بررسی پراکندگی و غلظت الیاف پنبه نسوز در یك کارخانه آزبست - سیمان در تهران

مهندس شهره خردپیر [۱] ، دکترمنصور غیاث الدین [۲] ، دکتر فتح اله مضطرزاده [۳] ، دکتر کاظم محمد [۴]

واژه های کلیدی : *پنبه نسوز ، آزبست ، منطقه تنفسی ، ایران*

چکیده

دراین پژوهش غلظت الیاف پنبه نسوز (آزبست) در هوای منطقه تنفسی و نیز میزان پراکندگی الیاف در محیط یکی از کارخانه های تولیدکننده محصولات آزبست - سیمان برابر با دستورالعمل مجمع بین المللی آزبست ، اندازه گیری شده است. نمونه برداری ها با استفاده از فیلترهای غشایی و شمارش الیاف به وسیله میکروسکپ نوری با کنتراست فازی براساس ملاک $\frac{\text{طول}}{\text{قطر}} > ۳:۱$ انجام گرفته اند. کارخانه از ساختی قدیمی برخوردار است و برای تهیه محصولات از دو نوع پنبه نسوز سفید (کریزوتایل) و آبی رنگ (کروسیدولایت) استفاده می شود. در نمونه های فردی ، غلظت الیاف پنبه نسوز برای ۸ ساعت مواجهه کارگر یا معادل آن محاسبه و میانگین تراز مواجهه و محدودهٔ غلظت در هر کارگاه تعیین شده است. نتایج بـــدست آمـــده ، برحسب شمار لیف درمیلی لیتر هوای نمونه برداری شده (f/ml) ، نشان می دهد که الیاف پنبه نسوز در محیط کارخانه پراکنده بوده و از واحدها و کارگاه های تولیدی به دیگر نقاط انتشار پیدا می کنند. آسیاب ها (مواد اولیه و ضایعات) و دستگاه های پرداخت (برش و تراش) منابع اصلی انتشار آلاینده را تشکیل می دهند. افزون براین طولانی بودن مدت شیفت کار روزانه (۱۲ ساعت در مقایسه با ۸ ساعت) تراز مواجهه کارگران را به طور متوسط به بیش از ۲ برابرافزایش داده است ($t_{۰/۹۵}$ ، ۱۷ و $\alpha = ۰/۰۵$)، از مقایسه مـــلاک $\frac{\text{طول}}{\text{قطر}} > ۳:۱$ (دستورالعمل مجمع بین المللی آزبست) باملاک $\frac{\text{طول}}{\text{قطر}} < ۵:۱$ (دستورالعمل انجمن آمریکایی برای آزمایش و مواد) در کارگاه پرداخت و آزمون میانگین ها مشخص شد تفاوت دو ملاک شمارش معنی دار نیست (۹ و $t_{۰/۹۷۵}$ ، $\alpha = ۰/۰۵$).

۱- گروه محیط زیست وانرژی ، پژوهشگاه مواد و انرژی ، صندوق پستی ۴۷۷۷-۱۴۱۵۵ تهران .

۲- گروه بهداشت محیط ، دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی ، دانشگاه علوم پزشکی وخدمات بهداشتی درمانی تهران ، صندوق پستی ۶۴۴۶-۱۴۱۵۵.

۳- گروه سرامیک های مهندسی ، پژوهشگاه مواد و انرژی .

۴- گروه آمار و اپیدمیولوژی ، دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی ، دانشگاه علوم پزشکی وخدمات بهداشتی درمانی تهران ، صندوق پستی ۶۴۴۶-۱۴۱۵۵.

