Occupational Medicine Quarterly Journal
Vol. 17, No. 3, Autumn 2025
Pages:52-61:

فصلنامه علمی تخصصی طب کار
دوره ۱۷، شماره ۳، پائیز ۱۴۰۴
صفحه: ۶۱-۵۲

مداخلات بهداشتی برای کاهش مواجهه شغلی با سرب در تولید کنتورهای آب و تجهیزات انشعاب: بررسی مداخله ای

زهرا خرقانی[۱]، نگین کثیری[۲*]

چکیده

مقدمه: سرب فلزی سمی در پوسته زمین است و از ۷۰۰۰ سال قبل مورد استفاده وسیع بشر در صنعت بوده است و باعث مواجهات شغلی زیاد و بروز مشکلات سلامت عمومی در بسیاری از نقاط جهان شده است. با توجه به تاثیرات ان روی تمامی سیستم ها و اعضای بدن از جمله کاهش عملکرد شناختی، افزایش فشار خون بالا، افت عملکرد کلیوی و اختلال عملکرد ذهنی در این مقاله به بررسی و ارزیابی راهبردهای کاهش سطح سرمی سرب در بین کارگران میپردازیم و به دنبال شناسایی روش های حفاظت و بهبود سلامت شغلی هستیم.

روش بررسی: این مطالعه به صورت یک مطالعه مداخله‌ای در سال‌های ۱۴۰۲ تا ۱۴۰۳ در کارخانه‌ای در مشهد استان خراسان رضوی بر روی ۲۱ مورد انجام شد. جمعیت مورد مطالعه شامل کارگران بخش‌های مختلف کارخانه بود که به طور مستقیم با فرآیندهای ذوب و ریخته‌گری فلزات در تماس بودند. در این مطالعه، تغییرات متعددی در محیط کاری و فرآیندهای کاری از جمله تغییر نوع مواد اولیه، بهسازی سیستم تهویه، استفاده از تجهیزات حفاظت فردی، کنترل دوره ای سطح سرب، توصیه های تغذیه ای و رژیمی انجام شد تا سطح سرب سرمی کارگران کاهش یابد.

نتایج: نتایج نشان داد که مداخلات ذکر شده به طور معناداری سطح سرب سرمی کارگران را کاهش داده است، به طوری که میانگین سطح سرب سرمی از ۲۴/۵۶ میکروگرم در دسی‌لیتر قبل از مداخله به ۱۵/۸۴ میکروگرم در دسی‌لیتر پس از مداخله کاهش یافت.

نتیجه‌گیری: مداخلات محیطی و بهداشتی در محیط‌های کاری می‌تواند به‌طور مؤثری سطح سرمی سرب کارگران را کاهش دهد.

واژه‌های کلیدی: سطح سرمی سرب، مداخلات محیطی، تماس شغلی با سرب

[۱] متخصص طب کار، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران
[۲] استادیار، گروه طب کار، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
* (نویسنده مسئول)؛ تلفن تماس: ۰۲۱۸۶۷۰۳۱۷۰، پست الکترونیک: neginkassiri@gmail.com
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۱۰

CC BY- NC 4.0

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-04-22]

[DOI: 10.18502/tkj.v17i3.20029]

مقدمه

سرب یک فلز سمی است که به طور گسترده در صنعت استفاده می‌شود و یکی از اجزای اصلی در تولید باتری‌ها، تعمیر اگزوز و انتشار گازهای خروجی خودروهاست (۱-۳). کارگران شاغل در صنایع باتری‌سازی، تعمیر اگزوز و مشاغل مشابه به طور مداوم در معرض سرب قرار دارند و به همین دلیل نسبت به اثرات مضر آن آسیب‌پذیر هستند (۲-۴). سرب می‌تواند تقریباً تمامی اعضا و سیستم‌های بدن، به ویژه سیستم‌های خون‌ساز، اسکلتی، عصبی، ادراری تناسلی و قلبی عروقی را تحت تأثیر قرار دهد (۵-۷). مسمومیت با سرب اثرات متعددی بر سلامت دارد، از جمله کاهش عملکرد شناختی، فشار خون بالا و افت عملکرد کلیوی و اختلالات ذهنی (۳, ۸). حتی در غلظت‌های پایین نیز سرب می‌تواند باعث آسیب‌های عصبی شود و بر تنظیم ژن‌ها و سیستم‌های پیام‌رسان عصبی تأثیر بگذارد (۹).

از قرن‌ها پیش، اثرات سمی سرب غیرآلی شناخته شده است و در سال ۲۰۰۶، این فلز به عنوان یک سرطان‌زای احتمالی برای انسان توسط آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان (IARC) طبقه‌بندی شد(۱۱،۱۰). مواجهه با سرب غیرآلی می‌تواند باعث کاهش عملکرد شناختی در طول زمان شود (۱۲-۱۴). در بریتانیا به همین دلیل، مقررات کنترل سرب در محیط از سال ۱۹۸۰ به منظور حفاظت از کارگرانی که در معرض سطوح خطرناک سرب هستند، تدوین شده است(۱۰). این مقررات شامل همه فعالیت‌هایی است که ممکن است منجر به استنشاق، بلع یا جذب سرب از طریق پوست شود و نظارت پزشکی برای کارگران در معرض سطوح معنی‌دار سرب را ضروری می‌سازد (۱۵).

