ارزیابی مقادیر و ارتباط بین میکرو و ماکرومینرال‌های خون، غذا و شیر گاوهای هلشتاین

ناصر نوروزی[۱]، علی‌قلی رامین[۲*]، سیامک عصری‌رضایی[۳] و لیلا کلانتری[۴]

تاریخ دریافت: ۹۲/۴/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۳/۴/۲۵

چکیده

مقادیر میکرو و ماکرومینرال‌های خون، شیر و غذا و ارتباط بین آن‌ها در ۷۰ رأس گاو هلشتاین شیروار تا ۴ شکم زاییده و آبستنی زیر ۷ ماه جهت تعیین نشانگرهای برتر مطالعه شد. مقدار ۵ میلی‌لیتر خون وداجی، ۱۰ میلی‌لیتر شیر و ۲۵ گرم یونجه و کنسانتره به طور جداگانه تهیه شد و به آزمایشگاه‌های کلینیکال پاتولوژی و کنترل کیفی ارسال شدند. میزان منگنز و آهن خون گاوها پایین و مقادیر، مس، مولیبدن و ماکرومینرال‌ها در خون، غذا و شیر طبیعی بودند. مقادیر میکرو و ماکرومینرال‌ها در نمونه‌های سرم، شیر و غذا در بین گله‌های گاو به جز منگنز شیر، آهن سرم و مس شیر متفاوت بودند. بین میکرو و ماکرومینرال‌های سرم، شیر و غذا ارتباط معنی‌داری وجود داشت به طوری که مولیبدن، منگنز، آهن و فسفر سرم، منگنز، کلسیم، سدیم شیر و کلسیم و فسفر غذا بیش‌ترین همبستگی را نشان دادند. ارتباط بین میکرو و ماکرومینرال‌های خون بیش‌تر از شیر و غذا بود. روابط بین میکرومینرال‌ها در خون بیش‌تر و شیر و غذا کم‌تر از ماکرومینرال‌ها بودند. این همبستگی‌ها شامل منیزیم غذا/آهن سرم، منیزیم غذا/فسفر سرم، منگنز غذا/مس شیر، آهن غذا/کلسیم شیر، مس غذا/مس شیر و پتاسیم غذا/منگنز شیر بودند. منیزیم غذا و مس شیر بیش‌ترین ارتباط را با میکرو و ماکرومینرال‌ها نشان دادند. مناسب‌ترین رگراسیون بین منگنز و مولیبدن سرم با آهن، مس، کلسیم و فسفر سرم مشاهده شد. نتیجه این که، کمبود منگنز در سرم گاوها ثانویه است. منگنز، مولیبدن، کلسیم و فسفر خون در مقایسه با ماکرومینرال‌های شیر و غذا با دارا بودن بیش‌ترین ارتباط از نمادهای مطمئن در تعیین چهره‌ی معدنی گاوها هستند. منگنز و مولیبدن سرم با تشکیل معادله‌ی رگراسیون با ماکرومینرال‌های خون قابل ردیابی و پیش‌بینی می‌باشند. در راستای افزایش تولید و پیش‌گیری از بروز کمبودهای معدنی در گاوهای مورد مطالعه، غنی‌سازی کنسانتره از منگنز و آهن ضروری است.

کلمات کلیدی: میکرومینرال، ماکرومینرال، خون، غذا، شیر، گاو

مقدمه

مس، آهن، مولیبدن، منگنز و میکرومینرال‌های دیگر از عناصر کمیاب در مایعات و بافت‌های دام‌ها هستند (Kaneko et al. 1997). عناصر فوق به عنوان ترکیبات کلیدی در طیف وسیعی از آنزیم‌ها کارآیی دارند و نقش مهمی را در فعالیت‌های تنفسی، آنتی اکسیدانی، متابولیسم قندها و چربی‌ها، تشکیل کلاژن و استخوان‌ها ایفاء می‌نمایند (Erdogan et al. 2004, Tomlinson et al. 2004, Andrieu 2008). تعیین میکرومینرال‌های اساسی در غذا (Rabiee et al. 2010)، خون (Falandysz 1993)، شیر (Enb et al. 2009) و کبد (Junka et al. 2006) معیار مطلوبی برای ارزیابی سلامتی، تولید و تولید مثل دام‌ها تلقی می‌گردد.

ارزیابی کمبود میکرومینرال‌ها در گاو پیچیده است و قضاوت بر مبنای مقادیر سرمی مطمئن نیست. از طرفی ارتباط میکرومینرال‌های سرم با کبد نامعلوم است و سرانجام برخی از میکرومینرال‌ها بواسطه‌ی اثرات تداخلی

[۱] دانشجوی دکترای داخلی دام‌های بزرگ، دانشکده‌ی دامپزشکی، دانشگاه ارومیه

[۲*] استاد گروه علوم درمانگاهی، دانشکده‌ی دامپزشکی، دانشگاه ارومیه E-mail: Ali_Ramin75@yahoo.com (نویسنده‌ی مسئول)

[۳] دانشیار گروه علوم درمانگاهی ، دانشکده‌ی دامپزشکی، دانشگاه ارومیه

[۴] دانش‌آموخته‌ی دکترای حرفه‌ای، دانشکده‌ی دامپزشکی، دانشگاه ارومیه

در روند متابولیسم و جذب روده‌ای قرار نمی‌گیرند، برای مثال مس غذا تحت تاثیر مولیبدن و سولفور غیرقابل جذب می‌شود، لذا محققین از نظر سهولت کار تعیین میکرومینرال‌ها در سرم را حد واسط بین غذا و بافت‌ها در نظر گرفته (Caroli et al. 1994)، شیر (Enb et al. 2009) و در نهایت کبد و کلیه را به عنوان بزرگترین مراکز تجمع میکرومینرال‌ها معرفی می‌کنند (Alonso et al. 2000). امروزه با افزایش یا کاهش تجربی میکرومینرال‌ها در غذا آن را وسیله‌ای در تعیین دامنه‌ی مورد نیاز در رشد دام‌ها، بهبود تولید و تولید مثل و تعیین کمبودها تلقی می‌کنند. کمبود عناصر معدنی در غذا، نارسائی در اخذ و جذب آن‌ها آسیب‌های جدی را در فعالیت‌های بیولوژیکی ایجاد نموده که منجر به ایجاد بیماری و کاهش تولیدات دامی می‌شود (Erdogan et al. 2004).

از برجسته‌ترین ترکیبات شیر می‌توان ماکرو و میکرومینرال‌ها را ذکر نمود. تحقیقات فراوانی در زمینه‌ی انواع مینرال‌ها و مقادیر آن‌ها در شیر صورت گرفته و نتایج بیانگر متغیر بودن مقادیر آن‌ها بر اساس دوره‌ی شیرواری، وضعیت غذائی، مکمل‌های معدنی، شرایط جغرافیائی و آلودگی‌های شیمیائی محیطی می‌باشد (Brzoska et al. 1996). ترکیبات معدنی شیر ۰/۷۳ میلی‌گرم در لیتر بوده (Flynn 1992) که منگنز ۲/۸۹ (Belewu and Aiyegbusi 2002)، مولیبدن ۰/۰۵ (Stage and Web 1985)، آهن ۰/۸۱ (Anderson 1992)، مس ۰/۰۳ میکرومول در لیتر (Licata et al. 2004)، کلسیم ۰/۵۸ درصد (Hurley 1997) و منیزیم را ۸۷ میکروگرم در میلی‌لیتر (Fransson and Linnerdal 1993) ذکر کرده‌اند. Wnuk و همکاران در سال ۲۰۰۳ دامنه‌ی مشخصی را برای عناصر معدنی شیر متعاقب کاهش مینرال‌ها در غذا ترسیم کرده‌اند. یافته‌ی فوق نشان می‌دهد که ترسیم سیمائی از ترکیبات و مقادیر عناصر معدنی در مناطق متفاوت جغرافیائی و یافتن ارتباط آن‌ها با غذا و خون می‌تواند در بهبود تولیدات دامی مفید و مؤثر باشد.

