Journal of Health

Vol. 16, No. 1, Spring 2025, Pages 16-25

Determination of Lead and Cadmium Levels in Milk and Dairy Products in Kerman

Hanieh Parvaneh [1], Mohammad Hosein Movassagh *[2]

1. Graduate of Veterinary Medicine, Faculty of Veterinary Medicine, Shab.C., Islamic Azad University, Shabestar, Iran
2. Associate Professor, Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Shab.C., Islamic Azad University, Shabestar, Iran
* ***Corresponding author***. Tel: +989143010292, E-mail: mh.movassagh@iau.ac.ir

Received: Jan 27, 2024 Accepted: Apr 11, 2025

ABSTRACT

Background & objectives: Milk and dairy products are fundamental components of human nutrition. However, contamination with heavy metals such as lead and cadmium poses a significant public health risk. This study aimed to determine the levels of lead and cadmium in milk, yogurt, and cheese in Kerman City.

Methods: A total of 70 samples were randomly collected between December 2021 and March 2022, including 10 raw milk samples, 10 pasteurized milk samples, 10 ultra-high temperature milk samples, 10 traditional cheese samples, 10 pasteurized cheese samples, 10 traditional yogurt samples, and 10 pasteurized yogurt samples. Heavy metal concentrations were analyzed using atomic absorption spectroscopy (AAS). Duncan's test was used for statistical analysis.

Results: A significant difference was observed in lead concentrations among the different samples ($p<0.05$). The highest mean lead concentration was detected in traditional cheese (99.71±5.94 µg/kg), while the highest cadmium levels were found in traditional yogurt (6.79±0.20 µg/kg) and traditional cheese (6.55±0.18 µg/kg). Lead levels in all samples exceeded the permissible limits set by the National Standard of Iran and the European Union.

Conclusions: The findings indicate that lead contamination in all tested dairy products surpassed permissible limits, highlighting the need for regular monitoring and regulatory interventions.

Keywords: Lead; Cadmium; Milk; Yogurt; Cheese; Kerman

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-07-30]

[DOI: 10.61186/j.health.16.1.16]

تعیین میزان سرب و کادمیوم در شیر و فرآورده‌های آن در شهر کرمان

هانیه پروانه[۱]، محمدحسین موثق[۲]*

۱. فارغ‌التحصیل دکترای حرفه‌ای دامپزشکی، دانشکده دامپزشکی، واحد شبستر، دانشگاه آزاد اسلامی، شبستر، ایران
۲. دانشیار بخش بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، واحد شبستر، دانشگاه آزاد اسلامی، شبستر، ایران
* نویسنده مسئول. تلفن: ۰۹۱۴۳۰۱۰۲۹۲ ایمیل: mh.movassagh@iau.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: شیر و فرآورده‌های آن یکی از مهم‌ترین منابع غذایی انسان است. آلودگی این ماده غذایی به فلزات سنگین می‌تواند یک تهدید جدی ازنظر سلامت عمومی باشد. هدف از این مطالعه تعیین میزان سرب و کادمیوم در شیر، ماست و پنیر در شهر کرمان بود.

روش کار: تعداد ۷۰ نمونه (۱۰ نمونه شیر خام، ۱۰ نمونه شیر پاستوریزه، ۱۰ نمونه شیر فرادما، ۱۰ نمونه پنیر سنتی، ۱۰ نمونه پنیر پاستوریزه، ۱۰ نمونه ماست سنتی و ۱۰ نمونه ماست پاستوریزه) به‌صورت تصادفی از دی تا اسفند ۱۴۰۰ اخذ و میزان باقی‌مانده سرب و کادمیوم در نمونه‌ها به روش جذب اتمی تعیین گردید. برای آنالیز آماری از آزمون دانکن استفاده گردید.

یافته‌ها: ازنظر میانگین میزان سرب و کادمیوم بین انواع نمونه‌ها (شیر خام، شیر پاستوریزه، شیر فرادما، ماست سنتی، ماست پاستوریزه، پنیر سنتی و پنیر پاستوریزه) اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید ($p<۰/۰۵$). بیشترین میزان سرب در پنیر سنتی به میزان ۵/۹۴ ± ۹۹/۷۱ میکروگرم در هر کیلوگرم و بیشترین میزان کادمیوم در ماست سنتی و پنیر سنتی به میزان ۰/۲۰±۶/۷۹ و ۰/۱۸±۶/۵۵ میکروگرم در هر کیلوگرم بود. میزان سرب در تمام نمونه‌ها بیش‌ازحد مجاز استاندارد ملی ایران و اتحادیه اروپا بود.

