فصلنامه علمی تخصصی طب کار
دوره ششم/ شماره دوم/ تابستان ۹۳/ صفحات ۵۳-٤٤

ارزیابی خطر بهداشتی مواجهه شغلی با سیلیس کریستالی در یک مجتمع تولید کاشی و سرامیک

طالب عسکری پور[1*]، علی کرمانی[2]، داریوش پهلوان[3]، جعفر جندقی[4]، الهه کاظمی[5]

۱. عضو هیأت علمی گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی سمنان
۲. کارشناس ارشد بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی سمنان
۳. عضو هیأت علمی گروه پزشکی اجتماعی، دانشگاه علوم پزشکی سمنان
٤. پزشک عمومی، دانشگاه علوم پزشکی سمنان
۵. کارشناس بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی سمنان

تاریخ دریافت: ۹۲/۰٤/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۹/۱۷

چکیده

مقدمه: سیلیکوزیس به عنوان مهم‌ترین عارضه ریوی ناشی از کار در نتیجه استنشاق گرد و غبار سیلیس کریستالی ایجاد می‌شود. برای تصمیم‌گیری در مورد اولویت اقدامات کنترلی و کاهش سطح خطر به سطح قابل قبول، ارزیابی خطر بهداشتی مواجهه با مواد شیمیایی ضروری می‌باشد. هدف از این مطالعه، بررسی میزان مواجهه کارگران با سیلیس کریستالی (کوارتز) و تعیین کمی و کیفی خطر بهداشتی ناشی از مواجهه با این ماده می‌باشد.

روش بررسی: در این مطالعه توصیفی- تحلیلی مقطعی، گرد و غبار کل، قابل استنشاق و سیلیس کریستالی در یک مجتمع تولید کاشی و سرامیک اندازه‌گیری شد. تعیین مقدارگرد و غبار کل و قابل استشاق به روش وزن‌سنجی و اندازه‌گیری مقدار سیلیس کریستالی بر اساس روش $NIOSH_{7500}$ و با استفاده از تکنیک پراکنش اشعه X انجام گرفت. جهت ارزیابی خطر بهداشتی از روش ارزیابی خطر نیمه کمی انجمن ایمنی و بهداشت سنگاپور استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که میانگین مواجهه کارگران با گرد و غبار کل ۵/۱۵±۷/۳۸، قابل استنشاق ۳/۵±٤/۳۵ و سیلیس کریستالی ۰/۱۹±۰/۲۱ میلی‌گرم بر متر مکعب است. مواجهه کارگران با سیلیس کریستالی در واحدهای سنگ‌شکن، پرس، بالمیر، تولید لعاب، کوره و اسپری بالاتر از حد مجاز مواجهه شغلی ایران است. بین میانگین تراکم گرد و غبار کل، گرد و غبار قابل استنشاق و سیلیس کریستالی در واحدهای مختلف، تفاوت آماری معناداری مشاهده شد($P\leq ۰/۰۵$). نتایج ارزیابی خطر نشان داد که سطح خطر واحدهای سنگ‌شکن، پرس، بالمیر و تولید لعاب در رتبه زیاد قرار دارد.

نتیجه‌گیری: میزان مواجهه با سلیس کریستالی و سطح خطر در واحدهای سنگ‌شکن، پرس، بالمیل و تولید لعاب بالاست. لذا انجام اقدامات کنترل مواجهه ضروری می‌باشد.

کلید واژه‌ها: سیلیس کریستالی، پراکنش اشعه X، ارزیابی خطر بهداشتی، کاشی و سرامیک، کوارتز

[*] نویسنده مسئول: آدرس پستی: گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی سمنان، تلفن:۰۲۳۳۵۲۲۰۱٤٤
پست الکترونیکی: askaripoor@semums.ac.ir

www.SID.ir

مقدمه

سیلیس فراوان‌ترین ماده معدنی، نام کلی موادی با ترکیب شیمیایی سیلیس و اکسیژن بوده که به صورت اکسید سیلیس،۶۰٪ از لایه خاک را تشکیل می‌دهد. این ماده به دو شکل، غیرکریستالی (Amorphous) و کریستالی (Crystalline) در طبیعت یافت می شود. سیلیس کریستالی بسته به میزان حرارت زمان تشکیل به شکل کوارتز، تریدیمیت و کریستو بالیت دیده می‌شود. اشکال بلوری سیلیس تحت درجه حرارت و فشار معین به یکدیگر تبدیل می‌شوند(۱).