یکی از برجسته‌ترین خصوصیات منگنز، کلسیم و فسفر اثرات تداخلی آن‌ها است. بر اساس نتایج محققان ارتباط بین ماکرومینرال‌ها در خون، غذا و شیر بیش‌تر از میکرومینرال‌ها می‌باشد (Suttle 2010). وجود رابطه بین مس جیره با منگنز و مس کبد (Ahola et al. 2004)، مس با مولیبدن در کبد (Blanco-Penedo et al. 2006) و مس سرم با مس کبد (Ward and Spears 1997) گزارش شده در صورتی که، چنین روابطی در شیر با غذا و خون مشخص نمی‌باشد. نظر به این که غالب مواد دانه‌ای و علوفه‌ای حاصل از زمین‌های شنی، آهکی و قلیایی مستعد کمبود مس و منگنز هستند و این کمبودها در علوفه بیش‌تر از مواد دانه‌ای ملموس است، لزوم بررسی میکرو و ماکرومینرال‌ها در غذا، سرم و شیر گاوهای مستقر در مناطق با مشخصات فوق مانند ارومیه ضروری است تا با یافتن روابط حاکم بین این عناصر مواد معدنی مورد نیاز در غذا و به تبع آن در خون و شیر عملی گردد. مطالعه حاضر با هدف: ۱- تعیین مقادیر میکرو و ماکرومینرال‌ها در غذا، سرم و شیر گاوها. ۲- مقایسه‌ی مقادیر میکرو و ماکرومینرال‌ها در غذا، سرم و شیر در گله‌ی گاوهای هلشتاین شیری و تعیین کمبود اولیه یا ثانویه منگنز. ۳- تعیین ارتباط بین مینرال‌ها در سرم، شیر و غذا. ۴- تعیین میزان همبستگی و معادلات رگرسیون بین منگنز و مولیبدن در سرم، غذا و شیر گاوها، انجام شد.

مواد و روش کار

دام‌های مورد مطالعه

تعداد ۷۰ رأس از مجموع ۷ گله گاو هلشتاین ماده (۱۰ رأس از هر گله) در تابستان ۱۳۹۱ از گاوداری‌های صنعتی ارومیه انتخاب شدند. گاوها از یک تا ۴ شکم زائیده بوده و بر اساس معاینات رکتال، زیر ۷ ماه آبستن و در مرحله‌ی بالای ۵ ماه شیرواری بودند. به هنگام معاینه و اخذ نمونه‌های لازم سن و وضعیت غذائی گاوها ثبت می‌شد. گاوها متعلق به گله‌های شیری بین ۸۰ تا ۴۰۰ رأس با گاوهای دوشا بین ۲۵ تا ۹۵ رأس بوده و رکورد

شیر آن‌ها از ۱۵ تا ۲۸ لیتر در روز متغیر بود. تغذیه‌ی گاوها در طی نمونه‌برداری (فصل تابستان) شامل یونجه و مخلوط کنسانتره با ۱۶ درصد پروتئین خام بود.

روش تهیه‌ی نمونه‌ها

پس از انتخاب گاوها در هر گله، به هنگام دوشش عصر از هر رأس گاو مقدار ۵ میلی‌لیتر خون از ورید وداج در درون لوله‌ی خلأدار بدون ماده‌ی ضد انعقاد و مقدار ۱۰ میلی‌لیتر شیر در درون لوله‌ی آزمایش جمع‌آوری شد و مشخصات دام‌ها نیز ثبت گردید. گاوها در دو وعده‌ی صبح و عصر دوشیده می‌شدند. مقدار ۲۵ گرم یونجه و ۲۵ گرم کنسانتره به طور جداگانه در ظروف نمونه‌ی غذا برای آنالیز عناصر معدنی غذا تهیه شدند. یونجه‌ی گاوداری‌ها از مناطق مختلف ارومیه تهیه شده و کنسانتره نیز متعلق به کارخانه‌های خوراک دام و طیور مهاباد و ارومیه بودند. پس از جدا نمودن سرم‌ها از خون جهت ارزیابی مقادیر میکرومینرال‌ها شامل منگنز، مولیبدن، آهن، مس و ماکرومینرال‌ها مانند کلسیم، فسفر، منیزیم، سدیم و پتاسیم به یخچال منتقل شدند. نمونه‌های شیر به فریزر $-20^{o}C$ منتقل شده تا پس از جمع‌آوری تمامی نمونه‌ها عناصر فوق‌الذکر ارزیابی شوند. غذاها به آزمایشگاه کنترل کیفی مواد غذائی ارسال تا آزمایش‌های ذیربط معدنی انجام گیرند.

روش‌های آزمایشگاهی

در نمونه‌های سرم خون، شیر و غذا مقادیر میکرومینرال‌ها شامل منگنز، مولیبدن، آهن، مس و ماکرومینرال‌ها شامل کلسیم، فسفر، منیزیم، سدیم و پتاسیم مورد سنجش قرار گرفت. نمونه‌های خون با دور ۳۰۰۰ در دقیقه به مدت ۵ دقیقه سانتریفوژ و سرم خون آن‌ها خارج گردید. ارزیابی عناصر معدنی سرم خون در آزمایشگاه مرکز تشخیص دانشکده‌ی دامپزشکی دانشگاه ارومیه انجام شد. اندازه‌گیری منگنز و مولیبدن سرم خون گاوها با استفاده از دستگاه جذب اتمی شیماتزو مدل AA۶۸۰۰ به همراه گرافیت فورنیس اتومایزر و سمپلر اتوماتیک مدل ASC-6100 انجام شد. ابزارهای آزمایشگاهی و پارامترهای مورد نیاز بر اساس دستورالعمل سازنده دستگاه تنظیم شدند. مایکروویو فورنیس مدل ۵ Mars برای هضم نمونه‌ها به کار رفت. اندازه‌گیری pH در تمام موارد با استفاده از الکترود شیشه‌ای انجام گردید (WTW pH-340-A/SET2). تمامی مواد شیمیائی مورد مصرف برای ارزیابی میکرومینرال‌ها دارای درجه‌ی خلوص کامل بودند (Merck, Darmstadt, FRG). محلول استاندارد ذخیره شده منگنز و مولیبدن (۱۰۰۰ PPM) از محلول استاندارد تیتریزول تهیه شد (Merck). محلول‌های مورد نیاز فوق به صورت روزانه با رقیق نمودن در آب مقطر دیونیزه شده تهیه شدند. مقادیر منگنز و مولیبدن در دستگاه جذب اتمی و لامپ‌های ذیربط تعیین شدند. آهن، مس، کلسیم، منیزیم و فسفر سرم خون با استفاده از کیت‌های تجارتی ساخت شرکت پارس آزمون ایران توسط دستگاه اتوآنالیزر (RA-1000, USA) اندازه‌گیری شدند. سدیم و پتاسیم سرم خون با استفاده از استاندارد سدیم و پتاسیم تولید شرکت پارس آزمون ایران در دستگاه شعله‌سنجی (Jenway, Clinical PFP7, England) اندازه‌گیری شدند. حساسیت روش‌های فوق مطابق شرکت پارس آزمون برای مس 400µg/dl، آهن 600µg/dl، کلسیم 20mg/dl، فسفر 15mg/dl و منیزیم 5mg/dl بود. از سرم شیر برای اندازه‌گیری میکرو و ماکرومینرال‌های شیر استفاده شد. شیر ابتدا چربی‌گیری شد، سپس کازئین با اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال ترسیب شد و سرم شیر جدا گردید. به واسطه‌ی استفاده از اسیدکلریدریک برای خارج ساختن کازئین، کلر شیر اندازه‌گیری نشد. هم‌چنین به واسطه‌ی کم اهمیت بودن کلر نسبت به سایر ماکرومینرال‌ها این عنصر در خون و غذا نیز ارزیابی نشد.

