ارزیابی مواجهه با گرد و غبار قابل استنشاق و درصد سیلیس آزاد در کارگاه‌های ریخته‌گری کوچک (کمتر از ۱۰ نفر کارگر) شهرستان پاکدشت- سال ۱۳۹۰

حسین کاکویی[۱]، مهدی قاسم‌خانی[۱]، علی امیدیانی‌دوست[۲*]، منصور رضازاده‌آذری[۱]، عباس رحیمی[۳]

۱- گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران ۲- واحد بهداشت حرفه‌ای، معاونت بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، مرکز بهداشت و درمان دانشگاه ۳- گروه آمار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

* نویسنده مسؤول: کرمانشاه، خیابان عشایر، مرکز بهداشتی درمانی ولیعصر (عج)، واحد بهداشت حرفه‌ای، کدپستی: ۶۷۱۹۶۴۶۴۳۵ تلفن: ۰۹۱۲۴۷۹۳۲۱۲

پست الکترونیک: aomidian89@gmail.com

دریافت: ۹۱/۳/۲۳ پذیرش: ۹۲/۵/۱۵

چکیده

مقدمه: *کارگران شاغل در صنایع ریخته‌گری به اقتضای شغلشان در معرض خطر ابتلا به بیماری سیلیکوزیس قرار دارند. این بیماری سخت و زیان‌آور در نتیجه استنشاق گرد و غبار حاوی سیلیس آزاد ایجاد می‌گردد. از جمله عوامل مؤثر بر ابتلا به این بیماری، مقدار سیلیس آزاد در گرد و غبار می‌باشد. بر این اساس به منظور تعیین حدود مجاز مواجهه شغلی گرد و غبار قابل استنشاق حاوی سیلیس، تعیین درصد سیلیس آزاد گرد و غبار قابل استنشاق ضروری است. هدف از این مطالعه تعیین میزان غلظت سیلیس آزاد و گرد و غبار قابل استنشاق در پروسه‌های مختلف ریخته‌گری‌های کوچک شهرستان پاکدشت بود.*

روش کار: *در این پژوهش، میزان سیلیس آزاد و گرد و غبار قابل استنشاق هوای داخل کارگاه‌های ریخته‌گری در حین فعالیت اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است که هر کارگر فقط در یک واحد کاری مشخص (قالب‌گیری، ماهیچه‌گیری، سندبلاست و وسط‌کاری) کار می‌کرد. نمونه‌برداری از گرد و غبار قابل استنشاق با استفاده از پمپ نمونه‌بردار و سیکلون انجام گرفت. تعیین مقدار گرد و غبار قابل استنشاق به روش وزن‌سنجی و تعیین مقدار سیلیس آزاد به روش اسپکتوفتومتری رنگ‌سنجی (روش ۷۶۰۱ اداره کل انستیتوی ملی ایمنی و بهداشت حرفه‌ای آمریکا) صورت گرفت.*

یافته‌ها: *نتایج نشان داد که ۵۰٪ از کارگران، بالاتر از حد مجاز NIOSH و ACGIH (۰/۰۲۵ میلی‌گرم بر مترمکعب) در معرض گرد و غبار سیلیس کریستالی قرار داشتند. میانگین مواجهه کارگران در چهار پروسه کاری ریخته‌گری با سیلیس آزاد، ۰/۰٤ میلی‌گرم بر مترمکعب و انحراف معیار ۰/۰۲± میلی‌گرم بر مترمکعب بود. میانگین غلظت گرد و غبار قابل استنشاق در همه پروسه‌ها نسبت به حد قابل قبول مواجهه (PEL) ارایه شده از طرف OSHA بالاتر از حد مجاز بود.*

نتیجه‌گیری: *با توجه به این که ۵۰٪ از کارگران در مواجهه با گرد و غبار سیلیس کریستالی بیشتر از حد مجاز قرار دارند، ضروری است اقدامات لازم برای کنترل گرد و غبار سیلیس از طریق روش‌های مختلف فنی و مدیریتی صورت گیرد.*

گل‌واژگان: *سیلیس کریستالی، ریخته‌گری‌های کوچک، گرد و غبار قابل استنشاق، اسپکتوفتومتر*

مقدمه

سیلیس بیشترین ماده معدنی روی زمین است. این ماده، در شکل کریستالی به شدت فیبروز دهنده و سمی است (۱). مواجهه با کریستال‌های سیلیکا در هر دو شکل قابل استنشاق و غیرقابل استنشاق باعث اثرات سوء بر سلامت می‌شود (۲). سیلیس یک ترکیب معدنی است که از یک اتم سیلیکون و دو اتم اکسیژن (SiO_2) تشکیل شده است. این ماده دارای نقطه ذوب ۱۶۰۰ درجه سانتی‌گراد می باشد و جامدی بی‌رنگ، بی‌بو، و غیرقابل احتراق است (۳). سیلیس کریستالی در خیلی از صنایع تولید سیمان، شیشه، محصولات بتنی، سرامیک، خاک رس، (خاک آجر و سفال)، ریخته‌گری، سندبلاست، ساینده‌ها، ظروف

[Downloaded from hakim.tums.ac.ir on 2026-11-25]

