# تعیین میزان مواجهه ی شغلی کارگران واحد ماهیچه گیری با گرد و غبار سیلیس کریستالی تنفسی

فاطمه زارعی[۱] – منصور رضازاده آذری[۲]* – سوسن صالح پور[۳] – سهیلا خداکریم[۴] – صبا کلانتری[۵] – الهه توکل[۶]

*mrazari@sbmu.ac.ir*

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

## چکیده

**مقدمه:** مواجهه ی شغلی با سیلیس کریستالی سبب افزایش ریسک ابتلا به سرطان ریه و بیماری های ریوی تحدیدی همراه با فیبروز وسیع می گردد. گردوغبار سیلیس کریستالی یک خطر عمده سلامتی در صنایع ریخته گری به‌شمار می رود. مطالعه حاضر با هدف تعیین میزان مواجهه ی شغلی شاغلین واحد ماهیچه گیری با گردوغبار سیلیس کریستالی تنفسی در یک کارخانه ریخته گری انجام گرفت.

**روش کار:** این مطالعه مقطعی- تحلیلی درسال ۱۳۹۴ در واحد ماهیچه گیری یک کارخانه ریخته گری انجام گرفت. مواجهه ی شغلی ۵۵ نفر از کارگران واحد ماهیچه گیری 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 ازمدل ارایه شده در مطالعه Manettej و Rice انجام گرفت. داده ها توسط نرم افزار SPSS19 آنالیزشد.

**یافته ها:** میانگین مواجهه ی شغلی با گردوغبار سیلیس کریستالی تنفسی mg/m۳ ۰/۰۴۷± ۰/۲۴۶ است. میزان مواجهه ی کلیه شاغلین واحد ماهیچه گیری بالاتر از حدود مجاز توصیه شده می باشد. خطرنسبی 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.

**نتیجه گیری:** میانگین مواجهه ی شاغلین در واحد ماهیچه گیری 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:** *مواجهه ی شغلی، سیلیس کریستالی، ارزیابی ریسک، ریخته گری*

۱- کارشناس ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۲- استاد، مرکز تحقیقات ارتقای ایمنی و پیش‌گیری از مصدومیت ها و گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، 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 حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

## مقدمه

سیلیس کریستالی جزء گردوغبارهایی است که در فرآیندهایی از قبیل برش کاری، سوراخ کاری، خردکردن و.... به وجود می آید. طیف وسیعی از نیروی کار در صنایع مختلف با سیلیس کریستالی مواجهه دارند و نگرانی هایی در ارتباط با مشکلات سلامتی آن‌ها وجود دارد. مساله گرد و غبار سیلیس کریستالی یک خطر عمده ی شغلی در صنایع ریخته گری به‌شمار می رود. (۱-۳). مهم‌ترین نوع سیلیس کریستالی که در فرآیندهای صنعتی یافت می شود و باید برای حفظ سلامت کارگران هدف پایش قرار گیرد نوع آلفا کوارتز است. استنشاق مستمر گردوغبار حاوی سیلیس کریستالی عامل یکی از مهم‌ترین بیماری های ریوی ناشی از کار به‌نام سیلیکوزیس می باشد(۴). سیلیکوزیس شایع ترین پنوموکونیوز حال حاضر جهان بوده که حذف کامل آن تا سال ۲۰۳۰ میلادی جزء اهداف مشترک سازمان بین المللی کار و سازمان بهداشت جهانی است(۵). مقدار تجمعی سیلیس کریستالی مهم‌ترین عامل در گسترش این بیماری است(۶). آژانس بین المللی تحقیقات سرطان (IARC) درسال ۱۹۹۷ سیلیس کریستالی را به عنوان سرطان‌زای انسانی (گروه یک) طبقه بندی نموده است که در سال ۲۰۰۹ نیز سرطان‌زایی آن مجددا تایید شد(۷). شواهد حاکی از این واقعیت است که سیلیس کریستالی عاملی موثر در ایجاد سرطان می باشد(۸). از طرفی در مطالعات فراوانی ارتباط بین مواجهه شغلی با سیلیس کریستالی و بیماری هایی از قبیل بیماری های خود ایمنی و کلیوی به اثبات رسیده است(۹). درسال ۲۰۱۰ انجمن متخصصان دولتی بهداشت صنعتی آمریکا (ACGIH) حد مجاز مواجهه ی شغلی با سیلیس کریستالی تنفسی را ۰/۰۲۵ $mg/m^3$، موسسه ملی ایمنی و بهداشت شغلی (OSHA) ۰/۰۱ $mg/m^3$ و انستیتو ملی ایمنی و بهداشت شغلی آمریکا (NIOSH) مقدار ۰/۰۵ $mg/m^3$ را پیشنهاد کردند (۱۰، ۱۱). در حال حاضر حد مجاز مواجهه ی شغلی با سیلیس کریستالی تنفسی در ایران ۰/۰۲۵ $mg/m^3$ اعلام گردیده است(۱۲).