سرآغاز

پنبه نسوز یا آزبست یک کانی یا ترکیب شیمیایی بی همتا نبوده بلکه اسم جمع یک گروه تجارتی از کانی های سیلیکاته است که از نظر اثرات بهداشتی و مسایل اقتصادی مورد توجه قرار دارند(۱۴,۱۳,۱۲,۸). کانی های آزبست ، از جمله کانی های لیفی طبیعی (۱۵) ، بوده و دریکی از دو گروه سرپنتاین [1] و یا آمفیبول [2] رده بندی می شوند. الیاف این کانی ها به آسانی بر اثر خردکردن و فرآوری از یکدیگر جدا و ریشه ریشه شده و به صورت الیاف بلند ، باریک ، انعطاف پذیر و بااستحکام کششی زیاد در محیط پراکنده می شوند.
کاربرد الیاف پنبه نسوز ، به دلیل ویژگی های مطلوب آن ، بسیار متنوع است (۱۸,۸,۶). در صنعت از این الیاف به عنوان عامل استحکام بخش و تقویت کننده (۷,۶) درتهیه انواع ورق (۱۰) و لوله (۱۱) از جنس آزبست - سیمان استفاده می شود. الیاف پنبه نسوز به همراه سیمان و آب ماده ای محکم و چگال ایجاد می کنند. در مراحل گوناگون تولید غالباً گردوغبار دربردارنده الیاف آزبست در محیط اطراف پراکنده می شود که بدون تردید استنشاق آن برای کارگران خطرناک است از آنجایی که استنشاق پنبه نسوز بدون هیچ تردیدی سرطان زا شناخته شده است (۱۷,۱۶) ، اندازه گیری های منظم محیطی و هوای تنفسی کارگر (فردی) در صنایع مصرف کننده آن ضروری است.

روشی که برای ارزیابی آلودگی ناشی از پنبه نسوز در صنعت توصیه شده است شامل نمونه برداری از هوا بر فیلتر غشایی و شمارش الیاف به وسیله میکروسکوپ نوری است. دراین روش تمامی الیاف آزبستی شکل [3] (۱۲,۴) که طول ، قطر و نسبت طول به قطر آنها با ملاک شمارش الیاف زیان آور پنبه نسوز برابری داشته باشد ، شمرده می شوند. برابر با دستورالعمل مجمع بین المللی آزبست (AIA)[4] (۴) هر ذره ای که طول $>5\mu m$ و قطر $<3\mu m$ داشته باشد ، به شرط $\frac{\text{طول}}{\text{قطر}} > 3:1$ ، لیف به حساب می آید. چگونگی شمارش این الیاف نیز در دستورالعمل یاد شده به طور کامل شرح داده شده است.

نمونه گیری و روش بررسی

کارخانه مورد مطالعه در جنوب شرقی تهران واقع شده (۱) و از سال ۱۳۳۷ هـ.ش مورد بهره برداری قرار گرفته است. حدود ۱/۳ از تمامی افراد شاغل در بخش های مختلف تولید به کار اشتغال دارند. آسیاب ضایعات کارخانه در مجاورت سالن غذاخوری واقع شده است که از این نظر اهمیت دارد. دراین پژوهش چهارکارگاه اصلی برابر با نگاره شماره (۱)

1- Serpentine
2- Amphibole
3- Asbestiform
4- Asbestos International association (AIA)

و به شرح زیر مورد ارزیابی قرار گرفته است :

کارگاه الف) سالن پلاک شامل فرایندهای تولید (لوله های ۴ متری و ورق)

کارگاه ب) پرداخت لوله ۵ متری ، متعلقات و ضایعات لوله

کارگاه ج) پرداخت لوله ۴ متری

کارگاه د) تولید وپرداخت آردواز

پس از انجام نمونه برداری مقدماتی به دلیل لزوم رعایت تراکم درخور پذیرش و با رعایت تراکم ۲ لیف در هر میدان گرانیکول تصمیم گرفته شد در بخش های با تراکم بیش از ۲ لیف ، میزان مواجهه کارگران در دوره های کار صبح و بعدازظهر با نمونه های پی در پی اندازه گیری شود. این مسئله در دستورالعمل AIA (۴) در نظرگرفته شده و در کارخانجات مصرف کننده آزبست عملاً مورد ارزیابی قرار گرفته است (۹).

نمونه های هوا از ۴ کارگاه اصلی (الف تا د) و واحدهای مجاور و غیرتولیدی جمع آوری شدند. برای نمونه برداری فردی یا نمونه های لحظه ای منفرد از منطقه تنفسی کارگر ، فیلترهای غشایی از نوع AA به قطر ۳۷ میلی متر ساخت کارخانه میلی پور و جافیلترهای پلاستیکی و پمپ های فردی طبق دستورالعمل استاندارد مورد استفاده قرار گرفت. نمونه برداری محیطی با استفاده از فیلترهای غشایی از نوع AA به قطر ۴۷ میلی متر و جا فیلترهای فلزی استاندارد و پمپ های محیطی انجام گرفت. تعداد ۱۴۰ نمونه فردی از ۴۲ کارگر از بخش های چهارگانه و ۲۴ نمونه محیطی از ۱۳ ایستگاه محیطی گوناگون جمع آوری شد. پمپ های فردی ومحیطی پیش از نمونه برداری کالیبره شدند(۲).

