان

Table 5. Effect of different diets on the frequency of hypocalcemia and after parturition disorders

P-Value	SEM	جیره‌ها (Diets)			فراسنجه (Item)
		زئولیت (Zeolite)	آنیونیک (Anionic)	کم‌کلسیم (Low Ca)	
		20	19	19	هیپوکلسیمی‌شدید/ تعداد دام Severe hypocalcemia/number of cow
0.0001	4.36	33.21	52.27	40.45	Frequency % فراوانی (درصد تصحیح شده)
		0	0	1	No. Parity 1 تعداد شکم اول
		6	10	7	No. Parity 2 or more تعداد شکم ۲ و بالاتر
		20	18	19	هیپوکلسیمی تحت بالینی/ تعداد دام Subclinical hypocalcemia/number of cow
0.0001	2.66	26.56	23.49	34.19	Frequency % فراوانی (درصد تصحیح شده)
		2	0	1	No. Parity 1 تعداد شکم اول
		2	4	5	No. Parity 2 or more تعداد شکم ۲ و بالاتر
		12	11	11	سخت زایی/ تعداد دام Calving difficulty/number of cow
0.0001	0.153	16.78	16.78	25.24	Frequency % فراوانی (درصد تصحیح شده)
		1	0	1	No. Parity 1 تعداد شکم اول
		0	1	1	No. Parity 2 or more تعداد شکم ۲ و بالاتر
		15	15	15	جفت ماندگی/ تعداد دام Retained placenta/number of cow
0.0002	0.247	26.56	26.56	31.10	Frequency % فراوانی (درصد تصحیح شده)
		1	1	1	No. Parity 1 تعداد شکم اول
		2	2	3	No. Parity 2 or more تعداد شکم ۲ و بالاتر
		20	20	20	اندومتریت / تعداد دام Endometritis/number of cow
0.0025	2.536	30.00	38.55	33.21	Frequency % فراوانی (درصد تصحیح شده)
		2	2	2	No. Parity 1 تعداد شکم اول
		3	5	4	No. Parity 2 or more تعداد شکم ۲ و بالاتر
		10	10	11	جابجایی شیردان/ تعداد دام Abomasum displacement/number of cow
0.0001	1.746	0	0	17.55	Frequency % فراوانی (درصد تصحیح شده)
		0	0	0	No. Parity 1 تعداد شکم اول
		0	0	1	No. Parity 2 or more تعداد شکم ۲ و بالاتر
		20	20	20	حاملگی موفق/ تعداد دام Successful pregnancy/number of cow
0.0001	4.857	67.21	63.25	53.72	Frequency % فراوانی (درصد تصحیح شده)
		5	5	4	No. Parity 1 تعداد شکم اول
		12	11	9	No. Parity 2 or more تعداد شکم ۲ و بالاتر
		20	20	20	گاو حذفی گله / تعداد دام Cow culled from herd/number of cow
0.2124	2.356	0	0	12.92	Frequency % فراوانی (درصد تصحیح شده)
		0	0	0	No. Parity 1 تعداد شکم اول
		0	0	1	No. Parity 2 or more تعداد شکم ۲ و بالاتر

*تصحیح پیوستگی برای اعداد درصدی (ناپیوسته) بر اساس فرمول ARCSin√x انجام گرفت.

SEM=Standard Error of Mean.

* Corrected for data connection was done based on ARCSin√x formula.

