بررسی میزان مواجههٔ کارگران کارخانهٔ سیمان با ذرات قابل‌استنشاق در استان خراسان رضوی

محمود محمدیان[۱]، میلاد پورانصاری[۲]*، رضا علی‌محمدپورتهمتن[۳]، سید مهدی رضوی[۴]، اکبر احمدی‌آسور[۵]

۱. دانشیار، دکترای تخصصی آلودگی هوا، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی،پژوهشکده اعتیاد، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی مازندران، ساری، ایران
۲. کارشناس ارشد بهداشت حرفه‌ای، گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی مازندران، ساری، ایران
۳. دانشیار، دکترای تخصصی آمار زیستی، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی مازندران، ساری، ایران
۴. دانشجوی کارشناسی‌ارشد بهداشت حرفه‌ای، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی مازندران، ساری، ایران
۵. مربی، گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی سبزوار، ایران

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۵/۲۰
تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۸/۳۰

چکیده

مقدمه با توجه به اهمیت فراوان سلامتی نیروی کار، همچنین اشتغال تعداد زیادی از کارگران کشور در صنعت سیمان، این مطالعه با هدف ارزیابی غلظت گردوغبار قابل‌استنشاق در منطقهٔ تنفسی کارگران شاغل در کارخانهٔ سیمان استان خراسان رضوی انجام شد.

مواد و روش‌ها در این مطالعه غلظت ذرات قابل‌استنشاق در هوای منطقهٔ تنفسی ۷۰ نفر از کارگران کارخانهٔ سیمان ارزیابی شد که در مراحل مختلف تولید کار می‌کردند. نمونه‌برداری از ذرات قابل‌استنشاق بر اساس روش استاندارد شمارهٔ ۰۶۰۰ سازمان NIOSH و استفاده از پمپ نمونه‌بردار فردی و سیکلون آلومینیمی و فیلتر pvc انجام شد.

یافته‌ها متوسط غلظت گردوغبار قابل‌استنشاق تمامی کارگران ۳/۹ mg/m^3 بود و به‌طور متوسط در ۷۷ درصد از کارگران، مواجهه با گردوغبار قابل‌استنشاق سیمان بیش از حد مواجههٔ شغلی بود. بیشترین متوسط غلظت ذرات قابل‌استنشاق در بخش آسیاب سیمان ۳/۹ mg/m^3 و کمترین میانگین در بخش سنگ‌شکن و معدن ۱/۸ mg/m^3 مشاهده شد.

نتیجه‌گیری متوسط غلظت گردوغبار قابل‌استنشاق سیمان در منطقهٔ تنفسی اکثر کارگران در دو فصل گرم و سرد از حد مجاز مواجههٔ کشوری بالاتر است. گرم‌شدن هوا و وزش باد از سمت نقاط کویری و خشک به افزایش غلظت ذرات قابل‌استنشاق در منطقهٔ تنفسی کارگران در بخش‌های مختلف کارخانه می‌انجامد که در معرض جریان طبیعی هوایند.

کلیدواژه‌ها:
آلودگی هوا، صنعت سیمان، گردوغبار قابل‌استنشاق، مواجههٔ کارگران.

* نویسندهٔ مسئول: میلاد پورانصاری
نشانی:

تلفن: ۰۹۱۵۱۱۰۴۲۷۱ دورنگار:
رایانه: miladpouransari@gmail.com
شناسه ORCID: میلاد پورانصاری 0000-0002-7371-8596
محمود محمدیان 0000-0003-1830-6545

مجلهٔ علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، دورهٔ ۲۵، شمارهٔ ۳، مرداد و شهریور ۱۳۹۷، ص
آدرس سایت: http://jsums.medsab.ac.ir رایانامه: journal@medsab.ac.ir
شاپای چاپی: ۷۴۸۷-۱۶۰۶

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

سیمان پودری نرم به رنگ سبز تیره است که قطر آیرودینامیکی آن بین ۰/۰۵ تا ۰/۵ میکرون متغیر است[۱]. سیمان از سیلیکات کلسیم هیدراته، اکسیدهای آلومینیم و منیزیم و آهن، سولفات کلسیم و خاک رس تهیه می‌شود. این مخلوط سپس آسیاب و با افزودن سنگ‌گچ در کوره و حرارت بالا تکلیس می‌شود [۲].

