DOI: 10.22122/jhsr.v14i2.3142 Published by Vesnu Publications

بررسی غلظت گرد و غبار کلی و قابل تنفس و سیلیس بلورین در فرایند نسوزکاری کوره‌های ذوب فلز

معصومه شفیعی علویجه[۱]، مسعود ریسمانچیان[۲]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: با توجه به احتمال وجود سیلیس بلورین در فرایند تولید یا کاربرد مواد نسوز، کارگران این صنایع در معرض ابتلا به سیلیکوزیس قرار دارند. سیلیکوزیس، پنوموکونیوزی است که عامل مستعدکننده سرطان ریه و یکی از علل موقتی یا دایمی بودن ازکارافتادگی‌های شغلی می‌باشد. هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی سمیت مواد نسوز هنگام تخریب در کوره‌های ذوب فلز بود.

روش‌ها: این مطالعه در فرایند نسوزکاری یکی از صنایع ذوب فلز، در شغل تخریب نسوزها انجام شد. برای ارزیابی نمونه‌های گرد و غبار کلی و قابل تنفس هوای محیط کار، از روش وزن‌سنجی به ترتیب طبق روش‌های ۰۶۰۰ و ۰۵۰۰ National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) استفاده گردید. سیلیس بلورین گرد و غبار کلی و قابل تنفس هوای محیط کار نیز به روش اسپکتروفتومتری NIOSH ۷۶۰۱ مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها: میانگین غلظت گرد و غبار کلی در کوره‌ها هنگام تخریب نسوز، ۱۵۳/۶ میلی‌گرم بر مترمکعب به دست آمد که این مقدار ۱۵/۳ برابر حد مجاز استاندارد شغلی ایران بود. میانگین غلظت گرد و غبار قابل تنفس در کوره‌ها هنگام تخریب نسوز، ۲۷/۹۸ میلی‌گرم بر مترمکعب گزارش گردید که این مقدار نیز ۹/۳ برابر حد مجاز استاندارد شغلی ایران بود. میانگین غلظت گرد و غبار سیلیس بلورین در هوای کلی در کوره‌ها هنگام تخریب نسوز، ۰/۲۲۳۵ میلی‌گرم بر مترمکعب محاسبه شد که این مقدار ۸/۹ برابر حد مجاز استاندارد شغلی ایران می‌باشد. میانگین غلظت گرد و غبار سیلیس بلورین در هوای قابل تنفس در کوره‌ها هنگام تخریب نسوز ۰/۱۰۰۸ میلی‌گرم بر مترمکعب به دست آمد که این مقدار نیز ۴ برابر حد مجاز استاندارد شغلی ایران است.

نتیجه‌گیری: گرد و غبارهای کلی، قابل تنفس و سیلیس بلورین ناشی از تخریب نسوز در کوره‌ها بالاتر از حد مجاز استاندارد شغلی ایران می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: الیاف معدنی،کوارتز،گردوغبار،آلاینده هوا

ارجاع: شفیعی علویجه معصومه، ریسمانچیان مسعود. **بررسی غلظت گرد و غبار کلی و قابل تنفس و سیلیس بلورین در فرایند نسوزکاری کوره‌های ذوب فلز.** مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۷؛ ۱۴ (۲): ۱۹۴-۱۸۹

دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۱/۱۶ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۵/۳ تاریخ چاپ: ۱۳۹۷/۴/۱۵

مقدمه

صنایع فلزی یکی از مهم‌ترین رشته‌های صنعت به شمار می‌رود که صنعت ریخته‌گری به عنوان صنایع مادر در این گروه طبقه‌بندی می‌شود. ریخته‌گری، قدیمی‌ترین فرایند شناخته شده جهت ایجاد اشکال مطلوب از فلزات از طریق ذوب کردن در کوره، ریختن مذاب در قالب و سرد نمودن و انجماد آن مطابق شکل محفظه قالب می‌باشد (۱). ساختمان دیواره کوره از موادی ساخته می‌شود که دمای ذوب و نرم شدن آن‌ها خیلی زیاد باشد و بتواند حرارت‌هایی را که در کوره به وجود می‌آید، تحمل کند و همچنین، مقاومت مکانیکی داشته باشد و تحت تأثیر فعل و انفعالات شیمیایی قرار نگیرد. این گونه اجسام را به طور عام، نسوز می‌گویند (۲). مواد نسوز، مواد دارای مقاومت حرارتی هستند که در دماهای بالا پایدار می‌باشند و خواص فیزیکی و شیمیایی‌شان در این دماها حفظ می‌گردد (۳). به دلیل احتمال وجود کریستال‌های سیلیس به صورت آزاد یعنی SiO_2 در فرایند تولید یا کاربرد مواد نسوز، ممکن است کارگران این صنایع در معرض ابتلا به نوعی بیماری شغلی ریوی تحت عنوان سیلیکوزیس قرار گیرند (۵، ۴).