آنالیز آماری

از نرم‌افزار SPSS 17 برای آنالیز داده‌ها استفاده شد. ابتدا بوسیله‌ی Case Summaries میانگین، خطای استاندارد و دامنه‌ی میکرو و ماکرومینرال‌ها در سرم، شیر و غذا تعیین شد. از آزمون Student t-test برای مقایسه‌ی مینرال‌ها در دو گروه غذای علوفه‌ای و کنسانتره دامی استفاده گردید. از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) جهت مقایسه‌ی میانگین مینرال‌ها در ۷ گله‌ی مختلف گاوها استفاده شد. مقدار P کم‌تر از ۰/۰۵ به عنوان تفاوت معنی‌دار تلقی گردید. از آزمون ضریب همبستگی پیرسون برای تعیین ارتباط بین میکرو و ماکرومینرال‌ها در نمونه‌های مختلف سرم، شیر و غذا استفاده گردید. آزمون رگرسیون برای تعیین معادلات احتمالی عناصر معدنی در نمونه‌های مختلف استفاده شد.

نتایج

جداول ۱، ۲ و ۳ میانگین میکرو و ماکرومینرال‌ها را به ترتیب در سرم خون، شیر و غذای گله‌های بررسی شده نشان می‌دهد. مقایسه‌ی میانگین غلظت مینرال‌های سرم، شیر و غذا در بین گله‌های گاو ماده تفاوت معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۵) ولی آهن و منیزیم سرم و منگنز و مس شیر که در بین گله‌های گاو متفاوت نبودند.

نتایج آنالیز همبستگی بین میکرو و ماکرومینرال‌ها در سرم (جدول ۴) بیش‌ترین روابط را در مولیبدن و منگنز نشان داد (P<۰/۰۵). ارتباط بین میکرومینرال‌های خون بیش‌تر از ارتباط بین ماکرومینرال‌های خون بود. ارتباط بین عناصر معدنی شیر محدود به منگنز/مس، منگنز/منیزیم و آهن/سدیم بود (P<۰/۰۵). ارتباط بین عناصر معدنی سرم خون با شیر در بین سدیم شیر/منگنز سرم، سدیم شیر/مولیبدن سرم، سدیم شیر/آهن سرم و مولیبدن شیر/آهن سرم مشاهده شد (P<۰/۰۵). بالاترین ارتباط بین میکرومینرال‌ها و ماکرومینرال‌ها در سرم خون و کم‌ترین آن‌ها در عناصر معدنی شیر بود (جدول ۴).

نتایج تجزیه و تحلیل همبستگی بین میکرومینرال‌ها و ماکرومینرال‌ها غذا وجود رابطه بین کلسیم/منیزیم (r=۰/۹۰)، کلسیم/سدیم (r=۰/۷۶)، کلسیم/پتاسیم، منگنز/آهن (r=۰/۸۴) و منگنز/مس (r= →/۷۸) را نشان داد. ارتباط در بین ماکرومینرال‌ها بیش‌تر از میکرومینرال‌ها بود. کلسیم و منگنز غذا بیش‌ترین ارتباط را در مقایسه با دیگران نشان دادند. همبستگی بین عناصر معدنی غذا با سرم خون در منیزیم غذا با آهن (r=۰/-۸۲) و فسفر سرم خون (r=۰/۸۲) مشاهده گردید. ارتباط در بین عناصر معدنی غذا با شیر در منگنز غذا/مس شیر (r=۰/۸۷)، آهن غذا/کلسیم شیر (r=-۰/۹۲)، مس غذا/مس شیر (r=۰/۹۳) و پتاسیم غذا/منگنز شیر (r=-۰/۸۴) مشاهده شد. منیزیم غذا بیش‌تر از عناصر دیگر با عناصر معدنی سرم خون همبستگی داشته، در صورتی‌که مس شیر بیش‌ترین ارتباط را با عناصر معدنی غذا نشان داد. نتایج رگراسیون خطی بین عناصر معدنی خون، شیر و غذا نشان داد که عناصر معدنی شیر و غذا پارامترهای مناسبی برای تشکیل معادله نیستند، در صورتی‌که آهن، مس، کلسیم و فسفر سرم خون پارامترهای مطلوبی برای تعیین وضعیت منگنز (جدول ۵) و مولیبدن خون بودند (جدول ۶).

{ فسفر (۰/۱۱ ± ۳/۷۴)+کلسیم (۰/۱۴ ± ۱/۷۵-)+مس (۰/۰۱ ± ۰/۰۹)+آهن (۰/۰۱ ± ۰/۲۴-)} - ۱۳/۲۶= منگنز خون

{ سدیم (۰/۰۱ ± ۰/۰۱)+کلسیم (۰/۰۱ ± ۰/۰۵-)+مس (۰/۰۱ ± ۰/۰۱-)+آهن (۰/۰۱ ± ۰/۰۱)} - ۰/۸۶= مولیبدن خون

جدول ۱: میانگین و خطای معیار (SE) مقادیر میکرومینرال‌ها (µmol/l) و ماکرومینرال‌ها (mmol/l) در سرم خون گله‌های تحت مطالعه

گله*	منگنز	مولیبدن	آهن	مس	کلسیم	فسفر	منیزیم	سدیم	پتاسیم
۱	^{a}۲۸۲/۱±۲۰/۰	^{b}۴/۱۶±۰/۲۱	^{a}۱۲/۴±۰/۸	۳۳/۰±۰/۴۱	^{a}۲/۴۷±۰/۰۳	^{a}۱/۵۷±۰/۰۷	^{a}۰/۸۶±۰/۰۹	^{a}۱۲۱/۹±۲/۶	^{a}۶/۶±۰/۸
۲	^{b}۴۰۴/۰±۴۰ /۰	^{a}۳/۴۳±۰/۳۱	^{a}۱۱/۵±۰/۸	^{b}۳۸/۰±۱/۲	^{a}۲/۴۲±۰/۰۴	^{b}۱/۷۶±۰/۱	^{a}۰/۸۸±۰/۰۷	^{b}۱۳۱/۷±۲/۶	^{b}۳/۹±۰/۳
۳	^{b}۳۲۷/۶±۳۴/۶	^{b}۴/۱۶±۰/۳۱	^{a}۱۱/۶±۰/۷	^{a}۳۵/۲±۰/۶	^{b}۲/۲۰±۰/۰۳	^{a}۱/۴۱±۰/۱	^{a}۰/۹۱±۰/۰۵	^{b}۱۳۱/۱±۱/۱	^{b}۴/۳±۰/۴
۴	^{a}۳۱۴/۹±۲۵/۵	^{a}۳/۸۵±۰/۳۱	^{a}۱۱/۵±۰/۷	^{a}۳۳/۱±۰/۵	^{a}۲/۳۷±۰/۰۳	^{a}۱/۴۹±۰/۱	^{a}۰/۸۵±۰/۰۵	^{b}۱۲۹/۳±۱/۴	^{b}۲/۶±۰/۱
۵	^{a}۲۴۵/۷±۲۹/۱	^{a}۳/۹۵±۰/۲۱	^{a}۱۲/۳±۰/۷	^{a}۳۴/۵±۰/۴	^{a}۲/۴۹±۰/۰۴	^{a}۱/۳۱±۰/۱۳	^{a}۰/۷۳±۰/۰۷	^{b}۱۳۶/۳±۱/۳	^{b}۳/۳۷±۰/۳
۶	^{a}۱۸۳/۸±۲۰/۰	^{b}۴/۶۸±۰/۲۱	^{a}۱۳/۳±۰/۵	^{a}۳۴/۲±۰/۷	^{a}۲/۳۲±۰/۰۳	^{c}۱/۰۲±۰/۱	^{a}۰/۷۷±۰/۰۶	^{c}۱۲۲/۳±۲/۳	^{b}۳/۶±۰/۴
۷	^{a}۱۸۵/۶±۲۰/۰	^{b}۴/۱۶±۰/۲۱	^{a}۱۳/۶±۰/۶	^{b}۳۸/۲±۰/۹	^{a}۲/۳۲±۰/۰۵	^{c}۰/۹۳±۰/۰۷	^{a}۰/۷۵±۰/۰۵	^{b}۱۳۳/۲±۰/۶	^{b}۴/۱±۰/۵
میانگین	۲۸۹/۴±۳۰/۹	۴/۱۶±۰/۱۱	۱۲/۳±۰/۳	۳۵/۶±۰/۴	۲/۲۹±۰/۰۳	۱/۳۶±۰/۱	۰/۸۱±۰/۰۳	۱۲۹/۷±۰/۸۳	۴/۱±۰/۲

