



## مطالعه غلظت و نوع الیاف آزبست با روش میکروسکوپی فاز کنتراست و الکترونی روبشی به منظور تعیین مواجهه شغلی در یک صنعت سیمان - آزبست

حسین ماری ارپاد<sup>۱</sup>، حسین کاکویی<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۱/۱۹

تاریخ ویرایش: ۹۰/۰۶/۱۰

تاریخ دریافت: ۹۰/۰۴/۰۵

### چکیده

**زمینه و هدف:** آزبست بطور وسیعی در تولیدات صنعتی همچون ورق‌های سیمان آزبستی، لوله‌های سیمان آزبستی، کلاچ و لنت ترمز، صفحات عایق الکتریکی و گرمایی، کانال‌های تهویه و غیره کاربرد دارد. مواجهه گروه‌های مختلف شغلی و غیر شغلی با این ماده سرطان‌زا و ضرورت تعیین میزان مواجهه کارگران با آزبست در صنایعی که از این ماده استفاده می‌کنند باعث توسعه روش‌های متنوع مطالعه غلظت الیاف هوابرد آزبست شده است.

**روش بررسی:** در این مطالعه از فرایندهای مختلف یک کارخانه تولیدی ورق و لوله‌های سیمان آزبستی در تهران تعداد ۹۰ نمونه بر روی فیلتر غشایی مخلوط استر سلولزی جمع‌آوری شد. مراحل آماده‌سازی نمونه روی نیمی از هر فیلتر مطابق روش نایوش ۷۴۰۰ انجام شد و جهت شمارش الیاف آزبست از میکروسکوپ فاز کنتراست نوری استفاده گردید. نیمه دیگر فیلتر نیز جهت تعیین عناصر تشکیل دهنده الیاف موجود در هوای محیط کار با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی مورد استفاده قرار گرفت.

**یافته‌ها:** دامنه غلظت الیاف آزبست با استفاده از روش نایوش ۷۴۰۰،  $f/CC$  ۰/۲-۰/۴۴ بدست آمد. از مجموع ۹۰ نمونه تهیه شده، ۵۰ درصد مقادیر بالاتر از حدود مواجهه شغلی را نشان دادند. آلوده‌ترین مکان در این صنعت سالن آسیاب ضایعات با میانگین غلظت الیاف  $f/CC$   $0.37 \pm 0.05$  بود و تمامی نمونه‌های این قسمت مقادیری بالاتر از حدود مجاز مواجهه شغلی را به خود اختصاص دادند. مطالعه نمونه‌ها به کمک میکروسکوپ الکترونی روبشی نیز نشان داد که نوع الیاف موجود در نمونه‌ها کریزوتایل می‌باشد.

**نتیجه گیری:** بالاتر بودن بیش از ۵۰ درصد نتایج شمارش الیاف آزبست از نمونه‌های جمع‌آوری شده در این صنعت نسبت به حدود تماس شغلی می‌تواند پیامدهای ناگواری از جمله افزایش احتمال بروز بیماری‌های مرتبط با استنشاق الیاف آزبست را در آینده در پی داشته باشد. همچنین راهبردهای پیش‌گیرانه در مطالعات بهداشت حرفه‌ای ایجاب می‌کند که پس از گذشت ۵۰ سال از مصرف آزبست در صنایع ایران، متخصصین کشور بتوانند هم‌زمان به چند روش ساده و دقیق در ارزیابی الیاف آزبست دسترسی داشته باشند و از این رو باید در کنار روش نایوش ۷۴۰۰، توسعه سایر روش‌های میکروسکوپی از جمله میکروسکوپ الکترونی روبشی مورد توجه قرار گیرد.

