فصلنامه علمی تخصصی طب کار
دوره ۱۲، شماره۳، پائیز ۱۳۹۹
صفحه: ۳۴-۲۶

Occupational Medicine Quarterly Journal
Vol. 12, No.3, Autumn 2020
Pages:26-34

ارزیابی ریسک مرگ ومیر ناشی از سیلیکوزیس و سرطان ریه کارگران کارخانه ماشینی و کارگاه‌های سنتی تولید آجر در مواجهه با سیلیس کریستالی

منصور رضازاده آذری[۱]، فاطمه ساحت فردی[۲*]، فاطمه زارعی[۳]، علیرضا ابراهیمی حریری[۴]، سوسن صالح پور[۵]، حمید سوری[۶]

چکیده

مقدمه: یکی از مهم‌ترین عوامل زیان‌آور در صنعت تولید آجر مواجهه با گردوغباراست. در صورت مواجهه با گردوغبار سیلیس کریستالی تعیین میزان مرگ‌ومیر ناشی از سیلیکوزیس و سرطان ریه از اهمیت بالایی برخوردار است. لذا این مطالعه باهدف ارزیابی ریسک کارگران کارخانه ماشینی و کارگاه‌های سنتی تولید آجر انجام گرفته است.

روش‌بررسی: این مطالعه به‌صورت مقطعی– تحلیلی در سال ۱۳۹۵ دریک کارخانه ماشینی و ۵ کارگاه سنتی تولید آجر فعال در جنوب شرق استان تهران انجام گرفت. کلیه کارکنان کارخانه ماشینی آجرپزی (۴۰ نفر) و ۵ کارگاه سنتی آجرپزی (۳۰ نفر) به‌صورت سرشماری انتخاب و مواجهه آن‌ها با گردوغبار کلی قابل استنشاق و سیلیس‌کریستالی به روش NIOSH0600 و روش بهینه NIOSH7602 ارزیابی گردید. ارزیابی ریسک مرگ‌ومیر ناشی از سیلیکوزیس و سرطان ریه بر اساس مدل mannetej و Rice انجام گرفت. داده‌ها پس از ورود به نرم‌افزار spss 19 توسط آزمون تی‌تست تجزیه وتحلیل شد.

نتایج: میانگین غلظت سیلیس‌کریستالی‌تنفسی و گردوغبار کلی تنفسی به ترتیب در کارگاه‌های سنتی ۰/۶۹ ±۰/۶۵۱ و ۲۳/۰۵ ±۲۸/۲۷ و در کارخانه ماشینی ۰/۲۷ ±۰/۲۹۷ و ۱۷/۶ ±۸/۶ میلی‌گرم بر مترمکعب می‌باشد. آزمون تی‌تست نشان داد بین کارخانه آجرپزی سنتی و ماشینی در میزان مواجهه‌ی شغلی با گردوغبار کلی تنفسی اختلاف معنی‌داری وجود دارد (P=۰/۰۰۱) ولیکن در میزان مواجهه با سیلیس‌کریستالی‌تنفسی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P=۰/۱۰۷). در هردو کارخانه ماشینی و سنتی ریسک مرگ‌ومیر ناشی از سیلیکوزیس و سرطان ریه در محدود غیر قابل‌قبول قرار دارد.

نتیجه‌گیری: نتایج گویای این مطلب است که مکانیزه شدن صنعت منجر به کاهش مواجهه با گردوغبار کلی قابل استنشاق وسیلیس کریستالی شده است و ریسک مرگ‌ومیر ناشی از سرطان ریه را کاهش داده است ولیکن هنوز ریسک مرگ‌ومیر ناشی از سرطان ریه و بیماری سیلیکوزیس در هردو کارخانه سنتی و ماشینی بالا است.

واژه‌های کلیدی: آجرپزی، سیلیس‌کریستالی، گردوغبار کلی تنفسی، ارزیابی ریسک

[۱] استادتمام، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
[۲] کارشناس ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
[۳] کارشناس ارشد مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی البرز،البرز، ایران
[۴] کارشناس ارشد مهندسی بهداشت حرفه ای، معاونت بهداشتی ، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
[۵] گروه طب کار، بیمارستان مسیح دانشوری، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
[۶] استادیار، گروه اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
* نویسنده مسئول: تلفن تماس: ۰۲۱-۲۲۴۶۲۰۴۰، پست الکترونیک:sahatfardi@gmail.com

تاریخ دریافت:.۱۳۹۸/۰۹/۱۷ تاریخ پذیرش:.۱۳۹۹/۰۵/۲۵

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-20]

[DOI: 10.18502/tkj.v12i3.4984]

مقدمه

درگذشته گردوغبارهایی که دارای کمتر از ۱ درصد کوارتز بودند به‌عنوان گردوغبار بی‌اثر شناخته می‌شدند ولیکن تحقیقات ۲۰ سال اخیر نشان داده که بیشتر و شاید همه گرد و غبارهایی که در گذشته به‌عنوان بی‌اثر مطرح بودند در صورت مواجهه با غلظت‌های زیاد و به مدت طولانی می‌توانند بیماری‌های مزمن انسدادی ریه و سایر بیماری‌های ریوی را سبب شوند (۱). در صنعت تولید آجر رسی نیز یکی از عوامل زیان‌آور موجود در محیط کار مواجهه با گردوغبار می‌باشد (۲).

