

ارزشیابی تماس حرفه ای با آزیست در یک صنعت تولید لنت ترمز خودرو

دکتر حسین کاکویی^۱ و محمود صامتی^۱

چکیده:

بررسی توصیفی میزان بار آلودگی و تماس مخاطره آمیز در فرآیندهای تولید لنت ترمز از طریق تعیین کل ذرات آزیست (Total Dust) در یک صنعت تولید لنت ترمز نشان داد که غلظت ذرات کل در دو سالن و در ۱۵ نقطه مجزا بین ۱۶/۸۸ تا ۲ میلی گرم بر متر مکعب می باشد که بیشتر از حد استاندارد تعیین شده است. در اقدام بعدی شمارش الیاف آزیست در محیط کار مطابق با دستورالعمل اداره ایمنی و بهداشت حرفه ای آمریکا (OSHA) به منظور ارزیابی سطح تماس مخاطره آمیز با آزیست هم نشان داد که در کلیه نقاط اندازه گیری شده غلظت الیاف آزیست بین ۹/۵ - ۱/۶ برابر میزان توصیه شده متوسط میانگین وزنی (TWA) میباشد. با استفاده از نمونه های به دست آمده و توزین و شمارش الیاف به منظور تفکیک ذرات فیبری و غیر فیبری و مطالعه میکروسکوپی مشخص گردید که فقط ۱۰٪ کل ذرات شمارش شده را الیاف تشکیل می دهند و ۹۰ درصد مابقی شامل اشکال غیر لیفی می باشد.

واژگان کلیدی: الیاف آزیست، ارزشیابی تماس حرفه ای، صنعت اصطکاک‌کشی خودرو

^۱ گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران.

مقدمه:

آزبست به گروهی از سیلیکاتهای معدنی اطلاق می شود که به دو گروه: آزبست های مارپیچی و دو شاخه یا آمفیبولی تقسیم می شوند (WHO 1984). بیماریهای ناشی از مواجهه با آزبست موزیانه پیشرفت می کنند و بی سروصدا قربانی می گیرند. از این جهت اندازه گیری میزان الیاف یا بار آلودگی در صنایع مصرف کننده آن و ارزیابی سیستم تهویه موضعی و عمومی آن صنایع بسیار ضروری است (صامتی ۱۳۷۸). آزبست مصرفی در کارخانه اصطکاکی مورد نظر که به تولید لنت ترمز کفشکی، دیسکی و صفحه کلاچ می پردازد، از گروه آزبست های مارپیچی یا سرپانتین و از نوع کرایزوتایل یا آزبست سفید است. در طبقه بندی بیماریهای تنفسی ناشی از کار، آزبستوز اصطلاح ژنریک گروهی از بیماریها می باشد که معمولاً ناشی از تماس با سیلیکاتهای معدنی است، این بیماریها عبارتند از: آزبستوزیس، سرطان ریه و سرطان جنب یا صفاق (ILO 1991). آزبستوزیس یا مزوتلیوما جنب و صفاق در نتیجه تماس مستقیم و غیرمستقیم با الیاف آزبست به وجود می آیند. الیاف انواع آزبست چنانچه بلندتر از ۵ میکرون و باریکتر از ۱ میکرون باشد می تواند بیماریهایی مانند مزوتلیوما را به وجود آورد. (ILO 1991) بی شک یک اصل مهم در راهبرد کنترل محیطهای حاوی ذرات و الیاف آزبست جلوگیری از ورود الیاف به داخل مجاری تنفسی انسان است. (WHO 1984) با توجه به همین راهبرد ارزیابی سیستم های تهویه موضعی و تامین این نوع سیستم در صنایع اصطکاکی یکی از کاراترین برنامه های کنترل الیاف آزبست به شمار می رود (Conferb R.G. 1994).

روش کار:

الف) اندازه گیری گردوغبار کل: به منظور بررسی میزان بار گردوغبار موجود در فرایندهای تولید، گردوغبار کل به طریق نمونه برداری ایستا (Static sampling) در نزدیکترین نقاط به محل انتشار آلودگی مورد اندازه گیری

قرار گرفت. وسایل مورد استفاده در این اندازه گیری شامل پمپ نمونه برداری فردی بادبی ۱/۵ لیتر در دقیقه نگهدارنده فیلتر از نوع کاست سه قسمتی از جنس پلی استیرون و فیلتر میلی پور با قطر منافذ ۵ میکرومتر بود. در این مطالعه نمونه برداری در ۱۵ نقطه مجزا و در هر محل ۳ نمونه به مدت زمان ۱ ساعت در دو سالن توزین و سواری انجام گرفت.

