

## تعیین میزان مواجهه‌ی شغلی کارگران واحد ماهیچه‌گیری با گرد و غبار سیلیس کریستالی تنفسی

فاطمه زارعی<sup>۱</sup> - منصور رضازاده آذری<sup>۲\*</sup> - سوسن صالح پور<sup>۳</sup> - سهیلا خداکریم<sup>۴</sup> - صبا کلانتری<sup>۵</sup> - الهه توکل<sup>۶</sup>

mrazari@sbm.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۳/۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۲۹

### چکیده

**مقدمه:** مواجهه‌ی شغلی با سیلیس کریستالی سبب افزایش ریسک ابتلا به سرطان ریه و بیماری‌های ریوی تحدیدی همراه با فیبروز وسیع می‌گردد. گردوغبار سیلیس کریستالی یک خطر عمده سلامتی در صنایع ریخته‌گری به‌شمار می‌رود. مطالعه حاضر با هدف تعیین میزان مواجهه‌ی شغلی شاغلین واحد ماهیچه‌گیری با گردوغبار سیلیس کریستالی تنفسی در یک کارخانه ریخته‌گری انجام گرفت.

**روش کار:** این مطالعه مقطعی-تحلیلی در سال ۱۳۹۴ در واحد ماهیچه‌گیری یک کارخانه ریخته‌گری انجام گرفت. مواجهه‌ی شغلی ۵۵ نفر از کارگران واحد ماهیچه‌گیری با گردوغبار سیلیس کریستالی تنفسی به روش بهینه شده ۷۶۰۲ انستیتو ملی ایمنی و بهداشت شغلی آمریکا ارزیابی گردید. ارزیابی خطر افزوده مرگ و میر ناشی از سیلیکوزیس و سرطان ریه با استفاده از مدل ارایه شده در مطالعه Rice و Manette انجام گرفت. داده‌ها توسط نرم افزار SPSS19 آنالیز شد.

**یافته‌ها:** میانگین مواجهه‌ی شغلی با گردوغبار سیلیس کریستالی تنفسی  $0.47 \pm 0.246$  mg/m<sup>3</sup> است. میزان مواجهه‌ی کلیه شاغلین واحد ماهیچه‌گیری بالاتر از حدود مجاز توصیه شده می‌باشد. خطر نسبی مرگ و میر ناشی از سیلیکوزیس بین ۶۳-۶ در هر هزار نفر و خطر افزوده مرگ و میر بر اثر سرطان ریه ۶۵ نفر در هر هزار نفر تخمین زده شد.

**نتیجه‌گیری:** میانگین مواجهه‌ی شاغلین در واحد ماهیچه‌گیری با گردوغبار سیلیس کریستالی تنفسی بالاتر از حدود استاندارد شغلی توصیه شده است. ارزیابی ریسک مرگ و میر ناشی از سیلیکوزیس و ارزیابی خطر افزوده مرگ و میر ناشی از سرطان ریه بالاتر از سطح ریسک قابل قبول است.

### کلمات کلیدی: مواجهه‌ی شغلی، سیلیس کریستالی، ارزیابی ریسک، ریخته‌گری

- ۱- کارشناس ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
- ۲- استاد، مرکز تحقیقات ارتقای ایمنی و پیش‌گیری از مصادومیت‌ها و گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
- ۳- گروه طب کار، بیمارستان مسیح دانشوری، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
- ۴- استادیار، گروه اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
- ۵- کارشناس ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
- ۶- کارشناس ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

## مقدمه

0.25 mg/m<sup>3</sup>، موسسه ملی ایمنی و بهداشت شغلی (OSHA) 0.1 mg/m<sup>3</sup> و انستیتو ملی ایمنی و بهداشت شغلی آمریکا (NIOSH) مقدار 0.5 mg/m<sup>3</sup> را پیشنهاد کردند (۱۰، ۱۱). در حال حاضر حد مجاز مواجهه‌ی شغلی با سیلیس کریستالی تنفسی در ایران 0.25 mg/m<sup>3</sup> اعلام گردیده است (۱۲).