بیشتر بیماری‌ها و ناهنجاری‌های تولیدمثلی زمان زایمان گاوها با متابولیسم کلسیم و بروز بیماری‌های متابولیکی در زمان انتظار زایمان مرتبط هستند (۲۸،۳۲،۳۸،۴۱). خارج نشدن جفت تا ۲۴ ساعت بعد از زایمان جفت ماندگی تلقی می‌شود (۱۳،۱۹). بروز جفت ماندگی در جیره‌های با اختلاف کاتیون-آنیون منفی و دارای نمک آنیونی در مقایسه با سایر جیره‌ها کمتر است (۷،۳۲). از جنبه فیزیولوژیکی کنترل هیپوکلسیمی و حفظ هموستازی کلسیم باعث تعادل غلظت کلسیم خون در هنگام زایمان و بهبود حرکات ماهیچه‌های صاف پوششی و افزایش انقباضات منظم رحم در زمان زایمان می‌شود که نتیجه آن خروج آسان‌تر جنین، جفت، پرده‌های پوششی جنین و ترشحات بعد از زایش است. به این ترتیب فراوانی اختلالات تولیدمثلی بعد زایش نیز بطور معنی‌دار کاهش می‌یابد (۲۲،۳۸). گاوهای مسن بیشتر در معرض خطر ابتلا اختلالات تولیدمثلی بعد زایش و عوامل مستعد کننده این اختلالات شامل سابقه زایمان غیر طبیعی، عفونت رحم و جفت ماندگی، کاهش انقباضات رحمی بدلایل کمبود کلسیم، سلنیوم و ویتامین E، تنش‌های محیطی و تغذیه‌ای، عدم توازن پروژسترون، افت کارآیی سیستم ایمنی بدن و کمبود مواد معدنی و ویتامین‌ها می باشند (۱۸،۱۹). نرخ قابل قبول جفت ماندگی در گله‌های شیری بین ٤ تا ١٦٪ و در گله‌های با مدیریت ضعیف‌تر بیشتر است (۷،۲۸،۳۱). متوسط جفت ماندگی در این آزمایش بیشتر از ۲۰ درصد بود. عارضه جابجایی شیردان نیز با کاهش غلظت کلسیم خون رابطه مستقیم داشته و باعث حذف زود هنگام گاو و ضرر اقتصادی خواهد شد. این عارضه در این آزمایش فقط به تعداد ۱ مورد در جیره کم‌کلسیم مشاهده شد. احتمالاً کنترل بهتر غلظت کلسیم در جیره‌های آنیونیک و دارای زئولیت اثر مستقیمی بر جلوگیری از بروز جابجایی شیردان داشته است (٤،١٩). عوامل تغذیه‌ای و محتوای فیبر جیره به خصوص سطح کربوهیدرات‌های غیرالیافی[1] اثر مستقیم در بروز جابجایی شیردان دارند (۳۱،۳٤،٤۰). اندومتریت به التهاب رحم همراه با عفونت در فاصله ۲۱ تا ۲۸ روز پس از زایش گفته می‌شود. این عارضه ممکن است تا ٦۰ درصد گله را درگیر نموده و از تحرک و تغذیه عادی گاو ممانعت بعمل آورد که باعث ضعف و حساس شدن آنها به سایر بیماری‌های پس از زایش خواهد شد. در این آزمایش فراوانی ابتلا به متریت در فاصله ۳۰ روز بعد زایش در تمامی جیره‌ها نسبتاً بالا و از حداقل ۳۰ درصد در جیره زئولیت تا حداکثر ۳۸/۵۵ درصد در جیره آنیونیک بود. تفاوت جیره زئولیت با بقیه معنی‌دار و تاثیر آن در مهار این عارضه بهتر بود. در بروز این بیماری بجز عوامل وراثت، ضعف ایمنی، سابقه بهداشتی گله و ابتلای قبلی دام، سطح و کیفیت تغذیه و میزان مصرف ماده خشک و سطح دسترسی به کلسیم جیره یا به عبارت بهتر غلظت پلاسمایی کلسیم نقش مستقیم دارند. کاهش مصرف ماده خشک و انرژی در دوره انتظار زایش خطر بروز متریت را تا ۳ برابر افزایش می‌دهد (۳،۷،۳۵). بر طبق یافته‌های موجود بیش از ۷۵ درصد مشکلات تولیدمثلی در ماه اول پس از زایش رخ داده و بروز یکی زمینه ساز بروز بقیه بوده وبنابراین برای کنترل و پیشگیری از مشکلات تولیدمثلی نیاز به یک نگرش جامع در تمامی زمینه‌های مرتبط با آنها هستیم (٦،۷،١٤،١٨).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این آزمایش نشان داد که مصرف جیره دارای زئولیت غنی شده با مواد معدنی-ویتامینی باعث افزایش مصرف ماده خشک و انرژی و در نتیجه بهبود کمی و کیفی شیر تولیدی گاوها گردید و علاوه بر آن

1. Non Fiber Carbohydrate (NFC)

غلظت پلاسمایی کلسیم کل و کلسیم یونیزه در زمان زایمان و بعد از آن را بهبود بخشید. همچنین سبب کنترل بهتر هیپوکلسیمی و تب شیر و در نتیجه بهبود سلامتی و پیشگیری از اختلالات بعد از زایمان گاوها شد. بنابراین استفاده از جیره دارای زئولیت جایگزین مناسبی برای جیره‌های رایج می‌باشد.