در صنعت سیمان عوامل محیطی زیادی سلامت شاغلان را تهدید می‌کند. از مهم‌ترین این عوامل گردوغبار و ذرات قابل‌استنشاق سیمان است. انتشار ذرات قابل‌استنشاق سیمان در نتیجهٔ فرایندهای تولید و بسته‌بندی وارد سیستم تنفسی کارگران می‌شود و میزان سمیت و آثار زیانبار آن به نوع و ترکیب گردوغبار، اندازهٔ ذرات، همچنین غلظت ذرات بستگی دارد [۳]. گردوغبار سیمان علاوه‌بر اینکه آلایندهٔ شیمیایی زیان‌آور محیط کار محسوب می‌شود، موجب بروز مشکلاتی برای محیط‌زیست نیز می‌شود. علاوه‌بر آن، برای کارگران صنایع ساختمانی نیز از عوامل زیان‌آور شناخته شده است، اگرچه در بین محققان در مورد ارتباط بین بیماری‌های تنفسی و میزان گردوغبار سیمان اتفاق‌نظر وجود ندارد [۴، ۵].

گردوغبار سیمان ممکن است باعث ایجاد عوارض تنفسی و پوستی شود. بر اساس تحقیقات انجام‌شده، در ترکیب سیمان ترکیبات قلیایی نظیر آهک (اکسید کلسیم) که خورندهٔ بافت و نسوج بدن انسان است، مقادیر بسیار اندک سیلیس بلوری که باعث ازبین‌رفتن پوست بدن می‌شود و به شش‌های انسان آسیب وارد می‌کند و مقادیر اندکی کروم وجود دارد که موجب حساسیت‌های آلرژیکی می‌شود. کروم موجود در سیمان ممکن است باعث درماتیت تماسی آلرژیکی شود. تماس با ذرات معلق سیمان در هوا ممکن است باعث آسیب به و تحریک چشم‌ها شود. سیلیس موجود در سیمان نیز ممکن است باعث ایجاد بیماری سیلیکوزیس شود. همچنین، تنفس گردوغبار سیمان ممکن است باعث تحریک مجاری تنفسی شود [۲]. برخی مطالعات نشان داده است که علایم تنفسی و عوارض انسدادی ریه‌ها در بین کارگرانی که با گردوغبار سیمان مواجههٔ شغلی داشته‌اند، از شیوع بالایی برخوردار بوده است [۶].

در مطالعاتی که رابطهٔ بین میزان مواجهه با گردوغبار کلی سیمان و نشانه‌های حاد تنفسی در بین کارگران کارخانهٔ سیمان بررسی شده است چنین نتیجه‌گیری شده است که گردوغبار سیمان باعث بیماری‌های حاد ریوی می‌شود. در طول شیفت کاری که مواجهه با گردوغبار در کارگران صنعت سیمان افزایش می‌یابد، میزان جریان هوای حداکثر بازدمی PEF (Peak Expiratory Flow) یا به‌عبارتی میزان جریان هوای بازدم کاهش پیدا می‌کند. بیشترین میزان شیوع علایم تنفسی در کارگران در معرض غلظت بالای گردوغبار سیمان، گرفتگی بینی و پس از آن تنگی نفس و عطسه است [۷، ۸].

محدودهٔ قابل‌استنشاق ذرات معلق در بهداشت حرفه‌ای بر اساس استاندارد سازمان بهداشت جهانی، WHO (World Health Organization) ذرات با قطر ۴ میکرون و کمتر است. حد آستانهٔ مجاز تعیین‌شده توسط مجمع دولتی متخصصان بهداشت صنعتی آمریکا، ACGIH، (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) و حد مواجههٔ شغلی توصیه‌شدهٔ کمیتهٔ فنی بهداشت حرفه‌ای کشور ایران، OEL (Occupational Exposure Limit) برای ذرات (نامحلول یا با انحلال‌پذیری ضعیف) که در جای دیگر مشخص نشده است PNOS، (Particulates Not Otherwise Specified) برای ذرات قابل‌استنشاق هوابرد، کمتر از۳ میلی‌گرم بر مترمکعب هوا و برای ذرات قابل تنفس، کمتر از ۱۰ میلی‌گرم بر مترمکعب هواست. حد مواجههٔ شغلی توصیه‌شدهٔ کمیتهٔ فنی بهداشت حرفه‌ای کشور ایران برای ذرات قابل‌استنشاق سیمان پورتلند معادل ۱ mg/m^3 است [۹، ۱۰].

از آنجا که تعداد کارخانجات سیمان در کشور ما زیاد است و کشور ما یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان سیمان است و تعداد زیادی از کارگران، هم در کارخانجات سیمان و هم در صنعت ساخت‌وساز به کار مشغول‌اند که سیمان در آن مصرف زیادی دارد و این افراد در تماس با گردوغبار سیمان هستند و با توجه به اینکه کیفیت هوای استنشاقی نقش اساسی در سلامتی و کیفیت عرضهٔ خدمات و رضایت شغلی دارد، هدف از این مطالعه تعیین میزان مواجههٔ کارگران با ذرات قابل‌استنشاق سیمان و مقایسهٔ آن با حدود استانداردهای جهانی و کشوری در کارخانهٔ سیمان در استان خراسان رضوی است.

