مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره هفدهم ، شماره اول، بهار ۱۴۰۳، صفحات ۱۹۳ تا ۲۰۴

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir
مقاله پژوهشی

بررسی مقادیر و ارزیابی خطر سرب در شیرهای خام جمع آوری شده از دامداری‌های استان تهران در فصل زمستان، ۱۴۰۱

علیرضا بختیاری[۱]، بهروز اکبری آدرگانی[۲]، پریسا شاولی گیلانی[۱]، لیلا کرمی[۱]، نجمه یزدانفر[۳]، پریسا صدیق آرا[۱،*]

۱- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۲- مرکز تحقیقات سلامت آب، سازمان غذا و دارو، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، تهران، ایران
۳- پژوهشکده توسعه صنایع شیمیایی جهاد دانشگاهی، کرج، ایران

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۰۲
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۷
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۳/۲۱

واژگان کلیدی: سرب، شیر خام، دامداری، تهران، ارزیابی خطر

چکیده

زمینه و هدف: با توجه به آنکه شیر و فرآورده‌های آن در بسیاری از نقاط جهان بخش جدایی ناپذیری از رژیم غذایی انسان را تشکیل می‌دهند، بنابراین باید اقدامات موثری در راستای ایمنی شیر و به حداقل رساندن مقدار آلاینده های خطرناک در آن صورت گیرد. این مطالعه با هدف تعیین غلظت و ارزیابی خطر فلز سنگین سرب در شیر خام تولید شده در استان تهران انجام شده است.

روش بررسی: در این مطالعه توصیفی مقطعی، نمونه های شیر خام از ۲۴ دامداری مختلف استان تهران در فصل زمستان سال ۱۴۰۱ جمع آوری و از نظر آلودگی سرب با استفاده از روش طیف نگار جذب اتمی شعله مورد ارزیابی قرار گرفتند. با آزمون های آماری مرتبط نتایج حاصله با استانداردهای جهانی مورد مقایسه قرار گرفت. در ادامه با میانگین نتایج ارزیابی خطر صورت گرفت.

یافته‌ها: در این بررسی، میانگین مقدار سرب در هیچ یک از نمونه ها بالاتر از حد مجاز نبود. میانگین و انحراف معیار غلظت سرب در نمونه ها ۵/۸ ppb ± ۷ به دست آمد. تمامی نمونه های مورد آزمایش کمتر از حد مجاز استانداردهای جهانی بود. اختلاف معنی داری بین میزان سرب کلیه دامداری ها نیز مشاهده نشد. مقدار HQ (Hazard Quotient) برای کودکان و بزرگسالان کمتر از یک محاسبه شد.

نتیجه‌گیری: غلظت سرب در تمامی نمونه ها زیر حد مجاز اعلامی کدکس و سازمان استاندارد ایران قرار داشت. با توجه به HQ محاسبه شده مصرف شیر از نظر آلودگی به سرب، خطر غیر سرطان زایی نداشت.

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
sadighara@farabi.tums.ac.ir

Please cite this article as: Bakhtiyari A, Akbari-adergani B, Shavli-Gilani P, Karami L, Yazdanfar N, Sadighara P. Investigating the amounts and risk assessment of lead in raw milk collected from farms in Tehran province in winter, 2022. Iranian Journal of Health and Environment. 2024;17(1):193-204.

Copyright © 2024 Iranian Association of Environmental Health, and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Noncommercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-05-06]

مقدمه

شیر و محصولات لبنی حاصل از آن بخش مهمی از رژیم غذایی روزانه بشر، به ویژه گروه های آسیب پذیر همچون کودکان، دانش آموزان و افراد مسن را تشکیل می دهد. شیر می تواند با تأمین اجزای غذایی ضروری نظیر پروتئین، چربی و عناصر معدنی همچون کلسیم، منیزیم، روی و در مقادیر کمتر آهن و مس بعنوان یک غذای تقریباً کامل برای انسان به شمار آید (۱، ۲). شیر هم مانند بسیاری از محصولات غذایی، در صورت عدم رعایت پروتکل‌های بهداشتی از زنجیره تولید تا مصرف، می تواند مخاطرات سلامتی جدی در انسان ایجاد کند (۳). آلودگی شیمیایی شیر به وجود باقیمانده‌های شیمیایی مانند فلزات سنگین، باقیمانده آفت کش ها و آنتی بیوتیک ها و مواد نگهدارنده اشاره دارد (۴). برخی از آلاینده ها علاوه بر تهدید سلامتی بر فرآوری شیر نیز تاثیر گذار هستند (۴). یکی از این موارد خطر فلزات سنگین هستند؛ فلزات سنگین عناصری هستند که وزن مخصوص آنها بیش از $5\ g/cm^3$ است (۵). با توجه به حضور مقادیر قابل توجه فلزات سنگین در پساب های مراکز صنعتی و فاضلاب های شهری، بکارگیری این هرز آب ها جهت آبیاری و تقویت خاك های کشاورزی می تواند سبب تجمع فلزات سنگین در گیاهان رشد یافته در این مناطق شود (۶، ۷). تغذیه دام ها به ویژه دام های شیرده با این گیاهان و آب حاوی باقیمانده فلزات سنگین، می تواند منجر به دریافت مقادیر قابل توجهی از این عناصر توسط دام ها شود که نه تنها می تواند در بافت های خوراکی دام ذخیره گردد بلکه وارد شیر حیوان نیز شود (۸، ۹). بعلاوه شیر خام در مدت فرآوری در کارخانه ممکن است در معرض آلودگی با این فلزات قرار گرفته و خطرات و آسیب های جدی برای سلامت عمومی جامعه به همراه داشته باشد (۱۰، ۱۱) سرب و کادمیوم بیشتر از بقیه فلزات سنگین نگران کننده هستند؛ زیرا این فلزات، به راحتی در زنجیره غذایی انتقال می یابند؛ پایدار هستند و به آسانی توسط بدن تجزیه نمی شوند (۱۲، ۱۳) آژانس تحقیقات سرطان (International Agency for Research on Cancer (IARC))، سرب را در دسته A ۲ طبقه بندی کرده است که به معنای احتمال سرطان زایی این فلز برای انسان است (۱۴، ۱۵). سرب فوق العاده چربی دوست بوده و سریع جذب می شود (۱۶). دریافت غلظت بالای سرب می تواند عوارض حاد و مزمن در انسان ایجاد کند؛ علاوه بر این، تجمع آن در بدن می تواند باعث صدمه به برخی بافت ها و تغییرات پاتوفیزیولوژیکی در بخش های مختلف بدن، نظیر سیستم کلیوی، اعصاب مرکزی، خونی و ایمنی شود (۱۷-۲۰).