ب) شمارش الیاف آزبست: برای شمارش الیاف آزبست با استفاده از میکروسکوپ با تباین نوری و نمونه برداری ایستا در دو سالن سواری و توزین مطابق دستورالعمل ID160 اداره ایمنی و بهداشت حرفه ای انجام گرفت. در این مطالعه برای شفاف کردن فیلترها از بخار استن استفاده شد؛ و شمارش الیاف بر روی فیلترها نیز در ۶۰ میدان صورت پذیرفت. نمونه برداری ها در ۱۵ نقطه و در هر نقطه هم ۵ نمونه گرفته شد. طبق دستورالعمل موجود برآورد غلظت الیاف آزبست با استفاده از معادله زیر انجام شد (Walton W. 1982).

$$AC = \frac{[FB/FL] - [BFB/BFL](ECA)}{1000(FR)(T)(MFA)}$$

AC: برآورد غلظت آزبست برحسب fibers/cc

FB: تعداد کل شمارش الیاف بزرگتر از ۵ میکرون

FL: تعداد کل میدانهای شمارش شده ۶۰ میدان

BFB: تعداد کل شمارش الیاف بزرگتر از ۵ میکرون

BFL: تعداد کل میدانهای شمارش شده بر روی فیلتر

ECA: سطح موثر جمع آوری فیلتر ۳۸۵ میلی متر مربع

FR: دبی پمپ نمونه برداری یک لیتر در دقیقه

MFA: سطح میدان شمارش برای گراتیکول والتون

بکت (۰/۰۰۰۷۸۵ میلی متر مربع)

ج) شمارش ذرات فیبری و غیر فیبری: برای مطالعه

میکروسکوپی کل ذرات و تعیین توزیع ابعاد ذرات و درصد

الیاف آزبست، از گراتیکول new porton استفاده شد و

به طور اتفاقی یک نمونه از ۵ نمونه محل اندازه گیری

انتخاب گردید و در ۱۰ میدان متفاوت حدود ۲۰۰ ذره مورد

شمارش قرار گرفت که با احتساب پانزده محل موجود، در

مجموع حدود ۳۰۰۰ ذره مورد شمارش قرار گرفت.

نتایج:

جهت دستیابی به اهداف این تحقیق میزان گردوغبار کلی دو سالن توزین و سواری در جداول شماره ۱ و ۲ و نتایج شمارش الیاف آزیست و توزیع فراوانی ذرات بر حسب میکرون در دو سالن فوق در جداول شماره ۳ و ۴ و ۵ نشان داده شده اند. نظر به این که میزان تراکم گردوغبار کل در دو سالن توزین و سواری بین ۲ و ۱۶ میلی گرم بر متر مکعب متغیر بوده است، نتایج بدست آمده کاملاً مشخص می نماید که در حدود نیمی از نقاط موجود در دو سالن فوق الذکر تماس مخاطره آمیز با الیاف آزیست وجود دارد. برآورد غلظت الیاف آزیست نیز به خوبی نشان می دهد که در تمامی نقاط اندازه گیری شده غلظت الیاف آزیست بین ۹/۵ - ۱/۶ برابر میزان توصیه شده (OSHA) است. بنابراین در تمامی نقاط نمونه برداری شده تماس بالقوه خطرناک با آزیست وجود دارد. همچنین با توجه به پایین بودن انحراف معیار این اندازه گیریها مشخص است که میزان انتشار آلودگی تقریباً به صورت یک نواخت در محلهای کار صورت می گیرد. نتایج شمارش ذرات که جهت مشخص شدن توزیع میزان ذرات فیبری و غیرفیبری انجام گرفت، به خوبی نشان می دهد که تنها ۱۰٪ کل ذرات شمارش شده را فیبر تشکیل می دهد و ۹۰٪ مابقی شامل اشکال غیرفیبری هستند. نکته قابل توجه در این خصوص این است که ۶۰/۴٪ ذرات شمارش شده ابعادی کمتر از ۱۰ میکرون دارند و ۳۶/۹٪ ذرات شمارش از ابعادی بزرگتر از ۱۰ میکرون برخوردار بودند. از آنجاکه زمان نمونه برداری در حین رایش سیستم تهویه بوده است، بنابراین بالا بودن ذرات با قطر کمتر از ۱۰ میکرون به خوبی نشان دهنده عملکرد ضعیف سیستم تهویه می باشد.

