Archive of SID
doi: 10.22034/8.2.152

مجله بهداشت و توسعه
سال هشتم/شماره ۲/ تابستان ۱۳۹۸

مقاله پژوهشی
تاریخ دریافت: ۹۷/۴/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۲

[DOI: 10.22034/8.2.152]
Downloaded from jhad.kmu.ac.ir at 8:57 +0330 on Saturday November 9th 2019

تعیین میزان فلزات سنگین و معدنی در شیر خام تولید شده از دام‌های منطقه خاتون‌آباد شهربابک

نوید حسن‌آبادی[۱]، محمد دانشپژوه[۲]، زهرا مهدوی میمند[۳]

چکیده

مقدمه: آلودگی شیر و فرآورده‌های آن به فلزات سنگین، باعث بروز اثرات سمّی و تأثیر سوء بر سلامت انسان می‌شود. ازاین‌رو این مطالعه باهدف اندازه‌گیری میزان فلزات سنگین سرب، آرسنیک، روی، مس، کبالت، نیکل، کروم، منگنز و فلز معدنی منیزیم در شیر خام تولید شده از دام‌های مناطق اطراف کارخانه ذوب مس خاتون‌آباد شهربابک انجام شد.

روش‌ها: نمونه‌های شیر خام از ده ناحیه محل اسکان عشایر در منطقه خاتون‌آباد شهربابک، در بهار سال ۱۳۹۴ جمع‌آوری شد. در مجموع بر روی ۱۰ نمونه شیر جمع‌آوری شده، پس از هضم نمونه‌ها با اسید نیتریک غلیظ، ۹۰ آزمایش برای تعیین مقدار فلزات با کمک دستگاه طیف‌سنج جذب اتمی با شعله و کوره انجام گرفت و داده‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفتند.

نتایج: میانگین غلظت منیزیم، روی، مس و نیکل به ترتیب ۳/۰۶±۱۵/۶۶، ۰/۶۷± ۱/۵۳، ۰/۱۱± ۰/۴۷ و ۰/۵۴± ۱/۹۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود و در هیچ‌کدام از نمونه‌ها، فلزات سرب، آرسنیک، کبالت، کروم و منگنز قابل اندازه‌گیری نبود.

بحث و نتیجه‌گیری: میزان فلزات اندازه‌گیری شده در پژوهش حاضر به غیر از نیکل، در حد استانداردهای جهانی (FAO/WHO و کدکس ۲۰۰۷) بود.

واژگان کلیدی: فلزات، شیر خام، دام، سلامت غذایی، شهربابک

مقدمه

اگرچه سلامت و رفاه انسان‌ها تحت تأثیر عوامل مختلف ازجمله احداث صنایع و معادن قرار می‌گیرد و با پیشرفت تکنولوژی و صنعت در جهان موجبات رفاه و آسایش مردم فراهم می‌شود؛ ولی متأسفانه مشکلات خاصی را به همراه دارد و در بسیاری موارد سلامتی انسان را به خطر می‌اندازد، یکی از مهم‌ترین مواردی که امروزه به آن توجه ویژه‌ای شده است، تولید فلزات سنگین به‌وسیله این صنایع و ورود آن‌ها به بدن انسان می‌باشد (۱). بعضی از فلزات سنگین مانند مس، آهن و روی جزء عناصر ضروری برای فعالیت‌های متابولیکی بدن انسان و بعضی دیگر مثل سرب غیرضروری هستند و نقشی در فعالیت متابولیکی بدن ندارند. عناصر غیرضروری و غلظت بیش‌ازحد لازم، عناصر ضروری در بدن ایجاد سمیّت می‌کند (۲).

فلز منیزیم از فلزات ضروری در بدن است و چون عدد اتمی آن ۱۲ است در دسته‌بندی جزء فلزات سنگین قرار نگرفته است. منیزیم از ریز مغزی‌هایی است که به جذب کلسیم کمک کرده و یکی از

۱- دکترای عمومی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
۲- کارشناس ارشد، گروه شیمی دارویی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران
۳- کارشناس، گروه فارماکوگنوزی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران
نویسنده‌ی مسئول: زهرا مهدوی میمند
آدرس: کرمان، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، دانشکده داروسازی، گروه فارماکوگنوزی
تلفن: ۰۳۴-۳۱۳۲۵۲۱۱ **فاکس:** ۰۳۴-۳۱۳۲۵۲۱۰
Email: zmahdavim@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.22034/8.2.152]
Downloaded from jhad.kmu.ac.ir at 8:57 +0330 on Saturday November 9th 2019

ضروری‌ترین املاح می‌باشد که باید در رژیم غذایی روزانه گنجانده شود. منیزیم در ساخت استخوان‌ها و دندان‌ها نقش دارد و مهم‌تر از همه این عنصر آنزیم‌ها را فعال می‌کند و به بدن انرژی می‌دهد. منیزیم در بدن موجب تسکین اعصاب می‌شود و برای سلامت قلب، عضله و کلیه مهم است. غبار منیزیم به مقدار زیاد از راه تنفس در کارگران کارخانه‌ها ایجاد مسمومیت می‌کند (۳).

روی فلز دیگری است که در ساختمان بیش از ۳۰۰ آنزیم که در ساختن پروتئین‌ها از اسیدهای نوکلئیک مسئولیت دارند، وجود دارد و همچنین روی در ترشح انسولین، بلوغ جنسی، سیستم ایمنی و سایر فرآیندهای فیزیولوژیکی در بدن نقش دارد (۴).