منابع

1. AOAC. 2010. Official Methods of Analysis (18th ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC. USA.
2. Blake, R.W. and Custodio, A.A. 1984. Feed efficiency: A composite trait of dairy cattle. Journal of Dairy Science. 67:2075-2083.
3. Chapinal, N., Carson, M., Duffield, T.F., Capel, M., Godden, S., Overton, M., Santos, J.E.B. and LeBlanc, S.J. 2011. The association of serum metabolites with clinical disease during the transition period. Journal of Dairy Science. 94:4897-4903.
4. Constable, P.D., Miller, G.Y., Hoffsis, G.F., Hull, B.L. and Rings, D.M. 1992. Risk factors for abomasal volvulus and left abomasal displacement in cattle. American Journal of Veterinary Research. 53:1192-1184.
5. Dairy Farmers of Canada. Pro-Action on-farm excellence. 2016. How body condition scoring helps improve animal welfare. Retrieved October 12, 2016. from https://www.dairyfarmers.ca/ proaction/ resources/animal-care.
6. Drackley, J.K., Heather, M.D., Neil, D., Janovick Guretzky, N.A., Litherland, N.B., Underwood, J.P. and Loor, J.J. 2005. Physiological and pathological adaptations in dairy cows that may increase susceptibility to periparturient diseases and disorders. Italian Journal of Animal Science. 4:323-344.
7. Emtenan, M., Hanafi, W., M., Ahmed, H.H., Khadrawy, E. and Zabaal, M.M. 2011. An Overview on Placental Retention in Farm Animals. Middle-East Journal of Scientific Research. 7(5):651-643.
8. Goff, J.P. 2000. Pathophisiology of calcium and phosphorus disorders. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice. 16(2):319-337.
9. Goff, J.P., Ruiz, R. and Horst, R.L. 2004. Relative acidifying activity of anionic salts commonly used to prevent milk fever. Journal of Dairy Science. 87:1245-1255.
10. Goff, J.P. and N.J. Koszewski. 2018. Comparison of 0.46% calcium diets with and without added anions with a 0.7% calcium anionic diet as a means to reduce periparturient hypocalcemia. Journal of Dairy Science. 101:5033–5045.
11. Grabherr, H., Spolders, M., Flachowsky, G. and Furll, M. 2009. Effect of several doses of zeolite A on feed intake,energy metabolism and on mineral metabolism in dairy cows around calving. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. 93(2):221-236.
12. Jahani-Moghadam, M., Yansari, A., Chashnidel, Y., Dirandeh, E. and Mahjoubi, E. 2020. 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. 14(5): 983-990.
13. Joyce, P.W., Sanchez, W.K. and Goff, W.K. 1997. Effect of anionic salts in prepartum diets based on alfalfa. Journal of Dairy Science. 80:2866-2875.
14. Karimi, M.T., Ghorbani, G.R., Kargar, S. and Drackley, J.K. 2015. Late-gestation heat stress abatement on performance and behavior of Holstein dairy cows. Journal of Dairy Science. 98:1-11.
15. Kerwin, A.L., Ryan, C.M., Leno, B.M., Jakobsen, M., Theilgaard, P. and Overton, T.R. 2017. The effect of feeding sodium aluminum silicate in the prepartum period on serum mineral concentrations in multiparous Holstein Cows Presented at the 2017 Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers, Syracuse, NY, USA.
16. Kerwin, A.L., Ryan, C.M., Leno, B.M., Jakobsen, M., Theilgaard, P., Barbano, D.M. and Overton, T.R. 2019. Effects of feeding synthetic zeolite A during the prepartum period on

