

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 کاکوبی^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 عشاپر، مرکز بهداشتی درمانی و لیصر (عج)، واحد بهداشت حرفه‌ای، کدپستی: ۰۹۱۲۴۷۹۶۴۳۵-تلفن: ۰۶۷۱۹۶۴۳۵

پست الکترونیک: aomidian89@gmail.com

دریافت: ۹۱/۳/۲۳ پذیرش: ۹۲/۵/۱۵

چکیده

مقدمه: کارگران شاغل در صنایع ریخته‌گری به افتضای شغالشان 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 خلاصت 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 وسط کاری) کار می‌کرد. نمونه برداری از گرد و غبار قابل استنشاق با استفاده از پمپ نمونه بردار 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 انتستیوی ملی ایمنی و بهداشت حرفه‌ای آمریکا) صورت گرفت.

یافته‌ها: تایج 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، ۰/۰۴ میلی‌گرم بر مترمکعب و انحراف معیار $\pm ۰/۰۲$ میلی‌گرم بر مترمکعب بود. میانگین خلاصت 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.

گل واژگان: سیلیس کریستالی، ریخته‌گری‌های کوچک، گرد و غبار قابل استنشاق، اسپکتوفتومتر

مقدمه

atom اکسیژن (SiO_2) تشکیل شده است. این ماده دارای نقطه ذوب ۱۶۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد 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

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

شیمیایی کالریمتری، اسپکتوفوتومتری و پراکنش اشعه ایکس وجود دارد که در این پژوهش از روش اسپکتوفوتومتری 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 استثناق 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 گرد و غبار قابل استثناق 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 دور 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 آایندگی در این کارگاه‌ها داشته باشیم، وضعیت آایندگی گرد و غبار سیلیس آزاد و قابل استثناق 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 جماعت ۸۲ کارگاه با چهار پرسه 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 تا ۴/۰ 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

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 اکسیژن گیری فرد کاهش می‌یابد (۵). سیلیس کریستالی آزاد (SiO_2) معمولاً به سه شکل عمدۀ کوارتز، تری دیمیت و کریستوبالیت دیده می‌شود. گارش‌ها درباره مواجهه با سیلیس آزاد در صنایع ریخته‌گری حاکی از بروز مشکل مواجهه با کوارتز است. در مطالعه‌ای که توسط یاسین^۱ و همکاران در آمریکا در 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 روزنمی^۲ و همکاران جهت بررسی سیلیکوزیس در بین کارگران ریخته‌گری قطعات خودرو در مید و سترن انجام شد؛ نواحی کار در کارگاه ریخته‌گری شامل چهار بخش: اتاق تمیزکاری، اتاق ماهیچه‌گیری، اتاق قالب‌گیری و ماهیچه‌گیری نهایی بود که ۰/۳ تا ۰/۷ درصد از کارگران در محدوده استاندارد پیشنهادی OSHA^۳ و ۹/۹-۴/۹ درصد از کارگران بالاتر از استاندارد OSHA مواجهه داشتند (۲). مطالعه‌ای که توسط وانکو^۴ 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^۵ و ACGIH^۶ 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 سرطان‌زاگ گروه یک طبقه‌بندی کرد (۴). برای تعیین سیلیس آزاد، سه روش رایج

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

دبی پمپ روی ۲/۲ لیتر در دقیقه تنظیم گردید. کارگران روزانه یک شیفت هشت ساعته کار می کردند و شرایط کاری آنان در همه روزها یکسان بود. با توجه به این که کارگران این کارگاهها فقط شیفت صبح هشت ساعته بود فعالیت می کردند، لذا در طول شیفت کاری و در طی یک شیفت کاری نمونه برداری انجام شد و فیلترها به آزمایشگاه دانشگاه علوم پزشکی تهران منتقل شد. بعد از قرار گرفتن مجدد در داخل دسیکاتور، نمونه ها توسط ترازو توزین و غلظت گرد و غبار قابل استنشاق بر حسب میلی گرم 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 میلی گرم در مترمکعب؛ W1: وزن فیلتر قبل از نمونه برداری بر حسب میلی گرم؛ W2: وزن فیلتر بعد از نمونه برداری بر حسب میلی گرم؛ Δt : مدت زمان نمونه برداری بر حسب دقیقه؛ Q: دبی پمپ نمونه برداری بر حسب لیتر در دقیقه مطابق با دستور عمل NIOSH، برای تعیین میزان کمی سیلیس آزاد (کوارتز) در نمونه های گرد و غبار از روش اسپکتو فوتومتری Visible Absorption که برای تجزیه نمونه ها دارای صحت قابل قبولی است استفاده گردید. در ابتدا برای سنجش میزان سیلیس آزاد نمونه ها، نمونه های استاندارد کوارتز تهیه شده و منحنی های استاندارد آن ها رسم شد. سپس نمونه های مجھول در دستگاه اسپکتو فوتومتر Visible با طول موج ۴۲۰ nm مورد سنجش قرار گرفت و مقدار کوارتز بر حسب میلی گرم بر مترمکعب مشخص گردید. در نهایت مقادیر به دست آمده با مقادیر استانداردهای توصیه شده مورد مقایسه قرار گرفت. اطلاعات حاصل از اندازه گیری ها با استفاده از نرم افزار SPSS16 و آزمون های 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:

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

⁷ PEL = حد مواجهه مجاز با گرد و غبار قابل استنشاق دارای سیلیس که با توجه به میزان سیلیس موجود در نمونه به دست می آید؛ $= SiO_2$ مقدار سیلیس موجود در هر نمونه گرد و غبار بر حسب میلی گرم بر مترمکعب

اطمینان ۹۵٪ و توان آزمون ۸۰٪ معنادار شود. از بین کارگاه های شناسایی شده، با توجه به وزن شناسایی شده هر پروسه کاری (چدن، برنج، الومینیم، مشترک کاران)، واحد های کاری و شاغلین در هر واحد به صورت تصادفی انتخاب شدند. در مجموع ۸۰ نمونه جمع آوری شد (جدول ۱).

جدول ۱- آمار کارگاه های ریخته گری کمتر از ۱۰ نفر شاغل شناسایی شده در شهرک صنعتی عباس آباد پاکدشت

نوع ریخته گری	تعداد نمونه فردی مورد نیاز	درصد شاغلین	۱-۱۰ نفر
چدن	۴۸	۲۵	۵۰
مشترک	۱۴	۷۱	۱۳
الومینیم	۴	۲۲	۵
برنج	۱۴	۷۴	۱۴
جمع	۸۰	۴۱۷	۸۲

لازم به ذکر است که هر کارگر فقط در یک واحد کاری مشخص (قالب گیری، ماهیچه گیری، سندبلاست و وسط کاری) کار می کرد که در طول شیفت کاری هم هیچ تغییری در نوع وظیفه او ایجاد نمی شد. با توجه به وجود چهار واحد کاری اصلی در کارگاه های ریخته گری در هر واحد ۱۶ نمونه و مجموعاً $16 \times 4 = 64$ نمونه جمع آوری شد. جهت دستیابی به نتایج مطلوب تر و دقیق تر و نیز تحت پوشش قراردادن محیط های کارگاهی بیشتر، به تعداد فوق ۱۶ نمونه اضافه گردید و جمماً ۸۰ نمونه فردی انتخاب شد. با توجه به آمار کارگران موجود در ریخته گری های شناسایی شده در منطقه که شامل پروسه های چدن، الومینیم، برنج و ریخته گری های مشترک کار (تولید بر حسب سفارش بازار) بودند، این ۸۰ مورد بین چهار نوع ریخته گری تقسیم گردید. در تعریف دقیق تر پروسه های ریخته گری لازم به ذکر است که در ریخته گری چدن فقط قطعات چدنی تولید می شود و در ریخته گری برنج قطعات برنجی و در ریخته گری الومینیم قطعات الومینیومی و در پروسه مشترک کاران با توجه به سفارشی که از مشتری جهت قطعات مورد نیازشان می گیرند به صورت همزمان قطعات چدنی، برنجی و الومینیمی را در یک کارگاه تولید می کنند. میزان ماسه و نوع ماسه مصرفی در هر پروسه کاری متفاوت است. این موضوع باعث می شود که پروسه های مختلف ریخته گری از نظر آلیندگی محیط کار متفاوت باشند. نمونه برداری و تعیین سیلیس آزاد در گرد و غبار قابل استنشاق بر اساس روش شماره ۷۶۰۱ سازمان NIOSH انجام گرفت (۹). وسایل نمونه برداری شامل پمپ نمونه برداری SKC LTD مدل 44 TX-224، سیکلون HD و فیلتر MCE با قطر ۳۷ میلی متر و پور سایز ۸/۰ میکرون بودند. برای حذف رطوبت، فیلترها حداقل به مدت ۲۴ ساعت قبل و بعد از نمونه برداری در داخل دسیکاتور گذاشته شدند.

⁷ Permissible Exposure Limits
پاییز ۹۲، دوره شانزدهم، شماره سوم

نتایج

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).