طبق برآورد انیستیتوی ایمنی و بهداشت شغلی NIOSH(National Institute for Occupational Safety and Health) در کشور آمریکا حدود ۱/۷ میلیون نفر از کارگران در معرض سیلیس هستند(۲). کارگران بسیاری از صنایع از جمله تونل‌سازی، معدن‌کاری، شیشه‌سازی، سندبلاست با ماسه‌پرانی، معادن شن و ماسه، سفالگری، عملیات ساختمانی، حفاری، کشاورزی، پلاستیک، تولید آجر، سنگ‌بری، تولید سیمان پورتلند، ساخت مواد شوینده و کاشی و سرامیک از طریق هوای تنفسی در مواجهه با سیلیس کریستالی هستند(۵-۳) که در این میان صنایع سنگ‌بری و پودر سنگ، شیشه‌سازی، تولید آسفالت، صنایع ساختمانی، سندبلاست، سیمان، تولید شن و ماسه و صنایع کاشی و سرامیک دارای بالاترین سطح مواجهه می‌باشند(٦).

افراد شاغل در صنعت کاشی و سرامیک با توجه به مواد اولیه مورد استفاده، مانند خاک رس، کائولین، ماسه، میکا و فلدسپات به صورت غیرمستقیم و همچنین استفاده مستقیم از کوارتز در برخی فرایندهای تولید در معرض سیلیس کریستالی (کوارتز) هستند که تماس با این ماده می‌تواند منجر به بیماری‌هایی چون سیلیکوزیس، سرطان ریه، بیماری‌های مزمن انسدادی ریه و دیگر عوارض شود(۱۰-۷).

سیلیس کریستالی به عنوان یک ماده سرطان‌زای انسانی توسط سازمان بین‌المللی تحقیقات سرطان IARC (International Agency for Research on Cancer) شناخته شده است که این امر اهمیت پایش ذره‌ای و ارزیابی خطر مواجهه آن را نشان می‌دهد. بر اساس گزارش همین سازمان، تراز قابل استنشاق سیلیس برای صنایع سرامیک، آجر، سفال و شیشه در کشورهای چین، ایتالیا، هلند، آمریکای جنوبی، ایالات متحده آمریکا در مشاغلی مانند مخلوط کردن، قالب‌گیری، لعاب شیشه و پرداخت‌کاری در محدوده mg/m^3 ۰/۳-۰/۱ اعلام شده است. بر اساس گزارش همین سازمان بیشترین مواجهه در صنایع سرامیک و سفال مواجهه با کوارتز است(۱۱).

مطالعه انجام شده توسط Azari و همکاران در صنایع دارای گرد و غبار سیلیس غرب تهران، نشان می‌دهد که میانگین میزان مواجهه با سیلیس کریستالی در صنایع تولید کاشی و سرامیک این منطقه mg/m^3 ۰/۳۲۸ است(۱۲). نتایج مطالعه Golbabaie و همکاران نیز در خصوص ارزیابی مقدار سیلیس آزاد با استفاده از روش پراکنش اشعه x در معدن سنگ ساختمانی سنجک کاشمر نشان داد که بیشترین تراکم کوارتز قابل استنشاق در ایستگاه چکش و کمترین مقدار در ایستگاه گریدر می‌باشد(۱۳).

در دو مطالعه انجام شده توسط Mohammadian و همکاران در صنایع استان مازندران، میانگین میزان تراکم سیلیس کریستالی در صنایع ریخته‌گری ۰/۳٤، آجرپزی ۰/۱۹، تولید شن و ماسه ۰/۲۸، تولید آسفالت ۰/۲٤، شیشه‌سازی ۰/۱۲۵، سندبلاست ۰/۳۱۳، سنگ‌بری ۰/۳۱۸ و کاشی و سرامیک ۰/۱٦۹ میلی‌گرم بر مترمکعب، گزارش شد(۱٤،۱۵). در سایر مطالعات انجام شده از جمله پژوهش Dehghan در یک صنعت شیشه‌سازی و Naghizadeh در معدن سنگ آهن خاف، میزان مواجهه با سیلیس کریستالی بیش از حد مجاز شغلی ایران اعلام شده است(۱٦،۱۷). سیلیس کریستالی در گرد و غبارهای صنعتی عمدتاً به صورت کوارتز نمایان می‌گردد، لذا

Archive of SID
www.SID.ir

پایش شغلی برای تعیین مواجهه بر اساس این ماده انجام می‌گیرد(٤).

اندازه‌گیری سیلیس کریستالی در نمونه‌های هوا به سه روش پراش اشعه X (X-Ray Diffraction)، اسپکتروفومتری جذبی مادون قرمز و رنگ‌سنجی است(١٨). Janko و همکاران سه روش رایج آنالیز نمونه‌های حاوی سیلیس شامل کالریمتری، اسپکتروفوتومتری مادون قرمز و پراکنش اشعه را مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه نشان داد که روش پراکنش اشعه ضمن سرعت آنالیز بالا، تنها روش با دقت و صحت بالا در تعیین سیلیس آزاد بوده است(١٩).