برای مانت [1] و شفاف کردن فیلترها ، که با استفاده از مواد شیمیایی بسیار خالص انجـــام گرفت ، هر فیلتر نمونه هوا بر روی یک لام شیشه ای ، که از پیش به وسیله حلال (گزیلن) تمیز شده بود ، در مجاورت بخار استن شفاف شد. پس از شفاف کردن بر روی هر فیلتر ۱ تا ۳ قطره روغن ایمرسیون (ضریب شکست ۱/۵۱۶) چکانده و بلافاصله یک لامل گذاشته شد و به این ترتیب فیلترها برای شمارش به وسیله میکروسکوپ آماده شدند.

مساحت گراتیکول والتون بکت [2]، مورد استفاده به وسیله خط کش میکرومتری برابر با $۰/۰۰۷۵mm^۲$ به دست آمد. تمامی فیلترهای نمونه هوا به طور مشابه به وسیله میکروسکوپ

1- Mounting

2- Walton-Beckett Graticule (G.22)

مورد مطالعه قرار گرفتند و بر روی هر کدام ۱۰۰ میدان میکروسکوپی به طور تصادفی بررسی و تعداد الیاف شمارش شده ، به ثبت رسید. برای مقایسه نتایج ، ۱۱ فیلتر شاهد نیز به طور تصادفی گزینش و به روشی مشابه با دیگر فیلترها مانت و شفاف شدند. فیلترهای شاهد نیز به وسیله میکروسکوپ و با استفاده از روش بالا بررسی شدند و مشخص شد که شمار الیاف موجود برآنها حتی کمتر از محدوده درخور پذیرش الیاف بر روی فیلترهای شاهد و به عبارت دیگر کمتر از ۳ لیف در ۱۰۰ میدان گراتیکول است (۴). افزون بر این در یکی از کارگاه ها (کارگاه ب) نیز ، برای مقایسه روش AIA با روش [1] ASTM (۵) ، الیاف موجود بر فیلترهای هوا شمارش شد. دراین روش به جای گراتیکول والتون - یک از گراتیکول پرتون [2] ، که قطر دایره نهم آن به وسیله خط کش میکرومتری برابر ۱۲/۲ میکرون دست آمد و ملاک شمارش الیاف به جای $\frac{\text{طول}}{\text{قطر}} > ۳:۱$ نسبت $\frac{\text{طول}}{\text{قطر}} < ۵:۱$ به حساب آمد ، استفاده شد. قطر و سطح مفید شماری از فیلترهای ۳۷ و ۴۷ میلی متری با توجه به جا فیلترهای مورد استفاده ، برابر با دستورالعمل AIA (۴)، اندازه گیری شد.

یافته ها و گفتگو و بهره گیری پایانی

در شترنگه شماره ۱ میانگین قطر و سطح مفید فیلترهای نمونه هوا آورده شده است. میانگین سطح مفید فیلترهای ۳۷ میلی متری برابر با ۷۴۰/۲۳۰ میلی متر مربع و میانگین سطح مفید فیلترهای ۴۷ میلی متری برابر با ۹۶۲/۱۱۳ میلی مترمربع به دست آمده است. شمارش الیاف و بررسی میکروسکوپی در سطح مفید فیلترها انجام شده است.

میانگین میزان مواجهه کارگران و محدوده غلظت الیاف در هر واحد به تفکیک کارگاه و باتوجه به نسبت $\frac{\text{طول}}{\text{قطر}} > ۳:۱$ به تفضیل در شترنگه های شماره ۲ تا ۵ ارائه شده است. همان طور که در پیش نیز اشاره شد برای مقایسه نتایج با استاندارد از میزان مواجهه مجاز f/ml ۲(۳) استفاده شده است. ۱۴۰ نمونه فردی از ۴۲ کارگراز بخش های چهارگانه جمع آوری شده است.

کارگاه (الف): دراین کارگاه ۴ واحد مورد بررسی قرار گرفته است. به طوری که در شترنگه ۲ دیده می شود ۲۲٪ از کارگران بیشتر و بقیه کمتراز حد مجاز مواجهه دارند. دراین کارگاه واحد آسیاب مواد اولیه بیشترین میزان مواجهه (۶/۵f/ml) را ، که ۳/۳ برابر حد مجاز است ، به خود اختصاص می دهد. میانگین تراز مواجهه دراین کارگاه برابرf/ml ۱/۲ محاسبه شده که کمتر از حد مجاز است. کیسه های دربردارندهٔ الیاف پنبه نسوز با دست باز و در آسیاب تخلیه می شوند و در نتیجه الیاف به آسانی در فضا پراکنده شده و به دیگر واحدها

1- American Society for Testing and Materials (ASTM).