serum mineral concentration, oxidant status, and performance of multiparous Holstein cows. Journal of Dairy Science. 102(6):5191-5207.
17. Khachlouf, K., Hamed, H., Gdoura, R. and Gargouri, A. 2019. Effects of dietary Zeolite supplementation on milk yield and composition and blood minerals status in lactating dairy cows. Journal of Applied Animal Research. 47(1):54-56.
18. Lean, I.J., DeGaris, P.J., McNel, D.M.L. and Block, E. 2006. Hypocalcemia in dairy cows: Meta-analysis and dietary cation -anion difference theory revisited. Journal of Dairy Science. 89:669-684.
19. Lean, I. and DeGaris, P.J. 2010. Transition Cow Management, A review for nutritional professionals, veterinarians and farm advisers. Dairy Australia. Pp:1-56.
20. Martinez, N., Risco, C.A., Lima, F.S., Bisinotto, R.S., Greco, L.F. and Santos, P. 2012. Evaluation of peripartal calcium status, energetic profile, and neutrophil function in dairy cows at low or high risk of developing uterine disease. Journal of Dairy Science. 95:7158–7172.
21. Melendez, P., Donovan, A., Risco, C.A., Hall, M.B., Littell, R. and Goff, J.P. 2002. Metabolic responses to transition Holstein cows fed anionic salts and supplemented at calving with calcium and energy. Journal of Dairy Science. 85:1085-1092.
22. Melendez, P., Donovan, G.A., Risco, C.A. and Goff. J.P. 2004. Plasma mineral and energy metabolite concentrations in dairy cows fed an anionic prepartum diet that did or did not have retained fetal membranes after parturition. American Journal of Veterinary Research. 65(8):1071-1076.
23. Melendez, P. and Poock, S. 2017. A Dairy Herd Case Investigation with Very Low Dietary Cation–Anion Difference in Prepartum Dairy Cows. Front Nutrition. 4:26.
24. Moore, S.J., Vander, M.J., Sharma, B.K., Pilbeam, T.E., Beede, D.K. and Goff, J.P. 2000. Effects of altering dietary difference on calcium and energy metabolism in peripartum cows. Journal of Dairy Science. 83:2095–2104.
25. National Research Council (NRC). 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle (7th ed.). National Academy Press ,Washington, DC.
26. Oetzel, G.R. 1996. Effect of calcium chloride gel treatment in dairy cows on incidence of periparturient diseases. Journal of American Veterinary Medicine Association. 209:958-961.
27. Oetzel, G.R., and Miller, B.A. 2012. Effect of oral calcium bolus supplementation on early lactation health and milk yield in commercial dairy herds. Journal of Dairy Science. 95:7051-7065.
28. Oetzel, G.R. 2013. Oral Calcium Supplementation in Peripartum Dairy Cows. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice. 29:447-455.
29. Overton. M.W. and Rapnicki, P. 2015. Assessing Transition Cow Management and Performance, Elanco Knowledge Solutions-Dairy, Elanco Animal Health, Greenfield, IN 46140.
30. SAS User's Guide. 2004. Statistics, Version 9.2. SAS Institute. Inc., Cary, NC.
31. Seely, C.R., Leno, B.M., Kerwin, A.L., Overton, T.R. and McArt, J.A.A. 2021. Association of subclinical hypocalcemia dynamics with dry matter intake ,milk yield, and blood minerals during the periparturient period. Journal of Dairy Science. Pp:104.
32. Seifi, H., Mohri, A., Farzaneh, M., Nemati, N. and VahidiNejhad, S. 2010. Effects of anionic salts supplementation on blood pH and mineral status, energy metabolism, reproduction and production in transition dairy cows. Research in Veterinary Science. 89:72–77.
33. Shahzad, A.M., Sarwar, M. and Mahr-Un-Nisa. 2008. Influence of altering dietary cation-anion difference on milk yield and its composition by early lactating Nili-Ravi buffaloes in summer. Livestock Science. 133-143.
34. Schroeder, J.W. 2001. Feeding and managing transition dairy cow. Extension Dairy Specialist. North Dakota State University, Department of Agriculture and Applied Science. Fargo, North Dakota 58105.

35. Timothy, A., Reinhardt, A., John, D., Lippolis, A., Brian, J., McCluskey, B., Goff, J.P., Ronald, L. and Horst, L. 2011. Prevalence of subclinical hypocalcemia in dairy herds, The Veterinary Journal. 188:122-124.
36. Thilsing, H.T., Jorgensen, R.J. and Ostergaard, S. 2002. Milk fever control principles: a review. Acta Veterinaria Scandinavica. 43:1-19.
37. Thilsing, R., Jørgensen, J. and Poulsen, H.D. 2006. In Vitro Binding Capacity of Zeolite A to Calcium, Phosphorus and Magnesium in Rumen Fluid as Influenced by Changes in pH. Journal of Veterinary Medicine. 53(2):57–64.
38. Underwood, J.P. and Loor, J.J. 2005. Physiological and pathological adaptations in dairy cows that may increase susceptibility to periparturient diseases and disorders. Italian Journal of Animal Science. 4:344-323.
39. Van Soest P.J., Robertson J.B. and Lewis B.A. 1991 Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science. 74:3583-3597.
40. Wilkens, M.R., Nelson, C.D., Hernandez, L.L. and McArt, J.A.A. 2020. Symposium review: Transition cow calcium homeostasis—Health effects of hypocalcemia and strategies for prevention. Journal of Dairy Science. 103(3):2909-2927.
41. Wu, W.X., Liu, J.X., Xu, G.Z. and Ye, J.A. 2008. Calcium homeostasis acid-base balance and health status in preparturient Holstein cows fed diets with low cation-anion difference. Livestock Science. 117:7-14.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Ruminant Research, Vol. 9(3), 2021
http://ejrr.gau.ac.ir

