Archive of SID

Journal of Research in Environmental Health

Volume 3, Issue 2, Sammer 2017

Risk assessment of occupational exposure to cement inhalable particles and recommendation of control strategies in a cement factory

Mahmoud Mohammadyan
PhD of Air Pollution, Associate Professor, Health Sciences Research Center, School of Health, Mazandaran University of Medical Science, Sari, IRAN.

Milad Pouransari
* M.Sc, Department of Occupational Health, School of Health, Mazandaran University of Medical Science, Sari, IRAN. (Corresponding Author);
miladpouransari@gmail.com

Rezaali Mohammadpour
Associate Professor, Department of Biostatistics, Health Sciences Research Center, School of Health, Mazandaran University of Medical Science, Sari, IRAN.

Raziye Yoosefinejad
B.C. Department of Occupational Health, Student Research Committee, Mazandaran University of Medical Science, Sari, IRAN.

Shahram eslami
Ph.D. student of pharmaceutical chemistry, Faculty of Pharmacy, Mazandaran University of Medical Science, Sari, IRAN.

Received: 1 August 2017
Accepted: 1 September 2017

ABSTRACT

Introduction: Exposure to respirable cement dust cause some adverse health effects on exposed workers. The aim of this study was to assess the risk of occupational exposure to respirable cement dust for a cement factory's workers and recommend controlling methods to reduce the risk of exposure.

Materials and methods: The 0600 standard method of NIOSH was applied to evaluate workers' exposure to cement respirable particles using a personal sampling pump, a cyclone and a filter. For risk assessment of cement respirable particles, a standard method which provided by the Institute of the occupational health and Safety in Singapore was used. Finally, the risk level of exposure to respirable cement particles was assessed.

Results: The results of this study showed that most workers employed in various worksites of the cement production were exposed to dust higher than the OEL recommended by the Technical Committee of occupational health in Iran, and the TLV recommended by ACGIH. Exposure risk assessment in different parts of cement factory showed a moderate risk level for all worksites.

Conclusions: Employees who were working in different worksites of the plant were exposed to risk of cement respirable particles. Thus, the control methods of exposure to particles are suggested.

Document Type: Research article

Keywords: chemical risk assessment, occupational exposures, cement production industry, cement respirable particles.

▶ **Citation:** Mohammadian M, Pouransari M, Mohammadpour Tahamtan R, Yousefinezhad R, Eslami SH. Risk assessment of occupational exposure to cement inhalable particles and recommendation of control methods in a cement factory. *Iranian Journal of Research in Environmental Health*.Summer 2017;3 (2) : 142-149.

www.SID.ir

Archive of SID

ارزیابی خطر مواجهه شغلی با ذرات قابل استنشاق سیمان و ارائه راهکارهای کنترلی در یک کارخانه سیمان

چکیده

زمینه و هدف: مواجهه با ذرات قابل استنشاق سیمان منجر به عوارضی در کارگران مواجهه یافته می‌شود. مطالعه حاضر با هدف ارزیابی خطر مواجهه شغلی کارگران با گردوغبار قابل استنشاق در یک کارخانه تولید سیمان و ارائه راهکارهایی در جهت کاهش خطر مواجهه با گردوغبار انجام شد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه مواجهه تمام کارگران شاغل در بخش‌های مختلف تولید با ذرات قابل استنشاق سیمان بر اساس روش استاندارد شماره ۰۶۰۰ ارائه شده توسط انستیتوی ملی بهداشت و ایمنی شغلی آمریکا و با استفاده از پمپ نمونه‌بردار فردی و سیکلون و فیلتر مورد ارزیابی قرار گرفت. به منظور ارزیابی خطر بهداشتی ذرات قابل استنشاق سیمان از روش ارائه شده توسط انستیتو ایمنی و بهداشت شغلی سنگاپور استفاده شد. در نهایت سطح خطر برای مواجهه با ذرات قابل استنشاق سیمان به‌دست آمد.

یافته‌ها: نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که اغلب کارگران شاغل در بخش‌های مختلف تولید سیمان با گردوغبار بیش از استاندارد تعیین شده توسط کمیته فنی بهداشت حرفه ای کشور ایران و استاندارد توصیه شده توسط مجمع دولتی متخصصین بهداشت صنعتی آمریکا مواجهه دارند. بر اساس ارزیابی خطر قسمت‌های مختلف تولید سیمان، سطح ریسک در همه بخش‌ها در حد متوسط بود.