نتیجه‌گیری: نتایج مطالعه نشان داد که میزان سرب در همه نمونه‌ها بیش از حد مجاز ایران بود. با توجه به نتایج حاصله، کنترل دوره‌ای و منظم شیر، ماست و پنیر در شهر کرمان ازنظر تعیین میزان سرب توسط ارگان‌های نظارتی توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: سرب، کادمیوم، شیر، ماست، پنیر، کرمان

دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۷ **پذیرش:** ۱۴۰۴/۱/۲۲

مقدمه

امروزه تولید شیر و فرآورده‌های آن، به‌عنوان ترکیبات غنی از پروتئین و مواد ضروری بدن، یکی از مهمترین فرآوری‌ها در زمینه صنایع غذایی محسوب می‌شود به‌گونه‌ای که در مواردی مصرف سرانه آن را در کشورهای جهان به‌عنوان شاخص پیشرفت و توسعه در نظر می‌گیرند. در میان غذاهای مختلف که انسان روزانه مصرف می‌کند، شیر یکی از مناسب‌ترین و متعادل‌ترین ترکیبات غذایی موجود است و به دلیل ویژگی‌های ایمونولوژیکی و تغذیه‌ای، ماده‌ای مهم در رژیم غذایی انسان است و میزان مصرف آن به‌عنوان یکی از شاخص‌های مهم سلامت هر جامعه محسوب می‌شود (۱).

ازآنجا که سازمان بهداشت جهانی از زمان آغاز به کار خود، سلامت و ایمنی مواد غذایی را به‌عنوان بخشی از دستور کار بهداشتی خود قرار داده و به آن توجه

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-07-30]

[DOI: 10.61186/j.health.16.1.16]

ویژه‌ای نموده است، اهمیت سلامت شیر و فرآورده‌های آن در حفظ ایمنی مصرف‌کننده بسیار مشهود است. عدم رعایت موازین و معیارهای صنعتی در تولید، توزیع و فرآوری سبب حضور آلاینده‌های مختلف در شیر و فرآورده‌های آن گردیده، سلامت مصرف‌کننده را با خطر جدی مواجه می‌سازد. آلاینده‌ها ترکیبات مضر برای سلامت انسان هستند که ممکن است از مواد بسته‌بندی، خط تولید، آب‌های آلوده، سوخت‌های فسیلی، اجزای رادیواکتیو، متابولیت‌های سمی میکروارگانیسم‌ها، بقایای مواد شیمیایی به‌کاررفته در کشاورزی و ترکیبات دارویی اضافه‌شده به خوراک دام‌ها و طیور به مواد غذایی وارد شوند (۲). بر اساس ماهیت و فعالیت‌های مختلف، فلزات سنگین (نظیر جیوه، کروم، سرب، آرسنیک، کادمیوم، روی و آهن) ممکن است از طریق زباله‌های صنایع، فاضلاب، گردوغبار، خاک‌های آلوده و غیره وارد سیستم زنجیره غذایی شوند. مطالعات نشان داده است که کادمیوم و سرب برای انسان سمی است و حساسیت کودکان بسیار بیشتر است. اگرچه فلزات سنگین ضروری نظیر روی و مس عملکرد بیوشیمیایی در بدن دارند، اما مصرف بیش‌ازحد این فلزات سمی می‌باشد. فلزات سنگین ممکن است باعث مشکلات جدی ازنظر سلامتی نظیر اختلالات در سیستم عصبی، جهش‌های ژنتیکی، انواع مختلف سرطان، نارسایی کلیه، ناباروری و اختلالات قلبی عروقی شوند. تولید شیر و محیط دارای اثرات متقابلی است که تا حد زیادی به ما بستگی دارد. میزان فلزات سنگین در شیر بسته به نحوه تولید و بسته‌بندی متفاوت می‌باشد. فلزات سنگین نظیر کادمیوم، سرب، کروم، نیکل و کبالت در شیر گاو و محیط اطراف ما مشاهده می‌شوند و می‌توانند بیش از حد مجاز باشند و سلامت مصرف‌کنندگان را تهدید نمایند (۳).

فلزات سنگین بر اساس اهمیت در سلامتی به سه دسته: ۱) ضروری: شامل روی، مس، کبالت و کروم می‌باشد که برای تداوم سلامتی بدن وجودشان ضروری می‌باشد. ۲) غیرضروری: شامل آلومینیوم، لیتیوم و زیرکونیوم می‌باشد. ۳) سمیت پائین: شامل آلومینیوم و قلع می‌باشد. ۳) سمیت بالا: شامل جیوه، سرب و کادمیوم تقسیم می‌شوند (۳،٤).

دو آلاینده منتقله از راه هوا که توسط صنایع در محیط‌زیست رهاسازی می‌شوند شامل سرب و کادمیوم می‌باشد. با توجه به مصرف بالای شیر در نوزادان و کودکان، وجود مقادیر بالای سرب و کادمیوم در شیر می‌تواند برای این گروه سنی ازلحاظ سلامتی مخاطره‌آمیز باشد (۵).

سرب عنصری سمی و شکل‌پذیر است، که دارای رنگ خاکستری کدر می‌باشد. سرب فلزی است که در آب، هوا و مواد غذایی می‌تواند وجود داشته باشد. سرب بعد از آهن دومین فلز پرمصرف صنعتی می‌باشد (۶). قبل از شناسایی خطرات ناشی از سرب این فلز در لوازم لحیم‌کاری شده، لوله‌های آب، حروف چاپ، رنگ‌های نقاشی، قاب عینک، لاستیک‌سازی، مواد پرکننده دندان، آفت‌کش‌ها و بنزین سرب‌دار وجود داشته است. ازآنجاکه خاک به‌طور مؤثری سرب را در خود حفظ می‌نماید احتمال اینکه میزان سرب در غذا افزایش یابد وجود دارد. کاهش وزن، کم‌خونی، نارسایی کلیه و اختلالات سیستم عصبی مرکزی و محیطی با مسمومیت مزمن ناشی از سرب ارتباط دارد (۷،۸).