استانداردهای مجاز برای سطح سرب خون کارگران بر اساس داده‌های سم‌شناسی تنظیم شده است و در حال حاضر در بریتانیا، برای مردان بالغ ۶۰ میکروگرم در دسی‌لیتر، برای کارگران جوان ۵۰ میکروگرم در دسی‌لیتر و برای زنان در سنین باروری ۳۰ میکروگرم در دسی‌لیتر تعیین شده است (۱۰). نظارت شامل ارائه نمونه خون برای تعیین سطح سرب در آزمایشگاه‌های معتبر است و فرکانس اندازه‌گیری‌ها بر اساس سطح اولیه سرب خون بین ۳ تا ۱۲ ماه متغیر است(۱۰).

در چند دهه گذشته، اقدامات گسترده‌ای برای کاهش مواجهه با سرب در محیط زیست انجام شده است. به عنوان مثال، حذف سرب از بنزین، رنگ‌های ساختمانی، سیستم‌های لوله‌کشی و قوطی‌های مواد غذایی از جمله این اقدامات بوده‌اند (۳). این تلاش‌ها به کاهش قابل توجه سطح سرب خون در جمعیت عمومی منجر شده است. داده‌های مطالعات ملی سلامت و تغذیه در ایالات متحده نشان می‌دهد که میانگین سطح سرب خون از ۱۲/۸ میکروگرم در دسی‌لیتر در سال ۱۹۷۶ به ۲/۸ میکروگرم در دسی‌لیتر در سال ۱۹۹۱ کاهش یافته است (۱۶). در نتیجه، استانداردهای قابل قبول برای سطح سرب خون به مرور زمان کاهش یافته است؛ از کمتر از ۲۵ میکروگرم در دسی‌لیتر در سال ۱۹۸۵ به کمتر از ۱۰ میکروگرم در دسی‌لیتر در سال ۱۹۹۱. با این حال، حتی سطح فعلی مورد قبول (کمتر از ۱۰ میکروگرم در دسی‌لیتر) ممکن است هنوز هم بیش از حد باشد و خطراتی برای سلامت ایجاد کند (۱۸،۱۷).

با وجود این پیشرفت‌ها، مواجهه شغلی با سرب همچنان یک چالش بهداشتی باقی مانده است، به ویژه در صنایعی مانند تولید و بازیافت باتری، ساخت و ساز، تولید شیشه و سرامیک و صنایع شیمیایی مرتبط (۱۹). آژانس سلامت و ایمنی بریتانیا(HSE) به همراه آزمایشگاه سلامت و ایمنی (HSL) به طور روتین نمونه‌های خون را برای اندازه‌گیری سطح سرب تحلیل می‌کنند و نشانگرهای بیولوژیکی تأثیرات سمی سرب مانند افزایش پروتوپورفیرین زینک (ZPP) و کاهش هموگلوبین را بررسی می‌کنند، چرا که وجود سرب در خون تشکیل هموگلوبین را مهار می‌کند (۱۰, ۲۰).

هدف این مطالعه بررسی و ارزیابی راهبردهای کاهش سطح سرب سرمی در محیط‌های کاری است. این مطالعه به بررسی اثربخشی مداخلات مختلف برای کاهش مواجهه با سرب در بین کارگران پرداخته و مشاهده شد که سطح سرب بعد از مداخله بصورت معناداری کمتر شده است. بر این اساس درک و اجرای راهبردهای مؤثر برای کاهش سطح سرب سرمی برای حفاظت از سلامت کارگران و مقابله با چالش‌های مستمر مواجهه شغلی با سرب ضروری است.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-04-22]

[DOI: 10.18502/tkj.v17i3.20029]

CC BY- NC 4.0

روش بررسی

این مطالعه به صورت یک مطالعه مداخله‌ای در طی سال‌های ۱۴۰۲ تا ۱۴۰۳ در کارخانه‌ای در مشهد، استان خراسان رضوی بر روی ۲۱ کارگر انجام شد. جمعیت مورد مطالعه شامل کارگران بخش‌های مختلف کارخانه بود که به طور مستقیم با فرآیندهای ذوب و ریخته‌گری فلزات در تماس بودند و از بین آنها ۲۱ مورد به صورت تصادفی انتخاب شدند. در این مطالعه، تغییرات متعددی در محیط کاری و فرآیندهای کاری انجام شد تا سطح سرب سرمی کارگران کاهش یابد. این تغییرات به شرح زیر بودند:

تغییر نوع مواد اولیه: مواد اولیه از ضایعات فلزی مانند رادیاتورها و ... به شمش‌های فلزی مانند مس و ... تغییر یافت. این تغییر به منظور کاهش آلودگی ناشی از مواد اولیه صورت گرفت.

تغییرات در ساختمان کارگاه ریخته‌گری: تغییراتی شامل افزایش ارتفاع ساختمان کارگاه از ۴ متر به حدود ۸ متر، تغییر شکل سقف از شیب‌دار به سوله‌ای و افزایش امکانات تهویه عمومی با افزایش تعداد پنجره‌ها و سایر تغییرات مشابه انجام شد.

بهسازی سیستم تهویه موضعی: سیستم مکنده تهویه موضعی به بیرون از کارگاه منتقل شد و اتصالات آن به‌سازی گردید تا از بازگشت آلاینده‌ها به داخل کارگاه جلوگیری شود. همچنین سیستم تهویه موضعی کوره‌های ذوب بهبود یافت.

تجهیزات حفاظت فردی: کمدهای مخصوص برای نگهداری تجهیزات حفاظت فردی پرسنل ذوب فراهم شد تا از آلودگی تجهیزات شخصی جلوگیری شود. بررسی و تأمین تجهیزات حفاظت فردی انجام شد و آموزش‌های لازم در مورد استفاده صحیح از تجهیزات به پرسنل داده شد.