سفالی، چینی و خیلی از فعالیت‌های ساختمانی وجود دارد (۱ و ۴). گرد و غبار سیلیس یک خطر استنشاقی محسوب می‌شود. سیلیکوزیس مهم‌ترین بیماری ریوی ناشی از کار در نتیجه استنشاق مستمر گرد و غبار حاوی سیلیس کریستالی است که در آن بافت ریه صدمه می‌بیند و توانایی اکسیژن‌گیری فرد کاهش می‌یابد (۵). سیلیس کریستالی آزاد (SiO2) معمولاً به سه شکل عمده کوارتز، تری‌دیمیت و کریستوبالیت دیده می‌شود. گزارش‌ها درباره مواجهه با سیلیس آزاد در صنایع ریخته‌گری حاکی از بروز مشکل مواجهه با کوارتز است. در مطالعه‌ای که توسط یاسین[1] و همکاران در آمریکا در صنایع با ریسک بالا در یک دوره زمانی از سال ۱۹۸۸ تا ۲۰۰۳ انجام گرفت، کمترین میزان مواجهه با سیلیس ۰/۰۱۷ میلی‌گرم بر مترمکعب و بیشترین مقدار ۰/۱۶۶ میلی‌گرم بر مترمکعب گزارش شد که البته مرتباً در طول سال‌های مورد بررسی سیر نزولی داشته است (۳). مطالعه دیگری توسط روزنمن[2] و همکاران جهت بررسی سیلیکوزیس در بین کارگران ریخته‌گری قطعات خودرو در میدوسترن انجام شد؛ نواحی کار در کارگاه ریخته‌گری شامل چهار بخش: اتاق تمیزکاری، اتاق ماهیچه‌گیری، اتاق قالب‌گیری و ماهیچه‌گیری نهایی بود که ۲/۷ تا ۰/۳ درصد از کارگران در محدوده استاندارد پیشنهادی OSHA[3] و ۹/۹ -۴/۹ درصد از کارگران بالاتر از استاندارد OSHA مواجهه داشتند (۲). مطالعه‌ای که توسط وانکو[4] و همکاران به منظور مواجهه با گرد و غبار سیلیس کریستالی انجام شد نشان داد که غلظت سیلیس کریستالی در واحد ماهیچه‌گیری ۰/۰۲۳ میلی‌گرم بر مترمکعب بود که کمتر از حد مجاز و در دیگر واحدها (قالب‌گیری، تمیزکاری، ذوب) بیشتر از حد مجاز NIOSH[5] و ACGIH[6] بود (۶). در سال ۱۳۷۳ مطالعه‌ای پژوهشی توسط ملاحسینی و همکاران در کارگاه‌های ریخته‌گری انجام شد و نتایج حاصله نشان داد که بجز بخش شات بلاستینگ، میزان کوارتز در سایر بخش‌ها از حد مجاز ACGIH بالاتر بود (۷). مهم‌ترین نوع رایج ذرات سیلیس در فرآیندهای ریخته‌گری به شکل کوارتز است. در سال ۱۹۹۷ میلادی آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان، سیلیس آزاد را جزو مواد سرطان‌زای گروه یک طبقه‌بندی کرد (۴). برای تعیین سیلیس آزاد، سه روش رایج شیمیایی کالریمتری، اسپکتوفتومتری و پراکنش اشعه ایکس وجود دارد که در این پژوهش از روش اسپکتوفتومتری استفاده شد (۸ و ۹). با توجه به بهبود شرایط کاری و کنترل گرد و غبار در کشورهای توسعه یافته، میزان بروز سیلیکوزیس در این کشورها در حال کاهش است (۱۰). اما در کشورهای در حال توسعه، تماس با گرد و غبار در حال حاضر یک معضل مهم بهداشتی است (۱۱). لذا آگاهی از غلظت گرد و غبار در هوای محیط کار به ویژه میزان سیلیس آزاد موجود در آن و تلاش در جهت به حداقل رسانیدن اثرات سوء گرد و غبار دارای اهمیت ویژه‌ای است. بر این اساس این پژوهش برای اولین بار در ایران در صنایع ریخته‌گری کوچک (کمتر از ۱۰ نفر کارگر) با هدف اندازه‌گیری غلظت گرد و غبار قابل استنشاق و میزان سیلیس آزاد آن به عنوان صنایع فراموش شده در سال ۱۳۹۰ انجام شد.

روش کار

هدف این مطالعه مقایسه میزان آلودگی به سیلیس آزاد و گردوغبار قابل استنشاق در کارکنان ریخته‌گری‌های زیر ده نفر کارگر در شهرستان پاکدشت بود. ریخته‌گری‌های کمتر از ده نفر شاغل، شامل ریخته‌گری‌های هستند که به روش سنتی و با کوره‌های دوار کار می‌کنند و حجم فعالیت آن‌ها نسبت به ریخته‌گری‌های بزرگ‌تر کمتر است. در ریخته‌گری‌های بزرگ به دلیل حجم بیشتر تولید قطعات، میزان انتشار گرد و غبار سیلیس هم بیشتر است؛ اما در کارگاه‌های کوچک‌تر ریخته‌گری، حجم سفارش و تولید قطعات کمتر است. با توجه به این که پژوهش‌های پیشین در ریخته‌گری‌های بزرگ‌تر و با تعداد شاغلین بیشتر انجام گرفته بود و با توجه به این که تعداد بسیار زیادی از شاغلین در کارگاه‌های کوچک فعالیت می‌کنند، برای این که سیمای روشن‌تری از بار آلایندگی در این کارگاه‌ها داشته باشیم، وضعیت آلایندگی گرد و غبار سیلیس آزاد و قابل استنشاق در محیط کار این گونه کارگران بررسی شد. در این بررسی، بر اساس آمار کارگاه‌های شناسایی شده و تحت پوشش اخذ شده از مرکز بهداشت شهرستان پاکدشت، اقدام به شناسایی کارگاه‌های مذکور نمودیم که جمعاً ۸۲ کارگاه با چهار پروسه مختلف شناسایی شدند. ۴۱۷ نفر در این کارگاه‌ها مشغول به کار بودند. با توجه به این که دامنه تغییرات سیلیس در کارگاه‌های ریخته‌گری می‌تواند بین ۰/۱ تا۰/۴ میلی‌گرم بر مترمکعب باشد، انحراف معیار سیلیس ۰/۰۶ میلی‌گرم بر مترمکعب در نظر گرفته شد و تعداد نمونه طوری تعیین گردید که اگر اختلاف میانگین سیلیس در مقایسه دو مکان مختلف در ریخته‌گری‌ها، ۰/۰۶ میلی‌گرم بر مترمکعب و یا بیشتر باشد از نظر آماری در سطح

[1] Yassin
[2] Rosenman
[3] Occupational Safety and Health Administration
[4] Wankoo
[5] National Institute for Occupational Safety and Health
[6] American Conference of Governmental Industrial Hygienists

[Downloaded from hakim.tums.ac.ir on 2026-11-25]

اطمینان ۹۵٪ و توان آزمون ۸۰٪ معنادار شود. از بین کارگاه‌های شناسایی شده، با توجه به وزن شناسایی شده هر پروسه کاری (چدن، برنج، آلومینیم، مشترک‌کاران)، واحدهای کاری و شاغلین در هر واحد به صورت تصادفی انتخاب شدند. در مجموع ۸۰ نمونه جمع‌آوری شد (جدول ۱).