در سال ۱۹۹۷ میلادی، آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان، سیلیس آزاد را جزء سرطان‌زاهای گروه یک طبقه‌بندی کرد (۶، ۵). شواهد موجود دلالت بر تأثیر سیلیس آزاد به عنوان عامل مؤثر در ایجاد سرطان ریه دارد (۷). سیلیکوزیس، پنوموکونیوزی است که به وسیله مواجهه شغلی با سیلیس بلورین (شامل کوارتز، کریستوبالیت و تریدیمیت) ایجاد می‌شود. این بیماری شاخص مستعدکننده‌ای برای سرطان ریه و همچنین، یکی از علل موقتی یا دایمی بودن ازکارافتادگی‌های شغلی است (۱۲-۸) و پیشگیری تنها راه شناخته شده برای پرهیز از آن محسوب می‌گردد. علاوه بر این، مهم‌ترین عمل پیشگیرانه برای محافظت پرسنلی و جمعی، آموزش برای کارگران و کارفرمایان در مورد خطرات مواجهه با غبارات سیلیس می‌باشد (۸). Krasovitskii و Arkhangel'skaya در پژوهش خود به پایش پزشکی- زیست محیطی و سم‌شناسی گرد و غبار در تولید فرآورده‌های نسوز پرداختند و گزارش کردند که سم‌شناسی گرد و غبار ایجاد شده در تولید فرآورده‌های نسوز بر روی ارگانیسم انسان، تأثیر بیماری‌زایی دارد (۱۰). Utell و Maxim نیز به مطالعه سمیت و

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، کمیته تحقیقات دانشجویی و گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۲- استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
نویسنده مسؤول: مسعود ریسمانچیان Email: rismanchian@hlth.mui.ac.ir

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-17]
[DOR: 20.1001.1.17352363.1397.14.2.9.1]
[DOI: 10.22122/jhsr.v14i2.3142]

اپیدمیولوژی فیبر سرامیکی نسوز پرداختند (۱۳).

هدف از انجام تحقیق حاضر، بررسی مواجهه شاغلین فرایند نسوزکاری کوره‌های ذوب فلز با گرد و غبار و سیلیس بلورین بود.

روش‌ها

برای انجام بخش تجربی کار، طراحی توصیفی انجام گرفت. نمونه‌ها از صنعت ذوب فلز در فرایند نسوزکاری در مشاغل نصب و تخریب نسوزهای کوره‌های ذوب فلز انتخاب شد و در نمونه‌برداری‌ها از روش National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) استفاده گردید. برای محاسبه کلیه غلظت‌ها، حجم‌ها بر طبق شرایط دما و فشار موجود تصحیح شد. در نمونه‌برداری کوره‌های ذوب فلز با استفاده از روش‌های نمونه‌برداری فردی، میزان تماس با گرد و غبار کلی و قابل استنشاق اندازه‌گیری و غلظت آن به روش وزن‌سنجی با استفاده از روش‌های استاندارد ۰۶۰۰ و ۰۵۰۰ NIOSH سنجیده شد (۱۵، ۱۴). به منظور تعیین مقدار سیلیس آزاد در نمونه‌های کلی و قابل استنشاق محیط کار، از روش ۷۶۰۱ NIOSH استفاده گردید (۱۶).

