



راهنمای مدیریت سلامت شاغلین دارای مواجهه با سرب در محیط کار



وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
مرکز سلامت محیط و کار
پاییز ۱۴۰۲



راهنمای مدیریت سلامت شاغلین دارای مواجهه با سرب در محیط کار

تدوین:

شورای تخصصی تدوین

سال تدوین:

۱۴۰۲

شورای تخصصی تدوین:

نام و نام خانوادگی	سمت
دکتر احسان رفیعی منش	عضو هیئت علمی گروه طب کار دانشگاه علوم پزشکی مشهد
دکتر محمدحسین داوری	عضو هیئت علمی گروه طب کار دانشگاه علوم پزشکی یزد
دکتر مجاهده سلمانی ندوشن	عضو هیئت علمی گروه طب کار دانشگاه علوم پزشکی یزد
دکتر محمد بابایی	متخصص طب کار
دکتر نوروژا قدیری	متخصص طب کار
دکتر مرجان غروی	متخصص طب کار

۱- مقدمه:	۵
۲- الزامات قانونی:	۶
۳- مواجهات شغلی و محیطی با سرب:	۸
۱-۳- استخراج و پالایش سرب:	۸
۲-۳- مواجهات شغلی با سرب:	۹
۳-۳- مواجهات محیطی با سرب:	۱۱
۱-۳-۳- آلودگی هوا:	۱۱
۲-۳-۳- آلودگی مواد غذایی:	۱۲
۳-۳-۳- اعتیاد به مواد مخدر:	۱۳
۴-۳-۳- استعمال دخانیات:	۱۳
۴- اثرات سرب بر عملکرد ارگان‌های بدن:	۱۴
۱-۴- اثرات سرب بر سلامت:	۱۴
۲-۴- اثرات حاد سرب بر سلامتی:	۱۴
۳-۴- اثرات مزمن سرب بر سلامتی:	۱۵
۵- پایش بیولوژیک (الزامات، روش‌ها، حدود مجاز، حد اقدام)	۱۷
۱-۵- الزامات نمونه‌گیری و سنجش:	۱۷
۶- پایش سلامت:	۱۷
۱-۶- معاینات بدو استخدام:	۱۸
۲-۶- معاینات دوره‌ای:	۱۹
۳-۶- معاینات خروج از کار:	۲۴
۷- رویکرد به موارد مسمومیت با سرب:	۲۴
۸- کنترل مواجهات مرتبط با فرایندهای سرب:	۲۸
منابع:	۳۸

۱- مقدمه:

سرب، فلزی سمی است که در پوسته زمین یافت می شود و به علت چگالی، شکل پذیری و مقاومت بالا و نقطه ذوب پایین، از ۷۰۰۰ سال پیش مورد استفاده بشر بوده است. استفاده وسیع از این فلز در صنعت، علاوه بر مواجهه شاغلین، منجر به آلودگی گسترده محیط زیست و بروز مشکلات بهداشت عمومی در بسیاری از نقاط جهان شده است.

منابع مهم آلودگی محیط زیست شامل معادن، مراکز ذوب، تولید و بازیافت سرب می باشد. همچنین در برخی از کشورها، کماکان از سرب در رنگها، بنزین و سوخت هوانوردی استفاده می کنند که این موارد نیز جز منابع آلودگی محسوب می گردد. در حال حاضر بیش از سه چهارم مصرف سرب در جهان، به تولید باتری های سربی اسیدی برای وسایل نقلیه موتوری، مربوط می شود. سرب در بسیاری از محصولات دیگر مانند رنگدانه ها، رنگها، لحیم کاری، شیشه های رنگی، ظروف شیشه ای کریستال سرب، مهمات، لعاب سرامیکی، جواهرات، اسباب بازی و در برخی از لوازم آرایشی و دارویی سنتی نیز استفاده می شود. علاوه بر این، آب آشامیدنی که از طریق لوله های سربی یا لوله های با لحیم کاری سربی در دسترس قرار می گیرند، ممکن است حاوی سرب باشد. در حال حاضر بخش عمده تولید سرب در تجارت جهانی از طریق بازیافت صورت می گیرد. علاوه بر شاغلین که در معرض عوارض و آسیب های سلامتی ناشی از مواجهه با سرب می باشند، کودکان خرد سال و زنان باردار نیز در معرض آسیب های جدی ناشی از مسمومیت سرب قرار دارند.

لذا با توجه به اهمیت و گستردگی مواجهه با سرب در کشور، این راهنما تدوین گردید تا با استفاده از مراجع و مستندات علمی جدید، روند جامع و یکپارچه ای را در مدیریت سلامت افراد دارای مواجهه با سرب فراهم نماید.

۲- الزامات قانونی:

بر اساس قوانین بالادستی، تهیه راهنماهای مرتبط با سلامت توسط وزارت بهداشت و اجرای آن توسط کارفرما، تکلیف قانونی می‌باشد. در ذیل به برخی از این قوانین اشاره شده است:

➤ سیاست های کلی مقام معظم رهبری

بند ۷-۱- تولید نظام سلامت شامل سیاست گذاری های اجرایی، برنامه ریزی های راهبردی، ارزشیابی و نظارت توسط وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

➤ قانون تشکیلات و وظایف وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی:

بند ۲: تامین بهداشت عمومی و ارتقاء سطح آن از طریق اجرای برنامه های بهداشتی خصوصاً در زمینه بهداشت محیط، مبارزه با بیماری ها، بهداشت خانواده و مدارس آموزش، بهداشت عمومی، بهداشت کار و شاغلین با تأکید بر اولویت مراقبت های بهداشتی اولیه، به ویژه بهداشت مادران و کودکان با همکاری و هماهنگی دستگاه های ذیربط.

بند ۱۱: تعیین و اعلام استانداردهای مربوط به:

الف - خدمات بهداشتی، درمانی، بهزیستی و دارویی.

ب - مواد دارویی، خوراکی، آشامیدنی، بهداشتی، آرایشی، آزمایشگاهی، تجهیزات و ملزومات و مواد مصرفی پزشکی و توانبخشی.

ج - بهداشت کلیه مؤسسات خدماتی و تولیدی مربوط به خدمات و مواد مذکور در فوق.

➤ قانون کار:

ماده ۸۵:

برای صیانت نیروی انسانی و منابع مادی کشور رعایت دستورالعمل‌هایی که از طریق شورای عالی حفاظت فنی (جهت تامین حفاظت فنی) و وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی (جهت جلوگیری از بیماری حرفه‌ای و تامین بهداشت کار و کارگر و محیط کار) تدوین می‌شود، برای کلیه کارگاه‌ها، کارفرمایان، کارگران و کارآموزان الزامی است.

تبصره - کارگاه‌های خانوادگی نیز مشمول مقررات این فصل بوده و مکلف به رعایت اصول فنی و بهداشت کار می‌باشند.

ماده ۹۲:

کلیه واحدهای موضوع ماده ۸۵ این قانون که شاغلین در آنها به اقتضای نوع کار در معرض بروز بیماری‌های ناشی از کار قرار دارند باید برای همه افراد مذکور پرونده پزشکی تشکیل دهند و حداقل سالی یکبار توسط مراکز بهداشتی درمانی از آنها معاینه و آزمایش‌های لازم را به عمل آورند و نتیجه را در پرونده مربوطه ضبط نمایند.

تبصره ۱ - چنانچه با تشخیص شورای پزشکی نظر داده شود که فرد معاینه شده به بیماری ناشی از کار مبتلا یا در معرض ابتلا باشد کارفرما و مسئولین مربوطه مکلف هستند کار او را بر اساس نظریه شورای پزشکی مذکور بدون کاهش حق السعی، در قسمت مناسب دیگری تعیین نمایند.

۳-مواجهات شغلی و محیطی با سرب:

۳-۱-استخراج و پالایش سرب:

ماده معدنی اصلی سرب، گالن (PbS) است که حاوی ۸۶/۶ درصد سرب می باشد. سایر کانی های مختلف و معمول آن سروسیت ($PbCO_3$) و انگلسیت ($PbSO_4$) می باشند. گالن، مهمترین منبع اولیه استخراج سرب است که بیشتر به صورت ذخیره همراه با سایر کانی هایی که حاوی روی هستند وجود دارد. اکسید سرب، مهمترین ترکیب سرب جهت استفاده در حالت های خالص، آلیاژی یا به صورت ترکیبات شیمیایی می باشد که عمدتاً به صورت پودری و دانه ای استفاده می شود. سنگهای معدنی سرب اغلب حاوی روی، مس، آرسنیک، آنتی موان و قلع می باشند که در فرآیند پالایش از آن جدا میشوند. به محصول تولید شده با این روش، سرب اولیه اطلاق می گردد. همچنین سرب می تواند از طریق بازیابی آن از قراضه های فلزی حاوی سرب نیز تولید شود که محصول آن را سرب ثانویه می نامند. برای تولید سرب ثانویه، معمولاً از پسماندهای تولید شده در حین فرآیندهای صنعتی و پسماندهای بازیافت شده بویژه از باتری های سربی قدیمی استفاده می گردد. ۸۰ درصد مصرف سرب ایالات متحده از سرب بازیافتی بوده که ۸۵ درصد آن در تولید باتریهای اسیدی استفاده می شود. انواع ترکیبات سرب و کاربردهای آنها در جدول شماره یک ذکر شده است.