کادمیوم عنصری نرم، بارنگ سفید مایل به آبی است و در باتری‌ها به مقدار زیادی مورداستفاده قرار می‌گیرد. همچنین در ساخت انواع رنگ‌ها، پوشش‌ها، آبکاری و به‌عنوان مواد ثبات‌بخش در پلاستیک‌ها کاربرد دارد. استفاده وسیع از کادمیوم در صنعت به انتشار گسترده آن در محیط‌زیست کمک کرده است. اکثر کادمیوم موجود در مواد غذایی از نوع نمک‌های غیرآلی کادمیوم هستند. کادمیوم به‌راحتی در تمام قسمت‌های گیاهان جذب‌شده و در بافت گیاه وجود دارد. کادمیوم در کبد، کلیه و شیر انسان و حیوانات قابل‌شناسایی می‌باشد. تراکم کادمیوم در بدن

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-07-30]
[DOI: 10.61186/j.health.16.1.16]

حیوانات آزمایشگاهی با کم‌خونی، افزایش فشارخون و آسیب بیضه‌ها مرتبط می‌باشد (۷).

مطالعات انجام‌گرفته در سال‌های گذشته در مناطق مختلف ایران، وجود سرب و کادمیوم را در شیر و فرآورده‌های آن نشان می‌دهد (۱۱-۹، ٤). حد مجاز میزان سرب در شیر و فرآورده‌های آن در استاندارد ملی ایران و اتحادیه اروپا ۲۰ میکروگرم در کیلوگرم می‌باشد و برای کادمیوم حد مجازی تعریف‌نشده است (۱۲،۱۳).

هدف از این مطالعه تعیین میزان سرب و کادمیوم در شیر، ماست و پنیر توزیعی در شهر کرمان بود. با توجه به جستجو در منابع در دسترس مطالعه کنونی اولین مطالعه بر روی میزان سرب و کادمیوم در شیر، ماست و پنیر در شهر کرمان است.

روش کار

جمع‌آوری نمونه‌ها

این مطالعه به روش توصیفی- مقطعی انجام شد. برای نمونه‌برداری شهر کرمان به ۵ قسمت شمال، جنوب، شرق، غرب و مرکزی تقسیم شد. تعداد ۷۰ نمونه شامل ۱۰ نمونه شیر خام، ۱۰ نمونه شیر پاستوریزه، ۱۰ نمونه شیر فرادما، ۱۰ نمونه پنیر سنتی، ۱۰ نمونه پنیر پاستوریزه، ۱۰ نمونه ماست سنتی و ۱۰ نمونه ماست پاستوریزه به‌صورت تصادفی ساده در یک دوره سه‌ماهه از دی تا اسفند ۱٤۰۰ اخذ گردید. محصولات کارخانه‌ای شامل چهار برند تجاری توزیعی در شهر کرمان بود. نمونه‌ها در شرایط یخچالی به آزمایشگاه ارسال شد. برای تعیین میزان سرب و کادمیوم در نمونه‌ها از روش طیف‌سنجی جذب اتمی استفاده گردید.

آماده‌سازی و هضم نمونه‌ها

بدین منظور یک گرم از نمونه‌های خشک‌شده در حرارت ۵۰۰-٤۰۰ درجه سلسیوس به مدت ۸ ساعت جهت تهیه خاکستر در کوره الکتریکی (کاوش آزما- ایران) قرار داده شد. خاکستر باقیمانده با یک میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ حل‌شده و با ۱۰ میلی‌لیتر آب دیونیزه رقیق گردید. حذف مواد آلی در نمونه‌ها با استفاده روش هضم مرطوب صورت گرفت. بدین ترتیب که به‌صورت مجزا با مخلوط هضمی شامل اسید نیتریک غلیظ ۶۵ درصد و آب‌اکسیژنه ۳۰ درصد همگن گردیده و به مدت ۵ ساعت در دمای ۱۳۰ درجه سلسیوس حرارت داده شدند. پس از سرد شدن محلول هضم شده، حجم آن با استفاده از آب دیونیزه به ۱۰ میلی‌لیتر رسانده شد (١٤). محلول‌های مورداستفاده از شرکت مرک (آلمان) تهیه‌شده بود (۱۵).

جهت قرائت میزان غلظت فلزات سنگین سرب و کادمیوم در نمونه‌های موردمطالعه از دستگاه طیف‌نگار جذب اتمی کوره گرافیتی (VarianAA200-USA) استفاده گردید. در تمامی آزمایش‌ها حجم نمونه تزریق ۲۰ میکرولیتر بود. لامپ‌های کاتدی با طول‌موج‌های ۲۸۳ و ۲۲۸/۸ نانومتر به ترتیب برای قرائت سرب و کادمیوم بکار گرفته شد. دستگاه به‌وسیله محلول‌های استاندارد سرب و کادمیوم کالیبره گردید (۱۵).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌ها ابتدا تست نرمال شده و سپس برخی از شاخص‌های آماری برای هر گروه نمونه‌های شیر، ماست و پنیر محاسبه شد. مقایسه بین گروه‌ها ازنظر متغیرهای موردمطالعه با استفاده از آزمون گروه‌بندی یک‌طرفه تجزیه واریانس انجام و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد. کلیه عملیات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS-23 انجام و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Prism-10 استفاده شد. $p<۰/۰۵$ ازنظر آماری معنی‌دار در نظر گرفته شد.