جهت نمونه‌برداری از هوای کلی محیط کار قبل از نمونه‌برداری، ابتدا آماده‌سازی فیلترها صورت گرفت و سپس کالیبراسیون پمپ و نمونه‌برداری انجام شد. در نهایت، نمونه‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و با مقادیر استاندارد مجاز مواجهه مقایسه گردید. برای آماده‌سازی فیلترها، ۲۴ ساعت قبل از نمونه‌برداری، فیلترها در دسیکاتور قرار داده شد. ترازو کالیبره و فیلتر وزن شد. دوباره فیلتر وزن گردید و زمانی که اختلاف میان دو حالت کمتر از ۰/۰۰۵ میلی‌گرم بود، میانگین وزن دو حالت به عنوان وزن فیلتر قبل از نمونه‌برداری یادداشت شد. برای کالیبراسیون پمپ، قبل از نمونه‌برداری پمپ به مدت ۵ دقیقه روشن شد. کالیبراسیون توسط کالیبراتور انجام گرفت. دبی پمپ با استفاده از پیچ گوشتی تنظیم دبی پمپ تنظیم گردید.

قبل از شروع نمونه برداری، مدت زمان نمونه برداری بر حسب دقیقه تعیین شد. دبی نمونه‌برداری ۲ لیتر در دقیقه بود. کاست حاوی فیلتر با لوله انعطاف به پمپ نمونه‌برداری وصل گردید و نمونه‌برداری به صورت فردی انجام گرفت. برای هر سری نمونه‌برداری، از ۳ فیلتر شاهد استفاده شد. پمپ روشن شد و زمان یادداشت گردید و پس از اتمام نمونه برداری، زمان یادداشت و پمپ خاموش شد. کاست حاوی فیلتر از پمپ نمونه بردار جدا شد و نمونه به آزمایشگاه انتقال یافت. در مرحله آماده سازی و تجزیه، نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دسیکاتور قرار گرفت. وزن فیلتر حاوی نمونه در ترازو اندازه‌گیری گردید و در مقایسه با وزن اولیه، تجزیه نمونه‌ها به صورت وزنی انجام شد. در مرحله تعیین غلظت با استناد به اختلاف وزن فیلترها در حالت قبل و بعد از نمونه‌برداری، غلظت گرد و غبار کلی آلاینده‌ها از طریق رابطه ۱ محاسبه گردید که در آن C غلظت گرد و غبار بر حسب میلی‌گرم بر مترمکعب، W_1 وزن اولیه فیلتر نمونه‌برداری بر حسب میلی‌گرم، W۲ وزن ثانویه فیلتر نمونه‌برداری بر حسب میلی‌گرم، b_1 وزن اولیه فیلتر شاهد بر حسب میلی‌گرم، b_2 وزن ثانویه فیلتر شاهد بر حسب میلی‌گرم و V حجم هوای نمونه‌برداری شده بر حسب لیتر می‌باشد (۱۴).

$$C = \frac{(w_2 - w_1) - (b_2 - b_1)}{v} \times 10^3 \left(\frac{mg}{m^3}\right)$$ رابطه

مقدار گرد و غبار اندازه‌گیری شده بر حسب میلی‌گرم بر مترمکعب با مقادیر استاندارد حدود مجاز مواجهه شغلی ارایه شده از وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی ایران مقایسه شد (۱۷).

جهت نمونه‌برداری و تعیین غلظت هوای منطقه تنفسی (گرد و غبار قابل تنفس)، کلیه مراحل نمونه‌برداری و تعیین غلظت آن مطابق روش ذکر شده در روش نمونه‌برداری گرد و غبار کلی انجام شد و تفاوت اصلی، در میزان دبی نمونه‌برداری و کاست نمونه‌برداری بود که در این نمونه‌برداری، دبی ۱/۷ لیتر در دقیقه تنظیم گردید و کاست حاوی فیلتر بر روی سیکلون قرار داده شد و سایر مراحل مطابق روش قبل تکرار شد (۱۷، ۱۵).