**کلیدواژه‌ها:** شمارش الیاف، صنعت سیمان آزبست، میکروسکوپ فاز کنتراست، میکروسکوپ الکترونی روبشی.

### مقدمه

اصطکاکی مانند لنت و کلاچ خودرو، انواع فیلترهای مقاوم در برابر حرارت، عایق‌ها، کف پوش‌ها، منسوجات ضد حریق و غیره یافت می‌شود [۲]. هر چند مصارف سودمند آزبست در طول تاریخ غیر قابل انکار بوده اما باید اذعان داشت که اثرات نامطلوب آن بر سلامتی انسان مصیبت‌بار است. روند تولید محصولات آزبستی از شروع قرن بیستم تا دهه ۴۰ میلادی بیش از ۲۰۰۰ درصد افزایش یافته و پس از آن علی‌رغم تمهیداتی که به منظور منع مصرف این ماده در سطح جهان اعمال گردیده میزان کاهش مصرف از ۵ میلیون تن سال

آزبست نام گروهی از کانی‌های سیلیکاته است که به دو گروه آمفیبول که خود در برگیرنده ۵ نوع ماده معدنی لیفی شکل شامل آموزیت، کروسیدولیت، ترمولیت، اکتینولیت و آنتوفیلیت و سرپانتین که آزبست نوع کریزوتایل را شامل می‌شود تقسیم می‌گردد [۱]. خواص منحصر به فرد آزبست باعث گردیده تا از نظر اقتصادی و بهداشتی مورد توجه بوده و کاربردهای متنوعی را به خود اختصاص دهد بگونه‌ای که در بالغ بر چند صد نوع محصول از قبیل لوله‌های سیمان آزبست، کالاهای

۱- دکتری بهداشت حرفه‌ای، استادیار، عضو هیئت علمی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی یاسوج، یاسوج، ایران. oryadhsn@gmail.com  
۲- (نویسنده مسئول) دکتری بهداشت حرفه‌ای، استاد، گروه بهداشت حرفه‌ای دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران. kakooei@gmail.com

آزبست، دانسیته مناسب الیاف روی فیلتر مورد مطالعه بین ۱۳۰۰-۱۰۰ لیف در میلی متر مربع از سطح فیلتر تعیین شده است، ابتدا تعدادی نمونه اولیه تهیه و براساس نتایج حاصل از مطالعه میکروسکوپی این نمونه ها، زمان مناسب نمونه برداری برای هر یک از فرایندها برآورد گردید. در مجموع تعداد ۹۰ نمونه از صنعت مورد نظر تهیه شد. نمونه برداری محیطی در سالن های تولید و بخش های اداری با استفاده از فیلتر غشایی مخلوط استرسلولزی (MCE) ۲۵ میلیمتری و هولدر با دهانه باز دارای کانال جلوگیری از تولید الکتروسیته ساکن و پمپ نمونه برداری فردی (مدل 224-PCMTX8;SKC-UK) کالیبره شده توسط کالیبراتور الکتریکی انجام شد. پس از انتقال نمونه ها به آزمایشگاه، مراحل آماده سازی نمونه بر روی نیمی از هر فیلتر، به ترتیب با شفاف سازی فیلتر سوار شده روی لام ۷۰×۲۵ میلی متری با استفاده از دستگاه بخارساز استون و سپس افزودن ۵ میکرولیتر تری استین با میکروپیپت و قرار دادن روی فیلتر شفاف شده انجام گرفت. گراتیکول مورد استفاده در چشمی میکروسکوپ از نوع والتون بکت (برای ارزیابی طول، قطر و تعداد الیاف) بود. مطابق روش نایوش ۷۴۰۰، ذراتی که طولی بزرگتر از ۵ میکرومتر و نسبت طول به قطر بزرگتر یا مساوی ۳ به ۱ داشته باشند به عنوان لیف محسوب شده مورد شمارش قرار می گیرند. الیاف با استفاده از میکروسکوپ فاز کنتراست نوری در بزرگنمایی ۴۰۰× مشاهده و مورد شمارش قرار گرفت و سپس با استفاده از فرمول زیر غلظت الیاف برحسب لیف در سانتی متر مکعب هوا محاسبه گردید.

$$C = \frac{\left( \frac{F - B}{n_f - n_b} \right) \times (A_c)}{V \times 10^3}$$

در این فرمول F، تعداد کل الیاف شمارش شده و  $n_f$  تعداد کل میدان های شمارش شده فیلتر نمونه، B

