

## بررسی غلظت گردوغبار هوای محیط کار در کارخانه سیمان اردبیل

دکتر صادق حضرتی<sup>۱</sup>، دکتر منصور رضازاده آذری<sup>۲</sup>، مهندس هادی صادقی<sup>۳</sup>، مهندس سهیلا رحیم زاده<sup>۴</sup>،  
دکتر ناصر مستعد<sup>۵</sup>

<sup>۱</sup> نویسنده مسئول: استادیار بهداشت حرفه ای دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران E-mail: S.hazrati@Arums.ac.ir  
<sup>۲</sup> استاد بهداشت حرفه ای دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی <sup>۳</sup> مربی دانشگاه علوم پزشکی اردبیل <sup>۴</sup> کارشناس بهداشت حرفه ای مرکز بهداشت استان اردبیل <sup>۵</sup> پزشک دوره دیده طب کار

### چکیده

**زمینه و هدف:** غلظتهای بالای گردوغبار در هوای تنفسی شاغلین از جمله مهمترین عوامل محیطی موثر بر سلامت کارگران شاغل در صنعت سیمان می باشد. با توجه به نقش محوری سلامت نیروی کار در توسعه پایدار، این مطالعه با هدف ارزیابی میزان گردوغبار در هوای تنفسی و همچنین تعیین درصد سیلیس آزاد ذرات معلق در کارخانه سیمان اردبیل انجام گرفت.

**روش کار:** در این مطالعه مقطعی غلظت گردوغبار در هوای تنفسی کارگران ارزیابی شد که با جمع آوری ۶۴ نمونه گردوغبار فردی و ۳۵ نمونه محیطی در دو اندازه قابل تنفس و قابل استنشاق بررسی شدند. مقدار غلظت سیلیس آزاد نیز در ۴ نمونه گردوغبار تعیین گردید.

**یافته ها:** متوسط غلظت گردوغبار قابل استنشاق و قابل تنفس برای نمونه های فردی به ترتیب معادل ۱۳ و ۵۸ میلی گرم بر متر مکعب و برای نمونه های محیطی به ترتیب معادل ۲۷ و ۱۵۴ میلی گرم بر متر مکعب برآورد گردید. بطور متوسط غلظت گردوغبار در ۹۰٪ نمونه های محیطی و بیش از ۸۰٪ نمونه های فردی، بیشتر از مقادیر استاندارد ایران می باشد. متوسط درصد سیلیس آزاد در نمونه های آنالیز شده معادل ۲/۸۶٪ اندازه گیری شد که دامنه آن از ۲/۳۳٪ در قسمت بارگیرخانه تا ۳/۶۷٪ در قسمت نمونه گیری (آسیاب مواد) متغیر می باشد.

**نتیجه گیری:** با توجه به میزان سیلیس آزاد موجود، غلظت ذرات گردوغبار سیمان در این مطالعه بیش از مقادیر مجاز تعیین شده توسط کمیته فنی بهداشت حرفه ای ایران می باشد.

**کلمات کلیدی:** کارخانه سیمان، سیلیس آزاد، گردوغبار، آلودگی هوا، اردبیل

پذیرش: ۸۸/۳/۲۴

دریافت: ۸۷/۷/۲۰

### مقدمه

سیمان به عنوان پایه توسعه کشور در احداث مسکن، پروژه های سد سازی، کارخانجات صنعتی، ساختمانها و توسعه راهها نقش اساسی دارد. صنعت سیمان در جهان نزدیک به ۲۰۰ سال پیش تحت نام سیمان پورتلند به ثبت رسیده است و در ایران نیز در بهمن سال ۱۳۱۰ قرارداد اولین کارخانه تولید سیمان

پایه گذاری و در سال ۱۳۱۲ مورد بهره برداری قرار گرفت. تا سال ۱۳۷۹ تعداد ۶۶ کارخانه در سطح کشور فعال بوده و میزان تولید روزانه سیمان ۹۲۹۷۰ تن بوده است [۱].