جدول ۱: مصارف صنعتی سرب

نام ترکیب	کاربرد صنعتی
اکسید سرب (لیتاژ) یا سرب قرمز (سرنج)	رنگ سازی، تهیه ورنی و انواع جلا و لعاب ها، ساخت لاستیک، ساخت باطری های خشک، باطری سازی (مواد فعال سازنده صفحات)
سیلیکات سرب	بلور سازی و لعاب های شیشه ای
ارسنات سرب	ساخت حشره کش ها، کبریت سازی
سولفات و تیتانات سرب	پیگمان های رنگ سازی
ترا اتیل سرب	افزاینده عدد اکتان بنزین
بورات سرب	پلاستیک سازی
آلیاژ های سرب	لحیم کاری، تهیه وسایل و تجهیزات خانگی

۳-۲- مواجهات شغلی با سرب:

به طور کلی سرب پس از آهن، آلومینیوم، مس و روی بیشترین کاربرد را در بین فلزات دارد و بیشترین مصرف آن در صنایع برق و الکترونیک می باشد. تولید و مصرف سرب طی چند دهه اخیر افزایش یافته و انتظار میرود که این روند همچنان افزایشی باشد. کلیه محیطها و شرایط کاری که منجر به افزایش غلظت سرب به بیش از یک دوم حدمجاز در هوای محیط کار شوند، مشاغل در معرض مواجهه تلقی می گردند. مشاغل پر خطر از نظر مسمومیت با سرب عمدتاً شامل باتری سازی، استخراج سرب، صنایع ذوب قراضه و رنگ کاری می باشد. بررسی های ^۱NIOSH در بین ۴۱ ایالت آمریکا نشان می دهد که تقریباً ۹۵ درصد موارد افزایش سرب در خون افراد بالغ بالغین بدلیل مواجهات محیط کار است. عمده ترین صنایع دارای مواجهه با سرب در ذیل آمده است:

۱- صنایع باتری سازی

نزدیک به دوسوم سرب مصرفی در تولید باتری های اسیدی مورد استفاده در اتومبیل ها، ماشین آلات، کشتی ها و شبکه های عظیم کامپیوتری و ارتباطی به کار گرفته می شود. تولید باتری های الکتریکی بالاترین مصرف سرب را به خود اختصاص داده است. در این صنعت، سرب فلزی (آلیاژ سرب- آنتیموان) و اکسیدهای آن به نسبت مساوی مصرف می شود. در باتری سازی، سرب به صورت آلیاژ در ساخت میله، لوله و سیم مصرف می شود. در حالیکه اکسیدهای آن از جمله لیتارژ، اکسید سرب قرمز (Pb_3O_4) و یا اکسیدهای خاکستری تیره آن (PbO) به عنوان مواد فعال سازنده صفحات مورد استفاده قرار می گیرد. صنایع باتری سازی مهمترین منبع تولید سرب ثانویه محسوب می شوند، بطوریکه بیش از ۸۱ درصد سرب مصرف شده در باتری سازی در پالایش ثانویه بازیابی می شود.

۲- صنایع کابل سازی

روکش سیمها با سرب باعث می شود که کابل های زیرزمینی و زیر دریایی به دور از اختلالات ناشی از خوردگی و رطوبت به کار خود پردازند. اهمیت نسبی سرب در صنعت کابل سازی به طور قابل ملاحظه ای کاهش یافته که این امر عمدتاً به علت تولید پوشش های پلاستیکی است.

۳- صنایع شیمیایی

سرب در تهیه انواع آلیاژها با آنتیموان، قلع و مس، در انواع جلا دهنده ها و لعابها به صورت لیتارژ، در صنعت کبریت سازی، تهیه برخی از انواع پلاستیک، در ساخت اتاق های سربی در صنعت اسید سولفوریک سازی و

¹ National Institute for Occupational Safety & Health

بالاخره در تهیه ورنی استفاده می‌شود. همچنین در صنایع لاستیک‌سازی از لیتارژ برای تسریع عمل ولکانیزاسیون و در صنعت ساختمان‌سازی سولفات و بورات سرب در ساخت ترکیبات پی‌وی‌سی تقویت شده به کار می‌رود و آلیاژ سربی حل شده در محلول هیدروکسید سدیم برای جداسازی ترکیبات گوگردی بنزین پالایش شده در صنعت نفت مورد استفاده قرار می‌گیرد. در دستگاه‌های رسوب دهنده میست‌اسیدی، صنایع پالایش و ذوب که خوردگی و نشستی از مسایل و مشکلات مهم محسوب می‌گردند نیز از سرب استفاده می‌شود.

۴- صنایع رنگ سازی

کادمیوم، سرب و کروم، رنگدانه‌های اصلی تولید رنگ‌های مرغوب محسوب می‌شوند. از سرب برای اولین بار در تولید رنگ آبی استفاده شد. اگرچه تولید رنگ‌های ساختمانی حاوی سرب کاهش یافته ولی بعضی از کاربردهای سرب در تولید رنگدانه‌های رنگ‌های صنعتی و رنگ‌های ضد میکروب و ضد جلبک دیواره کشتی همچنان بدون جایگزین مانده‌اند. اکسید سرب یا سرب قرمز با نام تجاری ضد زنگ برای جلوگیری از زنگ زدگی آهن و اسکلت‌های فلزی به کار می‌رود. همچنین در رنگ‌های مخصوصی که در مقابل خوردگی مقاوم هستند از اکسید سرب استفاده می‌شود. این رنگ‌ها به صورت پوشش لعابی، اجسام و ساختمان‌ها را در برابر رطوبت و زنگ زدگی حفظ می‌کنند. رنگ‌های سربی برای علامت‌گذاری در جاده‌ها نیز استفاده می‌شوند. کرومات سرب اغلب به عنوان رنگ‌زرد به کار می‌رود.

۵- صنایع کاشی و سرامیک سازی

اکسید سرب پودری کاربرد زیادی در لعاب‌های صنعت سرامیک و کاشی دارد. لعاب برای استحکام بیشتر سرامیک، به بوجود آمدن سطح صاف و تزئینی و نفوذناپذیر کردن بدنه سفال استفاده می‌شود. سرب به دلیل نقطه ذوب پائین و ویسکوزیته آن باعث بوجود آمدن درخشندگی، جلای زیبا و سختی بالاتر لعاب می‌شود. لعاب‌های سربی از مقاومت بالایی در برابر پوسته پوسته شدن و حل شدن در آب برخوردار هستند. در صنایع تولید کاشی سنتی (کاشی معرق هفت رنگ) نیز از لعاب‌های حاوی سرب استفاده می‌شود. بدین صورت که مخلوطی از ترکیبات اکسید سرب و قلع به ضخامت ۱.۵ میلیمتر بر روی کاشی قرار داده شده و سپس به داخل کوره لعاب پزی جهت پخت انتقال داده می‌شود. در فرایندهای اسپری لعاب، لعاب به شکل گرد یا ذرات ریز معلق در هوا منتشر و استنشاق می‌شوند.

۶- صنایع شیشه سازی

شیشه‌های سربی دارای ویژگی‌های نوری، الکتریکی و پرتو زایی قابل توجه می‌باشند. نقش اکسید سرب در صنعت شیشه، کاستن از دمای ذوب در کوره و افزایش درخشش شیشه است. کالاهای شیشه‌ای اگر حداقل ۲۴٪ اکسید سرب داشته باشند به نام کریستال سربی و اگر حداقل ۳۲٪ اکسید سرب داشته باشند به نام

کریستال پر سرب به فروش می‌رسند. از لعاب سربی حاوی ۵۱٪ اکسید سرب در فرآیندهای پوششی صنعت شیشه سازی استفاده می‌شود. لعاب سرب با دارا بودن نقطه ذوب پائین، از تغییر شکل شیشه در هنگام قرار گرفتن در کوره جلوگیری می‌کند.

۷- صنعت ساختمان سازی

محصولات رشته ای، رولی و قالبی سرب در صنعت ساختمان سازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. قسمتی از سرب مصرفی در صنعت ساختمان سازی، صرف عایق بندی صدا و محافظت در برابر اشعه های رادیویی می‌شود و از ورقه های پلاستیکی حاوی سرب در طراحی اتاق های آکوستیک استفاده می‌شود. علاوه بر این، در پی ساختمان های بزرگ برای جذب و از بین بردن لرزه ها و به عنوان وزنه تعادل در آسانسورها از بلوک های سربی استفاده می‌شود. در صنعت راه سازی، سرب به عنوان تثبیت کننده آسفالت جهت طولانی تر کردن عمر آسفالت خیابان ها کاربرد دارد. همچنین سرب بهترین مانع اشعه ایکس و اشعه گاما است و بیشترین حفاظت را در برابر اشعه ایکس و گاما ایجاد می‌کند و به همین دلیل در بخش های رادیولوژی و پزشکی هسته ای بیمارستان ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۸- سایر مصارف

در اسلحه سازی و ساخت حروف چاپی از سرب استفاده می‌گردد. سرب معمولاً با آنتیموان و قلع به صورت آلیاژ در می‌آید. این آلیاژها برای لحیم کاری در صنایع الکترونیک، رادیاتور سازی و یا تولید بلبرینگ به کار می‌رود. لحیم، مهمترین کاربرد سرب در صنایع مهندسی و الکترونیک است. از آلیاژ سرب برای ساخت یاتاقان نیز استفاده می‌شود. خاصیت نرم سازی و مقاومت در برابر سائیدگی، اساس به کارگیری آلیاژ سرب در ساخت یاتاقان است. در بالانس کردن چرخ خودروها، ساخت باک بنزین و صاف کاری بدنه خودروها نیز از فلز سرب استفاده می‌شود.