گردوغبار در محیط ساخت آجر، قبل از تبدیل‌شدن به گل، هنگام خشک شدن خشت، حمل‌ونقل به داخل کوره و بار کردن آجر پخته‌شده ایجاد می‌گردد و کارگران در طی فرایندهای مختلف با آن مواجهه دارند. میزان سیلیس کریستالی در خاک رس می‌تواند با توجه به منطقه جغرافیایی بین ۱۰ تا ۵۸ درصد متغیر باشد (۳). حد آستانه مجاز مواجهه شغلی کمیته فنی بهداشت حرفه‌ای وزارت بهداشت در سال ۱۳۹۵ و سازمان ACGIH آمریکا در سال ۱۹۹۸ برای گردوغبار کلی قابل استنشاق با فرض فقدان آزبست و محتوی سیلیس کریستالی کمتر از یک درصد ۳ mg/m^3 اعلام شده است (۴).

شواهد زیادی در خصوص سرطان‌زا بودن گردوغبار سیلیس کریستالی در محیط کار وجود دارد. در سال ۱۹۸۷ آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان سیلیس را در گروه A_2 (سرطان‌زای احتمالی برای انسان) معرفی کرد ولی از سال ۱۹۹۷ تاکنون این ترکیب در گروه A_1 (سرطان‌زای قطعی برای انسان) قرار داده‌شده است (۵, ۶). در سال ۲۰۱۰ حد مجاز مواجهه‌ی شغلی با سیلیس کریستالی توسط انجمن متخصصان دولتی بهداشت صنعتی آمریکا ۰/۰۲۵ mg/m^3، موسسه ملی ایمنی و بهداشت شغلی ۰/۰۱ mg/m^3 و انستیتو ملی ایمنی و بهداشت شغلی آمریکا ۰/۰۵ mg/m^3 پیشنهادشده است (۷, ۸). حد مجاز مواجهه‌ی شغلی با سیلیس کریستالی در ایران ۰/۰۲۵ mg/m^3 اعلام گردیده است (۴).

مواجهه با سیلیس کریستالی می‌تواند به طیف وسیعی از اثرات سوء بهداشتی منجر شود ولی شایع‌ترین عارضه گزارش‌شده سیلیکوزیس می‌باشد (۹). سیلیکوزیس یکی از مهم‌ترین بیماری‌های ریوی ناشی از کار می‌باشد (۱۰). که حذف کامل آن تا سال ۲۰۳۰ میلادی جزء اهداف مشترک سازمان بهداشت جهانی WHO و سازمان بین‌المللی کار ILOمی‌باشد (۱۱). این بیماری به نارسایی تنفسی و مرگ منجر خواهد شد و حتی پس از قطع مواجهه شغلی کارگر با سیلیس کریستالی قابلیت پیشرفت دارد و فاقد درمان می‌باشد (۱۲). با توجه به بهبود شرایط کاری و کنترل گرد غبار در کشورهای توسعه‌یافته، میزان بروز سیلیکوزیس در این کشورها در حال کاهش است، اما در کشوهای درحال‌توسعه، تماس با گردوغبار در حال حاضر یک معضل مهم بهداشتی به‌حساب می‌آید (۱۳).

در سال‌های اخیر بحث ارزیابی ریسک به یکی از مهم‌ترین مباحث در کنترل بیماری‌های شغلی تبدیل‌شده است. در بسیاری موارد بدن انسان می‌تواند مواجهه با مقداری از خطر بهداشتی را تحمل نماید. عنصر اصلی در اجرای ارزیابی ریسک این است که تعیین شود چه زمانی مواجهه با یک خطر بهداشتی آن‌قدر زیاد است که می‌تواند منجر به بیماری شود ولیکن آنچه امروز بیشتر مورد توجه است تنها میزان سمیت و عوارض نیست بلکه ریسک مرگ‌ومیر ناشی از مواجهه با مواد نیز است. مطالعات زیادی در خصوص ریسک ارتباط مواجهه با سیلیس آزاد و ریسک ابتلا به سیلیکوزیس انجام شده است (۱۴). بهترین مدل‌های ارائه‌شده جهت بررسی نرخ مرگ‌ومیر ناشی از بیماری سیلیکوزیس مدل Mannetej (۱۵) و جهت بررسی نرخ مرگ‌ومیر ناشی از سرطان ریه مدل ارائه‌شده توسط Rice (۱۶) است. با توجه به اینکه ایران صادرکننده آجر سفالی است و کارگران بسیاری با سیلیس کریستالی مواجهه دارند لذا این مطالعه با هدف ارزیابی ریسک مرگ‌ومیر ناشی از سیلیکوزیس و سرطان ریه در اثر مواجهه با سیلیس کریستالی در بین کارگران کارخانجات ماشینی و کارگاه‌های تولید آجر انجام گرفته است.