میزان مجاز سرب در شیرخام طبق استاندارد کدکس ۰/۰۲ ppm است (۲۱). استاندارد ملی ایران نیز مانند کدکس ماکزیمم حد مجاز سرب در شیر خام را ۰/۰۲ ppm گزارش کرده است. با توجه به اثرات سوء این عنصر سمی، در این مطالعه نمونه هایی از شیرهای خام تولید شده در شهر صنعتی تهران جمع آوری گردید و مقدار سرب آن اندازه گیری شد.

مواد و روش‌ها

_ نمونه‌برداری و نگهداری نمونه‌ها

این مطالعه مقطعی در سال ۱۴۰۱ و در شهر تهران صورت گرفت. تعداد نمونه های شیر خام براساس نمونه‌گیری تصادفی ساده از ۲۴ دامداری بزرگ واجد گاوهای شیرده در جنوب شهر تهران در فصل زمستان و طی دو ماه بهمن و اسفند جمع آوری گردید. این گاوها از نژاد هلشتاین (Holstein) بودند و به صورت صنعتی نگهداری می شدند. این دامداری ها از مراکز عمده تامین کننده شیر برای کارخانجات شیر پاستوریزه تهران بودند.

این نمونه ها از تانکرهای نگهداری شیر خام در دمای ۴ °C نمونه‌برداری شد و در ظروف پلی پروپیلنی اسید شویی شده برچسب‌گذاری و به آزمایشگاه منتقل گردید. از هر دامداری دو نمونه تهیه گردید. نمونه ها در مجاور یخ بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند و تا زمان شروع آزمون در دمای ۱۸ °C- نگهداری شدند.

_ مواد شیمیایی و تهیه محلول‌ها

رویه های تضمین کیفیت مناسب و اقدامات احتیاطی برای اطمینان از قابل اعتماد بودن نتایج انجام شد؛ معرف ها دارای درجه های آنالیتیکال بودند. در طول مطالعه از آب دیونیزه استفاده شد. رویه های تضمین کیفیت مناسب و اقدامات

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-05-06]

احتیاطی برای اطمینان از قابل اعتماد بودن نتایج انجام شد. بدین منظور پس از آزمون هر سری ۵ عددی از محلول‌های آماده سازی شده شیر، از محلول استاندارد کاری ۰/۰۱ mg/L به عنوان نمونه QC جهت پایش کیفیت نتایج آزمون استفاده شد. همچنین از محلول‌های اسپایک سرب در سه سطح ۰/۰۰۵، ۰/۰۱ و ۰/۰۵ mg/L به عنوان نمونه‌های QA به منظور کنترل صحت نتایج آزمون استفاده شد.