نتیجه‌گیری: کارکنان شاغل در بخش‌های مختلف کارخانه در معرض ریسک ناشی از ذرات قابل استنشاق سیمان قرار دارند و به همین دلیل راهکارهای کنترل مواجهه با ذرات پیشنهاد می‌شود.

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

کلید واژه‌ها: ارزیابی ریسک شیمیایی، ذرات قابل استنشاق سیمان، صنعت تولید سیمان، مواجهه شغلی

محمود محمدیان
دکترای تخصصی آلودگی هوا، دانشیار، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران.

میلاد پورانصاری
کارشناس ارشد، گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران.
(نویسنده مسئول):
miladpouransari@gmail.com

رضا علی محمدپور تهمتن
دانشیار، گروه آمار زیستی، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران.

راضیه یوسفی نژاد
کارشناس، گروه بهداشت حرفه‌ای، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران.

شهرام اسلامی
دانشجوی دکترای شیمی دارویی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۵/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۶/۱۰

◀ **استناد:** محمدیان م، پورانصاری م، محمدپور تهمتن ر، یوسفی‌نژاد ر، اسلامی ش. ارزیابی خطر مواجهه شغلی با ذرات قابل استنشاق سیمان و ارائه راهکارهای کنترلی در یک کارخانه سیمان. *فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط*. تابستان ۱۳۹۶؛۳ (۲): ۱۴۲-۱۴۹.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

افراد در زندگی روزمره و به‌خصوص در محیط کار خود با مواد شیمیایی مختلفی مواجهه دارند (۱). برخی از این مواد شیمیایی دارای خطرهای بهداشتی بالقوه زیادی برای سلامتی بوده و مواجهه با آنها می‌تواند اثرات مضر مختلفی بر روی سلامتی کارگران داشته باشد. اثرات بهداشتی ناشی از مواجهه با این مواد شیمیایی به‌صورت حاد یا مزمن، سیستمیک یا موضعی و برگشت‌پذیر یا غیر قابل برگشت بروز می‌کند (۲). با توجه به ماهیت صنعت سیمان عوامل زیان‌آور شیمیایی و سایر عوامل محیطی سلامتی شاغلین را تهدید می‌کند. ذرات قابل استنشاق سیمان در طی فرآیندهای تولید و بسته‌بندی سیمان وارد سیستم تنفسی کارگران مواجهه یافته شده و وارد ریه کارگران می‌شوند. میزان سمیت و آثار زیان‌بار ناشی از ذرات سیمان به نوع و ترکیب ذرات، اندازه ذرات و همچنین غلظت ذرات بستگی دارد (۳). گردوغبار سیمان علاوه بر اینکه یک آلاینده شیمیایی زیان‌آور محیط کار به حساب می‌آید، باعث ایجاد مشکلاتی برای محیط زیست نیز می‌شود و همچنین در صنایع ساختمانی نیز به عنوان یک عامل زیان‌آور شیمیایی برای کارگران ساختمانی شناخته می‌شود (۴، ۵). گردوغبار سیمان می‌تواند باعث ایجاد عوارض تنفسی و پوستی شود. بر اساس تحقیقات انجام شده در ترکیب سیمان ترکیبات قلیایی نظیر آهک (اکسید کلسیم) که خورنده بافت و نسوج بدن انسان است، مقادیر بسیار اندک سیلیس بلوری که باعث از بین رفتن پوست بدن شده و به شش‌های انسان آسیب وارد می‌کند و مقادیر اندک کروم که می‌تواند موجب حساسیت‌های آلرژیک شود، وجود دارند. کروم موجود در سیمان می‌تواند باعث درماتیت تماسی آلرژیک شود. تماس با ذرات معلق سیمان در هوا می‌تواند باعث آسیب و تحریک در چشم‌ها شود. همچنین تنفس گردوغبار سیمان می‌تواند باعث تحریک مجاری تنفسی گردد (۶). مطالعات اخیر کاهش ظرفیت‌های ریوی، بروز سرطان حنجره و سرطان معده را در کارگران صنعت سیمان گزارش کرده‌اند (۷، ۸).

برای رسیدن به اهداف بهداشتی در جهت حفظ و صیانت از نیروی کار، لازم است مواجهه افراد با مواد شیمیایی و خطرهای ناشی از این مواد مورد بررسی قرار گیرد (۹). همچنین برای تصمیم‌گیری در مورد اقدامات کنترلی و حفاظت کارکنان در برابر عوارض سوء ناشی از مواد شیمیایی، لازم است خطرات بهداشتی ناشی از مواجهه با این مواد به‌طور اختصاصی مورد ارزیابی قرار گیرد (۱۰، ۱۱).