ممنوعیت خوردن و آشامیدن در محیط کار: خوردن و آشامیدن در محیط کار ممنوع شد و پرسنل در خصوص خطرات این عمل آموزش داده شدند و توجیه شدند.

کنترل دوره‌ای سطح سرب: سطح سرب پرسنل به صورت دوره‌ای اندازه‌گیری و کنترل شد و مواد غذایی کمک‌کننده در افزایش ایمنی بدن و کاهش سطح سرب تأمین گردید.

انتقال و جابجایی پرسنل: پرسنلی که سطح سرب بالایی داشتند تا زمان بهبودی به سایر واحدها منتقل شدند. همچنین مشاغل پرخطر به صورت چرخشی مدیریت شدند تا مدت زمان مواجهه کارگران با آلودگی کاهش یابد.

برگزاری کلاس‌های آموزشی: کلاس‌های آموزشی در زمینه ایمنی و بهداشت حرفه‌ای در واحد ریخته‌گری برگزار شد تا آگاهی پرسنل در مورد خطرات و راهکارهای پیشگیری افزایش یابد.

سیستم‌های سرمایشی: سیستم‌های سرمایشی به بیرون از سالن منتقل شده و کانال‌کشی مناسب برای تهویه بهتر انجام شد.

توصیه‌های تغذیه‌ای و رژیمی: آهن، کلسیم، منیزیم، و روی به دلیل رقابت با سرب در جذب از طریق دستگاه گوارش می‌توانند موجب کاهش جذب سرب شوند. این مواد معدنی از طریق مسدود کردن کانال‌های جذب سرب از ورود آن به بدن جلوگیری می‌کنند. از طرف دیگر، ویتامین C، سیر و گشنیز به افزایش دفع سرب از بدن کمک می‌کنند (۲۱). ویتامین C به خصوص به دلیل توانایی خود در باند شدن با سرب و ایجاد ترکیباتی که به راحتی از طریق سیستم گوارشی دفع می‌شوند، مؤثر است. همچنین، شیر که سرشار از کلسیم است در کاهش جذب سرب نقش دارد و از طریق کاهش ورود سرب به بدن، به مقابله با اثرات مضر آن کمک می‌کند(۲۱).

این مداخلات تحت نظارت کارشناسان شرکت و با همکاری پرسنل اجرا گردیدند و به صورت مستمر کنترل و ارزیابی شدند تا اثربخشی آن‌ها در کاهش سطح سرب سرمی کارگران مورد بررسی قرار گیرد، در ادامه سطح سرمی سرب بر اساس ارزیابی آزمایشگاهی قبل از مداخله و ۳ ماه بعد از مداخله بررسی شده است.

آنالیزهای آماری با استفاده از نرم افزار SPSS 26 انجام شد، به منظور مقایسه میانگین و انحراف معیار از آزمون تی مستقل و به منظور مقایسه داده‌های کیفی از آزمون آماری کای اسکوئر استفاده شد، همچنین توزیع فراوانی داده‌ها بر اساس فراوانی و درصد و داده‌های کمی با استفاده از میانگین و انحراف معیار بیان شد.

نتایج

این مطالعه تغییرات سطح سرب سرمی کارگران قبل و بعد از مداخلات را بررسی کرد. نمونه شامل ۲۱ کارگر بود. میانگین سطح سرب سرمی قبل از مداخله ۲۴/۵۷ میکروگرم در دسی‌لیتر با انحراف معیار ۸/۸۹ میکروگرم

CC BY- NC 4.0

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-04-22]

[DOI: 10.18502/tkj.v17i3.20029]

در دسی‌لیتر بود. پس از مداخلات، میانگین سطح سرب به ۱۵/۸۴ میکروگرم در دسی‌لیتر کاهش یافت و انحراف معیار به ۵/۱۸ میکروگرم در دسی‌لیتر رسید. این کاهش معنادار نشان‌دهنده اثربخشی مداخلات انجام شده در کاهش سطح سرب سرمی کارگران است. آزمایشات روتین خون، پروفایل لیپیدی و کبدی نیز جهت بیماران انجام شد که نتایج آن در جدول شماره ۱ خلاصه شده است.

برای بررسی معناداری تغییرات سطح سرب سرمی، آزمون تی زوجی (Paired t-test) بین مقادیر قبل و بعد از مداخله انجام شد. نتایج این آزمون نشان داد که آماره تی ۵/۵۵ به دست آمد و مقدار احتمال (p-value) برابر با ۰/۰۰۰۰۲ بود که کمتر از سطح معنی‌داری ۰/۰۵ است. این نتیجه نشان می‌دهد که کاهش سطح سرب سرمی پس از مداخلات به طور معناداری قابل توجه است.

جدول ۱. مقایسه سطح سرب قبل و بعد از مداخله

متغیر	میانگین (انحراف معیار)	P Value
سطح سرب سرمی قبل از مداخله(µg/dL)	۲۴/۵۷ (۸/۸۹)	۰/۰۰۰۰۲
سطح سرب سرمی بعد از مداخله(µg/dL)	۱۵/۸۴ (۵/۱۸)	

تحلیل همبستگی بین سطح سرب سرمی پس از مداخلات نشان داد که همبستگی مثبت قوی و معناداری با سطح سرب سرمی قبل از مداخله وجود دارد (r=۰/۷۰). به طور کلی، نتایج نشان می‌دهد که مداخلات انجام شده، شامل تغییرات محیط کار و بهبودهای سیستم‌های تهویه و تجهیزات حفاظت فردی، تأثیر مثبتی بر کاهش سطح سرب سرمی کارگران داشته است. این کاهش معنادار در سطح سرب، بیانگر اثربخشی مداخلات و اهمیت رعایت موازین بهداشتی در محیط‌های کاری با ریسک بالای مواجهه با سرب می‌باشد.