۱۹۷۵ به ۴ میلیون تن در سال ۱۹۹۱ رسیده و در سال ۲۰۰۲ بیش از ۲/۲ میلیون تن آزبست از معادن استخراج گردیده است [۳]. آزبست به عنوان سرطان زای گروه A 1 شناخته شده است [۴] و شواهد حاصل از مطالعات انسانی به ارتباط بیماری های مختلف از جمله آزبستوزیس، سرطان ریه و مزوتلیوما با استنشاق الیاف آزبست اشاره دارد [۵ و ۶] به گونه ای که ۸۰-۷۰ درصد موارد مزوتلیوما را که نوعی سرطان نادر و کمیاب می باشد به مواجهه شغلی با آزبست نسبت می دهند [۱۲-۱۷]. نکته بسیار مهم در زمینه مواجهه با آزبست اینکه میزان مواجهه مجاز با این الیاف از اولین حد مواجهه شغلی تا آخرین ویرایش آن، تنها در یک فاصله زمانی ۲۵ ساله به میزان ۱۲۰ برابر کاهش یافته است. در کشور ما نیز صنایع مختلف از این الیاف به عنوان مواد اولیه در محصولات خود استفاده می کنند، به گونه ای که مطابق آمارهای رسمی سالیانه بیش از ۵۰۰۰۰ تن آزبست وارد کشور می شود [۱۳].

ساختار، ابعاد و مورفولوژی الیاف آزبست باعث گردیده تا شناسایی و آنالیز آن مشکل بوده و بدین منظور وسایل مختلفی از جمله میکروسکوپ فاز کنتراست (PCM(Phase Contrast Microscopy)، میکروسکوپ پولاریزان (PLM(Polarized Light Microscopy) و میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM(Scanning Electron Microscopy) مورد استفاده قرار می گیرد. این مطالعه در سال ۱۳۸۹ به منظور تعیین غلظت و نوع الیاف آزبست هوای تنفسی کارگران یک صنعت سیمان آزبست در تهران با دو روش میکروسکوپی فاز کنتراست و الکترونی روبشی انجام شده است.

### روش کار

به منظور تهیه نمونه های مورد نیاز، صنعت مورد نظر بازدید و مکان های نمونه برداری مطابق با زیر فرایندها و نوع تولیدات (ورق موج، آردوواز و لوله های سیمان آزبست) انتخاب گردید. از آنجایی که در روش نایوش ۷۴۰۰ به عنوان روش مصطلح مطالعه الیاف هوا برد

انرژی با اشعه ایکس می باشد در مرحله بعد اقدام به تعیین نوع و میزان عناصر موجود در نمونه ها که مبنای مقایسه و قضاوت در شناسایی و تشخیص نوع آزیست می باشد گردید. آنالیز آماری اطلاعات به کمک نرم افزار SPSS انجام گرفت.

### یافته‌ها

میانگین و انحراف معیار غلظت الیاف آزیست در جدول ۱ ارائه گردیده است. دامنه غلظت الیاف آزیست با استفاده از این روش  $f/CC$   $0.44-0.02$  بدست آمد. از مجموع ۹۰ نمونه تهیه شده، ۵۰ درصد مقادیر بالاتر از حدود مواجهه شغلی (میزان توصیه شده کنفرانس دولتی متخصصان بهداشت صنعتی آمریکا) را نشان دادند. آلوده ترین مکان در این صنعت سالن آسیاب ضایعات با میانگین غلظت الیاف  $f/CC$   $0.5 \pm 0.37$  بود و تمامی نمونه های این قسمت مقادیری بالاتر از حدود مجاز مواجهه شغلی را به خود اختصاص دادند.

پایین ترین سطح آلودگی نیز مربوط به واحدهای اداری و غیر فرایندی با غلظت  $f/CC$   $0.1 \pm 0.04$  بوده است. شکل های ۱ و ۲ نتایج تصویر برداری و آنالیز الیاف با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی را نشان می دهد. با بررسی مورفولوژی و ترکیب عنصری الیاف مورد بررسی، می توان به آزیستی بودن آنها

تعداد کل الیاف شمارش شده و  $n_b$  تعداد کل میدان های شمارش شده و  $n_f$  تعداد کل میدان های شمارش شده فیلتر شاهد و  $A_f$  مساحت میدان شبکه والتون- بکت (که در صورت کالبیره بودن برابر  $0.0785$  میلی متر مربع است) می باشد.