با توجه به کثرت صنایع سیمان موجود در کشور و تعداد زیاد کارگران شاغل در صنایع تولید سیمان و دیگر صنایعی که سیمان مصرف می‌کنند، مطالعه حاضر با هدف ارزیابی ریسک نیمه کمی مواجهه با گردوغبار قابل استنشاق سیمان در یک کارخانه سیمان در استان خراسان رضوی انجام شد.

روش کار

برای انجام این مطالعه پس از دریافت رضایت‌نامه کتبی از کارگران، تعداد ۷۰ نمونه ذرات قابل استنشاق سیمان به‌صورت سرشماری از منطقه تنفسی آن‌ها که در بخش‌های مختلف کارخانه سیمان کار می‌کردند، گرفته شد. نمونه‌گیری در شرایط آب و هوایی سرد و گرم و در مدت ۳ ماه (از اسفند ۱۳۹۵ تا اردیبهشت ۱۳۹۶) از بخش‌های بارگیرخانه (۲۴ نمونه)، آسیاب سیمان (۱۲ نمونه)، کوره و گریت کولر (۸ نمونه)، سیلوی کلینکر برگشتی (۲ نمونه)، آسیاب مواد (۸ نمونه)، سالن خاک (۴ نمونه) و معدن و سنگ شکن (۱۲ نمونه) گرفته شد. جهت جمع‌آوری ذرات قابل استنشاق از روش استاندارد شماره ۰۶۰۰ ارائه شده توسط انستیتوی ملی بهداشت و ایمنی شغلی آمریکا استفاده شد. برای جداکردن ذرات قابل استنشاق و تعیین وزنی ذرات، از یک سیکلون آلومینیومی (مدل SKC Aluminum Cyclone ساخت کشور انگلستان) با هواگذر ۲/۵ L/min و پمپ‌های SKC ساخت کشور انگلستان استفاده شد. برای جمع‌آوری ذرات قابل استنشاق از یک فیلتر غشایی PVC با قطر ۳۷ mm و پورسایز ۲ µm استفاده شد. قبل از انجام نمونه‌برداری، پمپ‌ها

www.SID.ir

Archive of SID

کالیبره شدند و فیلترها برای مدت ۲۴ h در داخل دسیکاتور قرار گرفته و خشک شدند و سپس توسط یک ترازوی حساس با دقت ۱ µg (Sartorius ME 5 ساخت کشور آلمان) وزن شدند. برای ثابت نگه داشتن دبی در طول مدت نمونه‌برداری از اوریفیس بحرانی استفاده شد. نمونه‌برداری به‌صورت مداوم و در طول یک شیفت کاری (حدود ۴۸۰ min) ادامه داشت. برای حذف خطاهای نمونه‌برداری و آنالیز به ازای حدود هر ۹ نمونه یک فیلتر شاهد در نظر گرفته شد و تمام مراحل کار به جز نمونه‌برداری از هوا روی آنها انجام شد. قبل از توزین، فیلترهای نمونه و شاهد در کاست مخصوص قرار داده و پس از رطوبت‌گیری در دسیکاتور، فیلترها دوباره وزن و تفاوت وزن اولیه و ثانویه به عنوان وزن ذرات قابل استنشاق ثبت شد. برای تعیین حجم هوای نمونه‌برداری شده زمان نمونه‌برداری در دبی نمونه‌برداری ضرب شده و با استفاده از میانگین دمای هوا در هنگام نمونه‌برداری و فشار هوای کارگاه تصحیحات لازم انجام شد تا حجم هوای استاندارد تعیین شود. در آخر طبق فرمول زیر غلظت ذرات در حجم هوای نمونه‌برداری شده و در نهایت میزان مواجهه کارگران در شرایط استاندارد تعیین گردید.

$$C = \frac{(W_2 - W_1) - (B_2 - B_1)}{V} \times 10^3 \, (mg/m^3)$$

در رابطه بالا C غلظت ذرات قابل استنشاق سیمان در منطقه تنفسی کارگران، W۱ و W۲ وزن فیلترهای نمونه به ترتیب قبل و بعد از نمونه‌برداری، B۱ و B۲ وزن فیلترهای شاهد به ترتیب قبل و بعد از نمونه‌برداری و V حجم نمونه هوا در شرایط استاندارد است (۱۲).