ارزیابی ریسک سلامت یکی از جدیدترین روش‌های سم‌شناسی است که به موجب آن میزان خطر در خصوص جمعیت مواجهه یافته بر اساس اطلاعات علمی در ارتباط با آن ماده تخمین زده می‌شود. این فرایند تلاش علمی در جهت شناسایی و برآورد صحیحی از خطر می‌باشد (۱۳). خطر افزوده مرگ و میر ناشی از سرطان ریه در مواجهه‌ی مادام‌العمر افراد با سیلیس کریستالی و خطر نسبی مرگ و میر ناشی از سیلیکوزیس در ارتباط با مواجهه‌ی جمعی افراد تعیین می‌شود (۱۴، ۱۵). بر اساس نظریه موسسه ملی ایمنی و بهداشت شغلی، میزان خطر قابل قبول در ارتباط با سیلیکوزیس، یک نفر در هر هزار نفر می‌باشد (۱۴) Rice و همکاران مدلی برای ارزیابی خطر سرطان ریه در کارگران مواجهه یافته با سیلیس کریستالی ارائه نموده‌اند. آن‌ها مدل ریسک حاصل از مرگ و میر ناشی از سرطان ریه در مواجهه با میزان استاندارد OSHA برای سیلیس کریستالی را با فرض ۴۵ سال کار مداوم و وقفه زمانی ۱۰ سال پیش بینی کردند (۱۵). امیدیان دوست و همکاران، میزان مرگ و میر ناشی از سیلیکوزیس در ریخته‌گری‌های کوچک را ۱۳/۷-۱ به ازای هر ۱۰۰۰ نفر برآورد نمودند. میزان مرگ و میر ناشی از سرطان ریه نیز ۱۶-۴ نفر به ازای هر ۱۰۰۰ نفر با فرض ۴۵ سال مواجهه گزارش شد. میزان مواجهه با سیلیس کریستالی در ۵۰٪ از

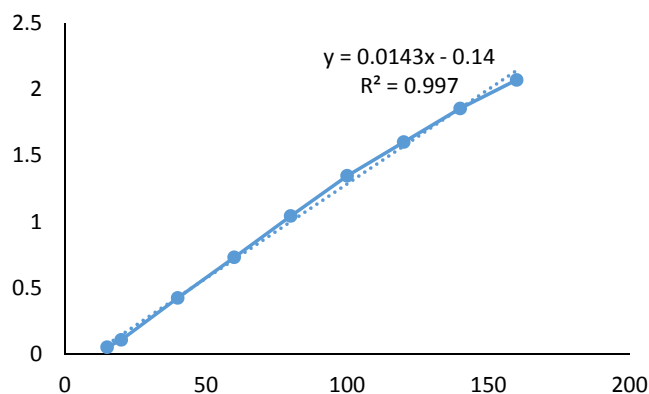
سیلیس کریستالی جزء گردوغبارهایی است که در فرآیندهایی از قبیل برش کاری، سوراخ کاری، خرد کردن و... به وجود می‌آید. طیف وسیعی از نیروی کار در صنایع مختلف با سیلیس کریستالی مواجهه دارند و نگرانی‌هایی در ارتباط با مشکلات سلامتی آن‌ها وجود دارد. مساله گرد و غبار سیلیس کریستالی یک خطر عمده‌ی شغلی در صنایع ریخته‌گری به‌شمار می‌رود. (۱-۳). مهم‌ترین نوع سیلیس کریستالی که در فرآیندهای صنعتی یافت می‌شود و باید برای حفظ سلامت کارگران هدف پایش قرار گیرد نوع آلفا کوارتز است. استنشاق مستمر گردوغبار حاوی سیلیس کریستالی عامل یکی از مهم‌ترین بیماری‌های ریوی ناشی از کار به‌نام سیلیکوزیس می‌باشد (۴). سیلیکوزیس شایع‌ترین پنوموکونیوز حال حاضر جهان بوده که حذف کامل آن تا سال ۲۰۳۰ میلادی جزء اهداف مشترک سازمان بین‌المللی کار و سازمان بهداشت جهانی است (۵). مقدار جمعی سیلیس کریستالی مهم‌ترین عامل در گسترش این بیماری است (۶). آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان (IARC) در سال ۱۹۹۷ سیلیس کریستالی را به عنوان سرطان‌زای انسانی (گروه یک) طبقه‌بندی نموده است که در سال ۲۰۰۹ نیز سرطان‌زایی آن مجدداً تایید شد (۷). شواهد حاکی از این واقعیت است که سیلیس کریستالی عاملی موثر در ایجاد سرطان می‌باشد (۸). از طرفی در مطالعات فراوانی ارتباط بین مواجهه شغلی با سیلیس کریستالی و بیماری‌هایی از قبیل بیماری‌های خود ایمنی و کلیوی به اثبات رسیده است (۹). در سال ۲۰۱۰ انجمن متخصصان دولتی بهداشت صنعتی آمریکا (ACGIH) حد مجاز مواجهه‌ی شغلی با سیلیس کریستالی تنفسی را