$A_c$  مساحت موثر فیلتر جمع آوری نمونه (برای فیلتر  $25$  میلیمتری برابر  $385$  میلی متر مربع در نظر گرفته می شود) و  $V$  حجم هوای نمونه برداری شده بر حسب لیتر است.

نیم دیگر فیلتر جهت تعیین عناصر تشکیل دهنده و نوع الیاف موجود در هوای تنفسی کارگران صنعت مورد نظر با روش میکروسکوپ الکترونی روبشی و مطابق استاندارد ISO 14966:2002 مورد استفاده قرار گرفت [۱۴]. ابتدا به کمک چسب دوطرفه مسی قسمتی از فیلتر (در حدود ۱ سانتی متر مربع) روی پایه نگهدارنده نمونه چسبانده و سپس به کمک دستگاه لایه نشان، با لایه نازکی از طلا پوشش دهی شد. پس از پوشش دهی، نمونه به درون میکروسکوپ الکترونی روبشی مدل VEGA-TESCAN ساخت کشور چک انتقال یافته و پس از ایجاد شرایط خلاء، نسبت به تهیه تصاویر با بزرگنمایی  $2000$  برابر اقدام گردید. از آنجایی که تشخیص آزیستی و یا غیر آزیستی بودن نمونه مستلزم بررسی آن با استفاده از سیستم آنالیز انتشار

جدول ۱: غلظت الیاف آزیست در واحد های مختلف یک صنعت سیمان- آزیست fibers/cc

مکان مورد بررسی	تعداد نمونه	دامنه غلظت الیاف	میانگین و انحراف معیار غلظت الیاف آزیست	تعداد و درصد نمونه های بالاتر از حد مجاز شغلی*
سالن تولید لوله	۱۲	$0.09-0.34$	$0.19 \pm 0.08$	۱۱ (۹۱/۶)
سالن تولید ورق موجدار	۱۷	$0.04-0.3$	$0.13 \pm 0.08$	۱۰ (۵۸/۸)
سالن تولید آردوواز	۱۴	$0.07-0.18$	$0.12 \pm 0.04$	۱۰ (۷۱/۳)
سالن تراش مانشون	۸	$0.09-0.34$	$0.23 \pm 0.09$	۷ (۸۷/۵)
سالن آسیاب ضایعات	۷	$0.28-0.44$	$0.37 \pm 0.05$	۷ (۱۰۰)
انبار ورق و مواد اولیه	۸	$0.05-0.08$	$0.06 \pm 0.01$	۰ (۰)
واحد های غیر فرایندی	۱۲	$0.02-0.06$	$0.04 \pm 0.01$	۰ (۰)
بخش اداری	۱۲	$0.02-0.06$	$0.04 \pm 0.01$	۰ (۰)
جمع	۹۰	$0.02-0.44$	$0.13 \pm 0.11$	۴۵ (۵۰)

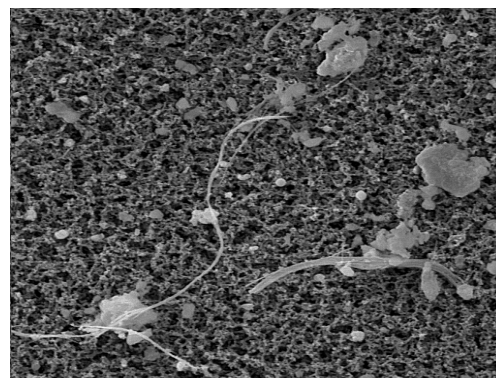
\*میزان توصیه شده غلظت الیاف آزیست در هر میلی متر هوای استنشاقی کارگران، توسط کنفرانس دولتی متخصصان بهداشت صنعتی آمریکا (ACGIH) معادل  $0.1$  فیبر تعیین شده است [۳].