اطلاعات لازم برای ارزیابی نمونه‌ها و همچنین سایر اطلاعات لازم در فرم‌ها و پرسشنامه‌ای که برای همین کار طراحی شده بود، ثبت گردید و داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS ۲۲، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

پس از شناسایی و ارزیابی هر بخش تولیدی و نمونه‌برداری از آن مرحله یا بخش، جهت ارزیابی ریسک مواجهه با مواد شیمیایی (گرد و غبار قابل استنشاق) از روش دپارتمان بهداشت حرفه‌ای سنگاپور استفاده شد. این روش شامل رتبه‌بندی و اولویت‌بندی خطرات می‌شود.

ارزیابی ریسک در ۴ مرحله تعیین درجه خطر (Hazard Rate)HR، تعیین درجه مواجهه ER (Exposure Rate)، تعیین ریسک R (Risk) و تعیین رتبه ریسک RR (Risk Rating) انجام شد. درجه خطر با توجه به اثرات سمی ذرات سیمان به‌دست آمد. برای تعیین درجه مواجهه با استفاده از اطلاعات موجود در رابطه با اندازه‌گیری غلظت مواد شیمیایی موجود (گردوغبار قابل استنشاق) عمل شد. جهت تعیین سطح ریسک یا نمره ریسک با توجه به درجه خطر مواد شیمیایی و درجه مواجهه از رابطه شماره ۱ روبرو استفاده شد.

رابطه شماره ۱ $\text{Risk Level}=(HR\times ER)^{1/2}$

درجه خطر (HR) با توجه به اثرات سمی سیمان و خصوصیات سیمان پورتلند با استفاده از جدول ۱، عدد ۲ به‌دست آورده شد. برای به‌دست آوردن ضریب مواجهه نیز ابتدا متوسط وزنی - زمانی هفتگی مواجهه (E) را در هر یک از بخش‌های کارخانه با توجه به فرمول $E = \frac{F.D.M}{W}$ محاسبه شد که در آن F تعداد مواجهه در هفته که در اینجا ۶ روز مواجهه در هفته وجود داشت و D متوسط زمان در هر مواجهه که به طور متوسط روزانه ۸ h بود، M میزان غلظت مواجهه بر حسب mg/m^3 (میانگین غلظت کلی در بخش‌های مختلف کارخانه) که در جدول ۴ آورده شده است و W متوسط زمان کاری در هفته است که با توجه به استاندارد تماس ۴۰ h کار در هفته در نظر گرفته شد.

در مرحله بعد، از تقسیم متوسط وزنی - زمانی هفتگی بر مقادیر مواجهه مجاز (E/OEL) که توسط کمیته فنی بهداشت حرفه‌ای ایران برای سیمان پورتلند mg/m^3 ۱ تعیین شده است (۱۳). با استفاده از جدول ۲ میزان درجه مواجهه (ER) برای ذرات قابل استنشاق سیمان در هر بخش از کارخانه به‌دست آمد. پس از محاسبه درجه مواجهه و درجه خطر، نمره ریسک با توجه به فرمول $\text{Risk}=(HR\times ER)^{1/2}$ برای هر بخش از کارخانه محاسبه

www.SID.ir

Archive of SID

شد و در نهایت رتبه ریسک (RR) تعیین شد. در نهایت پس از مشخص شدن نمره ریسک به منظور طراحی اقدامات کنترلی، رتبه‌بندی ریسک با توجه به جدول ۳ صورت گرفت (۱۰).

جدول ۱. تعیین درجه خطر از طریق اثرات سمی یا عوارض زیان‌آور شیمیایی (۱۴).