Archive of SID
www.SID.ir

مواد و روش‌ها

در این صنعت در مجموع ۲۴۰ نفر شاغل بودند که از این تعداد ۷۰ کارگر مستقیماً در خط تولید و بقیه در قسمت‌های اداری و سایر بخش‌های کارخانهٔ سیمان مشغول فعالیت بودند. در این مطالعه ۷۰ نفر به‌صورت سرشماری از بخش‌های مختلف کارخانه (بارگیرخانه، آسیاب سیمان، کوره و گریت کولر، سیلوی کلینکر برگشتی، آسیاب مواد، سالن خاک و معدن و سنگ‌شکن) به‌عنوان نمونه انتخاب شدند. تمامی آن‌ها حائز شرایط مواجهه بودند.

پس از گرفتن رضایتنامهٔ کتبی از آن‌ها، از منطقهٔ تنفسی همهٔ آن‌ها نمونه‌برداری شد. نمونه‌گیری ذرات قابل‌استنشاق سیمان در هوای سرد و گرم و طی ۳ ماه (برای نشان‌دادن تأثیر شرایط آب‌وهوایی مختلف در نتایج مطالعه، 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 سنگ‌شکن (۱۲ نمونه) انجام شد.

برای تعیین میزان دقیق مواجههٔ کارگران، نمونه‌برداری از ابتدای شیفت کار شروع و تا انتهای زمان کار در همان شیفت ادامه داشت. از آنجا که تنها در شیفت صبح کارگران همهٔ بخش‌های تولیدی فعال بودند، نمونه‌برداری فقط در شیفت صبح انجام شد. برای نمونه‌برداری از ذرات قابل‌استنشاق از روش استاندارد ۰۶۰۰ انستیتوی ملی بهداشت و ایمنی شغلی آمریکا و برای جمع‌آوری نمونه‌ها از پمپ نمونه‌بردار فردی SKC ساخت کشورانگلستان و نمونه‌بردار سیکلونی-آلومینیمی (مدل SKC Aluminum Cyclone ساخت کشور انگلستان) با هواگذر ۲/۵ لیتر بر دقیقه و برای جداسازی بخش ذرات قابل‌استنشاق و تعیین وزنی ذرات از فیلتری غشایی از جنس PVC با قطر ۳۷ میلی‌متری و با پورسایز ۲ میکرون استفاده شد که در منطقهٔ تنفسی نصب گردید.

قبل از نمونه‌برداری، فیلترها برای مدت ۲۴ ساعت در داخل دسیکاتور قرارگرفت و خشک و سپس با ترازوی حساس با دقت ۱ میکروگرم (Sartorius ME5 ساخت کشور آلمان) وزن شد. قبل از نمونه‌برداری و متصل‌کردن دستگاه به کارگر، عمل کالیبراسیون با فلومتر حباب صابون انجام شد. مدار نمونه‌برداری عبارت بود از سیکلون حاوی فیلتر وزن‌شده، اوریفیس بحرانی با دبی ۲/۵ لیتر بر دقیقه و پمپ نمونه‌برداری فردی با شیلنگ‌های رابط به‌هم‌متصل‌شده. نمونه‌برداری به‌صورت مداوم و در طول یک شیفت کاری (حدود ۳۶۰ دقیقه) ادامه داشت و در انتهای نمونه‌برداری، فیلترها با دقت و احتیاط از سیکلون خارج و در کاست قرار داده شد. لازم به ذکر است که برای حذف خطاهای نمونه‌برداری و آنالیز در مجموع با توجه به روش استاندارد نمونه‌برداری ۹ فیلتر شاهد در نظر گرفته شد و تمام مراحل کار به‌جز نمونه‌برداری از هوا روی آن انجام شد. قبل از توزین، فیلترهای نمونه و شاهد در کاست مخصوص قرار داده شد و پس از رطوبت‌گیری در دسیکاتور، فیلترها دوباره وزن و تفاوت وزن اولیه و ثانویه وزن ذرات قابل‌استنشاق ثبت شد.

به‌منظور اطمینان از صحت نمونه‌برداری، فلوی پمپ ها و شرایط نمونه‌برداری به‌طور مرتب کنترل می‌شد. اطلاعات لازم برای ارزیابی نمونه‌ها از قبیل مشخصات محل نمونه‌برداری، وزن نمونه‌ها، فلوی پمپ، دما، فشار و حجم هوای نمونه‌برداری‌شده (پس از تصحیح بر اساس دما و فشار استاندارد)، همچنین سایر اطلاعات لازم در فرم‌ها و پرسشنامه‌ای ثبت شد که برای همین کار طراحی شده بود. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS و آزمون‌های من‌ویتنی و هم‌بستگی اسپیرمن تجزیه‌وتحلیل شد.