بحث

مطالعه حاضر به بررسی اثربخشی مداخلات محیطی شامل بهبود سیستم‌های تهویه، استفاده از تجهیزات حفاظت فردی و تغییرات محیط کار بر کاهش سطح سرب سرمی کارگران پرداخت. نتایج نشان داد که این مداخلات به طور معناداری سطح سرب سرمی کارگران را کاهش داده است، به طوری که میانگین سطح سرب سرمی از ۲۴/۵۶ میکروگرم در دسی‌لیتر قبل از مداخله به ۱۵/۸۴ میکروگرم در دسی‌لیتر پس از مداخله کاهش یافت. این کاهش معنادار که با آزمون تی زوجی تأیید شد، نشان‌دهنده اثربخشی مداخلات انجام شده در کاهش سطح سرب سرمی کارگران است. این یافته‌ها بر اهمیت رعایت موازین بهداشتی و استفاده از مداخلات محیطی و فردی در محیط‌های کاری با ریسک بالای مواجهه با سرب تأکید می‌کند.

مطالعه ما با مطالعه انجام شده در جامعه شکیرا، ایالت نیجر، مقایسه می‌شود که در آن مداخلات مشابهی شامل آموزش، پایش پزشکی و تغییر روش‌های معدنکاری از خشک به تر به منظور کاهش مواجهه با سرب انجام شد (۲۲). هرچند هر دو مطالعه تأثیر مثبت مداخلات بر کاهش سطح سرب سرمی را نشان دادند، اما مطالعه ما با پایش دقیق‌تر و تحلیل‌های جامع‌تر، نتایج موثرتری ارائه کرد، زیرا در مطالعه اخیر حجم نمونه بالاتری بررسی شده و فقط کارگرانی که تماس مستقیم داشته‌اند به عنوان گروه مطالعاتی بررسی شده‌اند. در مطالعه شکیرا، چالش‌هایی مانند عدم پذیرش توقف کار توسط معدنچیان با سطح سرب بالا و عدم اجرای کامل توصیه‌های ایمنی وجود داشت، در حالی که در مطالعه ما، بهبودهای محیطی و رعایت کامل مداخلات منجر به کاهش معنادار سطح سرب سرمی شد.

مطالعات پیشین بر اهمیت کاهش مواجهه شغلی با سرب و اجرای استراتژی‌های پیشگیرانه برای حفاظت از سلامت کارگران تأکید دارند. یکی از توصیه‌های کلیدی این مطالعه، حذف فوری کارگران از مواجهه با سرب است اگر سطح سرب خون آنها یک‌بار به بالای ۳۰ میکروگرم در دسی‌لیتر برسد یا اگر دو آزمایش متوالی در فاصله ۴ هفته سطح سرب را برابر یا بالاتر از ۲۰ میکروگرم در دسی‌لیتر نشان دهد. این رویکرد به منظور جلوگیری از اثرات طولانی‌مدت سلامتی ناشی از مواجهه مداوم با سرب به‌ویژه در کارگرانی که دارای شرایط پزشکی خاصی هستند، مانند نارسایی کلیه، فشار خون بالا یا اختلالات

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-04-22]

[DOI: 10.18502/tkj.v17i3.20029]

CC BY- NC 4.0

عصبی که می‌تواند خطرات مواجهه را تشدید کند، توصیه می‌شود (۹).

استراتژی‌های پیشگیرانه شامل پایش منظم سطح سرب در خون، بهبود کنترل‌های مهندسی و بهداشت کار و آموزش کارگران درباره روش‌های کاهش مواجهه است. برای کارگرانی که سطح سرب خون بین ۱۰ تا ۱۹ میکروگرم در دسی‌لیتر دارند، انجام پایش سه ماه یک‌بار توصیه می‌شود و اگر سطح سرب زیر ۱۰ میکروگرم در دسی‌لیتر باشد، پایش به شش ماه یک‌بار کاهش می‌یابد (۲۳). برای کارگرانی که در محیط‌های با سطح سرب بالا کار می‌کنند، توصیه می‌شود اقدامات حفاظتی فردی مانند استفاده از ماسک‌ها و تجهیزات محافظتی، همراه با بهبود تهویه و دیگر کنترل‌های محیطی به‌کار گرفته شود تا سطح سرب در محیط کار به حداقل برسد (۲۴).

توصیه‌های این مقالات همچنین بر اهمیت آموزش و آگاهی‌بخشی به کارگران درباره خطرات سرب و راه‌های پیشگیری از مواجهه تأکید می‌کنند. این شامل ارائه اطلاعات دقیق درباره نحوه استفاده صحیح از تجهیزات حفاظت فردی، روش‌های بهداشت فردی برای جلوگیری از انتقال سرب به خارج از محل کار و ایجاد سیاست‌های سختگیرانه‌تر برای کنترل مواجهه است. این اقدامات، همراه با پایش منظم و ارزیابی سلامت کارگران، می‌تواند به طور مؤثری از مشکلات بهداشتی مرتبط با مواجهه شغلی با سرب جلوگیری کند و محیط کاری ایمن‌تر و سالم‌تری برای کارگران ایجاد نماید (۵).