ارزیابی ریسک سلامت یکی از جدیدترین روش های سم شناسی است که به موجب آن میزان خطر درخصوص جمعیت مواجهه یافته بر اساس اطلاعات علمی در ارتباط با آن ماده تخمین زده می شود. این فرایند تلاش علمی در جهت شناسایی و برآورد صحیحی از خطر می باشد(۱۳). خطر افزوده مرگ و میر ناشی ازسرطان ریه در مواجهه ی مادام العمر افراد با سیلیس کریستالی و خطر نسبی مرگ و میر ناشی از سیلیکوزیس در ارتباط با مواجهه ی تجمعی افراد تعیین می شود(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 می باشد(۱۴) Rice و همکاران مدلی برای ارزیابی خطر سرطان ریه در کارگران مواجهه یافته با سیلیس کریستالی ارایه 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 ۴۵سال کار مداوم و وقفه زمانی ۱۰سال پیش بینی کردند(۱۵). امیدیان دوست و همکاران، میزان مرگ و میر ناشی از سیلیکوزیس در ریخته گری های کوچک را ۱۳/۷-۱ به ازای هر ۱۰۰۰ نفر برآورد نمودند. میزان مرگ و میرناشی 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

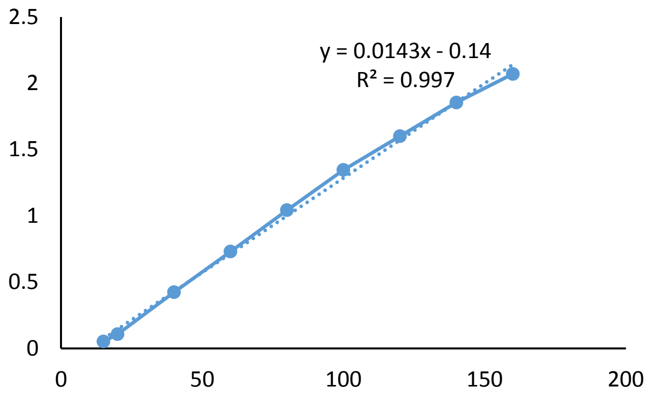
شاغلین در کارگاه های مورد مطالعه بیش از حدود مجاز مواجهه تعیین شده است(۱۶). در مطالعه آذری و همکاران نیز مرگ و میر ناشی از سیلیکوزیس بین ۴۰-۱ در هر هزار نفر و خطر افزوده مرگ و میر ناشی از سرطان ریه ۴۹-۲۱ در هر ۱۰۰۰ نفر تخمین زده شد (۱۳). آگاهی از شرایط کمی و کیفی گردوغبار سیلیس کریستالی در هوای محیط کار به جهت انجام فرآیندهای کنترلی و تلاش در جهت بهبود شرایط و کاهش اثرات سوء مواجهه ی آن دارای اهمیت ویژه‌ای می باشد. به‌دلیل 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 ریخته گری یکی از مهم‌ترین صنایع در ارتباط با مواجهه با سیلیس کریستالی در ایران می باشد، هدف از این مطالعه تعیین میزان مواجهه ی شغلی کارگران واحد ماهیچه گیری یک کارخانه ریخته گری با گردوغبار سیلیس کریستالی تنفسی است.