الیاف آزبست ۹/۸-۰/۶ بوده [۱۵] و در مطالعه دیگر توسط فصل بهار و همکاران میانگین غلظت الیاف آزبست در منطقه تنفسی یکی از معادن استخراج و فرآوری آزبست ۷۵/۳۹ گزارش شده است [۱۶]. سطح آلودگی اعلام شده در این دو مطالعه به مراتب فراتر از نتایج مطالعه حاضر است که از مهم‌ترین دلایل می‌توان به مقادیر بالاتر حدود مواجهه شغلی (میزان مواجهه مجاز با الیاف آزبست از اولین حد مواجهه شغلی تا آخرین ویرایش، تنها در یک فاصله زمانی ۲۵ ساله به میزان ۱۲۰ برابر کاهش یافته است) در زمان انجام این مطالعات و در نتیجه عدم نظارت و کنترل کافی بر محیط‌های مورد نظر اشاره کرد. کاکویی نیز مواجهه تنفسی پلیس راهنمایی و رانندگی تهران را مورد ارزیابی قرار داده و میانگین میزان تماس را با الیاف آزبست ۰/۰۱۵ گزارش نموده [۱۷] که از نتایج این مطالعه کمتر است. از آنجایی که نوع مواجهه در گروه مورد نظر (پلیس تهران) در هوای آزاد شهر بوده لذا بالاتر بودن غلظت الیاف آزبست در هوای محیط صنعت سیمان - آزبست منطقی به نظر می‌رسد.

در مطالعه‌ای که پناهی در سال ۱۳۸۹ در یک صنعت تولید ورق‌های سیمان آزبستی انجام داد میانگین غلظت الیاف در نمونه‌های فردی ۰/۰۵۲۲ گزارش گردید [۱۸]. نتایج مطالعه حاضر با مطالعه Wantanee Phanprasit و همکاران در یک صنعت سیمان آزبست که غلظت الیاف را ۱/۱۵ f/ml اعلام نمود مطابقت دارد [۱۹].

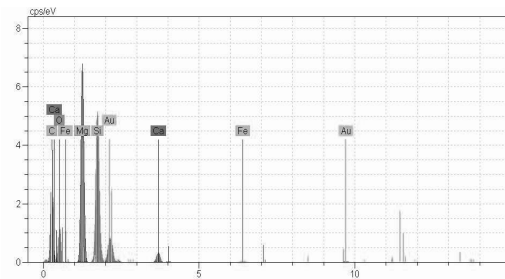
کاربرد میکروسکوپ الکترونی در شمارش و تعیین نوع الیاف هوابرد به خوبی توسعه یافته و استانداردهای مختلفی نیز در این زمینه تدوین گردیده است [۱۴، ۲۰، ۲۱]. کاکویی و همکاران در دو مطالعه مختلف به ارزیابی الیاف در هوای آزاد و محیط صنعت پرداخته و به منظور رفع ناتوانی روش فاز کنتراست (نایوش ۷۴۰۰) در تشخیص نوع الیاف از میکروسکوپ الکترونی روبشی کمک گرفته اند [۲۲ و ۲۳].

روش نایوش ۷۴۰۰ که مصطلح‌ترین و در دسترس‌ترین روش مطالعه غلظت الیاف هوابرد می‌باشد با



SEM MAG: 2.00 kx Det: SE Detector  
SEM HV: 20.00 kV WD: 22.7850 mm  
Date(m/d/y): 01/01/02 Vac: HVVac  
20 μm VEGA1 TESCAN

شکل ۱: الیاف کریزوتایل موجود در نمونه هوای محیط کار یک صنعت سیمان - آزبست با بزرگمایی ۲۰۰۰ برابر، میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM).



شکل ۲: طیف EDX الیاف کریزوتایل در نمونه هوا به روش میکروسکوپ الکترونی روبشی.

پی‌برد. درصد عناصر تشکیل دهنده الیاف نیز بخصوص میزان قابل توجه عناصر منیزیم و سیلیسیوم تاییدی بر آزبست نوع کریزوتایل می‌باشد.