جدول ۱- آمار کارگاه‌های ریخته‌گری کمتر از ۱۰ نفر شاغل شناسایی شده در شهرک صنعتی عباس‌آباد پاکدشت

نوع ریخته‌گری	تعداد نمونه فردی مورد نیاز	۱۰-۱ نفر		درصد شاغلین
		کارگاه	شاغل	
چدن	۴۸	۵۰	۲۵۰	٪۶۰
مشترک	۱۴	۱۳	۷۱	٪۱۷
آلومینیم	۴	۵	۲۲	٪ ۵
برنج	۱۴	۱۴	۷۴	٪ ۱۸
جمع	۸۰	۸۲	۴۱۷	٪۱۰۰

لازم به ذکر است که هر کارگر فقط در یک واحد کاری مشخص (قالب‌گیری، ماهیچه‌گیری، سندبلاست و وسط‌کاری) کار می‌کرد که در طول شیفت کاری هم هیچ تغییری در نوع وظیفه او ایجاد نمی‌شد. با توجه به وجود چهار واحد کاری اصلی در کارگاه‌های ریخته‌گری در هر واحد ۱۶ نمونه و مجموعاً ۶۴=۴×۱۶ نمونه جمع‌آوری شد. جهت دستیابی به نتایج مطلوب‌تر و دقیق‌تر و نیز تحت پوشش قرار دادن محیط‌های کارگاهی بیشتر، به تعداد فوق ۱۶ نمونه اضافه گردید و جمعاً ۸۰ نمونه فردی انتخاب شد. با توجه به آمار کارگران موجود در ریخته‌گری‌های شناسایی شده در منطقه که شامل پروسه‌های چدن، آلومینیم، برنج و ریخته‌گری‌های مشترک‌کار (تولید بر حسب سفارش بازار) بودند، این ۸۰ مورد بین چهار نوع ریخته‌گری تقسیم گردید. در تعریف دقیق‌تر پروسه‌های ریخته‌گری لازم به ذکر است که در ریخته‌گری چدن فقط قطعات چدنی تولید می‌شود و در ریخته‌گری برنج قطعات برنجی و در ریخته‌گری آلومینیم قطعات الومینیومی و در پروسه مشترک‌کاران با توجه به سفارشی که از مشتری جهت قطعات مورد نیازشان می‌گیرند به صورت همزمان قطعات چدنی، برنجی و آلومینیمی را در یک کارگاه تولید می‌کنند. میزان ماسه و نوع ماسه مصرفی در هر پروسه کاری متفاوت است. این موضوع باعث می‌شود که پروسه‌های مختلف ریخته‌گری از نظر آلایندگی محیط کار متفاوت باشند. نمونه‌برداری و تعیین سیلیس آزاد در گرد و غبار قابل استنشاق بر اساس روش شماره ۷۶۰۱ سازمان NIOSH انجام گرفت (۹). وسایل نمونه‌برداری شامل پمپ نمونه‌برداری SKC LTD مدل TX 44- 224، سیکلون HD و فیلتر MCE با قطر ۳۷ میلی‌متر و پور سایز ۰/۸ میکرون بودند. برای حذف رطوبت، فیلترها حداقل به مدت ۲۴ ساعت قبل و بعد از نمونه‌برداری در داخل دسیکاتور گذاشته شدند. دبی‌پمپ روی ۲/۲ لیتر در دقیقه تنظیم گردید. کارگران روزانه یک شیفت هشت ساعته کار می‌کردند و شرایط کاری آنان در همه روزها یکسان بود. با توجه به این که کارگران این کارگاه‌ها فقط شیفت صبح هشت ساعته بود فعالیت می‌کردند، لذا در طول شیفت کاری و در طی یک شیفت کاری نمونه‌برداری انجام شد و فیلترها به آزمایشگاه دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران منتقل شد. بعد از قرار گرفتن مجدد در داخل دسیکاتور، نمونه‌ها توسط ترازو توزین و غلظت گرد و غبار قابل استنشاق بر حسب میلی‌گرم در مترمکعب بر اساس فرمول زیر محاسبه شدند.

$$C = \frac{(W_2 - W_1) \times 10^3}{\Delta t \times Q}$$

C: غلظت گرد و غبار قابل استنشاق در هوای محیط کار بر حسب میلی‌گرم در مترمکعب؛ W1: وزن فیلتر قبل از نمونه‌برداری بر حسب میلی‌گرم؛ W2: وزن فیلتر بعد از نمونه‌برداری بر حسب میلی‌گرم؛ Δt: مدت زمان نمونه‌برداری بر حسب دقیقه؛ Q: دبی‌پمپ نمونه‌برداری بر حسب لیتر در دقیقه

مطابق با دستورعمل NIOSH، برای تعیین میزان کمی سیلیس آزاد (کوارتز) در نمونه‌های گرد و غبار از روش اسپکتوفتومتری Visible Absorption که برای تجزیه نمونه‌ها دارای صحت قابل قبولی است استفاده گردید. در ابتدا برای سنجش میزان سیلیس آزاد نمونه‌ها، نمونه‌های استاندارد کوارتز تهیه شده و منحنی‌های استاندارد آن‌ها رسم شد. سپس نمونه‌های مجهول در دستگاه اسپکتوفتومتر Visible با طول موج ۴۲۰nm مورد سنجش قرار گرفت و مقدار کوارتز بر حسب میلی‌گرم بر مترمکعب مشخص گردید. در نهایت مقادیر به دست آمده با مقادیر استانداردهای توصیه شده مورد مقایسه قرار گرفت. اطلاعات حاصل از اندازه‌گیری‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS16 و آزمون‌های آماری T-test و آنالیز واریانس یک طرفه و دو طرفه مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. برای مقایسه گرد و غبار قابل استنشاق با حد تماس شغلی از رابطه زیر استفاده گردید:

$$PEL\ (OSHA) = \frac{10}{Sio_{2+2}}$$

PEL[7]= حد مواجهه مجاز با گرد و غبار قابل استنشاق دارای سیلیس که با توجه به میزان سیلیس موجود در نمونه به دست می‌آید؛ SiO_2= مقدار سیلیس موجود در هر نمونه گرد و غبار بر حسب میلی‌گرم بر مترمکعب

[7] Permissible Exposure Limits

[Downloaded from hakim.tums.ac.ir on 2026-11-25]

نتایج

با توجه به وزن شاغلین هر پروسه در بین کارگاه‌های شناسایی شده، تعداد نمونه هر پروسه مشخص شد. به طور مثال، با توجه به این که شاغلین کارگاه‌های چدن ۶۰٪ از کل شاغلین شناسایی شده را شامل می‌شدند، ۶۰٪ از تعداد نمونه‌ها را از این پروسه گرفتیم. برای مقایسه غلظت سیلیس کریستالی و گرد و غبار قابل استنشاق به تفکیک پروسه‌های مختلف ریخته‌گری از آنالیز واریانس یک طرفه استفاده شد. نتایج نشان داد در پروسه برنج، غلظت سیلیس کریستالی با میانگین ۰/۰۵۶ میلی‌گرم بر مترمکعب بالاتر از حد مواجهه شغلی مجاز ایران (OEL، ۰/۰۵ میلی‌گرم بر مترمکعب) و حد مجاز NIOSH و ACGIH (۰/۰۲۵ mg/m^3) و بیشتر از دیگر پروسه‌ها بود؛ و در پروسه چدن، برابر با حد مواجهه شغلی مجاز ایران و بالاتر از حد مجاز NIOSH و ACGIH بود. در پروسه مشترک‌کاران که شامل کارگاه‌هایی بود که همزمان قطعات چدن، آلومینیم و برنج تولید می‌کردند و در واقع تجمیع سه پروسه دیگر ریخته‌گری بود، غلظت سیلیس کمتر از حد مواجهه شغلی مجاز ایران و بالاتر از حد مجاز NIOSH و ACGIH بود. پروسه ریخته‌گری آلومینیم با میانگین غلظت سیلیس کریستالی ۰/۰۱ میلی‌گرم بر مترمکعب کمترین مقدار را دارا بود (جدول ۲).