در مطالعه SPHERL (Study for Promotion of Health in Recycling Lead)که به بررسی کارگران جدیداً استخدام‌شده در صنایع بازیافت سرب پرداخته است، نیز به مداخلات مشابهی توجه شده است. SPHERLیک مطالعه طولی است که به بررسی وضعیت سلامت کارگران قبل و بعد از مواجهه با سرب پرداخته و از معیارهای اصلی پایش مانند فشار خون، عملکرد کلیه، تنظیمات عصبی خودکار قلبی عروقی، عملکرد شناختی و سرعت هدایت عصبی محیطی استفاده کرده است. در این مطالعه، میانگین غلظت سرب خون کارگران از ۴/۲۲ میکروگرم در دسی‌لیتر در شروع مطالعه به ۱۴/۱ میکروگرم در دسی‌لیتر در پیگیری‌های بعدی افزایش یافت (۲۵).

یکی از نقاط قوت مطالعهSPHERL ، توجه به تنوع بین فردی در پاسخ‌های کارگران به مواجهه با سرب است. این مطالعه نشان داد که استفاده از تهویه مناسب، تجهیزات حفاظت فردی، و پایش منظم پزشکی می‌تواند تأثیرات مخرب مواجهه با سرب را کاهش دهد. این مداخلات، مشابه با استراتژی‌های به‌کاررفته در مطالعه ما، بر اهمیت مدیریت مواجهه و پایش مستمر تأکید دارد (۲۵).

نتایج SPHERL نشان داد که اگرچه افزایش سطح سرب خون با گذشت زمان مشاهده شد، اما تأثیرات جدی بر عملکرد کلیه و فشار خون به طور معنادار در کارگران مشاهده نشد. این یافته‌ها ممکن است به دلیل استفاده از تجهیزات حفاظتی و مدیریت دقیق مواجهه با سرب باشد که از بروز مشکلات بهداشتی عمده جلوگیری کرده است. همچنین، مطالعه SPHERL نشان داد که بسیاری از کارگران پس از استخدام در شرایط مواجهه شغلی با سرب، با تغییرات فشار خون و عملکرد کلیه مواجه نمی‌شوند که این می‌تواند به دلیل تطابق و پاسخ فیزیولوژیک به شرایط جدید باشد (۲۵).

به طور کلی، یافته‌های ما و مطالعه SPHERL هر دو نشان می‌دهند که استراتژی‌های پیشگیرانه، از جمله بهبود تهویه، استفاده از تجهیزات حفاظت فردی، و پایش منظم، می‌توانند به کاهش قابل توجهی در سطح سرب سرمی و بهبود سلامت کارگران منجر شوند. این اقدامات، همراه با آموزش مداوم و آگاهی‌بخشی به کارگران درباره خطرات سرب و اهمیت رعایت بهداشت فردی، می‌تواند نقش مهمی در کاهش خطرات بهداشتی ایفا کند. برای آینده، توصیه می‌شود که صنایع با ریسک بالای مواجهه با سرب، از این استراتژی‌ها به طور جامع‌تری استفاده کنند و سیاست‌های سختگیرانه‌تری برای کنترل مواجهه با سرب اجرا نمایند تا به بهبود شرایط بهداشتی کارگران و کاهش خطرات بلندمدت کمک کنند (۲۴).

اگرچه مسمومیت شدید با سرب در بسیاری از کشورها کاهش یافته است، ولی همچنان مواجهه شغلی منجر به مسمومیت‌های متوسط و بالینی با سرب همچنان شایع است و بیشترین مواجهه معمولاً برای افرادی است که در تماس نزدیک با فرآیندهای تولیدی قرار دارند که سرب در آنها نقش دارد. کارگران در بسیاری از مشاغل، از جمله مونتاژ خودرو، تعمیر بدنه خودرو، تولید و بازیافت باتری، لحیم‌کاری، استخراج و ذوب سرب، تولید آلیاژهای سرب و

CC BY- NC 4.0

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-04-22]

[DOI: 10.18502/tkj.v17i3.20029]

صنایع شیشه، پلاستیک، چاپ، سرامیک و رنگ در معرض خطر هستند (۲۶). در بسیاری از کشورهای صنعتی پیشرفته، کنترل‌های سختگیرانه‌تر و بهبود روش‌های صنعتی به کاهش شیوع مسمومیت شغلی با سرب کمک کرده است. با این حال، در کشورهای در حال توسعه، این مشکل همچنان به صورت یک معضل بزرگ باقی مانده است، زیرا مواجهه شغلی با سرب غالباً بدون نظارت و تنظیم مناسب صورت می‌گیرد و پایش اندکی از این مواجهه‌ها انجام می‌شود (۷).

در کشورهایی با صنایع در حال توسعه و کارگاه‌های خانگی، به‌ویژه در صنایعی مانند تولید سفال و سرامیک که اغلب توسط زنان و کودکان در خانه انجام می‌شود، خطر مواجهه شغلی با سرب بسیار بیشتر است. در این محیط‌ها، تفاوت کمی بین محل کار و زندگی وجود دارد و کودکان به‌طور غیرمستقیم در معرض سرب قرار می‌گیرند (۲۷). این واقعیت که بسیاری از کارگاه‌ها، به‌ویژه در تولید جواهرات و اقلام تزئینی، به‌صورت غیررسمی و در خانه‌ها اداره می‌شوند، باعث می‌شود که مشکلات مواجهه شغلی به مشکلات بهداشتی گسترده‌تر در جامعه تبدیل شود. به‌ویژه زمانی که این فعالیت‌ها در نزدیکی منازل مسکونی انجام می‌شوند (۸). این موضوع نه تنها به سلامت کارگران بالغ، بلکه به سلامت عمومی جامعه نیز تاثیر می‌گذارد، زیرا سرب به راحتی از طریق لباس‌های کارگران به خانه منتقل شده و به کودکان و زنان باردار سرایت می‌کند، که می‌تواند منجر به مشکلات بهداشتی جدی در سطح جامعه شود. این امر نشان می‌دهد که برای کاهش خطرات مواجهه با سرب، استراتژی‌های پیشگیرانه باید نه تنها بر محیط‌های کاری، بلکه بر محیط‌های زندگی و جوامع متمرکز شوند (۶).