_ آماده‌سازی نمونه و اندازه‌گیری سرب به روش جذب اتمی

به منظور استخراج سرب از روش Sastre و همکاران در سال ۲۰۰۲ با کمی تغییرات استفاده گردید (۲۲، ۲۳). نمونه‌های شیرخام، ۲ g از هر نمونه در داخل ظروف تفلونی مخصوص دستگاه هضم مایکروویو (Berghof –Speed Wave4, Germany) توزین شد. ظرف حاوی نمونه در زیر هود قرار داده شد و در دمای محیط (۳۰ °C) مقدار ۵ mL اسید نیتریک غلیظ و ۲ mL پراکسید هیدروژن به آن افزوده شد. پس از کمی حرکت دورانی ظرف تفلونی برای اختلاط مواد و خروج گاز (به مدت ۳۰ min)، ظروف در داخل دستگاه هضم قرار داده شدند و مطابق برنامه جدول ۱ هضم نمونه‌ها در دستگاه مایکروویو انجام شد. مطابق این برنامه عملیات هضم طی ۴ مرحله در فشار ثابت ۵۰ bar با اعمال شیب انرژی امواج الکترومغناطیس عملیات هضم انجام شد و پس از پایان عملیات هضم، ظروف تفلونی از دستگاه خارج شد و پس از سرد شدن در دمای اتاق، محلول‌ها داخل بالن ژوژه اسید واش و برچسب گذاری شده با آب مقطر به حجم ۲۵ mL رسانده شد. نمونه‌ها پس از آماده‌سازی، با دستگاه جذب اتمی کوره گرافیتی (Perkin Elmer/HGA 6002, USA) مورد آزمون قرار گرفتند. مشخصات پارامترهای اندازه‌گیری در دستگاه جذب اتمی در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۱- تنظیم پارامترهای دستگاه جذب اتمی برای اندازه‌گیری سرب در شیرخام

عنصر	نوع شعله	فلوی سوخت (استیلن، L/min)	فلوی اکسیدان (هوا، L/min)	پهنای شکاف (nm)	طول موج (nm)
سرب	هوا/ استیلن	۳/۲	۵/۵	۰/۳	۲۸۳/۳

جدول ۲- برنامه هضم نمونه‌های شیرخام در دستگاه هضم مایکروویو

مرحله	فشار (bar)	زمان (min)	توان (W)
#۱	۵۰	۳	۲۵۰
#۲	۵۰	۵	۶۳۰
#۳	۵۰	۲۲	۵۰۰
#٤	۵۰	۱۵	۰

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-05-06]

آمار و ارزیابی خطر غیر سرطان زا

داده های به دست آمده از این مطالعه، مورد تجزیه و تحلیل توصیفی با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ قرار گرفتند. آزمون ANOVA جهت بررسی اختلاف معنی دار میزان سرب در بین دامداری ها صورت گرفت. از آزمون One sample T-test برای تعیین سطح معنی‌داری بین میانگین مشاهده شده با حد مجاز اعلام شده از سوی ارگان بین المللی استفاده گردید. این حد مجاز برابر ppm ۰/۰۲ است.

در این مطالعه میانگین غلظت نهایی سرب نیز محاسبه گردید و ارزیابی خطر با پارامتر میانگین صورت گرفت. در ابتدا دریافت مزمن روزانه (CDI) سرب در مصرف‌کنندگان بزرگسال با استفاده از معادله ۱ محاسبه شد:

(۱)

$$CDI(mg/kg/day)=(C \times IR \times ED \times EF)/(BW \times AT)$$

بر اساس مستندات موجود سرانه مصرف شیر به حدود ۷۰ kg در سال رسیده است. EF را ۳۶۵ روز در سال، ED مدت زمان مواجهه در ۳۵ سال و همچنین وزن بدن ۷۰ kg برای بزرگسالان و ۱۵ kg برای کودکان در نظر گرفته می شود. AT برابر با ۱۲۷۷۵ روز (EF*ED) است. ضریب خطر (HQ) برای خطرات غیر سرطان زا با استفاده از معادله ۲ محاسبه شد:

(۲)

$$HQ=CDI/RFD$$

واحد CDI یا chronic daily intake به صورت mg/kg/day تعریف می شود.

RfD (reference dose) براساس آژانس حفاظت محیط زیست امریکا معادل ۰/۰۰۳۵ درنظر گرفته می شود. HQ برای محاسبه خطرات غیر سرطان زا در نظر گرفته می شود. اگر مقدار محاسبه شده کمتر از یک باشد، سلامت مصرف‌کننده از نظر خطر غیر سرطان‌زایی تهدید نمی شود.

یافته‌ها

یافته های پژوهش در جدول ۳ آمده است؛ بیشترین غلظت سرب ppb ۱۸ مشاهده شد و کمترین غلظت ثبت شده ppb ۲ بود. میانگین غلظت سرب در کل نمونه‌ها ppb ۷ و انحراف معیار آن ppb ۵/۸ به دست آمد. میزان limit of detection (LOD) و limit of quantification (LOQ) به ترتیب ۱/۳ و µg/kg ۴/۶ محاسبه شد.

به دنبال آزمون One sample T-test مشاهده شد که میانگین غلظت عنصر سرب در همه نمونه های شیر خام جمع آوری شده به طور معنی داری (p=۰) کمتر از حد توصیه شده و مجاز بود. همچنین با آزمون ANOVA اختلاف معنی دار بین کلیه دامداری‌ها مشاهده نشد.