2- Porton Graticule (G.2).

انتشار پیدا می کنند. برابر با شترنگه شماره ۲ میزان مواجهه افراد در بخش آسیاب ورق به طور متوسط بیشتر از بخش لوله است. این تفاوت به دلیل وجود جریان هوا از سوی واحد آسیاب لوله به سوی واحد آسیاب ورق و حمل الیاف به واحد آخر ، توجیه می شود.

میزان مواجهه دیگر کارگران با فاصله گرفتن از محل آسیاب های مواد اولیه کاهش پیدا می کند. در کارگاه (الف) محل کار کارگران در واحد تولید ورق نزدیکترین و در واحد قالب سازی دورترین فاصله را از منابع آلوده کننده (آسیاب های مواد اولیه) به خود اختصاص می دهند (شترنگه شماره ۲).. ۵۸۰ نمونه (۴۱٪) از تمامی نمونه های فردی مربوط به ۱۸ کارگر (شیفت کار روزانه ۸ نفر ازاین کارگران ۱۲ ساعت و ۱۰ نفر بقیه ۸ ساعت) است (شترنگه شماره ۲).

کارگاه (ب): دراین کارگاه ۴ واحد مورد بررسی قرار گرفته اند و مجموعاً ۴۲ نمونه (۳۰٪) از تمامی نمونه های فردی جمع آوری شده مربوط به ۱۰ کارگر شاغل دراین کارگاه است (شترنگه شماره ۳). دستگاه های گوناگون پرداخت لوله (از جمله مانشون : اتصالات لوله از جنس آزبست - سیمان) ، در کارگاه (ب) قرار دارند. تراکم آلودگی دراین کارگاه آنچنان زیاد است که ۷۰٪ از کارگران بیشتر و تنها ۳۰٪ از آنها کمتر از حد مجاز مواجهه دارند. برشکار لوله در ۵ متری بیشترین میزان مواجهه با الیاف (۶/۸f/ml) را ، که ۳/۴ برابر حد مجاز است ، به خود اختصاص می دهد. میانگین تراز مواجهه در کارگاه (ب) برابر با ۳/۱ f/ml محاسبه شده است که نشان می دهـــد تراکم ، ۱/۶ برابر حد مجاز است. از دستگاه های موجود دراین بخش الیاف در محیط کارگاه پراکنده شده و با جریان هوا به انتهای دیگر سالن منتقل می شوند (شترنگه شماره ۶). در کارگاه (ب) شیفت کار روزانه ۵ نفر از کارگران ۱۲ ساعت و ۵ نفر ۸ ساعت است (شترنگه شماره ۳).

کارگاه (ج): در این کارگاه ، که دستگاه های پرداخت لوله ۴ متری در آن قرار دارند ، فقط کارگران ۱۲ ساعتی کار می کنند (۵ نفر) ، ۱۸ نمونه (۱۳٪) از تمامی نمونه های فردی مربوط به این کارگاه است (شترنگه شماره ۴). در کارگاه (ج) ۶۰٪ از کارگران بامحیط آلوده مواجهه اند و کارگر تراشکار بیشترین میزان مواجهه (۳/۵f/ml) را ، که ۱/۸ برابر حد مجاز است به خود اختصاص می دهد. میانگین تراز مواجهه در کارگاه (ج) برابر f/ml ۲/۳ محاسبه شده است.

کارگاه (د): دراین کارگاه (تولید و پرداخت آردواز) ۴ واحد بررسی شده است. ۲۲ نمونه (۱۶٪) از تمامی نمونه های فردی مربوط به ۹ کارگر شاغل در شیفت ۸ ساعت دراین کارگاه است (شترنگه شماره ۵). در کارگاه (د) دستگاه های برش خشک منابع انتشار الیاف بوده (میانگین ۲/۱f/ml) و موجب می شوند که مواد آلاینده به دیگر بخش های کارگاه (تولید آردواز) انتقال پیدا کنند (شترنگه های شماره ۵ و ۶). دراین کارگاه ۲۲٪ از کارگران بیش از حـد مجـاز در معـــرض آلـــودگی قرار دارند و کارگر برش خشک بیشترین میزان مواجهه

(۲/۷ f/ml) را ، که ۱/۴ برابر حد مجاز است ، به خود اختصاص می دهند.