روش بررسی

این مطالعه به‌صورت مقطعی– تحلیلی در سال ۱۳۹۵ در یک کارخانه ماشینی و ۵ کارگاه سنتی تولید آجر در جنوب شرق استان تهران انجام گرفت. کلیه کارکنان کارخانه ماشینی (۴۰ نفر) و ۵ کارگاه سنتی (۳۰ نفر) به‌صورت سرشماری وارد مطالعه شدند. اطلاعات دموگرافیک کارگران توسط پرسشنامه جمع‌آوری گردید. پایش فردی گردوغبار کلی قابل استنشاق و سیلیس

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-20]
[DOI: 10.18502/tkj.v12i3.4984]

کریستالی در ۲ گروه شغلی تولید آجر و کوره چینی - بسته‌بندی انجام شد. گروه تولید در کارخانجات سنتی شامل حمل‌کننده خاک، پرس‌کاری دستی و کمک پرس‌کار می‌باشد و در کارخانه ماشینی شامل بخش قالب‌زنی ماشینی، بارگیری، نظافتچی کوره، راننده تراموا، بنا و ناظر سیلو می‌باشد. گروه کوره چین و بسته‌بند قالب‌های آجر آماده‌شده را درون کوره قرار می‌دهند و پس از پخته شدن آن‌ها را بسته‌بندی می‌نمایند و در بخش تولید آجر دخالتی ندارند.

نمونه‌برداری

نمونه‌برداری گردوغبار کلی قابل استنشاق و سیلیس کریستالی به روش NIOSH0600 و روش بهینه‌شده NIOSH7602 توکل و همکاران (۱۷) انجام گرفت. شرایط جوی شامل دمای خشک، دمای تر، رطوبت نسبی، فشار هوا، هم‌زمان با نمونه‌برداری فردی در روزهای مختلف کاری به تعداد ۴ بار در روز (هر یک ساعت یک‌بار) اندازه‌گیری گردید و میانگین داده‌ها به‌عنوان داده‌های مدنظر موردسنجش قرار گرفت. نمونه‌برداری توسط پمپ نمونه‌بردار فردی با دبی ۱/۷ لیتر بر دقیقه با استفاده از سیکلون نایلونی ساخت شرکت SKC و فیلتر میکس سلولز استر ۲۵ میلی‌متری با پور سایز ۰/۸ میکرون ساخت شرکت SKC به مدت‌زمان ۴ ساعت انجام گرفت. قبل از نمونه‌برداری فیلترها به مدت ۲۴ ساعت داخل دسیکاتور و سپس با ترازوی با دقت ۰/۰۰۰۰۱ گرم توزین شد. پس از نمونه‌برداری دوباره فیلتر به مدت ۲۴ ساعت درون دسیکاتور قرار داده شد و سپس وزن ثانویه فیلتر اندازه-گیری شد. فیلترها در هر نوبت اندازه‌گیری سه بار وزن شدند و میانگین آن تعیین و غلظت گردوغبار کلی قابل استنشاق با استفاده از رابطه ۱ محاسبه گردید:

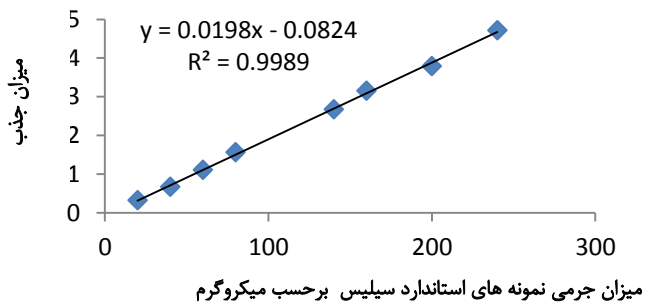
رابطه ۱ (۱۸)

$$C=\frac{(w2-w1)-(B2-B1)}{V}\times 10^3$$

W_1= وزن اولیه فیلتر، W_2= وزن ثانویه فیلتر، B_1= وزن اولیه نمونه شاهد، B_2= وزن ثانویه نمونه شاهد، V= حجم هوای مورد اندازه‌گیری