شاغلین در کارگاه‌های مورد مطالعه بیش از حدود مجاز مواجهه تعیین شده است (۱۶). در مطالعه آذری و همکاران نیز مرگ و میر ناشی از سیلیکوزیس بین ۴۰-۱ در هر هزار نفر و خطر افزوده مرگ و میر ناشی از سرطان ریه ۴۹-۲۱ در هر ۱۰۰۰ نفر تخمین زده شد (۱۳). آگاهی از شرایط کمی و کیفی گردوغبار سیلیس کریستالی در هوای محیط کار به جهت انجام فرآیندهای کنترلی و تلاش در جهت بهبود شرایط و کاهش اثرات سوء مواجهه‌ی آن دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشد. به دلیل کم توجهی به تعیین میزان مواجهه شغلی کارگران با سیلیس کریستالی و نیز تعیین میزان خطر مرگ و میر ناشی از سرطان ریه و سیلیکوزیس و نیز با توجه به این‌که صنعت ریخته‌گری یکی از مهم‌ترین صنایع در ارتباط با مواجهه با سیلیس کریستالی در ایران می‌باشد، هدف از این مطالعه تعیین میزان مواجهه‌ی شغلی کارگران واحد ماهیچه‌گیری یک کارخانه ریخته‌گری با گردوغبار سیلیس کریستالی تنفسی است.

### روش کار

این مطالعه به صورت مقطعی-تحلیلی در سال ۱۳۹۴ در واحد ماهیچه‌گیری یک کارخانه ریخته‌گری بر روی کل کارگران (۵۵ نفر) انجام گرفت. گروه‌های شغلی در واحد ماهیچه‌گیری به ۴ گروه اپراتور دستگاه، اپراتور رنگ، اپراتور کوره، تمیزکاری وچیدمان تقسیم می‌شود. اطلاعات دموگرافیک افراد توسط پرسش‌نامه جمع‌آوری شد. مواجهه شغلی کارکنان با گردوغبار سیلیس کریستالی تنفسی به روش بهینه شده NIOSH7602 توکل و همکاران (۱۷) ارزیابی گردید. کوارتز خریداری شده از شرکت Merck آلمان

به منظور تهیه منحنی استاندارد در آسیاب ویژه سازمان انرژی اتمی در دامنه اندازه ذرات ۱۰ الی ۵۰ میکرون پودر گردید و پس از غربال‌گری با دانه بندی زیر ۲۰ میکرون تهیه شد. درصد خلوص نمونه توسط دستگاه XRD (مدل PW1800) و XRF (مدل PW1480) ساخت شرکت PHILIPS هلند مورد آنالیز کمی و کیفی قرار گرفت (۱۸). برای ساخت نمونه‌های استاندارد سیلیس، حدود ۴ میلی گرم پودر سیلیس تهیه شده با درصد خلوص بیش‌تر از ۹۹ درصد به ۴ میلی لیتر حلال استون اضافه و توسط هم‌زن مغناطیسی ساخت شرکت Heidolph آلمان عمل هم‌کن سازی انجام گرفت. حجم‌های ۱۵ تا ۱۶۰ میکرولیتر با استفاده از میکروسپلر برداشته و به آرامی بر روی فیلترها ریخته شد. سپس ۲۰۰ میلی گرم پتاسیم بروماید ساخت شرکت Merck آلمان به فیلترها اضافه گردیده و در دمای ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد در کوره ساخت شرکت Lenton انگلستان حدود ۲ ساعت سوزانده شد. نمونه‌ها با استفاده از قالب‌های مخصوص ۱۳ میلی‌متری و دستگاه پرس با فشار ۲۰ مگا پاسکال به صورت قرص تهیه شدند. قرص آماده شده در دامنه ۸۲۵-۷۱۱ نانومتر توسط دستگاه FT-IR مدل WQF-510A ساخت کشور چین اسکن و تعیین مقدارشد و منحنی استاندارد ترسیم گردید (شکل ۱). دقت آنالیز داده‌ها (ضریب تغییرات) جهت اعتبار سنجی داخلی روش مورد استفاده در این مطالعه به صورت درون ریز و برون ریز محاسبه شد. اعتبار بخشی خارجی یافته‌ها (تعیین صحت آنالیز داده‌ها) نیز به صورت درون ریز و برون ریز با استفاده از شاخص بازیافت نمونه تعیین گردید.