یکی از اساسی‌ترین مسئله‌ها در ارتباط با فلزات سنگین عدم متابولیزه شدن آن‌ها در بدن می‌باشد. در واقع فلزات سنگین پس از ورود به بدن، دیگر از بدن دفع نشده بلکه در بافت‌هایی مثل چربی، عضلات، استخوان‌ها و مفاصل رسوب کرده و انباشته می‌گردند که همین امر موجب بروز بیماری‌ها و عوارض متعددی در بدن می‌شود (۵،۶). فلزات سنگین همچنین جایگزین دیگر املاح و موادمعدنی موردنیاز در بدن می‌گردند. مثلاً در صورت کمبود روی در مواد غذایی، کادمیوم جایگزین آن می‌گردد. به‌طورکلی اختلالات عصبی (پارکینسون، آلزایمر، افسردگی، اسکیزوفرنی)، انواع سرطان‌ها، فقر مواد مغذی، بر هم خوردن تعادل هورمون‌ها، چاقی، سقط‌جنین، اختلالات تنفسی و قلبی- عروقی، آسیب به کبد، کلیه‌ها و مغز، آلرژی و آسم، اختلالات غدد درون‌ریز، عفونت‌های ویروسی مزمن، کاهش آستانه تحمل بدن، اختلال در عملکرد آنزیم‌ها، تغییر در سوخت‌وساز، ناباروری، کم‌خونی، خستگی، تهوع و استفراغ، سردرد و سرگیجه، تحریک‌پذیری، تضعیف سیستم ایمنی بدن، تخریب ژن‌ها، پیری زودرس، اختلالات پوستی، کاهش حافظه، بی‌اشتهایی، التهاب مفاصل، ریزش مو، پوکی استخوان و در موارد حاد، مرگ، از نتایج اثرات ورود فلزات سنگین به بدن انسان می‌باشد (۷). امروزه یکی از مسائل بهداشتی و زیست‌محیطی جوامع صنعتی، کنترل آلایندگی فلزات سنگین می‌باشد که از میان آن‌ها آرسنیک، سرب، کادمیوم، روی و جیوه از اهمیت بهداشتی بیشتری برخوردار است (۸). در جانداران عالی ورود عناصر به بدن عمدتاً از طریق تنفس و یا از راه زنجیره غذایی رخ می‌دهد (۹). شیر یکی از این راه‌ها و ورود این فلزات به زنجیره غذایی انسان است. شیر و فرآورده‌های لبنی از اجزاء اصلی زنجیره غذایی هستند (۱۰). شیر و فرآورده‌های آن در بسیاری از نقاط جهان، بخش مهمی از رژیم غذایی انسان را تشکیل می‌دهد که دلیل آن ارزش غذایی بالا و مصرف این فرآورده در تمام سنین به‌خصوص دوران نوزادی و کودکی می‌باشد (۱۱). شیر منبع بسیار خوبی از کلسیم، ویتامین D، ریبوفلاوین، فسفر، پروتئین، پتاسیم، ویتامین A، ویتامین B_{12} و نیاسین است. آلودگی شیر با عناصری مانند سرب، کادمیوم، سلنیوم، گوگرد، ید و آرسنیک بسیار خطرناک و حتی خطرناک‌تر از سیانید است (۱۲). فلزات سنگین از طریق چرخه‌های بیولوژیکی در بافت‌های گیاهی و حیوانی انباشته شده و از این طریق در سطح جغرافیایی وسیعی پراکنده می‌شوند. بعضی از این فلزات از طریق هوا نیز منتقل می‌شوند. این فلزات از طریق دودکش کارخانه‌ها و واحدهای صنعتی وارد هوا شده و باعث آلودگی محیط‌زیست می‌شوند. افزایش این فلزات در هوا باعث تجمع این عناصر بر روی سطح و نفوذ به داخل بافت‌های

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.22034/8.2.152]
Downloaded from jhad.kmu.ac.ir at 8:57 +0330 on Saturday November 9th 2019

گیاهان می‌شود (۱۳). چنانچه این گیاهان آلوده به فلزات سنگین، به‌عنوان علوفه توسط دام‌های شیرده خورده شود، با توجه به این‌که این فلزات تمایل به ذخیره شدن در یک ارگانیسم زیستی را دارند و با تشکیل فرمول‌های پایدار و پیوند آلی با ماکرو مولکول‌ها ارتباط برقرار می‌کنند، از این طریق امکان ورود به اجزاء و بافت‌های مختلف حیوان ازجمله شیر را دارند (۱۴).