به طوری که در شترنگه شماره ۶ مشاهده می شود در بررسی کنونی ۲۴ نـ
محیطی از ۱۳ ایستگاه مختلف جمع آوری شده است. ۶۷٪ از این نمونه ها (۱۶ نمونه ابت
شترنگه) مربوط به کارگاه های چهارگانه و واحدهای مجاز آنهاست. در نمونه برداری مح
واحدهای فرعی تولید (لاستیک سازی) ، اداری - خدماتی و آسیاب ضایعات نیز برر
شده اند. نمونه های محیطی با توجه به فاصله از منابع انتشار آلاینده غلظت های متفاوتی
نشان می دهند. برابر با شترنگه شماره ۶ بیشترین میزان تراکم الیاف در کارگاه پرداخت
۴ متری برابر f/ml ۰/۶ است که با توجه به کوچکی فضای این کارگاه از اهمیت ویژه
برخوردار است. با افزایش فاصله از منابع انتشار و کارگاه های اصلی تولید و پرداخ
محصولات ، غلظت الیاف پنبه نسوز در نمونه های محیطی کاهش پیدا کرده و به کمتر
f/ml ۰/۱ نیز رسیده است . درنگاره شماره ۲ غلظت الیاف در نمونه های محیطی به صو
میانگین ، حداکثر و حداقل آمده است.

مقایسه میانگین تراز مواجهه در هر کارگاه با استاندارد نشان می دهد که کارگاه ه
(ب) و (ج) به ترتیب با میـــانگـــین f/ml ۳/۱ و f/ml ۲/۳ در شمـــار آلوده تر
بخش های کارخانه به حساب می آیند.

نتـــایـــج حاصل از نمونه برداری محیطی نیز نشان می دهند که آلاینده در فض
کارگاه ها و هوای محیط کارخانه پراکنده بوده و هواکش ها در کنترل آلودگی کارآیی ک
ندارند (شترنگه شماره ۶). آسیاب ضایعات کارخانه نیز یکی دیگر از منابع انتشار الیاف
محیط کارخانه است. بنابراین انتقال آسیاب ضایعات به نقطه ای دیگر در کارخانه و تعمیر
اصلاح سیستم هواکش ها و مکنده ها بسیار ضروری به نظر می رسد. الیاف زیان آور
نسوز از منابعی که در بالا یاد شد در محیط کارخانه پراکنده می شوند و تمامی کارکنان
معرض خطر استنشاق روزانه قرار دارند (میانگین f/ml ۱/۹ ،شترنگه شماره ۷). افزون
این ، احتمال انتشار الیاف به نقاط دورتر نیز وجود دارد. بنابراین شیفت کار کارگران
کارخانه های مصرف کننده آزبست نباید از ۸ ساعت در روز بیشتر باشد و در بخش های ما
واحدهای آسیاب مواد اولیه و پرداخت عملیات به صورت دوره های کار متناوب ، هم
بافواصل زمانی برای استراحت ، انجام شود.

مقایسه نتایج دو روش AIA (نسبت طول به قطر <۳:۱) ، ASTM (نسبت طول
قطر<۵:۱) در کارگاه (ب) نشان می دهد که دراین کارگاه میانگین تراز مواجهه بر اسا
هر دو روش بیشتراز حد مجاز است (به ترتیب f/ml ۳/۱ و f/ml ۲/۶ ، شترنگه شماره ۸
روش AIA میزان مواجهه کارگران را در تمامی واحدهای کارگاه بیشتر از روش ASTM نش
می دهـــد زیرا با به کارگیری ملاک ۳:<۱ ، در مقایسه با ملاک ۵:<۱ ، الیاف بیشتری شمار

شده است.