جهت مقایسه غلظت سیلیس کریستالی و گرد و غبار قابل استنشاق به تفکیک واحدهای مختلف ریخته‌گری از آنالیز واریانس یک طرفه استفاده شد. نتایج نشان داد میانگین غلظت سیلیس کریستالی در همه واحدها (قالب‌گیری، ماهیچه‌گیری، وسط‌کاری، سندبلاستینگ) بیشتر از حد مجاز NIOSH و ACGIH بود و در مقایسه با OEL (حد مواجهه شغلی مجاز) ایران، تنها در واحد ماهیچه‌گیری با غلظت ۰/۰۶ میلی‌گرم بر مترمکعب بیشتر از حد مجاز و در دیگر واحدهای کاری (قالب‌گیری، وسط‌کاری، سندبلاستینگ) کمتر از حد مواجهه مجاز شغلی ایران بود (جدول ۳ و ۴).

جدول ۲- میانگین و انحراف معیار سیلیس کریستالی و گرد و غبار قابل استنشاق به تفکیک پروسه‌های مختلف ریخته‌گری (mg/m^3)

متغیر	نوع ریخته‌گری	تعداد نمونه	میانگین	انحراف معیار	فاصله اطمینان ۹۵٪		حداقل	حداکثر
					حد بالا	حد پایین		
سیلیس آزاد	چدن	۴۶	۰/۰۵	۰/۰۵۹	۰/۰۶	۰/۰۳	/۰۰۱	۰/۳۲
	برنج	۱۲	۰/۰۶	۰/۰۹۸	۰/۱	−۰/۰۱	۰/۰۰۱	۰/۳۶
	آلومینیم	۳	۰/۰۱	۰/۰۰۶	۰/۰۳	−۰/۰۰۶	۰/۰۱	۰/۰۲
	مشترک‌کاران	۱۹	۰/۰۴	۰/۰۴۶	۰/۰۶	۰/۰۱۵	۰/۰۱	۰/۲۰
گرد و غبار قابل استنشاق	چدن	۴۶	۳/۸۰	۱/۸۰	۴/۳۹	۳/۲۰	۰/۷۱	۱۱/۵۰
	برنج	۱۳	۳/۳۰	۱/۶۹	۴/۳۰	۲/۳۰	۰/۹۰	۶/۴۰
	آلومینیم	۳	۴/۳۰	۹/۱۷	۱/۹۰	−۰/۵۵	۲/۹۰	۶/۵۰
	مشترک‌کاران	۱۹	۴/۷۰	۲/۴۸	۵/۹۰	۳/۵۹	۰/۹۰	۱۰/۹۰

جدول ۳- میانگین و انحراف معیار سیلیس کریستالی و گرد و غبار قابل استنشاق به تفکیک واحدهای کاری مختلف در ریخته‌گری‌ها (mg/m^3)

نام متغیر	نوع واحد	تعداد نمونه	میانگین	انحراف معیار	فاصله اطمینان ۹۵٪		حداقل	حداکثر
					حدبالا	حدپایین		
سیلیس آزاد	قالب‌گیری	۲۴	۰/۰۳۷	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۰۱	۰/۱۳
	ماهیچه‌گیری	۲۳	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۰۲	۰/۰۰۱	۰/۳۶
	وسط‌کار	۱۸	۰/۰۳۹	۰/۰۵	۰/۰۷	−۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۳۲
	سندبلاست	۱۵	۰/۰۴۸	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۱۷	۰/۰۱	۰/۲۰
گرد و غبار قابل استنشاق	قالب‌گیری	۲۴	۴/۶۰	۲/۲۰	۵/۵۸	۳/۷۰	۰/۰۹	۱۱/۵۰
	ماهیچه‌گیری	۲۳	۶/۳۰	۵/۱۰	۴/۳۰	۳/۰۱	۱/۰۸	۶/۰۶
	وسط‌کار	۱۹	۹/۳۰	۱/۲۰	۴/۹۰	۲/۸۰	۰/۷۱	۷/۷۰
	سندبلاست	۱۵	۵/۳۰	۲/۲۰	۴/۷۰	۲/۳۰	۱/۴۳	۱۰/۹۳

جدول ۴- مقایسه میانگین تراکم سیلیس آزاد در گرد و غبار قابل استنشاق در پروسه‌ها و واحدهای کاری ریخته‌گری‌ها با مقادیر حد تراکم مجاز داخل کشور و سازمان ACGIH و NIOSH (۱۲ و ۱۳)

نام متغیر	غلظت گرد و غبار قابل استنشاق (mg/m^3)	غلظت سیلیس آزاد (mg/m^3)	(TLV) mg/m^3	C/TLV %	(AOE) mg/m^3	C/OEL %
پروسه‌های ریخته‌گری						
چدن	۳/۸۰	۰/۰۵	۰/۰۲۵	۲	۰/۰۵	۱
برنج	۳/۳۰	۰/۰۶	۰/۰۲۵	۲/۴	۰/۰۵	۱/۲
آلومینیم	۴/۳۰	۰/۰۱	۰/۰۲۵	۰/۴	۰/۰۵	۰/۲
مشترک‌کاران	۴/۷۰	۰/۰۴	۰/۰۲۵	۱/۶	۰/۰۵	۰/۸
واحدهای مختلف کاری						
قالب‌گیری	۴/۶۰	۰/۰۳۷	۰/۰۲۵	۱/۴۸	۰/۰۵	۰/۷۴
ماهیچه‌گیری	۶/۳۰	۰/۰۶	۰/۰۲۵	۲/۴	۰/۰۵	۱/۲
وسط‌کاری	۹/۳۰	۰/۰۳۹	۰/۰۲۵	۱/۵۶	۰/۰۵	۰/۷۸
سندبلاستینگ	۵/۳۰	۰/۰۴۸	۰/۰۲۵	۱/۹۲	۰/۰۵	۰/۹۶

c: میانگین تراکم سیلیس آزاد در گرد و غبار قابل استنشاق بر حسب mg/m^3؛ TLV[8]: حدود مجاز تماس شغلی ACGIH و NIOSH (mg/m^3 سال ۲۰۱۰)؛ OEL[9]: حدود مجاز مواجهه شغلی ایران بر حسب mg/m^3