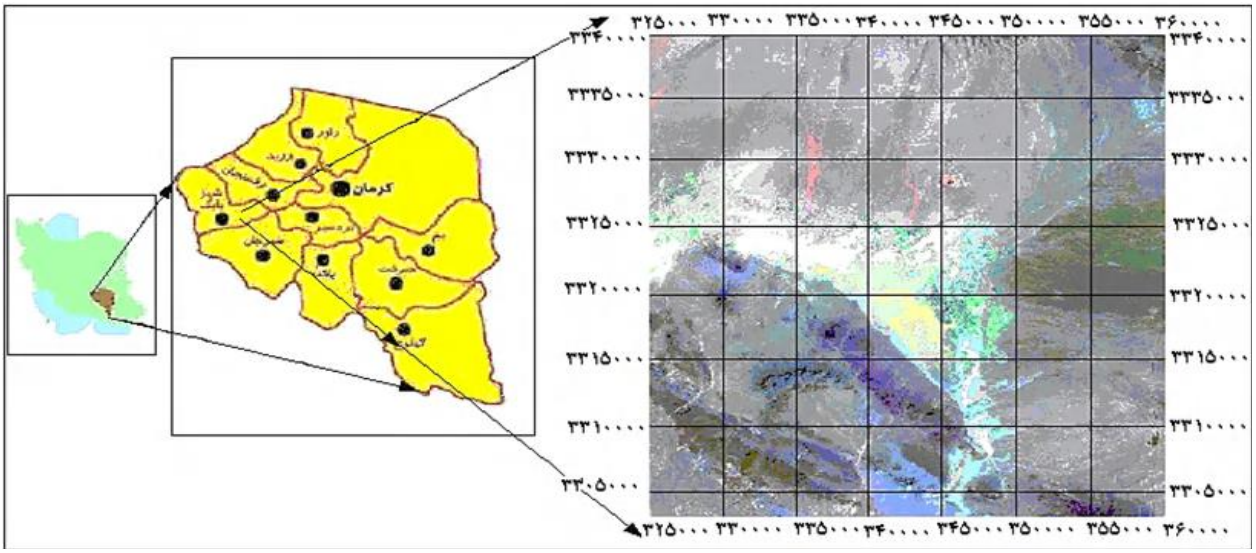
مهم‌ترین عامل افزایش دهنده غلظت فلزات در محیط، فعالیت‌های صنعتی و احداث کارخانه‌ها است. در حال حاضر شرکت ملی صنایع مس ایران تنها شرکتی است که از معادن مس بهره‌برداری می‌کند. کارخانه ذوب مس خاتون‌آباد زیر نظر این صنایع است (۱۵). دود ناشی از مراحل متعدد استخراج مس، شامل گازها و غبارهای سمی رها شده در محیط ازجمله ماده سمّی و فوق خطرناک آرسنیک و سایر فلزات سّمی می‌باشد. بر اساس تحقیقات انجام شده غبار آلاینده‌های فلزی حاصل از معدن بر گیاهان اطراف منطقه رسوب می‌کند و دام‌ها در مراتع اطراف این کارخانه چرا می‌کنند و تغذیه آن‌ها خصوصاً در فصل بهار (زمان شیردهی) فقط از این گیاهان است (۱۵). مقداری از شیر دام‌های این مناطق مستقیماً مورداستفاده قرار می‌گیرند؛ اما قسمت عمده این شیرها توسط دامداران سنتی به فرآورده‌های از قبیل ماست، کره، کشک، روغن و غیره تبدیل و در سطح جامعه توزیع می‌شوند. این پژوهش با توجه به فعالیت زیاد این کارخانه و وجود چراگاه‌های دام در اطراف این کارخانه انجام شد. هدف از انجام این تحقیق بررسی میزان فلزات سنگین و معدنی سرب، آرسنیک، روی، مس، کبالت، نیکل، کروم، منگنز و فلز منیزیم در شیر تولید شده از دام‌های مناطق اطراف کارخانه ذوب مس خاتون‌آباد بود.

کارخانه مس خاتون‌آباد در نزدیکی شهر خاتون‌آباد از توابع شهرستان شهربابک در غرب استان کرمان، بین عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و طول ۵۵ و ۳۰ درجه شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و در ارتفاع ۱۸۳۷ متر از سطح دریا قرار دارد (شکل ۱). کارخانه ذوب مس خاتون‌آباد در ۳۰ کیلومتری شرق شهرستان شهربابک، ۸۰ کیلومتری معدن مس میدوک و در فاصله ۲۰۰ کیلومتری غرب استان کرمان با زیربنای ۶۰۵۱۷ مترمربع (مساحت کلی ۱۰۰ هکتار) احداث شده است. عملیات اجرایی این کارخانه در سه ماهه اول سال ۱۳۷۸ به‌منظور بهره‌گیری از تکنولوژی ذوب فلش و با هدف تولید سالانه ۸۰ هزار تن مس آندی با خلوص ۴/۹۹ درصد از کنسانتره مس، آغاز شد و در سه ماهه دوم سال ۱۳۸۳ به بهره‌برداری رسید (۱۵).

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.22034/8.2.152]
Downloaded from jhad.kmu.ac.ir at 8:57 +0330 on Saturday November 9th 2019



شکل ۱: منطقه موردمطالعه

مواد و روش‌ها

در این مطالعه به‌منظور بررسی میزان فلزات سرب، آرسنیک، روی، مس، کبالت، نیکل، کروم، منگنز و منیزیم در شیر تولید شده از دام‌های مناطق اطراف کارخانه ذوب مس خاتون‌آباد شهربابک اقدام به جمع‌آوری نمونه‌های شیر در خردادماه سال ۱۳۹۴ گردید. شیرها از ده گروه از دام‌هایی که در چراگاه‌های اطراف کارخانه ذوب مس در فاصله‌های متفاوت چرا می‌کردند، جمع‌آوری شد. از هر گروه سه نمونه شیر برای تکرار آزمایش‌ها تهیه شد. در هرکدام از این چراگاه‌ها حدود ۱۰۰۰ رأس دام، متشکل از میش و بز وجود داشت (۸).

شیرها در ظروف پلی‌اتیلنی درب‌دار در داخل یخدان دارای یخ قرار گرفت و بعد از انتقال به آزمایشگاه در فریزر نگهداری شدند.

از تمام نمونه‌های شیر جمع‌آوری شده، مقدار ۲۰ گرم در داخل آون ۱۰۰ درجه به مدت ۷۲ ساعت گذاشته شد و پس از خشک شدن کامل شیرها مجدداً وزن شدند. ۲ گرم از هر نمونه خشک شده در داخل ارلن با ۱۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک ۶۵٪ که از کارخانه مرک آلمان خریداری شده بود، به مدت ۲۴ ساعت هضم شد و سپس با حرارت دادن زیر هود بخارات اسید نیتریک را خارج نموده و پس از صاف کردن با کاغذ صافی واتمن به قطر ۰/۴۵ میکرومتر، با آب دیونیزه که به‌وسیله دستگاه مدل Mili Pore Direct-Q3 تهیه شده بود، در داخل بالن ژوژه ۲۵ میلی‌لیتری و ۵۰ میلی‌لیتری ابتدا حجم نمونه به ۲۵ و سپس به ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد و درون ظروف پلاستیکی درب‌دار تا زمان اندازه‌گیری غلظت عناصر فلزی در یخچال نگهداری شد (۱۶، ۱۷).