با توجه به ماهیت صنعت و ماشین آلات مورد استفاده در آن، عوامل زیان آور متعددی در محیط کار صنایع سیمان، سلامتی شاغلین را متاثر می سازند.

به علت بیماری انسدادی مزمن ریوی<sup>۱</sup>، شیوع علائم تنفسی، کاهش درصد<sup>۲</sup> FEV1 و ظرفیت ریوی و افزایش شیوع علائم بیماریهای تحدیدی تنفسی را نشان داده است [۹-۱۲]. از طرف دیگر، غلظت سیلیس موجود در ترکیب شیمیایی مواد اولیه مصرفی صنایع سیمان ممکن است بسته به نوع سنگ معدن، متفاوت باشد. به طوری که نتایج آنالیز مواد اولیه مصرفی در کارخانه سیمان مورد مطالعه و سایر کارخانجات مشابه، حاکی از وجود ۱۳-۱۰٪ SiO<sub>2</sub> [۱۰] و در برخی دیگر ۱۷ تا ۲۸ درصد به صورت سیلیس آزاد و بی شکل می باشد [۱۳].

با توجه به اهمیت درصد سیلیس آزاد در تعیین درجه سمیت ذرات و همچنین مواجهه تعداد زیادی از کارگران در سطح کشور با گردوغبار سیمان، این مطالعه در سال ۱۳۸۱ به منظور اندازه گیری غلظت گردوغبار قابل استنشاق و قابل تنفس در قسمتهای مختلف کارخانه سیمان و همچنین تعیین غلظت سیلیس آزاد موجود در ذرات تنفسی انجام گرفت.

### روش کار

در این مطالعه توصیفی مقطعی با توجه به پیش آزمون انجام گرفته و فرمول  $N = Z^2 \frac{Sn^2}{d^2}$  حداقل تعداد نمونه گردوغبار مورد نیاز، ۸۷ نمونه تعیین گردید. برای بررسی دقیق تر، مجموعاً تعداد ۹۹ نمونه گردوغبار (۶۴ نمونه فردی و ۳۵ نمونه محیطی) از قسمت های مختلف کارخانه جمع آوری و تعیین مقدار گردید. علاوه بر این، ۴ نمونه نیز به ترتیب از قسمتهای نمونه گیری، گریت کولر، پکر ایستاده و روتوپکر (۲ نمونه فردی و ۲ نمونه محیطی) به منظور تعیین مقدار سیلیس آزاد جمع آوری و جهت آنالیز به آزمایشگاه جابر بن حیان سازمان انرژی اتمی ارسال گردید.

از جمله عوامل محیطی موثر بر کارایی و سلامت کارگران شاغل، می توان به وجود غلظت بیش از حد مجاز گردوغبار در هوای تنفسی شاغلین اشاره نمود. گردوغبار زیر مجموعه ذرات معلق در هوا بوده و قطر آئرودینامیکی آنها کمتر از ۱۰۰ میکرومتر می باشد. با توجه به پتانسیل ایجاد بیماری، گردوغبار به دو گروه عمده بی اثر و فیبروزیک تقسیم بندی می شوند. ملاک و معیار این دسته بندی، میزان سیلیس آزاد موجود در گردوغبار می باشد. عناصر اصلی تشکیل دهنده سیمان شامل ترکیبات کلسیم، سیلیسیوم، آهن و آلومینیوم می باشند که به شکل سنگ آهک و خاک رس مورد استفاده قرار می گیرند. ممکن است بسته به نوع ترکیب سنگ های معدن، ترکیباتی از قبیل پتاسیم، سدیم، کروم، نیکل و در مقادیر جزئی سیلیس کریستالی نیز در ترکیب سیمان وجود داشته باشند [۲].

با توجه به اینکه سیلیس آزاد موجود در سیمان معمولاً کمتر از یک درصد می باشد، ذرات سیمان در زیر مجموعه گردوغبار بی اثر تقسیم بندی می گردد [۳]. نتایج برخی از مطالعات انجام گرفته حاکی از آن است که تماس تنفسی با گردوغبار سیمان در غلظت های معمول ایجاد عوارض شدید تنفسی نمی نماید [۴، ۵]. به عنوان پتانسیل خطر برای بروز عوارض بهداشتی گوناگون مطرح می باشد [۶-۸].