شکل ۱. منحنی استاندارد سیلیس کریستالی

میر ناشی از سیلیکوزیس برحسب میزان مواجهه تجمعی (میزان مواجهه × سال های مواجهه) بر اساس جدول ارایه شده توسط Mannetje محاسبه گردید (۱۴) و خطر افزوده مرگ و میر ناشی از سرطان ریه نیز براساس مدل Rice (۱۵) و طبق رابطه (۱) و با فرض ۴۵ سال مواجهه برآورد شد.

$$(۱) \text{ (میانگین هندسی مواجهه) } = ۰/۷۷ + ۳۷۳/۶۹ \text{ خطر افزوده مرگ و میر ناشی از سرطان ریه}$$

### یافته ها

در این مطالعه ۵۵ نفر از کارگران واحد ماهیچه گیری یک کارخانه ریخته گری با میانگین سنی ۳۱/۹۸ و میانگین سابقه کار ۵/۳۲ سال مورد بررسی قرار گرفتند. ۳۲/۷٪ از شاغلین سیگاری بودند. مشخصات دموگرافیک آنان در جدول ۱ ارایه شده است.

ضریب تغییرات روش مورد استفاده به صورت درون ریز و برون ریز به ترتیب برابر ۲/۵۷ و ۳/۶۱ درصد محاسبه شد. صحت آنالیز داده ها نیز در محدوده قابل قبول  $10 \pm 100$  به دست آمد. حد آشکارسازی کمی (LOD) روش مورد استفاده

نمونه برداری از واحد ماهیچه گیری به مدت ۴ ساعت توسط پمپ نمونه برداری فردی کالیبره شده ساخت شرکت SKC آمریکا با دبی  $1/7 \text{ L/m}$  و سیکلون پلاستیکی و با استفاده از فیلترهای میکس سلولز استر (MCE) انجام گرفت. کاست نمونه برداری به همراه فیلتر داخل آن به مدت ۲۴ ساعت قبل و بعد از نمونه برداری داخل دسیکاتور قرار داده شد و توسط ترازوی دقیق یک صد هزارم گرم ساخت شرکت A&D ژاپن توزین گردید. غلظت سیلیس کریستالی تنفسی در نمونه های گرفته شده از کارخانه ریخته گری، پس از طی مراحل آنالیز (اضافه کردن پتاسیم بروماید، سوزاندن نمونه ها درون کوره و تهیه قرص) در دامنه ۸۲۵-۷۱۱ نانومتر توسط دستگاه FT-IR اسکن و تعیین مقدار شد.

نرمال بودن داده ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف تعیین گردید. میزان مواجهه در گروه های مختلف شغلی با استفاده از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه مقایسه گردید. همچنین میزان مواجهه های شغلی به صورت خطای استاندارد  $\pm$  میانگین در نظر گرفته شد. در این مطالعه ارزیابی خطر نسبی مرگ و

جدول ۱. مشخصات دموگرافیک کارگران واحد ماهیچه گیری

مشخصات	ماکزیمم	مینیمم	میانگین	انحراف معیار
سن	۵۰	۲۱	۳۱/۹۸	۶/۹۰
سابقه کار	۱۷	۱	۵/۳۲	۴/۵۹
مدت زمان سیگاری بودن	۳۰	۴	۱۰/۸۱	۷/۳۳
تعداد مصرف سیگار در روز	۲۰	۵	۱۱/۵۶	۷

جدول ۲. میزان مواجهه شغلی با گرد و غبار سیلیس کریستالی تنفسی (mg/m<sup>3</sup>) به تفکیک گروه های شغلی