برای اندازه‌گیری غلظت فلزات روی، مس، کبالت، نیکل، کروم، منگنز و منیزیم از دستگاه طیف‌سنج جذب اتمی شعله‌ای مدل Shimadzu-AA-670 با طول موج‌های به ترتیب ۲۱۳/۹، ۳۲۴/۷، ۲۴۰/۷، ۲۳۲، ۹,۳۵۷، ۲۷۹/۵ و ۴۰۳ نانومتر استفاده شد. اندازه‌گیری فلزات سرب، آرسنیک با دستگاه جذب اتمی با کوره گرافیتی (GTA) مدل Varian 100 به ترتیب در طول موج‌های ۲۸۳/۳ و ۱۹۳/۷ نانومتر صورت گرفت و مقادیر بر حسب میلی‌گرم فلز مربوطه بر کیلوگرم در وزن شیر تازه محاسبه گردید

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.22034/8.2.152]
Downloaded from jhad.kmu.ac.ir at 8:57 +0330 on Saturday November 9th 2019

(۱۸). تمامی آزمایش‌ها سه بار تکرار شد و نتایج به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار Excel مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت و با استاندارد Codex مقایسه گردید.

از آزمون Shapiro-Wilk برای نرمال بودن داده‌ها و از آزمون تی تست تک نمونه‌ای برای مقایسه میانگین غلظت فلزات با استاندارد استفاده شد و داده‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ تجزیه‌وتحلیل شدند.

کد اخلاق این طرح IR.KMU.REC.1397.353 بود.

نتایج

نتایج حاصل از آنالیز غلظت فلزات منیزیم، روی، مس و نیکل اندازه‌گیری شده در ۱۰ نوع شیر جمع‌آوری شده از چراگاه‌های اطراف کارخانه ذوب مس خاتون‌آباد در جدول ۱ مشخص شده است.

جدول ۱: غلظت (میانگین ± انحراف معیار) تجمع یافته عناصر مورد ارزیابی در نمونه‌ها به تفکیک ایستگاه نمونه‌برداری (بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم)

ردیف	منیزیم	روی	مس	نیکل
۱	۱۲/۳۸±۰/۰۱۳	۱/۲۰ ± ۰ /۰۰۵	۰/۴۲ ± ۰/۰۰۴	۱/۱۰ ± ۰/۰۴
۲	۱۶/۹۹ ±۰/۰۱۶	۰/۵۸ ± ۰/۰۱	۰/۳۸± ۰/۰۱۴	۱/۷۳± ۰/۰۳۲
۳	۱۴/۰۲± ۰/۰۰۶	۱/۳۸ ± ۰/۰۰۷	۰/۳۹ ± ۰/۰۰۴	۱/۳۸ ± ۰/۰۰۷
۴	۲۳/۹۵ ±۰/۰۱۱	۲/۶۸ ±۰/۰۱۱	۰/۶۵ ± ۰/۰۱۳	۲/۷۴ ± ۰/۰۰۵
۵	۱۵/۸۳ ± ۰/۰۱۷	۱/۱۱ ± ۰/۰۰۴	۰/۳۹ ± ۰/۰۰۷	۲/۴۵ ± ۰/۰۰۵
۶	۱۵/۸۸ ± ۰/۰۱۸	۱/۲۴ ± ۰/۰۰۴	۰/۶۱ ± ۰/۰۰۶	۲/۴۸ ± ۰/۰۰۶
۷	۱۵/۳۰ ± ۰/۰۰۹	۲/۱۰ ± ۰/۰۰۷	۰/۴۹± ۰/۰۰۳	۲/۳۷ ± ۰/۰۰۲
۸	۱۵/۲۱ ± ۰/۰۰۵	۱/۷۵ ± ۰/۰۱	۰/۴۷ ۰/۰۰۳	۲/۳۷ ± ۰/۰۰۷
۹	۱۵/۸۸ ± ۰/۰۰۲	۲/۶۶ ± ۰/۰۱۲	۰/۵۴ ± ۰/۰۰۷	۱/۷۰ ± ۰/۰۰۵
۱۰	۱۱/۳۷±۰/۰۰۶	۰/۶۵ ± ۰/۰۰۴	۰/۳۳ ±۰/۰۰۴	۱/۴۹ ± ۰/۰۰۴
میانگین	۱۵/۶۶±۳/۰۶	۱/۵۳ ±۰/۶۷	۰/۴۷±۰/۱۱	۱/۹۵±۰/۵۴
کمترین	۱۱/۳۷±۰/۰۰۶	۰/۵۸ ± ۰/۰۱	۰/۳۳ ±۰/۰۰۴	۱/۱۰ ± ۰/۰۴
بیشترین	۲۳/۹۵ ±۰/۰۱۱	۲/۶۸ ±۰/۰۱۱	۰/۶۵ ± ۰/۰۱۳	۲/۷۴ ± ۰/۰۰۵

* داده‌ها مربوط به میانگین غلظت سه تکرار است

نتایج آزمون Shapiro-Wilk به منظور نرمال بودن داده‌ها بیانگر آن بود که داده‌ها از توزیع نرمال برخوردار بودند و نتایج آزمون تی‌تست تک نمونه‌ای به‌منظور مقایسه غلظت فلزات موردبررسی در نمونه‌های شیر با رهنمود سازمان بهداشت جهانی کدکس و کمیسیون اروپا و سایر استانداردها بیانگر تفاوت معنی‌دار آماری بود. در این مطالعه مقدار متوسط منیزیم ۱۵/۶۶±۳/۰۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود و مقدار متوسط روی در این مطالعه، ۱/۵۳ ±۰/۶۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. برای روی حد مجاز رهنمود استاندارد کدکس ۱ تا ۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم است (۲۰، ۱۹). در این مطالعه متوسط مس ۰/۴۷±۰/۱۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم به دست آمد؛ ولی حد مس بر اساس رهنمود استاندارد کدکس ۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم است (۲۰، ۱۹) و مقدار متوسط نیکل ۱/۹۵±۰/۵۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم است درصورتی‌که حد مجاز نیکل بر اساس رهنمود استاندارد کدکس ۲۰۰۲، ۰/۱ – ۰/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم است (۵). با توجه به نتایج به‌دست‌آمده مقدار متوسط نیکل نسبت به رهنمود استاندارد کدکس افزایش معناداری داشت (P<۰/۰۰۰۱).