درجه ی خطر	توصیف اثرات مواد شیمیایی در تقسیم بندی مخاطرات مواد شیمیایی
۱	موادی که هیچ گونه اثرا بهداشتی شناخته شده ای ندارند و به عنوان مواد سمی یا زیان آور طبقه بندی نشده اند. موادی که سازمان ACGIH آن ها را در طبقه A۵ سرطانزاها قرار داده است.
۲	موادی که اثر برگشت پذیر روی پوست، چشم و غشای مخاطی دارند ولی اثراتشان آنقدر شدید نیست که بتواند اختلال جدی بر انسان ایجاد نماید. موادی که سازمان ACGIH آن ها را در طبقه A۴ سرطانزاها قرار داده است. موادی که سبب ایجاد حساسیت و نحریک در پوست می شوند.
۳	موادی که احتمالا برای انسان یا حیوان سرطانزا یا موتاژن هستند ولی اطلاعات کافی در این مورد وجود ندارد. موادی که سازمان ACGIH آن ها را در طبقه A۳ سرطلنزاها قرار داده است. موادی که سازمان IARC آن ها را در گروه B۲ قرار داده است. مواد خورنده (۳>PH>۵ یا ۹>PH>۱۲) و مواد حساس کننده دستگاه تنفسی و ....
۴	موادی که امکان سرطانزایی، موتاژن (جهش ژنی)، تراتوزن (ناقص الخلقه زایی) آن ها بر طبق مطالعات انجام شده روی حیوانات بیشتر از دسته ی قبلی است. موادی که سازمان ACGIH آن ها را در طبقه A۲ سرطانزاها قرار داده است. گروه A۲ در طبقه بندی IARC . مواد سمی خیلی خورنده (۰>PH>۲ یا ۱۱,۵>PH>۱۴).
۵	موادی که اثر سرطانزایی، موتاژنی (ایجاد جهش ژنی) و تراتوژنی (ناقص الخلقه زایی) آن ها شناخته شده است. موادی که سازمان ACGIH آن ها را در طبقه A۱ سرطانزاها قرار داده است. گروه ۱ در طبقه بندی IARC. مواد شیمیایی خیلی سمی.

جدول ۲. تعیین ضریب مواجهه ER (۱۰).

درجه مواجهه (ER)	E/OEL
۱	<۰/۱
۲	۰/۱-۰/۵
۳	۰/۵-۱/۰
۴	۱/۰-۲/۰
۵	۲/۰≤

جدول ۳. رتبه‌بندی ریسک با توجه به نمره ریسک (۱۰)

نمره ریسک (R)	رتبه ریسک
۰-۱/۷	ناچیز
۱/۷-۲/۸	کم
۲/۸-۳/۵	متوسط
۳/۵-۴/۵	زیاد
۴/۵-۵	خیلی زیاد

یافته‌ها

به‌طور کلی ۲۴۰ نفر در این کارخانه مشغول به کار بودند که از این تعداد ۷۰ کارگر مستقیماً در خط تولید و بقیه در قسمت‌های اداری و سایر بخش‌های کارخانه مشغول فعالیت بودند. میانگین سنی افراد ۳۶/۳ سال و سابقه کار آن‌ها ۸ سال بود. از ۷۰ نمونه گرفته شده، تعداد ۵۰ نمونه آن در فصل بهار و تعداد ۲۰ نمونه آن در فصل زمستان گرفته شدند.

غلظت ذرات قابل استنشاق سیمان در منطقه تنفسی کارگران در بخش‌های مختلف کارخانه سیمان در جدول ۴ آورده شده است. بیشترین تعداد کارگران مواجهه یافته در بخش بارگیرخانه و کمترین تعداد آن‌ها در بخش سیلوی کلینکر برگشتی به کار مشغول بودند. بیشترین میانگین غلظت ذرات قابل استنشاق در بخش آسیاب سیمان (۹/۳ mg/m^3) و کمترین میانگین مربوط به بخش سنگ‌شکن و معدن (۱/۸ mg/m^3) بود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴. غلظت ذرات قابل استنشاق سیمان در منطقه تنفسی کارگران در بخش‌های مختلف کارخانه سیمان (mg/m۳)

بخش کارخانه	تعداد کارگران	میانگین غلظت (mg/m۳)	انحراف معیار (mg/m۳)
بارگیرخانه	۲۴	۳/۶	۳/۰
آسیاب سیمان	۱۲	۹/۳	۹/۳
آسیاب مواد	۸	۲/۱	۱/۹
کوره و گریت کولر	۸	۲/۴	۱/۷
سیلوی کلینکر برگشتی	۲	۴/۲	۳/۵
سنگ شکن و معدن	۱۲	۱/۸	۱/۵
سالن خاک	۴	۲/۰	۲/۸
کل	۷۰	۳/۹	۵/۰