[8] Threshold limit value
[9] Occupational exposure Limits

[Downloaded from hakim.tums.ac.ir on 2026-11-25]

مقایسه غلظت گرد و غبار سیلیس آزاد نسبت به پروسه‌های مختلف با تفکیک هر واحد نشان داد که در واحد ماهیچه‌گیری، غلظت سیلیس کریستالی در ماهیچه‌گیری برنج نسبت به سایر پروسه‌ها بیشتر است (۰/۰۸۵ میلی‌گرم بر مترمکعب). در ماهیچه‌گیری پروسه‌ها، غلظت سیلیس آزاد نسبت به حد مجاز NIOSH و ACGIH (۰/۰۲۵ میلی‌گرم بر مترمکعب) و حد مواجهه شغلی مجاز ایران (۰/۰۵ میلی‌گرم بر مترمکعب) به استثنای ماهیچه‌گیری آلومینیم بیشتر از حد مجاز بود. در بخش قالب‌گیری، غلظت سیلیس در قالب‌گیری چدن بالاتر از بقیه پروسه‌ها بود. در سندبلاست چدن، میزان غلظت سیلیس کریستالی کمتر از حد مواجهه شغلی مجاز ایران و بیشتر از حد مجاز NIOSH و ACGIH بود. در پروسه آلومینیم، سندبلاست انجام نمی‌شد. در بخش سندبلاست، غلظت سیلیس کریستالی در دو پروسه برنج و مشترک‌کاران بالاتر از حد مواجهه شغلی مجاز ایران، NIOSH و ACGIH بود. در بخش وسط‌کاری به استثنای وسط‌کاری چدن که غلظت سیلیس آزاد در آن (۰/۰۵۱ میلی‌گرم بر مترمکعب) بیشتر از حد مواجهه شغلی مجاز ایران بود، در دیگر پروسه‌ها میزان مواجهه کمتر از OEL ایران، NIOSH و ACGIH بود (جدول۵).

جدول ۵- میانگین و انحراف معیار سیلیس کریستالی (mg/m3) به تفکیک پروسه‌ها و واحدهای کاری

واحد کاری	پروسه‌ها	تعداد نمونه	میانگین	انحراف معیار
قالب‌گیری	چدن	۱۲	۰/۰۵	۰/۰۴۲
	برنج	۴	۰/۰۳	۰/۰۱۶
	آلومینیم	۲	۰/۰۲	۰/۰۰۱
	مشترک‌کار	۶	۰/۰۲۵	۰/۰۱۳
ماهیچه‌گیری	چدن	۱۳	۰/۰۵	۰/۰۵۴
	برنج	۵	۰/۰۸۵	۰/۱۵
	آلومینیم	۰	–	–
	مشترک‌کار	۵	۰/۰۵	۰/۰۴۴
وسط‌کار	چدن	۱۱	۰/۰۵۱	۰/۰۹
	برنج	۲	۰/۰۱۲	۰/۰۰۵
	آلومینیم	۱	۰/۰۰۸	۰
	مشترک‌کار	۴	۰/۰۱	۰/۰۰۳۷
سندبلاست	چدن	۱۰	۰/۰۴	۰/۰۵۹
	برنج	۱	۰/۰۶	۰
	آلومینیم	۰	–	–
	مشترک‌کار	۴	۰/۰۷۲	۰/۰۸۳

بحث

در این مطالعه، پروفایل تماس شغلی کارگران صنایع ریخته‌گری کوچک (کمتر از ۱۰ نفر کارگر) ارائه شد. تفاوتی که این مطالعه با مطالعات قبلی دارد این است که مطالعه حاضر صرفاً روی کارگاه‌های کوچک (کمتر از ده نفر شاغل) ریخته‌گری که حجم تولید کمتری دارند انجام شده است، اما مطالعات دیگر روی کارگاه‌های بزرگ و یا ترکیبی از این دو انجام گرفته است. به علاوه مطالعه حاضر اولین مطالعه‌ای است که پروسه‌های مختلف ریخته‌گری را از نظر نوع محصول تولیدی (چدنی، برنج، آلومینیم، و یا هر سه نوع محصول یاد شده) از نظر میزان غلظت سیلیس کریستالی و گرد و غبار با هم مقایسه می‌کند. برای این منظور، تعداد ۲۹ کارگاه مختلف ریخته‌گری کوچک انتخاب شد که شامل ۱۶کارگاه چدن، ۸ کارگاه برنج، ۱ کارگاه آلومینیم و۴ کارگاه مشترک‌کار (ترکیبی از سه پروسه قبلی) بودند. از میان کارگاه‌های فوق، تعداد ۸۰ نمونه از منطقه تنفسی کارگران جمع‌آوری شد. برای آنالیز نمونه‌ها از متد NIOSH ۷۶۰۱ استفاده شد. ۵۰٪ از کارگران در معرض گرد و غبار سیلیس کریستالی بالاتر از حد مجاز NIOSH و ACGIH (۰/۰۲۵ میلی‌گرم بر مترمکعب) بودند؛ هر چند در مقایسه با استاندارد ایران (۰/۰۵ میلی‌گرم بر مترمکعب)، ۲۷٪ از کارگران در معرض گرد و غبار سیلیس کریستالی بیشتر از حد مجاز قرار داشتند. در بیان تفاوت میزان حد مجاز پذیرفته شده توسط سامانه های فوق‌الذکر با حد مجاز توصیه شده توسط کمیته فنی بهداشت حرفه‌ای ایران لازم به توضیح است که کمیته فنی بهداشت حرفه‌ای ایران، احتمالا حد مجاز توصیه شده خود را با توجه به محدودیت‌های موجود در اجرای مقادیر پایین‌تر حدود مجاز توسط کارگاه‌ها و دیگر شرایط تعریف کرده و پذیرفته است. پیشنهاد می‌گردد مقادیر پذیرفته شده توسط سازمان NIOSH و ACGIH هم توسط کمیته فنی بهداشت حرفه‌ای ایران پذیرفته شوند. با مقایسه میانگین تراکم وزنی سیلیس آزاد در گرد و غبار قابل استنشاق پروسه‌های مختلف ریخته‌گری (چدن، برنج، آلومینیم، مشترک‌کاران) و واحدهای مختلف کاری (قالب‌گیری، ماهیچه‌گیری، وسط‌کاری، سندبلاستینگ) با حدود مجاز مواجهه شغلی، میزان سیلیس آزاد به ترتیب (۲، ۲/۴، ۰/۴، ۱/۶) (۱/۴۸، ۲/۴، ۱/۵۶، ۱/۹۲) برابر حد مجاز مواجهه شغلی سازمان ACGIH و NIOSH بود. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که میزان گرد و غبار در هوای محیط کار ریخته‌گری‌های کوچک و غلظت سیلیس آزاد آن بیشتر از حد مجاز است.