ازنظر بیماری زایی ، به احتمال نفوذ الیاف پنبه نسوز ، با نسبت طول به قطر<۵:۱، به اعماق ریه ها و ماندگار شدن آنها در حبابچه های ریوی بیشتر اشاره و براین اساس تاکید شده است که با این ملاک الیاف خطرناک و بیماری زای پنبه نسوز از ذرات و مواد غیرلیفی به درستی متمایز و شمارش می شوند (۵). به عبارت دیگر نسبت طول به قطر <۵:۱ برای شمارش الیاف آزبست ملاکی دقیق تراست و براساس آن نشانگر واقعی تری از میزان خطر مواجهه افراد با پنبه نسوز به دست می آید. به این ترتیب احتمالاً میانگین ۲/۶f/ml ، که ۱/۳ برابر حد مجاز است ، نشانگر آلودگی واقعی آزبست در هوای کارگاه (ب) است. باوجود این ، در بررسی کنونی آزمون اختلاف میانگین ، با سطح اطمینان ۹۵٪ ، نشان می دهد که تفاوت دو روش AIA و ASTM براساس دو ملاک شمارش $\frac{\text{طول}}{\text{قطر}}$ > ۳:۱ و $\frac{\text{طول}}{\text{قطر}}$ < ۵:۱ معنی دار نیست ($t_{۰/۹۷۵}$ = ۹ و ۰/۰۵ = α). به این ترتیب مقایسه کامل دو روش و ملاک های یاد شده ، با شمار کافی نمونه ، در بررسی های آینده ضروری به نظر می رسد.

شترنگه ۱ - میانگین قطر و سطح مفید فیلترهای نمونه هوا

نوع نمونه برداری	شمار فیلتری بررسی شده	شمار قطری اندازه گیری شده	قطر مفید (mm)	سطح مفید (mm^2)
فردی	۵	۲۰	۳۰/۷	۷۴۰/۲۳۰
محیطی	۳	۱۳	۳۵	۹۶۲/۱۱۳

شترنگه ۲ - میزان مواجهه کارگران با الیاف پنبه نسوز در کارگاه (الف) در یک کارخانه آزبست - سیمان در تهران

واحد	شمارنمونه	شمارکارگر بررسی شده	شمارکارگر با مواجهه > مجاز	میانگین (f/ml)	محدوده غلظت (f/ml)
آسیاب مواداولیه					
ورق	۱۱	۲	۲	۴/۷	۲/۶-۹/۵
لوله	۸	۲	۲	۳/۵	۲/۴-۴/۵
جمع	۱۹	۴*	۲	۴/۱	۲/۶-۴/۵
تولیدورق مرطوب	۲۱	۷	-	۰/۶	۰/۰-۴/۸
تولید لوله ۴متری	۶	۳	-	۰/۳	ثابت
قالبسازی	۱۲	۴*	-	۰/۳	ثابت
جمع	۵۸	۱۸	۴	۱/۲	۰/۶-۳/۵

* شیفت کار روزانه ۱۲ ساعت ، بقیه موارد ۸ ساعت .

شترنگه ۳ - میزان مـــواجهه کـــارگـــران با الیاف پنبه نسوز در کارگاه (ب) در یک کارخانه آزبست - سیمان در تهران

واحد	شمار نمونه	شمار کارگر بررسی شده	شمارکارگر با مواجهه>مجاز	میانگین (f/ml)	محدوده غلظت (f/ml)
پرداخت لوله ۵ متری	۱۵	۳۰	۳	۴/۶	۲/۳-۶/۸
برش ضایعات لوله	۶	۲	۱	۲/۱	۱/۷-۲/۴
تراش مانشون	۱۶	۴۳	۲	۲/۴	۰/۹-۴/۸
برش مرطوب مانشون	۵	۱۰	۱	۳/۲	ثابت
جمع	۴۲	۱۰	۷	۳/۱	۰/۶-۹/۸

* شیفت کار روزانه ۱۲ ساعت ، بقیه موارد ۸ ساعت
** تنها ۱ نفر ۱۲ ساعتی

شترنگه ۴ - میزان مواجهه کارگران با الیاف پنبه نسوز در کارگاه (ج) در یک کارخانه آزبست - سیمان در تهران

واحد	شمار نمونه	شمار کارگر بررسی شده	شمارکارگر با مواجهه>مجاز	میانگین (f/ml)	محدوده غلظت (f/ml)
برش لوله ۴ متری	۴	۱	۱	۲/۷	ثابت
تراش لوله ۴ متری	۷	۲	۱	۲/۶	۱/۷-۳/۵
تخلیه و انتقال لوله	۷	۲	۱	۱/۸	۱/۲-۲/۳
جمع	۱۸	۵*	۳	۲/۳	۱/۳-۲/۵

* شیفت کار روزانه ۱۲ ساعت

شترنگه ۵ - میـــزان مواجهه کارگران با الیاف پنبه نسوز در کارگاه (د) در یک کارخانه آزبست - سیمان در تهران