حروف انگلیسی کوچک نامتشابه بیانگر وجود اختلاف آماری معنی‌دار در حد P<۰/۰۵ است. *= هرگله ۱۰ راس

جدول ۲: میانگین و خطای معیار (SE) مقادیر میکرومینرال‌ها (µmol/l) و ماکرومینرال‌ها (mmol/l) در شیر گله‌های تحت مطالعه

گله*	منگنز	مولیبدن	آهن	مس	کلسیم	فسفر	منیزیم	سدیم	پتاسیم
۱	^{a}۰/۵۲۸±۰/۰۴	^{a}۰/۳۲±۰/۰۳	^{a}۰/۰۳۲±۰/۰۰۱	^{a}۰/۰۰۹±۰/۰۰۱	^{a}۲۵/۴±۰/۹	^{a}۱۷/۱±۰/۸	^{a}۳/۹۲±۰/۰۳	^{a}۴۱/۱±۰/۹۵	^{a}۱۴/۱±۰/۲
۲	^{a}۰/۵۸۲±۰/۰۲	^{a}۰/۳۲±۰/۰۲	^{a}۰/۰۳۱±۰/۰۰۲	^{a}۰/۰۰۹±۰/۰۰۱	^{a}۲۴/۴±۰/۳	^{b}۱۷/۲±۰/۷	^{a}۳/۹۱±۰/۰۵	^{b}۳۳/۶±۱/۹	^{b}۱۴/۶±۰/۳
۳	^{a}۰/۶۰۱±۰/۰۷	^{b}۰/۴۴±۰/۰۴	^{b}۰/۰۳۸±۰/۰۰۳	^{a}۰/۰۰۷±۰/۰۰۱	۲۴/۹±/۳	^{c}۱۴/۳±۰/۶	^{b}۴/۱±۰/۰۶	^{b}۳۶/۶±۱/۴	^{b}۱۴/۵±۰/۳
۴	^{a}۰/۵۸۲±۱/۰۴	^{b}۰/۴۲±۰/۰۴	^{c}۰/۰۲۶±۰/۰۰۳	^{a}۰/۰۰۷±۰/۰۰۱	^{a}۲۳/۸±۰/۴	^{a}۱۶/۶±/۸	^{a}۳/۸۷±۰/۰۴	^{a}۳۹/۶±۱/۱	^{a}۱۳/۹±۰/۲
۵	^{a}۰/۷۱۰±۱/۰۷	^{a}۰/۳۳±۰/۰۳	^{d}۰/۰۲۱±۰/۰۰۱	^{a}۰/۰۱۵±۰/۰۰۱	^{b}۲۳/۱±۰/۴	^{d}۱۸/۷±۰/۵	^{a}۳/۹۷±۰/۰۵	^{b}۳۶/۶±۰/۴	^{a}۱۴/۱±۰/۱
۶	^{a}۰/۶۰۱±۱/۰۴	^{a}۰/۳۰±۰/۰۲	^{c}۰/۰۲۵±۰/۰۰۲	^{a}۰/۰۱۵±۰/۰۰۱	^{a}۲۳/۷±۰/۴	^{d}۱۸/۰±۰/۶	^{b}۴/۰۸±۰/۰۶	^{b}۳۸/۱±۱/۵	^{a}۱۴/۲±۰/۲
۷	^{a}۰/۵۲۸±۱/۰۴	^{a}۰/۳۶±۰/۰۲	^{b}۰/۰۴۰±۰/۰۰۲	^{a}۰/۰۰۸±۰/۰۰۱	^{a}۲۳/۵±۰/۵	^{a}۱۶/۵±/۸	^{a}۳/۸۸±۰/۰۶	^{c}۴۴/۹±۰/۶	^{b}۱۴/۶±۰/۲
میانگین	۰/۵۸۲±۱/۰۲	۰/۳۵±۰/۰۱	۰/۰۳۰±۰/۰۰۱	۰/۰۱۰±۰/۰۰۱	۲۴/۱±۰/۲	۱۷/۰±۰/۷	۳/۹۶±۰/۰۲	۳۸/۹±۰/۶	۱۴/۳±۰/۱

حروف انگلیسی کوچک نامتشابه بیانگر وجود اختلاف آماری معنی‌دار در حد P<۰/۰۵ است. *= هرگله ۱۰ راس

جدول ۳: میانگین و خطای معیار میکرومینرال‌ها و ماکرومینرال‌ها (mg/kg) در انواع غذا در گله‌های تحت مطالعه[۱]

غذا	منگنز	مولیبدن	آهن	مس	کلسیم	فسفر	منیزیم	سدیم	پتاسیم
علوفه	^{a}۵۲/۰±۴/۸	^{a}۲/۶۱±۰/۷	^{a}۲۳۵/۹±۱۵/۱	^{a}۲۸/۷۱±۲/۷	^{a}۶۰۷/۴±۴۰/۳	^{a}۱/۸۹±۰/۱	^{a}۶۴/۱±۱۳/۳	^{a}۱۱۱/۱±۱۸/۷	^{a}۳/۶۶±۰/۵۶
متراکم	^{a}۶۲/۴±۳/۶	^{a}۱/۷۸±۰/۲	^{a}۲۱۰/۴±۱۴/۴	^{a}۳۳/۲۹±۱/۷	^{b}۴۱۸۳/۰±۵۱۷/۴	^{b}۴/۳۸±۱/۰	^{b}۳۸۱۰/۲±۵۲۸/۶	^{b}۳۰۵۳/۶±۴۷۰/۸	^{b}۴/۸۷±۰/۴
میانگین	۵۷/۲±۳/۲	۲/۱۹±۰/۴	۲۲۳/۱±۱۰/۶	۳۱/۰±۱/۶	۲۳۹۵/۲±۵۵۴/۹	۳/۱۳±۰/۶	۱۹۳۷±۵۷۸/۳	۱۵۸۲/۳±۴۶۶/۷	۴/۲۷±۰/۴

حروف انگلیسی کوچک نامتشابه بیانگر وجود اختلاف آماری معنی‌دار در حد P<۰/۰۵ است. ^{1} (df=۶)

جدول ۴: ارتباط بین میکرو و ماکرومینرال‌ها در سرم، شیر و بین آن‌ها در گاوهای تحت مطالعه[۱]

پارامترها	مولیبدن سرم	آهن سرم	مس سرم	کلسیم سرم	فسفر سرم	منگنز شیر	آهن شیر	مولیبدن شیر	سدیم شیر
منگنز سرم	-۰/۴۶**	-۰/۶۲**	۰/۳۳*	------	۰/۷۹**	----	----	----	-۰/۳۲*
مولیبدن سرم	----	۰/۷۸**	-۰/۳۵*	-۰/۵۴**	-۰/۲۳*	----	----	----	۰/۲۸*
آهن سرم	----	----	----	----	-۰/۲۵*	----	----	-۰/۲۸*	۰/۲۵*
مس شیر	----	----	----	----	----	۰/۳۰*	----	----	----
منیزیم شیر	----	----	----	----	----	۰/۲۵*	----	----	----
سدیم شیر	----	----	----	----	----	----	۰/۲۹*	----	----

*= P<0.05 **= P<0.01 (n=۷۰) [۱]

جدول ۵: نتایج آنالیز رگرسیون میزان منگنز سرم با عناصر معدنی خون

مدل	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t-value	Sig
	B	Std. Error	Beta		
ضریب ثابت	۱۳/۲۶	۲/۳۵		۵/۶۴	۰/۰۰
آهن	−۰/۲۴	۰/۰۱	−۴/۴۱	−۲۰/۷۵	۰/۰۰
مس	۰/۰۹	۰/۰۱	۰/۲۷	۱۲/۷۷	۰/۰۰
کلسیم	−۱/۷۵	۰/۱۴	−۰/۲۶	−۱۲/۶۲	۰/۰۰
فسفر	۳/۷۴	۰/۱۱	۰/۷۱	۳۳/۳۵	۰/۰۰

