فصلنامه علوم محیطی، دوره سیزدهم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴

۴۳-۵۲

بررسی و مقایسه غلظت و پراکنش الیاف آزبست در مناطق مسکونی، تجاری و معابر ترافیکی در شهرتهران

فریده عتابی[۱]، یوسف رشیدی[۲] و حسین حسنخانی[۳*]

[۱] دانشیار گروه مهندسی محیط‌زیست، دانشکده محیط‌زیست و انرژی، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی، تهران
[۲] استادیار گروه فن‌آوری محیط‌زیست، پژوهشکده علوم‌محیطی، دانشگاه شهید بهشتی
[۳] دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

تاریخ دریافت: ۹۳/۲/۲ تاریخ پذیرش: ۹۴/۳/۱۱

چکیده

امروزه شهر تهران به واسطه ترافیک و استفاده غیرضروری از خودروهای شخصی به یکی از شهرهای آلوده دنیا تبدیل شده است. علاوه بر انتشار بسیاری از گازهای آلاینده و ذرات معلق، وجود الیاف آزبستی نیز در هوای شهر تهران دور از ذهن نیست. در این تحقیق اندازه‌گیری غلظت آزبست طی یک سال (۹۲-۱۳۹۱) در ماه‌های مختلف و نقاط معینی در شهر تهران انجام شد. در این مدت غلظت آزبست در ۲۰۰ نمونه در حدود ۵۰ ایستگاه سنجش در مناطق مسکونی، تجاری - اداری و ترافیکی با توجه به سال، فصل، ماه و منطقه، مورد تحلیل قرار گرفت. نمونه‌برداری، آنالیز و تعیین میزان غلظت آزبست مطابق با روش نایوش انجام شد. بر این اساس برای جمع‌آوری نمونه‌ها، از ۵ دستگاه پمپ‌های فردی با دبی ۴ لیتر بر دقیقه استفاده شد و در مدت ۸ تا ۱۲ ساعت در طی روز، نمونه‌ها بر روی فیلترهای غشایی با قطر ۲۵ میلی‌متر جمع-آوری گردید. نمونه‌ها پس از آماده‌سازی در آزمایشگاه معتمد آزبست با استفاده از میکروسکوپ فازکنتراست و پولاریزان تعیین مقدار شدند. نتایج حاصل از میانگین غلظت آزبست در نمونه‌ها، با نتایج ارایه شده از سوی سازمان جهانی بهداشت در آمریکا در سال ۱۹۹۸(۵×۱۰^{-۵} ۵ فیبر برمیلی‌لیتر به عنوان استاندارد) مقایسه شد و در نهایت نتایج طبق مقایسه‌های آماری و با استفاده از نرم افزارسرفر تحلیل گردید. نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین میزان غلظت آزبست (۰/۰۰۹ فیبر در میلی‌لیتر) در فصل زمستان مشاهده شد. میانگین غلظت این الیاف (۰/۰۰۴۵ فیبر در میلی لیتر)در ماه اسفند از سایر ماه‌های اندازه‌گیری شده بیشتر بود. این در حالی است که غلظت این آلاینده در شهرهای نسبتا پاک ۰/۰۰۰۰۵ فیبر در میلی‌لیتر می‌باشد. بررسی نتایج حاصله بیانگر بیشترین غلظت الیاف آزبست در ماه‌های پایانی سال و درمعابر ترافیکی می‌باشد.

کلمات‌کلیدی: الیاف آزبست، غلظت، سنجش.

Assessment and Comparison of Asbestos Fibre Concentrations and Dispersion in Residential, Commercial and Traffic Areas in Tehran

Farideh Atabi,[1] Yousef Rashidi[2] & Hossein Hassankhani[3*]

[1] Associate Professor, Faculty of Environment and Energy, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran
[2] Assistant Professor, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran
[3] MSc. student in Environmental Science, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran

Abstract

One of the most important environmental issues in Tehran is air pollution. Alongside classic pollutants, toxins are also challenges facing Tehran. In this work the concentration of asbestos in terms of its temporal and spatial distribution has been studied. The use of asbestos in brake and power transmission systems of vehicles and the increase in the number of cars in the city, has led the authors to measure the concentration and dispersion of asbestos fibres in recent years. Accordingly, airborne asbestos fibre concentrations in the urban environment of Tehran were evaluated between September 2012 and September 2013. The airborne fibre concentrations of 200 air samples collected from 50 different sites in five areas of Tehran were analyzed with phase-contrast optical microscopy (PCM) and scanning electron microscopy (SEM). There were significant differences in the asbestos fibre concentrations between areas and seasons. Since there is no global standard relating to asbestos we had to compare the results against both the World Health Organization and environmental agency standards in the US and Europe, leading to a standard of $5\times10-5$ PCM f/ml. To evaluate the seasonal variations in fibre concentrations, we collected air samples at the same sites in each of the four seasons. The samples were collected on membrane filters (Millipore type AA; pore size 0.8 μm; diameter 47 mm; Millipore, Bedford, MA) using an open face filter holder (model FP050/2; Schleicher and Schull, Dassel, Germany). Sampling was performed at a flow rate of 10 l/min using a suction pump (SKC, English); sampling times ranged from 8 to 12. The highest geometric mean concentration of asbestos was found in traffic areas and in winter measuring $9\times10-3$ PCM f/ml. and the mean of highest sampling concentration within a year was found in traffic areas which is $45\times10-3$ PCM f/ml. We conclude that the high volume of traffic, industrial consumption of asbestos, and geographical and climatic conditions are responsible for the high airborne asbestos levels in non-occupational environments in Tehran.

Keywords: Asbestos Fibers, Toxins, Asbestos fibre concentrations, Measurement.

* Corresponding Author. *E-mail Address*: h_hassankhany@yahoo.com

۱- مقدمه

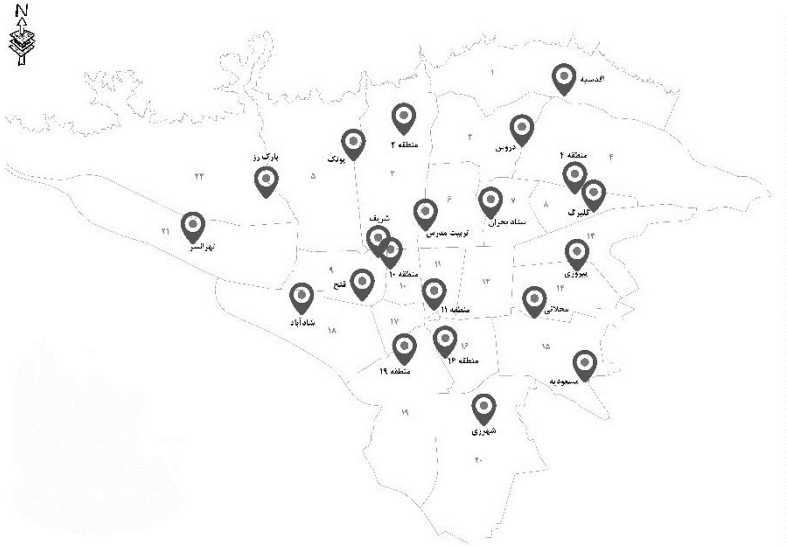
به کانی‌هایی که دارای بافت الیافی طبیعی با استحکام و توانایی کششی و مقاومت حرارتی بالا هستند اصطلاحا آزبست گفته می‌شود [۱]. آزبست‌ها به دو گروه تقسیم می‌شوند: خانواده سرپانتین‌ها که کانی مهم این گروه کریزوتایل است و دوم خانواده آمفیبول که پنج کانی آنتوفیلیت، کروسیدولیت، اکتینولیت و آموسیت می‌باشد[۲]. استفاده از آزبست از دهه ۱۹۳۰ میلادی در برخی از کشورهای آسیایی مورد توجه واقع شد. اما مصرف آزبست به ویژه در صنعت خودرو (کلاچ و لنت ترمز) مربوط به دهه ۱۹۷۰ میلادی است. کریزوتایل مهم‌ترین نوع آزبست مورد استفاده در صنعت ترمز و کلاچ خودروها بوده و میزان مصرف آن در ایران، بین ۳۵ الی ۶۵ درصد تعیین شده است. درخودروها هنگام ترمز و به کارگیری بیش از حد کلاچ در سربالایی‌ها و ترافیک های سنگین، مقدار زیادی از این الیاف در هوا منتشر می‌شوند [۳]. در میان الیاف آمفیبول نوع ترمولایت بیشتر مشاهده شده و این نوع لیف با توجه به اندازه، ابعاد و نوع، صدمات بیشتری را می‌تواند به بافت ریه انسان وارد سازد .کریزوتایل یا آزبست تجاری به طور تدریجی بر بافت ریه اثر می‌گذارد، درحالی که الیاف آمفیبول مقاوم‌تر بوده و مدت زمان بیشتری را در نسوج ریه ها باقی می مانند. شواهد تجربی نیز سمیت و خواص سرطان‌زایی آمفیبول ها را تایید نموده است. کریزوتایل به سادگی به الیاف بسیار ظریف ابریشمی، قابل تفکیک است. بیش از ۹۵ درصد مصرف آزبست‌ها به کریزوتایل‌ها اختصاص دارد. بدون شک مطالعات در سال‌های اخیر نشان از مثبت بودن رابطه استنشاق الیاف آزبست و بروز بیماری‌های آزبستوزیس، سرطان ریه و مزوتلیوما دارد.