۳-۳- مواجهات محیطی با سرب:

۳-۳-۱- آلودگی هوا:

تا یک دهه گذشته از ترکیبات آلکیل سرب به عنوان مشتقات ضد ضربه در بنزین استفاده می‌شد. سرب در موتور مانند گریس عمل می‌کرد و باعث باز شدن بیشتر و طولانی تر سوپاپ ها و تسهیل در ورود سوخت و خروج دود از موتور می‌شد. در چند سال اخیر به دلایل بهداشتی مقدار ترکیبات آلکیل در بنزین کاهش یافته و به مرور ترکیبات جدیدی جایگزین

شده اند. مطالعات نشان می داد که به ازای مصرف هر لیتر بنزین حاوی ترکیبات آلکیل سرب، ۳۲/۱ گرم سرب وارد هوا می شد که ۱۱ درصد آن در سطح خیابانها تجمع یافته و سلامتی جامعه را به خطر می انداخت. با حذف سرب از بنزین طی سالهای اخیر، مواجهه محیطی با آن به طور قابل ملاحظه ای کاهش یافته است. طبق گزارشات سازمان ملی سلامت و تغذیه آمریکا، غلظت سرب خون در آمریکا از ۱۳ میکرو گرم بر دسی لیتر در سالهای ۱۹۷۹-۱۹۸۰ میلادی به ۱/۶۴ میکرو گرم بر دسی لیتر در سالهای ۲۰۰۰-۱۹۹۹ میلادی رسیده است. در اوایل دهه ۸۰ خورشیدی مهمترین منبع مواجهه با سرب در شهرهایی مانند تهران کل ذرات معلق (**Total suspended particle**) **TSP** بوده، اما از سال ۱۳۸۱ به بعد مصرف بنزین سرب دار در تهران ممنوع شد. با اینکه بعضی مطالعات ارتباط بین سطح سرب هوا و غلظت خونی آن را نشان داده اند، باید توجه داشت که سرب موجود در هوا از طریق استنشاق سهم کمی در بالا رفتن **BLL** دارد. از نظر آلودگی هوا، سهم مستقیم منابع مدرن انتشار، مانند سوختن زباله های شهری، در مقایسه با دیگر منابع کوچک است.

۳-۲-۳- آلودگی مواد غذایی:

با رشد روز افزون شهرنشینی و فعالیتهای کشاورزی و صنعتی، غلظت بعضی از آلاینده ها مثل فلزات سنگین در محیط افزایش پیدا کرده که این امر موجب وارد شدن این ترکیبات خطرناک به زنجیره غذایی شده است. نکته مهم درباره فلزات سنگین این است که گرچه در طی گذر از دستگاه گوارشی یا ذخیره در بافت های حیوانی دچار تغییر می شوند اما با این حال متابولیزه نمی شوند. نتایج تحقیقات نشان می دهد که مقادیر بالایی از فلزات سنگین در غذای حیوانات، شیر و برخی فرآورده های لبنی وجود دارد که در اثر فعالیتهای صنعتی یا کشاورزی وارد این محصولات می گردند. از آنجا که این محصولات توسط طیف وسیعی از جامعه خصوصاً کودکان استفاده می شود، امکان بروز مسمومیت با سرب را در جمعیت عمومی افزایش می دهد.

مواد غذایی و آشامیدنی، غلات و میوه جات تولید شده با آب آلوده یا در زمین آلوده و ظروف سفالی و کریستالی می توانند منبع اصلی تماس و دریافت سرب از طریق خوراکی باشند. عروسک های چینی رنگ شده با رنگ سرب دار، داروهای سنتی و ادویه جات وارداتی از منابع بین المللی آلاینده های سرب دار هستند. منبع دیگر مواجهه با سرب به خصوص در ایران برنج هایی است که در زمین های آلوده یا با آب آلوده کشت می شوند. نوشیدن برخی نوشیدنی های الکلی به علت نحوه تهیه آنها می تواند منجر به بالا رفتن سرب خون در مصرف کنندگان گردد. همچنین سرامیک هایی که بخوبی حرارت داده نشده اند بویژه وقتی غذاها و نوشیدنی های اسیدی درون آنها ریخته می شود افراد را در معرض تماس با سرب قرار می دهد. در بسیاری از خانه های قدیمی که لوله های آب سربی بکار رفته است، می تواند منجر به آلودگی آب به سرب گردد. آلودگی سرب می تواند ناشی از آب لوله کشی باشد. وجود سرب در برخی مواد آرایشی نیز اثبات شده است.

۳-۳-۳- اعتیاد به مواد مخدر:

امروزه گزارشات فراوانی در خصوص مصرف کنندگان مواد مخدر آلوده به سرب وجود دارد که با علایم مسمومیت با سرب به مراکز درمانی مراجعه نموده‌اند. علاوه بر مواد مخدر صنعتی، مواد سنتی نیز دارای ناخالصی‌هایی همچون سرب هستند که برای سودجویی از طریق افزایش وزن مواد سنتی به ویژه تریاک به آن اضافه می‌شود. از این رو مصرف این مواد به صورت خوراکی باعث بروز مسمومیت با سرب در مصرف کنندگان می‌شود. باید توجه داشت احتمال مسمومیت با سرب در مصرف تزریقی هروئین و یا مصرف خوراکی تریاک بیشتر است. گزارشاتی مبنی بر مرگ معتادان ناشی از مسمومیت با سرب نیز وجود دارد. احتمال مرگ در معتادان با سن بالاتر و افراد مبتلا به یبوست مزمن بیشتر است، چراکه ابتلا به یبوست در این افراد باعث ماندگاری بیشتر سرب در بدن و در نتیجه افزایش جذب آن می‌شود. معتادان معمولاً $BL\bar{L}^2$ بالاتر از حد مجاز دارند و اگر سطح خونی سرب به بالاتر از ۷۰ میکروگرم بر دسی لیتر برسد، میتواند منجر به تشنج و حتی مرگ شود.

۳-۳-۴- استعمال دخانیات:

پژوهشهای مختلف انجام شده در ایران نشان می‌دهد که در تنباکوی سیگار و قلیان‌های پرمصرف موجود در بازار، فلزات سنگین همچون سرب، کادمیوم و کروم وجود دارد. تنباکو گیاهی به سرعت رشد می‌کند و مانند همه گیاهان طبیعی، فلزات سنگین موجود در خاک را جذب می‌کند و نیز گیاهی حساس بوده که مستعد ابتلا به بسیاری از بیماری‌های گیاهی است؛ به همین دلیل کشاورزان ناچار به استفاده از مقادیر زیادی کودهای شیمیایی، علف‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها برای این محصول می‌باشند. بنابراین، علاوه بر اینکه برخی از فلزات سمی به طور طبیعی در خاکی که در آن گیاه تنباکو رشد می‌کند وجود دارند، برخی نیز ممکن است از طریق مصرف کود و آفت‌کش‌های مختلفی که در طول کشت محصولات تنباکو به کار می‌روند، به خاک اضافه گردند. لذا این گیاه می‌تواند منبع غنی از فلزات سنگین و سمی باشد که در طول رشد آن، به خاک وارد می‌شود. میزان جذب فلزات سمی بوسیله گیاه تنباکو، به سطح این آلاینده‌ها در خاک، PH خاک و همچنین به منطقه جغرافیایی آن بستگی دارد. پژوهشگران معتقدند تفاوت در میزان فلزات سنگین در تنباکوهای مختلف احتمالاً ناشی از تفاوت در نوع گونه‌های تنباکوی کشت‌شده، نحوه فرآوری در حوزه کشاورزی و صنعت کشورهای تولیدکننده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد میزان سرب در خون و ادرار افراد سیگاری بالاتر از افراد غیر سیگاری است و این مسئله با افزایش سن در ارتباط است.

۴- اثرات سرب بر عملکرد ارگان‌های بدن

در بالغین سطح خونی سرب بالای ۲۰ میکروگرم در دسی لیتر، مسمومیت تلقی می‌گردد و ممکن است دارای

اثرات سوء سلامتی باشد که در ذیل به آن اشاره می‌گردد. درمورد زنان باردار یا دارای قصد بارداری به جدول مربوطه مراجعه شود.

۴-۱- اثرات سرب بر سلامت

اثرات سرب بر سلامتی به دو دسته ی اثرات حاد و اثرات مزمن تقسیم می‌شود.

۴-۲- اثرات حاد سرب بر سلامتی:

این اثرات نادرتر هستند و معمولاً در اثر مواجهه چند روزه تا چند هفته‌ای با مقادیر بالای سرب ایجاد می‌شوند. این مواجهه در موارد شغلی در رابطه با فیوم‌های اکسید سرب و یا مقادیر بالای گرد و غبار سرب رخ می‌دهد. حالت دیگری که اثرات حاد در آن دیده می‌شود مسمومیت خوراکی در کودکان است. احتمال مسمومیت در اثر استفاده‌ی غذاها، نوشیدنی‌ها، برخی مواد مخدر و درمان‌های سنتی حاوی سرب نیز وجود دارد.

- اثرات حاد سرب بیشتر به صورت اثرات عصبی رخ می‌دهند. عوارضی از قبیل سردرد، اختلال تعادل، اختلالات حسی، کاهش هوشیاری و حتی حملات تشنج ممکن است در این موارد مشاهده شوند. علائم دیگری مانند درد، ضعف عضلانی، احساس گزگز و مورمور هم شایع هستند.
- عوارض گوارشی نظیر تهوع، یبوست، اسهال، از دست رفتن اشتها، احساس مزه فلزی در دهان و درد کرامپی شکمی نیز در موارد مسمومیت حاد با سرب مشاهده می‌شود. به دلیل شباهت علائم، امکان اشتباه شدن مسمومیت با سرب با بیماری‌هایی نظیر آپاندیسیت، زخم پپتیک، کولیک صفراوی، پانکراتیت، بیماری التهابی لگن و مننژیت وجود دارد.
- سایر مواردی که در مسمومیت حاد با سرب دیده می‌شوند عبارتند از همولیز و کم خونی ناشی از آن و آسیب به کلیه به صورت کاهش میزان ادرار و بروز سندروم فانکونی.

۴-۳- اثرات مزمن سرب بر سلامتی:

اثرات مواجهه ی مزمن با سرب معمولاً در چند سیستم بدن نمایان می شود.