فرآیند تولید سیمان به گونه ای است که تقریباً در تمامی مراحل تولید، مقادیر متنابهی گردوغبار منتشر و از طریق سیستم تنفسی وارد ریه کارگران می گردد. میزان سمیت و آثار زیان بار ناشی از آنها بسته به نوع و ترکیب گردوغبار، اندازه ذرات و همچنین غلظت آلودگی، متفاوت می باشد. تحقیقات متعددی ارتباط بین میزان مواجهه با گردوغبار سیمان و افزایش میزان بستری شاغلین در بیمارستان

1 Chronic Obstructive Lung Disease

2 Forced Expiratory Volume

## Infrared Absorption Spectrophotometry آنالیز

شدند [۱۴].

تجهیزات مورد نیاز به تناسب از آزمایشگاه بهداشت حرفه ای مرکز بهداشت استان اردبیل، آزمایشگاه کارخانه سیمان و دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی تامین شد. اطلاعات لازم برای ارزیابی نمونه ها از قبیل مشخصات محل نمونه برداری، وزن نمونه ها، فلوی پمپ، دما، فشار، حجم هوای نمونه برداری شده (پس از تصحیح بر اساس دما و فشار استاندارد) و همچنین اطلاعات سایر متغیرهای تحقیق در فرمهای طراحی شده ثبت و داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

## یافته ها

از کل ۳۶۵ نفر افراد شاغل در کارخانه، تعداد ۷۳ نفر بطور مستقیم در خط تولید، ۸۳ نفر در دپارتمانهای جانبی و بقیه در قسمت اداری مشغول بکار می باشند. میانگین سنی شاغلین خط تولید ۳۴/۶ سال، سابقه کار ۷/۴ سال بوده و در هنگام تحقیق حدود ۹۰٪ از کارگران در حین کار از وسایل حفاظت فردی (ماسک حفاظتی) استفاده می کردند. اطلاعات مربوط به غلظت گردوغبار قسمت های مختلف به تفکیک نوع نمونه برداری و اندازه ذرات به شرح جدول ۱ می باشد.

نتایج آنالیز سیلیس آزاد (SiO<sub>2</sub>) کریستوبالیت، کوارتز و تریدیمیت) موجود در نمونه های گردوغبار قابل تنفس به شرح جدول ۲ می باشد.

در نمونه های فردی قسمتهای آسیاب سیمان و کوره بیشترین آلودگی را داشته و لیکن در بررسی محیطی غلظت ذرات در قسمتهای سنگ شکن و بار گیرخانه بیشتر از سایر قسمتها می باشد. بیشترین غلظت سیلیس آزاد در قسمت آسیاب مواد (۳/۶۷٪) و کمترین مقدار آن در قسمت روتوپکر (بارگیرخانه، ۲/۲۱٪) اندازه گیری شد.

جهت جمع آوری نمونه ها، پمپهای نمونه برداری فردی Gillian و SKC مورد استفاده قرار گرفتند. برای انجام نمونه برداری فردی، پمپها به کمر بند کارگران نصب و فیلترهای جمع کننده ذرات در منطقه تنفسی کارگران قرار گرفت. نمونه برداری از گردوغبار محیطی نیز در ارتفاع ۱۵۰ سانتی متری ایستگاههای منتخب انجام گرفت. همه نمونه ها (فردی و محیطی) در اندازههای انتخابی گردوغبار قابل استنشاق و گردوغبار قابل تنفس جمع آوری و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. با استفاده از پروتکل OSHA<sup>۱</sup> جهت نمونه برداری گردوغبار، فیلترهای ۳۷ میلیمتری غشایی و پلی وینیل کلراید با اندازه کوچک ۰/۸ و ۵ میکرومتر مورد استفاده قرار گرفت [۱۳].