برای تعیین حجم هوای نمونه‌برداری شده، زمان نمونه‌برداری در دبی نمونه‌برداری ضرب شد و با استفاده از میانگین دمای هوا هنگام نمونه‌برداری و فشار هوای کارگاه تصحیحات لازم انجام شد تا حجم هوای استاندارد طبق فرمول (۱) تعیین شود.

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_S V_S}{T_S} \qquad (۱)$$

در رابطهٔ فوق، P فشار هوای محیط نمونه‌برداری، V حجم هوای نمونه‌برداری، T دمای هوای محیط نمونه‌برداری، P_S فشار هوای استاندارد (۷۶۰ میلی‌متر جیوه)، V_S حجم هوای استاندارد و T_S دمای هوا در شرایط استاندارد (۲۷۳ درجهٔ کلوین) است.

در نهایتریال طبق فرمول (۲)، غلظت ذرات در حجم هوای نمونه‌برداری‌شده و در نهایت میزان مواجههٔ کارگران در شرایط استاندارد تعیین شد [۱۱].

Archive of SID
www.SID.ir

$$C = \frac{(W_2 - W_1) - (B_2 - B_1)}{V} \times 10^3 \ (mg/m^3) \quad (۲)$$

در رابطهٔ فوق، C غلظت ذرات قابل‌استنشاق سیمان در منطقهٔ تنفسی کارگران، W_1 و W_2 وزن فیلترهای نمونه به‌ترتیب قبل و بعد از نمونه‌برداری، B_1 و B_2 وزن فیلترهای شاهد به‌ترتیب قبل و بعد از نمونه‌برداری و V حجم نمونهٔ هوا در شرایط استاندارد است.

یافته‌ها

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، میانگین سنی شاغلان ۳۶/۳ سال و سابقهٔ کار آن‌ها ۸ سال بوده است. میزان مواجهه کارگران با ذرات قابل‌استنشاق سیمان در دو فصل مورد مطالعه در جدول ۱ آمده است. از مجموع ۷۰ نمونهٔ گرفته‌شده، تعداد ۵۰ نمونه در فصل بهار و تعداد ۲۰ نمونه در فصل زمستان گرفته شد. مقایسهٔ میانگین‌ها با استفاده از آزمون من‌ویتنی نشان داد که بین میانگین مواجهه با ذرات قابل‌استنشاق در دو فصل مورد مطالعه تفاوت معناداری وجود دارد. میزان مواجههٔ کارگران کارخانه با ذرات قابل‌استنشاق سیمان در شرایط مختلف آب‌وهوایی در جدول ۲ آمده است. بیشترین میانگین ذرات قابل‌استنشاق در شرایط آب‌وهوایی نیمه‌ابری mg/m^3 ۵/۰ و کمترین آن مربوط به شرایط آب‌وهوایی بارانی mg/m^3 ۲/۰ بود. بیشینه و کمینهٔ غلظت ذرات مربوط به نمونه‌هایی بود که در شرایط آب‌وهوای آفتابی بودند (به‌ترتیب mg/m^3 ۳۲/۴ و ۰/۲).

جدول ۱. میزان مواجههٔ کارگران با ذرات قابل‌استنشاق سیمان در دو فصل مورد مطالعه

فصل	تعداد	میانگین (mg/m^3)	انحراف معیار (mg/m^3)	حداقل (mg/m^3)	حداکثر (mg/m^3)
بهار	۵۰	۴/۷	۱/۴	۰/۳	۳۲/۴
زمستان	۲۰	۱/۹	۵/۶	۰/۲	۴/۹
کل	۷۰	۳/۹	۴/۹	۰/۲	۳۲/۴

جدول ۲. میزان مواجههٔ کارگران با ذرات قابل‌استنشاق سیمان در شرایط مختلف آب‌وهوایی

شرایط آب‌وهوایی	تعداد	میانگین (mg/m^3)	انحراف معیار (mg/m^3)	حداقل (mg/m^3)	حداکثر (mg/m^3)
آفتابی	۳۱	۴/۰	۶/۴	۰/۲	۳۲/۴
نیمه‌ابری	۱۵	۵/۰	۴/۷	۰/۵	۱۵/۳
ابری	۱۸	۳/۵	۲/۴	۰/۷	۹/۱
بارانی	۶	۲/۰	۲/۹	۰/۴	۷/۹
کل	۷۰	۳/۹	۴/۹	۰/۲	۳۲/۴

غلظت ذرات قابل‌استنشاق سیمان در منطقهٔ تنفسی کارگران در بخش‌های مختلف کارخانهٔ سیمان به‌تفکیک نمونه‌برداری در دو شرایط آب‌وهوایی گرم و سرد در جدول ۳ آمده است.