در مطالعات دیگر نیز به روش پراش X به عنوان قابل قبول‌ترین روش آنالیز کوارتز و کریستوبالیت در نمونه‌های هوا تاکید شده است(٢٠,٢١).

با توجه به تعداد زیاد صنایع کاشی و سرامیک در کشور و تعداد بالای کارگران شاغل در این صنعت، برای تصمیم‌گیری در مورد اقدامات کنترلی، تعیین اولویت‌ها و کاهش سطح خطر به سطح قابل قبول، ارزیابی خطر بهداشتی مواجهه با مواد شیمیایی ضروری می‌باشد. نظر به اینکه تاکنون مطالعه‌ای در خصوص ارزیابی خطر بهداشتی مواجهه بهداشتی با سیلیس کریستالی در کشور در صنعت تولید کاشی و سرامیک انجام نشده است. این مطالعه با هدف بررسی میزان مواجهه کارگران با گرد و غبار کل، گرد و غبار قابل استنشاق و سیلیس کریستالی (کوارتز)، تعیین کمی و کیفی سطح خطر بهداشتی و ارائه تصویری شفاف از سطح خطر مواجهه در یک مجتمع تولید کاشی و سرامیک نظر انجام شد.

روش بررسی

در این مطالعه توصیفی- تحلیلی مقطعی، پس از بازدید از صنعت مورد مطالعه و مشخص کردن واحدهای تولید، با در نظر گرفتن ضریب اطمینان ٩٥٪ و انحراف معیار به دست آمده از مطالعه پایلوت، تعداد ٦٤ نمونه هوا (کلی و استنشاقی) از ناحیه تنفسی نمونه‌برداری گردید. برای حذف اشتباهات نمونه‌برداری، به ازای هر یک نمونه اخذ شده، یک نمونه شاهد نیز گرفته شد. تعیین مقدار گرد و غبار قابل استنشاق و کل با استفاده از روش گراویمتری و بر اساس روش‌های 0600 و NIOSH 0500 انجام گرفت(٢٢,٢٣).

جهت ارزیابی مواجهه سیلیس کریستالی (کوارتز) در گرد و غبار قابل استنشاق از روش ٧٥٠٠ سازمان NIOSH و تکنیک پراکنش اشعه X، که دقیق‌ترین روش برای تعیین سیلیس کریستالی در نمونه‌های هوا می‌باشد، استفاده گردید(٢٤,٢٥).

وسایل نمونه‌برداری شامل، پمپ نمونه‌برداری فردی SKC، سیکلون نایلونی ١٠ میلی‌متری، فیلتر پلی وینیل کلراید با قطر ٢٥ میلیمتری، روتامتر و ترازوی دیجیتال با دقت توزین ٠/٠٠٠١ گرم بود.

برای حذف رطوبت، فیلترها ٢٤ ساعت قبل و بعد در دسیکاتور قرار گرفتند. نمونه‌برداری با دبی ١/٧ لیتر در دقیقه و در طی یک شیفت کاری از منطقه تنفسی کارگران انجام گرفت. در خاتمه دستگاه نمونه‌برداری از کارگر جدا و فیلترها (نمونه‌های حقیقی و شاهد) به آزمایشگاه منتقل و پس قرار گرفتن مجدد در داخل دسیکاتور، توسط ترازوی دیجیتال، توزین گردید. در نهایت غلظت گرد و غبار کل و قابل استنشاق پس از تصحیح حجم هوای نمونه‌برداری شده به حجم، در شرایط استاندارد، برحسب میلی‌گرم در متر مکعب محاسبه شد.

برای تعیین غلظت سیلیس کریستالی در گرد و غبار قابل استنشاق با روش پراکنش اشعه X، ابتدا با استفاده از پودر خالص کوارتز قابل استنشاق، محلول استاندارد مادر و سپس محلول‌های استاندارد کاربردی در محدوده ٢٠ تا ١٠٠٠ میکروگرم تهیه گردید.

جهت آماده‌سازی نمونه‌های اصلی، پس از هضم فیلترهای حاوی نمونه در محلول تتراهیدروفوران، به وسیله روش فیلتراسیون، که شامل قیف بوخنر، پمپ مکنده، فیلتر و گیره می‌باشد، محلول‌های اصلی و استاندارد از روی فیلتر غشایی با قطر ٣٧ میلی‌متر و

Archive of SID

www.SID.ir

پورسایز ۰/۸میکرون عبور داده شد. در نهایت شدت پراش نمونه‌های اصلی و استاندارد قرائت گردید.

برای تجزیه نمونه‌ها از دستگاه پراش‌سنج اشعه X، مدل X Pert MPD و جهت رسم منحنی کالیبراسیون از نرم‌افزار Curve Expert 1.3 استفاده گردید. در پایان نتایج با استاندارد مواجهه شغلی ایران و ACGIH (American Conference of GovernmentalIndustrial Hygienists) مقایسه شد(۲۶,۲۷).