واحد	شمارنمونه	شمارکارگر بررسی شده	شمارکارگر با مواجهه>مجاز	میانگین (f/ml)	محدوده غلظت (f/ml)
برش خشک آردواز	۱۲	۴	۲	۲/۱	۱/۴-۲/۷
مته زنی	۴	۲	-	۱/۴	۰/۹-۱/۸
برش مرطوب آردواز	۲	۱	-	۱	ثابت
برش ضایعات ورق	۴	۲	-	۱/۶	۱/۵-۱/۶
جمع	۲۲	۹*	۲	۱/۷	۰/۲-۹/۷

* شیفت کار روزانه ۸ ساعت

شترنگه ۶ - غلظت الیاف پنبه نسوز در نمونه های محیطی در یک کارخانه آزبست - سیمان در تهران

کارگاه / واحد	شمار نمونه	میانگین (f/ml)	محدوده غلظت(f/ml)
(الف)	۲	۰/۳	۰/۱-۰/۴
بین (الف) و (ب)	۱	۰/۲	ثابت
(ب) مرکز	۱	۰/۳	ثابت
(ب) جنب	۲	۰/۲	ثابت
(ب) انتهای سالن	۴	۰/۱	۰/۱-۰/۲
(ج) مرکز	۲	۰/۶	ثابت
(ج) جنب	۲	<۰/۱	ثابت
(د)	۲	۰/۳	ثابت
اداری	۱	<۰/۱	ثابت
نگهبانی	۱	<۰/۱	ثابت
لاستیک سازی	۱	<۰/۱	ثابت
آسیاب ضایعات	۱	تراکم بیش ازحد(مردود)	-
سالن غذاخوری	۲*	۰/۱	ثابت
	۲**	۰/۳	ثابت
جمع	۲۴	۰/۲	<۰/۱-۰/۶

* آسیاب ضایعات فعال نبوده است.

** همزمان با نمونه برداری آسیاب ضایعات فعال بوده است.

شترنگه ۷ - میزان مواجهه کارگران با الیاف پنبه نسوز به تفکیک شیفت کار روزانه در یک کارخانه آزبست - سیمان در تهران

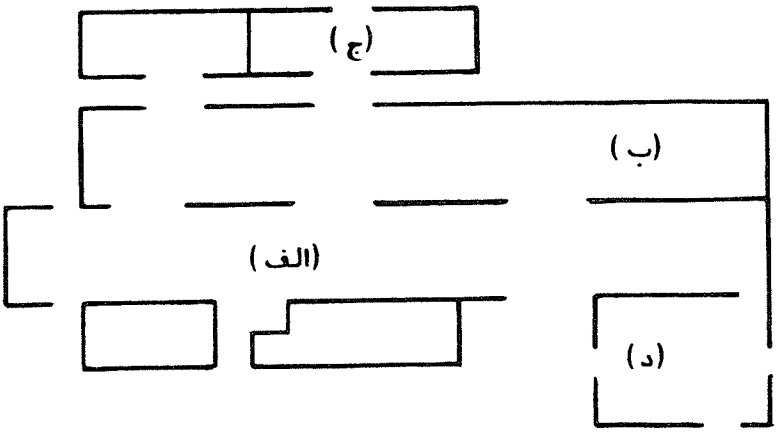
شیفت کار کار(h)	شمارکارگر بررسی شده	شمارکارگر با مواجهه >مجاز	(انحراف معیار±) میانگین(f/ml)	محدوده غلظت (f/ml)
۱۲	۱۸	۱۲	۲/۸(±۲/۰)	۰/۳-۶/۸
۸	۲۴	۴	۱/۲(±۰/۸)	۰/۳-۲/۷
جمع	۴۲	۱۶	۱/۹(±۱/۶)	۰/۳-۶/۸

شترنگه ۸ - مقایسه دو ملاک شمارش الیاف در کارگاه (ب) در یک کارخانه آزبست - سیمان در تهران