بیشترین تعداد کارگران مواجهه‌یافته در بخش بارگیرخانه و کمترین تعداد آن‌ها در بخش سیلوی کلینکر برگشتی به‌کار مشغول بودند. بیشترین میانگین غلظت ذرات قابل‌استنشاق در بخش آسیاب سیمان mg/m^3 ۹/۳۹ و کمترین میانگین مربوط به بخش سنگ‌شکن و معدن mg/m^3 ۱/۸ بود. بیشترین مواجههٔ فردی با ذرات قابل‌استنشاق سیمان مربوط به کارگران بخش آسیاب سیمان و کمترین مواجهه فردی کارگران در بخش سالن خاک (به‌ترتیب mg/m^3 ۳/۳۲ و ۲/۰) اندازه‌گیری شد.

میانگین غلظت ذرات قابل‌استنشاق در بخش‌های مختلف کارخانه در فصل گرم بیش از فصل سرد بود. مقایسهٔ میانگین غلظت ذرات در منطقهٔ تنفسی کارگران در بخش‌های مختلف کارخانهٔ سیمان با استفاده از آزمون من‌ویتنی نشان داد که بین میانگین غلظت ذرات قابل‌استنشاق سیمان در منطقهٔ تنفسی کارگران اختلاف معناداری وجود دارد ($p<۰/۰۱$).

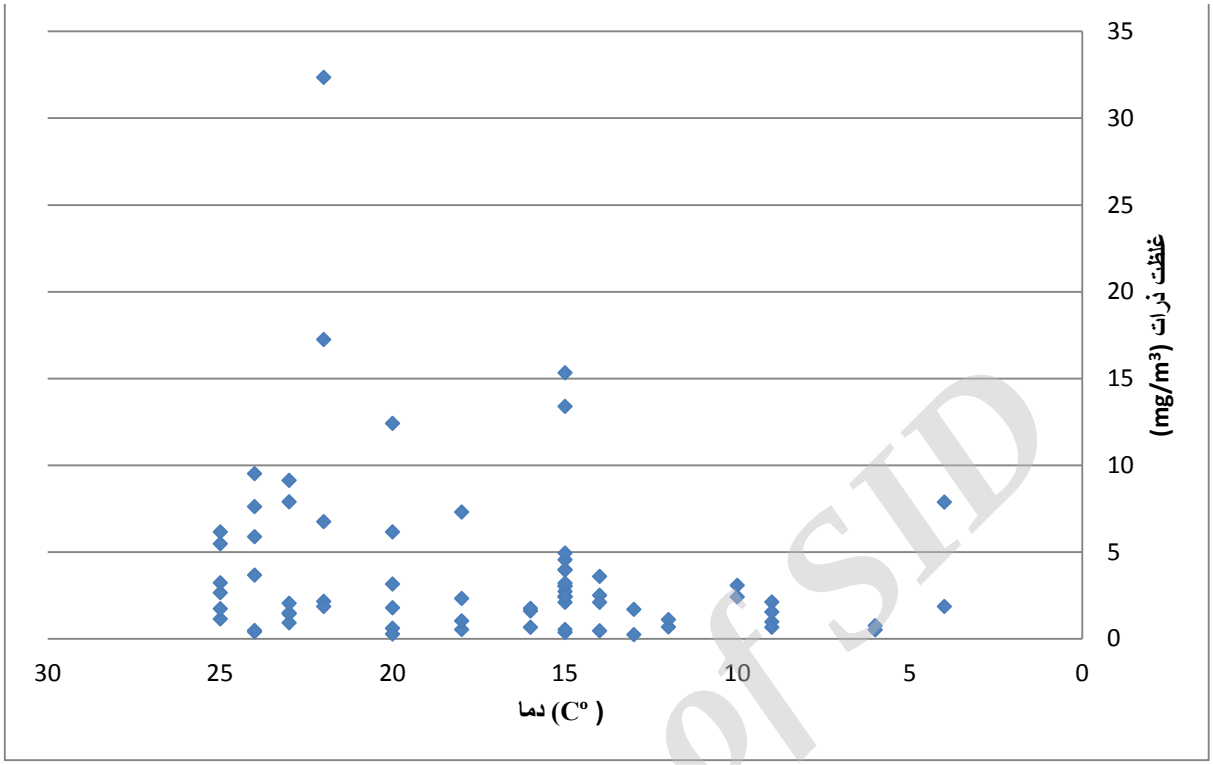
Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۳. غلظت ذرات قابل‌استنشاق سیمان در منطقهٔ تنفسی کارگران در بخش‌های مختلف کارخانهٔ سیمان به تفکیک نمونه‌برداری در دو شرایط آب‌وهوایی گرم و سرد