مقایسه غلظت سیلیس کریستالی نسبت به پروسه‌های مختلف ریخته‌گری نشان داد که پروسه برنج با میانگین غلظت سیلیس کریستالی ۰/۰۵۶ میلی‌گرم بر مترمکعب بالاتر از حد مواجهه شغلی مجاز ایران (OEL، ۰/۰۵ میلی‌گرم بر مترمکعب) و حد مجاز NIOSH و ACGIH (۰/۰۲۵ mg/m3) و بیشتر از دیگر پروسه‌ها بود؛ در پروسه چدن برابر با حد مواجهه شغلی مجاز ایران و بالاتر از حد مجاز NIOSH و ACGIH و در پروسه مشترک‌کاران کمتر از حد مواجهه شغلی مجاز ایران و بالاتر از

[Downloaded from hakim.tums.ac.ir on 2026-11-25]

حد مجاز NIOSH و ACGIH بود. پروسه ریخته‌گری آلومینیم با میانگین غلظت سیلیس کریستالی ۰/۰۱ میلی‌گرم بر مترمکعب کمترین مقدار را دارا بود. بر اساس نتایج، حداکثر غلظت سیلیس کریستالی در پروسه‌های مختلف ریخته‌گری بین ۰/۳۶ -۰/۲ میلی‌گرم بر مترمکعب بود. در ریخته‌گری آلومینیم با توجه به پایین بودن درجه حرارت (حدود ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد) بیشتر از ماسه بادی استفاده می‌شود که این نوع ماسه با توجه به نتایج آزمایشگاه X Ray- Diffraction (XRF) به میزان ۶۲٪ سیلیس آزاد دارد که نسبت به ۹۸٪ در ماسه قالب‌گیری و ۹۴٪ در ماسه ماهیچه‌گیری کمتر است. همچنین با توجه به حجم کم قطعات تولیدی در ریخته‌گری آلومینیم، میزان گرد و غبار و میزان سیلیس آزاد در این نوع پروسه کمتر از دیگر پروسه‌ها است. میانگین، حداقل و حداکثر میزان سیلیس کریستالی در پروسه چدن و برنج تقریباً یکسان است و این نشان می‌دهد که شرایط محیط کار این پروسه‌ها از نظر آلایندگی مشابه است. میانگین سیلیس کریستالی در پروسه برنج، چدن و مشترک‌کار در مقایسه با حد مجاز ارایه شده توسط ACGIH و NIOSH (۰/۰۲۵ میلی‌گرم بر مترمکعب) بیشتر از حد مجاز و در پروسه آلومینیم کمتر از حد مجاز بود. در مقایسه با حد مواجهه شغلی مجاز ایران (OEL)، فقط در پروسه برنج میانگین غلظت سیلیس کریستالی بیشتر از حد مجاز بود و در دیگر پروسه‌ها کمتر از حد مجاز بود. با توجه به نتایج، میانگین غلظت گرد و غبار قابل استنشاق در همه پروسه‌ها نسبت به PEL ارایه شده OSHA بالاتر از حد مجاز بود. میزان مواجهه، نسبت به نتایج مطالعه روزنمن که بر اساس آن ۲/۷ تا۰/۳ درصد از کارگران در محدوده استاندارد پیشنهادی OSHA و ۹/۹ -۴/۹ درصد از کارگران بالاتر از استاندارد OSHA مواجهه داشتند بیشتر است. در پروسه برنج، برخی کارگاه‌ها سیستم قدیمی (قالب ماسه‌ای) و برخی دیگر سیستم جدید (ریژه، قالب فلزی) داشتند. در واحد ماهیچه‌گیری سیستم ریژه، با کاربرد بیشتر دستگاه شوتینگ، حجم تولید ماهیچه بیشتر و در نتیجه انتشار سیلیس آزاد بیشتر بود. لازم به ذکر است که برای تهیه ماهیچه، ماسه سیلیسی بدون عمل‌آوری و به صورت خشک بکار می‌رود که این مسأله باعث انتشار میزان سیلیس بیشتری می‌گردد. در پروسه چدن، واحد قالب‌گیری که در آن از ماسه معمولی، پودر گچ و ماسه سیلیسی استفاده می‌شود گستردگی بیشتری دارد که این مسأله باعث انتشار گرد و غبار بیشتری در این پروسه‌ها می‌شود؛ اما به دلیل این که بخشی از گرد و غبار، مربوط به ماسه معمولی و بخشی هم مربوط به پودر گچ است، علی‌رغم انتشار گرد و غبار بیشتر از پروسه برنج، غلظت سیلیس کریستالی در آن کمتر است. به علاوه در این پروسه برای تهیه قالب، ماسه سیلیسی را با چسب فرآوری می‌کنند که اثر بازدارندگی روی انتشار سیلیس آزاد دارد. درکارگاه‌های آلومینیم هم از ماسه بادی استفاده می‌شود که انتشار گرد و غبار در آن بیشتر و غلظت سیلیس کریستالی به دلیل کم بودن درصد سیلیس در ماسه بادی نسبت به ماسه سیلیسی کمتر از دیگر پروسه‌ها است. میانگین غلظت سیلیس کریستالی در همه واحدها (قالب‌گیری، ماهیچه‌گیری، وسط‌کاری، سندبلاستینگ) بیشتر از حد مجاز NIOSH و ACGIH بود و در مقایسه با OEL (حد مجاز مواجهه شغلی مجاز) ایران تنها در واحد ماهیچه‌گیری با غلظت ۰/۰۶ میلی‌گرم بر مترمکعب بیشتر از حد مجاز و در دیگر واحدهای کاری (قالب‌گیری، وسط‌کاری، سندبلاستینگ) کمتر از حد مواجهه شغلی مجاز ایران بود. مطالعه‌ای که توسط آقای وانکو و همکاران انجام شد نشان داد که غلظت سیلیس کریستالی در واحد ماهیچه‌گیری کمتر از حد مجاز بود که عکس نتیجه به دست آمده در مطالعه حاضر است.این میزان در دیگر واحدها بیشتر از حد مجاز بود که با مطالعه ما همخوانی داشت. همچنین نتایج به دست آمده با مطالعه ملاحسینی و همکاران در این زمینه مطابقت داشت. میزان گرد و غبار قابل استنشاق در همه واحدها بیشتر از PEL توصیه شده توسط OSHA بود. با توجه به این که در واحد ماهیچه‌گیری از ماسه سیلیس خشک بدون عمل‌آوری (نم‌زنی از طریق ترکیب با چسب) استفاده می‌شود، گرد و غبار بیشتری نسبت به دیگر واحدها تولید می‌شود؛ اما در واحد قالب‌گیری، ماسه سیلیسی قبل از استفاده با چسب مخلوط می‌شود و در نتیجه ماسه نم‌دار می‌شود و مانع تولید گرد و غبار بیشتر می‌شود. در واحد وسط‌کاری هم با توجه به این که کارگران کارهای مختلفی را انجام می‌دهند، در اغلب موارد تماس با گرد و غبار زیاد نیست. واحد سندبلاستینگ هم مجهز به سیستم تهویه موضعی می‌باشد. اگرچه میزان غلظت گرد و غبار قابل استنشاق در واحد قالب‌گیری بیشتر از دیگر واحدها و در واحد سندبلاست کمتر از دیگر واحدها است، اختلاف بین آن‌ها خیلی زیاد نیست. با توجه به این که در واحد قالب‌گیری از مواد مختلفی مانند ماسه بادی، ماسه سیلیس و پودر گچ استفاده می‌شود، میزان گرد و غبار بیشتر، اما مقدار سیلیس کریستالی کمتری دارد. مقایسه غلظت گرد و غبار سیلیس آزاد نسبت به پروسه‌های مختلف با تفکیک هر واحد نشان داد که در واحد ماهیچه‌گیری، غلظت سیلیس کریستالی در ماهیچه‌گیری برنج نسبت به همه پروسه‌ها بیشتر بود (۰/۰۸۵ میلی‌گرم بر مترمکعب). در ماهیچه‌گیری همه پروسه‌ها به استثنای ماهیچه‌گیری آلومینیم، غلظت سیلیس آزاد نسبت به حد مجاز