جدول ۳- میزان سرب (ppb) و ارزیابی خطر در نمونه های شیر خام

HQ کودکان	HQ بزرگسالان	رنج دیتاها	ماکزیمم حد مجاز کدکس	میانگین و انحراف معیار
۰/۰۲	۰/۰۰۵	۱۸-۲	۲۰	۷ ±۵/۸

خطر غیر سرطان زایی برای سرب از طریق مصرف شیر توسط HQ نیز برآورد شد. HQ برای برآورد خطرات سلامتی بالقوه مرتبط با مواجهه طولانی مدت با آلاینده های شیمیایی، از جمله فلزات کمیاب، به کار گرفته می شود. HQ<۱ نشان می دهد که جمعیت در معرض خطر را می‌توان ایمن فرض کرد (۲۳). طبق نتایج جدول ۳، مقدار HQ برای سرب برای بزرگسالان و کودکان کمتر از یک است. ولیکن کودکان بیشتر از بزرگسالان در معرض خطر هستند.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-05-06]

بحث

در مطالعه حاضر میزان باقیمانده سرب در نمونه های شیر خام تولید شده در دامداری های استان تهران با روش جذب اتمی شعله مورد ارزیابی قرار گرفت. بررسی نتایج بدست آمده از ارزیابی غلظت سرب در شیرهای خام مورد مطالعه نشان داد که میانگین غلظت این عناصر در محدوده قابل تحمل است. البته تفاوت معنی دار بین میزان سرب بین دامداری ها مشاهده شد. منابع سرب در شیر دام ها متاثر از جیره و آب مصرفی آنها است (۲۴). در یک مطالعه تحقیقاتی که جیره غذایی گاوهای شیرده نژاد هلشتاین به غلظت های متفاوتی از سرب آلوده شد، ارتباط مستقیمی بین غلظت سرب شیر و غلظت سرب جیره غذایی مشاهده شد (۲۵). یکی از منابع سرب در جیره غذایی دام ها، گیاهانی است که در خاک های آلوده رشده کرده اند. سرب از خاک به گیاه و علوفه منتقل می شود و سپس وارد بدن دام شده و در طول مدت شیردهی از طریق غدد پستانی وارد شیر می‌شود (۲۶). لذا احتمال می رود این تفاوت میزان سرب، متأثر از جیره غذایی دام ها بوده است.

نتایج حاصل از ارزیابی خطر، حاکی از ایمن بودن این محصول از لحاظ خطر غیر سرطان زایی برای بزرگسالان و کودکان است. البته میزان HQ محاسبه شده برای کودکان بیشتر از بزرگسالان بود (جدول ۳). کودکان خردسال به دلیل داشتن وزن بدن کمتر و مصرف شیر بیشتر، در بین گروه‌های جمعیتی بیشتر در معرض خطر هستند. همچنین بر اساس وزن بدن، کودکان می توانند بیش از دو برابر بزرگسالان در معرض قرار بگیرند (۲۷). همچنین میزان جذب سرب در بدن کودکان بیشتر از بزرگسالان است. نابالغ بودن سیستم گوارش، سیستم کلیوی و سد مغزی-خونی در کودکان باعث آسیب پذیری بیشتر آنان در برابر مسمومیت با سرب می شود (۲۸، ۲۹).

در مطالعه حاضر میانگین غلظت سرب در شیر خام ppb ۷ گزارش شد که از مقادیر گزارش شده توسط بیشتر مطالعات پایین تر است. در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۵ توسط Najarnezhad و همکاران بر روی شیرهای خام استان آذربایجان غربی انجام شد، میانگین غلظت سرب در شیر خام گاو ppb ۷ گزارش شد؛ که به یافته های مطالعه حاضر بسیار نزدیک است (۳۰). مشابه نتایج این تحقیق، در مطالعه Beikzadeh و همکاران در سال ۲۰۱۹ در شهر تبریز، مشاهده شد که غلظت سرب در همه نمونه های شیر آزمایش شده کمتر از حد مجاز بود (۳۱). همچنین در مطالعه Shahbazi و همکاران نیز میزان سرب در پنج شهر صنعتی مشهد، اصفهان، تهران، تبریز و اهواز کمتر از حد مجاز بود (۳۲). در مطالعه Nejatolahi که در سال ۲۰۱۷ برروی نمونه های شیر خام استان فارس صورت گرفت، میزان سرب در اکثر نمونه ها در حد مجاز بودند و صرفا ۵ درصد نمونه ها بیش از استاندارد بودند (۳۳).

البته در مطالعه Sharifi و همکاران در سال ۲۰۲۲، میزان غلظت سرب در شیرهای خام استان تهران ppb ۱۲ گزارش شده است که از یافته های مطالعه حاضر بالاتر است (۳۴). در مطالعه ای غلظت سرب در شیر های خام استان لرستان ppb ۳/۲ گزارش شد که از یافته های مطالعه حاضر پایین تر است (۳۵). Pajohi-Alamoti و همکاران میانگین غلظت سرب در شیرهای خام گاو استان همدان را بین سال های ۲۰۱۳ و ۲۰۱۴ ppb ۹۴ گزارش کردند که از یافته های مطالعه حاضر بسیار بیشتر است (۳۶). Ahmad و همکاران در سال ۲۰۱۶ میانگین سرب در ۸۰ نمونه شیر خام از مناطق مختلف بنگلادش را ppb ۱۷۰ گزارش کردند که از یافته های مطالعه حاضر، بسیار بیشتر است (۳۷). در بهمن ماه ۲۰۰۴، ۹۷ نمونه شیر کامل خام از تانکرهای شیر ورودی به ۱۵ کارخانه لبنیات در مناطق مختلف ایران جمع آوری و با طیف سنجی جذب اتمی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. میانگین سطح سرب به‌دست‌آمده از ۹۷ نمونه ng/mL ۷/۹، با دامنه ng/mL ۱ تا ng/mL ۴۶ و انحراف معیار ۸/۸ بود. کمتر از ۱۰ درصد نمونه ها بیش از ng/mL ۲۲ سرب داشتند. در این تحقیق سه مجموعه از نمونه‌های اصفهان، تهران و آذربایجان غربی سطح آلودگی بالاتری را نشان دادند (۳۸). در مطالعه دیگری با هدف بررسی میزان سرب و کادمیوم در شیرخام در مناطق مختلف ایران کمترین و بالاترین سطح سرب در شیر گاو در مناطق