برای تعیین مقدار سیلیس بلورین، مراحل آماده‌سازی نمونه، تهیه محلول استاندارد و اندازه‌گیری نمونه انجام گرفت. روش آماده‌سازی نمونه برای فیلتر Polyvinyl chloride (PVC) در حالتی که نمونه حاوی مقادیری از کلسیت بود، ابتدا با اسید کلریدریک ۲۵ درصد شستشو داده شد و عملیاتی بر روی آن انجام گرفت. یک عدد فیلتر PVC با قطر ۳۷ میلی‌متر و خلل و فرج ۰/۵ میکرون در یک ظرف فیلتراسیون قرار گرفت و فیلتر حاوی نمونه بر روی آن گذاشته شد. قیف حاوی نمونه محکم روی ظرف پایینی گذاشته شد. ۱۰ میلی‌لیتر اسید کلریدریک و ۵ میلی‌لیتر پروپانول به فیلتر اضافه گردید و سپس به مدت ۵ دقیقه راکد گذاشته شد. فیلتر با استفاده از ۱۰ میلی‌لیتر آب دی‌یونیزه شستشو داده شد و با آزاد کردن ظرف خلأ، مواد از قیف عبور نمود. برای تهیه محلول استاندارد، ابتدا محلول استاندارد مادر سیلیکا تهیه شد و سپس محلول‌های استاندارد کاری با حل کردن ۲۵۰ میلی‌گرم کوارتز در ۱۰ میلی‌لیتر اسیدفلوئوریدریک ۴۸ درصد و رساندن آن به حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر با استفاده از آب عاری از سیلیکا تهیه گردید. در مرحله بعد، محلول‌های استاندارد کاری تهیه و نمودار کالیبراسیون ترسیم شد. برای اندازه‌گیری نمونه، ۲۵ میلی‌لیتر آب فاقد سیلیس در یک بشر پلی‌اتیلن به نمونه‌های اصلی اضافه گردید. مراحل آماده‌سازی بر روی این نمونه‌های اصلی انجام شد. سپس مقادیر جذب هر نمونه در دستگاه اسپکتروفتومتری خوانده شد و با مقایسه با منحنی استاندارد، غلظت بر حسب میکروگرم بر میلی‌لیتر در هر نمونه تعیین گردید که با توجه به حجم کلی نمونه، مقادیر کوارتز با استفاده از رابطه ۲ بر حسب میکروگرم محاسبه شد که در این رابطه، A کوارتز در نمونه اصلی بر حسب میکروگرم، B کوارتز در نمونه شاهد بر حسب میکروگرم، m شیب خط، V حجم هوای نمونه‌برداری شده بر حسب لیتر، C غلظت سیلیکا بر حسب میلی‌گرم بر مترمکعب، F دبی نمونه‌برداری بر حسب لیتر در دقیقه، K ضریب تصحیح و t مدت زمان نمونه‌برداری بر حسب دقیقه می‌باشد (۱۷، ۱۶).

$$V = F \times K \times t$$ رابطه ۲

$$C = \frac{A-B}{m \times V}$$.

یافته‌ها

غلظت گرد و غبار کلی هوای محیط کار هنگام تخریب مواد نسوز در داخل کوره احیایی میدرکس در جدول ۱ ارایه شده است. بر اساس یافته‌ها، میزان گرد و غبار کلی در حالت تخریب نسوز در تمام نمونه‌ها بالاتر از حد مجاز مواجهه شغلی بود؛ به طوری که در آلوده‌ترین نمونه، این میزان تا ۳۵/۵ برابر حد مجاز مواجهه شغلی بالا مشاهده شد و در نمونه با کمترین میزان گرد و غبار کلی، این میزان ۳/۲ برابر حد مجاز مواجهه شغلی بود. همچنین، میزان انحراف معیار گرد و غبار کلی در حالت تخریب نسوز، ۱۱۰/۹۰۴۱ محاسبه گردید.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-17]
[DOR: 20.1001.1.17352363.1397.14.2.9.1]
[DOI: 10.22122/jhsr.v14i2.3142]

جدول ۱. میزان گرد و غبارهای کلی در هوای محیط کار در هنگام تخریب مواد نسوز

شماره نمونه	مدت نمونه‌برداری (دقیقه)	حجم هوای نمونه‌برداری شده (لیتر)	وزن اولیه فیلتر (میلی‌گرم)	وزن ثانویه فیلتر (میلی‌گرم)	میزان گرد و غبار کلی (میلی‌گرم بر مترمکعب)	حدود مجاز مواجهه شغلی ایران (میلی‌گرم بر مترمکعب)
۱	۲۰	۴۰	۰/۰۱۴۳	۰/۰۲۸۵	۳۵۵/۰	۱۰
۲	۲۰	۴۰	۰/۰۱۴۸	۰/۰۱۹۳	۱۱۲/۵	۱۰
۳	۲۸	۵۶	۰/۰۱۳۵	۰/۰۱۸۶	۹۱/۱	۱۰
۴	۲۸	۵۶	۰/۰۱۴۰	۰/۰۱۵۸	۳۲/۱	۱۰
۵	۳۱	۶۲	۰/۰۱۶۸	۰/۰۲۷۸	۱۷۷/۴	۱۰