در این مطالعه برای ارزیابی خطر از روش ارزیابی خطر نیمه کمی ارائه شده توسط دپارتمان ایمنی و بهداشت حرفه‌ای سنگاپور استفاده گردید(۲۸). در این روش، پس از مطالعه فرایند و تعیین واحدهای مورد بررسی، ابتدا ضریب خطر (HR: Hazard Rating) سیلیس کریستالی از جدول ۱ تعیین گردید و در ادامه ضریب مواجهه (ER; Exposure Rating) با استفاده از رابطه ۱ و جدول ۲ به دست آمد.

در نهایت مقدار کمی خطر و سطح خطر مواجهه (Risk Level) با توجه به ضریب خطر و ضریب مواجهه با استفاده از رابطه ۲ و جدول ۳ محاسبه شد. جهت تجزیه تحلیل داده‌ها، از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱٤ و آزمون‌های آماری T-test، کروسکال والیس استفاده گردید.

جدول ۱- تعیین ضریب خطر براساس اثرات زیان‌آور ماده شیمیایی(۲۸)

درجه خطر	توصیف اثرات مواد شیمیایی
۱	- موادی که هیچگونه اثر بهداشتی شناخته شده‌ای ندارند و به عنوان ماده سمی طبقه‌بندی نشده‌اند. - موادی که ACGIH در طبقه‌بندی A5 مواد سرطان‌زا قرار داده است.
۲	- موادی که اثرات برگشت‌پذیر بر روی پوست، چشم و غشاء مخاطی دارند ولی اثرات آنها آنقدر شدید نیست که بتوانند اختلال جدی برای انسان ایجاد کند. - موادی که ACGIH در طبقه‌بندی A4 مواد سرطان‌زا قرار داده است.
۳	- امکان سرطان‌زایی و جهش‌زایی در انسان یا حیوان (هنوز اطلاعات کافی در این زمینه ارائه نشده است) - موادی که ACGIH در طبقه‌بندی A3 مواد سرطان‌زا قرار داده است. - گروه 2B در طبقه‌بندی IARC - مواد خورنده (۵>PH>۳ یا ۹>PH>۱۲) و مواد حساس‌کننده دستگاه تنفسی و...
٤	- احتمال سرطان‌زایی، جهش‌زایی و اختلالات ژنتیکی (بر اساس مطالعات انجام شده بر روی موجودات آزمایشگاهی) - موادی که ACGIH در طبقه‌بندی A2 مواد سرطان‌زا قرار داده است. - گروه 2A در طبقه‌بندی IARC - مواد خورنده (۲>PH>۰ یا ۱٤>PH>۱۱/۵) - ماده سمی
۵	- موادی که اثر سرطان‌زایی، جهش ژنی و ناقص‌الخلقه‌زایی آنها شناخته شده است. - موادی که ACGIH در طبقه‌بندی A1 مواد سرطان‌زا قرار داده است. - گروه یک در طبقه‌بندی IARC - مواد خیلی سمی

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- تعیین ضریب مواجهه (۲۸)

میزان مواجهه هفتگی / مقدار حد مجاز	ضریب مواجهه (ER)
≤۰/۱	۱
۰/۱-۰/۵	۲
۰/۵-۱	۳
۱-۲	٤
۲≤	۵

جدول ۳- تعیین سطح خطر (۲۸)

ضریب خطر کمی	سطح خطر(مرتبه)
۰-۱/۷	ناچیز
۱/۷-۲/۸	کم
۲/۸-۳/۵	متوسط
۳/۵-٤/۵	زیاد
٤/۵-۵	خیلی زیاد

رابطه۱: $E: \frac{F \times D \times M}{W}$

E: میزان مواجهه هفتگی(mg/m^3)

D: متوسط طول مدت هر مواجهه (ساعت)

F: تکرار مواجهه در هفته (تعداد در هفته)

M: شدت مواجهه (mg/m^3)