- علائم عمومی این مسمومیت عبارتند از خستگی، حال عمومی بد، دردهای ماهیچه‌ای و درد مفاصل، بی‌خوابی، کاهش میل جنسی، تحریک‌پذیری و احساس افسردگی.
- علت بروز عوارض عصبی آسیب به غلاف میلین آکسون‌های سلول‌های عصبی است. و با طولانی شدن زمان پاسخ‌دهی^۳، اختلال در حافظه ی کوتاه مدت، کاهش توانایی تمرکز و سردرد شروع شده و با پیشرفت مسمومیت ممکن است ترمور و در موارد شدیدتر علائم آذسفالوپاتی هم مشاهده شود. در مسمومیتی که چند ماه تا چند سال طول بکشد، عوارضی نظیر نوروپاتی حرکتی بروز می کند و معمولاً همراه با مقادیر بالای سرب خون است. از مشهورترین این نوروپاتی‌های حرکتی می‌توان به افتادگی مچ^۴ اشاره کرد که از زمان بقراط شناخته شده بوده است. از مشخصات نوروپاتی حرکتی مسمومیت با سرب این است که بر خلاف سایر نوروپاتی‌های ناشی از سموم، شدت آن در سمت راست و چپ متفاوت است و می‌تواند غیر قرینه باشد.
- علائم گوارشی مسمومیت مزمن با سرب به شکل یبوست و دردهای کرامپی شکمی مشاهده می‌شود.
- علائم کلیوی مسمومیت مزمن با سرب به صورت فیبروز بینابینی کلیه و نفرواسکلروز بروز می‌یابد. اختلال در عملکرد توبولی کلیه (به ویژه توبول پروگزیمال) هم در مسمومیت با سرب دیده می شود. در این موارد افزایش اسید اوریک خون و نقرس نیز مشاهده می‌شود. کاهش میزان فیلتراسیون گلومرولی کلیه^۵ هم در مسمومیت مزمن با سرب دیده می‌شود و ممکن است به نارسایی مزمن کلیه منجر شود.
- سرب می‌تواند از جفت عبور کرده و وارد بدن جنین شود. با توجه به اینکه در اوایل بارداری ممکن است فرد از بارداری خود مطلع نباشد تمام بانوانی که قصد بچه دار شدن دارند باید از نظر مسمومیت با سرب تحت بررسی قرار بگیرند. عوارض تولید مثلی در مسمومیت مزمن با سرب در زنان به صورت ناباروری، زایمان زودرس، سقط‌های خود بخودی و مرگ جنین بروز می یابند. در مردان عوارض تولید مثلی به صورت کاهش تولید و اختلال در شکل و حرکت اسپرم خود را نمایان می سازد. این اثر در مقادیر سرب

³ reaction time

⁴ wrist drop

⁵ GFR

خون بالاتر از ۴۰ میکروگرم بر دسی‌لیتر هم مشاهده شده است. هر چند هنوز یافته‌های علمی برای اثبات قطعی برخی از این عوارض کامل نیستند.

- در مسمومیت مزمن با سرب، کم‌خونی هیپوکروم - میکروسیتی یا هیپوکروم-نورموسیتی نیز مشاهده می‌شود. کم‌خونی معمولاً در مقادیر سرب خون بالاتر از ۵۰ میکروگرم در دسی‌لیتر مشاهده می‌شود. ممکن است افزایش درصد رتیکولوسیت‌ها نیز دیده شود.

- همچنین در مواجهه‌ی مزمن با سرب ممکن است به دلیل واکنش سرب با باکتری در پلاک دندان و تشکیل سولفید سرب، خط‌آبی رنگی در لثه مشاهده شود که خط بارتون^۶ نام دارد و نشانه‌ی بهداشت نامناسب دهان و مواجهه با سرب است، اما در صورت رعایت بهداشت دهان و دندان ممکن است خط سربی حتی در مسمومیت شدید با سرب نیز وجود نداشته باشد در تصویر که خط‌آبی مشخص است



- عارضه‌ی دیگر مسمومیت مزمن با سرب، تاری دید به علت اسکوتوم مرکزی ناشی از التهاب عصب اپتیک می‌باشد.

- افزایش فشار خون نیز در مسمومیت مزمن با سرب دیده می‌شود. البته پیشرفت‌هایی که امروزه در کنترل سرب در صنایع رخ داده، باعث کاهش این عارضه شده است ولی کماکان در کارگاه‌های کمتر برخوردار، این عارضه وجود دارد. کنترل فشار خون بالا در مسمومیت با سرب اهمیت زیادی دارد زیرا حتی مقادیر خفیف افزایش فشار خون در این بیماران با مرگ و میر بالاتر ناشی از بیماری‌های قلبی و سکته مغزی همراه است.

- همچنین ارتباط مهمی بین مواجهه با سرب و بیماری‌های عروق کرونر و افزایش سکته مغزی در بیماران یافت شده است.

- عملکرد تیروئید و آدرنال نیز ممکن است در مسمومیت مزمن با سرب دچار اختلال گردد.

در حال حاضر آژانس بین المللی تحقیقات سرطان^۷ اعلام نموده است اگرچه یافته‌های علمی کافی برای تایید قطعی ایجاد سرطان ناشی از مواجهه یا مسمومیت با سرب وجود ندارد، ولیکن سرطانزایی این ماده محتمل است (گروه 2A). برخی گزارشات نیز حاکی از افزایش میزان برخی سرطان‌ها در مواجهه با سرب می باشد.

پایش سلامت در شاغلین دارای مواجهه با سرب:

۵-پایش بیولوژیک (الزامات، روش ها، حدود مجاز، حد اقدام)

۵-۱-الزامات نمونه گیری و سنجش:

جهت به حداقل رساندن خطاهای آزمایشگاهی و نتایج اشتباه ناشی از آلودگی، نمونه‌های خون باید پس از تمیز کردن کامل پوست با روش‌های مناسب با استفاده از ظروف خون بدون سرب با دقت جمع‌آوری شده و به سرعت با استفاده از محفظه‌های مناسب به آزمایشگاه معتبر مورد تایید وزارت بهداشت حمل شده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند. تجزیه و تحلیل باید با استفاده از اسپکتروفتومتری جذب اتمی، ولتامتری سلب آندی یا هر روشی که الزامات دقت تعیین شده توسط استاندارد را برآورده می کند، انجام شود.

۶-پایش سلامت :

در تمام شاغلین دارای مواجهه قابل‌توجه شناخته شده و یا قابل پیش‌بینی با سرب از طریق هوا و یا سطوح (صرف نظر از میزان سرب) باید قبل از شروع به کار و یا ظرف مدت هفت روز از شروع به کار، تمام موارد زیر تحت نظر متخصص طب کارانجام شود:

⁷ IARC

۶-۱- معاینات بدو استخدام

الف: شرح حال شغلی

- فهرست تمام مشاغل قبلی با اطلاعات مربوط به مراحل کار، قرار گرفتن در معرض دود یا گرد و غبار، مواجهه شناخته شده با سرب یا سایر مواد سمی
- وسایل حفاظت تنفسی مورد استفاده
- اطلاعات مربوط به بهداشت شخصی حین کار، عادات‌های سیگار کشیدن یا غذا خوردن در مناطق کاری، روش‌های شستشو و استفاده از هرگونه لباس محافظ یا تجهیزات حفاظت تنفسی
- شغل دوم یا سرگرمی‌هایی که فرد را در معرض مواجهه با سرب قرار می‌دهد

ب: ارزیابی پزشکی و معاینه فیزیکی

- شرح حال و معاینه پزشکی: در اخذ سابقه پزشکی لازم است فهرستی از تمام بیماری‌ها و اختلالاتی که شاغل از زمان کودکی تا حال به صورت گذرا یا پایدار مبتلا بوده است پرسیده و ثبت گردد.
- مصرف دارو، سابقه جراحی‌ها و بستری‌های قبلی، آلرژی، مصرف سیگار، الکل و مواد مخدر، مواجهه غیرشغلی با سرب (مانند شکار با تفنگ) و همچنین مواجهه‌های شناخته شده دوران کودکی باید در نظر گرفته شود.
- هرگونه سابقه قبلی در مورد مشکلات هماتولوژیک، عصبی، گوارشی، کلیوی، روانی، زنان، ژنتیک یا باروری باید به طور دقیق ذکر شود.

ج: پاراکلینیک

- اسپیرومتري
- آزمایشات:
 - سطح سرب خون (BLL)
 - شمارش کامل خون به همراه اسمیر
 - اوره سرم/پلاسما
 - کراتینین سرم/پلاسما
 - اسید اوریک سرم/پلاسما

- آنالیز ادرار (شامل بررسی میکروسکوپی)
- آزمایش بارداری (در صورت تمایل شاغلین خانم)
- آزمایش آنالیز semen (در صورت تمایل شاغلین مرد)
- سایر اقدامات پاراکلینیک بر اساس صلاحدید متخصص طبکار

۶-۲- معاینات دوره ای

معاینه دوره ای شامل معاینه پزشکی و انجام بررسی پاراکلینیک به صورت دوره ای و منظم منطبق با جدول شماره ۲ و ۳ در تمام شاغلین دارای مواجهه شناخته شده و یا قابل پیش بینی با سرب باید انجام شود. تاریخ ارزیابی پزشکی بعدی فرد می بایست توسط پزشک متخصص طبکار پس از پایان معاینه مشخص و در پرونده پزشکی درج گردد.

الف: ارزیابی شغلی

مواردی که می بایست مورد توجه قرار گیرد:

فرکانس، مدت زمان و نحوه مواجهه با سرب، وظایف شغلی دارای مواجهه، مواجهه شناخته شده با سایر مواد سمی، بهداشت شخصی حین کار، عادت های سیگار کشیدن یا غذا خوردن در مناطق کاری، نوع وسایل حفاظت فردی مورد استفاده (به ویژه تنفسی).