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-07-30]

[DOI: 10.61186/j.health.16.1.16]

یافته ها

نتایج بررسی مقایسه میانگین بین نمونه‌های اخذشده ازنظر میزان سرب و کادمیوم در جدول ۱ نشان داده‌شده است.

با توجه به جدول ۱ میانگین میزان سرب در نمونه‌های شیر خام، شیر پاستوریزه، شیر فرادما، ماست سنتی، ماست پاستوریزه، پنیر سنتی، پنیر پاستوریزه به ترتیب ٤۷/۵۷±۲/٦٤، ٤۳/۳۳±۲/۲۸، ۳۸/۵٤±۲/۲۲، ۷۰/۳۰±٤/٤٤، ٦۲/۷۲±۳/۹۸، ۹۹/۷۱±۵/۹٤ و ۸۲/۵٦±۵/۰۲ میکروگرم در هر کیلوگرم بود و بیشترین میزان سرب در پنیر سنتی و کمترین میزان سرب در انواع شیر مشاهده شد که ازنظر میزان سرب بین انواع نمونه‌ها تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($p<۰/۰۵$). همچنین میانگین میزان کادمیوم در نمونه‌های شیر خام، شیر پاستوریزه، شیر فرادما، ماست سنتی، ماست پاستوریزه، پنیر سنتی، پنیر پاستوریزه به ترتیب ٤/۰۳±۰/۲۱، ۳/٤۷±۰/۱٤، ۲/۷۷±۰/۱۳، ٦/۷۹±۰/۲۰، ۵/۱٦±۰/۲۲، ٦/۵۵±۰/۱۸ و ۵/۸۲±۰/۲۱ میکروگرم در هر کیلوگرم بود. بیشترین میزان کادمیوم در ماست سنتی و پنیر سنتی بود و کمترین میزان در شیر فرادما مشاهده شد که تفاوت بین انواع نمونه‌ها معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$). همچنین میزان سرب در نمونه‌ها بیش‌ازحد مجاز بود. در بین نمونه‌ها شیر فرادما پایین‌ترین مقادیر سرب و کادمیوم را داشت. باقی‌مانده سرب و کادمیوم در تمام نمونه‌های اخذشده در شهر کرمان مشاهده گردید.

پراکندگی میزان سرب و کادمیوم در نمونه‌های موردبررسی در نمودارهای ۱ و ۲ نشان داده‌شده است.

میزان سرب در تمامی نمونه‌ها بیش‌ازحد مجاز استاندارد ملی ایران و اتحادیه اروپا (۲۰ میکروگرم در کیلوگرم) بود. در حال حاضر حد مجازی برای میزان کادمیوم در شیر، ماست و پنیر در استاندارد ملی ایران و اتحادیه اروپا تعیین نشده است.

جدول ۱. مقایسه میانگین میزان سرب و کادمیوم در نمونه‌های اخذشده در شهر کرمان.

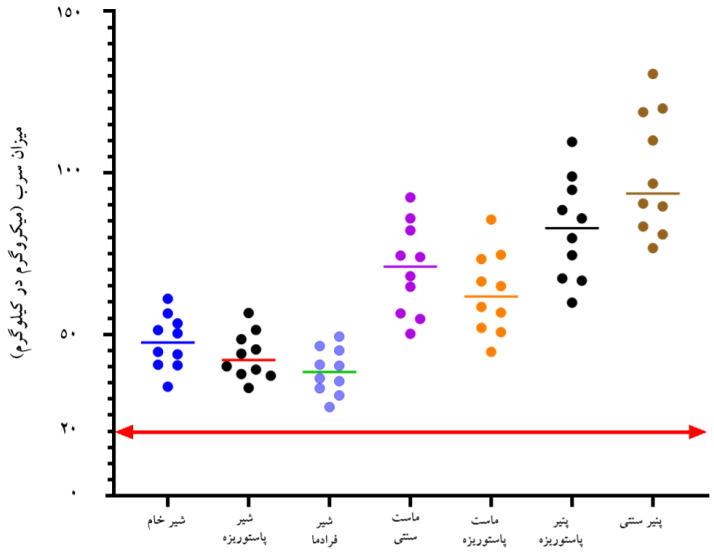
محصول	میانگین سرب (میکروگرم در کیلوگرم)	کمینه	بیشینه	میانگین کادمیوم (میکروگرم در کیلوگرم)	کمینه	بیشینه
شیر خام	٤۷/۵۷±۲/٦٤ [d]	۳۳/۸۰	٦۱	٤/۰۳±۰/۲۱ [d]	۲/۹۰	۵/۲۵
شیر پاستوریزه	٤۳/۳۳±۲/۲۸ [d]	۳۳/٤۰	۵٦/٦۰	۳/٤۷±۰/۱٤ [e]	۲/۷۹	٤/۳۱
شیر فرادما	۳۸/۵٤±۲/۲۲ [d]	۲۷/۵۰	٤۹/۳۰	۲/۷۷±۰/۱۳ [f]	۲/۰۹	۳ /٤۵
ماست سنتی	۷۰/۳۰±٤/٤٤ [c]	۵۰/۲۰	۹۲/٤۰	٦/۷۹±۰/۲۰ [a]	۵/۷۹	۷/۹۳
ماست پاستوریزه	٦۲/۷۲±۳/۹۸ [c]	٤٤/٦۰	۸۵/۵۰	۵/۱٦±۰/۲۲ [c]	٤/۱٤	٦/۵٤
پنیر سنتی	۹۹/۷۱±۵/۹٤ [a]	۷٦/۷۰	۱۳۰/٦۰	٦/۵۵±۰/۱۸ [a]	۵/٤٦	۷/٤۵
پنیر پاستوریزه	۸۲/۵٦±۵/۰۲ [b]	۵۹/۸۰	۱۰۹/٦۰	۵/۸۲±۰/۲۱ [b]	٤/٦۹	٦/۹۵
خطای استاندارد میانگین	۲/۸۸			۰ /۱۸		
ارزش P	۰ /۰۰۰۱			۰ /۰۰۰۱		