## بحث و نتیجه گیری

علیرغم اینکه سال هاست سرطانزایی آزبست به اثبات رسیده و تا کنون نیز بیش از ۲۰ روش مطالعه الیاف آزبست در هوا معرفی شده است اما تعداد مطالعات مرتبط با ارزیابی غلظت الیاف آزبست در کشور قابل توجه نمی‌باشد. در معدود مطالعات موجود نیز گستره‌ای از نتایج با غلظت ده‌ها برابر مقادیر مجاز مشاهده می‌شود.

در مطالعه‌ای که خرد پیر و همکاران در یک صنعت سیمان - آزبست در شهر تهران انجام دادند، غلظت

Hammar SP. Quantitative Analysis of Asbestos Burden in Women with Mesothelioma. *Am J Ind Med* 2003; 43(2):188-95.

9. Merler E, Chellini E. Epidemiology of Primary Tumors of the Pleura. *Ann Ist Super Sanita* 1992; 28(1):133-46.

10. Morinaga K, Kishimoto T, Sakatani M, Akira M, Yokoyama K, Sera Y. Asbestos-related Lung Cancer and Mesothelioma in Japan. *Ind Health* 2001; 39(2):65-74.

11. Niklinsky J, Niklinska W, Chyczewska E, Laudanski J, Naumnik W, Chyczewski L, et al. The Epidemiology of Asbestos-related Diseases. *Lung Cancer* 2004; 45(S1):S7-15.

12. Suzuki Y, Yuen SR. Asbestos Fibers Contributing to the Induction of Human Malignant Mesothelioma. *Ann N Y Acad Sci USA* 2002; 982:160-76.

13. Kakooei h, Hormozi M, Marioryad H. Evaluation of Asbestos Exposure during Brake Repair and Replacement. *Industrial Health* 2011, 49, 374-380.

14. BS ISO 14966. Ambient Air Determination of Numerical Concentration of Inorganic Fibrous Particles – Scanning Electron Microscopy Method. 2002.

15. Kheradpir S, Ghiasoddin M, Moztarzadeh F, Mohammad K. Barresie Parakandegi va Ghezate Aliafe Panbe Nasooz va Asarate Bimarizaeie an dar Karkhaneh Iranite Tehran. *Scientific Journal of School of Public Health and Institute of Public Health Research*. 1997(1-2), 57-69. (Article in Persian).

16. Faslbahar J, Emamhai MA, Barresi Maadane Asbeste Hajat va Asarate an bar Behdashte Kargarane Maadan va Karkhaneh. *Faslnameh Mohite Zist*. 1386(44), (Article in Persian).

17. Kakooei H. Barresie GHelzate Aliafe Asbest dar Havaie Tanaffosie Mamoorane Rahnemaie va Ranandegi dar Mayadine Shahre Tehran. 1388. Available from: [www.sid.ir/fa/VEWSSID/J\\_pdf/38613881301.pdf](http://www.sid.ir/fa/VEWSSID/J_pdf/38613881301.pdf) [ Persian].

18. Panahi D, Kakooei H, Marioryad H. Mehrdad R, Golhosseini M. Evaluation of exposure to the airborne asbestos in an asbestos cement sheet manufacturing industry in Iran. *Environ Monit Assess* 2011; 178:449-454.

19. Phanprasit W, Sujirarat D, Chaikittiporn C. Health risk among asbestos cement sheet manufacturing workers in Thailand. *Journal of Medicine Assoc Thai* 2008; 7S: 115-120.

20. BS ISO 10312:1995. Ambient air determination of asbestos fibres – Direct transfer

محدودیت‌هایی همراه است. برای مثال عدم تشخیص الیاف آزبستی از الیاف غیر آزبستی، عدم تشخیص الیاف بسیار ریز (قطر کمتر از ۰/۲ میکرون) و همچنین ناتوانی در تعیین نوع آزبست از کاستی‌های این روش است [۲۴]. پیگیری و اجرای برنامه ممنوعیت مصرف آزبست در کشور مستلزم دسترسی به روش‌ها و ابزار مناسب پایش غلظت الیاف هوابرد می‌باشد و از این رو لازم است تا سایر روش‌های معتبر از جمله کاربرد میکروسکوپ الکترونی روبشی (BS ISO 14966) به عنوان روشی مکمل مورد توجه محققین کشور قرار گیرد.