ب: ارزیابی پزشکی

الف: ارزیابی پزشکی و معاینه فیزیکی

در اخذ شرح حال و انجام معاینه باید موارد زیر در هر یک از سیستم های بدن مورد بررسی قرار گیرند:

- وضعیت عمومی: کاهش وزن، خستگی بیش از حد، کاهش اشتها. حال عمومی بد، افسردگی
- سر، چشم، گوش، بینی، گلو: سردرد، اختلال یا کاهش بینایی، کم شنوایی یا وزوز گوش، تغییر رنگ مخاط دهان یا طعم فلزی در دهان، خط بارتون روی لثه.
- سیستم قلبی ریوی: فشار خون بالا، تنگی نفس، سرفه، درد قفسه سینه، تپش قلب یا ارتوپنه.
- سیستم گوارش: تهوع، استفراغ، سوزش سر دل، درد شکم، یبوست یا اسهال، ارگانومگالی در لمس شکم
- سیستم عصبی-روانی: تحریک پذیری، توهم، بی خوابی، سرگیجه، اختلال حافظه، گیجی، آتاکسی، اختلال در راه رفتن، ترمور، کاهش قدرت در دست یا پا، دشواری در بالا رفتن از پله ها

- سیستم هماتولوژیک: رنگ پریدگی پوست، خستگی زودرس، ملنا، اختلالات قاعدگی
- سیستم عضلانی-اسکلتی: دردهای عضلانی-اسکلتی، کاهش قدرت در دست یا پا
- سیستم تولید مثل: ناباروری، ناتوانی جنسی، از دست دادن میل جنسی، قاعدگی‌های غیر طبیعی، سابقه سقط جنین، مرده‌زایی، زایمان زودرس، تولد نوزاد دارای نقایص مادرزادی

ج: پاراکلینیک

- اسپرومتری
- آزمایشات:
 - سطح سرب خون (BLL) مطابق جدول ۲ پایش سطح سرب خون
 - شمارش کامل خون به همراه اسمیر
 - اوره سرم/پلاسما
 - کراتینین سرم/پلاسما
 - اسید اوریک سرم/پلاسما
 - آنالیز ادرار (شامل بررسی میکروسکوپی)
- سایر اقدامات پاراکلینیک بر اساس صلاحدید متخصص طب کار

جدول ۲: پایش سطح سرب خون (BLL) شاغلین و معیارهای پزشکی قطع مواجهه، در شاغلین دارای مواجهه قابل‌توجه شناخته‌شده و یا قابل پیش‌بینی با سرب از طریق هوا و یا سطوح

نوع مواجهه / BLL

اقدامات

الف: به صورت پایه و یا قبل از شروع به کار : معاینه فیزیکی،
شرح حال پزشکی و اقدامات پاراکلینیکی شامل: اندازه گیری BLL
و سایر اقدامات ذکر شده در قسمت پایش سلامت

ب: چک BLL:

○ هر دو ماه یکبار، به مدت شش ماه از زمان شروع به

کار در شغل دارای مواجهه با سرب، سپس هر ۶ ماه

یکبار

توضیح:

همه شاغلین دارای مواجهه با سرب

اقدامات تکمیلی و یا کاهش فواصل زمانی بررسی (بر

اساس نتایج ارزیابی های مذکور و شرایط بالینی و

زمینه ای شاغل) ممکن است لازم باشد

○ در زنان باردار و یا دارای قصد بارداری با فواصل

کمتر (جدول مربوطه مطالعه شود)

• ارزیابی مواجهه و روش های کنترل مواجهه

• آموزش در مورد عوارض ناشی از مواجهه

• قطع فوری مواجهه و الزام به انجام معاینه پزشکی در

زنان باردار و یا دارای قصد بارداری شدن (جدول

مربوطه مطالعه شود)

BLL بیشتر و مساوی ۵ تا زیر ۱۰ میکروگرم بر دسی لیتر

• چک BLL هر سه ماه

• ارزیابی مواجهه، کنترل های مهندسی، و نحوه انجام کار

• جهت کنترل عوارض ناشی از مواجهه طولانی مدت با

سرب در صورتی که کاهش مواجهه در طولانی مدت

امکان پذیر نیست: تغییر شغل می تواند در نظر گرفته

شود

• چک BLL هر شش ماه در صورتی که BLL زیر ۱۰ شود

• قطع مواجهه در زنان باردار و یا دارای قصد بارداری

شدن (جدول مربوطه مطالعه شود)

BLL بیشتر و مساوی ۱۰ تا کمتر ۲۰ میکروگرم بر

دسی لیتر

• تکرار سنجش BLL در عرض ۴ هفته و در صورت

تکرار نتیجه مشابه: قطع مواجهه

• چک BLL هر یک ماه

BLL بیشتر و مساوی ۲۰ تا کمتر از ۳۰ میکروگرم بر

دسی لیتر

- ارزیابی مواجهه، کنترل‌های مهندسی و نحوه انجام کار
- بازگشت به کار در صورت دو تست **BLL** کمتر از ۱۵ با فاصله یک ماه

- قطع فوری مواجهه
- ارزیابی مواجهه، کنترل‌های مهندسی و نحوه انجام کار
- در **BLL** ۴۰ و بالاتر معاینه کامل پزشکی توسط متخصص طب‌کار
- چک **BLL** هر یک ماه
- بازگشت به کار در صورت دو تست **BLL** کمتر از ۱۵ با فاصله یک ماه

BLL بیشتر و مساوی ۳۰ تا کمتر از ۵۰ میکروگرم بر دسی‌لیتر

- قطع فوری مواجهه
- معاینه کامل پزشکی توسط متخصص طب‌کار
- در صورت وجود علایم و نشانه‌های مسمومیت، بررسی از نظر شروع شلاتور درمانی
- ارزیابی مواجهه، کنترل‌های مهندسی، و نحوه انجام کار
- چک **BLL** هر یک ماه
- بازگشت به کار در صورت دو تست **BLL** کمتر از ۱۵ با فاصله یک ماه
- در صورتیکه سرب خون از ۸۰ میکروگرم بر دسی‌لیتر بالاتر باشد نیاز به اقدامات اورژانسی و فوری پزشکی دارد

BLL بیشتر و مساوی ۵۰ میکروگرم بر دسی‌لیتر

جدول ۳: پایش سطح سرب خون (BLL) شاغلین و معیارهای پزشکی قطع مواجهه، در زنان باردار و یا دارای قصد بارداری شدن دارای مواجهه قابل توجه شناخته شده و یا قابل پیش بینی با سرب از طریق هوا و یا سطوح

اقدامات	نوع مواجهه/BLL
الف: به صورت پایه و یا قبل از شروع به کار: معاینه فیزیکی، شرح حال پزشکی و اقدامات پاراکلینیکی شامل: BLL و سایر اقدامات ذکر شده در قسمت پایش سلامت ب- چک BLL: ○ هر ماه به مدت شش ماه از زمان شروع به کار و یا تغییر شغل به وظیفه ای با میزان مواجهه بیشتر با سرب توضیح: اقدامات تکمیلی و یا کاهش فواصل زمانی بررسی بر اساس نتایج ارزیابی های مذکور و شرایط بالینی و زمینه ای شاغل ممکن است لازم باشد	زنان در سنین باروری دارای مواجهه با سرب
BLL بیشتر و مساوی ۵ تا زیر ۱۰ توصیه به قطع و یا کاهش مواجهه میکروگرم بر دسی لیتر بازگشت به کار پس از کاهش BLL به سطح زیر ۵	
BLL بیشتر و مساوی ۱۰ تا کمتر ۲۰ قطع اجباری مواجهه و الزام به انجام معاینه پزشکی میکروگرم بر دسی لیتر بازگشت به کار پس از کاهش BLL به سطح زیر ۵	

۶-۳- معاینات خروج از کار:

این معاینات جهت ارزیابی تمام شاغلین دارای مواجهه شناخته شده و یا قابل پیش‌بینی با سرب حداکثر یک ماه پس از پایان اشتغال (به هر دلیلی اعم از بازندستگی، اخراج، پایان قرارداد، تغییر شغل و ...) صورت می‌گیرد. تمام بررسی‌های پزشکی و اقدامات پاراکلینیکی ذکر شده در معاینات دوره‌ای می‌بایست انجام شود و مستندات تکمیل گردد.

۷- رویکرد به موارد مسمومیت با سرب

ارزیابی:

از آنجایی که مسمومیت با سرب اغلب با علائم و نشانه‌های غیر اختصاصی خود را نشان می‌دهد، تشخیص مسمومیت با سرب مستلزم وجود سابقه مواجهه، همراه با افزایش سطح خونی سرب (BLL) می‌باشد. همچنین لازم است سایر علائم و نشانه‌های بالینی منطبق با موارد مندرج در بخش "ارزیابی پزشکی" مورد بررسی قرار گرفته و در پرونده پزشکی شاغل ثبت شود.

○ ارزیابی علائم مربوط به مسمومیت با سرب:

در افراد دارای علائم حاد، تحت حاد و یا مزمن مشکوک به مسمومیت با سرب، لازم است در شرح حال، به مواجهه با سرب (حتی در دوران کودکی) توجه شود. در معاینه فیزیکی این افراد، ممکن است تظاهرات زیر وجود داشته باشد (این علائم معمولاً در سطح سرب خون بیشتر از 60 میکروگرم در دسی‌لیتر ظاهر می‌شوند و در سطوح پایین‌تر کمتر وجود دارند):

- دستگاه گوارش: وجود تندرns منتشر شکمی (در غیاب ارگانومگالی قابل لمس یا توده).
- اعصاب: اختلالات رفتاری و روانی (به عنوان مثال، تحریک پذیری)، اختلال حافظه، اختلال راه رفتن، لرزش، ضعف عضلانی به ویژه عضلات اکستنسور تمام اندام‌ها.