بخش کارخانه	آب‌وهوا	تعداد	میانگین (mg/m^3)	انحراف معیار (mg/m^3)	حداقل (mg/m^3)	حداکثر (mg/m^3)
بارگیرخانه	سرد	۱۲	۳/۰	۲/۰	۰/۷	۷/۹
	گرم	۱۲	۴/۳	۳/۷	۰/۴	۹/۵
	کل	۲۴	۳/۶	۳/۰	۰/۴	۹/۵
آسیاب سیمان	سرد	۶	۷	۵/۷	۲/۷	۱۵
	گرم	۶	۱۱/۴	۱۲	۱/۵	۳۲
	کل	۱۲	۹/۳	۹/۳	۱/۵	۳۲
آسیاب مواد	سرد	۴	۱/۷	۰/۹	۰/۷	۲/۴
	گرم	۴	۲/۶	۲/۷	۰/۴	۵/۹
	کل	۸	۲/۱	۱/۹	۰/۴	۵/۹
کوره و گریت کولر	سرد	۴	۱/۹	۱/۰	۰/۷	۳/۰
	گرم	۴	۲/۹	۲/۲	۱/۱	۶/۲
	کل	۸	۲/۴	۱/۷	۰/۷	۶/۲
سیلوی کلینکر برگشتی	سرد	۱	۱/۷	–	۱/۷	۱/۷
	گرم	۱	۶/۷	–	۶/۷	۶/۷
	کل	۲	۴/۲	۳/۵	۱/۷	۶/۷
سنگ شکن و معدن	سرد	۶	۱/۶	۱/۲	۰/۵	۳/۲
	گرم	۶	۲/۱	۱/۹	۰/۵	۵/۵
	کل	۱۲	۱/۸	۱/۵	۰/۵	۵/۵
سالن خاک	سرد	۲	۱/۰	۱/۰	۰/۲	۱/۷
	گرم	۲	۳/۲	۴/۱	۰/۳	۶/۱
	کل	۴	۲/۰	۲/۸	۰/۲	۶/۱
کل	سرد	۳۵	۳/۰	۳/۲	۰/۲	۱۵
	گرم	۳۵	۴/۸	۶/۲	۰/۳	۳۲
	کل	۷۰	۳/۹	۵/۰	۰/۲	۳۲

همان گونه که شکل ۱ نشان می‌دهد، آزمون هم‌بستگی اسپیرمن نشان داد که بین مواجههٔ کارگران با ذرات قابل‌استنشاق سیمان و دمای هوا رابطهٔ ضعیف و معناداری وجود دارد ($r=۰/۲۳$، $p=۰/۰۵$). در مقابل، بین مواجههٔ کارگران با ذرات قابل‌استنشاق سیمان با سرعت جریان هوا($p=۰/۹۹$، $r=-۰/۰۰۱$) و رطوبت نسبی هوا($p=۰/۲۷$، $r=-۰/۱۳$) رابطهٔ معناداری وجود نداشت.

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۱. رابطهٔ بین دمای هوای محیط و مواجههٔ کارگران در بخش‌های تولیدی کارخانهٔ سیمان با ذرات قابل‌استنشاق

بحث

گردوغبار یکی از عوامل شیمیایی زیان‌آور و مهم در صنعت سیمان است که سلامت کارگران مواجهه‌یافته را تهدید می‌کند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که میزان مواجهه با گردوغبار قابل‌استنشاق سیمان در اکثر کارگران این صنعت بیش از حد مواجههٔ شغلی با ذرات قابل‌استنشاق سیمان پورتلند توصیه‌شده برای کشور ایران (کمیتهٔ فنی بهداشت حرفه‌ای ایران، OEL) بود.

احتمالاً، یکی از دلایل اصلی آن ریخت‌وپاش مواد حین نقل‌وانتقال است، به‌طوری که به غیر از کارگران مشغول به کار در آن قسمت، نیاز به تعدادی از افراد برای تمیزکاری و جمع‌آوری این مواد است که این کار علاوه‌بر اینکه سبب انتشار گردوغبار و ذرات به‌حالت هوابرد می‌شود و میزان آلودگی هوای محیط افزایش خواهد یافت، موجب در معرض قرارگرفتن کارگرانی نیز خواهد شد که مشغول جمع‌آوری و تمیزکاری‌اند. متوسط غلظت گردوغبار قابل‌استنشاق سیمان در منطقهٔ تنفسی کارگران کارخانهٔ مورد مطالعه با گرم‌شدن هوا افزایش می‌یابد که احتمالاً به‌دلیل رطوبت کمترخاک است و با افزایش دما، گردوغبار بیشتری ایجاد می‌شود.