### قدردانی و تشکر

مراتب قدردانی خود را از مدیریت و کارکنان مرکز پژوهشی متالوژی رازی در ارائه خدمات میکروسکوپ الکترونی روبشی، اعلام می‌دارد.

### منابع

1. US Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Asbestos. 2001.
2. Kakooei H, Sameti M, Kakooei AA. Asbestos Exposure during Routine Brake Lining Manufacture. *Industrial Health*, 2007. 45, 787-792.
3. Virta RL. Worldwide asbestos supply and consumption trends from 1900 through 2003, 2006.
4. ACGIH, American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Treshod Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices. 2010
5. IARC. International Agency for Research on Cancer. Mechanisms of fiber carcinogenesis. Scientific publications. 1996, No. 140, 1-9.
6. Laurie Kazan A. Asbestos and Mesothelioma: Worldwide Trends. *Lung Cancer*, 2005, 49s1,
7. Amy H. Picklesimer, Vanna Zanagnolo, Theodore H. Niemann, Lynne A. Eaton, Larry J. Copeland. Malignant Peritoneal Mesothelioma in Two Siblings. *Gynecologic Oncology* 99 (2005) 512 – 516.
8. Dodson RF, O’Sullivan M, Brooks DR,



transmission electron microscopy method. British standards institution, 2005.

21. BS ISO 13794:1999. Ambient air determination of asbestos fibres – Indirect transfer transmission electron microscopy method. British standards institution, 2005.

22. Kakooei H, Yunesian M, Marioryad H, Azam K. Assessment of airborne asbestos fiber concentrations in urban area of Tehran, Iran. Air Qual Atmos Health, 2009(2) 39-45.

23. Kakooei H, Marioryad H. Evaluation of exposure to the airborne asbestos in an automobile brake and clutch manufacturing industry in Iran. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 2010: 56, 143-147.

24. NIOSH 7400 Asbestos and other fibers by PCM. National institute for occupational safety and health. 1989.

## Investigating the Concentration and types of Asbestos Fibers using PCM and SEM in a Cement- Asbestos Industry

Marioryad H<sup>1</sup>, Kakooei H<sup>2</sup>

Received: 2011/06/26

Revised: 2011/09/01

Accepted: 2012/02/08

2011/10/05

### ABSTRACT

**Background and aims:** Asbestos minerals are divided into two main groups including serpentine and amphiboles and each has one or more subgroups. These minerals have been used in industrial products such as cement-asbestos sheet and pipe, brake shoe, clutch and insulation materials. Occupational and non - occupational exposures by this carcinogenic material have caused to develop several methods to evaluate airborne asbestos fibers. But in this way, NIOSH 7400 as the conventional method has some shortages that confirm necessity of studying of other microscopic methods in asbestos fibers evaluation.

**Methods:** In this study, 90 samples from different points of a cement- asbestos industry in Tehran (IRAN) have been collected on MCE filters. According to NIOSH 7400, half of each filter was prepared and then fiber counting was accomplished by phase contrast microscopy. The other part of filters was used for identification of asbestos fibers types by scanning electron microscopy.

**Results:** According to NIOSH 7400, fibers concentration range were determined 0.02 – 0.44 f/cc. The maximum concentration of airborne asbestos was  $0.37 \pm 0.05$  f/cc that was related to recycling process. Study of elemental composition of fibers by scanning electron microscopy confirmed that the type of fibers was chrysotile.

**Conclusion:** More than 50 percent of collected samples in this industry have concentrations above occupational exposure limits that may increase asbestos related diseases in the future. The preventive approaches in occupational health studies necessitate that in order to evaluate airborne asbestos fibers; the occupational hygienists need to be access to several methods. Therefore development of other microscopic methods such as scanning electron microscopy besides NIOSH 7400, must be considered.

**Keywords:** Asbestos Fibers, Cement-Asbestos industry, Phase contrast microscopy, Scanning electron microscopy

- 
1. PhD, Assistant Professor, Department of occupational health, Yasuj University of Medical Sciences, Yasuj, Iran.
  2. (**Corresponding author**) PhD, Professor, Department of occupational health, School of public health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. kakooei@gmail.com