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-05-06]

خرم آباد (۲/۷۲ µg/mL) و خوزستان (۴۷ µg/mL) مشاهده شد. این نشان می دهد که مقادیر سرب در نواحی صنعتی ایران (مناطق جنوب غربی و مرکزی) بیشتر از سایر مناطق است. خوزستان، بخش جنوب غربی ایران، در منطقه اقتصادی نفت خیز واقع شده است که می تواند دلیلی بر غلظت بالای فلزات سمی در غذاها و خوراک های این منطقه باشد. میادین نفتی منبع قابل توجهی از آلودگی فلزات سمی به ویژه سرب هستند که می توانند از طریق آب، خاک و علوفه وارد بدن دام شوند (۳۹). در مطالعه Parsaei و همکاران در سال ۲۰۱۹، ۱۱۰۰ نمونه شیر خام گاو، گوسفند، بز، گاومیش و شتر در مناطق مختلف ایران جمع‌آوری و برای تعیین غلظت سرب، کادمیوم و جیوه با روش طیف سنجی جذب اتمی کوره گرافیتی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در این مطالعه میانگین محتوای سرب به دست آمده از ۱۱۰۰ نمونه ppb ۱/۹± ۱۱/۷۳ بود. بیشترین غلظت سرب در نمونه‌های شیر خام گاو گزارش شد و شیر شتر کمترین غلظت فلزات سنگین را داشت. نمونه‌های شیر تمام احشام مورد مطالعه جمع‌آوری‌شده در فصل بهار، بیشترین غلظت فلزات سنگین Cd، Pb و Hg را داشتند. میانگین غلظت سرب بالاتر از حد مجاز اعلام شده توسط سازمان های استاندارد بود. این نتایج اهمیت پایش دوره‌ای سطوح فلزات سنگین در انواع شیر را به‌ویژه در فصول بهار و تابستان نشان می دهد (۴۰). در مطالعه مشابه دیگر با هدف بررسی اثرات پدیده گرد و غبار بر فلزات سنگین شیر خام گاو در غرب ایران، میزان فلزات سنگین در شیرهای خام مورد آزمایش در فصل تابستان بیشتر بود. همچنین بالاترین میانگین سطح سرب در منطقه غربی (۵۷/۱ µg/kg) تعیین شد. تجزیه و تحلیل آماری تفاوت معنی داری را در غلظت سرب بین مناطق غربی و جنوبی نسبت به شرق و شمال استان ایلام نشان داد ($p< ۰/۰۵$). در نتیجه می توان نتیجه گرفت که پدیده گرد و غباری که از عراق به ایران می آید احتمالاً یکی از منابع آلودگی شیر در غرب ایران است (۴۱).

در سال ۲۰۲۱ مطالعه ای در کشور مصر توسط جمعی از محققین انجام شد و میانگین غلظت سرب در شیر خام بالاتر از نتایج این مطالعه گزارش شد (ppb ۴۵) (۴۲). همچنین طی یک مطالعه سیستماتیک که در سال ۲۰۱۸ صورت گرفته بود، غلظت سرب در نمونه‌های شیر برزیل، کرواسی، مصر، مکزیک، نیجریه، فلسطین، رومانی، صربستان و ترکیه بالاتر از حد مجاز بود (۴۳).

تفاوت بین یافته های مطالعه حاضر با سایر مطالعات ممکن است ناشی از دلایل مختلفی باشد. به طور مثال دود اگزوز خودرو ها، ضایعات صنعتی و پسماندهای شهری، گیاهان را آلوده کرده و سطح فلزات سنگین در گیاه را افزایش می دهند. این گیاهان پس از خورده شدن توسط دام شیرده، باعث افزایش مقادیر سرب در شیر دام می شوند؛ بنابراین آلودگی سرب در شیر خام با منطقه ای که خوراک دام شیرده در آن کشت شده ارتباط مستقیمی دارد (۴۴). در مطالعه ای میزان فلزات سنگین در نمونه های شیر خام چهارمنطقه مختلف صنعتی، روستایی، منطقه ای با شدت ترافیک سنگین و مناطق کشاورزی اطراف شهر اسپارتا ترکیه انجام شد. بیشترین میزان سرب در نمونه های شیر جمع آوری شده از منطقه صنعتی مشاهده شد (۴۵). از سایر علل تفاوت را می توان روش سنجش عناصر سنگین در نمونه ها دانست (۹). همچنین سن دام نیز از علل موثر در میزان سرب شیر است. میزان سرب شیر دام های بزرگتر از سه سال بیشتر از سایر دام ها است (۳۳).