گروه های شغلی	تعداد	دامنه	میانگین ± خطای استاندارد	نسبت مواجهه به حد آستانه شغلی	حد مجاز توصیه شده ایران	P-Value
اپراتور دستگاه	۲۳	۰/۰۷۱-۲/۴	۰/۳۱ ± ۰/۱۰	۱۲/۴	۰/۰۲۵	۰/۶۶۷
اپراتور رنگ	۹	۰/۰۴۸ - ۰/۲۷	۰/۱۷ ± ۰/۰۲	۶/۸		
اپراتور کوره	۶	۰/۰۷۱ - ۰/۵۳	۰/۲۳ ± ۰/۰۷	۹/۲		
تمیزکاری و چیدمان	۱۷	۰/۰۶۷ - ۰/۳۷۸	۰/۱۹ ± ۰/۰۲	۷/۶		
کل	۵۵	۰/۰۴۸ - ۲/۴	۰/۲۴۶ ± ۰/۰۴۷	۹/۸		

کار مداوم براساس مدل Rice (۱۵) برای کارگران شاغل در واحد ماهیچه گیری در محدوده مواجهه ۲/۴ - ۰/۰۴۸ میلی گرم بر متر مکعب، ۶۵ نفر در هر ۱۰۰۰ نفر (دامنه ۸۹۷ - ۱۹) محاسبه شد.

### بحث و نتیجه گیری

جهت اعتبار سنجی داخلی روش مورد استفاده در این مطالعه، دقت آنالیز داده ها به صورت درون ریز و برون ریز محاسبه شد. با توجه به عرف معمول در تحقیقات علمی، میزان ضریب تغییرات CV تا حد ۵ درصد قابل قبول می باشد، لذا یافته های علمی این تحقیق از اعتبار داخلی مناسب برخوردار می باشد. برای اعتبار بخشی خارجی یافته ها (درون ریز و برون ریز) یا به عبارتی تعیین صحت آنالیز داده ها نیز از شاخص بازیافت نمونه استفاده گردید. لازم به ذکر است در تحقیقات علمی میزان بازیافت تا  $10 \pm 100$  قابل قبول می باشد، لذا با توجه به نتایج به دست آمده ، یافته های علمی این تحقیق از اعتبار خارجی لازم برخوردار است (۱۹، ۲۰).

در این مطالعه ۳/۸۲ میکروگرم در نمونه و حد آشکارسازی کیفی (LOQ) ۵/۰۴ میکروگرم در نمونه محاسبه گردید. میزان مواجهه با گردوغبار سیلیس کریستالی تنفسی (خطای استاندارد  $\pm$  میانگین) برابر با  $0/246 \pm 0/047$  برحسب میلی گرم بر مترمکعب اندازه گیری شد. نتایج مقایسه میانگین مواجهه با گرد و غبار سیلیس کریستالی تنفسی با حدود مجاز تماس شغلی ایران به تفکیک گروه های شغلی در جدول ۲ ارزیابی شده است. بین میزان مواجهه در گروه های شغلی واحد ماهیچه گیری با سیلیس کریستالی تنفسی اختلاف معنی داری مشاهده نشد ( $P=0/667$ ).

خطر نسبی مرگ و میر ناشی از بیماری سیلیکوزیس براساس مدل Mannerijje و با توجه به مواجهه تجمعی شاغلین در دامنه ۶۳-۶ در هر ۱۰۰۰ نفر برآورد گردید. نتایج به تفکیک مواجهه تجمعی در جدول ۳ ارزیابی شده است. خطر افزوده مرگ و میر ناشی از سرطان ریه در مواجهه با سیلیس کریستالی آزاد با فرض ۴۵ سال

جدول ۳. خطر نسبی مرگ ومیر ناشی از سیلیکوزیس براساس مدل Mannetje در شاغلین واحد ماهیچه گیری

تعداد (درصد) کارگران ریخته گری	خطر نسبی مرگ ومیر ناشی از سیلیکوزیس در هر ۱۰۰۰ نفر	مواجهه تجمعی* بر حسب $mg/m^3 \times year$
۰ (۰)	۱	۰-۰/۹۹
۰ (۰)	۳/۴	۰/۹۹-۱/۹۷
۲ (۳/۶۳)	۶/۲	۱/۹۷-۲/۸۷
۷ (۱۲/۷۲)	۹/۴	۲/۸۷-۴/۳۳
۶ (۱۰/۹)	۱۳/۷	۴/۳۳-۷/۱۲
۱ (۱/۸۱)	۲۲/۶	۷/۱۲-۹/۵۶
۵ (۹/۰۹)	۲۴	۹/۵۶-۱۳/۲۱
۳ (۵/۴۵)	۴۰/۲	۱۳/۲۱-۱۵/۸۹
۹ (۱۶/۳۶)	۵۲/۱	۱۵/۸۹-۲۸/۱۰
۲۳ (۴۱/۸۱)	۶۳/۶	>۲۸/۱۰