W: متوسط ساعت کار در هفته

رابطه۲: $RL: \sqrt{HR \times ER}$

RL: نمره خطر

HR: ضریب خطر

ER: ضریب مواجهه

یافته‌ها

نتایج نشان می‌دهد که میانگین گرد و غبار کل در صنعت مورد مطالعه $۷/۳۸\pm۵/۱۵\ mg/m^3$ می‌باشد که بیشرین تراکم آلودگی مربوط به واحدهای پرس، بالمیل، سنگ‌شکن و تولید لعاب می‌باشد. همچنین تراکم گرد و غبار کل در سنگ‌شکن، تولید لعاب و پرس بیش از استاندارد مواجهه شغلی ایران ($۱۰\ mg/m^3$) می‌باشد. بر اساس نتایج به دست آمده میانگین گرد و غبار قابل استنشاق $٤/۳۵\pm۳/۵\ mg/m^3$ تعیین گردید که کمترین مقدار مواجهه در واحد خط لعاب و بیشترین مواجهه در واحد سنگ‌شکن می‌باشد(جدول ٤). در ضمن میانگین تراکم گرد و غبار قابل استنشاق در صنعت مورد مطالعه اختلاف معناداری با استاندارد مواجهه شغلی ایران ($۳\ mg/m^3$) نشان داد($P\leq۰/۰۵$). میانگین تراکم گرد و غبار سیلیس کریستالی نیز ۰/۲۱±۰/۱۹ میلی‌گرم در متر مکعب به دست آمد که این مقدار در واحد سنگ‌شکن ۰/۷۸، پرس ۰/۲، بالمیر ۰/۲۱، تولید لعاب ۰/۲۲، اسپری ۰/۱۵، خط لعاب ۰/۰۲٤، بسته‌بندی ۰/۰۲۵ و کوره ۰/۰۷ میلی‌گرم در متر مکعب می‌باشد که در تمام واحدها به جزء خط لعاب و بسته‌بندی بیش از استاندارد مواجهه شغلی ایران بود.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤- میزان تراکم گرد و غبار کل و غبار قابل استنشاق و سیلیس کریستالی (میلی‌گرم بر مترمکعب) در واحدهای مجتمع مورد مطالعه

	گرد و غبار کل				گرد و غبار قابل استنشاق				غلظت سیلیس کریستالی			
	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
پرس	۹/۵	١٤/٣	١٢/٣٨	٢/٧	٥/٨	٧/٩	٧/٢٣	١/٢	٠/١٣٣	٠/٢٦١	٠/٢	٠/٠٦
کوره	٠/٩٢	٠/٩٨	٠/٩٨	٠/٠٢٧	٠/٥	٠/٧	٠/٧٣	٠/٠٨	٠/٠٦	٠/١	٠/٠٧	٠/٠١١
تولید لعاب	١١/٢	١٢/٤	١٢/٣	٠/٥٣	٦/١٢	٩/١٨	٧/٩٢	١/٠٣	٠/١٦	٠/٢٣	٠/٢٢	٠/٠٢٦
اسپری	٦/٩	٩	٨/٣٢	٠/٩	١/٣	٢/٢	٢/٣	٠/٥٥	٠/٠٨٨	٠/١٥٦	٠/١٥	٠/٠٣٣
بسته‌بندی	٢/٥	٣/٣	٣/٠٦	٠/٣٨	٠/٨	١/٩	١/٢٤	٠/٤	٠/٠٢٤	٠/٠٤٢	٠/٠٢٥	٠/٠٠٥
سنگ‌شکن	١١/٢	١٣/٨	١٣/٠٥	١/٥	٧/٦	٨/٩	٨/٥٥	٠/٧٤	٠/٥	١/٥	٠/٧٨	٠/٠٨٢
بالمیل	٧/١	٨/٨	٨/٢	٠/٨٥	٥/٤	٧/٤	٦/٥٨	١/٠٩	٠/١١	٠/٢٦٣	٠/٢١	٠/٠٢٨
خط لعاب	٠/٤٧	٠/٩٨	٠/٧٨	٠/٢١	٠/١	٠/٣	٠/٢٥	٠/٠٩	٠/٠٢١	٠/٠٢٩	٠/٠٢٤	٠/٠٠٣

در ضمن میانگین تراکم سیلیس کریستالی، اختلاف معناداری با حد مجاز مواجه شغلی ($۰/۰۲۵\ mg/m^3$) نشان داد($P\leq ۰/۰۵$). همچنین در خصوص میانگین تراکم گرد و غبار کل، قابل استنشاق و سیلیس کریستالی بین واحدهای مختلف، تفاوت معناداری مشاهده شد($P\leq ۰/۰۵$).

نتایج ارزیابی خطر نشان داد که نمره کمی خـطر در واحدهای سنگ‌شکن ٤/٤٧، پـرس ٤، بالمیر ٤، تولید لعاب ٤، اسپری ٣/٤ خط لعاب ٢/٨، بسته‌بندی ٢/٨ و کوره ٢/٨ می‌باشد. سطح خطر کیفی نیز در واحدهای پرس، بالمیر و تولید لعاب در سطح زیاد و سنگ‌شکن در سطح خیلی زیاد بود(جدول۵).