سطح معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن محاسبه‌شده است.

اعداد با حروف غیرمشابه اختلاف معنی‌دار با همدیگر دارند.

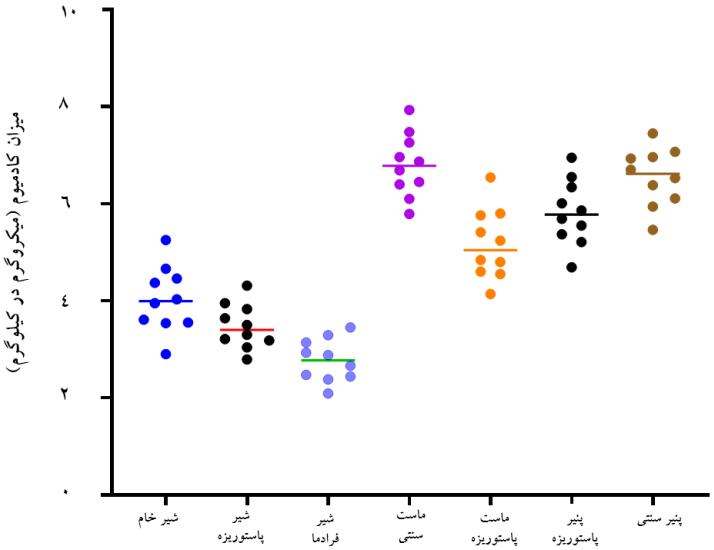
[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-07-30]

[DOI: 10.61186/j.health.16.1.16]



نمودار ۱. پراکندگی میزان سرب در نمونه‌های اخذشده در شهر کرمان

(خط قرمز نشان‌دهنده حد مجاز میزان سرب در شیر، ماست و پنیر بر اساس استاندارد ملی ایران و اتحادیه اروپا می‌باشد)



نمودار ۲. پراکندگی میزان کادمیوم در نمونه‌های اخذشده در شهر کرمان

بحث

کنترل میزان فلزات سنگین در شیر و فراورده‌های آن یکی از مواردی است که با سلامت مصرف‌کنندگان در ارتباط می‌باشد و از نظر ایمنی مواد غذایی اهمیت فراوانی دارد. با توجه به عوارض جبران‌ناپذیر مسمومیت حاد و مزمن با فلزات سنگین در انسان حساسیت و اهمیت موضوع را افزایش می‌دهد. با توجه به حجم تولید شیر و فرآورده‌های آن در ایران تعیین میزان سرب و کادمیوم در شیر و محصولات آن در شهر کرمان انجام شد.

با توجه به مطالعات انجام‌گرفته در ایران و جهان در ادامه به بررسی نتایج مطالعات سایر محققین می‌پردازیم.

در مطالعه انجام‌شده توسط معلم بندانی و همکاران که به بررسی میزان سرب و کادمیوم در ۱۰۰ نمونه شیر گاو در شهر زابل به روش جذب اتمی پرداخته بودند، میزان میانگین سرب و کادمیوم به ترتیب

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-07-30]

[DOI: 10.61186/j.health.16.1.16]

۹/۱۷±۲/۵ و ۴/۵۵±۱/۰۸ میکروگرم در کیلوگرم بود (۶). مقایسه نتایج این مطالعه با یافته‌های کنونی نشان می‌دهد که میزان میانگین سرب در شیر خام در شهر کرمان بیشتر از شهر زابل بود ولی میزان میانگین کادمیوم در شهر کرمان کمتر از شهر زابل بود، که علت تفاوت می‌تواند به مجاورت دامداری‌ها با مناطق صنعتی، کارخانه‌ها صنعتی، معادن زغال‌سنگ، مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی، آلودگی آب و خوراک دام، نزدیکی و مواجهه با فاضلاب‌های صنعتی و نحوه فرآوری و بسته‌بندی شیر مربوط باشد.