بحث و نتیجه گیری:

میزان بار گردوغبار کل در فرآیند تولید و پست های کار مبین عدم کارایی سیستم تهویه موضعی در رایش آلاینده های موجود می باشد، به طوری که در بهترین وضعیت این مقدار ۲ و در بدترین حالت مقدار آن به بیش از ۱۶ میلی گرم بر متر مکعب می رسد. چنانچه مقدار سیلیس آزاد (SiO₂) در گردو غبار کل اندازه گیری شده را ۵۰ درصد (بیشترین مقدار ممکن) در نظر بگیریم، طبق توصیه

(OSHA 1990) میزان تماس با این آلاینده بر حسب

رابطه زیر برابر با ۱۲ میلی گرم بر متر مکعب خواهد بود.

$$\text{میزان تماس} = \frac{30}{\% \text{SiO}_2 + 2} \text{ (PEL)}$$

با توجه به نتایج بدست آمده کاملاً مشخص است که در حدود نیمی از نقاط موجود در دو سالن توزین و سواری تماس مخاطره آمیز با الیاف آزیست وجود دارد که به نحوی این امر می تواند دلیل عدم توجه به کنترل محیط کار و حفظ سرمایه انسانی کار باشد. برآورد غلظت الیاف آزیست نیز به خوبی نشان می دهد که در تمامی نقاط اندازه گیری، غلظت الیاف آزیست بین ۹/۵ - ۱/۶ برابر میزان توصیه شده OSHA است. بنابراین در تمامی نقاط نمونه برداری شده تماس بالقوه خطرناک با آزیست وجود دارد. همچنین با توجه به پایین بودن انحراف معیار این اندازه گیریها مشخص است که میزان انتشار آلودگی تقریباً به صورت یک نواخت در محلهای کار صورت می گیرد. نتایج شمارش ذرات که جهت مشخص شدن توزیع میزان ذرات فیبری و غیرفیبری انجام گرفت، به خوبی نشان می دهد که تنها ۱۰٪ کل ذرات شمارش شده را فیبر تشکیل می دهد و ۹۰٪ مابقی شامل اشکال غیرفیبری هستند. نکته قابل توجه در این خصوص این است که ۶۰/۴٪ ذرات شمارش شده ابعادی کمتر از ۱۰ میکرون دارند و ۳۶/۹٪ ذرات شمارش از ابعادی بزرگتر از ۱۰ میکرون برخوردار بودند. از آنجاکه زمان نمونه برداری در حین رایش سیستم تهویه بوده است، بنابراین بالا بودن ذرات با قطر کمتر از ۱۰ میکرون به خوبی نشان دهنده عملکرد ضعیف سیستم تهویه می باشد.

جدول ۱ - نتایج نمونه برداری گردوغبار کل در سالن توزین بر حسب mg/m^3

| محل نمونه برداری | نمونه اول | نمونه دوم | نمونه سوم | انحراف معیار SD | میانگین $\mu m^3/mg$ |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------------|----------------------|
| ۱- میکسر ایرانی قدیم | ۱۶/۶۶ | ۱۵/۸۸ | ۱۶/۲۲ | ۰/۳۹ | ۱۶/۲۵ |
| ۲- میکسر ایرانی جدید | ۱۵/۴ | ۱۵/۹ | ۱۶/۵ | ۰/۵۵ | ۱۵/۹ |
| ۳- میکسر آلمانی | ۱۶/۱ | ۱۵/۸۳ | ۱۵/۷۷ | ۰/۱۷ | ۱۵/۹ |
| ۴- لودینگر بلند خروجی | ۱۲/۲۲ | ۱۳/۱۱ | ۱۲/۸۸ | ۰/۴۶ | ۱۲/۷۳ |
| ۵- لودینگر بلند ورودی | ۲/۲۲ | ۲/۵۵ | ۲/۳۳ | ۰/۱۶ | ۲/۳۶ |
| ۶- آسیاب بشقابی | ۲/۲۳ | ۱/۹۱ | ۲/۱۱ | ۰/۱۶ | ۲/۰۸ |
| ۷- دستگاه G.K. | ۲ | ۲/۳۳ | ۲/۴ | ۰/۲۲ | ۲/۲۵ |