آنالیز نمونه‌های سیلیس کریستالی

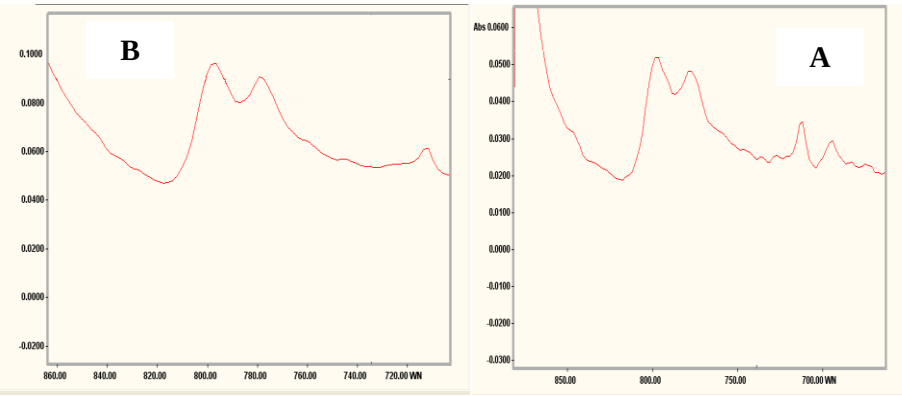
جهت آنالیز نمونه‌های مجهول سیلیس کریستالی توسط دستگاه مادون‌قرمز تبدیل فوریه FT-IR همانند مطالعه آذری و همکاران (۱۹) اقدام به‌رسم منحنی استاندارد نمودیم (شکل ۱). بدین‌جهت ۴ میلی‌گرم از کوارتز تهیه‌شده از شرکت Merk آلمان به ۴ میلی‌لیتر حلال استون اضافه شد سپس حجم‌های ۲۰-۴۰-۶۰-۸۰-۱۴۰-۱۶۰-۲۰۰-۲۴۰ میکرو لیتر بر روی فیلترهای MCE ریخته شد و در نهایت ۲۰۰ میلی‌گرم پتاسیم بروماید به نمونه‌های استاندارد اضافه گردید و نمونه‌ها پس از خشک شدن استون، در کوره الکتریکی ساخت شرکت Muffle به مدت ۲ ساعت در دمای ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. نمونه‌ها پس از خروج از کوره توسط دستگاه پرس به قرص تبدیل شدند. قرص‌های آماده‌شده به ترتیب جرم سیلیس کریستالی در دستگاه مادون‌قرمز تبدیل فوریه مدل WQF-510A ساخت شرکت چین قرار داده شد و در دامنه ۷۱۰-۸۲۵ نانومتر عدد موجی برای جذب اسکن شدند. پس از استانداردسازی و تعیین منحنی استاندارد میزان جذب نمونه‌های محیط کار (شکل ۲) با استفاده از نرم‌افزار دستگاه مادون‌قرمز تبدیل فوریه محاسبه گردید سپس با توجه به نمونه‌های استاندارد و فرمول خط کالیبراسیون، مقادیر سیلیس کریستالی در نمونه‌های محیط کارخانجات آجر سازی به دست آورده شد.



شکل ۱. خط کالیبراسیون نمونه‌های استاندارد سیلیس کریستالی

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-20]

[DOI: 10.18502/tkj.v12i3.4984]



شکل ۲. اسپکتوگرام مربوط به نمونه سیلیس کریستالی کارخانجات سنتی (A) و ماشینی (B)

ارزیابی ریسک

ارزیابی ریسک مرگ‌ومیر در اثر سیلیکوزیس ناشی از مواجهه با سیلیس کریستالی با استفاده از مدل mannetje انجام گرفت. دو پارامتر سابقه مواجهه و غلظت سیلیس جز فاکتورهای اصلی در این مدل به حساب می‌آید. میزان مرگ‌ومیر در اثر سرطان ریه نیز با استفاده از رابطه ۲ و بر اساس مدل Rice محاسبه گردید.

رابطه (۲): $A= 0.77+373.69\ GM$

GM = میانگین هندسی مواجهه کارگران با سیلیس کریستالی

آنالیز آماری

نرمالیته داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف تعیین گردید. میزان مواجهه‌های شغلی با گردوغبار کلی قابل استنشاق و سیلیس کریستالی در کارگران آجرپزی به تفکیک گروه‌های شغلی به‌صورت انحراف معیار ± میانگین گزارش سپس میزان مواجهه در دو کارخانه ماشینی و سنتی با استفاده از T-test مقایسه گردید.

ملاحظات اخلاقی

این مقاله حاصل پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی در سال ۱۳۹۴ تصویب‌شده است و دارای کد اخلاق IR.SBMU.THNS.REC.1395.9 می‌باشد.

نتایج

در این مطالعه ۴۰ نفر از کارگران آجرپزی ماشینی با میانگین سنی ۱۰/۵۶ ± ۳۸/۸۲ سال در بازه ۶۹ – ۲۳ و ۳۰ نفر از کارگران آجرپزی سنتی با میانگین ۱۰/۰۶ ± ۳۰/۴۷ سال در بازه ۴۷-۱۸ مورد بررسی قرار گرفتند. سابقه کار در کارگران آجرپزی ماشینی ۶۶/۶ ± ۱۱/۳۲ در بازه ۲۵-۱ سال و در کارخانجات سنتی ۵/۴۴ ± ۶/۱۳ در بازه ۲۰-۱ گزارش‌شده است. ۳/۳٪ از کارگران آجرپزی سنتی و ۱۵٪ از کارگران آجرپزی ماشینی سیگاری بودند. پارامترهای جوی اندازه‌گیری شده شامل دمای هوا (۹/۳۶ ± ۳۰/۶۴)، رطوبت نسبی (۱۳/۳۲ ± ۵۰/۰۵) و فشار محیط کار (۲/۱۸ ± ۶۸۴/۷۸) در محاسبات غلظت در نظر گرفته‌شده است. میانگین غلظت سیلیس کریستالی در صنعت آجرپزی برابر ۰/۴۷۴ میلی‌گرم بر مترمکعب برآورد شد که در کارخانه سنتی ۰/۶۵۱ و در کارخانه ماشینی ۰/۲۹۷ میلی‌گرم بر مترمکعب می‌باشد. نتایج مقایسه میانگین مواجهه با گردوغبار کلی تنفسی و سیلیس کریستالی با حدود مجاز تماس شغلی ایران (۳ و ۰/۰۲۵ میلی‌گرم بر مترمکعب) به تفکیک گروه‌های شغلی در جدول ۱ و ۲ ارائه‌شده است.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-20]

[DOI: 10.18502/tkj.v12i3.4984]

جدول ۱. مقایسه میزان مواجهه فردی با گردوغبار کلی قابل استنشاق (mg/m^3)