برای کاهش موثر خطرات مواجهه شغلی با سرب، بهبود پایش و تنظیمات شغلی، افزایش آگاهی و آموزش کارگران و اجرای اقدامات حفاظتی فردی ضروری است. استفاده از تجهیزات حفاظت فردی، تهویه مناسب و جداسازی محیط کار از محیط زندگی می‌تواند به کاهش خطرات کمک کند. همچنین، توصیه می‌شود که سیاست‌گذاران در کشورهای در حال توسعه به منظور کنترل مواجهه با سرب، قوانین سختگیرانه‌تری را اجرا کنند و برنامه‌های آموزش و آگاهی‌بخشی گسترده‌تری را در جامعه و محیط‌های کاری پیاده‌سازی کنند تا سلامت کارگران و خانواده‌های آنها بهتر حفظ شود (۱۹).

نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر نشان داد که مداخلات محیطی و بهداشتی در محیط‌های کاری، از جمله بهبود سیستم‌های تهویه، استفاده از تجهیزات حفاظت فردی و اصلاح فرآیندهای کاری، می‌تواند به‌طور مؤثری سطح سرب سرمی کارگران را کاهش دهد. نتایج نشان داد که این مداخلات به‌طور معناداری باعث کاهش سطح سرب سرمی از ۲۴/۵۶ به ۱۵/۸۴ میکروگرم در دسی‌لیتر شد که بیانگر اثربخشی بالای این اقدامات در حفاظت از سلامت کارگران است. به‌ویژه، یافته‌های ما هم‌راستا با مطالعات پیشین، از جمله SPHERL و مطالعات مشابه در سایر صنایع، تأکید دارد که پایش منظم، آموزش مداوم و اعمال استراتژی‌های پیشگیرانه می‌تواند خطرات ناشی از مواجهه با سرب را کاهش دهد و به بهبود سلامت کارگران کمک کند.

با وجود پیشرفت‌های قابل توجه در کاهش مواجهه با سرب در محیط‌های کاری، هنوز هم چالش‌های زیادی به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه وجود دارد. مطالعه ما نشان می‌دهد که برای مقابله با این چالش‌ها، اتخاذ یک رویکرد جامع که شامل پایش مداوم، بهبود روش‌های صنعتی، استفاده از تجهیزات حفاظت فردی، و آموزش گسترده به کارگران است، ضروری می‌باشد. اجرای قوانین سختگیرانه‌تر برای کنترل مواجهه با سرب و حمایت از تحقیقات بیشتر برای شناسایی بهترین شیوه‌ها می‌تواند به بهبود شرایط بهداشتی و ایمنی کارگران در صنایع مختلف کمک کند. در نهایت، نتایج این مطالعه می‌تواند به عنوان یک مدل برای سایر صنایع با ریسک بالای مواجهه با سرب مورد استفاده قرار گیرد و به ارتقای سلامت و ایمنی شغلی در سطح گسترده‌تری کمک نماید.

محدودیت‌های مطالعه

از محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به حجم نمونه محدود و تعداد نسبتاً کم شرکت‌کنندگان (۲۱ نفر) اشاره کرد که قابلیت تعمیم نتایج را کاهش می‌دهد. همچنین، نبود گروه کنترل برای مقایسه اثر مداخلات، امکان استنباط دقیق از اثربخشی هر اقدام را محدود کرده است. عواملی مانند تفاوت‌های فردی در رعایت نکات ایمنی، سبک زندگی، عادات تغذیه‌ای یا قرارگیری در معرض

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-04-22]

[DOI: 10.18502/tkj.v17i3.20029]

CC BY- NC 4.0

منابع غیرشغلی سرب می‌توانسته بر نتایج تأثیرگذار باشد. پیگیری پس از مداخله نیز در بازه زمانی کوتاه انجام شده و اطلاعاتی از اثرات بلندمدت در دست نیست. علاوه بر این، دقت آزمون‌ها و شرایط نمونه‌گیری ممکن است بر صحت اندازه‌گیری سطح سرمی سرب اثر گذاشته باشد و در نهایت، تمرکز مطالعه بر شاخص‌های بیولوژیک بوده و ارزیابی جامع اثرات بر عملکرد روانی و شناختی کارگران انجام نشده است.

پیشنهادات

برای کاهش مواجهه شغلی با سرب، پیشنهاد می‌شود که ابتدا منابع مواجهه شناسایی و در صورت امکان جایگزین شوند. اعمال کنترل‌های مهندسی مانند بهبود و بهسازی سیستم تهویه و کاهش گرد و غبار سرب در محیط کار بسیار مؤثر است. استفاده منظم از تجهیزات حفاظت فردی شامل ماسک، عینک، دستکش و لباس محافظ ضروری است و رعایت بهداشت فردی مانند شستشوی مکرر دست‌ها، دوش گرفتن پس از پایان شیفت کاری و عدم استفاده از لباس کار در منزل توصیه می‌شود. همچنین آموزش مستمر کارگران درباره خطرات سرب و راه‌های پیشگیری، پایش مکرر سطح سرب سرمی و وضعیت سلامت آن‌ها، و رعایت نکات تغذیه‌ای مانند مصرف غذاهای سرشار از کلسیم و آهن برای کاهش جذب سرب از دیگر اقدامات مهم است. در نهایت، باید توجه داشت که کنترل مواجهه مستمر و پیگیری بلندمدت جهت ارزیابی اثربخشی مداخلات انجام شود. این اقدامات می‌توانند به طور مؤثری از آسیب‌های ناشی از مواجهه با سرب در محیط کاری پیشگیری کنند.