Effect of vitamin-mineral enriched Zeolite on milk yield, plasma Ca concentration, and some reproductive disorders in early lactating dairy cows under heat stress

M.M. Masoumipour[1], *F. Foroudi[2], N. Karimi[2], M.R. Abedini[2] and K. Karimi[2]
[1]PhD student and [2]Assistant Prof., Dept. of Animal Science, Islamic Azad University, Tehran Varamin-Pishva branch, Tehran, Iran
Received: 05/30/2021; Accepted: 07/06/2021

Abstract

Background and objectives: Applying low-calcium diets to control milk fever has many problems in practice. Dietary Ca levels should be reduced by quantitative and qualitative methods such as limiting feed intake, which negatively affects the milk production and health of the cows. Anionic salts are also expensive and should be consumed before calving for a long period. It is also difficult to produce a homogeneous diet for selected cows in a special section of a farm. In addition, adding these salts to cows' diets reduces the palatability of the diet, decreases dry matter intake, increases negative energy balance and the concentration of non-esterified plasma fatty acids. Therefore, as an important goal of this research, it seems vital to introduce a method that has many advantages to improve production traits and health-related factors of fresh cows during a hot summer.

Materials and methods: The study was performed using 60 Holstein cows near calving in 3 experimental groups using a completely randomized statistical design with repeated measurements in time. The study was carried out during the summer season. The adaptation and experimental periods were 15 and 45 days from -15 to +30 after calving time, respectively. Experimental diets including: 1) Low-Ca or control diet (Ca=0.44%), 2) Anionic diet (Ca=1%), 3) Control +enriched Zeolite diet. From the second week after calving, the cows were fed with a fresh-milking diet. The DCAD of diets were +100, -100, +100 mEq/kg DM, respectively. The Anionic and Zeolite supplements were used at levels of 2.8 and 1.5% based on the daily DMI of cows. During the current experiment, traits such as milk production and compositions, total and ionized plasma calcium, and some reproductive disorders were measured.

Results: According to the results, consumption of DM and energy between diets were significantly different. The fat percentage of the diet containing zeolite was higher than others; however, the raw and corrected milk yield of the anionic diet was the highest ($P\leq0.01$). Plasma and ionized Ca concentration of the diet containing zeolite were the same as two other diets at calving time but at 6, 12, and 24 hours after that were significantly higher than others ($P\leq0.01$). The frequency of severe and subclinical hypocalcemia was higher in the control diet and the group of older cows; however, in the diet containing zeolite, it was lower than in others ($P\leq0.01$). The highest BCS was observed in the diet containing zeolite (2.98), and the lowest (2.86) was observed in the control diet ($P\leq0.01$). The frequency of postpartum disorders (calving difficulty, retained placenta, endometritis, and abomasum displacement) was significantly lower in diets containing zeolite and anionic salts than in control ($P\leq0.01$). The highest percentage of a successful pregnancy, inversely, lowest percent of culled cows from herd observed in zeolite and anionic diets ($P\leq0.01$).

Conclusion: According to the results, improved dry matter and energy consumption were observed in the zeolite diet compared to anionic which had a direct effect on milk production

*Corresponding author: f.foroudi@iauvaramin.ac.ir

traits. Improved total and ionized Ca plasma concentrations during calving and after that, also a better control on hypocalcemia and related problems in the herd, with the highest BCS, and a significant reduction in the frequency of postpartum disorders are the advantages of zeolite diet. Therefore, the proposed method of calcium restriction using zeolite supplement seems to be successful and can be used as an alternative for common methods.

Keywords: Fresh cow, Hypocalcemia, Milk production, Plasma Ca concentration, Zeolite.