گروه شغلی	کارخانه	تعداد	دامنه	میانگین± انحراف معیار	نسبت مواجهه به حد آستانه شغلی	P-Value
تولید	آجرپزی سنتی	۱۷	۱/۱۲- ۸۵/۲۴	۳۳/۹۷±۲۶/۹۶	۱۱/۳۲	۰/۰۰۱
	آجرپزی ماشینی	۲۵	۰/۵۶ –۷۴/۱۱	۹/۲۷ ± ۱۷/۰۶	۳/۰۹	
کوره چین-بسته	آجرپزی سنتی	۱۳	۴/۵۰ - ۵۱/۰۱	۲۰/۸۰ ±۱۴/۴۴	۶/۹۳	۰/۰۰۱
بند	آجرپزی ماشینی	۱۵	۰/۷۹ -۷۱/۵۷	۷/۴۹ ±۱۷/۸۸	۲/۴۹	
کل	آجرپزی سنتی	۳۰	۱/۱۲ -۸۵/ ۲۴	۲۸/۲۷ ±۲۳/۰۵	۹/۴۲	۰/۰۰۱
	آجرپزی ماشینی	۴۰	۰/۵۶- ۷۴/۱۱	۸/۶۰±۱۷/۱۶	۲/۸۶	

جدول ۲. مقایسه میزان مواجهه فردی با گردوغبار سیلیس کریستالی (mg/m^3)

گروه شغلی	کارخانه	تعداد	دامنه	میانگین± انحراف معیار	نسبت مواجهه به حد آستانه شغلی	P-Value
تولید	آجرپزی سنتی	۱۷	۰/۰۴۶ -۲/۸۱	۰/۷۹ ±۰/۸۱	۳۱/۶	۰/۱۳۴
	آجرپزی ماشینی	۲۵	۰/۰۵۶- ۱/۱۹	۰/۳۰ ± ۰/۳۰۵	۱۲	
کوره چین-بسته	آجرپزی سنتی	۱۳	۰/۰۱۵ -۱/۳۵	۰/۴۶۹ ±۰/۴۴	۱۸/۷۶	۰/۵۳۴
بند	آجرپزی ماشینی	۱۵	۰/۰۵۴-۰/۸۲۸	۰/۲۹۲ ± ۰/۲۱۶	۱۱/۶۸	
کل	آجرپزی سنتی	۳۰	۰/۰۱۵ -۲/۸۱۸	۰/۶۵۱ ± ۰/۶۹۰	۲۶/۰۴	۰/۱۰۷
	آجرپزی ماشینی	۴۰	۰/۰۵۴ - ۱/۱۹۰	۰/۲۹۷ ± ۰/۲۷۲	۱۱/۸۸	

آزمون تی‌تست بین میزان مواجهه‌ی شغلی با گردوغبار کلی قابل استنشاق در دو کارخانه آجرپزی سنتی و ماشینی با یکدیگر اختلاف معنی‌داری را نشان داد (P=۰/۰۰۱). آزمون تی‌تست همچنین بین گروه‌های شغلی تولید (P=۰/۰۰۱)، کوره چین و بسته‌بند (P=۰/۰۰۱) دو کارخانه با یکدیگر نیز اختلاف معنی‌دار نشان داد. آزمون تی‌تست بین میزان مواجهه کارگران با سیلیس کریستالی در دو کارخانه آجرپزی سنتی و ماشینی (P=۰/۱۰۷) و همچنین بین گروه‌های شغلی تولید (P=۰/۱۳۴)، کوره چین و بسته‌بند (P=۰/۵۳۴) دو کارخانه اختلاف معنی‌داری نشان نداد.

نرخ مرگ‌ومیر افزوده ناشی از بیماری سیلیکوزیس بر اساس مدل Mannetje برای مدت‌زمان اشتغال ۴۵ سال برآورد گردید. پس از محاسبه میزان مواجهه تجمعی کارگران نرخ ریسک ابتلا به سیلیکوزیس با فرض ۴۵ سال در آجر سازی سنتی ۶۳/۶-۱ می‌باشد و در آجر سازی ماشینی ۵۲/۱-۱ محاسبه گردید. نرخ ریسک مرگ‌ومیر ناشی از سرطان ریه بر اساس مدل Rice نیز برای کارخانه سنتی ۱۲۴/۰۸ نفر به ازای هر ۱۰۰۰ نفر و برای کارخانه ماشینی ۸۰/۳۶ نفر به ازای هر ۱۰۰۰ نفر به دست آمد.