جابری و همکاران میزان سرب و کادمیوم را در ۱۲ نمونه ماست و ۱۲ نمونه پنیر پاستوریزه تولیدشده در شهر اصفهان و گلپایگان را به روش جذب اتمی بررسی نمودند. میزان میانگین سرب در نمونه‌های ماست و پنیر شهر اصفهان و گلپایگان به ترتیب ۳۵/۲۱±۵۴/۹۶، ۱۹/۶۲±۶۱/۶۵، ۵۹/۰۹±۱۰۵/۳۸ و ۶۳/۴۴±۱۴۱/۹۴ بود. میزان میانگین کادمیوم در نمونه‌های ماست و پنیر شهر اصفهان و گلپایگان به ترتیب ۱/۲۳±۱۹/۰۳، ۸/۰۸±۱۶/۸۴، ۱۹/۲۹±۵۳/۷۹ و ۲۲/۵۸±۳۷/۶۷ بود (۸). مقایسه نتایج بامطالعه کنونی نشان می‌دهد که میزان سرب و کادمیوم در نمونه‌های پنیر و ماست شهر کرمان کمتر از شهر اصفهان و گلپایگان بود.

رضایی و همکاران میزان فلزات سنگین را در ۶۰ نمونه شیر پاستوریزه، ماست، دوغ و پنیر در شهر اراک را تعیین نمودند. میانگین میزان سرب در نمونه‌های شیر پاستوریزه، پنیر، ماست و دوغ به ترتیب ۱۲/۵، ۱۸/۲۱، ۱۶/۵۶ و ۱۴/۳۴ میکروگرم در لیتر بود. میانگین میزان کادمیوم در نمونه‌های شیر پاستوریزه، پنیر، ماست و دوغ به ترتیب ۳/۹۴، ۵/۴۰، ۴/۷۹ و ۴/۰۶ میکروگرم در لیتر بود (۱۱). با مقایسه نتایج حاصله در مطالعه کنونی میزان سرب در نمونه‌های شیر، ماست و پنیر در شهر کرمان بیشتر از شهر اراک بود ولی ازنظر میانگین میزان کادمیوم نتایج تقریباً مشابه بود. علت اختلاف می‌تواند مرتبط با تجمع مراکز صنعتی در دو شهر اراک و کرمان باشد.

در مطالعه پژوهی الموتی و همکاران تعداد ۱۹۰ نمونه شامل شیر خام گاو، گوسفند، بز، ماست و پنیر طی سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ از استان همدان جمع‌آوری شد. میانگین میزان سرب در نمونه‌های شیر گاو، ماست و پنیر به ترتیب ۹۴، ۱۳۶ و ۳۲۵ میکروگرم در کیلوگرم بود. میانگین میزان کادمیوم در نمونه‌های شیر گاو، ماست و پنیر به ترتیب ۳، ۳ و ۷ میکروگرم در کیلوگرم بود (۴). با توجه به نتایج حاصله میزان سرب در نمونه‌های استان همدان بیشتر از شهر کرمان می‌باشد و میزان کادمیوم در پنیر بیشتر از مطالعه کنونی در کرمان می‌باشد.

در مطالعه‌ای در شهر قزوین میزان سرب و کادمیوم در شیر گاوداری‌های استان قزوین با روش پلاسمای القایی تعیین گردید. میزان میانگین سرب و کادمیوم در شیر به ترتیب ۲/۷۷ و ۲/۲۴ میکروگرم در کیلوگرم بود (۱۶). مقادیر بسیار کمتر از نتایج مطالعه کنونی بود. به نظر می‌رسد که در استان قزوین میزان سرب و کادمیوم در شیر خام بسیار پائین تر از سایر مطالعات انجام‌گرفته در ایران می‌باشد.

در مطالعه‌ای در شهر تبریز، میزان سرب و کادمیوم در شیر پاستوریزه و ماست با روش جذب اتمی تعیین گردید. محدوده میزان سرب در شیر پاستوریزه و ماست به ترتیب ۱۰/۸۳-۶/۰۶ و ۱۹/۳۴-۵/۵۴ میکروگرم در کیلوگرم بود. محدوده میزان کادمیوم در شیر پاستوریزه و ماست به ترتیب ۶/۰۷-۲/۳۴ و ۸/۸۳-۳/۱۴ میکروگرم در کیلوگرم بود (۱۷). به نظر می‌رسد که محدوده سرب در نمونه‌های اخذشده از شهر تبریز بسیار کمتر از شهر کرمان می‌باشد. از نظر محدوده میزان کادمیوم نتایج مشابه می‌باشد. علل آلودگی پائین سرب و کادمیوم در شیر و ماست در شهر تبریز کیفیت آلودگی آب و خاک، شیوه‌های تولید، میزان آلودگی هوا و محیط‌زیست شهری و نوع خوراک دام باشد.

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-07-30]
[DOI: 10.61186/j.health.16.1.16]

در یک مطالعه مروری در کشور چین که بر روی ۱۶ مطالعه انجام‌گرفته بر روی تعیین میزان فلزات سنگین در شیر و فراورده‌های آن در ۲۰ استان کشور چین پرداخته است، میزان سرب در نمونه‌ها کمتر از حد مجاز بود ولی در سه مطالعه میزان سرب در نمونه‌های شیر خام و تجاری بیش‌ازحد مجاز اتحادیه اروپا بود (۱۸). در مطالعه کنونی میزان سرب در تمام نمونه‌ها بیش از حد مجاز استاندارد ملی ایران و اتحادیه اروپا بود.