Serum Mn R^2=0.97 (n=۷۰)

جدول ۶: نتایج آنالیز رگرسیون میزان مولیبدن سرم با عناصر معدنی خون

مدل	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t-value	Sig
	B	Std. Error	Beta		
ضریب ثابت	۰/۸۶	۰/۰۴		۲۰/۹۴	۰/۰۰
آهن	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۷۱	۳۹/۳۴	۰/۰۰
مس	−۰/۰۱	۰/۰۱	−۰/۳۹	−۲۱/۰۳	۰/۰۰
کلسیم	−۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۵۳	−۲۹/۰۱	۰/۰۰
سدیم	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۴	۲/۰۴	۰/۰۵

Serum Mo R^2=0.97 (n=۷۰)

بحث

میانگین سرمی میکرومینرال‌های این مطالعه در مقایسه با یافته‌های Norouzi و همکاران در سال ۲۰۱۳ در گاو نشان می‌دهد که غلظت مس و مولیبدن این مطالعه بیش‌تر از یافته‌های فوق بوده، در صورتی که مقادیر منگنز و آهن سرم با نتایج نوروزی و همکاران در سال ۲۰۱۳ مطابقت دارد. مقادیر منگنز سرم این مطالعه از یافته‌های Jena و همکاران در سال ۲۰۱۱، مولیبدن از گزارش‌های Jokubauskiene و همکاران در سال ۲۰۱۰، آهن و مس از مطالعات Randhawa و Randhawa در سال ۲۰۰۲ کم‌تر است. مقادیر منگنز، مولیبدن، آهن و مس سرم توسط مولفین فوق به ترتیب ۳۶۴، ۳/۷۵، ۱۷/۹ و ۲۷/۳ µmol/l گزارش شده که پائین بودن میانگین منگنز و آهن را نشان می‌دهد. علل پایین بودن این میکرومینرال‌ها احتمالاً مرتبط با متغیر بودن مقدار و ترکیب جیره‌ی غذائی (Masters et al. 1988)، رقابت میکرو با ماکرومینرال‌ها (Igarza et al. 1996)، سن (Hansen et al. 2006) و تغییرات جغرافیایی باشد (Jokubauskiene et al. 2010). نقش منگنز و آهن سرم در رابطه با اعمال گوناگون فیزیولوژیکی، تولیدی و تولید مثلی مهم‌تر از مس و مولیبدن است که به واسطه‌ی پایین بودن منگنز سرم در گاوهای این مطالعه باید جدی تلقی شود.

نتایج این مطالعه با گزارش‌های Suttle در سال ۲۰۱۰ و Radostits و همکاران در سال ۲۰۰۷ که حداقل غلظت سرمی کلسیم، فسفر، منیزیم، سدیم و پتاسیم را به ترتیب ۲، ۱/۳، ۰/۵، ۱۳۲ و ۳/۹ میلی‌مول در لیتر ذکر نموده‌اند مطابقت داشته، در حالی که سدیم اندکی پائین‌تر گزارش

شده است . همچنین نتایج سدیم در مقایسه با مطالعه Norouzi و همکاران در سال ۲۰۱۳ بیش‌تر بوده است. نقش کلسیم و فسفر غذا و سرم خون در فرایند تولید شیر و بیماری‌های تغذیه‌ای و متابولیک مهم بوده (Ismail et al. 2011, Sakhare et al. 2011)، هم‌چنان که تغییرات آن‌ها پس از زایمان و مراحل شیردهی فیزیولوژیک می‌باشد (Cozzi et al. 2011) . نقش رقابتی کلسیم، منیزیم و فسفر بر میکرومینرال‌هائی مانند منگنز و مس توسط Bademkiran و همکاران در سال ۲۰۰۸، Bhattacharyya و همکاران در سال ۲۰۰۹ و Lopez و همکاران در سال ۲۰۰۸ گزارش شده که اهمیت مطالعه‌ی مشترک ماکرو با میکرومینرال‌ها را از نظر تعیین رقابت بین آن‌ها در تنظیم جیره‌ی غذائی نشان داده، هم‌چنان که مطالعه هم‌زمان نیز از اهداف این بررسی بود. در این مطالعه کلسیم و فسفر خون نسبت به مطالعات منطقه‌ای بالا (Norouzi et al. 2013) ولی نسبت به گزارش‌های جهانی نسبتاً پائین است که از علل احتمالی آن می‌توان به پایین بودن میزان آن‌ها در کنسانتره، عوامل رقابتی و تولید بالای شیر اشاره نمود، لذا استفاده از مکمل‌های معدنی به منظور تأمین آن‌ها روشی مناسب بوده به طوری که توازن با منگنز به واسطه‌ی رقابت آن‌ها منظور شود.

اهمیت ارزیابی میکرومینرال‌های شیر در مرحله‌ی اول تعیین کمبود منگنز، آهن، مس، روی، کبالت، ید و سلنیم (Wnuk et al. 2003) و در مرحله‌ی بعدی تعیین میزان فلزات سنگین و سمی در شیر است (Licata et al. 2004) . مقادیر میکرومینرال‌های شیر در گاوهای این مطالعه با یافته‌های Anderson در سال ۱۹۹۲ مطابقت داشته، از مطالعه‌ی Stage و Web در سال ۱۹۸۵ بیش‌تر و از مقادیر گزارش شده توسط Enb و همکاران در سال ۲۰۰۹ کم‌تر می‌باشد. مقادیر میکرومینرال‌های شیر توسط عواملی مانند محتوای معدنی خاک، انرژی و ترکیبات آلی غذا و تغییرات در جذب و ابقاء میکرومینرال‌ها تعیین می‌گردد (Dobrzanski et al. 2005). عوامل مهم دیگری که میکرومینرال‌ها را در جهت کاهش یا افزایش تحت تأثیر قرار می‌دهد آلودگی‌های محیطی و رقابت بین آن‌هاست. بر این اساس، ترکیب و انواع میکرومینرال‌های شیر بر اساس تغذیه، فصل و شرایط جغرافیایی متفاوت می‌باشد. مقایسه‌ی گزارش‌های Enb و همکاران در سال ۲۰۰۹، Flynn در سال ۱۹۹۲، Hurley در سال ۱۹۹۷، Stage و Web در سال ۱۹۸۵ با نتایج این مطالعه بیانگر غلظت یکسان برای منگنز و مولیبدن است، ولی میزان آهن و مس این مطالعه کم‌تر از گزارش‌های فوق بوده که علت آن پایین بودن آهن شیر در این مطالعه و احتمال استفاده از مکمل‌های آهن و مس در مطالعات دیگران باشد. Torrejo و همکاران در سال ۲۰۰۴ حداقل میزان آهن و مس شیر را به ترتیب ۱۰ و ۵ میلی‌گرم در لیتر ذکر نموده که در صورت پائین بودن آن‌ها افزودن مکمل در غذا یا شیر مصرفی انسان و دام ضروری است. افزودن مکمل‌های آلی آهن و مس در غذا در مقایسه با نوع غیرآلی آن سبب افزایش تولید شیر و تولیدمثل در گاوهای شیری شده است (Rabiee et al. 2010). Mass و همکاران در سال ۲۰۱۱ گزارش می‌کنند که اگر مس شیر خام بین ۰/۲۸ تا ۱/۷ µg/dl باشد شیر و پنیر حاصل از آن غنی از مس و روی خواهد بود.