بحث

این مطالعه با هدف بررسی میزان مواجهه کارکنان صنعت آجرپزی در کارخانه‌های سنتی و ماشینی و نیز ارزیابی ریسک مرگ‌ومیر ناشی از سیلیکوزیس و سرطان ریه انجام گرفته است. بررسی‌های انجام شده نشان داد که میانگین غلظت سیلیس در کارخانجات آجرپزی مورد مطالعه (سنتی و ماشینی) ۰/۴۷۴ میلی‌گرم در مترمکعب برآورد گردید که در کارخانجات سنتی ۰/۶۵۱ و در کارخانه ماشینی ۰/۲۹۷ میلی‌گرم بر مترمکعب بود. ۱۰۰ درصد کارگران کارخانجات سنتی و ۹۷ درصد کارگران کارخانه ماشینی در معرض مواجهه‌ای بیشتر از حد استاندارد مجاز مواجهه برای سیلیس کریستالی می‌باشند. میانگین غلظت سیلیس کریستالی در این مطالعه ۲/۹ برابر مطالعه آذری (۲۰) ۲/۵ برابر مطالعه محمدیان (۲۱) و ۲/۲ برابر مطالعه عسگری پور (۲۲) می‌باشد. در تمامی این مطالعات مواجهات بالاتر از حد استاندارد بوده است. میانگین غلظت سیلیس کریستالی در صنعت مورد مطالعه ۹/۴۸ برابر استاندارد OSHA، ۱۸/۹۶ برابر استاندارد ایران و ACGIH و ۴۷/۴ برابر استاندارد NIOSH می‌باشد.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-20]

[DOI: 10.18502/tkj.v12i3.4984]

نتایج حدآستانه مجاز مواجهه شغلی کمیته فنی بهداشت حرفه‌ای وزارت بهداشت و سازمان ACGIH آمریکا برای گردوغبار کلی قابل استنشاق با فرض فقدان آزبست و محتوی سیلیس کریستالی کمتر از یک درصد mg/m^3 ۳ اعلام‌شده است که براین اساس ۶۸/۵ درصد شاغلین کارگاه‌های آجرسازی مورد مطالعه دارای مواجهه‌ای بیش‌ازحد مجاز می‌باشند. میانگین مواجهه با گردوغبار کلی قابل استنشاق در صنعت موردمطالعه ۱۸/۴۳ میلی‌گرم بر مترمکعب می‌باشد که ۴/۳۵ برابر مطالعه عسگری پور و همکاران (۲۲) می‌باشد. میزان مواجهه با گردوغبار کلی قابل استنشاق مطالعه حاضر ۶/۱۴ برابر استاندارد ایران و ACGIH برآورد گردید.

نتایج حاصل از مقایسه بین کارخانجات سنتی و ماشینی در خصوص گردوغبار کلی قابل استنشاق حاکی از این است که مکانیزه شدن صنعت منجر به کاهش میزان مواجهه با گردوغبار کلی تنفسی به نسبت ۳/۲ شده است که کاملاً بین دو گروه معنی‌دار بوده است. در مقایسه گردوغبار سیلیس کریستالی اگر چه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشده است و لیکن این میزان در کارخانه سنتی ۲/۱۹ برابر کارخانه ماشینی است که خود نشان‌دهنده تأثیر مکانیزه شدن صنعت در کاهش مواجهات می‌باشد. مطالعات نشان داده است که اجرای اقدامات پیشگیرانه برای کاهش مواجهه با سیلیس و توسعه سیستم‌های کنترلی و نظارت بر کارگران می‌تواند نقش مهمی در پیشگیری از بروز سیلیکوزیس و سایر بیماری‌های مرتبط با آن داشته باشد (۲۳). لذا می‌توان یکی از این اقدامات را مکانیزه کردن صنعت دانست که نتایج این مطالعه گویای این مطلب می‌باشد.

میزان ریسک مرگ‌ومیر ناشی از سیلیکوزیس ۱ در هر ۱۰۰۰ نفر است درحالی‌که در این مطالعه در کارخانه ماشینی نرخ مرگ‌ومیر ناشی از سیلیکوزیس تنها در ۲۵ درصد افراد (۱۰ نفر) ۱ در هر ۱۰۰۰ نفر گزارش‌شده است و این نرخ در ۷۵ درصد کارکنان (۳۰ نفر) دارای سطح ریسک غیرقابل‌قبول است که مشابه مطالعه نور محمدی و همکاران می‌باشد (۲۴). در کارخانه سنتی ۲۶/۶۶ درصد از افراد (۱۱ نفر) در محدوده قابل‌قبول ریسک مرگ‌ومیر ناشی از سیلیکوزیس قرار داشتند و ۷۳/۳۴ درصد (۱۹ نفر) در محدوده غیرقابل‌قبول بودند. با توجه به اینکه میانگین غلظت سیلیس کریستالی در کارخانه ماشینی کمتر از کارخانه سنتی است می‌توان سابقه کار بالاتر کارکنان کارخانه ماشینی را به‌عنوان عامل مؤثر بالا بودن سطح ریسک در نظر گرفت.

نرخ مرگ‌ومیر ناشی از سرطان ریه در کارخانه ماشینی ۸۰/۳۶ و در کارخانه سنتی ۱۲۴/۰۸ به دست آمد که تقریباً ۱/۵ برابر کارخانه ماشینی است. با توجه به اینکه میانگین غلظت سیلیس کریستالی در هردو کارخانه سنتی و ماشینی بالاتر از حد استاندارد است بالا بودن نرخ مرگ‌ومیر ناشی از سرطان ریه و سیلیکوزیس دور از انتظار نیست. همان‌طور که Finkelsrein و همکاران در مطالعه خود عنوان نمودند که اگر میزان مواجهه با سیلیس کریستالی در محدوده استاندارد ۰/۱ میلی‌گرم بر مترمکعب باشد احتمال سرطان ریه ۳۰ درصد و اگر در محدوده مجاز ۰/۰۵ میلی‌گرم بر مترمکعب باشد ریسک سرطان ریه به زیر ۵ درصد کاهش می‌یابد (۲۵). لذا کاهش میانگین غلظت مواجهه اولین راه‌کار برای کاهش نرخ ریسک مرگ‌ومیر ناشی از سرطان ریه و بیماری سیلیکوزیس است.