در مطالعه‌ای داویدوف و همکاران میزان فلزات سنگین را در ۱۵۰ نمونه شیر خام سه گاوداری در صربستان را با روش پلاسمای القایی تعیین نمودند. میزان سرب و کادمیوم در نمونه‌های شیر خام کمتر از ۵ میکروگرم در کیلوگرم بود (۱۹).

در مطالعه‌ای در منطقه آلماتی قزاقستان، میزان سرب و کادمیوم در ۱۲۰ نمونه شیر خام و ۸۰ نمونه پنیر کاتیج بررسی شد. میزان سرب در نمونه‌های شیر و پنیر به ترتیب ۱۰> و ۱۰ میکروگرم در کیلوگرم و میزان کادمیوم در نمونه‌ها به ترتیب ۱۰> و ۵۰ میکروگرم در کیلوگرم بود (۲۰).

در مطالعه شریفی و همکاران، میزان سرب در شیر پاستوریزه و فرآورده‌های آن در شهر تهران به روش جذب اتمی تعیین گردید. ۱۸ نمونه شیر پاستوریزه، ۵ نمونه پنیر، ۳ نمونه خامه، ۳ نمونه کره، ۳ نمونه ماست و ۶ نمونه شیرخشک جمع‌آوری شد. میانگین میزان سرب در شیر پاستوریزه، پنیر و ماست به ترتیب ۳±۱۶، ۱±۱۰ و ۳±۲۲ میکروگرم در کیلوگرم بود. بالاترین میزان میانگین سرب در نمونه ماست مشاهده شده بود. میزان سرب در همه نمونه‌ها کمتر از حد مجاز بود (۲۱). مقادیر سرب در نمونه‌ها در مقایسه با مطالعه کنونی کمتر بود. یکی از علل بالا بودن میزان سرب در شیر می‌تواند نزدیکی کارخانه‌های صنعتی به منابع آب مزارع کشاورزی و دامداری‌ها می‌باشد.

منتصری و همکاران در مطالعه‌ای میزان فلزات سنگین در ۷۵ نمونه شیر خام، ۱۰ نمونه ماست و ۲۰ نمونه کشک در استان فارس به روش جذب اتمی تعیین نمودند. میانگین میزان سرب و کادمیوم در شیر خام به ترتیب ۱۷ و ۱ میکروگرم در کیلوگرم بود. میزان سرب در تمام نمونه‌های کشک بیش از حد مجاز بود ولی در نمونه‌های شیر خام و ماست میزان سرب در حد مجاز بود. نتایج مطالعه نشان داد که آلودگی محیطی با سرب در استان فارس وجود دارد (۲۲). میزان سرب در مقایسه با مطالعه کنونی کمتر بود و به نظر می‌رسد که وجود معادن فراوان در استان کرمان می‌تواند یکی از علل بالا بودن میزان سرب در نمونه‌های اخذشده باشد.

در مطالعه کنونی میانگین میزان سرب در شیر خام، شیر پاستوریزه و شیر فرادما تفاوت معنی‌داری نداشت و مقدار سرب از نمونه‌های ماست و پنیر کمتر بود. به نظر می‌رسد میزان بالای سرب در پنیر به علت تقلید سرب از کلسیم و حضور در میسل کازئین می‌باشد که باعث افزایش میزان بالای سرب در نمونه‌های پنیر می‌شود (۲۳). بنابراین بهترین روش برای کاهش میزان سرب در شیر و فرآورده‌های آن رعایت فاصله مناسب دامداری‌ها از مراکز صنعتی، معادن، فاضلاب‌های صنعتی و کنترل میزان سرب در آب و خوراک دام می‌باشد.

این پژوهش مزایای قابل توجهی دارد، ازجمله بررسی دوره‌ای و دقیق میزان سرب و کادمیوم در شیر، ماست و پنیر که می‌تواند به ارتقای سلامت عمومی و ایجاد استانداردهای نظارتی بهتر کمک کند. همچنین، مقایسه میانگین آلودگی این فلزات در شیر و انواع فرآورده‌های آن، اطلاعات ارزشمندی برای آگاه‌سازی مصرف‌کنندگان و سیاست‌گذاران فراهم می‌آورد. اما محدودیت‌هایی نیز وجود دارد. یکی از محدودیت‌های اصلی ممکن است نمونه‌گیری محدود به یک شهر و دوره زمانی کوتاه باشد که نتایج را کمتر قابل تعمیم می‌سازد.

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-07-30]

[DOI: 10.61186/j.health.16.1.16]

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصله به نظر می‌رسد که میزان سرب در نمونه‌های شیر، ماست و پنیر توزیعی در شهر کرمان در حد نگران‌کننده‌ای قرار دارد و ارگان‌های نظارتی باید به‌صورت دوره‌ای این محصولات را ازنظر میزان سرب بررسی نمایند. همچنین باید راه‌های ورود سرب در شیر، ماست و پنیر با انجام مطالعات تکمیلی مشخص و از ورود سرب در شیر جلوگیری گردد.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر مستخرج از داده‌های پایان‌نامه مقطع دکترای حرفه‌ای نویسنده اول (کد۱۹۵۲۱۳۸۰۱۳۲۸۱۹۱٤۰۰۱۶۲٤۹۸۰۳۷) در رشته دامپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شبستر است. نگارندگان بر خود لازم می‌دانند که از زحمات آقای دکتر مسعود مشهدی اکبر بوجار بابت آنالیزهای آزمایشگاهی تقدیر و تشکر نمایند. لازم به ذکر است که ملاحظات اخلاقی در تمام مراحل تحقیق رعایت گردیده است و کد اخلاق به شماره شناسه IR.IAU.TABRIZ.REC.1401.073 می‌باشد.