جدول ۵ نتایج ارزیابی ریسک در بخش‌های مختلف کارخانه سیمان را نشان می‌دهد. با توجه به میانگین غلظت ذرات در بارگیر خانه (۳/۶ mg/m۳) و متوسط مواجهه افراد در یک روز در این بخش و بخش‌های دیگر کارخانه (۸ h) و درجه خطر برای ذرات سیمان که با استفاده از جدول ۱ به میزان ۲ برآورد شد، در نهایت رتبه ریسک این بخش متوسط برآورد گردید. میانگین غلظت در آسیاب سیمان (۹/۳ mg/m۳)، آسیاب مواد (۲/۱ mg/m۳)، کوره و گریت کولر (۲/۴ mg/m۳)، سیلوی کلینکر برگشتی (۴/۲ mg/m۳)، سنگ‌شکن و معدن (۱/۸ mg/m۳) و سالن خاک (۲/۰ mg/m۳) و رتبه ریسک این بخش‌ها، متوسط برآورد شدند. با توجه به نتایج به‌دست آمده، از آنجا که غلظت ذرات سیمان در تمامی بخش‌ها بیشتر از ۲ mg/m۳ بود و در نتیجه نسبت میانگین ذرات در تمام بخش‌ها تقسیم بر OEL-TWA از ۲ بیشتر می‌شود، در نتیجه درجه مواجهه در تمام موارد ۵ به‌دست آمد و با توجه به اینکه نوع گردوغبار سیمان است، HR نیز در همه موارد عدد ۲ به‌دست آمد، در نتیجه در تمام موارد رتبه ریسک برای همه بخش‌ها متوسط به‌دست آمد.

جدول ۵. نتایج ارزیابی ریسک بخش‌های مختلف کارخانه

بخش کارخانه	درجه خطر (HR)	متوسط وزنی - زمانی هفتگی مواجهه (E)	E/OEL	درجه مواجهه (ER)	نمره ریسک (R)	طبقه‌بندی ریسک (RR)
بارگیرخانه	۲	۴/۳۲	۴/۳۲	۵	۳/۱۶	متوسط
آسیاب سیمان	۲	۱۱/۱۶	۱۱/۱۶	۵	۳/۱۶	متوسط
آسیاب مواد	۲	۲/۵۲	۲/۵۲	۵	۳/۱۶	متوسط
کوره و گریت کولر	۲	۲/۸۸	۲/۸۸	۵	۳/۱۶	متوسط
سیلوی کلینکر برگشتی	۲	۵/۰۴	۵/۰۴	۵	۳/۱۶	متوسط
سنگ شکن و معدن	۲	۲/۱۶	۲/۱۶	۵	۳/۱۶	متوسط
سالن خاک	۲	۲/۴	۲/۴	۵	۳/۱۶	متوسط

بحث

میزان غلظت گردوغبار قابل استنشاق سیمان پورتلند در همه بخش‌های کارخانه بالاتر از حد استاندارد تعیین شده توسط کمیته فنی بهداشت حرفه‌ای ایران و همچنین سازمان ACGIH بود (mg/ m۳ ۱) (۱۳، ۱۵). بالاترین میزان گردوغبار در بخش آسیاب سیمان حدود ۹ برابر حد مواجهه شغلی و کمترین آن مربوط به بخش سنگ شکن و معدن و معادل ۱/۸ برابر حد مجاز بود که این میزان مواجهه با ذرات قابل استنشاق سیمان پورتلند از حد استاندارد کمیته فنی بهداشت حرفه‌ای ایران (۱ mg/m۳) بیشتر بود.

در مطالعه Mirzaee و همکاران (۲۰۰۸) در سیمان خاش و همچنین Neghab و Choubineh(۲۰۰۷) در سیمان فارس، گردوغبار قابل استنشاق سیمان در کارخانه‌های سیمان بیشتر از حد مجاز استاندارد بود که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی داشت (۱۶، ۱۷).

در مطالعه حاضر میانگین غلظت ذرات قابل استنشاق در قسمت آسیاب سیمان بیشتر از دیگر بخش‌ها بود که این میزان نسبت به مطالعه Hazrati و همکاران (۲۰۰۹) (mg/m۳ ۲۴/۶) کمتر بود (۱۸). در مطالعه Golbabaei و همکاران

www.SID.ir

Archive of SID

(۲۰۱۲) غلظت ذرات قابل استنشاق در بخش‌های آسیاب سیمان و آسیاب مواد از سایر بخش‌ها بیشتر بود که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت داشت (۱۹).

غلظت گردوغبار قابل استنشاق در مطالعه حاضر نسبت به غلظت گردوغبار قابل استنشاق در مطالعه Mwaiselage و همکاران (۲۰۰۵) که در کشور تانزانیا انجام شد (mg/m^3 ۱/۸-۳۸/۶) کمتر بود (۲۰).