با استفاده از ست حباب صابون، دبی پمپهای مورد استفاده قبل و بعد از نمونه برداری کالیبره شدند. دبی واقعی پمپها در ۱/۷ لیتر در دقیقه تنظیم و عمل نمونه برداری بطور متوسط به مدت ۲۷۰ (۴۴۰-۸۰) دقیقه ادامه یافت. به منظور حذف رطوبت، فیلترها قبل و بعد از نمونه برداری حداقل به مدت ۲۴ ساعت در داخل دسیکاتور حاوی سیلیکاژل قرار گرفته و سپس توسط ترازوی حساس توزین شدند. در نمونه های فردی، سیکلون و هد فیلتر پس از آموزش و توجیه کامل به یقه کارگران نصب گردید. به منظور اطمینان از صحت نمونه برداری، فلوی پمپ ها و شرایط نمونه برداری بطور مرتب کنترل شدند.

نمونه های انتخاب شده برای آنالیز سیلیس پس از جمع آوری در نگهدارنده فیلتر مناسب قرار گرفته و جهت آنالیز به آزمایشگاه جابرین حیان وابسته به سازمان انرژی اتمی ایران منتقل شدند.

سیلیس آزاد در نمونه های انتخابی نیز مطابق روش استاندارد NIOSH- 7602 و با استفاده از تکنیک

<sup>1</sup> Occupational Safety and Health Administration

جدول ۱. میانگین غلظت گردوغبار (میلی گرم بر مترمکعب) به تفکیک نوع نمونه برداری و اندازه ذرات در قسمتهای مختلف کارخانه

ایستگاههای نمونه برداری	نمونه های فردی		نمونه های محیطی	
	گردوغبار قابل تنفس	گردوغبار قابل استنشاق	گردوغبار قابل تنفس	گردوغبار قابل استنشاق
سنگ شکن	-	۸/۵	۴۵/۲	۲۱/۵
آسیاب مواد	-	۹/۹	۲۸/۷	۵/۲۲
کوره	۱۴۰	۱۹/۳	۲۰۳	۲۳
آسیاب سیمان	۲۴/۸	۲۴/۶	۲۴/۴	۹/۹
بارگیرخانه	۵۶/۲	۱۲/۵	۳۰۲/۷	۶۱/۹
میانگین کل	۵۸/۳	۱۲/۹	۱۵۴	۲۷

جدول ۲. نتایج آنالیز سیلیس آزاد (SiO<sub>2</sub>) در نمونه ها به تفکیک ایستگاههای نمونه برداری

ایستگاههای نمونه برداری	درصد SiO <sub>2</sub> آزاد	غلظت گردوغبار (میلی گرم بر متر مکعب)	حد اکثر غلظت مجاز با توجه به درصد SiO <sub>2</sub> آزاد [۲]
نمونه گیری	۳/۶۷	۱۵/۳	۵/۳
گریت کولر	۳/۱۱	۳۲/۴	۵/۹
پکرایستاده	۲/۴۶	۱۸/۹	۶/۷
روتوپکر	۲/۲۱	۱۱/۹۹	۷/۱
میانگین	۲/۸۶	۱۹/۶۵	۶/۲

## بحث

گردوغبار قابل تنفس از رابطه زیر محاسبه می گردد

$$OSHA(8\text{-Hour TWA}) = \frac{30 \text{ mg of total dust/m}^3}{\%SiO_2 + 2} \quad [۲]$$

با لحاظ درصد سیلیس آزاد موجود در گردوغبار، غلظت ذرات در تمامی نمونه های جمع آوری شده از قسمتهای مختلف کارخانه بیش از حد مجاز تدوین شده توسط OSHA می باشد (جدول ۲). با این فرض که میزان سیلیس آزاد در نمونه های آنالیز شده در این مطالعه کمتر از ۱٪ باشد، بطور متوسط غلظت گردوغبار در بیش از ۸۰٪ نمونه های فردی، بیشتر از مقادیر استاندارد می باشد. این میزان کمتر از نتایج گزارش شده توسط میرزایی است که در آن ۱۰۰٪ کارگران شاغل در یکی از کارخانجات سیمان در معرض گردوغبار بیش از حد مجاز قرار داشته اند [۱۰].