تضاد منافع

نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منافعی وجود ندارد.

References

1- Nikpooyan H, Mohamadi Sani A, Zavezad N. Determination of lead residue levels in raw milk from different regions of Mashhad (north-east of Iran) by AAS method. Nutrition & Food Science. 2013; 43(4):324-9

2- Khaniki GRJ. Chemical contaminants in milk and public health concerns: A Review. International Journal of Dairy Science. 2007; 2(2):104-15.

3- Giri A, Roy M, Sahoo S, Gayen KC. Heavy metal contamination in milk and milk products. In: Mishra SK, Goyal MR, Gaare M, editors. Biological and chemical hazards in food and food products: prevention, practices, and management, 1st ed. Florida: Apple Academic Press, 2022:187-207.

4- 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]

5- Mounam MA. The Health risks caused by heavy metals contamination of milk products. Diyala Journal of Medicine. 2023; 24(2): 141-154.

6- 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 Science. 2015; 23 (3):178-185. [In Persian]

7- Omaye ST. Food and nutritional toxicology. 1st ed. Boca Raton: CRC press; 2004: 234-238.

8- Jaberi E, Shakerian A, Rahimi E. Determination of lead and cadmium contaminations in UF-Cheese and yoghurt produced in Esfahan and Golpayegan Pegah dairy processing establishments. Journal of Food Hygiene. 2013; 3 (11): 49-55. [In Persian]

9- Shahbazi Y, Ahmadi F, Fakhari F. Voltametric 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; 192:1060-7.

10- Ziarati P, Shirkhan F, Mostafidi M, Zahedi MT. An overview of the heavy metal contamination in milk and dairy products. Acta Scientific Pharmaceutical Sciences. 2018 ; 2(7):1-4.

11- Rezaei M, Dastjerdi HA, Jafari H, Farahi A, Shahabi A, Javdani H, Teimoory H, Yahyaei M, Malekirad AA. Assessment of dairy products consumed on the Arak market as determined by heavy metal residues. Health. 2014; 2014; 6(5): 323-327.

12- Iran Standard and Industrial Research Institute. Iranian National Standard No. 12968, Food and feed maximum limit of heavy metals and test methods. 2021. [In Persian]

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-07-30]

[DOI: 10.61186/j.health.16.1.16]

13- Commission Regulation (EC), Setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. Accessed: 2023 Dec 20: Available from: URL https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:02006R1881-20150521.
14- Licata P, Trombetta D, Cristani M, Giofrè F, Martino D, Calò M, et al. Levels of "toxic" and "essential" metals in samples of bovine milk from various dairy farms in Calabria, Italy. Environment International. 2004; 30(1):1-6.
15- Samuel Maas, Eric Lucot, Frédéric Gimbert, Nadia Crini, Pierre-Marie Badot. Trace metals in raw cows' milk and assessment of transfer to Comte cheese. Food Chemistry, 2011; 129 (1): 7 - 12.
16- Eftekhari M, Shahrami E, Hadi Tavatori MH, Atlasbaf M. Assessment of milk contamination by some heavy metals (lead, cadmium, chromium, nickel and mercury) of dairy cattle herd in Qazvin province and its effects on human health. Veterinary Research & Biological Products. 2022;35(1):131-7. [In Persian]
17- 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.
18- Yan M, Niu C, Li X, Wang F, Jiang S, Li K, et al. Heavy metal levels in milk and dairy products and health risk assessment: A systematic review of studies in China. Science of The Total Environment. 2022; 851:158161.
19- Davidov I, Kovacević Z, Stojanović D, Pucarević M, Radinović M, Stojić N, et al. Contamination of cow milk by heavy metals in Serbia. Acta Scientiae Veterinariae. 2019;47.
20- Sarsembayeva NB, Abdigaliyeva TB, Utepova ZA, Biltebay AN, Zhumagulova SZ. Heavy metal levels in milk and fermented milk products produced in the Almaty region, Kazakhstan. Veterinary World. 2020;13(4):609.
21- Sharifi S, Sohrabvandi S, Mofid V, Khanniri E, Khorshidian N, Esmaeili S, et al. Determination of lead level in pasteurized milk and dairy products consumed in Tehran and evaluation of associated health risk. International Journal of Cancer Management. 2021;14(9):1-9.
22-Montaseri M, Zakeri A, Amininezhad H, Hosseinzadeh S. Toxic metal levels in cow bulk milk, yoghurt, and kashk in southwest Iran: health risk assessment. International Journal of Environmental Health Research. 2025; 3:1-3.
23- Beach JR, Henning SJ. The distribution of lead in milk and the fate of milk lead in the gastrointestinal tract of suckling rats. Pediatric Research. 1988; 23(1):58-62.

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2025-07-30]

[DOI: 10.61186/j.health.16.1.16]