\* (میزان مواجهه معمول  $\times$  سال‌های مواجهه)

لحاظ ریسک ابتلا به سیلیکوزیس و سایر بیماری‌های ناشی از مواجهه با سیلیس کریستالی نیز پتانسیل ریسک بالاتری خواهند داشت (۲۳، ۲۴). نتایج حاصل از مطالعه صورت گرفته از سوی محمدیان (۲۰۱۲) و آذری (۲۰۰۹) که در صنایع مختلف از جمله در صنعت ریخته‌گری انجام شده بود، نشان از میزان مواجهه بیش از حد مجاز توصیه شده توسط سازمان‌های بین‌المللی و کمیته فنی بهداشت حرفه‌ای ایران دارد که مطابق با مطالعه حاضر می‌باشد (۱۳، ۲۵).  
باتوجه به داده‌های این مطالعه مشخص گردید میزان مواجهه شغلی کارگران ایرانی بیش‌تر از همکاران خود در مطالعات Yassin (۲۰۰۳) و Anderson (۲۰۰۸) است. این پدیده می‌تواند به دلیل اقدامات کنترلی، نحوه انجام کار کارگران و نوع مواد مصرفی باشد. نتایج مطالعات (۲۶) نشان داده است که میزان مواجهه‌ی کارگران صنعت ریخته‌گری در کشورهای اروپایی-آمریکایی با توجه به اقدامات کنترلی صورت گرفته در جهت کاهش مواجهه کارگران با گردوغبار حاوی سیلیس کریستالی تنفسی نسبت به چندین سال قبل، کاهش چشم‌گیری داشته است.

در این مطالعه میانگین مواجهه‌ی کلیه شاغلین بالاتر از حدود مواجهه‌ی مجاز سیلیس کریستالی تنفسی است. میانگین غلظت سیلیس در این مطالعه ۲۴ برابر استاندارد OSHA، ۱۰ برابر استاندارد ایران و ACGIH و ۵ برابر استاندارد NIOSH می‌باشد. نتایج مطالعه امیدیان دوست و همکاران (۲۰۱۵) با هدف ارزیابی مواجهه شغلی با گرد و غبار کلی و گرد و غبار سیلیس کریستالی در ریخته‌گری‌ها نیز نشان داد میزان مواجهه از حدود استاندارد شغلی تعیین شده بالاتر بوده که با نتایج مطالعه حاضر نیز هم‌خوانی دارد (۲۱). در مطالعه کاکویی و همکاران (۲۰۱۳) تنها ۵۰ درصد کارگران مواجهه‌ای بالاتر از استاندارد ایران داشتند (۲۲). تفاوت در میزان مواجهه شاغلین در مطالعه حاضر و مطالعه کاکویی و همکاران ممکن است به دلیل تفاوت در روش‌های آنالیز مورد استفاده و تفاوت در تراکم سیلیس کریستالی در کارگاه‌های مورد مطالعه باشد. در مطالعه Jeong (۲۰۱۳) و Khoza (۲۰۱۲) نیز میزان مواجهه با سیلیس کریستالی در ریخته‌گری‌ها بیش‌تر از حدود مجاز توصیه شده بوده است و بدین ترتیب شاغلین به

ریه و ... پراهمیت، ممکن و به لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه می باشد. اقدامات معمول کنترل مهندسی و بهداشتی در بهبود فرآیندهای صنعتی به منظور کاهش تماس و پیش‌گیری از سیلیکوزیس، سرطان ریه و سایر عوارض احتمالی و نیز کاهش هزینه‌های ناشی از غرامت‌های سنگین حیاتی و ضروری به نظر می‌رسد.

### تشریح و قدردانی

نویسندگان مقاله مراتب سپاس خود را از مرکز تحقیقات ارتقای ایمنی و پیش‌گیری از مصدومیت‌های دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی به جهت پشتیبانی مالی از این طرح تحقیقاتی ابراز می‌دارند. هم‌چنین از مسوول ایمنی و بهداشت آن کارخانه محترم جناب آقای مهندس احمدی و سرکارخانم مهندس افضلی و کارگران زحمت‌کش واحد ماهیچه‌گیری کارخانه ریخته‌گری سپاس‌گزاری می‌شود.