در این مطالعه، متوسط غلظت گردوغبار در بعضی از قسمتها (نظیر بارگیر خانه) بسیار بیشتر از مقادیر

متوسط غلظت گردوغبار قابل استنشاق و قابل تنفس برای نمونه های فردی در این مطالعه، به ترتیب معادل ۱۲/۹ و ۵۸/۳ میلی گرم بر متر مکعب برآورد گردید. کمیته فنی بهداشت حرفه ای ایران استاندارد مواجهه شاغلین با سیمان پورتلند برای گردوغبار قابل استنشاق و قابل تنفس را به ترتیب معادل ۳ و ۱۰ میلی گرم در مترمکعب هوا تعیین نموده است [۳]. این استانداردها متوسط غلظت برای ۴۰ ساعت کار در هفته بوده و زمانی بکاربرده می شود که میزان سیلیس کریستالی موجود در نمونه ها کمتر از یک درصد باشد. علیرغم اینکه میانگین غلظت گردوغبار در این مطالعه بیش از حد مجاز می باشد و لیکن غلظت گردوغبار قابل استنشاق سیمان از مقادیر گزارش شده برای یکی از کارخانجات سیمان استان فارس (۱۴/۲ ± ۲۶ میلی گرم بر متر مکعب) کمتر می باشد [۱۲].

هنگامیکه سیلیس آزاد بیشتر از یک درصد وزنی ذرات را تشکیل دهد، استاندارد مواجهه ۸ ساعته با

استاندارد (جدول ۱) و همچنین نتایج مطالعات انجام گرفته در برخی از کشورها می باشد. به عنوان مثال در تحقیقی که در تایوان انجام گرفته است افراد در معرض گردوغبار با غلظت ۱/۲۴ میلی گرم بر متر مکعب، در گروه افراد با مواجهه بالا تقسیم بندی شده است [۱۵]. در تحقیق دیگری که در مالزی انجام گرفته است کارگران صنعت سیمان در معرض ۱۰ میلی گرم بر متر مکعب گردوغبار کلی بوده است [۱۶]. لکن غلظت گردوغبار قابل استنشاق فردی در این مطالعه از نتایج گزارش شده برای کشور تانزانیا که طی آن غلظت گردوغبار قابل استنشاق در قسمتهای مختلف کارخانه از ۱/۸ تا ۳۸/۶ میلی گرم در متر مکعب گزارش گردیده است، کمتر می باشد [۸]. این اختلاف فاحش در غلظت ذرات، احتمالاً به دلیل تفاوت در سیستمهای کنترلی مورد استفاده در فرایند تولید سیمان می باشد.

سیلیس کریستالی عمدتاً متشکل از ترکیبات کوارتز، تری‌دی‌میت و کریستوبالیت بوده و در ایجاد بیماریهای فیبروتیک ریه نقش اساسی ایفا می نمایند [۱۷]. همچنین کلیه استانداردهای تدوین شده برای گردوغبارهای بی اثر منجمله سیمان، گچ و غیره در صورتی قابل استناد و استفاده می باشد که سیلیس کریستالی آنها کمتر از یک درصد باشد [۱۴]. میانگین غلظت سیلیس آزاد در گردوغبار آنالیز شده حدود ۲/۳٪ می باشد. علیرغم اینکه این میزان در محدوده مقادیر پیش بینی شده برای سیمان پورتلند (۵-۰ درصد) می باشد [۲] و لیکن درصد سیلیس آزاد ذرات گردوغبار در این مطالعه بیشتر از مقادیر گزارش شده توسط اغلب محققین برای سیمان پورتلند می باشد [۴ و ۸ و ۱۸]. با این حال، غلظت SiO<sub>2</sub> آزاد در این مطالعه، از نتایج منتشر شده برای سنگ معدن مصرفی در صنایع سیمان ایران که در آن میزان SiO<sub>2</sub> آزاد حدود ۱۰٪ برآورد گردیده است، کمتر می باشد [۱۰].