نتیجه‌گیری

نتایج گویای این مطلب است که میزان مواجهه با سیلیس کریستالی و گردوغبار کلی تنفسی چندین برابر حد استاندارد است و بالطبع میزان ریسک مرگ‌ومیر ناشی از سرطان ریه و سیلیکوزیس نیز بسیار بالاست و در سطح غیرقابل‌قبول قرار دارند.

قابل‌ذکر است که نتایج به‌دست‌آمده در زمانی انجام‌گرفته است که مسئولین مربوطه ذکر کرده‌اند که میزان تولید در شرایط فعلی به علت رکود اقتصادی کمتر شده است. پس میزان مواجهه می‌تواند بیشتر از این باشد و بالطبع آن میزان ریسک مرگ‌ومیر نیز بیشتر خواهد بود. از طرفی این مطلب قابل‌ذکر است که مکانیزه شدن صنعت می‌تواند عامل مهمی در کاهش ریسک مرگ‌ومیر مدنظر قرار گیرد.

محدودیت‌های مطالعه

حجم نمونه در این مطالعه با توجه به نمونه در دسترس انتخاب‌شده است زیرا به دنبال مسائل اقتصادی و تعطیلی کارگاه‌ها فقط کارگاه‌های فعال وارد مطالعه شدند. از دیگر محدودیت‌های این مطالعه می‌توان محدودیت زمانی و عدم امکان مقایسه نتایج در فصول مختلف را نام بود.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-20]
[DOI: 10.18502/tkj.v12i3.4984]

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله مراتب سپاس و قـدردانی خـود را از تمـامی کارکنـان خـدوم کارخانجـات سـنتی و ماشـینی آجرپزی را ابراز می‌دارند، کمااینکه اگر همکاری آن‌ها نبود این مطالعه هرگز به سرانجام نمی‌رسید.

References:

1. Cherrie JW, Brosseau LM, Hay A, Donaldson K. ***Low-toxicity dusts: current exposure guidelines are not sufficiently protective.*** Annals of occupational hygiene. 2013;57(6):685-91.
2. Kverenchkhiladze R, Saakadze V, Rekhviashvili V. ***Working conditions and health status of women employed in clay brick industry (in subtropical climate).*** Meditsina truda i promyshlennaia ekologiia. 1993;(11-12):16-8.
3. Gholamie A, Saberi H, Ghahri A, Eskandari D. ***Investigation of respiratory symptoms and spirometric parameters in fire brick workers.*** Journal of Health. 2012;3(1):67-73.
4. Pourbakhsh V, Rshtchyan H, editors. ***Consequence analysis and modeling ammonia leak in moist weather.*** Safety Engineering and HSE Engineering Conference; 2011.
5. Lyon F. ***IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans.*** Some industrial chemicals. 1994;60:389-433.
6. Pelucchi C, Pira E, Piolatto G, Coggiola M, Carta P, La Vecchia C. ***Occupational silica exposure and lung cancer risk: a review of epidemiological studies 1996–2005.*** Annals of Oncology. 2006;17(7):1039-50.
7. Irannejad Rankouhi S, Givehchi S, Nasrabadi M. ***Consequence Modeling of Explosion Events by PHAST Software in an Industrial Unit-A Case Study of 2 Phases of South Pars.*** Bulding of the Georgian National Academy of Science. 2015;9(1):316-26.
8. Dawlatabadi A, editor ***Analysis of the consequences of the blast wave phenomenon vapor-liquid boiling on spherical tank containing propane storage tank in the area Borzouye.*** Safety Engineering and HSE Engineering Conference Tehran; 2015.
9. Healy CB, Coggins MA, Van Tongeren M, MacCalman L, McGowan P. ***Determinants of respirable crystalline silica exposure among stoneworkers involved in stone restoration work.*** Annals of occupational hygiene. 2014;58(1):6-18.
10. 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.
11. 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.
12. Bang KM, Mazurek JM, Wood JM, White GE, Hendricks SA, Weston A. ***Silicosis mortality trends and new exposures to respirable crystalline silica—United States, 2001–2010.*** MMWR Morbidity and mortality weekly report. 2015;64(5):117.
13. De Vuyst P, Camus P. ***The past and present of pneumoconioses.*** Current opinion in pulmonary medicine. 2000;6(2):151-6.
14. Mohammadi H, Golbabaei F, Farhang Dehghan S, Normohammadi M. ***Occupational exposure assessment to crystalline silica in an insulator industry: determination the risk of mortality from silicosis and lung cancer.*** Journal of Health and Safety at Work. 2017;7(1):45-52.[Persian]
15. Mannetje A 't , 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.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-20]

[DOI: 10.18502/tkj.v12i3.4984]