جدول ۲ - نتایج نمونه برداری گرد و غبار کل در سالن سواری بر حسب mg/m^3

| محل نمونه برداری | نمونه اول | نمونه دوم | نمونه سوم | انحراف معیار SD | میانگین $\mu m^3/mg$ |
|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------------|----------------------|
| ۱- دریل دستی شماره ۱ | ۷/۴۴ | ۷/۸۸ | ۶/۸۸ | ۰/۵ | ۷/۴ |
| ۲- محل جدا کردن لنت از غالب | ۱۲/۴۴ | ۱۱/۳۱ | ۱۰/۸۸ | ۰/۸ | ۱۱/۵۴ |
| ۳- ساب بالا و پایین | ۸/۲۲ | ۷/۴۴ | ۷/۸۸ | ۰/۳۹ | ۷/۸۴ |
| ۴- گونیا | ۱۳/۳۳ | ۱۳/۸۸ | ۱۲/۷۷ | ۰/۵۵ | ۱۳/۲۳ |
| ۵- دستگاه شکمی | ۵/۵۵ | ۶/۸۸ | ۵/۸۸ | ۰/۶۹ | ۶/۱ |
| ۶- دستگاه پولیش خروجی | ۱۵/۵۵ | ۱۵/۸۸ | ۱۶/۲۲ | ۰/۳۳ | ۱۵/۸۸ |
| ۷- دستگاه پولیش خروجی | ۶/۶۶ | ۷/۲۲ | ۶/۸۸ | ۰/۲۸ | ۶/۹۲ |
| ۸- دستگاه پنچ | ۱۶/۲۲ | ۱۵/۸۸ | ۱۶/۸۸ | ۰/۵ | ۱۶/۳۲ |

جدول ۳- نتایج شمارش الیاف آزبست در سالن توزین بر حسب Fiber/cc

| محل نمونه برداری | تعداد نمونه | میانگین | انحراف معیار | دامنه Max-Min | PEL (T.W.A) | PEL (A.L) |
|----------------------|-------------|---------|--------------|------------------|----------------|--------------|
| ۱- میکسر ایرانی قدیم | ۵ | ۱/۸۵ | ۰/۰۷ | ۱/۹۱-۱/۸۴ | ۰/۲ | ۰/۱ |
| ۲- میکسر ایرانی جدید | ۵ | ۰/۸۶ | ۰/۰۵ | ۰/۹۴-۰/۸۱ | ۰/۲ | ۰/۱ |
| ۳- میکسر آلمانی | ۵ | ۱/۱۳ | ۰/۰۶ | ۱/۲۱-۱/۱ | ۰/۲ | ۰/۱ |
| ۴- لودینگ بلند خروجی | ۵ | ۱/۳۴ | ۰/۰۴ | ۱/۳۲-۱/۴ | ۰/۲ | ۰/۱ |
| ۵- لودینگ بلند ورودی | ۵ | ۰/۴۵ | ۰/۰۶ | ۰/۵۱-۰/۳۹ | ۰/۲ | ۰/۱ |
| ۶- آسیاب بشقابی | ۵ | ۰/۳۷ | ۰/۰۵ | ۰/۴۴-۰/۳۲ | ۰/۲ | ۰/۱ |
| ۷- دستگاه G.K | ۵ | ۰/۳۶ | ۰/۰۵ | ۰/۴۴-۰/۳۲ | ۰/۲ | ۰/۱ |

جدول ۴- نتایج شمارش الیاف آزبست در سالن سواری بر حسب Fiber/cc

| محل نمونه برداری | تعداد نمونه | میانگین | انحراف معیار | دامنه Max-Min | PEL (T.W.A) | PEL (A.L) |
|-------------------------------|-------------|---------|--------------|------------------|----------------|--------------|
| ۱- دریل دستی | ۵ | ۰/۳۵ | ۰/۰۶ | ۰/۴۸-۰/۳۶ | ۰/۲ | ۰/۱ |
| ۲- محل جداکردن لنت از غالب | ۵ | ۰/۶۱ | ۰/۰۷ | ۰/۶۵-۰/۵۸ | ۰/۲ | ۰/۱ |
| ۳- ساب بالا و پایین | ۵ | ۰/۳۸ | ۰/۰۲ | ۰/۴۱-۰/۳۸ | ۰/۲ | ۰/۱ |
| ۴- گونیا | ۵ | ۰/۳۶ | ۰/۰۵ | ۰/۴۳-۰/۳۲ | ۰/۲ | ۰/۱ |
| ۵- دستگاه شکمی | ۵ | ۰/۳۸ | ۰/۰۷ | ۰/۴۵-۰/۳۵ | ۰/۲ | ۰/۱ |
| ۶- پولیش ورودی | ۵ | ۰/۸۸ | ۰/۰۹ | ۰/۹۲-۰/۸۴ | ۰/۲ | ۰/۱ |
| ۷- پولیش خروجی | ۵ | ۰/۳۹ | ۰/۰۵ | ۰/۴۵-۰/۳۴ | ۰/۲ | ۰/۱ |
| ۸- دستگاه پنج | ۵ | ۰/۸۵ | ۰/۰۶ | ۰/۹۲-۰/۸ | ۰/۲ | ۰/۱ |