## روش کار

این مطالعه به صورت مقطعی– تحلیلی در سال ۱۳۹۴در واحد ماهیچه گیری یک کارخانه ریخته گری بر روی کل کارگران (۵۵ نفر) انجام گرفت. گروه های شغلی در واحد ماهیچه گیری به ۴ گروه اپراتور دستگاه، اپراتور رنگ، اپراتورکوره، تمیزکاری وچیدمان تقسیم می شود. اطلاعات دموگرافیک افراد توسط پرسش‌نامه جمع آوری 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 نمونه های 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 همگن سازی انجام گرفت. حجم های ۱۵ تا ۱۶۰ میکرولیتر با استفاده از میکروسمپلر 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 درکوره ساخت شرکت Lenton انگلستان حدود ۲ ساعت سوزانده شد. نمونه ها با استفاده از قالب های مخصوص ۱۳میلی‌متری 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(شکل۱). دقت آنالیز داده ها (ضریب تغییرات) جهت اعتبار سنجی داخلی روش مورد استفاده در این مطالعه به‌صورت درون ریز و برون ریز محاسبه شد. اعتبار بخشی خارجی یافته ها (تعیین صحت آنالیز داده ها) نیز به صورت درون ریز و برون ریز با استفاده از شاخص بازیافت نمونه تعیین گردید.




**شکل۱. منحنی استاندارد سیلیس کریستالی**

نمونه برداری از واحد ماهیچه گیری به مدت ۴ساعت توسط پمپ نمونه برداری فردی کالیبره شده ساخت شرکت SKC آمریکا با دبی ۱/۷ 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 یک‌طرفه مقایسه گردید. هم‌چنین میزان مواجهه های شغلی به‌صورت خطای استاندارد ± میانگین در نظر گرفته شد.

در این مطالعه ارزیابی خطر نسبی مرگ و 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.

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

## 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 به‌صورت درون ریز و برون‌ریز به ترتیب برابر ۲/۵۷ و ۳/۶۱ درصد محاسبه شد. صحت آنالیز داده ها نیز در محدوده قابل قبول ۱۰ ±۱۰۰ به‌دست آمد. حد آشکارسازی کمی (LOD) روش مورد استفاده

جدول۱. 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 |

جدول۲. میزان مواجهه شغلی با گرد و غبار سیلیس کریستالی تنفسی($mg/m^3$) 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 | | |

دراین 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 ±میانگین) برابر با ۰/۰۴۷± ۰/۲۴۶ 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 ارایه شده است.

بین میزان مواجهه درگروه های شغلی واحد ماهیچه گیری با سیلیس کریستالی تنفسی اختلاف معنی داری مشاهده نشد (P= ۰/۶۶۷).

خطر نسبی مرگ و میر ناشی از بیماری سیلیکوزیس براساس مدل Mannetije 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 ارایه شده است.

خطر افزوده مرگ و میر ناشی از سرطان ریه در مواجهه با سیلیس کریستالی آزاد با فرض ۴۵ سال 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 به‌صورت 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 ۱۰ ±۱۰۰ قابل قبول می باشد، لذا با توجه به نتایج به دست آمده ، یافته های علمی این تحقیق از اعتبار خارجی لازم برخورداراست(۱۹, ۲۰).