میانگین ماکرومینرال‌های شیر در این مطالعه کم‌تر از گزارش‌های موجود بودند (Guzman and Gongora 1992, Ramin et al. 2005, 2007). بر اساس گزارش‌های محققان، ماکرومینرال‌ها شیر ثابت نیست و تحت تأثیر تغذیه، نژاد، مرحله‌ی شیرواری، پروتئین شیر و تولید شیر است (Wu et al. 2001, Frank and Swensson 2002, Van Hulzen et al. 2009). تغذیه با یونجه و کنسانتره حاوی ۱ درصد مواد معدنی موجب افزایش کلسیم، فسفر و منیزیم شیر می‌شود. سیترات، کازئین و منیزیم شیر در تنظیم و جذب کلسیم شیر مؤثرند (Guzman and Gongora 1992). نقش کلسیم و فسفر در شکل‌گیری و رشد استخوان‌ها و منیزیم در جلوگیری از غش گوساله مهم بوده و کمبود آن‌ها با ریکتز، استئومالاسی و هیپومنیزیمی همراه خواهد بود (Guzman and Gongora

1992). بالا بودن کلسیم، فسفر و منیزیم امتیازی در کیفیت شیر بوده که معمولاً در ابتدا و انتهای شیرواری مشاهده می‌شود (Kubarsepp et al. 2002). در اورام پستان کلسیم، فسفر و منیزیم شیر کاهش و پتاسیم افزایش می‌یابد (Roussel et al. 1992) دفع منیزیم از شیر مداوم بوده و پائین بودن منیزیم شیر در گاوان پر تولید، استرس گرما و لکوز گاوان گزارش شده ولی افزایش آن در شیر مزیت بوده و سبب سهولت جذب کلسیم و رفع غش در گوساله می‌شود (Madej et al. 1994).

مقادیر میکرومینرال‌های منگنز، آهن و مس مورد نیاز در غذای گاوها به ترتیب ۱۰، ۵۰ و ۴ µg/g و برای مولیبدن اندک است (Ammerman and Goodrich 1983). نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که میکرومینرال‌ها در علوفه و مواد متراکم این مطالعه تا ۵ برابر مقادیر گزارش شده بوده و نبایستی کمبود تغذیه‌ای میکرومینرال‌ها در گاوها مطرح باشد. آستانه‌ی این میکرومینرال‌ها در غذای مصرفی گاو به ترتیب برای منگنز، آهن و مس ۱۰۰، ۲۰ و ۲۵ برابر بدون عوارض جانبی و مسمومیت ذکر شده که می‌توان در جیره‌ی غذایی گاوهای این مطالعه هم‌چنان درصدی را افزود. دلیل این ادعا پایین بودن نسبی منگنز، آهن و مس سرم این مطالعه بوده که یا رقابت بین میکرو و ماکرومینرال‌ها در غذا بوده و یا این که مصرف میکرومینرال‌ها برای تولید شیر و تولید مثل زیاد بوده است. به هر حال، کمبود منگنز و سایر میکرومینرال‌ها در این مطالعه اولیه نیست، بلکه ثانویه است. هم‌چنین در این مطالعه، عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میکرومینرال‌های علوفه و با مواد متراکم و کنسانتره نشان می‌دهد که گاوها مقادیری از میکروالمان‌ها را در کنسانتره نیاز دارند تا از این طریق کاهش جزئی این عناصر در گاوها برطرف گردد. محققین رقابت بین منگنز با کلسیم و فسفر (Lopez et al. 2008)، مس با آهن و مولیبدن را ذکر کرده‌اند (Spears 2011). به هر حال نسبت مولیبدن به مس در غذا نباید بیش‌تر از ۴ باشد که در این مطالعه چنین بوده اما مقادیر سولفور که با مولیبدن و مس تشکیل تیومولیبدات مس را می‌دهد نامشخص است (Spears 2011).

ماکرومینرال‌های غذا در این مطالعه برای علوفه در حد متعادل و برای مواد متراکم زیاد بوده و با نتایج Ammerman و Goodrich (۱۹۸۳) مطابقت دارد. این نتایج نشان می‌دهد که علی‌رغم غنی‌سازی ماکرومینرال‌ها در غذای گاوهای شیری ارومیه، هنوز آثاری از پایین بودن نسبی کلسیم، فسفر و پتاسیم سرم مشاهده می‌شود که علت را می‌توان اثرات رقابتی عناصر معدنی، مکانیسم‌های جذب در شکمبه، وضعیت تولید شیر و دفع عناصر معدنی از بدن دانست (Radostits et al. 2007)، دانشمندان برای تولید یک لیتر شیر مقدار ۱/۲۳ گرم کلسیم و ۰/۹۵ گرم فسفر اضافی و برای رشد یک کیلوگرم جنین مقدار ۱۳/۷ گرم کلسیم و ۷/۶ گرم فسفر را ضروری می‌دانند (Ammerman and Goodrich 1983). گاوهای این مطالعه با میانگین تولید شیر بالا و آبستنی تا ۷ ماه اساساً به کلسیم و فسفر اضافی نیاز دارند. نقش کلسیم، فسفر و منیزیم در رشد، تولید شیر و تولید مثل مهم است، افزایش آن‌ها در غذا سبب کاهش جذب منگنز، مصرف غذا و رشد شده، با استئوپروز و ضخیم شدن قشر استخوان‌ها همراه خواهد بود. کمبود آن‌ها در غذا موجب ریکتز، استومالاسی، تب‌شیر و تتانی می‌شود (Ammerman and Goodrich 1983)، لذا تنظیم آن‌ها مهم و حیاتی خواهد بود. عمده‌ترین اثرات رقابتی در بین عناصر را منیزیم با پتاسیم (Radostits et al. 2007) و کلسیم و فسفر با منگنز دارند (Lopez et al. 2008).

روابط بین ماکرومینرال‌های خون با مشاهده بیش‌ترین ارتباط بین مولیبدن و منگنز بوده که با نتایج سایر محققین (Legleiter et al. 2005, Hansen et al. 2006, Norouzi et al. 2013) هم‌خوانی دارد و می‌تواند نقطه‌ی مثبتی در تهیه و تنظیم میکرومینرال‌ها در غذا باشد. ارزیابی یک میکرومینرال در سرم می‌تواند وضعیت میکرومینرال‌های دیگر را نشان دهد. این هماهنگی‌ها در بین منگنز و مولیبدن بیش‌تر از سایر عناصر معدنی سرم بود. در این

مطالعه فسفر سرم با منگنز، مولیبدن و آهن سرم مرتبط بوده که با یافته‌های Ward و Spears (۱۹۹۷)، Spears (۲۰۱۱)، Blanco-Penedo و همکاران (۲۰۰۶)، Lopez و همکاران (۲۰۰۸) و Suttle (۲۰۱۰) که رابطه کلسیم را با میکرومینرال‌ها ذکر کرده‌اند مطابقت ندارد. در این مطالعه آهن سرم با منگنز رابطه‌ی معکوس و با مولیبدن رابطه‌ی مستقیم را نشان داده که با نتایج Hansen و همکاران در سال ۲۰۰۸ هم‌خوانی دارد. مس سرم با منگنز رابطه‌ی مستقیم و با مولیبدن ارتباط معکوس داشته که بر اساس یافته‌های Suttle در سال ۲۰۱۰ مهم‌ترین رقابت بین مولیبدن، مس و سولفور بوده که سولفور در این مطالعه بررسی نشد.

منگنز و کلسیم غذا بیش‌ترین ارتباط را با سایر عناصر معدنی نشان داد که در این میان ارتباط بین ماکرومینرال‌ها بیش‌تر از میکرومینرال‌ها بود. در صورتی که کم‌ترین همبستگی‌ها در بین عناصر معدنی شیر مشاهده گردید که سدیم و آهن شیر بیش‌ترین ارتباط را با عناصر خونی داشتند. منیزیم غذا با عناصر معدنی سرم رابطه داشته در صورتی‌که مس شیر بیش‌ترین ارتباط را با عناصر معدنی غذا نشان داد. نتایج مشابه توسط Norouzi و همکاران در سال ۲۰۱۳، (Ramin et al. 2005, 2007) گزارش شده است. نتایج ارتباط عناصر معدنی غذا با خون و شیر بایستی در مطالعات تجربی و تکمیلی تائید گردند. نتایج رگرسیون نشان داد که منگنز و مولیبدن سرم مناسب‌ترین معادلات پیش‌بینی را نشان داده در صورتی که عناصر معدنی شیر و غذا اندیس‌های مناسبی نبودند. مطالعه‌ی مشابه و قابل مقایسه‌ای موجود نبوده و معادلات بایستی در مطالعات تکمیلی تائید گردند.