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 می‌شوند، 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 پروسه برنج، غلظت سیلیس کریستالی با میانگین ۰/۰۵۵ 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) 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 مشترک کاران که شامل کارگاه‌هایی بود که همزمان قطعات چدن، آلومینیم و برنج تولید می‌کردند و در واقع تجمیع سه پروسه دیگر ریخته‌گری

جدول ۲- میانگین و انحراف معیار سیلیس کریستالی و گرد و غبار قابل استنشاق به تفکیک پروسه‌های مختلف ریخته‌گری (mg/m³)

متغیر	نوع ریخته‌گری	تعداد نمونه	میانگین	انحراف معیار	فاصله اطمینان ۹۵٪	حد بالا	حد پایین	حداقل	حداکثر
سیلیس آزاد	چدن	۴۶	۰/۰۵	۰/۰۵۹	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۲
	برنج	۱۲	۰/۰۶	۰/۰۹۸	۰/۱	۰/۱	۰/۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۲۶
آلومینیم	مشترک کاران	۳	۰/۰۱	۰/۰۰۶	۰/۰۳	۰/۰۰۶	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۱	۰/۰۲۰
گرد و غبار قابل استنشاق	چدن	۴۶	۰/۰۸۰	۰/۰۸۰	۰/۰۷۹	۰/۰۷۹	۰/۰۷۱	۰/۰۷۱	۱۱/۰۵
	برنج	۱۳	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۲۰	۰/۰۹	۶/۴۰
آلومینیم	مشترک کاران	۳	۰/۰۹۰	۰/۰۹۰	۰/۰۹۰	۰/۰۹۰	۰/۰۵۵	۰/۰۹۰	۶/۰۵
		۱۹	۰/۰۷۰	۰/۰۷۰	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸	۰/۰۵۹	۰/۰۹۰	۱۰/۰۹

جدول ۳- میانگین و انحراف معیار سیلیس کریستالی و گرد و غبار قابل استنشاق به تفکیک واحدهای کاری مختلف در ریخته‌گری‌ها (mg/m³)

نام متغیر	نوع واحد	تعداد نمونه	میانگین	انحراف معیار	فاصله اطمینان ۹۵٪	حد بالا	حد پایین	حداقل	حداکثر
سیلیس آزاد	قالب‌گیری	۲۴	۰/۰۳۷	۰/۰۳	۰/۰۳۷	۰/۰۳۷	۰/۰۲	۰/۰۰۱	۰/۱۳
	ماهیچه‌گیری	۲۳	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۰۰۱	۰/۱۶
	وسط‌کار	۱۸	۰/۰۳۹	۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۲۲
گرد و غبار قابل استنشاق	سنبلاست	۱۵	۰/۰۴۸	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۱۷	۰/۰۰۱	۰/۱۰
	قالب‌گیری	۲۴	۰/۰۶۰	۰/۰۵۸	۰/۰۷۰	۰/۰۷۰	۰/۰۹	۰/۰۰۹	۱۱/۰۵
	ماهیچه‌گیری	۲۳	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۱	۰/۰۰۱	۶/۶
	وسط‌کار	۱۹	۰/۰۲۰	۰/۰۲۰	۰/۰۲۰	۰/۰۲۰	۰/۰۱۰	۰/۰۰۱	۷/۰۰
	سنبلاست	۱۵	۰/۰۳۰	۰/۰۲۰	۰/۰۲۰	۰/۰۲۰	۰/۰۱۰	۰/۰۰۱	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	غلظت سیلیس آزاد	نام متغیر	پروسه‌های ریخته‌گری
%	mg/m ³	%	mg/m ³	mg/m ³
۱	۰/۰۵	۲	۰/۰۲۵	۰/۰۵
۱/۲	۰/۰۵	۲/۴	۰/۰۲۵	۰/۰۶
۰/۲	۰/۰۵	۰/۴	۰/۰۲۵	۰/۰۱
۰/۸	۰/۰۵	۱/۶	۰/۰۲۵	۰/۰۴
۰/۷۴	۰/۰۵	۱/۴۸	۰/۰۲۵	۰/۰۳۷
۱/۲	۰/۰۵	۲/۴	۰/۰۲۵	۰/۰۶
۰/۷۸	۰/۰۵	۱/۵۶	۰/۰۲۵	۰/۰۳۹
۰/۹۶	۰/۰۵	۱/۹۲	۰/۰۲۵	۰/۰۴۸

: میانگین تراکم سیلیس آزاد در گرد و غبار قابل استنشاق بر حسب TLV: حدود مجاز تماس شغلی ACGIH و NIOSH mg/m³ سال ۲۰۱۰