مطالعه کنونی در فصل زمستان صورت گرفت. شایان ذکر است تفاوت در میزان سرب بین نمونه های جمع آوری شده در فصل های تابستان و زمستان مشاهده شده است. در برخی از مطالعات میزان سرب نمونه های جمع آوری شده در فصل زمستان بیشتر از فصل تابستان بود (۳۲). این امر ممکن است ناشی از بارندگی زیاد و در نتیجه شسته شدن ضایعات باشدکه متاقبا منجر به آلودگی خاک و گیاهان مورد استفاده دام ها می گردد (۳۲).

نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر، غلظت فلز سرب در نمونه های شیر خام دامداری های اطراف شهر تهران پس از هضم نمونه ها با روش

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-05-06]

جذب اتمی تعیین شد. به دلیل خطرات احتمالی حضور سرب در شیر، وضعیت آنها باید به طور منظم ارزیابی شود. با مقایسه مقدار میانگین باقیمانده سرب در نمونه های مورد مطالعه با استاندارد کدکس که در کشور بطور معمول از این استاندارد تبعیت می شود؛ میانگین سرب در نمونه های شیر خام مورد مطالعه، پایین تر از حد مجاز بدست آمد و خطری در این خصوص برای نمونه های شیر در برنداشت. با توجه به عوارض بسیار و جبران ناپذیر وجود سرب در شیر و فرآورده های لبنی، می بایست در مناطق مختلف کشور مطالعه هایی در ارتباط با میزان آلودگی شیر به این فلز و تعیین مقادیر آن انجام شود و در صورتی که میزان این فلز از حد مجاز بالاتر باشد، اقدامات لازم برای کاهش آلودگی شیر با این فلز صورت گیرد. در این مطالعه سایر فلزات مورد ارزیابی واقع نشدند، لذا برای مطالعات آتی غلظت سایر فلزات در شیر و فرآورده های آن برای ارائه یک ارزیابی کامل خطر پیشنهاد می شود.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی از جمله عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده ها و داده سازی را در این مقاله رعایت کرده اند.

تشکر و قدردانی

منابع مالی این کار تحقیقاتی توسط پژوهشکده توسعه صنایع شیمیایی جهاد دانشگاهی با IRDCI-45 شماره طرح تامین شده است بدینوسیله از این پژوهشکده تشکر و قدردانی می‌شود.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-05-06]

References

1. Park YW, Haenlein GF. Milk and Dairy Products in Human Nutrition: Production, Composition and Health. Greensboro, North Carolina, USA: John Wiley & Sons; 2013.

2. Ghahremani M-H, Ghazi-Khansari M, Farsi Z, Yazdanfar N, Jahanbakhsh M, Sadighara P. Bisphenol A in dairy products, amount, potential risks, and the various analytical methods, a systematic review. Food Chemistry: X. 2024;21:101142.

3. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Gateway to dairy production and products. Rome: FAO; 2023 [cited 10 May 2023]. Available from: https://www.fao.org/dairy-production-products/products/health-hazards/en/.

4. Nyokabi SN, de Boer IJM, Luning PA, Korir L, Lindahl J, Bett B, et al. Milk quality along dairy farming systems and associated value chains in Kenya: An analysis of composition, contamination and adulteration. Food Control. 2021;119:107482.

5. Gumpu MB, Sethuraman S, Krishnan UM, Rayappan JBB. A review on detection of heavy metal ions in water–an electrochemical approach. Sensors and Actuators B: Chemical. 2015;213:515-33.

6. Okada IA, Sakuma AM, Maio FD, Dovidauskas S, Zenebon O. Evaluation of lead and cadmium levels in milk due to environmental contamination in the Paraiba Valley region of Southeastern Brazil. Revista de saude publica. 1997;31:140-43.

7. Merdivan M, Yilmaz E, Hamamci C, Aygun RS. Basic nutrients and element contents of white cheese of Diyarbakır in Turkey. Food Chemistry. 2004;87(2):163-71.

8. Anttila A, Apostoli P, Bond JA, Gerhardsson L, Gulson BL, Hartwig A, et al. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans: Inorganic and organic lead compounds. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer; 2006.

9. Nemati MH. Heavy metals in blood and milk of grazing animals around the vicinity of Zanjan zinc industrial park. Iranian Journal of Health and Environment. 2021;14(3):461-72 (in Persian).

10. Ukhun ME, Nwazota J, Nkwocha FO. Levels of toxic mineral elements in selected foods marketed in Nigeria. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 1990;44:325-30.

11. Simsek O, Gültekin R, Öksüz O, Kurultay S. The effect of environmental pollution on the heavy metal content of raw milk. Food/Nahrung. 2000;44(5):360-63.

12. Rahimi E. Lead and cadmium concentrations in goat, cow, sheep, and buffalo milks from different regions of Iran. Food Chemistry. 2013;136(2):389-91.

13. Sobhanardakani S, Hosseini S, Miandare HK, Faizbakhsh R, Harsij M, Regenstein J. Determination of Cd, Cu, Mn and Zn concentrations in Iranian Caspian Sea caviar of Acipenser persicus using anodic stripping voltammetry. Iranian Journal of Science and Technology, Transactions A: Science. 2017;41:139-44.