جدول ۵- سطح خطر تماس با سیلیس کریستالی در در واحدهای صنعت مورد مطالعه

	میزان مواجهه هفتگی / مقدار حد مجاز	ضریب خطر	ضریب مواجهه	ضریب خطر کمی	سطح خطر کیفی
پرس	١/٣٥	٤	٤	٤	زیاد
کوره	٠/٤	٤	٢	٢/٨	کم
تولید لعاب	١/٥	٤	٤	٤	زیاد
اسپری	٠/٨٢	٤	٣	٣/٤	متوسط
بسته‌بندی	٠/٢٥	٤	٢	٢/٨	کم
سنگ‌شکن	٢/١	٤	٥	٤/٤٧	خیلی زیاد
بالمیل	١/٥	٤	٤	٤	زیاد
خط لعاب	٠/١٩	٤	٢	٢/٨	کم

بحث

بر اساس نتایج مطالعه، دامنه مواجهه با گرد و غبار کل $۰/۷۸–۱۳/۰۵\ mg/m^3$ می‌باشد که کمترین میزان مواجهه، در واحد خط لعاب و بیشترین در واحد سنگ‌شکن می‌باشد. گستره مواجهه با گرد و غبار قابل استنشاق $۰/۲۵–۸/۵۵\ mg/m^3$ که بیشترین مقدار در واحد سنگ‌شکن و کمترین میزان مواجهه در واحد خط

Archive of SID

www.SID.ir

لعاب می‌باشد. از طرفی دیگر، غلظت سیلیس کریستالی در دامنه ۰/۷۸-۰/۰۲٤ قرار دارد که کمترین و بیشترین به ترتیب مربوط به سنگ‌شکن و خط لعاب بود. به طور کلی می‌توان استباط کرد که از نظر سطح مواجهه، واحدهای سنگ‌شکن، پرس، بالمیر، تولید لعاب و اسپری دارای بالاترین سطح مواجهه هستند. نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که میانگین گرد و غبار سیلیس کریستالی در صنعت مورد مطالعه ۸ برابر استاندارد کشوری و ACGIH (۰/۰۲۵ mg/m^3) می‌باشد(۲٦,۲۷).

از مهمترین دلایل بالا بودن سطح مواجهه با وجود استفاده از سطح تکنولوژی مدرن در صنعت مورد مطالعه، می توان به طراحی نامناسب و کارایی پایین سیستم تهویه عمومی و موضعی اشاره کرد. نتایج پژوهش حاضر با مطالعه Mohammadian در صنایع سرامیک استان مازندران تقریبا مطابقت دارد(۱۵). میانگین مواجهه با سیلیس کریستالی در مطالعه حاضر از پژوهش Azari در صنایع سرامیک غرب تهران کمتر است(۱۲). از دلایل این امر می‌توان به تفاوت در مشخصات مواد اولیه مصرفی، نوع تجهیزات مورد استفاده و سطح تکنولوژی تولید اشاره کرد.

مقایسه نتایج با مطالعات انجام شده در سایر صنایع مانند مطالعه Golbabaie در صنعت سیمان(۲۹)، Mohammadian در صنایع ریخته‌گری، آجرپزی، تولید شن و ماسه، آسفالت، شیشه‌سازی، سندبلاست و سنگبری(۱٤,۱۵)، Golbabaie در معدن سنگ ساختمانی کاشمر(۱۳) Kakooei در کارگاه تونل‌سازی خط ۲ متروی تهران(۳۰) و Naghizadeh در معدن سنگ آهن خاف(۱۷)، Aliabadi در کارگاه‌های سنگ کوبی(۳۱) نشان می‌دهد که سطح مواجهه با سیلیس کریستالی در صنایع دیگر به جزء صنعت سیمان و شیشه بیشتر از صنعت کاشی و سرامیک مورد مطالعه می‌باشد که این یافته با یافته برخی مطالعات انجام شده در سطح کشور و جهان مطابقت دارد(۱۵,۳۲,۳۳). در مطالعات انجام شده در کشور آمریکا(۳۲) و انگلستان(۳٤) سطح مواجهه با سیلیس کریستالی در صنعت کاشی و سرامیک به ترتیب ۰/۰۳٦ mg/m^3 و ۰/۰۹ گزارش شده است که این امر، نشان از سطح بالای مواجهه در کشور ما نسبت به کشورهای پیشرفته می‌باشد.

نتایج ارزیابی خطر نشان می‌دهد که بالاترین سطح خطر، مربوط به واحدهای سنگ‌شکن، پرس، بالمیر، اسپری و تولید لعاب می‌باشد. مطالعات کمی در ارتباط با ارزیابی میزان مواجهه با سیلیس کریستالی در صنعت کاشی و سرامیک انجام شده است. همچنین تا زمان انجام مطالعه حاضر، در ارتباط با ارزیابی خطر کمی مواجهه با سیلیس کریستالی در صنایع کاشی و سرامیک، مطالعه‌ای انجام نشده بود.

خطر بالا نشان‌دهنده احتمال بیشتر بروز اثرات نامطلوب بهدشتی ناشی از تماس با سیلیس کریستالی است. لذا احتمال می‌رود افراد شاغل در واحدهای پرخطر، بیشتر دچار عوارض نامطلوب بهداشتی از جمله سیلیکوزیس، سرطان ریه و دیگر عوارض تنفسی شوند.