غلظت گرد و غبار قابل تنفس هوای محیط کار هنگام تخریب مواد نسوز در داخل کوره احیایی میدرکس در جدول ۲ آمده است. بر این اساس، میزان گرد و غبار قابل تنفس در حالت تخریب نسوز در تمام نمونه‌ها بالاتر از حد مجاز مواجهه شغلی بود؛ به گونه‌ای که این میزان در آلوده‌ترین نمونه تا ۱۵/۹ برابر حد مجاز مواجهه شغلی بالا می‌باشد و در نمونه با کمترین میزان گرد و غبار قابل تنفس، این میزان ۴/۲ برابر حد مجاز مواجهه شغلی مشاهده گردید. لازم به ذکر است که میزان انحراف معیار گرد و غبار کلی در حالت نصب نسوز، ۱۲/۷۳۱۶ به دست آمد.

غلظت گرد و غبار قابل سیلیس بلورین در هوای کلی محیط کار هنگام تخریب مواد نسوز در داخل کوره احیایی میدرکس در جدول ۳ ارایه شده است که با توجه به یافته‌های ذکر شده در جدول، مشاهده می‌شود که میزان گرد و غبار سیلیس بلورین در هوای کلی محیط کار در حالت تخریب نسوز در همه نمونه‌ها، بالاتر از حد مجاز مواجهه شغلی بود؛ به نحوی که این میزان در آلوده‌ترین نمونه، تا ۱۲/۷ برابر حد مجاز مواجهه شغلی رسید و در نمونه با کمترین میزان گرد و غبار سیلیس هوای کلی محیط کار، این میزان ۶/۵ برابر حد مجاز مواجهه شغلی تعیین گردید. میزان انحراف معیار سیلیس بلورین هوای کلی محیط کار در حالت تخریب نسوز، ۰/۰۵۶۴ محاسبه شد.

غلظت گرد و غبار قابل سیلیس بلورین در هوای قابل استنشاق محیط کار هنگام تخریب مواد نسوز در داخل کوره احیایی میدرکس در جدول ۴ آمده است. بر این اساس، میزان گرد و غبار سیلیس بلورین در هوای قابل تنفس محیط کار در حالت تخریب نسوز در همه نمونه‌ها بالاتر از حد مجاز مواجهه شغلی گزارش شد؛ به طوری که این میزان در آلوده‌ترین نمونه تا ۸ برابر حد مجاز مواجهه شغلی بالا بود و در نمونه با کمترین میزان گرد و غبار سیلیس هوای قابل تنفس محیط کار، این میزان ۲/۲ برابر حد مجاز مواجهه شغلی مشاهده گردید. میزان انحراف معیار سیلیس بلورین هوای کلی محیط کار در حالت تخریب نسوز، ۰/۰۵۰۷ به دست آمد.

بحث

در مطالعه حاضر میزان گرد و غبار کلی، قابل تنفس و سیلیس بلورین در هنگام تخریب فرآورده‌های نسوز مورد بررسی قرار گرفت. میزان گرد و غبار کلی و قابل تنفس در کوره‌ها هنگام تخریب مواد نسوز، بالاتر از حد مجاز استاندارد شغلی ایران بود. بر اساس آنالیز دستگاهی اسپکتروفتومتری، میزان گرد و غبار سیلیس بلورین نیز در هوای کلی و قابل تنفس در کوره‌ها هنگام تخریب مواد نسوز بالاتر از حد مجاز استاندارد شغلی ایران مشاهده گردید.