سیلیس کریستالی توسط موسسه (NIOSH)<sup>۱</sup> و کمیته فنی بهداشت حرفه ای ایران به عنوان مواد سرطانزای احتمالی A-2 شناخته شده است [۳ و ۱۹]. استنشاق گردوغبار حاوی سیلیس آزاد در غلظت بالا می تواند سلامتی شاغلین اینگونه صنایع را در دراز مدت متاثر نماید. علت دقیق بالا بودن غلظت سیلیس در گردوغبار جمع آوری شده در این مطالعه کاملاً مشخص نمی باشد و لیکن ممکن است آنرا به وجود غلظتهای بالای سیلیس در سنگ معدن مورد استفاده در این گونه صنایع نسبت داد.

غلظت سیلیس آزاد در قسمتهای مختلف متفاوت می باشد بطوریکه بیشترین غلظت در ابتدای خط تولید و کمترین آن در انتهای پروسه تولید اندازه گیری شد. این یافته با نتایج مطالعات وایزلج و همکاران همخوانی دارد [۸].

با توجه به اینکه در این مطالعه غلظت سیلیس آزاد فقط در ۴ نمونه گردوغبار آنالیز گردیده است، انجام تحقیقات مشابه و بررسی های علمی و دقیق این مسئله در سایر صنایع کشور با استفاده از روشهای آنالیز مختلف ضروری می باشد.

### نتیجه گیری

کارگران شاغل در صنعت مورد مطالعه غالباً در معرض غلظت های گردوغبار بیش از حد مجاز تعیین شده توسط کمیته فنی بهداشت حرفه ای ایران قرار دارند. همچنین غلظت سیلیس کریستالی در نمونه هایی که پس از پخت کلبنکر جمع آوری شده اند کمتر از نمونه های مربوط به ابتدای خط تولید می باشند.

### تشکر و قدردانی

نویسندگان، مراتب قدردانی خود را از همکاری صمیمانه مدیر عامل محترم کارخانه سیمان، معاونت

<sup>1</sup> National Institute for Occupational Safety and Health

محترم بهداشتی و معاونت محترم آموزشی و پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اردبیل که هزینه اجرای این مطالعه را تقبل نمودند، اعلام می نمایند.

## منابع

- ۱- کریمی دردشتی اسماعیل. روند توسعه صنعت سیمان، ماهنامه علمی فنی اقتصادی سیمان. بهمن ۱۳۷۹. سال هفتم شماره ۵۵، صفحه ۶-۱۹.
- 2- Lehigh Southwest Cement Company. Material Safety Data Sheet (MSDS) for Portland. 2002, Available online at: <http://www.lehighsw.com/products/msds1.pdf>
- ۳- وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی. حدود تماس شغلی عوامل بیماریزا. ۱۳۸۱.
- 4- Fell AK, Thomassen TR, Kristensen P, Egeland T, Kongerud J. Respiratory symptoms and ventilatory function in workers exposed to Portland cement dust. *J Occup Environ Med.* 2003; 45(9): 1008-14.
- ۵- سیف آقایی فریده. ارزیابی عملکرد تنفسی در شاغلین مواجه با گردوغبار سیمان پورتلند شهرستان جاجرد. اسرار. ۱۳۷۹. سال هفتم، شماره یک صفحه ۵۴-۶۰.
- 6- AL - Neaimi yI, Gomes J. Respiratory illnesses and ventilatory function among workers at a Cement factory in a rapidly developing country. *Occup Med. (Lond).* 2001; 51(6): 367-73.
- 7- Meo SA, Azeem MA, Ghorri MG, Subhan MM. Lung function and surface electromyography of intercostal muscles in cement mill workers. *Int J Occup Med Environ Health.* 2002; 15, 279-87
- 8- Mwaiselage J, Bratveit M, Moen B, Mashalla Y. Dust Exposure and Respiratory Health Effects in the Cement Industry, IOHA 2005; PILANESBERG: Paper R3-2.
- 9- Vestbo J, Knudsen KM, Raffn E. Exposure to Cement Dust at a Portland Cement factory and the Risk of Cancer. *Br J Ind. Med.* 1991; Des, 48 (12): 8037.
- ۱۰- میرزائی رمضان. کنگره ملی مهارت، سلامت و نقش آن در توسعه. ۱۳۷۹.
- 11- Mwaiselage J, Bratveit M, Moen B, Mashalla Y, Cement dust exposure and ventilatory function impairment: an exposure-response study. *J Occup Environ Med.* 2004; 46, 658-67
- ۱۲- نقاب مسعود، چوبینه علیرضا. ارتباط بین مواجهه شغلی با گردوغبار سیمان و شیوع علایم و اختلالات تنفسی، فصلنامه علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه. ۱۳۸۶، سال ۱۱، شماره ۲، صفحه ۲۲۶-۲۱۵.
- 13- OSHA. OSHA sampling and analytical method, Portland Cement (total dust) in workplace atmosphere, Method Number: ID-207. accessed on 13/10/2008 at: <http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/inorganic/id207/id207.html>
- 14- NIOSH. NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), Fourth Edition, Crystalline by IR: method 7602. 1994.
- 15- Yang CY, Huang CC. Effects of Occupational Dust Exposure on the Respiratory Health of Portland Cement Workers. *J Toxicol Environ. Health.* 1996; Dec. 27; 49 (6) : 581-8.
- 16- Noor H, Yap CL. Effect of exposure to dust on lung function of Cement factory workers. *Med j Malaysia.* 2000 Mar; 55(1): 51-7.
- 17- Pradyot Patnaik. A Comprehensive Guide to the Hazardous Properties of Chemical Substances, 2<sup>nd</sup> ed. Wiley-Interscience, New York, 1999.
- 18- Abrons HL, Petersen MR, Sanderson WJ, Respiratory symptoms, ventilatory function and environmental exposures in Portland cement workers. *Br J Ind Med.* 1988; 45: 368-375.
- 19- NIOSH. NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards, 2005, available online at: <http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0553.html>