وزش باد از سمت نقاط کویری و خشک به افزایش غلظت ذرات قابل‌استنشاق در منطقهٔ تنفسی کارگران در بخش‌های مختلف که در معرض جریان طبیعی هوا هستند کمک می‌کند که به‌دلیل وزش باد و عدم‌پوشش گیاهی مناسب است. همچنین، به‌دلیل اینکه خاک منطقه رطوبت کمتری را در خود نگه می‌دارد، زودتر حالت هوابرد به‌خود می‌گیرد.

متوسط غلظت ذرات قابل‌استنشاق سیمان در این مطالعه $۳/۹ mg/m^3$ به‌دست آمد که در قسمت آسیاب سیمان بیشترین مقدار $۹/۳ mg/m^3$ و در قسمت سنگ‌شکن و معدن دارای کمترین مقدار $۱/۸ mg/m^3$ بود که در مقایسه با استاندارد مواجهه با ذرات قابل‌استنشاق سیمان پورتلند کمیتهٔ فنی بهداشت حرفه‌ای ایران (۱ میلی‌گرم بر مترمکعب هوا) بیشتر و در مقایسه با مطالعهٔ مشابه حضرتی و همکاران [۱۲] در کارخانهٔ سیمان اردبیل (۱۲/۹ میلی‌گرم بر مترمکعب) کمتر بود.

Archive of SID
www.SID.ir

مطالعات انجام‌شده در صنایع سیمان نشان داده است که گردوغبار قابل‌استنشاق سیمان در کارخانجات بیش از استاندارد است. در مطالعهٔ میرزایی و همکاران [۱۳] در سیمان خاش، همچنین در مطالعهٔ نقاب و همکاران [۱۴] در سیمان فارس نیز میزان گردوغبار کل و قابل‌استنشاق بیش از حد مجاز توصیه شده بود که نتایج این مطالعه را تأیید می‌کند.

مواجهه با متوسط غلظت گردوغبار سیمان پورتلند در بیش از ۷۷ درصد نمونه‌های فردی در مطالعهٔ حاضر، بیش از مقادیر استاندارد توصیه‌شدهٔ کمیتهٔ فنی بهداشت حرفه‌ای کشور است. این میزان کمتر از نتایج گلبابایی و همکاران [۱۵] بوده است که گسترهٔ مواجههٔ کارگران با گردوغبار قابل‌استنشاق در واحدهای کارخانه ۷۷/۱-۸۹/۱۸ میلی‌گرم بر مترمکعب بود. میانگین غلظت ذرات قابل‌استنشاق اندازه‌گیری‌شده در قسمت آسیاب سیمان بیش از دیگر بخش‌ها بود. لیکن، میانگین گردوغبار قابل‌استنشاق در بخش آسیاب سیمان نسبت به مطالعهٔ حضرتی و همکاران [۱۲] (۲۴/۶ میلی‌گرم بر مترمکعب هوا) کمتر بود. همچنین، در مطالعهٔ گلبابایی و همکاران [۱۵]، غلظت ذرات قابل‌استنشاق در قسمت آسیاب سیمان و آسیاب مواد از سایر بخش‌ها بیشتر بوده است که هم‌جهت با نتایج حاصل از این مطالعه است.

کاکویی و همکاران [۱۶] میانگین غلظت ذرات قابل‌تنفس در تمامی قسمت‌های کارخانه را بیش از حد استاندارد مواجههٔ کمیتهٔ فنی بهداشت حرفه‌ای ایران و نیز مطالعهٔ حاضر اعلام کردند. غلظت گردوغبار قابل‌استنشاق فردی در این مطالعه از غلظت گردوغبار قابل‌استنشاق در مطالعهٔ امویسلاگه و همکاران [۲۰۰۵] در کشور تانزانیا (۱/۸ mg/m^3 - ۳۸/۶) کمتر است.

پیترز و همکاران [۱۸] گرد و غبار قابل‌تنفس سیمان را ۳۳ میلی‌گرم بر مترمکعب برآورد کردند. غلظت ذرات قابل‌استنشاق غالباً با افزایش دما بیشتر شده است و بین جهت وزش باد با غلظت ذرات قابل‌استنشاق رابطهٔ معناداری مشاهده شد.