جدول ۲. میزان گرد و غبارهای قابل تنفس در هوای محیط کار در هنگام تخریب مواد نسوز

شماره نمونه	مدت نمونه‌برداری (دقیقه)	حجم هوای نمونه‌برداری شده (لیتر)	وزن اولیه فیلتر (میلی‌گرم)	وزن ثانویه فیلتر (میلی‌گرم)	میزان گرد و غبار کلی (میلی‌گرم بر مترمکعب)	حدود مجاز مواجهه شغلی ایران (میلی‌گرم بر مترمکعب)
۱	۶۴	۱۴۰/۸	۰/۰۱۵۳	۰/۰۱۷۱	۱۲/۸	۱۰
۲	۷۸	۱۷۱/۶	۰/۰۱۴۶	۰/۰۱۷۳	۱۵/۷	۱۰
۳	۷۸	۱۷۱/۶	۰/۰۱۶۰	۰/۰۲۴۲	۴۷/۸	۱۰
۴	۶۶	۱۴۵/۲	۰/۰۱۶۴	۰/۰۲۱۳	۳۳/۷	۱۰
۵	۷۰	۱۵۴/۰	۰/۰۱۵۲	۰/۰۱۹۸	۲۹/۹	۱۰

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-17]
[DOR: 20.1001.1.17352363.1397.14.2.9.1]
[DOI: 10.22122/jhsr.v14i2.3142]

جدول ۳. میزان گرد و غبار سیلیس بلورین (کوارتز) در هوای کلی محیط کار هنگام تخریب مواد نسوز

شماره نمونه	مدت نمونه‌برداری (دقیقه)	حجم هوای نمونه‌برداری شده استاندارد (لیتر)	میزان جذب	میزان غلظت	میزان گرد و غبار سیلیس بلورین هوای کلی (میلی‌گرم بر مترمکعب)	حدود مجاز مواجهه شغلی ایران (میلی‌گرم بر مترمکعب)
۱	۲۸	۵۶	۰/۰۱۲	۰/۴۵۰	۰/۱۶۸۵	۰/۰۲۵
۲	۲۸	۵۶	۰/۰۳۳	۰/۸۵۰	۰/۳۱۸۲	۰/۰۲۵
۳	۴۰	۸۰	۰/۰۳۷	۰/۹۲۵	۰/۲۴۲۴	۰/۰۲۵
۴	۴۰	۸۰	۰/۰۲۲	۰/۶۲۵	۰/۱۶۳۸	۰/۰۲۵
۵	۲۸	۵۶	۰/۰۲۱	۰/۶۰۰	۰/۲۲۴۶	۰/۰۲۵

نتایج مطالعه Gantner بر روی خطرات تنفسی ناشی از فیبر سرامیکی نسوز در کوره‌های صنعتی با دمای بالا نشان داد که میزان مواجهه با کریستوبالیت در میان پنج نمونه مورد آزمایش گرد و غبار قابل تنفس، در چهار نمونه بالاتر از حدود مجاز مواجهه شغلی بود. همچنین، میزان مواجهه با کریستوبالیت در تمام پنج نمونه مورد آزمایش گرد و غبار کلی، بالاتر از حدود مجاز مواجهه شغلی گزارش گردید (۱۸). Dong و همکاران به بررسی گروهی گذشته‌نگر سرطان ریه در میان کارگران سیلیس و آجر خاک رس در ۱۱ کارخانه مواد نسوز چین در مواجهه با گرد و غبار سیلیس پرداختند و عنوان کردند که افزایش قابل توجهی در همه مرگ و میرها، سرطان‌ها، بیماری‌های قلبی- تنفسی، بیماری‌های قلبی- ریوی و سل ریوی مشاهده شد (۱۹).

نتایج پژوهش Brown و Harrison که بر روی سیلیس بلورین فیبرهای معدنی گرم شده ساخت انسان انجام شد، نشان داد که مواجهه این فیبرها با دمای بالا در طولانی مدت، باعث می‌شود که فیبرها با شکل کریستوبالیت و دیگر اشکال سیلیس بلورین، بلوری گردد که به دلیل سرطان‌زا بودن سیلیس، نگرانی بالقوه‌ای است (۶).

از جمله نقاط قوت بررسی حاضر این بود که میزان سیلیس بلورین فرآورده‌های نسوز در هنگام تخریب نسوز به تفکیک لایه‌های مختلف با جنس‌های گوناگون مورد بررسی قرار گرفت و مشاهده شد که سیلیس بلورین هوای کلی و قابل تنفس در تمام پنج نمونه، بالاتر از حدود مجاز مواجهه شغلی می‌باشد. از محدودیت‌های مطالعه حاضر می‌توان به عدم امکان دسترسی به روش دقیق پراش اشعه ایکس در تجزیه سیلیس نمونه‌های هوا در ایران اشاره نمود که به همین دلیل، از روش اسپکتروفتومتری استفاده گردید.