در خاتمه، گاوهای شیری ارومیه از میزان منگنز و آهن سرم نسبتاً پایینی برخوردار بودند ولی سایر مینرال‌های غذا و شیر در حد مناسبی بودند. کمبود منگنز از نوع ثانویه می‌باشد. میکرومینرال‌ها و ماکرومینرال‌های خون در مقایسه با شیر و غذا به واسطه‌ی دارا بودن مناسب‌ترین ارتباط با یکدیگر از نشانه‌های قابل اعتماد در تعیین وضعیت معدنی گاوها محسوب می‌شوند. در این رابطه منگنز، مولیبدن، کلسیم و فسفر خون در اولویت اول و آهن و مس در اولویت بعدی قرار دارند. منگنز و مولیبدن خون در مقایسه با دیگر مینرال‌های خون در گاو قابل ردیابی و پیش‌بینی هستند، ولی عناصر معدنی شیر و غذا فاقد چنین خصوصیاتی هستند. در راستای افزایش تولید و پیش‌گیری از بروز کمبودهای معدنی در گاوهای مورد مطالعه غنی‌سازی کنسانتره از منگنز و آهن مس ضروری به نظر می‌رسد.

منابع

Ahola, J.K.; Baker, D.S.; Burns, P.D.; Mortimer, R.G.; Enns, R.M.; Whittier, J.C. et al. (2004). Effect of copper, zinc, and manganese supplementation and source on reproduction, mineral status, and performance in grazing beef cattle over a two-year period. Journal of Animal Science, 82: 2375-2383.

Alonso, M.L.; Benedito, J.L.; Miranda, M.; Castillo, C.; Hernandez, J. and Shore, R.F. (2000). Toxic and trace elements in liver, kidney and meat from cattle slaughtered in Galicia (NW Spain), Food Additives and Contamination, 17, 447-457.

Ammerman, C.B. and Goodrich, R.D. (1983). Advanced in mineral nutrition in ruminants. Journal of Animal Science, 57:519-533.

Anderson, R.R. (1992). Comparison of trace elements in milk of four species. Journal of Dairy Science, 75: 3050–3055.

Andrieu, S. (2008). Is there a role for organic trace element supplements in transition cow health? Veterinary Journal, 176:77-83.

Bademkiran, S.; Yokus, B.; Icen, H.; Cakir, D.U. and Kurt, D. (2008). Assessment of serum mineral and certain biochemical variables in self-sucking dairy cows. Journal of Animal Veterinary Advances, 7: 717-722.

Belewu, M.A. and Aiyegbusi, O.F. (2002). Comparison of the mineral content and apparent biological value of milk from human, cow and goat. Journal of Food Technology in Africa, 7: 9-11.

Bhattacharya, B.N.; Sarmah, B.C.; Baruah, A.; Baruah, K.K.; Nath, K.C.; Goswami, R.N. and Kalita, D.J. (2009). Mineral profiles of lactating cattle of two agro-climatic zones of Assam under field conditions. The Indian Journal of Animal Science, 74: 1206-1207.

Blanco-Penedo, I.; Cruz, J.M.; López-Alonso, M.; Miranda, M.; Castillo, C.; Hernández, J. et al. (2006). Influence of copper status on the accumulation of toxic and essential metals in cattle. Environmental International, 32:901-906.

Brzoska, F.; Wiewiora W.; Michalec, J. and Brzoska, B. (1996). Influence of magnesium oxygen and dolomite on cows productivity, milk composition, electrolyte content in milk and blood serum (in Polish). Rocz Nauk Zootech, 23, 71-74.

Caroli, S.; Alimonti, A.; Coni, E.; Petrucci, F.; Senofonte, O. and Violante, N. (1994). The assessment of reference values for elements in human biological tissues and fluids: a systematic review, Critical Review in Analayses Chemistry, 24: 363–398.

Cozzi, G.; Ravarotto, L.; Gottardo, F.; Stefani, A.L.; Contiero, B.; Moro, L. et al. (2011). Reference values for blood parameters in Holstein dairy cows: effects of parity, stage of lactation, and season of production. Journal of Dairy Science, 94: 3895-3901.

Dobrzañski, Z.; Kolacz, R.; Górecka, H.; Chojnacka, K. and Bartkowiak, A. (2005). The content of microelements and trace elements in raw milk from cows in the Silesian region. Polish Journal of Environmental Studies, 14:685-689.

Enb, J.A.; Abou Donia, M.A.; Abd-Rabou, N.S.; Abou-Arab, A.A.K. and El-Senaity, M.H. (2009). Chemical composition of raw milk and heavy metals behavior during processing of milk products. Global Veterinary, 3: 268-275.

Erdogan, S.; Celik, S. and Erdogan, Z. (2004). Seasonal and locational effects on serum, milk, liver and kidney chromium, manganese, copper, zinc, and iron concentrations of dairy cows. Biology of Trace Element Research, 98: 51-61.

Falandysz, J. (1993). Some toxic and essential trace metals in cattle from the northern part of Poland. Science of the Total Environment, 136: 177–191.

Flynn, A. (1992). Minerals and trace elements in milk. Advances in Food Nutrition Research, 36: 209-252.

Frank, B. and Swensson, C. (2002). Relationship between content of crude protein in rations for dairy cows and milk yield, concentration of urea in milk and ammonia emissions. Journal of Dairy Science, 85:1829-1838.

Fransson, G.B. and Lönnerdal, B. (1983). Distribution of trace elements and minerals in human and cow's milk. Pediatric Research, 17: 912-915.

Guzman, M.G.A. and Gongora, J.E.C. (1992). Mineral composition of milk produced in Monterrey, N.L. Mexico . Arch Latinoam Nutrition, 42: 456-459.

Hansen, S.L.; Schlegel, P.; Legleiter, L.R.; Lloyd, K.E. and Spears, J.W. (2008). Bioavailability of copper from copper glycinate in steers fed high dietary sulfur and molybdenum. Journal of Animal Science, 86: 173–179.

Hansen, S.L.; Spears, J.W.; Lloyd, K.E. and Whisnant, C.S. (2006). Growth, reproductive performance and manganese status of heifers fed varying concentrations of manganese. Journal of Animal Science, 84: 3375–3380.

Hurley, W.L. (1997). Lactation Biology. Minerals and Vitamins. Ed. by Univ. Urbana Illinois USA.

Igarza, L.; Agostini, M.; Becú-Villalobos, D. and Auza, N. (1996). Effects of molybdenosis on luteinizing hormone, follicle stimulating and estradiol hormones in rats. Archivos de Medicina Veterinaria, 28: 101-106.

Ismail, Z.A.; Alzghoul, M.D. and Eljarah, A. (2011). Hematology, plasma biochemistry, and urinary excretion of glucose and minerals in dairy cows affected with parturient paresis. Comparative Clinical Pathology, 20: 631-634.

Jena, M.; Das, S.K.; Mishra, S.K.; Swain, R.K. and Dehuri, P.K. (2011). Mineral profile of feeds, fodders and cattle in north-eastern coastal plain zone of Odisha. Indian Journal of Animal Science, 81: 1143-1147.

Jokubauskiene, V.; Špakauskas, V.; Matusevičius, A.; Klimiene, I.; Ružauskas, M. and Žilinskaite, M. (2010). Manganese, molybdenum and iron concentration in sera in-calf and milk cows under the influence of different factors. Veterinary Zootecnic, 50: 15-22.

Jukna, C.; Jukna, V. and Siugzdaite, J. (2006). Determination of heavy metals in viscera and muscles of Cattle. Bulgarian Journal of Veterinary Medicine, 9: 35-41.

Kaneko, J.J.; Harvey, J.W. and Bruss, M.L. (1997). Clinical Biochemistry of Domestic Animals, 5th Edn., Academic, London.