مخاط دهان: به ندرت ممکن است خط برتونی یا "خط سربی" وجود داشته باشد.

آزمایش‌های تکمیلی:

آزمایشات تکمیلی معمولاً جهت ارزیابی آسیب ارگان‌های هدف درخواست می‌گردد.

- برای شاغلین دارای تماس با سرب و سطح خونی سرب کمتر از ۴۰ میکروگرم بر دسی‌لیتر با تشخیص و صلاح‌دید متخصص طب‌کار آزمایش‌های تکمیلی شامل پروتوپورفیرین گلوبول قرمز یا پروتوپورفیرین روی (ZPP)، فلورسانس اشعه ایکس، شاخص تجمع‌ی سرب خون و سایر تست‌های عملکردی اعضا بر حسب نیاز

درخواست خواهد شد.

- در بیماران مبتلا به مسمومیت با سرب و در شاغلین دارای BLL ۴۰ و بالاتر، انجام آزمایش‌های تکمیلی فوری جهت ارزیابی آسیب ارگان‌های هدف الزامی است این آزمایشات شامل:

- CBC برای ارزیابی کم‌خونی و در صورت نیاز اسمیر خون محیطی

- BUN/کراتینین سرم و آنالیز ادرار برای ارزیابی اثرات کلیوی سرب و سایر تست‌های سنجش عملکرد کلیه (در صورت صلاح‌دید متخصص طب‌کار).

باید در نظر داشت که کراتینین سرم، شاخص حساسی برای آسیب کلیوی نیست و سایر شاخص‌های بررسی عملکرد کلیه نیز باید مدنظر قرار گیرد.

- اگر علائم نورولوژیک خاصی وجود داشته باشد، موارد زیر بر حسب صلاح‌دید متخصص طب‌کار می‌بایست انجام شود.

- تست‌های نوروسایکولوژیک: این تست‌ها اگرچه به صورت روتین در همه بیماران استفاده نمی‌شوند ولی می‌توانند اختلال مهارت دست، کاهش سرعت حرکتی ادراکی^۸ و اختلال حافظه را با حساسیت بیشتری نسبت به ارزیابی‌های بالینی تشخیص دهند.

- آزمایش سرعت هدایت عصبی^۹: سرعت هدایت عصبی ممکن است برای بیماران با علائم یا یافته‌های بالینی که نشان دهنده نوروپاتی محیطی ناشی از مواجهه با سرب است؛ کمک کننده باشد.

^۸. perceptual motor speed

^۹.NCV

○ مداخلات و اقدامات لازم:

○ آموزش:

برای همه افراد با سطح **BLL** بالای ۵ میکروگرم در دسی‌لیتر یا افرادی که در معرض مواجهه احتمالی با سرب هستند می‌بایست سالیانه آموزش فردی یا گروهی در مورد عوارض کوتاه مدت و بلند مدت ناشی از سرب، راههای ورود سرب به بدن و نحوه کاهش یا جلوگیری از مواجهه بیش از حد و نحوه استفاده از وسایل حفاظت فردی انجام و مستندات آن بایگانی شود.

روشهای کاهش مواجهه با سرب در محیط کار در ادامه این راهنما ذکر خواهد شد.

○ شلاتورترایی

یافته‌های تحقیقاتی در مورد اثربخش بودن شلاتورترایی اختلاف نظر دارند و تا کنون هیچ کارآزمایی بالینی تصادفی شده‌ای در این زمینه انجام نشده است. ولیکن موارد زیر به عنوان اندیکاسیون‌های انجام شلاتور ترایی ذکر شده اند:

• **BLL ۸۰-۵۰** (میکروگرم در دسی‌لیتر)

معمولاً در این سطح خونی سرب نیازی به شلاتور ترایی نیست و بهترین اقدام دور کردن فرد از مواجهه است ولی در موارد زیر می‌توان بر اساس شرایط بیمار شلاتور ترایی را در نظر گرفت:

○ در بیماران با علائم/نشانه‌های قابل توجه مسمومیت (درد شکمی، یبوست، سردرد، اختلال شناختی یا آنمی)

○ در بیماران با علائم/نشانه‌های خفیف مسمومیت که مواجهه طولانی مدت با سرب داشته‌اند و یا بیماری زمینه‌ای دارند

• اغلب افراد با **BLL ۸۰** (میکروگرم در دسی‌لیتر)

• تمام افراد با **BLL ۱۰۰** (میکروگرم در دسی‌لیتر) و بالاتر

شلاتورترایی در افراد با **BLL** زیر ۵۰ (میکروگرم در دسی‌لیتر) توصیه نمی‌شود. همچنین باید در نظر داشت تا زمان قطع کامل مواجهه، شلاتور ترایی آغاز نشود چرا که شلاتورترایی در حالتی که هنوز مواجهه وجود دارد، سبب افزایش جذب سرب و تشدید مسمومیت می‌شود.

دو عامل شلات کننده‌ای که بیشتر برای بزرگسالان استفاده می‌شود عبارتند از دیمرکاپتوسوکینیکاسید (DSMA)^{۱۰} و دی سدیم کلسیم دی اتیلن دی آمین تترا استیک اسید (EDTA). دیمرکاپرول نیز برای برخی از بیماران مورد استفاده قرار می‌گیرد. انتخاب عامل شلات کننده بستگی به شدت علائم، BLL، وجود یا عدم وجود موارد منع مصرف مهم مانند نارسایی کلیوی یا نارسایی کبدی دارد.

در همه مبتلایان علامت دار مسمومیت با سرب می‌بایست درمان آنمی ناشی از فقر آهن و وجود کلسیم کافی در رژیم غذایی مدنظر قرار گیرد.

○ مدیریت ثانویه

• مانیتورینگ BLL:

فواصل سنجش BLL پس از تشخیص مسمومیت با سرب، بستگی به سطح BLL در زمان تشخیص، تداوم و یا قطع مواجهه و همچنین انجام یا عدم انجام مداخلات درمانی دارد (مراجعه به جدول ۲ پایش سطح سرب خون) همچنین باید درنظر داشت که مواجهه بلندمدت سبب تجمع سرب در استخوان شده و با توجه به نیمه‌عمر بالای آن در استخوان تا سالها و حتی دهه‌ها امکان آزاد شدن از استخوان به خون و بالا ماندن سطح سرب خون، علیرغم قطع مواجهه، وجود خواهد داشت.

• بازگشت به کار:

هنگامی که دو نتیجه BLL که با فاصله یک ماه از هم گرفته شده باشند زیر ۱ میکروگرم در دسی‌لیتر باشد و همه علائم مسمومیت با سرب برطرف شده باشد (به عنوان مثال، بیمار عملکرد عصبی شناختی خود را بازیابی کرده است)، شاغل می‌تواند با اقدامات کنترلی مناسب به کار دارای مواجهه مستقیم یا غیرمستقیم با سرب بازگردد.

توضیح: اگر بیمار تحت درمان با شلاتور قرار گرفته باشد، تاریخ انجام هر دو آزمایش BLL باید حداقل یک و دو ماه پس از اتمام درمان شلاتاسیون باشد.

قبل از بازگشت به کار، شرایطی که باعث مسمومیت با سرب شده اند باید برطرف گردد و آموزش مجدد به شاغل داده شود و مستندات آن بایگانی گردد.

پس از بازگشت به کاری که شاغل را در معرض مواجهه مستقیم یا غیرمستقیم با سرب قرار می‌دهد، BLL باید یک ماه بعد مجدداً تکرار شود.

۸- کنترل مواجهات مرتبط با فرآیندهای سرب

○ کنترل ریسک‌های مرتبط با فرآیندهای سرب

کارفرمایان وظیفه کنترل ریسک مواجهه با سرب، از بالاترین سطح حفاظت تا حداقل حفاظت لازم الاجرای قانونی را برعهده دارند. این رتبه‌بندی به عنوان سلسله مراتب کنترل شناخته می‌شود. بر اساس این سلسله مراتب، کارفرمایان باید ترجیحاً هرگونه ریسک سلامتی مرتبط با مواجهه با سرب را حذف نمایند. اما اگر این امر عملی نبود باید این ریسک را تا حدی که از نظر منطقی عملی باشد کاهش دهند. کاهش ریسک از طرق زیر انجام می‌شود:

۱. جایگزین کردن سرب با ماده کم خطر یا ماده‌ای که خطرات آن از سرب کمتر باشد

۲. جداسازی منابع مواجهه با سرب

۳. استفاده از کنترل‌های مهندسی برای کاهش مواجهه با سرب

۴. استفاده از ترکیبی از این اقدامات کنترل ریسک

۵. کنترل‌های مدیریتی

۶. تجهیزات حفاظتی فردی مناسب

اغلب ترکیبی از این اقدامات کنترلی برای کاهش ریسک ضروری است.

○ حذف (Elimination)

حذف استفاده از سرب یا پروسه سرب که باعث ریسک مواجهه می‌شود، موثرترین راه کنترل ریسک است. به طور مثال:

۱. استفاده از رادیاتورهای آلومینیومی با مخازن پلاستیکی به جای رادیاتورهای ماشین با هسته مسی با مخازن

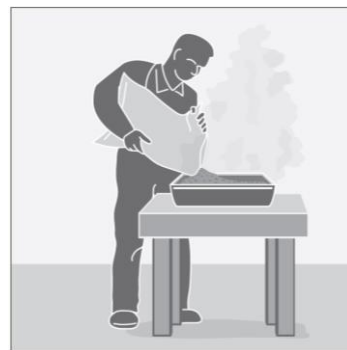
لحیم شده با سرب

۲. استفاده از تثبیت کننده‌های با پایه کلسیم/ روی در فرآیند تولید PVC به جای تثبیت کننده‌های با پایه سرب

۳. استفاده از رنگ‌های بدون سرب و مشخص نمودن رنگ‌های فاقد سرب برای رنگ کردن قطعات

○ جایگزینی (Substitution):

ممکن است بتوان با استفاده از یک ماده حاوی سرب با خطر کمتر یا یک ماده حاوی سرب در شکل کم خطر به این مهم دست یافت. برای مثال به وسیله استفاده از یک لعاب با پایه سرب در شکل دوغاب به جای شکل پودر می‌توان ایجاد گرد و غبار سرب را کاهش داد.