14. Liu Z. Lead poisoning combined with cadmium in sheep and horses in the vicinity of non-ferrous metal smelters. Science of the Total Environment. 2003;309(1-3):117-26.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-05-06]

15. Miclean M, Cadar O, Levei EA, Roman R, Ozunu A, Levei L. Metal (Pb, Cu, Cd, and Zn) transfer along food chain and health risk assessment through raw milk consumption from free-range cows. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2019;16(21):4064.

16. Jaafarzadeh N, Tari K, Samarghandi MR, Fard MP, Jorfi S, Feizi R, et al. Non-carcinogenic risk assessment of cadmium and lead in raw milk from dairy production farms in Iran, using Monte Carlo simulation approach. Journal of Food Composition and Analysis. 2023;115:104864.

17. Negahdari S, Sabaghan M, Pirhadi M, Alikord M, Sadighara P, Darvishi M, et al. Potential harmful effects of heavy metals as a toxic and carcinogenic agent in marine food-an overview. Egyptian Journal of Veterinary Sciences. 2021;52(3):379-85.

18. Tarviji H, Shekoohiyan S, Moussavi G, Heidari M. Health risk assessment of heavy metals in water consumed by families living in some villages of Mazandaran. Iranian Journal of Health and Environment. 2022;15(2):215-28 (in Persian).

19. Afkhami M, Amiri F, Tabatabaie T. Effect of irrigation with treated wastewater on lead and cadmium accumulations in soil and sweet pepper plant. Iranian Journal of Health and Environment. 2021;14(1):99-114 (in Persian).

20. Khanniri E, Esmaeili S, Akbari ME, Molaee-aghaee E, Sohrabvandi S, Akbari N, et al. Determination of Heavy Metals in Municipal Water Network of Tehran, Iran: A Health Risk Assessment with a Focus on Carcinogenicity. International Journal of Cancer Management. 2023;16(1):e137240.

21. Codex Alimentarius Commission. Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants. Geneva: WHO; 2010.

22. Sastre J, Sahuquillo A, Vidal M, Rauret G. Determination of Cd, Cu, Pb and Zn in environmental samples: microwave-assisted total digestion versus aqua regia and nitric acid extraction. Analytica Chimica Acta. 2002;462(1):59-72.

23. Akele M, Abebe D, Alemu A, Assefa A, Madhusudhan A, De Oliveira R. Analysis of trace metal concentrations in raw cow's milk from three dairy farms in North Gondar, Ethiopia: chemometric approach. Environmental Monitoring and Assessment. 2017;189:1-12.

24. Zhou X, Zheng N, Su C, Wang J, Soyeurt H. Relationships between Pb, As, Cr, and Cd in individual cows' milk and milk composition and heavy metal contents in water, silage, and soil. Environmental Pollution. 2019;255:113322.

25. Wang H, Jiang Y, Tian C, Pan R, Dang F, Feng J, et al. Determination of the transfer of lead and chromium from feed to raw milk in Holstein cows. Food Additives & Contaminants: Part A. 2018;35(10):1990-99.

26. Pilarczyk R, Wójcik J, Czerniak P, Sablik P, Pilarczyk B, Tomza-Marciniak A. Concentrations of toxic heavy metals and trace elements in raw milk of Simmental and Holstein-Friesian cows from organic farm. Environmental Monitoring and Assessment. 2013;185:8383-92.

27. Su C, Gao Y, Qu X, Zhou X, Yang X, Huang S, et al. The occurrence, pathways, and risk assessment of heavy metals in raw milk from industrial areas in

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-05-06]

major dairy farms in Iran and evaluation of associated health risk. Journal of Environmental Health Science and Engineering. 2022;20(1):181-86.

35. Noori N, Noudoost B, Hatami Nia M. The assessment of lead pollution in milk collected from all dairy farms in Lorestan province, Iran. Toxin Reviews. 2016;35(3-4):196-200.

36. 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 (in Persian).

37. Ahmad M, Roy S, Sarwar N, Morshed S, Alam M, Matin A, et al. Contamination of raw fresh milk, market pasteurized milk and powdered milk by toxic heavy metals in Bangladesh. Scientific Research Journal (SCIRJ). 2016;4(2):19-24.

38. Tajkarimi M, Ahmadi Faghih M, Poursoltani H, Salah Nejad A, Motallebi AA, Mahdavi H. Lead residue levels in raw milk from different regions of Iran. Food Control. 2008;19(5):495-98.

39. Abedi A-S, Nasseri E, Esfarjani F, Mohammadi-Nasrabadi F, Hashemi Moosavi M, Hoseini H. A systematic review and meta-analysis of lead and cadmium concentrations in cow milk in Iran and human health risk assessment. Environmental Science and Pollution Research. 2020;27(10):10147-59.

40. Parsaei P, Rahimi E, Shakerian A. Concentrations of cadmium, lead and mercury in raw bovine, ovine, caprine, buffalo and camel milk. Polish Journal of Environmental Studies. 2019;28(6):4311.