: حدود مجاز مواجهه شغلی ایران بر حسب OEL mg/m³

⁸ Threshold limit value

⁹ Occupational exposure Limits

که پروسه‌های مختلف ریخته‌گری را از نظر نوع محصول تولیدی (چدن، 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 ۱۶ کارگاه چدن، ۸ کارگاه برنج، ۱ کارگاه آلومینیم و ۴ کارگاه مشترک کار (ترکیبی از سه پروسه قبلی) بودند. از میان کارگاه‌های فوق، تعداد ۸۰ نمونه از منطقه تنفسی کارگران جمع‌آوری شد. برای آنالیز نمونه‌ها از متدهای NIOSH 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 سامانه‌های فوق الذکر با حد مجاز توصیه شده توسط کمیته فنی بهداشت حرفه‌ای ایران لازم به توضیح است که کمیته فنی بهداشت حرفه‌ای ایران، احتمالاً 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، مشترک کاران) و واحدهای مختلف کاری (قالب‌گیری، ماهیچه‌گیری، وسط کاری، سندبلاستینگ) با حدود مجاز مواجهه شغلی، میزان سیلیس آزاد به ترتیب (۲، ۰/۴، ۰/۱۶، ۰/۴۸، ۰/۴۸، ۰/۵۶، ۰/۹۲) 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 (۰/۰۵ OEL) بود. در پروسه NIOSH و ACGIH (mg/m³) و بیشتر از دیگر پروسه‌ها در پروسه چدن برابر با حد مواجهه شغلی مجاز ایران و سندبلاست مشترک کاران کمتر از حد مواجهه شغلی مجاز ایران و بالاتر از

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 برعنج 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 مشترک کاران بالاتر از حد مواجهه شغلی مجاز ایران، NIOSH و ACGIH بود. در بخش وسط کاری به استثنای وسط کاری 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 (جدول ۵).

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
	مشترک کار	۶	۰/۰۲۵	۰/۰۱۳
	چدن	۱۳	۰/۰۵	۰/۰۵۴
	برنج	۵	۰/۰۸۵	۰/۰۱۵
	آلومینیم	۰	-	-
	مشترک کار	۵	۰/۰۵	۰/۰۴۴
	چدن	۱۱	۰/۰۵۱	۰/۰۰۹
	برنج	۲	۰/۰۱۲	۰/۰۰۵
وسط کار	آلومینیم	۱	۰/۰۰۸	-
	مشترک کار	۴	۰/۰۱	۰/۰۰۳۷
	چدن	۱۰	۰/۰۴	۰/۰۵۹
	برنج	۱	۰/۰۶	-
	آلومینیم	۰	-	-
	مشترک کار	۴	۰/۰۷۲	۰/۰۸۳
	سندبلاست	-	-	-

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

است. به علاوه در این پروسه برای تهیه قالب، ماسه سیلیسی را با چسب فرآوری می‌کنند که اثر بازدارنگی روی انتشار سیلیس آزاد دارد. در کارگاه‌های 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، سنبلاستینگ) 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، سنبلاستینگ) 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 عمل آوری (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 نهادار 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 سنبلاستینگ 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 سنبلاست 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

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، حداقل غلظت سیلیس کریستالی در پروسه‌های مختلف ریخته‌گری بین ۰/۳۶ - ۰/۲۰ 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 حداقلتر 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 مشترک کار در مقایسه با حد مجاز ارایه شده توسط NIOSH و ACGIH (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 روزمن که بر اساس آن ۰/۳۷ تا ۰/۲۷ درصد از کارگران در محدوده استاندارد پیشنهادی OSHA و ۰/۹-۰/۹ 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 عمل آوری و به صورت خشک بکار می‌رود که این مسئله 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 مسئله 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

موضوعیت دارد که در پروسه مشترک کاران 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 تهويه 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.

نتیجه گیری

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 و کمترین 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 وسط کاری تنها در وسط کاری 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 مشترک کاران 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 آایندگی 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.

NIOSH و ACGIH (۰/۰۲۵ میلی گرم بر مترمکعب) و حد مواجهه شغلی مجاز ایران (۰/۰۵ میلی گرم 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 سیلیس دار 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 مشترک کار 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 ACGIH و NIOSH حد مجاز است، اما نسبت به حد مجاز (۰/۰۲۵ میلی گرم 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 وسط کاری، به استثنای وسط کاری چدن که غلظت سیلیس آزاد در آن (۰/۰۵۱ میلی گرم 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 مشترک کاران بالاتر از حد مواجهه شغلی مجاز ایران، NIOSH و ACGIH است که با توجه به نصب تهويه 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 تهويه موضعی، غلظت سیلیس کریستالی در آن زیاد بود. پروسه آلومینیم هم اصلاً واحد سندبلاست نداشت. واحد سندبلاست بیشتر در پروسه چدن و مشترک کاران

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 quarry. *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.

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

Kakui H¹ (PhD), Ghasemkhani M¹ (PhD), Omidiani Dost A^{2*} (MD), Rezazade Azari M¹ (PhD), Rahimi A³ (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: Crystallin 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

پاییز ۹۲، دوره شانزدهم، شماره سوم