دراین مطالعه میزان مرگ و میر ناشی از سیلیکوزیس براساس مدل Marnette (۱۴) و طبقه بندی مواجهات تجمعی در دامنه ۶ تا ۶۳ نفر در هر ۱۰۰۰ نفر پیش‌بینی شد. ۱۰۰٪ کارگران در محدوده بالاتر از میزان ریسک قابل قبول (۱در هر ۱۰۰۰ نفر براساس معیارهای OSHA) قرار داشتند. میزان مرگ و میر افزوده ناشی از سرطان ریه در مواجهه با سیلیس کریستالی براساس مدل Rice با فرض ۴۵ سال کار مداوم در این مطالعه ۶۵ نفر در هر ۱۰۰۰ نفر در دامنه ۱۹ تا ۸۹۷ محاسبه شد که به مراتب بیش‌تر از مطالعه Rice (۱۵)، امیدیان دوست (۱۶) و آذری (۱۳) می‌باشد. نتایج به‌دست آمده در این مطالعه حاکی از میزان مواجهه‌ی بالاتر از حدود مجاز توصیه شده و میزان بالای مرگ و میر ناشی از سرطان ریه و سیلیکوزیس برای کارگران ماهیچه‌گیری است. بنابراین کنترل مواجهه شغلی و پیش‌گیری از سیلیکوزیس، سرطان

### REFERENCES

1. US Department of Health and Human Services. Health effects of occupational exposure to respirable crystalline silica. Washington, DC: National Institute for Occupational Safety and Health. 2002;129. p. 1-2.
2. Lumens ME, Spee T. Determinants of exposure to respirable quartz dust in the construction industry. *Annals of Occupational Hygiene*. 2001;45(7):585-95.
3. Park R, Rice F, Stayner L, Smith R, Gilbert S, Checkoway H. Exposure to crystalline silica, silicosis, and lung disease other than cancer in diatomaceous earth industry workers: a quantitative risk assessment. *Occupational and environmental medicine*. 2002;59(1):36-43.
4. Steenland K, Marnette 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.
5. Nelson G, Girdler-Brown B, Ndlovu N, Murray J. Three decades of silicosis: disease trends at autopsy in South African gold miners. *Environmental health perspectives*. 2010;118(3):421.
6. Leung CC, Yu ITS, Chen W. Silicosis. *The Lancet*. 2012;379(9830):2008-18.
7. IARC Monograph on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans. Vol. 68: Silica, some silicates, coal dust and para-aramid fibrils. Lyon:International Agency for Research on Cancer. 1997.
8. Kakui H, Mosavei S, Panahei D, Rezazade Azari M, Hoseinei M, Assessment of occupational exposure to Free silica and Total dust in the workplace