PEL(T.W.A) : حد تماس توصیه شده سازمان (OSHA) برای متوسط وزن یافته زمانی بر حسب Fiber/cc

PEL(A.L) : حد تماس توصیه شده سازمان (OSHA) برای حد اقدام بر حسب Fiber/cc

جدول ۵- توزیع فراوانی ذرات بر حسب میکرون در سالن توزین و سواری بر حسب میکرون

| فراوانی نسبی F_i | درصد فراوانی تجمعی % F.C | فراوانی تجمعی F.C | فراوانی مطلق F | کرنانه راست و چپ | توزیع ذرات بر حسب میکرون |
|--------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------|--------------------|-----------------------------|
| ۲۲/۹ | ۲۲/۹ | ۶۸ | ۶۸ | $0 < X < 2/5$ | $< 2/5$ |
| ۱۵/۱ | ۳۸ | ۱۱۴۲ | ۴۵۴ | $2/5 \leq X < 5$ | $2/5 - 5$ |
| ۱۱/۴ | ۴۹/۴ | ۱۴۸۴ | ۳۴۲ | $5 \leq X < 7/5$ | $5 - 7/5$ |
| ۱۱ | ۶۰/۴ | ۱۸۱۴ | ۳۳۰ | $7/5 \leq X < 10$ | $7/5 - 10$ |
| ۱۱/۸ | ۷۲/۳ | ۲۱۷۰ | ۳۵۶ | $10 \leq X < 12/5$ | $10 - 12/5$ |
| ۹/۳ | ۸۱/۶ | ۲۴۵۰ | ۲۸۰ | $12/5 \leq X < 15$ | $12/5 - 15$ |
| ۱۸/۳ | ۱۰۰ | ۳۰۰۰ | ۵۵۰ | $X \geq 15$ | $X > 15$ |

منابع :

صامتی، محمود. ۱۳۷۸، پایان نامه کارشناسی ارشد علوم بهداشتی در بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران.

I.L.O (1991) occupational lung Diseases prevention and control. International labour organization.

O.S.H.A (1990) Analytical Methods Mannual, Second Edition, Part two, *Asbestos in air*.

Conferb R.G. (1994) Workplace Health protection industrial Hygine program guide. *Lewis publication*.

Walton W. (1982) The nature hazard and Assessment of occupational exposure to airborne Asbestos dust. *Ann.Occ.Hyg.*, Vol 25, part 1.

ASSESSMENT OF OCCUPATIONAL EXPOSURE TO AIRBORN ASBESTOSE DUST IN THE BRAKE SHOE MANUFACTURE FACTORY

Kakooei H.,¹ Ph.D; Sameti M.¹ MSPH

This study has been done in a major brake-shoe factory. Air samples were taken and dust levels determined according to OSHA code, revealing a dust load in weighting and shooting saloons ranging from 2 to 16.88 mg/m³. Measurement and counting of asbestos fibers were done using OSHA ID 160/ code and permissible exposure levels.

Asbestos fiber counts in sampled areas were higher than the time weighted average level (TWA) and even higher than action level.

Particle size distribution was also determined. It turned out that of the 3000 counted particles, %90 of non-fibers and %10 are fiber-shaped. Also size of %60.4 of counted fibers is lower than 10 μ that %80 of them are fibers.

The results of this study showed significantly that the maximum pollution loads occur in the weighting section, especially in the mixers. Heavy pollutant load, low air flow (face velocity) and use of canopies with the lowest enclosure may be regarded as potential mechanisms.

Key words: *Absetose dust, Assessment of occupational exposure, brake shoe manufacture factory.*

¹ School of public Health and Institute of public Health Research , Tehran university of Medical sciences.
P.OBox. 14155-6446 , Tehran, Iran .