جهت تحقیقات مشابه می‌توان به مواردی همچون ارایه راهکارهای کنترل مؤثر برای کاهش مواجهه با گرد و غبار کلی و قابل تنفس در هنگام نسوزکاری، بررسی تأثیر شاخص عمر مفید نسوز بر میزان تغییرات شکل سیلیس و امکان‌سنجی طراحی دستگاه تهویه همراه برای شاغلین نسوزکار اشاره کرد.

نتیجه‌گیری

میانگین غلظت گرد و غبار کلی، قابل تنفس و سیلیس بلورین ناشی از تخریب نسوز در کوره‌های ذوب فلز، بالاتر از حد مجاز استاندارد شغلی ایران می‌باشد.

تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر برگرفته از طرح تحقیقاتی با شماره ۳۹۴۱۰۳۹، مصوب دانشگاه علوم پزشکی اصفهان می‌باشد.

جدول ۴. میزان گرد و غبار سیلیس بلورین (کواتز) در هوای قابل تنفس محیط کار هنگام تخریب مواد نسوز

شماره نمونه	مدت نمونه‌برداری (دقیقه)	حجم هوای نمونه‌برداری شده استاندارد (لیتر)	میزان جذب	میزان غلظت	میزان گرد و غبار سیلیس بلورین هوای کلی (میلی‌گرم بر مترمکعب)	حدود مجاز مواجهه شغلی ایران (میلی‌گرم بر مترمکعب)
۱	۶۴	۱۴۰/۸	۰/۰۶۹	۱/۳۳۰	۰/۱۹۸۰	۰/۰۲۵
۲	۷۸	۱۷۱/۶	۰/۰۳۸	۰/۶۰۰	۰/۰۷۳۳	۰/۰۲۵
۳	۷۸	۱۷۱/۶	۰/۰۳۹	۰/۶۲۰	۰/۰۷۵۷	۰/۰۲۵
۴	۶۶	۱۴۵/۲	۰/۰۴۳	۰/۷۰۰	۰/۱۰۱۱	۰/۰۲۵
۵	۷۰	۱۵۴/۰	۰/۰۳۰	۰/۴۱۰	۰/۰۵۵۸	۰/۰۲۵

References

1. Zaroushani V, Safari Varriani A, Ayati S, Nikpey A. Risk assessment in a foundry unit by energy trace and barrier analysis method (ETBA). Iran Occup Health 2010; 6(4): 7-14. [In Persian].

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-17]
[DOR: 20.1001.1.17352363.1397.14.2.9.1]
[DOI: 10.22122/jhsr.v14i2.3142]

2. Students site. Furnace [Online]. [cited 2012]; Available from: URL: http://www.daneshju.ir/forum/sitemap/t-155961.html
3. Khadoumi MR, Boumi M. Refractories material [Online]. [cited 2015]; Available from: URL: http://magsci.ir/179
4. Group IRBM. Azarakhsh [Online]. [cited 2018]; Available from: URL: https://azarakhsh.ir
5. Steenland K, Mannetje A, Boffetta P, Stayner L, Attfield M, Chen J, et al. Pooled exposure-response analyses and risk assessment for lung cancer in 10 cohorts of silica-exposed workers: An IARC multicentre study. Cancer Causes Control 2001; 12(9): 773-84.
6. Brown TP, Harrison PT. Crystalline silica in heated man-made vitreous fibres: A review. Regul Toxicol Pharmacol 2014; 68(1): 152-9.
7. Flynn MR, Susi P. Engineering controls for selected silica and dust exposures in the construction industry-a review. Appl Occup Environ Hyg 2003; 18(4): 268-77.
8. Ramirez A V. Silicosis. An Fac Med 2013; 74(1): 49-56.
9. Collins JF, Salmon AG, Brown JP, Marty MA, Alexeeff GV. Development of a chronic inhalation reference level for respirable crystalline silica. Regul Toxicol Pharmacol 2005; 43(3): 292-300.
10. Krasovitskii YV, Arkhangel'skaya EV. Medico-ecological monitoring and toxicology of dust in the production of refractories. Refractories & Industrial Ceramics 2013; 54(3): 254-7.
11. Leung CC, Yu IT, Chen W. Silicosis. Lancet 2012; 379(9830): 2008-18.
12. Maxim DL, Venturin D, Allshouse JN. Respirable crystalline silica exposure associated with the installation and removal of RCF and conventional silica-containing refractories in industrial furnaces. Regul Toxicol Pharmacol 1999; 29(1): 44-63.
13. Utell MJ, Maxim LD. Refractory ceramic fiber (RCF) toxicity and epidemiology: A review. Inhal Toxicol 2010; 22(6): 500-21.
14. NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM). Particulates not otherwise regulated, total 0500 [Online]. [cited 1994]; Available from: URL: https://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/0500.pdf
15. NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM). Particulates not otherwise regulated, respirable 0600 [Online]. [cited 1998]; Available from: URL: https://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/0600.pdf
16. NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM). Silica, crystalline, by VIS 7601 [Online]. [cited 2003]; Available from: URL: https://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/7601.pdf
17. Science Education Occupational Health Board. Occupational exposure limits. Tehran, Iran: Student Publications; 2016. [In Persian].
18. Gantner BA. Respiratory hazard from removal of ceramic fiber insulation from high temperature industrial furnaces. Am Ind Hyg Assoc J 1986; 47(9): 530-4.
19. Dong D, Xu G, Sun Y, Hu P. Lung cancer among workers exposed to silica dust in Chinese refractory plants. Scand J Work Environ Health 1995; 21(Suppl 2): 69-72.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.17352363.1397.14.2.9.1]