16. 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.
17. Tavakol E, Azari MR, Salehpour S, Khodakarim S. ***Determination of construction workers' exposure to respirable crystalline silica and respirable dust.*** Journal of Safety Promotion and Injury Prevention. 2016;3(4):263-70.
18. Gharizadeh N, Haghiighizadeh M, Sabarhaji W, Karimi A. ***A study of DMFT and oral hygiene and gingival status among pregnant women attending Ahwaz health centers.*** Sci Med J Ahvaz Jundishapur Univ Med Sci. 2005;43(40):40-7.[Persian]
19. Zarei F, R Azari M, Salehpour S, Khodakarim S, Kalantary S, Tavakol E. ***Exposure assessment of core making workers to respirable crystalline silica dust.*** Health and Safety at Work. 2017;7(1):1-8. [Persian]
20. Azari MR, Rokni M, Salehpour S, Mehrabi YE, Jafari MJ, NASER MA, et al. ***Risk assessment of workers exposed to crystalline silica aerosols in the east zone of Tehran.*** 2009;8(3):43-50.[Persian]
21. Mohammadyan M, Rokni M, Islami S, Fazeli A. ***Evaluation of workers' exposure to crystaline silica particles in some factories of Mazandaran Province.*** Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 2012;22(88):17-24. [Persian]
22. Asgaripor T, kermani A, Phlevan D, Chandaghi J, Kazemi E. ***Health risk assessment of occupational exposure to crystalline silica in a complex ceramic tile production***. Journal of Occupational Medicine, . 2015;6(2): 44-53. [persion]
23. Scarselli A, Binazzi A, Forastiere F, Cavariani F, Marinaccio A. ***Industry and job-specific mortality after occupational exposure to silica dust.*** Occupational medicine. 2011;61(6):422-9.
24. Normohammadi M, Kakooei H, Omidi L, Yari S, Alimi R. ***Risk assessment of exposure to silica dust in building demolition sites.*** Safety and health at work. 2016;7(3):251-5. [persion]
25. Finkelstein MM. ***Silica, silicosis, and lung cancer: a risk assessment.*** American journal of industrial medicine. 2000;38(1):8-18.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-20]

[DOI: 10.18502/tkj.v12i3.4984]

Risk assessment of mortality from silicosis and lung cancer in workers of machine factories and traditional brick production workshops with crystalline silica exposure

Rezazahehazari M[1], Sahatfardi F[*2], Zarei F[3], Ebrahimi Hariri A[4], SalehpourS[5], Soori H[6]

[1] Department of Occupational Health, School of Public Health,Shahid Beheshti University of Medical Sciences and Health Services,Tehran,Iran
[2]. Department of Occupational Health, School of Public Health,Shahid Beheshti University of Medical Sciences and Health Services,Tehran,Iran
[3] Department of Occupational Health, School of Health, Alborz University of Medical Sciences, Alborz, Iran
[4] Health Department, Shahid Beheshti University of Medical Sciences and Health Services, Tehran, Iran
[5] Department of Occupational Medicine,Masih Daneshvari Hospital, Shahid Beheshti University of Medical Sciences and Health Services, Tehran, Iran
[6] Department of Epidemiology, School of Health, School of Public Health,Shahid Beheshti Uniersity of Medical Science and Health Services,Tehran,Iran

Abstract

***Introduction*:** Exposure to dust is an essential factor in the brick production industry. Determining the mortality rate from silicosis and lung cancer is very important in exposure to crystalline silica dust. Therefore, this study was conducted to risk assessment of workers in machine factories and traditional brick production workshops.

Materials and Methods: This cross-sectional study was conducted in 2016 in a machine factory and five traditional active brick production workshops located in the southeast of Tehran. All employees of a brick-making machine factory (40 people) and five traditional brick-making workshops (30 people) were selected by census sampling. Their exposure to total respiratory dust and respirable crystalline silica was evaluated by the NIOSH0600 method and NIOSH7602 optimal method. Mortality risk assessment from silicosis and lung cancer was performed based on Mannetej and Rice models. Data were analyzed by t-test after entering SPSS19 software.

Results: The average concentrations of crystalline silica and total respiratory dust in traditional workshops are 0.651 ±0.69 and 28.27 ± 23.05, and in a machine factory are 0.297± 0.27 and 17.6 ±8.6 mg / m3. The T-test showed a significant difference between the traditional and mechanical brick factory in occupational exposure to total respiratory dust (P=0.001). However, no significant difference was observed in exposure to crystalline silica (P=0.107). In both traditional and machine brick factory, the risk of death from silicosis and lung cancer is unacceptable.

Conclusion: The results showed that the industry's mechanization has reduced exposure to total respiratory dust and crystalline silica and reduces the risk of death from lung cancer. But the risk of death from lung cancer and silicosis is still high in both traditional and mechanical factories

Keywords: brick factory, crystalline silica, total respiratory dust, Risk assessment

This paper should be cited as:
Rezazahehazari M, Sahatfardi F, Zarei F, Ebrahimi Hariri A, SalehpourS, Soori H. ***Risk assessment of mortality from silicosis and lung cancer in workers of machine factories and traditional brick production workshops with crystalline silica exposure.*** Occupational Medicine Quarterly Journal. 2020:12(3):26-34.

Corresponding Author:
Email: sahatfardi@gmail.com
Tel: +982122432040
Received: 08.12.2019 ***Accepted: 15.08.2020***

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-20]

[DOI: 10.18502/tkj.v12i3.4984]