قبل از جایگزینی: توزیع مواد شیمیایی سرب خشک به صورت خام باعث ایجاد گرد و غبار می‌شود



بعد از جایگزینی: استفاده از سرب در دوغاب مواجهه با گردوغبار را کاهش می‌دهد

○ جداسازی (Isolation):

جداسازی عبارت است از جدا کردن کارگر جهت جلوگیری از مواجهه یا کاهش مواجهه است. برای مثال کنترل یک فرآیند از یک اتاق کنترل با هوای فیلتر شده به جای کار در محلی با تولید فیوم‌های سرب.



قبل: کارگر در محل تولید فیوم سرب کار می کند



بعد: جداسازی کارگر از فرآیند سرب در یک اتاقک با تهویه مناسب

○ کنترل‌های مهندسی (Engineering controls):

کنترل‌های مهندسی شامل کنترل‌های فیزیکی مانند استفاده از یک وسیله یا دستگاه است که از مواجهه با سرب جلوگیری کرده و یا مواجهه با آن را کاهش می‌دهد برای مثال از بین بردن و فرو نشاندن گرد و غبار، فیوم یا میست سرب در همان منبع تولید یا به وسیله به حداقل رساندن سطح سرب موجود در هوا در محیط کاری.

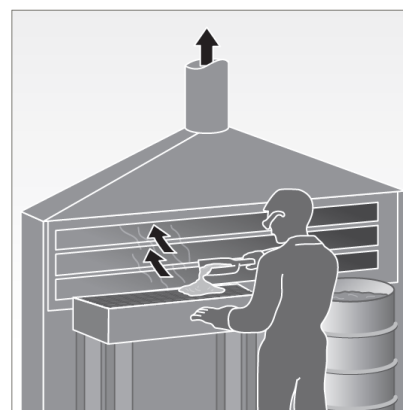
کنترل‌های مهندسی اغلب شامل محصور کردن ذسبی (partial enclosure)، تهیه خروجی (exhaust ventilation) یا خودکار کردن فرآیندها (automation of processes) می باشند. مثال‌های کنترل‌های مهندسی شامل موارد زیر است:

- نصب تهویه خروجی موضعی در ایستگاه توزین رنگدانه‌های سرب
- قرار دادن تنظیم کننده دما بر روی حمام سرب مذاب جهت اطمینان از اینکه دمای آن زیر ۴۵۰ درجه سانتی گراد حفظ شود (در درجه حرارت‌های بالاتر فیوم سرب می‌تواند آزاد شود)

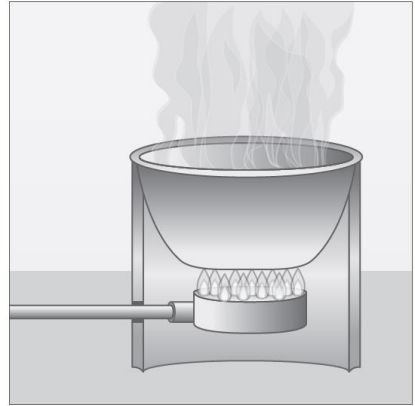
- محصور کردن نسبی با استفاده از نصب آگزوزهای خروجی موضعی برای پروسه برآشینی سیم



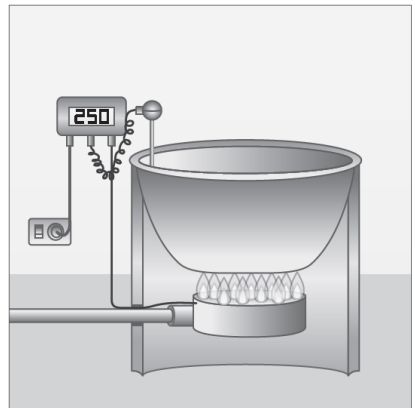
قبل: توزین مواد شیمیایی اولیه بدون کنترل گردوغبار



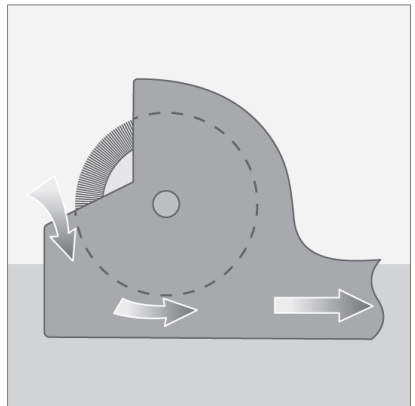
بعد: تهویه خروجی موضعی در ایستگاه توزین پودر



قبل: ذوب کنترل نشده سرب فلزی



بعد: ذوب سرب فلزی کنترل شده با ترموستات برای حفظ درجه حرارت زیر ۴۵۰ درجه سانتیگراد



*محصول کردن به وسیله تهویه خروجی موضعی در اطراف برآش سیم مدور

○ کنترل‌های مدیریتی (Administrative controls):

کنترل‌های مدیریتی سیستم‌های کاری هستند که به منظور کاهش ریسک مواجهه با سرب اجرا می‌شوند. کنترل‌های مدیریتی باید تنها در صورتی استفاده شوند که بعد از تمام اقدامات عملی انجام شده برای کاهش ریسک که در روش‌های کنترلی بالا ذکر شد باز هم ریسک باقی مانده باشد. مثال‌های کنترل‌های مدیریتی:

- چرخش کاری شاغلین در فرآیند سرب به منظور کاهش زمان مواجهه
 - محدود کردن دسترسی کارگر به نواحی که فرآیندهای سرب در آنجا انجام می‌شود
 - وقفه و استراحت منظم در حین کار به نحوی که مواجهه کمتر شود
- توجه: شاغل موظف است کنترل‌های مدیریتی خاص را به کار بندد. مانند شستن دستها و صورت بعد از ترک ایستگاه کاری دارای ریسک سرب و قبل از خوردن غذا

○ تجهیزات حفاظت فردی^{۱۱}:

تجهیزات حفاظت فردی شامل تجهیزات حفاظتی تنفسی و لباس‌های حفاظت فردی مانند پوشش‌های سرهمی، پیش بند، کفش، دستکش، عینک‌های ایمنی و شیلدهای صورت می‌باشد. این تجهیزات باید به عنوان یک اقدام موقت یا آخرین راه حل در نظر گرفته شود.

کارفرمایان باید علاوه بر تامین وسایل حفاظت فردی مناسب، اطلاعات و آموزش‌های تئوری و عملی ضروری شامل آموزش روش صحیح استفاده و نگهداری از آنها را (جهت افزایش ایمنی) به شاغلین ارائه دهند.

کارفرمایان همچنین باید جهت اطمینان از استفاده صحیح از تجهیزات حفاظت فردی بر شاغلین نظارت داشته باشند.

تجهیزات حفاظت فردی تنفسی تنها زمانی حفاظت بهینه را فراهم می‌سازند که:

۱. متناسب با نوع و سطح آلاینده، فرد و وظیفه محوله باشند.
۲. تناسب آن با فرد استفاده‌کننده ارزیابی و آزمایش شود.
۳. بعد از استفاده تمیز شوند و در ظرف دربسته دور از آلودگی نگهداری شوند.
۴. نگهداری صحیح جهت جلوگیری از عدم آسیب یا خراب شدن آنها و تعویض منظم انجام شود.

¹¹ PPE: Personal Protective Equipment



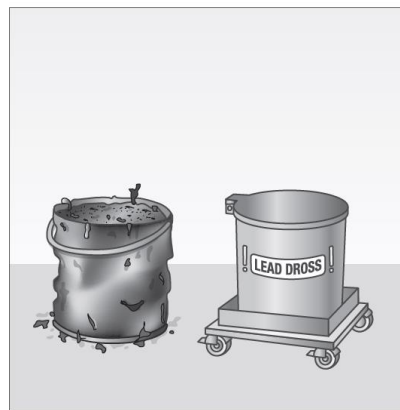
* **PPE** کنترل مواجهه اپراتور و آلودگی بدنی در وظایف کوتاه مدت و کم تکرار

○ وظایف خاص در کنترل خطر:

کارفرمایان باید اطمینان حاصل کنند که هرگونه آلودگی با سرب در حد ممکن در محلی که پروسه سرب در جریان است محدود شده باشد و از محل خارج نشود.

برخی از راه‌های جلوگیری از انتشار آلودگی سرب عبارتند از:

- نگهداری سرب و ضایعات آن در ظروف یا محفظه‌های در بسته
- استفاده از سیستم‌های تهویه متناسب با واحدهای جمع آوری
- اتخاذ تدابیری جهت اطمینان از اینکه کارگران و پیمانکاران، سرب روی بدن یا لباس شان را به خارج از محیط کار نمی‌برند.
- شستشو، دوش گرفتن و تعویض تسهیلات در محل کار به طوری که کارگران و پیمانکاران در حین ترک کار مجبور نباشند بعد از استفاده از این تسهیلات از نواحی آلوده به سرب عبور کنند.