[Downloaded from hakim.tums.ac.ir on 2026-11-25]

NIOSH و ACGIH (۰/۰۲۵ میلی‌گرم بر مترمکعب) و حد مواجهه شغلی مجاز ایران (۰/۰۵ میلی‌گرم بر مترمکعب) بیشتر از حد مجاز بود که ضروری است نسبت به کنترل فنی و نیز استفاده از وسایل حفاظت فردی مناسب در این واحد کاری اقدام گردد. دلیل بالاتر بودن غلظت سیلیس کریستالی در واحد ماهیچه‌گیری پروسه‌ها این است که در این واحد از ماسه سیلیس‌دار به صورت خشک استفاده می‌شود که گرد و غبار بیشتری ایجاد می‌کند. در قالب‌گیری چدن، غلظت سیلیس بالاتر از بقیه پروسه‌ها بود؛ به این دلیل که تهیه قالب، در ریخته‌گری چدن جایگاه ویژه‌ای دارد و حجم زیادی از ماسه سیلیسی برای تولید قالب مصرف می‌گردد و باعث تولید گرد و غبار زیادی می‌شود. اما در پروسه برنج (روش جدید، ریژه) اساساً واحد قالب‌گیری وجود ندارد و در روش سنتی هم بیشتر از ماسه بادی برای تهیه قالب استفاده می‌شود که درصد سیلیس آن کمتر است. در پروسه آلومینیم هم برای قالب‌گیری قطعات کوچک از ماسه بادی استفاده می‌شود و اساساً حجم قطعات تولیدی هم در آن کمتر است. در پروسه مشترک‌کار هم ترکیبی از روش‌های ذکر شده وجود دارد. لازم است در قالب‌گیری چدن مراقبت‌های لازم جهت کاهش مواجهه کارگران صورت گیرد. نسبت به حد مواجهه شغلی مجاز ایران غلظت سیلیس کریستالی در قالب‌گیری چدن برابر با حد مجاز و در دیگر پروسه‌ها کمتر از حد مجاز است، اما نسبت به حد مجاز NIOSH و ACGIH (۰/۰۲۵ میلی‌گرم بر مترمکعب) تنها در پروسه آلومینیم کمتر از حد مجاز است و در دیگر واحدها برابر و یا بیشتر از حد مجاز است. در بخش وسط‌کاری، به استثنای وسط کاری چدن که غلظت سیلیس آزاد در آن (۰/۰۵۱ میلی‌گرم بر مترمکعب) بیشتر از حد مواجهه شغلی مجاز ایران است، در دیگر پروسه‌ها میزان مواجهه کمتر از OEL ایران، NIOSH و ACGIH است. در بخش سندبلاست، غلظت سیلیس کریستالی در دو پروسه برنج و مشترک‌کاران بالاتر از حد مواجهه شغلی مجاز ایران، NIOSH و ACGIH است که با توجه به نصب تهویه موضعی در سندبلاست، ضروری است اقدامات بهداشتی بیشتری در این بخش انجام شود. در سندبلاست چدن، میزان غلظت سیلیس کریستالی کمتر از حد مواجهه شغلی مجاز ایران و بیشتر از حد مجاز NIOSH و ACGIH است. در پروسه آلومینیم هم سندبلاست انجام نمی‌شود. در پروسه برنج خیلی کم از سندبلاست استفاده می‌شد و فقط در یک مورد موضوعیت داشت و به دلیل عدم نصب تهویه موضعی، غلظت سیلیس کریستالی در آن زیاد بود. پروسه آلومینیم هم اصلاً واحد سندبلاست نداشت. واحد سندبلاست بیشتر در پروسه چدن و مشترک‌کاران موضوعیت دارد که در پروسه مشترک‌کاران به دلیل تنوع بیشتر قطعات تولیدی و حجم تولید بیشتر میزان غلظت سیلیس کریستالی در آن بیشتر است. بر این اساس با توجه به بالا بودن میزان سیلیس آزاد در گرد و غبار قابل استنشاق کارگاه‌های ریخته‌گری، تأمین سیستم کنترلی تهویه موضعی و عمومی، اجرای تمهیدات مدیریتی کنترلی از جمله نظافت عمومی، بهسازی محیط کار و آموزش بهداشت کارگران شاغل جهت جلوگیری از مواجهه شاغلین از محدوده تراکم مجاز توصیه می‌گردد.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که در میان پروسه‌های مختلف، ریخته‌گری برنج و آلومینیم به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار انتشار سیلیس کریستالی را داشتند. در همه پروسه‌ها غلظت گرد و غبار قابل استنشاق حاوی سیلیس، بالاتر از PEL توصیه شده توسط سازمان OSHA بود. در مقایسه واحدهای مختلف کاری با هم، غلظت سیلیس کریستالی در واحد ماهیچه‌گیری بیشتر از دیگر واحدهای کاری بود. بیشترین میزان انتشار گرد و غبار قابل استنشاق مربوط به واحد قالب‌گیری وکمترین میزان مربوط به واحد سندبلاست بود. مقایسه غلظت گرد و غبار سیلیس آزاد نسبت به پروسه‌های مختلف با تفکیک هر واحد نشان داد که غلظت سیلیس کریستالی در ماهیچه‌گیری برنج نسبت به ماهیچه‌گیری دیگر پروسه‌ها بیشتر بود. در قالب‌گیری چدن غلظت سیلیس بالاتر از قالب‌گیری دیگر پروسه‌ها بود. در بخش وسط‌کاری تنها در وسط‌کاری چدن غلظت سیلیس آزاد بیشتر از حد مواجهه شغلی مجاز ایران بود. در دیگر پروسه‌ها میزان مواجهه کمتر از OEL ایران، NIOSH و ACGIH بود. در بخش سندبلاستینگ، غلظت سیلیس کریستالی در دو پروسه برنج و مشترک‌کاران بالاتر از حد مواجهه شغلی مجاز ایران و NIOSH و ACGIH بود. در سندبلاست چدن میزان غلظت سیلیس کریستالی کمتر از حد مواجهه مجاز شغلی ایران و بیشتر از حد مجاز NIOSH و ACGIH بود. بر اساس یافته‌های این پژوهش می‌توان نتیجه‌گیری کرد که در کارگاه‌های ریخته‌گری کوچک هم که عموماً کارگاه‌های فراموش شده محسوب می‌شوند معضل آلایندگی سیلیس کریستالی در هوای تنفسی وجود دارد و با مطالعه و درک درست از وضعیت این کارگاه‌ها اولویت‌بندی برای کنترل انتشار سیلیس آزاد بر اساس واحدهای مختلف کاری و نوع پروسه ریخته‌گری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