## Dust Concentrations in an Ardabil Portland Cement Industry

Hazrati S, PhD<sup>1</sup>; Rezazadeh Azari M, PhD<sup>2</sup>; Sadeghi H, MSc<sup>3</sup>; Rahimzadeh S, BSc<sup>4</sup>;  
Mostaed N, MD<sup>5</sup>

1- Corresponding Author: Assistant professor: School of health, Ardabil University of Medical Science, Ardabil, Iran. E-mail: S.hazrati@Arums.ac.ir  
2- Professor of Shahid Beheshti University of Medical Science, Tehran, Iran. 3- Lecturer of Ardabil University of Medical Science, Ardabil, Iran. 4- Industrial Hygienist in Ardabil Province Health Center  
5- General Practitioner

### ABSTRACT

**Background and objectives:** Long term exposure to high levels of cement dust is one of the most important environmental risk factors in cement industries that adversely affect employee's respiratory system. Provided that achieving sustainable development mainly relies on healthy workers, this study aimed at assessing cement dust concentration and its free SiO<sub>2</sub> content in an Iranian Portland Cement Industry.

**Methods:** In a cross - sectional study, airborne dust levels was investigated by collecting 64 personal and 35 environmental samples at both inhalable and respirable dust sizes. Dust concentrations were determined by deploying personal samplers in the breathing zone of workers. SiO<sub>2</sub> fractions were also measured in 4 samples collected from different part of the factory.

**Results:** Arithmetic average concentrations of inhalable and respirable dust in personal sampling campaign were 58 and 13 mg m<sup>-3</sup>, respectively. Respective values for inhalable and respirable dust in environmental sampling campaign were 154 and 27 mg m<sup>-3</sup>. Dust concentrations in 90% of environmental samples and 80% of personal samples exceeded those occupational exposure limit values set for inert dusts i.e. Portland Cement. The average free SiO<sub>2</sub> fraction in analyzed samples was 2.86% varying from 2.33% in "packing and loading" area to 3.67 % in "raw mill" section.

**Conclusion:** Free SiO<sub>2</sub> fraction as well as the concentrations of cement dust in this study is much higher than those of occupational exposure limit proposed by Iranian Technical Committee of Occupational Health.

**Key words:** Portland Cement, Free Silica, Dust, Air Pollution, Ardabil