شواهد موجود در پرونده‌های پزشکی کارگران، دال بر بروز سه مورد بیماری سیلیکوزیس در واحدهای پرخطر است که علاوه بر تایید نتایج مطالعه، اهمیت انجام مطالعات بیشتر در صنایع تولید کاشی و سرامیک و انجام اقدامات کنترلی در جهت کاهش مواجهه را نشان می‌دهد. بر این اساس با توجه به بالابودن سطح مواجهه در صنعت مورد بررسی، طراحی مجدد، بهینه‌سازی و نگهداری مطلوب سیستم‌های تهویه عمومی و موضعی، اجتناب از ریخت و پاش مواد اولیه به ویژه در واحد تولید لعاب، استفاده از اسپری آب جهت شستشوی کف و سطوح، اجتناب از تمیز کردن تجهیزات به وسیله هوای فشرده و به جای آن استفاده از آب و سیستم‌های مکنده صنعتی، اجرای برنامه‌های حفاظت تنفسی، آموزش و انجام معاینات پزشکی سالیانه جهت تشخیص و درمان به موقع بیماری، پیشنهاد می‌گردد. در ضمن ارزیابی دوره‌ای میزان مواجهه و تعیین سطح خطر کمی جهت پایش روند مواجهه و کارایی سیستم‌های کنترلی با تاکید ویژه بر

Archive of SID

www.SID.ir

واحدهای سنگ‌شکن، پرس، بالمیر، اسپری و تولید لعاب ضروری می‌باشد.

نتیجه‌گیری

میزان مواجهه با سلیس کریستالی و سطح خطر در واحدهای سنگ‌شکن، پرس، بالمیر، اسپری و تولید لعاب بالاست. لذا انجام اقدامات کنترل مواجهه شامل کنترل‌های فنی و مهندسی، اقدامات مدیریتی، پایش دوره‌ای هوای محیط کار، اجرای برنامه‌های حفاظت تنفسی در کنار معاینات پزشکی سالیانه و انجام ارزیابی مجدد تا کاهش سطح خطر به حد قابل قبول، ضروری می‌باشد.

تقدیر و تشکر

نویسندگان این مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را از مدیریت و کارشناسان واحد HSE صنعت مورد مطالعه، ابراز می‌دارند.

منابع

1. NIOSH. NIOSH alert: Request for assistance in preventing silicosis and deaths in construction workers. Cincinnati, Ohio: NIOSH; 2003. DHHS publication 92-102
2. NIOSH. Hazard Review: Health effects of occupational exposure to respirable crystalline silica 2002. Department of Health and Human Services. Centers for Disease Control and Prevention. National Institute for Occupational Safety and Health, USA. Available from: URL:http://www. cdc. gov/ niosh. Accessed July 25, 2011
3. Mossman BT, Churg A. Mechanisms in the pathogenesis of asbestosis and silicosis. Am J Respir Crit Care Med, 1998; 157 (5 pt 1): 1666-80
4. Heppleston AG. Pathogenesis of mineral pneumoconiosis, in In: Parkes WR, ed. Occupational lung disorders. 3rd ed. London: Butterworth-HeinemanPublishers: 1994: 100-34
5. OSHA. Quartz and cristobalite in workplace atmospheres: Method ID- 142. Salt Lake City, UT: U.S. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration, 1996. Available from: https://www.osha.gov/dts/sltc/methods/inorganic/id142/id142.pdf. Accessed July 25, 2011
6. National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH). A guide to working safety with silica: if it's silica, it's not just 1997. Available from: http://www.cdc. gov/niosh/ pdfs/ silicax.pdf. Accessed July 25, 2011
7. Kane F. The campaign to end silicosis. Job Safety Health Q. 1997; 8: 16-9
8. Forastiere F, Goldsmith DF, Sperati A, Rapiti E, Miceli M, Cavariani F, et al. Silicosis and lung function decrements among female ceramic workers in Italy. Am J Epidemiol 2002;156 (9):851-6
9. Weill H, Jones RN, Parkes WR. Silicosis and related diseases. In: Parkes WR editor. Occupational lung disorders. 3rd ed. Oxford: Butterworth-Heinemann; 1994: 285-339
10. Centers for Disease Control and Prevention (CDC) Silicosis mortality, prevention and control-United States, 1968–2002. MMWR: Morb Mortal Wkly Rep 2005;54: 401-5
11. IARC. Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume 68 (1997). Silica, Some Silicates, Coal Dust and para-Aramid Fibrils. Available from: http://monographs. iarc. fr/ ENG/ Monographs/ vol68/ mono68.pdf. Accessed July 16, 2011
12. Azari MR, Rokni M, Salehpour S, MehrabiY, Jafari MJ, Moddeli AN, et al. Risk assessment of workers exposed to crystalline silica aerosols in the east zone of Tehran. Tanaffo 2009; 8(3): 43-50. [Persian]
13. Golbabaie F, Barghi M, Sakhae M. Evaluation of workers exposure to total, rispirable and silica dust and related health symptoms in Senjedak stone quarry. Iran Industrial Health J 2004; 42 (1): 19-33. [Persian]