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.22034/8.2.152]
Downloaded from jhad.kmu.ac.ir at 8:57 +0330 on Saturday November 9th 2019

در هیچ‌کدام از نمونه‌های مورد آزمایش فلزات سرب، آرسنیک، کبالت، کروم و منگنز قابل‌اندازه‌گیری با دستگاه فوق نبود یعنی کمتر از حد تشخیص بود. میانگین غلظت فلزات منیزیم، روی، مس و نیکل به ترتیب برابر با ۳/۰۶±۱۵/۶۶، ۰/۶۷± ۱/۵۳، ۰/۱۱±۰/۴۷ و ۰/۵۴± ۱/۹۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. همچنین نتایج نشان داد که بیشترین مقدار منیزیم در نمونه ۴ (۲۳/۹۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کمترین مقدار در نمونه ۱۰ (۱۱/۳۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بود. بیشترین مقدار روی در نمونه ۹ (۲/۶۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کمترین مقدار در نمونه ۲ (۰/۵۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بود. بیشترین مقدار مس در نمونه ۴ (۰/۶۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کمترین مقدار در نمونه ۱۰ (۰/۳۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بود. بیشترین مقدار نیکل در نمونه ۴ (۲/۷۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کمترین مقدار در نمونه ۱ (۱/۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بود.

بحث

تاکنون چندین مطالعه در خصوص بررسی احتمال حضور فلزات سنگین در شیر انجام شده که اغلب نشان دهنده ارتباط مستقیم رشد صنعت، شهرنشینی و کشاورزی مکانیزه با افزایش غلظت فلزات سنگین در شیر دام‌های اهلی بودند.

کمترین غلظت منیزیم در این تحقیق ۱۱/۳۷ و بیشترین غلظت ۲۳/۹۵ و میانگین ۱۶/۰۳۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم است. منیزیم از عناصر ضروری در بدن انسان است و شیر یکی از منابع ورود منیزیم به بدن انسان است. محققینی که میزان فلزات در شیر خشک و شیر تازه منطقه پیشاور پاکستان را اندازه‌گیری می‌کردند، میانگین مقدار منیزیم را در شیر تازه ۲۴۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر به دست آوردند (۲۱) که با محاسبه وزن بر حجم شیر این مقدار بیشتر از میانگین نمونه‌های تحقیق اخیر است. در مقاله مروری که Oh و همکاران برای سنجش میزان منیزیم در شیر در سال ۲۰۱۷ برگرفته از تحقیقات انجام شده در اسکاتلند، پنسیلوانیا و انگلستان نوشته‌اند، میانگین نهایی منیزیم در شیر ۲۳/۴۶±۱۱۱ میلی‌گرم بر لیتر بود که با در نظر گرفتن وزن بر حجم، بیشتر از متوسط منیزیم در تحقیق حاضر (۲۲) است. در پژوهشی که محققین در سال ۱۳۹۵ برای ارزیابی کمی و ارتباط بین عناصر اصلی در آب شرب و شیر گاوداری‌های ارومیه انجام دادند، غلظت منیزیم در نقاط مختلف ارومیه از ۱۰۱/۱ تا ۱۰۴/۱ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر بود که بیشتر از نتایج آزمایش‌های این مطالعه است. این محققین همچنین گزارش کردند که بین مقدار منیزیم در شیر و آب ارتباط معنی‌داری وجود دارد (۲۳).

در پژوهش اخیر غلظت روی بین ۲/۶۶- ۰/۵۸ و میانگین ۱/۵۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم متغیر بود و این مقدار در حد مجاز رهنمود استاندارد کدکس (۱ تا ۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) است (۲۱). تحقیقات مشابه نتایج متفاوتی از غلظت روی در شیرهای مناطق مختلف نشان می‌دهد. در تحقیقی که به‌منظور بررسی سطح فلزات سمّی و ضروری نمونه‌هایی از شیر گاو مزارع مختلف در منطقه کالابریا از کشور ایتالیا انجام شد، غلظت فلز روی در شیر آن گاوها حداقل ۱۷۹۱ و حداکثر ۴۱۰۹ میکروگرم بر کیلوگرم معادل با ۱/۷۹۱ و ۴/۱۰۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم و میانگین ۲۰۱۶ میکروگرم بر کیلوگرم گزارش شد (۲۴) و مقداری بیشتر از نتایج آزمایش‌های تحقیق حاضر است. در تحقیقی دیگری که شهبازی و همکاران برای اندازه‌گیری غلظت چند فلز سنگین بر روی شیر

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.22034/8.2.152]
Downloaded from jhad.kmu.ac.ir at 8:57 +0330 on Saturday November 9th 2019

و فرآورده‌های آن از پنج منطقه صنعتی ایران انجام دادند، مقدار فلز روی در شیر خام معادل با ۰/۵۷۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم و در شیر پاستوریزه ۰/۴۴۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود که از حد استاندارد کدکس(۱ تا ۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) پایین‌تر است (۲۵). در تحقیقی که در سال ۲۰۱۲ برای اندازه‌گیری فلزات سنگین موجود در شیر خام جمع‌آوری شده از منطقه صنعتی در سامسون ترکیه انجام شد، میزان متوسط روی در نمونه‌های شیر خام برابر با ۱۲/۹۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم تخمین زده شد که چندین برابر رهنمود سازمان بهداشت جهانی(Food and Agriculture Organization/World Health Organization) FAO/WHO و کدکس است (۵).