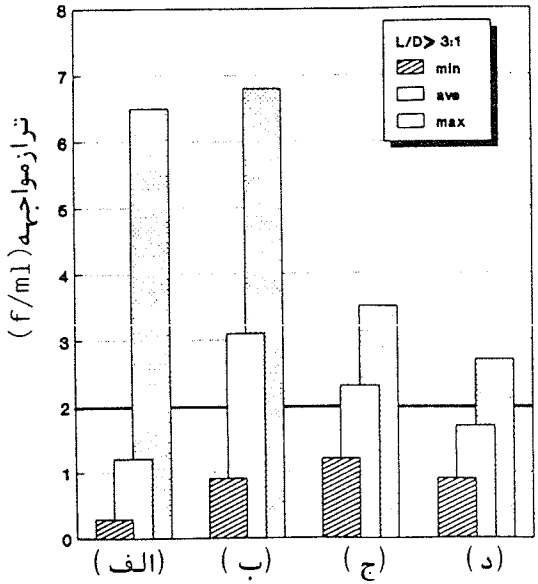
واحد	(انحراف معیار+)میانگین (f/ml)		محدوده غلظت (f/ml)	
	AIA*	ASTM**	AIA	ASTM
برش و تراش لوله ۵ متری	۴/۶	۴	۲/۳-۶/۸	۱/۸-۶/۳
برش ضایعات	۲/۱	۱/۸	۱/۷-۲/۴	۱/۶-۱/۹
تراش مانشون	۲/۴	۲/۱	۰/۹-۴/۸	۰/۸-۴/۱
برش مرطوب مانشون	۳/۲	۲/۶	ثابت	ثابت
جمع	۳/۱(±۱/۸)	۲/۶(±۱/۷)	۰/۹-۶/۸	۰/۸-۶/۳

* ملاک AIA نسبت طول به قطر >۳:۱

** ملاک ASTM نسبت طول به قطر >۵:۱



نگاره ۱ - موقعیت کارگاه های مورد بررسی



نگاره ۲ - محدود تغییرات و میانگین تراز مواجهه کارگران با الیاف پنبه سوز به تفکیک کارگاه در یک کارخانه آزبست - سیمان در تهران

کتابنامه

۱- راهنمای شهرستان های ایران (۱۳۴۵): انتشارات سازمان فار ، تهران ، ص ۷۹ .
2- ACGIH (1978): Air Sampling Instruments for Evaluation of Atmospheric Contaminants , ACGIH , 5th Ed. , U.S.A. , PP.I.5-I.6.
3- ACGIH TLVs (1992): Threshold Limit Values for Chemical Substances , Physical Agents and Biological Exposure Indices , ACGIH , U.S.A. , P.12.
4- AIA (1988): Reference Method for the Determination of Airborne Asbestos Fibre Concentrations at Workplaces by Light Microscopy (Membrane Filtre Method) , Asbestos International Association , RTM 1 , U.K. , PP.1-21.
5- Asbestos International Bullentin (1989): Research and Development for the Asbestos Industry , The Asbestos Institute , Vol.4 , No.3 , PP. 1-12.
6- ASTM (1983): Standard Test Method for Airborne Asbestos Concentration in Workplace Atmosphere , D 4240-83 , Annual Book of ASTM Standards , Vol.11. 03 , American Society for Testing and Materials , U.S.A. , PP.304-314.
7- Occupational Health and Safety (1976): Asbestos , ILO , Vol.1 , Geneva , PP.120-124.
8- Rajhan , G.S. ; Sullivan , J.L. (1981): Asbestos Sampling and Analysis , Ann Arbor Scientific Pub. , Inc. , U.S.A. , PP.5-29.
9- Ross , M. ; Kuntze , R.A. and Clifton , R.A. (1984): A Definition for Asbestos , Definitions for Asbestos and other Health Related Silicates , ASTM STP 834 , Levadie , B. , Ed. , ASTM , U.S.A. , PP.139-147.
10-Sittig , M. (1975): Pollution Control in the Asbestos Cement , Glass and Allied Mineral Industries , Noyes Data Crop. , U.S.A. , PP.35-47.
11-Swallow , G.L. (1982): Asbestos - Cement Pipe Manufacturing , Industiral Hygiene Aspect of Plant Operation , Cralley , L.V. and Cralley , L.J. , Eds. , McMillan Pub. Co. , Inc. , Vol.1 , Process Flows , U.S.A. , PP.82-89.
12-Walton , W.H. (1982): The Nature , Hazard and Assessment of Occupational Exposure to Airborne Asbestos Dust : a Review , Ann. Occ. Hyg. , Vol.25 , No.2 , Part 1 , PP.121-154.
13-WHO (1986): Asbestos and other Natural Mineral Fibres , WHO , Criteria No. 53 , Geneva , PP.17-23.
14-WHO (1989): Occupational Exposure Limit for Asbestos , WHO/OCH , Annex 1 & 2 , Geneva , PP.5-9.
15-Zielhuis , R.L. (1977): Public Health Risk of Exposure to Asbetos , Pergamon Press , Commission of the European Communities (CEC) , U.K. , PP. 24-33.