Kubarsepp, I.; Henno, M.; Kart, O. and Karrt, T. (2002). Milk calcium and phosphorus content of milk from dairy cattle raised in Estonia and the factors affecting them. Agraarteadus, 13: 162-175.

Legleiter, L.R.; Spears, J.W. and Lloyd, K.E. (2005). Influence of dietary manganese on performance, lipid metabolism and carcass composition of growing and finishing steers. Journal of Animal Science, 83: 2434-2439.

Licata, P.; Trombetta, D.; Cristani, M.; Giofre, F.; Martino, D.; Calo, M. et al. (2004). Levels of "toxic" and "essential" metals in samples of bovine milk from various dairy farms in Calabria, Italy. Environment International, 30: 1-6.

López, M.; Godoy, S.; Alfaro, C. and Chicco, C.F. (2008). Mineral nutrition evaluation in well drained savannas at south of monagas state, Venezuela. Revista Cientifica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia, 18: 197-206.

Maas, S.; Lucot, E.; Gimbert, F.; Crini, N. and Badot, P.M. (2011). Trace metals in raw cows' milk and assessment of transfer to Comté cheese. Food Chemistry, 129: 7–12.

Madej, J.A.; Klimentowski, S.; Kolacz, R. and Dobrzanski, Z. (1994). The role of heavy metals in the pathogenesis of enzootic bovine leukaemia. Medicyna Weterinarijna, 50: 374-377.

Masters, D.G.; Paynter, D.I.; Briegel, J.; Baker, S.K. and Purser, D.B. (1988) Influence of manganese intake on body, wool and testicular growth of young rams and on the concentration of manganese and the activity of manganese enzymes in tissues. Australian Journal of Agricultural Research, 39: 517–524.

Norouzi, N.; Ramin, A.G. and Asri-Rezaie, S. (2013). Relations between macro and trace elements in the serum of dairy cows in Urmia, Iran, Veterinary Research Forum, In press.

Rabiee, A.R.; Lean, I.J.; Stevenson, M.A. and Socha, M.T. (2010). Effects of feeding organic trace minerals on milk production and reproductive performance in lactating dairy cows: A meta-analysis. Journal of Dairy Science, 93: 4239–4251.

Radostits, O.M.; Blood, D.C. and Henderson, J.A. (2007). Veterinary Medicine. 8th Edn., Bailliere & Tindall Publication, Ltd., London, pp: 1450-1452.

Ramin, A.G.; Asri-Rezaie, S.; Lafzi, S. and Gholi-Poor, E. (2007). Monthly evaluation and correlations of calcium, phosphorus, sodium and potassium in Holstein cows milk. Iranian Veterinary Journal, 3: 26-30.

Ramin, A.G.; Asri-Rezaie, S. and Salamat, J. (2005). Monthly and seasonal variation in milk plamsa magnesium concentration in Friesian dairy herds in Urmia. Iranian Journal of Veterinary Research, 6:69-73.

Randhawa, C.S. and Randhawa, S.S. (2002). Copper status of crossbred cows of the organised and rural dairy herds in central Punjab. Indian Journal of Animal Science, 72: 1087-1091.

Roussel, J.D.; Thibodeaux, J.K.; Adkinson, R.W.; Toups, G.M. and Goodeaux, L.L. (1992). Effect of feeding various levels of sodium zeolite A on milk yield, milk composition and blood profiles in thermally stressed Holstein cows. International Journal of Aminal Nutrition Research, 62: 91-98.

Sakhaee, E.; Kheirandish, R.; Jafari, H. and Yaghoubi, M.A. (2011). Fatty liver syndrome in dairy herds in southeast Iran. Comparative Clinical Pathology, 20: 75-78.

Spears, J.W. (2011). Trace mineral bioavailability in Ruminants. Journal of Nutrition, 1506-1509.

Stage, J. and Web, I. (1985). Trace elements in human milk, cows milk, and infant formula. Agricultural and Biological Chemistry, 49: 21-26.

Suttle, N.F. (2010). Mineral Nutrition of Livestock. 4th Edition, FSC, Mixed Sources, MPG Books Group, 355-377.

Tomlinson, D.J.; Mulling, C.H. and Fakler, T.M. (2004). Invited review: formation of keratins in the bovine claw: roles of hormones, minerals, and vitamins in functional claw integrity. Journal of Dairy Science, 87:797-809.

Torrejo´n, C.S.; Castillo-Dura´n, C.; Hertrampf, E.D. and Ruz, M. (2004). Zinc and iron nutrition in chilean children fed fortified milk provided by the complementary national food program. Applied Nutritional Investigation, 20:177–180.

van Hulzen, K.J.; Sprong, R.C.; van der Meer, R. and van Arendonk, J.A. (2009). Genetic and nongenetic variation in concentration of selenium, calcium, potassium, zinc, magnesium, and phosphorus in milk of Dutch Holstein-Friesian cows. Journal of Dairy Science, 92:5754-5759.

Ward, J.D. and Spears, J.W. (1997). Long-term effects of consumption of low-copper diets with or without supplemental molybdenum on copper status, performance, and carcass characteristics of cattle. Journal of Animal Science, 75: 3057-3065.

Wnuk, W.; Odoj, J.; Bis-Wencel, H.; Saba, L.; Nowakowics-Debek, B. et al. (2003). Milk and hair coat as indicators of macroelements content in cows at different stages of lactation. Annales Universitatis Mariae Curie Sklodowska Section EE Zootechnica, 21 (2): 333-338.

Wu, Z.; Satter, L.D.; Blohowiak, A.J.; Stauffacher, R.H. and Wilson, J.H. (2001). Milk production, estimated phosphorus excretion, and bone characteristics of dairy cows fed different amounts of phosphorus for two or three years. Journal of Dairy Science, 84(7):1738-1748.

Trace and macro elements evaluation in blood, diet and milk and their interrelationships in Holstein dairy cows

Norouzi, N.[1]; Ramin, A.G.[2]; Asri-Rezaei, S.[3] and Kalantary, L.[4]

Received: 13.09.2013 Accepted: 16.07.2014

Abstract

Micro and macro-mineral concentrations in serum, milk and diet were investigated in 70 dairy cows, calved up to 4 calving and pregnant less than 7 months to determine the mineral status, their interrelationships and the main indices used in prediction of necessary minerals. Five ml of Jugular blood, 10 ml of milk and 25 gr from each alfalfa and concentrate were prepared and analysed for trace and macro elements in clinical pathology and food analysis laboratories. Mean serum Mn and Fe were low while others in serum, milk and diet were in normal range. With the exception of serum Fe, milk Mn and Cu, mean serum, milk and dietary elements were significantly different among herds. Various relationships were observed among elements with the greatest in serum Mo, Mn, Fe, P, milk Mn, Ca, Na and Ca, P in diet. Correlations among serum elements were greater than in milk and diet. The relationships among serum trace elements were higher than macro-minerals, whereas correlations among macro-minerals were higher in milk than in serum and diet. There were correlations between DMg/SFe, DMg/SP, DMg/MCu, DFe/MCa, DCu/MCu, DK/MMn. Dietary Mg and milk Cu showed the greatest correlations with others in diet and milk. The regression equations were found between serum Mn and Mo with serum Fe, Cu, Ca and P while not be seen in milk and dietary elements. In conclusion, serum Mn, Fe and Cu in Urmia cows were partially low whereas others not. Serum Mn, Mo, Ca and P are more reliable elements due to their relationships with minerals in serum. Serum Mn and Mo showed the equations with the minerals in serum, and are used as indices in prediction of the elements necessary in cows. To increase milk production and avoid any mineral deficiencies, supplementation of Mn and Fe are recommended in cows' nutrition.

Key words: Minerals, Blood, Milk, Diet, Cow

1- PhD Student of Larg Animal internal Medicine, Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran
2- Professor, Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran
3- Associate Professor, Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran
4- DVM Graduated from Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran
Corresponding Author: Ramin, A.G., E-mail: Ali_Ramin75@yahoo.com