نتیجه‌گیری

متوسط غلظت گردوغبار قابل‌استنشاق سیمان در کارخانهٔ مورد مطالعه بیش از حد استاندارد مواجههٔ تعیین‌شدهٔ کمیتهٔ فنی بهداشت حرفه‌ای ایران است. از دلایل وجود اختلاف در میزان ذرات قابل‌استنشاق در مطالعات مختلف را می‌توان به نوع و کارایی سیستم‌های پالاینده، فناوری و شرایط جوی نسبت داد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مراتب قدردانی خود را از همکاری صمیمانهٔ مدیرعامل محترم کارخانهٔ سیمان، معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی- درمانی مازندران اعلام می‌دارند که هزینهٔ اجرای این مطالعه را تقبل کردند. این مقاله با کد ۲۷۱۰ (IR.MAZUMS.REC.96) مورد تأیید کمیتهٔ اخلاق قرارگرفت.

References

[1]. Kalačić I. Chronic nonspecific lung disease in cement workers. Archives of Environmental Health: An International Journal. 1973; 26(2): 78-83.
[2]. Short S, Petsonk E. Respiratory system: the variety of pneumoconioses In: Stellman JM, ed. Encyclopaedia of occupational health and safety, 4th ed Geneva: International Labor Organization. 1998; 1: 10.66-10.69.
[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]. Noor H, Yap C, Zolkepli O, Faridah M. Effect of exposure to dust on lung function of cement factory workers. The Medical journal of Malaysia. 2000; 55(1): 51-7.
[7]. Merenu I, Mojiminiyi F, Njoku C, Ibrahim M. The effect of chronic cement dust exposure on lung function of cement factory workers in sokoto, Nigeria. African Journal of Biomedical Research. 2007; 10(2).
[8]. Zeleke ZK, Moen BE, Bråtveit M. Cement dust exposure and acute lung function: a cross shift study. BMC Pulmonary Medicine. 2010; 10(1): 19.
[9]. Occupational Exposure Limits, Center for Environment and Health, Ministry of Health and Medical Education, Publishers: Student Hamedan. 1395.
[10]. The American Conference of Governmental Industrial Hygienists Threshold Limit Values (TLVs). 7, editor 2015.
[11]. 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.
[12]. 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. [in Persian]
[13]. Mirzaee RKA, Hashemi SR, Sadeghi M, Shahrakipour M. Effects of exposure to, factory pcdolfipc, workers in Khash I, Iran. J. Environ. Health. Sci. Eng. 2008; 5(3): 201-206.
[14]. Neghab M, Chobine A. The relationship between occupational exposure to cement dust and prevalence of

Archive of SID
www.SID.ir

respiratory symptoms and disorders. Journal of Kermanshah University of Medical Sciences (J Kermanshah Univ Med Sci). 2007; 11(2).
[15]. 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. [in Persian]
[16]. 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.
[17]. Mwaiselage J, Bratveit M, Moen B, Michael Y. Variability in dust exposure in a cement factory in Tanzania. The Annals of Occupational Hygiene. 2005; 49(6): 511–519.
[18]. Peters S, Thomassen Y, Fechter-Rink E, Kromhout H. Personal exposure to inhalable cement dust among construction workers. Journal of Environmental Monitoring. 2009; 11(1): 174-80....

Archive of SID

www.SID.ir

Exposure of workers to respirable particles in a cement factory in Khorasan Razavi province

Mohamadian M[1*], Pouransari M[1], Mohammadpour tahmtan[1],Razavi SM[1], Ahmadi asour A[2]

1. Mazandaran University of Medical Sciences: Sari, Iran
2. Sabzevar University of Medical Sciences: Sari, Iran

Abstract

Introduction Considering the great importance of the workforce's wellbeing as well as the employment of a large number of workers in the cement industries in Iran, the current study was carried out in the aim of evaluation of the respirable dust concentrations in the workers breathing zone in a cement factory in Khorasan Razavi province.

Materials and Methods In this study, respirable particle concentration was evaluated in the breathing zone of 70 workers in a cement factory who were working at different work sites in the cement factory processes. The standard methodology of 0600 recommended by the US NIOSH was followed to determine respirable dust concentration using a personal sampling pump, aluminum cyclone and PVC filter.

Results The average respirable dust concentration was 3.9 mg/m^3 for all workers. That means 77% of workers were exposed to respirable cement particles higher. The maximum mean concentration of respirable particles in the workers breathing zone was found in the cement grinding site 9.3 mg/m^3 and the minimum one was measured in the stone crushing and mining site 1.8 mg/m^3.

Conclusion The average concentration of respirable dust in the workers' breathing zone was higher than OEL in both warm and cold climates. The warm weather and the wind comes from the desert and dry areas contribute to the increase of the concentration of respirable particles in the breathing zone of the workers in various parts of the plant who are exposed to the naturally ventilated air.

Received: 2017/08/11
Accepted: 2017/11/21

Keywords: air pollution, cement industry, inhalable dust, workers exposure.

Archive of SID

www.SID.ir