سیمان ماده‌ای است که می‌تواند باعث تحریک پوست شود و همچنین مطالعات مختلف نشان داده‌اند که گردوغبار سیمان می‌تواند بر روی ریه‌ها تأثیر منفی بگذارد و فاکتورهای اسپیرومتری نظیر FEV1/FVC ، FEF25-75 ،FEV1 و FVC را کاهش دهد و اکثراً این اثرات شدید نبوده و قابل برگشت بوده و دائمی نمی‌باشند و با قطع مواجهه، اثرات آن کاهش می‌یابد (۶، ۲۱، ۲۲). با توجه به موارد فوق، درجه خطر سیمان در این مطالعه ۲ در نظر گرفته شد.

به علت پایین بودن درجه خطر برای سیمان (HR=۲)، ریسک مواجهه با گردوغبار قابل استنشاق سیمان برای تمامی بخش‌های کارخانه در رتبه متوسط طبقه‌بندی شد. عدم وجود سیستم تهویه مناسب و کارآمد، ریخت‌وپاش مواد در هنگام تمیزکاری و نظافت، فرسودگی ماشین‌ها و عدم کارایی سیستم‌های پالاینده در کارخانه و عوامل محیطی مؤثر مانند وزش باد از سمت مناطق کویری و خشک در هوای گرم و خشک برای بخش‌هایی از کارخانه که سیستم تهویه طبیعی دارند، می‌تواند توضیح مناسبی برای بالا بودن غلظت ذرات قابل استنشاق و در نتیجه رتبه ریسک متوسط برای این بخش‌ها باشد. در راستای نتایج حاصل از این مطالعه، در مطالعه jouze و همکاران (۲۰۱۵) که در کارخانه سیمان شمال با استفاده از تکنیک ارزیابی ریسک ویلیام فاین انجام شد، مواجهه با گردوغبار سیمان دارای ریسک متوسط (M) بود (۲۳). اگرچه روش ارزیابی ریسک نیمه کمی ارائه شده توسط دپارتمان بهداشت حرفه‌ای سنگاپور روشی مناسب جهت اولویت‌بندی اقدامات کنترلی است و مطالعات مختلف انجام شده گویای این مورد است (۹، ۱۴)، اما هر روشی نقاط قوت و ضعف مخصوص به خود را دارد.

نتیجه‌گیری

کارگران کارخانه سیمان به دلیل غلظت بیش از حد مواجهه شغلی ذرات قابل استنشاق سیمان در معرض ریسک به میزان متوسط هستند. اگرچه خطر مواجهه با ذرات سیمان برای کارگران بخش‌های مختلف متوسط می‌باشد، ولی باید توجه داشت که برخی از کارگران مشغول به کار در بخش آسیاب سیمان در مواجهه بیشتری نسبت به دیگر قسمت‌های کارخانه هستند. بنابراین می‌توان موارد زیر را جهت کاهش رتبه ریسک انجام داد:

۱. کاهش مدت زمان مواجهه با به‌کارگیری روش‌های مدیریتی یا روش‌های دیگر.
۲. استفاده از تهویه مناسب و کارآمد.
۳. استفاده از وسایل حفاظت فردی به ویژه ماسک مخصوص ضد گردوغبار.
۴. در معاینات بدو استخدام دقت شود تا کارگرانی که مشکل تنفسی دارند در بخش آسیاب سیمان به کار گرفته نشوند.
۵. استفاده از تهویه مناسب در وسایل ترابری (لودر و کامیون حمل کلینکر) کارگرانی که در بخش سیلوی کلینکر برگشتی، مشغول به کارند.
۶. موکول کردن عمل تمیزکاری و نظافت به زمانی از شیفت کاری که تعداد کمتری از کارگران در آن محل حضور دارند.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از همکاری صمیمانه مدیر عامل محترم کارخانه سیمان، معاونت محترم تحقیقات و فن‌آوری دانشگاه علـوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی مازندران که هزینه اجرای این مطالعه را تقبل نمودند، تشکر و قدردانی می‌شود. در ضمن این مقاله با هماهنگی مسئولین کارخانه نوشته شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