غلظت مس در این تحقیق حداقل ۰/۳۳ و حداکثر ۰/۶۵ و با میانگین ۰/۴۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. بر اساس رهنمود سازمان بهداشت جهانی FAO/WHO سطح قابل‌تحمل روزانه مصرف مس ۰/۷- ۰/۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم است. مقایسه نتایج این تحقیق با دستاورد مطالعه انجام شده در منطقه صنعتی سامسون ترکیه که متوسط مقدار مس را ۱/۱۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم تخمین زدند در سطحی پایین‌تر است (۵). Kamkar و همکاران که مقدار فلزات سنگین را در شیر گاوداری‌های مناطق صنعتی استان اصفهان بررسی کردند، مقدار مس را ۷۵-۵۲۰ میکروگرم در لیتر گزارش کردند (۱۰). در تحقیق شهبازی و همکاران، متوسط میزان مس در شیر خام معادل با ۰/۴۲۷ و شیر پاستوریزه معادل با ۰/۳۷۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش شد که به‌طور متوسط از نتایج آزمایش‌های این مطالعه کمتر است (۲۵). با توجه به این گزارش‌ها و نتایج تحقیق اخیر، کارخانه ذوب مس تأثیر مهمی بر میزان مس در شیر نداشته و یا اینکه مقدار مس راه یافته به درون شیر قابل اندازه‌گیری نیست.

غلظت نیکل نمونه‌های شیر خام در این مناطق بین ۱/۰۹۷ و ۲/۷۴۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم متغیر بود و میانگین غلظت این فلز ۱/۹۵ گرم بر کیلوگرم بود. آژانس حفاظت از محیط‌زیست آمریکا (United States Environmental Protection Agency) EPA اعلام کرده که حداکثر میزان مجاز نیکل در روز ۲۰ نانوگرم بر کیلوگرم است (۳) و همچنین بر اساس مؤسسه سیستم کداکس در ترکیه میزان استاندارد نیکل در شیر ۰/۱ – ۰/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم، مجاز است؛ بنابراین در تمام نمونه‌های شیر، مقدار نیکل تقریباً ۱۰ برابر حد مجاز بود و این سلامت انسان را تهدید می‌کند. محققین ترکیه‌ای میزان متوسط نیکل را در نمونه‌های شیر مورد آزمایش خودشان ۰/۰۰۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش کردند (۵) که چندین برابر کمتر از گزارش این تحقیق است. محققینی که در سال ۲۰۰۹ میزان فلزات سنگین موجود در شیر بز و گاوهایی که از علوفه‌هایی پرورش یافته از محل تخلیه فاضلاب‌های صنعتی و داخلی در منطقه فیصل‌آباد پاکستان تغذیه می‌شدند، را اندازه‌گیری کردند، میانگین غلظت نیکل موجود در شیر بز را در ماه‌های مختلف زمستان برابر با ۲۱/۴۰۷ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر گزارش کردند که بیشتر از مقدار نیکل موجود در تحقیق اخیر است (۲۶).

در این مطالعه فلزات سنگین سرب، آرسنیک، کبالت، کروم و منگنز در نمونه‌های شیر خام نیز موردبررسی قرار گرفتند؛ اما نتایج آزمایش‌ها نشان داد که مقدار این فلزات در شیر خام این دام‌ها کمتر از حد تشخیص با دستگاه‌های موردنظر است که با نتایج

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.22034/8.2.152]
Downloaded from jhad.kmu.ac.ir at 8:57 +0330 on Saturday November 9th 2019

سایر مطالعات متفاوت است. در مطالعه‌ای که پژوهی‌الموتی و همکاران برای تعیین غلظت فلزات سنگین سرب و کادمیوم در شیر و برخی فرآورده‌های لبنی عرضه شده در شهر همدان انجام دادند، مقدار سرب را در شیر بز و گوسفند ۰/۲۲ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر گزارش کردند (۲۷). محققینی که میزان سرب را بر روی شیر گاو، گاومیش، بز و گوسفند در شهرهای اصفهان، یزد، مشهد، کرمان و اهواز بررسی کردند، گزارش کردند که مقدار سرب در هیچ‌کدام از نمونه‌های آن‌ها از ۱۲/۱ نانوگرم بر میلی‌لیتر که مربوط به شیر گوسفند است، تجاوز نکرد (۲۸). شهبازی و همکاران که میزان سرب را در پنج منطقه صنعتی در ایران اندازه‌گیری می‌کردند مقدار سرب در شیر خام و پاستوریزه را در حد مجاز گزارش کردند (۲۵). میزان مجاز سرب در شیر خام طبق استاندارد کدکس (۲۰۰۰) برابر با ۱ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر است (۱).

محققین گزارش کرده‌اند که در بدن احشام کادمیوم بیشتر در کلیه و کبد تجمع می‌کند و سرب در بافت استخوان تجمع می‌یابد و با افزایش سن این تجمع افزایش می‌یابد (۲۹). تحقیقی که علوفه مورد مصرف گاو را آغشته به سرب کردند، نشان می‌دهد که قسمت اعظم سرب مصرفی توسط گاوهای شیری به درون شیر راه نمی‌یابد. در واقع بدن گاو مانند یک فیلتر بیولوژیک مؤثر عمل نموده و سرب وارد شده توسط غذا را به جای آن که به درون شیر انتقال دهد، به سوی بافت استخوان سوق می‌دهد (۳۰). این مهم ممکن است در مورد سایر دام‌های شیرده از جمله گوسفند نیز صدق کند.

با توجه به عوارض متعدد ناشی از دود کارخانه بر روی سلامت دام‌ها و جلوگیری از انتقال این عوارض به بدن انسان، پیشنهاد می‌شود که مطالعه‌هایی بر روی گوشت و سایر بخش‌های قابل استفاده دام توسط محققین انجام شود.