- tunnel of Tehran subway line1. *Journal of health and safety work*, 2011;1(1):25-30. [In Persian]
9. Gholbabaie F, Gaghihi zarandei A, Ebrahim nezhad P, Baneshi MR, Mohsenei Taklo H, et al. Assessment of occupational exposure to the respirable fraction of cement dust and crystalline . *Journal of health and safety work*, 2012;2(3):17-28 [In Persian]
  10. NIOSH. 7602 Silica, Crystalline by IR. NIOSH Manual of Analytical Methods NMAM. 4th edn. Cincinnati, OH; 1994.
  11. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. 2010 Threshold limit values and biological exposure indices. ACGIH, Cincinnati, OH. 2010.
  12. Ministry of Health and Medical Education. Occupational exposure level. 3th ed. Tehran: Institute for Environmental Research Publication, 2012. [In Persian]
  13. Azari MR, Rokni M, Salehpour S, Mehrabi Y, Jafari MJ, Moaddeli AN, et al. Risk assessment of workers exposed to crystalline silica aerosols in the east zone of Tehran. *Tanaffos*. 2009;8:43-50.
  14. Mannerje At, Steenland K, Attfield M, Boffetta P, Checkoway H, DeKlerk N, et al. Exposure-response analysis and risk assessment for silica and silicosis mortality in a pooled analysis of six cohorts. *Occupational and environmental medicine*. 2002; 59(11):723-8.
  15. Rice F, 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. *Occupational and environmental medicine*. 2001; 58(1):38-45.
  16. Omidianidost A, Ghasemkhani M, Kakooei H, Shahtaheri SJ, Ghanbari M. Risk Assessment of Occupational Exposure to Crystalline Silica in Small Foundries in Pakdasht, Iran. *Iranian journal of public health*. 2016;45(1):70.
  17. Tavakol E, Azari MR, Salehpour S, Khodakarim S. Determination of Construction Workers' Exposure to Respirable Crystalline Silica and Respirable Dust. *Safety Promotion and Injury Prevention*. 2016;3(4):263-70. [In Persian]
  18. Nayak PS, Singh B. Instrumental characterization of clay by XRF, XRD and FTIR. *Bulletin of Materials Science*. 2007;30(3):235-8.
  19. Saranjam B, Zendehelel R, Khodakarim S, Gharari N, Aari MR. Development of a new method for analysis of quartz dust aerosols by FTIR. 9th congress of occupational health and safety; June 11-12; Yazd, Iran. 2015. [In Persian]
  20. Mitra S. Sample preparation techniques in analytical chemistry: John Wiley & Sons; 2004.
  21. Omidianidost A, Ghasemkhani M, Azari MR, Golbabaie F. Assessment of Occupational Exposure to Dust and Crystalline Silica in Foundries. *Tanaffos*. 2015;14(3):208.
  22. 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. [In Persian]
  23. Jeong I, Ryu I, Kim B, Park I, Won J-U, Kim E-A, et al. Two cases of lung cancer in foundry workers. *Annals of occupational and environmental medicine*. 2013;25(1):1.
  24. Khoza NN. Respirable crystalline silica dust exposure amongst foundry workers in Gauteng (South Africa): a task-based risk assessment. [Thesis], 2012.
  25. Mohammadyan M, Rokni M, Islami S, Fazeli A, Sari I. Evaluation of workers' exposure to crystalline silica particles in some factories of Mazandaran Province. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*. 2012; 22(88):18-24. [In Persian]
  26. Yassin A, Yebes F, Tingle R. Occupational exposure to crystalline silica dust in the United States, 1988-2003. *Environmental health perspectives*. 2005:255-60.



## Exposure assessment of core making workers to respirable crystalline silica dust

Fatemeh Zarei<sup>1</sup>, Mansour R. Azari<sup>2\*</sup>, Sousan Salehpour<sup>3</sup>, Soheila Khodakarim<sup>4</sup>, Saba Kalantary<sup>5</sup>, Elahe Tavakol<sup>6</sup>

<sup>1</sup> M.Sc., Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>2</sup> Professor; Safety Promotion and Injury Prevention Research Center AND Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Shahid Beheshti University of Medical Science, Tehran, Iran

<sup>3</sup> Occupational Medicine, Masih Daneshvari Hospital, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>4</sup> Assistant Professor; Department of Epidemiology, School of Public Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>5</sup> M.Sc., Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>6</sup> M.Sc., Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

### Abstract

**Introduction:** Occupational exposure to crystalline silica increases the risk of lung cancer and restrictive lung disease with extensive fibrosis. Silica dust is a major health hazard in foundry factories. The aim of this study was to determine core making workers' exposure to respirable crystalline silica dust in a foundry factory.

**Material and Method:** This cross-sectional study was conducted in core-making unit of a foundry factory in 2015. Occupational exposure of 55 workers to respirable crystalline silica aerosols was evaluated by using the improved NIOSH7602 method in core-making unit. Risk assessments for silicosis and excess lifetime risk of mortality from lung cancer were done according to Manettej and Rice models, respectively. Data was analyzed with Spss19 software.

**Result:** The mean of respirable crystalline silica dust was  $0.246 \pm 0.351$  (mg/m<sup>3</sup>). All workers' exposure to respirable crystalline silica was higher than recommended occupational exposure limits. Silicosis mortality risk and excess lifetime risk of mortality from lung cancer were estimated in the range of 6-63 and 65 per thousand people, respectively.

**Conclusion:** The mean of workers' exposure to respirable crystalline silica was higher than recommended occupational exposure standards in core making unit. The risk assessment of silicosis mortality and excess lifetime risk of mortality from lung cancer were higher than acceptable levels of risk.

**Keywords:** Occupational Exposure, Crystalline Silica, Risk Assessment, Foundry

\* Corresponding Author Email: [mrzari@sbmu.ac.ir](mailto:mrzari@sbmu.ac.ir)