References

1. Schenk L, Hansson SO, Rudan C, Gilek M. Occupational exposure limits: A comparative study. Regulatory toxicology and pharmacology. 2008; 50(2): 261-70.
2. Herber RFM, Duffus JH, Christensen JM, Olsen E, Park MV. Risk assessment for occupational exposure to chemicals. A review of current methodology. Pure and Applied Chemistry. 2001; 73(6): 993-1031.
3. Vestbo J, Knudsen KM, Raffn E, Korsgaard B, Rasmussen FV. Exposure to cement dust at a Portland cement factory and the risk of cancer. British journal of industrial medicine. 1991;48(12):803-7.
4. Huang CYYCC, Chiu HFCJF, Ko SJLYC. Effects of occupational dust exposure on the respiratory health of Portland cement workers. Journal of Toxicology and Environmental Health Part A. 1996;49(6):581-8.
5. Al-Neaimi Y, Gomes J, Lloyd O. Respiratory illnesses and ventilatory function among workers at a cement factory in a rapidly developing country. Occupational Medicine. 2001;51(6):367-73.
6. Short S, Petsonk E. Respiratory system: the variety of pneumoconiosis: In: Stellman JM, editor. Encyclopedia of occupational health and safety.1:10.66-10.69.
7. Dietz A, Ramroth H, Urban T, Ahrens W, Becher H. Exposure to cement dust, related occupational groups and laryngeal cancer risk: results of a population based case-control study. International Journal of Cancer. 2004;108(6):907-11.
8. Smailyte G, Kurtinaitis J, Andersen A. Mortality and cancer incidence among Lithuanian cement producing workers. Occupational and environmental medicine. 2004;61(6):529-34.
9..Jahangiri M, parsarad M. Health risk assessment of harmful chemicals case study in a petrochemical industry iran occupational risk. 2011; 7(4) 18-24. [Persian].
10. OS&HD. A Semi-Quantitative Method to Assess Occupational Exposure to Harmful Chemicals. singapor ministry of manpower; 2005 3-35.
11. Malakoti J, Rezazadeh Azari M, Farahani A. Occupational exposure risk assessment of researchers to harmful chemical agents. Journal of IRIAF Health Administration 2000; 13(3,4) 31-35. [Persian]
12. NIOSH. NIOSH Manual of analytical method, PARTICULATES NOT OTHERWISE REGULATED, RESPIRABLE, Method Number: 0600. accessed on 13/10/2008 at: https://www.cdc.gov/niosh/docs/81-123/pdfs/0600.pdf.
13. Occupational exposure limits, Center for Environment and Health, Ministry of Health and Medical Education, Publishers: Student Hamedan.1395.
14. Jalali M, Jalali S, Shafii motlagh M, Mardi H, Negahban SAR, Faraji tomarkandi V, et al. Health risk assessment of occupational exposure to BTEX compounds in petrol refueling stations in Mashhad. J Neyshabur Univ Med Sci 2014; 1(1): 19-27. [Persian]
15. The American Conference of Governmental Industrial Hygienists Threshold Limit Values (TLVs). 7, editor2015.
16. Mirzaee R, Kebriaei A, Hashemi S, Sadeghi M, Shahrakipour M. Effects of exposure to Portland cement dust on lung function in Portland cement factory workers in Khash, Iran. 2008.
17. Neghab M, Choubineh A. The relationship between occupational exposure to cement dust and prevalence of respiratory symptoms and disorders. 2007.
18. Hazrati S, Rezazadeh Azari M, Sadeghi H, Rahimzadeh S, Mostaed N. Dust Concentrations in an Ardabil Portland Cement Industry. J Ardabil Univ Med Sci. 2009; 9 (4) :292-298.]Persian]
19. Assessment of occupational exposure to the respirable fraction of cement dust and crystalline silica. Journal of Health and Safety at Work. 2012;2(3):17-28. eng %@ 2251-807X %[2012.]Persian]
20. Mwaiselage J, Bratveit M, Moen B, Mashalla Y. Dust exposure and respiratory health effects in the cement industry. PILANESBERG IOHA. 2005.
21. Zeleke ZK, Moen BE, Bråtveit M. Cement dust exposure and acute lung function: a cross shift study. BMC pulmonary medicine. 2010;10(1):19.
22. Kakooei H, Gholami A, Ghasemkhani M, Hosseini M, Panahi D, Pouryaghoub G. Dust exposure and respiratory health effects in cement production. Acta Medica Iranica. 2012;50(2):122.
23. jouze a, atabe f, honarmand h. Health, Safety and Environmental Risk Management in Shomal Cement Plant by Using William Fine Technique. Environmental Researches. 2015;5(10):23-34. [Persian]

www.SID.ir