نتیجه‌گیری

در مجموع با مقایسه میانگین فلزات اندازه‌گیری شده در نمونه‌های موردمطالعه و استانداردهای جهانی FAO/WHO و کدکس و سایر پژوهش‌های انجام گرفته، مشخص شد که غلظت فلزات ضروری روی و مس در حد مجاز، غلظت فلز نیکل بیش‌ازحد مجاز و غلظت فلز منیزیم کمتر از حد موردنیاز است و فلزات سنگین سرب، آرسنیک، کبالت، کروم و منگنز در نمونه‌های شیر خام قابل‌اندازه‌گیری نبودند؛ بنابراین تمامی نمونه‌ها از نظر فلزات به جزء نیکل در محدوده مجاز قرار داشتند.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله نویسندگان این مقاله از خانم دکتر میترا مهربانی و خانم ماندانا جعفری که در انجام این پژوهش همکاری کردند، تشکر می‌نمایند.

تعارض منافع

نویسندگان این مقاله هیچ‌گونه تعارض منافعی ندارند.

References

1. Bonyadian M, Moshtaghi H, Sultani Z. Study on the residual of lead and cadmium in raw and pasteurized milks in Shahrekord area. Scientific-Research Iranian Veterinary Journal 2006; 2(2): 74-81. Persian

2. Ayar A, Sert D, Akin N. The trace metal levels in milk and dairy products consumed in middle

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.22034/8.2.152]
Downloaded from jhad.kmu.ac.ir at 8:57 +0330 on Saturday November 9th 2019

Anatolia-Turkey. Environ Monit Assess 2009;152(1-4):1-12. doi: 10.1007/s10661-008-0291-9.

3. Guerrera MP, Volpe SL, Mao JJ. Therapeutic uses of magnesium. Am Fam Physician 2009;80(2):157-62.

4. Alishahi M, Malekirad AA, Mandegary A, Abdollahi M, Mozaffari A, Ansari M. A study on oxidative stress, hematological and biochemical parameters in copper smelter workers. Toxin Reviews. 2017;36(3):236-41. doi: 10.1080/15569543.2017.1278708

5. Temiz H, Soylu A. Heavy metal concentrations in raw milk collected from different regions of Samsun, Turkey. International Journal of Dairy Technology 2012; 65(4): 516-21. https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2012.00846.x

6. Afridi HI, Kazi TG, Kazi N, Baig JA, Jamali MK, Arain MB, et al. Status of essential trace metals in biological samples of diabetic mother and their neonates. Arch Gynecol Obstet 2009;280(3):415-23. doi: 10.1007/s00404-009-0955-x.

7. Taghipour Bazargani T, Salar Amoli J, Ashrafi Helan J, Sasani F, Jamali A. Primary chronic copper poisoning with high fatality in Khatounabad of Shahr-e-babak Kerman province. Iranian Journal of Veterinary Clinical Sciences 2009; 3(1):67-75. Persian

8. Sobhanardakani S, Tizhosh M. Determination of Zn, Pb, Cd and Cu contents in raw milk from Khorram-Abad dairies. Journal of Food Hygiene 2016; 6(22): 43-51. Persian

9. Alibeigi AN, Malakootian M, Mirzahoseini S A. Determine the amount of lead, cadmium, copper, zinc and calcium antagonists of milk and cheese which is produced in Kerman and Sirjan pasteurized milk factory. Journal of Environmental Science and Technology 2016; 18(3):13-23.

10. Kamkar A, Noudoost B, Nabibidhendi GH. Monitoring of Heavy Metals in Raw Milk of Vet Husbandries in Industrial Regions of Isfahan Province of Iran. Asian Journal of Chemistry 2010; 22(10):7927-31.

11. Vahidinia A, Salehi I, Beyginegad H, Pourtaghi J, Nazari Z, Moradi MR. Assessment of Lead and cadmium contamination and influencing factors in raw milk from regions of Hamadan province. Journal of Food Hygiene 2013;3(3 (11)):39-47. Persian

12. Belete T, Hussen A, Maheswara Rao V. Determination of concentrations of selected heavy metals in cow's milk: Borena zone, Ethiopia. Journal of Health Science 2014;4(5): 105-12. doi:10.5923/j.health.20140405.01

13. Moallem Bandani H, Rajabian M, Alimalayeri F, Mohammadi V, Arefi D, Dahmardeh S, et al. Determination of Lead and Cadmium Level in Cow's Milk by Spectrophotometry Electrothermal Atomic Absorption in Zabol City. Journal of Ilam University of Medical Sciences 2015;23(3):178-85. Persian

14. Abdulkhaliq A, Swaileh KM., Hussein RM, Matani, M. Levels of metals (Cd, Pb, Cu and Fe) in cow's milk, dairy products and hen's eggs from the West Bank, Palestine. International Food Research Journal 2012; 19(3): 1089-94.

15. Einollahi Peer F, Pakzad Toochaei S. Survey of Cu concentration in some grassland plants (Lactuca serriola, Artemisia sieberi and Astragalus bisulcatus) around the Khatoon Abad melting Copper mine in Shahr Babak. Human & Environment 2012;10(22):55-63. Persian

16. Meshref AM, Moselhy WA, Hassan NE. Heavy metals and trace elements levels in milk and milk products. Journal of Food Measurement and Characterization 2014; 8(4):381-8. doi: 10.1007/s11694-014-9203-6

17. Hyseni B, Musaj A. Heavy Metals in the raw Milk in Mitrovica. Albanian J Agric Sci 2014; 495-8.

18. Malakootian M, Mesreghani M, Danesh Pazhoo M. A Survey on Pb, Cr, Ni and Cu concentrations in Tehran consumed black tea: a short report. Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences 2011;10(2):138-43. Persian

19. Sobhanardakani S. Human Health Risk Assessment of Cd, Cu, Pb and Zn through Consumption of Raw and Pasteurized Cow's Milk. Iran J Public Health 2018; 47(8): 1172–80.