Archive of SID

www.SID.ir

14. Mohammadin M, Rokni M, Eslami SH, Fazeli A. Assessment of workers' exposure to crystalline silica dust in Mazandaran provinc industry. mazums j, 2012; 22(88): 18-24. [Persian]
15. Mohammadian M, Rokni M, Yusefinejad R. Occupatinal exposure to respirable crystalline silica in the Iranian mazandaran province industry workers. Arh Hig Rada Toksikol 2013;64:139-43.[Persian]
16. Dehghan HA, Rzavizadeh ND. Survey of free silica level in the workers' breathingzone in the Qazvin glass factory using X-ray diffraction. Iranian J Public Health 1999;4(1): 121-32 [Persian]
17. Naghizadeh A, Mahvi AH, Jabari H, Dadpour AR, Karimi M. Determination the level of dust and free silica in air of khaf Iran Stone Quarries. Iranian J Health Environ2008; 1(1): 37-44. [Persian]
18. Banks DE, Parker JE. Occupational Lung Disease: An International Perspective. London: Chapman &Hall; 1998: 21-44
19. Janko M, Crae R.E, Donnell F, Astria R J. Occupational exposure and analysis of microcrystalline cristobalite in mullite. Am Hyg Ass, 1989; 50(4): 60-5
20. Mils WJ. The measurement of crystalline silica. Review paper on analytical methods.AIHA J 1999; 60:396-402
21. Shulman SA, Groff JH, Abell M. Performance of laboratories measuring silica in theproficiency analytical testing program. AIHA J 1992; 53: 49-56
22. NIOSH. Paticulates not otherwise regulated, respirable: Method 0600. In: NIOSH Manual of Analytical Methods 2003; 4thed.3nd Suppl. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, Publication No. 2003-154
23. NIOSH. Paticulates not otherwise regulated, total: Method 0500. In: NIOSH Manual of Analytical Methods 2003; 4thed.3nd Suppl. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, Publication No. 2003-154
24. NIOSH. Crystalline Silica, by XRD: Method 7500. In: NIOSH Manual of Analytical Methods 2003; 4thed.3nd Suppl. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, Publication No. 2003-154
25. Garyc A, Samimi B, Ziskind M, Weill H. X-raydiffraction determination of alpha-quartz in respirable and total dust sample from sand-blasting operation. J.Am Ind Hyg Assoc1974; 35(11):711-17
26. ITCOH. Allowable Occupational Exposure. Tehran: Iranian Technical Committee of Occupational Health: 2012: 65. [Persian]
27. ACGIH. Threshold Limit Values for chemical substances and physical agents and Biological Exposure Indices. Cincinnati Ohio: American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 2008: 51
28. Minisity of Manpower, O.S.A.H.D. A semi - quantitative method to asess occupational exposure to harmful chemicals. Singapore. 2005
29. Golbabaie F, Fahighi A, Ebrahimnezhad P, Baneshi MR, Taklo H, Shokri AR, et al._Assessment of occupational exposure to the respirable fraction of cement dust and crystalline silica. mrj. 2013; 2 (5): 17-28. Available from: URL http:// jhsw. tums. ac. ir/ browse. php? a_code = A-10-25-35&slc_ lang =fa&sid= 1. [Persian]
30. Kakooei H, Mosavi S, Panahi D, Azari M, Hossini M. Assessment of occupational exposure to total dust and crystalline silica in construction workers of metro, Tehran. mrj. 2012; 1(1):25-30. [Persian]

Archive of SID

www.SID.ir

31. Aliabadi M, Bahrami A, Mahjub H, Ghorbani F, Barghi M.A, Golbabaie F. Evaluation of Free Silica Emission in Ambient Air of Stone Crushing in Azandarian Area of Hamadan State by Using of X-Ray Diffraction Method. UMSA J 2007;14(45):67-73. [Persian]
32. Abdiaziz Y, Francis Y , Rex T. Occupational Exposure to Crystalline Silica Dust in the United States,1988–2003. Environmental Health Perspectives 2005; 113(3): 255-60
33. Montart E, Ibanez M.J, Gorbonow B, Escrig A, Jackson P, Carldge D, etal. Respirabl crystalline silica in the ceramics industries sampling, exposure and toxicology.DKG 2008;12: 36-42
34. Brown TP, Rushton L. Mortality in the UK industrial silica sand industry: 2. A retrospective cohort study. OccupEnviron Med 2005; 62(7): 446- 52

Archive of SID

www.SID.ir