[Downloaded from hakim.tums.ac.ir on 2026-11-25]

References

1- Banks DE, Parker JE. *Occupational Lung Disease: An International Perspective*. 1st ed. London: Chapman and Hall Medical; 1998.163.

2- Rosenman KD, Reilly MJ, Rice C, Hertzberg V, Tseng CY, Anderson HA. Silicosis among foundry workers: Implication for the need to revise the OSHA standard. Am J Epidemiol 1996; 1;144(9):890-900.

3- Yassin A, Yebesi F, Tingle R. Occupational Exposure to Crystalline Silica Dust in the United States. Published online 2004 December 6. doi: 10.1289/ehp.7384.

4- Steenland K, Mannetje A, Boffetta P, Stayner L, Attfield M, Chen J, et al. International agency for research on cancer. 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.

5- KathleenM. *Health Effects of Occupational Exposure to Respirable Crystalline Silica.* Cincinnati, OH: National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 2002-129.

6- Koo JW, Chung CK, Park CY, Lee SH, Lee KS, Roh YM, et al. The Effect of Silica Dust on Ventilatory Function of Foundry Workers. J Occup Health 2000: 42: 251-257.

7- Rice FL, Park R, Stayner L, Smith R, Gilbert S, Checkoway H. Crystalline silica exposure and lung cancer mortality in diatomaceous earth industry workers: a quantitative risk assessment. Occup Environ Med 2001; 58 (1): 38-41.

8- OSHA sampling and analysis of crystalline silica: X-ray diffraction. XRD; 1997.

9- NIOSH Manual of Analytical Methods: 7601, Silica, Crystalline. VIS; 2003.

10- De Vuyst P, Camus P. The past and the present of pneumoconiosis. Curr Opin Pulm Med 2000; 6(2): 151-6.

11- Golbabaei F, Barghi M. Evaluation of workers exposure to total, respirable and silica dust and the related health symptoms in senjedak stone query. Iran Industrial health J 2004; 42: 29-33.

12- ACGIH American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological indices. Cincinnati: http://www.fohs.org/SusTLV-BEIPrgm.htm,ACGIH, 2010.

13- Technical Committee of occupational health of Iran. Book of occupational exposure limits (OEL); 1996.

[Downloaded from hakim.tums.ac.ir on 2026-11-25]

Assessment of Respirable Dust Exposure and Free Silica Percent in Small Foundries (Less than 10 Workers) in Pakdasht, 2011

Kakui H[1] (PhD), Ghasemkhani M[1] (PhD), Omidiani Dost A[2*] (MD), Rezazade Azari M[1] (PhD), Rahimi A[3] (PhD)

[1] *Department of Occupational Health, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran*
[2] *Occupational Health Unit, Health Center of Kermanshah, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran*
[3] *Department of Biostatistics, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran*

Received: 12 Jun 2012, Accepted: 6 Aug 2013

Abstract

Introduction: Foundry workers are at risk of the silicosis; a disease caused by inhalation of dust containing free silica. The amount of silica in dust is important in developing the disease. In order to determine the occupational exposure limits (OEL), it is important to measure the respirable dusts containing free silica. The aim of this study was to assess the exposure to respirable dust and the percent of free silica in small foundries in Pakdasht.

Methods: In this study, we measured the amount of indoor free silica and respirable dust concentration during the casting activities. The respirable dust was gathered using the sampler pump and the cyclone. We used the gravimetry test to quantify the amount of respirable dust; and the colorimetric spectrophotometer method (Method 7601, National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH)) to measure the concentration of free silica.

Results: According to the NIOSH and ACGIH limits (0.025 mg/m3), fifty percent of workers were exposed to high concentrations of crystalline silica. The mean free silica exposure was 0.04 ± 0.02 mg/m3. According to the PEL presented by the OSHA, the mean respirable dust concentration was high in all four processes in the foundries.

Conclusion: The findings showed that fifty percent of workers were exposed to high amounts of the crystalline silica dust. It is necessary to control silica dust through various technical and management measures.

Key words: Crystalin Silica, small size foundry, respirable dust, Spectrophotometer

Please cite this article as follows:

Kakui H, Ghasemkhani M, Omidiani Dost A, Rezazade Azari M, Rahimi A. Assessment of Respirable Dust Exposure and Free Silica Percent in Small Foundries (Less than 10 Workers) in Pakdasht, 2011. Hakim Research Journal 2013; 16(3): 211- 219.

*Corresponding Author: Ashaier street, Vali Asr Health and Medical Center, Kermanshah, Iran, Postal code: 6719646435, Tel: +98- 831- 8244066, Mobile: +98- 912- 4793212, E-mail: aomidian89@gmail.com

[Downloaded from hakim.tums.ac.ir on 2026-11-25]