20. Ghafari HR, Sobhanardakani S. Contamination and Health Risks from Heavy Metals (Cd and Pb) and Trace Elements (Cu and Zn) in Dairy Products. Iran J Health Sci 2017;5(3):49-57. doi: 10.29252/jhs.5.3.49

21. Lutfullah G, Khan AA, Amjad AY, Perveen S. Comparative study of heavy metals in dried and fluid milk in Peshawar by atomic absorption spectrophotometry. Scientific World Journal 2014;2014:715845. doi: 10.1155/2014/715845.

22. Oh HE, Deeth HC. Magnesium in milk. International Dairy Journal 2017;71:89-97. doi.org/10.1016/j.idairyj.2017.03.009

23. Dorostkar R, Asri-Rezaei S, Arden A and Yaghmaei P. Comparison and correlations among macro-mineral concentrations in drinking water and milk of dairy cows in Urmia. Journal of Animal Science Research.2015; 21(1):119-29. Persian

24. Licata P, Trombetta D, Cristani M, Giofre F, Martino D, Calo M, et al. Levels of "toxic" and "essential" metals in samples of bovine milk from various dairy farms in Calabria, Italy. Environ Int 2004;30(1):1-6. doi:10.1016/S0160-4120(03)00139-9

25. Shahbazi Y, Ahmadi F, Fakhari F. Voltammetric determination of Pb, Cd, Zn, Cu and Se in milk and dairy products collected from Iran: An emphasis on permissible limits and risk

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.22034/8.2.152]
Downloaded from jhad.kmu.ac.ir at 8:57 +0330 on Saturday November 9th 2019

assessment of exposure to heavy metals. Food Chem 2016;192:1060-7. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.07.123.

26. Javed I, Jan I, Muhammad F, Zia ur R, Khan MZ, Aslam B, et al. Heavy metal residues in the milk of cattle and goats during winter season. Bull Environ Contam Toxicol 2009;82(5):616-20. doi: 10.1007/s00128-009-9675-y.

27. Pajohi-Alamoti MR, Mahmoudi R, Sari AA, Valizadeh S, Kiani R. Lead and Cadmium Contamination in Raw Milk and Some of the Dairy Products of Hamadan Province in 2013-2014. Journal of Health 2017;8(1):27-34. Persian

28. Rahimi E. Lead and cadmium concentrations in goat, cow, sheep, and buffalo milks from different regions of Iran. Food Chem 2013;136(2):389-91. doi: 10.1016/j.foodchem.2012.09.016.

29. Yabrir B, Chenouf A, Chenouf NS, Bouzidi A, Gaucheron F, Mati A. Heavy metals in small ruminant's milk from Algerian area steppe. International Food Research Journal 2016; 23(3): 1012-6.

30. Karim G, Kiaei SM, Rokni N, Razavi Rouhani SM, Motalebi A. Status of heavy metal contamination of foods with animal and aquatic animal origin in Iran. Iranian Journal of Food Science and Technology 2012; 34 (9):25-35. Persian

www.SID.ir

Archive of SID

Health and Development Journal Original Article

Vol. 8, No. 2, Summer 2019 Received: 18.07.2018 Accepted: 22.01.2019

[DOI: 10.22034/8.2.152]

Downloaded from jhad.kmu.ac.ir at 8:57 +0330 on Saturday November 9th 2019

Determination of Heavy and Mineral Metals in Raw Milk Produced from Livestock in Khatoon-Abad, Shahr-e-Babak, Kerman

Navid Hasan Abadi[1], Mohammad Danesh Pazhooh[2], Zahra Mahdavi Meymand[3]

Abstract

Background: The contamination of milk and its products with heavy metals causes toxic and harmful effects on human health. The purpose of this study was to measure the levels of Pb, As, Zn, Cu, Co, Ni, Cr, Mn, and Mg in raw milk produced from livestock around the Khatoon-Abad Copper Smelter in Shahr-e-Babak, Kerman.

Methods: Samples of raw milk were collected from 10 nomadic settlements in Khatoon-Abad district, Shahr-e-Babak, in the spring of 2015. After digestion of 10 samples of milk with concentrated nitric acid, a total of 90 experiments were conducted using Atomic Absorption Spectrometry to determine the levels of the above-mentioned heavy metals. Data were analyzed using SPSS 16.

Results: The average concentration of Mg, Zn, Cu, and Ni was 15.66±3.06, 1.53± 0.67, 0.47±0.11, and 1.95±0.54 mg/kg, respectively. The levels of Pb, As, Co, Cr, and Mn were not measurable by, in any sample.

Conclusion: The amounts of metals measured in the present study, except Ni, were within the ranges of the global standards (FAO/WHO and Codex 2007).

Keywords: Metals, Raw milk, Livestock, Shahr-e-Babak

Citation: Hasan Abadi N, Danesh Pazhooh M, Mahdavi Meymand Z. Determination of Heavy and Mineral Metals in Raw Milk Produced from Livestock in Khatoon-Abad, Shahr-e-Babak, Kerman. Health and Development Journal 2019; 8(2): 152-62. [In Persian] doi: 10.22034/8.2.152

© 2019 The Author(s). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1- DVM, Faculty of Veterinary Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
2- MSc, Department of Pharmaceutical Chemistry, Faculty of Pharmacy, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran
3- BSc, Department of Pharmacognosy, Faculty of Pharmacy, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran
Corresponding Author: Zahra Mahdavi Meymand **Email:** zmahdavim@yahoo.com
Address: Department of Pharmacognosy, Faculty of Pharmacy, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran
Tel: 034- 31325211 **Fax:** 034 -31325210

www.SID.ir