41. Elahe K, Monireh Y, Hori G, Reza KH, Reza A,

China. Toxics. 2021;9(12):320.

28. Krachler M, Prohaska T, Koellensperger G, Rossipal E, Stingeder G. Concentrations of selected trace elements in human milk and in infant formulas determined by magnetic sector field inductively coupled plasma-mass spectrometry. Biological Trace Element Research. 2000;76:97-112.

29. Rahim M, Ullah I, Khan A, Haris MRHM. Health risk from heavy metals via consumption of food crops in the vicinity of District Shangla. Journal of the Chemical Society of Pakistan. 2016;38(1): 177-85.

30. Najarnezhad V, Jalilzadeh-Amin G, Anassori E, Zeinali V. Lead and cadmium in raw buffalo, cow and ewe milk from west Azerbaijan, Iran. Food Additives & Contaminants: Part B. 2015;8(2):123-27.

31. Beikzadeh S, Ebrahimi B, Mohammadi R, Beikzadeh M, Asghari-Jafarabadi M, Foroumandi E. Heavy metal contamination of milk and milk products consumed in Tabriz. Current Nutrition & Food Science. 2019;15(5)484-92.

32. 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 assessment of exposure to heavy metals. Food Chemistry. 2016;192:1060-67.

33. Nejatolahi M, Mehrjo F, Sheykhi A, Bineshpor M. Lead concentrations in raw cows' milk from Fars Province of Iran. American Journal of Food and Nutrition. 2014;2(5):92-94.

34. Sharifi S, Sohrabvandi S, Mofid V, Javanmardi F, Khanniri E, Mortazavian AM. The assessment of lead concentration in raw milk collected from some

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-05-06]

Ali A, et al. Effects of dust phenomenon on heavy metals in raw milk in western Iran. Foods and Raw Materials. 2020;8(2):241-49.

42. Amer AAE-M, El-Makarem HSA, El-Maghraby MA-E, Abou-Alella SA-E. Lead, cadmium, and aluminum in raw bovine milk: Residue level, estimated intake, and fate during artisanal dairy manufacture. Journal of Advanced Veterinary and Animal Research. 2021;8(3):454.

43. Zwierzchowski G, Ametaj BN. Minerals and heavy metals in the whole raw milk of dairy cows from different management systems and countries of origin: A meta-analytical study. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2018;66(26):6877-88.

44. Rezaei M, Dastjerdi HA, Jafari H, Farahi A, Shahabi A, Javdani H, et al. Assessment of dairy products consumed on the Arakmarket as determined by heavy metal residues. Health. 2014; 6(5):323-27.

45. Serdal O, Canbay HS, Uludağ H. Effect of environmental factors on heavy metal content of raw milk. Akademik Gıda. 2016;14(2):105-10.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-05-06]

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir

Orginal Article

Investigating the amounts and risk assessment of lead in raw milk collected from farms in Tehran province in winter, 2022

Alireza Bakhtiyari[1], Behrouz Akbari-adergani[2], Parisa Shavli-Gilani[1], Liela Karami[1], Najmeh Yazdanfar[3], Parisa Sadighara[1,*]

1- Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
2- Water Safety Research Center, Food and Drug Administration, Ministry of Health and Medical Education, Tehran, Iran
3- Iranian Institute of R&D in Chemical Industries (IRDCI) (ACECR), Tehran, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 23 December 2023
Revised: 12 March 2024
Accepted: 17 March 2024
Published: 10 June 2024

Keywords: Lead, Raw milk, Animal farm, Tehran, Risk assessment

***Corresponding Author:**
sadighara@farabi.tums.ac.ir

ABSTRACT

Background and Objective: Given the crucial role of milk and its products in human diets, it is imperative to implement effective measures to ensure the safety of milk by minimizing the presence of hazardous pollutants. This study aims to assess the concentration and potential risks associated with lead in raw milk produced in Tehran province.

Materials and Methods: This cross-sectional descriptive study involved the collection of raw milk samples from 24 diverse livestock farms in Tehran province during the winter season of 1401. The samples were analyzed for lead contamination using flame atomic absorption spectrometry. Statistical tests were applied to compare the results with international standards, and subsequent risk assessment was conducted based on the average amounts.

Results: The study revealed that none of the samples exceeded the permissible limit for lead. The mean and standard deviation of lead concentration in the samples was 7 ± 5.8 (ppb), well below the international standard. There was no significant variation in lead levels among the tested livestock farms. The Hazard Quotient (HQ) values for both children and adults were calculated to be less than 1.

Conclusion: The concentration of lead in all samples remained below the permissible limits set by Codex and the Iran Standards Organization, indicating no non-carcinogenic risks associated with milk consumption in terms of lead contamination, as suggested by the calculated HQ values.

Please cite this article as: Bakhtiyari A, Akbari-adergani B, Shavli-Gilani P, Karami L, Yazdanfar N, Sadighara P. Investigating the amounts and risk assessment of lead in raw milk collected from farms in Tehran province in winter, 2022. Iranian Journal of Health and Environment. 2024;17(1):193-204.

Copyright © 2024 Iranian Association of Environmental Health, and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Noncommercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-05-06]