جدول ۳. خطر نسبی مرگ ومیر ناشی از سیلیکوزیس براساس مدل Mannetej 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 $mg/m^3{}_x year$ |
|---|---|---|
| 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 × سال‌های مواجهه)

در این مطالعه میانگین مواجهه ی کلیه شاغلین بالاتر از حدود مواجهه ی مجاز سیلیس کریستالی تنفسی است. میانگین غلظت سیلیس در این مطالعه ۲۴ برابر استاندارد OSHA، ۱۰برابر استاندارد ایران و ACGIH و ۵ برابر استاندارد NIOSH می باشد. نتایج مطالعه امیدیان دوست و همکاران (۲۰۱۵) با هدف ارزیابی مواجهه شغلی با گرد و غبار کلی و گرد و غبار سیلیس کریستالی در ریخته گری ها 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 مواجهه ای بالاتر از استاندارد ایران داشتند(۲۲). تفاوت در میزان مواجهه شاغلین در مطالعه حاضر و مطالعه کاکوئی و همکاران ممکن است به دلیل تفاوت در روش های آنالیز مورد استفاده و تفاوت در تراکم سیلس کریستالی در کارگاه های مورد مطالعه باشد. در مطالعه Jeong (۲۰۱۳) و Khoza (۲۰۱۲) نیز میزان مواجهه با سیلیس کریستالی در ریخته گری ها بیش‌تر از حدود مجاز توصیه شده بوده است و بدین ترتیب شاغلین به لحاظ ریسک ابتلا به سیلیکوزیس و سایر بیماری های 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 ریخته گری انجام شده بود، نشان از میزان مواجهه بیش از حد مجاز توصیه شده توسط سازمان های بین المللی و کمیته فنی بهداشت حرفه ای ایران دارد که مطابق با مطالعه حاضر می باشد(۱۳, ۲۵).

باتوجه به داده های این مطالعه مشخص گردید میزان مواجهه شغلی کارگران ایرانی بیش‌تر از همکاران خود در مطالعات Yassin (۲۰۰۳) و Anderson (۲۰۰۸) است. این پدیده می تواند به دلیل اقدامات کنترلی، نحوه انجام کار کارگران و نوع مواد مصرفی باشد. نتایج مطالعات (۲۶) نشان داده است که میزان مواجهه ی کارگران صنعت ریخته گری 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.

دراین مطالعه میزان مرگ ومیر ناشی از سیلیکوزیس براساس مدل Mannetje (۱۴) و طبقه بندی مواجهات تجمعی در دامنه ۶ تا ۶۳ نفر در هر ۱۰۰۰ نفر پیش بینی 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) می باشد.

نتایج به‌دست آمده در این مطالعه حاکی از میزان مواجهه ی بالاتر از حدود مجاز توصیه شده و میزان بالای مرگ و میر ناشی از سرطان ریه و سیلیکوزیس برای کارگران ماهیچه گیری است. بنابراین کنترل مواجهه شغلی و پیش‌گیری از سیلیکوزیس، سرطان 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 هزینه های ناشی از غرامت های سنگین حیاتی و ضروری به نظر می رسد.

## تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله مراتب سپاس خود را از مرکز تحقیقات ارتقای ایمنی و پیش‌گیری از مصدومیت های دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی به جهت پشتیبانی مالی از این طرح تحقیقاتی ابراز می دارند. هم‌چنین از مسوول ایمنی و بهداشت آن کارخانه محترم جناب آقای مهندس احمدی و سرکارخانم مهندس افضلی و کارگران زحمت کش واحد ماهیچه گیری کارخانه ریخته گری سپاس‌گزاری می شود.

## 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, 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.
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. Gholbabaei F,Gaghihi zarandei A, Ebrahim nezhad P, Baneshei 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. Mannetje 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, Zendehdel 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, Golbabaei 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 foundary 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 crystaline 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, Yebesi 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 [1], Mansour R. Azari [2]*, Sousan Salehpour [3], Soheila Khodakarim [4], Saba Kalantary [5], Elahe Tavakol [6]***

[1] *M.Sc., Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran*
[2] *Professor, Safety Promotion and Injury Prevention Research Center and Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran*
[3] *Occupational Medicine, Masih Daneshvari Hospital, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran*
[4] *Assistant Professor, Department of Epidemiology, School of Public Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran*
[5] *M.Sc., Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran*
[6] *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 ± 0.351 (mg/m3). 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: *mrazari@sbmu.ac.ir*