سپاس‌گزاری

در این بخش مایلیم از حمایت و همکاری ارزشمند جناب آقای مهندس مصرزاده و جناب آقای مهندس سهرابی، کارشناسان محترم بهداشت حرفه‌ای و HSE شرکت، صمیمانه قدردانی کنیم. بدون همراهی و کمک‌های بی‌دریغ ایشان، انجام این پژوهش و فراهم‌سازی بسترهای لازم برای آن امکان‌پذیر نبود. همکاری و راهنمایی‌های تخصصی آنها در پیشبرد این مطالعه نقش مهمی داشته است و برای آن بسیار سپاس گزاریم.

تعارض در منافع

نویسندگان این مقاله فاقد تعارض مالی در گزارش نتایج می باشند.

حامی مالی

حامی مالی این مقاله، مرکز تحقیقات طب کار دانشگاه علوم پزشکی ایران است که طرح تحقیقاتی با کد ۱۴۰۴-۲-۲۹-۳۴۲۹۹ را به ثبت رسانده است.

ملاحظات اخلاقی

این تحقیق با کدهای IR.IUMS.REC.1404.414 و IRCT20240414061486N2 بر اساس اصول رعایت کرامت انسانی، رضایت آگاهانه و حفاظت از سلامت و ایمنی شرکت‌کنندگان تنظیم شده است. در این مطالعه، تمامی موارد مربوط به حفاظت از حقوق شرکت‌کنندگان، اعطای اطلاعات کافی درباره اهداف و روش‌های تحقیق، تضمین محرمانگی داده‌ها و گزینش منصفانه افراد شرکت‌کننده رعایت شده است.

مشارکت نویسندگان

این مقاله حاصل یک طرح تحقیقاتی مصوب مرکز تحقیقات طب کار دانشگاه علوم پزشکی ایران با کد ۱۴۰۴-۲-۲۹-۳۴۲۹۹ می‌باشد. نویسندگان مقاله به طور مشترک در کلیه مراحل طراحی، اجرا، تحلیل داده‌ها و نگارش مقاله همکاری نموده‌اند. تمامی مراحل پژوهش با نظارت و حمایت این مرکز انجام شده است و هر دو نویسنده مسئولیت کامل علمی و اخلاقی محتوای ارائه شده را بر عهده دارند.

References

1. Nakata H, Nakayama SM, Yabe J, Muzandu K, Kataba A, Ikeda-Araki A, et al. Narrative review of lead poisoning in humans caused by industrial activities and measures compatible with sustainable industrial activities in Republic of Zambia. Science of The Total Environment. 2022;850:157833.
2. Chen X-J, Wang X, Meng S-J, Zhang L-J, Wu L, Cao F-Y, et al. Analysis of neurotransmitters associated with neuropsychiatric status in workers following lead exposure. European Review for Medical & Pharmacological Sciences. 2021; 2(25).

CC BY- NC 4.0

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-04-22]

[DOI: 10.18502/tkj.v17i3.20029]

3. Yu Y-L, An D-W, Yang W-Y, Zhang D-Y, Martens DS, Nawrot TS, et al. Health risks related to environmental and occupational lead exposure. Polish Heart Journal (Kardiologia Polska). 2025;83(2):48-138.
4. Mielke HW, Gonzales CR, Powell ET, Egendorf SP. Lead in air, soil, and blood: Pb poisoning in a changing world. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022;19(15):9500.
5. Agustiningsih D, Sofyana M, Budiharjo S, Febriana SA, Nurokhmanti H, Suhartini S, et al. Reaction Times among Batik Workers: the influence of gender and occupational lead exposure. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2021;18(23):12605.
6. Koski L, Tshoni UA, Olowoyo JO, Kobyana AS, Lion NG, Mugivhisa LL, et al. Occupational lead exposure in gasoline station forecourt attendants and other occupations in relation to ALS (amyotrophic lateral sclerosis) risk. medRxiv.
7. Namungu L, Mburu C, Were F. Evaluation of occupational lead exposure in informal work environment in Kenya. Chemical Science International Journal. 2021;30(11):43-54
8. Oginawati K, Nathanael RJ, Chazanah N, Prabandari D, Basuki MF, Oclandhi B, et al. Occupational lead exposure health risk assessment and heme biosynthesis: A study on batik artisans in yogyakarta, Indonesia. Heliyon. 2023; (9),9.
9. Kosnett MJ, Wedeen RP, Rothenberg SJ, Hipkins KL, Materna BL, Schwartz BS, et al. Recommendations for medical management of adult lead exposure. Environmental health perspectives. 2007;115(3):463-71.
10. Morton J, Cotton R, Cocker J, Warren ND. Trends in blood lead levels in UK workers, 1995–2007. Occupational and environmental medicine. 2010;67(9):590-5.
11. Cancer IAfRo. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. IARC Sci Publ. 2012;100:385.
12. Skerfving S, Nilsson U, Schütz A, Gerhardsson L. Biological monitoring of inorganic lead. Scandinavian Journal of Work, Environment & Health. 1993:59,64-6.
13. Skerfving S, Gerhardsson L, Schütz A, Strömberg U .Lead—biological monitoring of exposure and effects. The Journal of Trace Elements in Experimental Medicine: The Official Publication of the International Society for Trace Element Research in Humans. 1998;11(2-3):289-301.
14. Schwartz BS, Lee B-K, Bandeen-Roche K, Stewart W, Bolla K, Links J, et al. Occupational lead exposure and longitudinal decline in neurobehavioral test scores. Epidemiology. 2005;16(1):106-13
15. Sun C-C, Wong T-T, Hwang Y-H, Chao K-Y, Jee S-H, Wang J-D. Percutaneous absorption of inorganic lead compounds. AIHA Journal. 2002;63(5):641-6.
16. Pirkle JL, Brody DJ, Gunter EW, Kramer RA, Paschal DC, Flegal KM, et al. The decline in blood lead levels in the United States: the National Health and Nutrition Examination Surveys (NHANES). Jama. 1994;272(4): 284-91.
17. Loghman-Adham M. Renal effects of environmental and occupational lead exposure. Environmental health perspectives. 1997;105(9):928-39.
18. Mushak P. Perspective: defining lead as the premiere environmental health issue for children in America: criteria and their quantitative application. Environmental Research. 1992;59(2):281-309
19. Tong S, Schirnding YEv, Prapamontol T. Environmental lead exposure: a public health problem of global dimensions. Bulletin of the world health organization. 2000;78(9):1068-77.
20. Froom P, Kristal-Boneh E, Benbassat J, Ashkanazi R, Ribak J. Lead exposure in battery-factory workers is not associated with anemia. Journal of occupational and environmental medicine. 1999;41(2):120-3.
21. Mumtaz S, Ali S, Khan R, Shakir HA, Tahir HM, Mumtaz S, et al. Therapeutic role of garlic and vitamins C and E against toxicity induced by lead on various organs. Environmental Science and Pollution Research. 2020;27(9):8953-64.
22. Gottesfeld P, Meltzer G, Costello S ,Greig J, Thurtle N, Bil K, et al. Declining blood lead levels among small-scale miners participating in a safer mining pilot programme in Nigeria. Occupational and environmental medicine. 2019;76(11):849-53.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-04-22]