[DOI: 10.22122/jhsr.v14i2.3142]

DOI: *10.22122/jhsr.v14i2.3142* *Published by Vesnu Publications*

Journal of Health System Research **Vol. 14, No. 2, Summer**

Received: 05.04.2017 Accepted: 25.07.2017 Published: 06.07.2018

Evaluation of Total and Respirable Dust and Crystalline Silica in the Refractory Process of Metal Melting Furnaces

Masoomeh Shafiei-Alavijeh[1], Masoud Rismanchian[2]

Original Article

Abstract

Background: Regarding the possibility of existence of crystalline silica in production process or usage of refractory materials, the workers of this industry are exposed to the risk of silicosis. Silicosis is a type of pneumoconiosis that is a risk factor for lung cancer and also one of the causes of temporary or permanent occupational disabilities. This study aimed to examine the toxicity of refractory materials during destruction in metal melting furnaces.

Methods: The study was done in the refractory process of one of the metal melting industries in refractory destruction job. For the evaluation of total and respirable dust in workplace air, gravimetric method was used according to the National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) 0500 and NIOSH 0600, respectively. For evaluation of crystalline silica in total and respirable dust in workplace air, the samples were analyzed by NIOSH 7601 spectrophotometry.

Findings: Average total dust concentration in the furnaces during the destruction of refractory materials was obtained 153.6 mg/m^3 that was 15.3 times more than the permissible limit of Iran's occupational standards. The average concentration of respirable dust during destruction of refractory materials in furnaces was reported 27.98 mg/m^3 that was 9.3 times more than the permissible limit of Iran's occupational standards. The average concentration of crystalline silica dust in the total air in furnaces during the destruction of refractory materials was obtained 0.2235 mg/m^3 that was 8.9 times more than the permissible limit of Iran's occupational standards. The average concentration of crystalline silica dust in the respirable air in furnaces during destruction of refractory materials was 0.1008 mg/m^3 that was 4 times more than the permissible limit of Iran's occupational standards.

Conclusion: The average concentration of total and respirable dust and also crystalline silica produced during destruction of refractory materials in the furnaces is higher than the permissible level of Iran's occupational standards.

Keywords: Mineral Fibers, Quartz, Dust, Air Pollutants

Citation: Shafiei-Alavijeh M, Rismanchian M. **Evaluation of Total and Respirable Dust and Crystalline Silica in the Refractory Process of Metal Melting Furnaces.** J Health Syst Res 2018; 14(2): 189-94.

1- MSc Student, Student Research Committee AND Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

2- Assistant Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

Corresponding Author: Masoud Rismanchian, Email: rismanchian@hlth.mui.ac.ir

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.17352363.1397.14.2.9.1]

[DOI: 10.22122/jhsr.v14i2.3142]