* نگهداری تفاله سرب در ظروف سرپوشیده گسترش آلودگی سرب را کاهش می‌یابد

○ تمیزکاری محل فرآیند سرب

کارفرمایان باید اطمینان حاصل کنند که محل فرآیند سرب تمیز نگه داشته می‌شود. نظافت منظم، ریسک استنشاق و بلع سرب را کاهش می‌دهد. نواحی که ممکن است با سرب آلوده شوند باید به صورت مکرر تمیز شوند. برای مثال در پایان هر شیفت. حداقل تمیزکاری باید به صورت روزانه باشد تا اطمینان حاصل شود که هیچ تجمع آلودگی سرب در سطوح کاری، تجهیزات، دستگاه‌ها یا در کف زمین وجود ندارد. تمیزکاری باید شامل موارد زیر باشد:

- کف و نیمکت‌های کاری
- اتاقهای شستشو و تعویض لباس
- تسهیلات خوردن و آشامیدن
- تا جایی که ممکن است سطوح خارجی دستگاه‌ها مانند ماشین‌ها و راکتورهای شیمیایی
- در صورت نیاز، جهت کنترل ریسک سلامت و ایمنی، تمیزکاری حتی باید بیشتر از یک بار در روز انجام شود.
- لبه‌های سقفی، دیوارها، سقف‌ها و لوازم نصبی باید به دفعات تمیز شوند تا از تجمع رسوبات سرب جلوگیری شود.
- نشت تصادفی باید فوراً تمیز شود.

تا جایی که منطقاً امکان پذیر است کارفرمایان باید اطمینان حاصل کنند که روش‌های استفاده شده برای تمیزکاری نواحی دارای سرب، باعث ایجاد ریسک برای سلامتی ساکنین مجاور آن منطقه نشود و باعث گسترش بالقوه آلودگی سرب نگردد. هوای با فشار یا جاروی خشک هرگز نباید برای تمیزکاری استفاده شود. روش‌های تمیزکاری قابل پذیرش عبارتند از:

- استفاده از سیستم تمیز کننده در خلع ثابت یا یک جاروبرقی قابل حمل دارای درجه گرد و غبار خطرناک تیپ **M** یا **H** مطابق با استانداردهای لازم
- روش‌های تمیز کاری مرطوب مانند گردگیری و پاکسازی مرطوب



قبل: جاروی خشک می‌تواند باعث ایجاد ذرات سرب در هوای زون تنفسی گردد



بعد: جاروبرقی کلاس گرد و غبار خطرناک

○ خوردن، آشامیدن، آدامس جویدن و سیگار کشیدن

خوردن، آشامیدن، آدامس جویدن، سیگار کشیدن، و همچنین حمل غذا، نوشیدنی، آدامس یا سیگار (هر گونه مواد خوراکی و سیگار) در نواحی دارای فرآیند سرب ممنوع است تا از بلع مواد آلوده به سرب جلوگیری شود. کارفرمایان نیز موظف به نظارت بر رعایت این ممنوعیت می باشند.

برای حفظ سلامت کارگران، کارفرمایان باید تا حد امکان محل هایی را برای خوردن و آشامیدن فراهم نمایند که از فرآیندهای آلوده به سرب جدا باشد. سالن غذاخوری باید دور از محل فرآیند سرب باشد. دیوارها، کفها و مبلمان در سالن غذاخوری و نواحی تعویض لباس باید دارای سطح صاف باشند و سطوح غیر متخلخل باشد تا تمیز کردن آنها

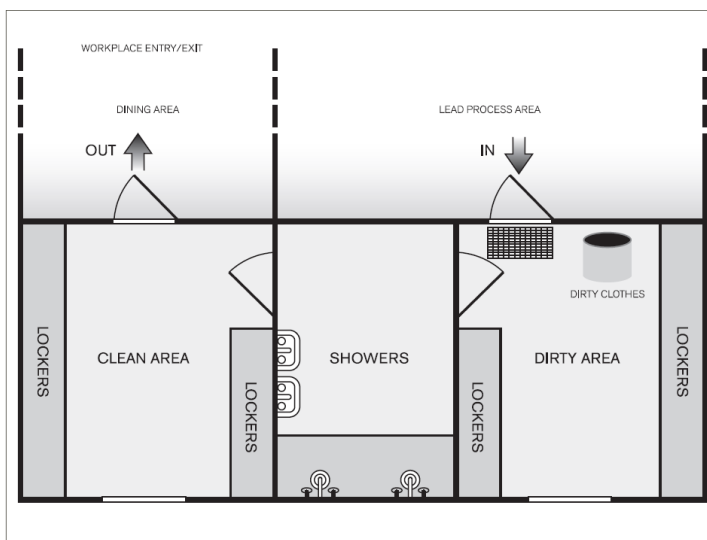
راحت باشد. امکانات ذخیره مواد غذایی، باید به گونه ای فراهم شود تا از آلوده شدن مواد غذایی جلوگیری کرده و دور از محل نگهداری تجهیزات حفاظت فردی و لباس های حفاظتی قرار داده شوند.

○ تسهیلات تعویض لباس و شستشو

هنگام کار محل های دارای فرآیند سرب، کارگران در معرض آلودگی با سرب می باشند. کارفرمایان باید تا حد امکان تسهیلاتی را برای شستشو و تعویض لباس کارگران فراهم نمایند که مواجهه ثانویه با سرب از لباس های آلوده را به حداقل برسانند. نوع تسهیلات شستشو و تعویض لباس کار باید بر اساس سطح مواجهه تعیین شود. برای مثال در محیط هایی که آلودگی محدود به دست و بازو می باشد فراهم نمودن محل های شستشوی دست با آب و صابون و یک برس ناخن و همچنین وسیله ای برای تفکیک لباس کار مانند کمد های جداگانه جهت کاهش انتشار آلودگی مؤثر می باشد.

با این وجود اگر خطر جدی آلودگی سرب وجود داشته باشد ممکن است امکانات خاصی برای جلوگیری از مواجهه مورد نیاز باشد. مانند اتاق های کاملاً مجزا برای تعویض لباس ها و وسایل حفاظت فردی آلوده با لباس های تمیز با امکانات شستشو و دوش گرفتن در بین دو اتاق.

شستشو و تعویض تجهیزات حفاظت فردی باید به طور مناسب داخل محل کار که در آن فرآیند سرب اجرا می شود، انجام گیرد. برای مثال اتاق های تعویض باید جایی قرار گیرد که کارگران نیاز نباشد که بعد از تعویض لباس و پوشیدن لباس های شخصی تمیز، از داخل ناحیه دارای فرآیند سرب عبور کنند.



* نمونه اتاق تعویض در فرآیند سرب با ریسک بالا

○ شستشو یا لندری و دفع و در آوردن لباس‌های حفاظتی

محل های نگهداری لباس‌ها و سایر وسایل حفاظتی که توسط کارگران مورد استفاده قرار می گیرد، احتمالاً با گرد و غبار سرب آلوده می شود. کارفرمایان باید برای دفع و شستشوی لباس‌ها و سایر وسایل حفاظت فردی ترتیبی اتخاذ نمایند تا شستشوی منظم لباس‌ها و تجهیزات حفاظتی جهت جلوگیری از رسوب سرب صورت گیرد. حداقل شستشو یا لندری، در جایی که آلودگی حداقل است، باید به صورت هفتگی انجام شود و در جایی که آلودگی قابل توجه است دفعات شستشو افزایش می یابد. کارفرمایان باید اطمینان حاصل کنند که لباس‌های حفاظتی که نیاز به شستشو یا دفع دارند بسته بندی شده و برچسب زده شوند مثلاً برچسب "آلوده به سرب".

کارگران هرگز نباید لباس‌های حفاظتی آلوده را به خانه ببرند و کارفرمایان باید اطمینان حاصل کنند که لباس‌های آلوده از محل کار خارج نمی‌شوند مگر هنگام شستشو یا دفع.

اگر از خدمات لندری خارج از کارگاه استفاده می شود، کارفرمایان باید اطمینان حاصل کنند که ارائه دهنده این خدمت از وجود آلودگی سرب آگاه است و تجهیزات مقابله با این آلودگی را داشته باشد.

منابع:

۱. LaDou, Joseph. *CURRENT Occupational & Environmental Medicine: 6th Edition*. US: McGraw-Hill Medical, 2021.

۲. ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists). *Documentation of TLV® Chemical Substances*. American Conference of Governmental Industrial Hygienists; Cincinnati, OH: 2001b. *Lead and Inorganic Compounds*.

۳. HSE (Health and Safety Executive). *Control of Lead at Work, 3rd Ed*. U.K. Health and Safety Executive. 2012. [online]. Available: http://www.hseni.gov.uk/l132_control_of_lead_at_work.pdf.

۴. NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health). U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Public Health Service, Center for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health. 2012. *Criteria for a Recommended Standard: Occupational Exposure to Inorganic Lead, Revised Criteria – 1978*. [online]. Available: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/1970/78-158.html>.

۵. OSHA (Occupational Safety and Health Administration). 29 CFR 1926.62, Lead Exposure In Construction; Interim Final Rule--Inspection and Compliance Procedures. OSHA Instruction CPL 2-2.58; Occupational Safety and Health Administration, Office of Health Compliance Assistance; 2012. [online]. Available: http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_id=1570&p_table=DIRECTIVES
۶. Holland MG, Cawthon D. Workplace lead exposure. Journal of occupational and environmental medicine. 2016 Dec 1;58(12):e371-4..

۷. LEAD EXPOSURE, MEDICAL SCREENING GUIDELINE FOR WORKERS. Manitoba Department of Growth Enterprise and Trade Workplace Safety and Health Prepared by the Chief Occupational Medical Officer Dr. Denise Koh, March 2019.

۸. پژوهشکده محیط زیست. راهنمای سرب در محیط کار. مرکز سلامت محیط و کار. وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی.

۹. گلپایگانی عبدالعلی، خانجانی نرگس. مواجهه محیطی و شغلی با سرب در ایران: یک مرور سیستماتیک. مجله بهداشت و توسعه. شماره اول. بهار ۹۱

۱۰. مجدی محمد رضا، رفیعی منش احسان. دخانیت و سلامتی. معاونت بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی مشهد. نشر همدل. بهار ۸۸