[DOI: 10.18502/tkj.v17i3.20029]

CC BY- NC 4.0

23. Liang J, Cai J, Guo J, Mai J, Zhou L, Zhang J, et al. The lead burden of occupational lead-exposed workers in Guangzhou, China: 2006–2019. Archives of Environmental & Occupational Health. 2022;77(5):403-12.
24. Yu Y-L, Yang W-Y, Hara A, Asayama K, Roels HA, Nawrot TS, et al. Public and occupational health risks related to lead exposure updated according to present-day blood lead levels. Hypertension Research. 2023;46(2):395-407.
25. Hara A, Gu Y-M, Petit T, Liu Y-P, Jacobs L, Zhang Z-Y, et al. Study for promotion of health in recycling lead–rationale and design. Blood Pressure. 2015;24(3):147-57.
26. Yu Y-L, Thijs L, Saenen N, Melgarejo JD, Wei D-M, Yang W-Y, et al. Two-year neurocognitive responses to first occupational lead exposure. Scandinavian Journal of Work, Environment & Health. 2021;47)3:(233.
27. Srivastav A, Srivastav SK, Upadhyay RK. Physiological and behavioral effects of lead poisoning in aquatic and marine animals: a review. World J Pharm Pharm Sci. 2024;13.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-04-22]

[DOI: 10.18502/tkj.v17i3.20029]

CC BY- NC 4.0

Health interventions to reduce occupational exposure to lead in the production of water meters and branch equipment: an interventional study

Kharghani Z[1], Kassiri N[2,3†]

[1] Department of Occupational Medicine, School of Medicine, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran
[2] Occupational Medicine Research Center, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[3] Department of Occupational Medicine, School of Medicine, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Abstract

Introduction: Lead is a toxic metal found in the earth's crust, which humans have extensively utilized in industries for the past 7000 years, resulting in numerous occupational exposures and public health problems worldwide. Considering its effects on all body systems and organs, such as impairing cognitive function, increasing blood pressure, decreasing kidney function, this article, will evaluate the strategies to reduce the serum lead levels among workers and seek to identify the most effective methods for safeguard and improve occupational health.

Materials and Methods: This study was conducted as an interventional study in 1402-1403 at the Talayeh Factory in Mashhad, Khorasan Razavi province, Iran. The study population included workers from different factory departments who were directly involved with metal melting and casting processes. In this study, several changes were made in the workplace and work processes, including changing the type of raw materials, improving the ventilation system, utilizing personal protective equipment, regular monitoring of lead levels, personnel transfers, and providing nutritional and dietary recommendations to reduce the serum lead levels of the workers.

Results: The results showed that the mentioned interventions significantly reduced the serum lead levels in workers, with the average serum lead level decreased from 24.56 micrograms per deciliter before the intervention to 15.84 micrograms per deciliter following the intervention.

Conclusion: The present study showed that workplace and health interventions can effectively reduce the serum lead levels of workers.

Keywords: Blood lead level, Environmental exposure, Lead exposure

This paper should be cited as:
Kharghani Z, Kassiri N. ***Health interventions to reduce occupational exposure to lead in the production of water meters and branch equipment: an interventional study***. Occupational Medicine Quarterly Journal. 2025:17(3): 52-61.

†***Corresponding Author***
Email: neginkassiri@gmail.com
Tel: +982186703170
Received: 14.10.2024 ***Accepted: 31.05.2025***

CC BY- NC 4.0

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-04-22]

[DOI: 10.18502/tkj.v17i3.20029]