اندازه، شکل هندسی، سطح الیاف و نوع ترکیب شیمیایی آن نقش مهمی در میزان آسیب سلولی و بیماری‌زایی در ریه‌ها دارد و خطرات ناشی از مواجهه با الیاف آزبست به صورت الیاف و یا غبار سال‌های متمادی مورد بحث قرار گرفته است. به نقل از نایوش این ماده سرطان‌زا در محیط کار باید به پایین‌تر حد خود رسیده و مقدار مجاز آن در هوای تنفسی یا میزان مواجهه آن ۰/۱ فیبر برسانتی‌متر مربع باشد. بیش از ۱/۳ فیبرها در گروه کمتر از ۱۰ میکرون قرار داشته که پتانسیل نفوذ و دوام آن‌ها را در بافت دستگاه تنفسی تحکیم می‌کند. هم‌چنین گزارشات مستندی مبنی بر نفوذ و گسترش فیبرهای آزبستی در بافت‌های مختلف تنفسی بدن انسان وجود داشته و بروز بیماری مزوتلمیا و سرطان را تایید می‌کند. نکته قابل توجه این که، مصرف آزبست در بسیاری از کشورهای توسعه یافته محدود و ممنوع شده است، اما در کشورهای در حال توسعه از جمله هند استفاده از این ماده معدنی به تدریج روبه افزایش است [۱]. کشور ایران نیز یکی از مصرف‌کنندگان این ماده صنعتی آلوده کننده محیط‌زیست می‌باشد. سالیانه ۹۰و۰۰۰ هزار نفر در جهان بر اثر بیماری‌های ناشی از آزبست جان خود را از دست می‌دهند.

تا به امروز مقالات و تحقیقات متعددی در زمینه تشخیص و تعیین غلظت الیاف آزبست درمقیاس شغلی و حرفه‌ای به انجام شده است. متاسفانه تحقیقات گسترده و جامعی در راستای تعیین غلظت و ارتباط الیاف آزبست با سلامت شهروندان در کشور ما صورت نگرفته است و تنها می‌توان به تعداد محدودی تحقیق در مقیاس شغلی اشاره داشت. تنها مطالعاتی در خصوص حضور الیاف آزبست در هوای تنفسی کارگران صنایع خودروسازی (لنت ترمز و کلاچ) و ماموران راهنمایی و رانندگی و نیز محصولات آزبست سیمانی انجام شده است[۲و۳]، به‌طوری که در سال ۱۳۸۸ میانگین غلظت آزبست در هوای تنفسی ماموران راهنمایی شهر تهران، ۰/۰۰۳۴ فیبر در میلی‌لیتر اعلام گردید. هم‌چنین براساس تحقیقات انجام شده توسط شرکت کنترل کیفیت هوا در بازه زمانی ۳ ساله، میانگین میزان غلظت این الیاف ۰/۰۰۵۴ فیبر در میلی‌لیتر بوده است[۱]. از آن‌جایی که حضور الیاف آزبست در هوای شهرها به ویژه تهران بزرگ بر بسیاری از شهروندان و مسوولین و مدیران روشن است، لذا سنجش و ارزیابی مستمر غلظت آزبست و انجام مطالعات و تحقیقات در این خصوص در شهرهای آلوده نظیر تهران، امری ضروری است. باعنایت به این که شهر تهران یکی از شهرهای آلوده جهان به شمار می‌آید، لذا بررسی و ارزیابی آلاینده‌های هوا به ویژه آلاینده‌های خاص نظیر آزبست در این شهر از اهمیت به سزایی برخوردار می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی کمی و کیفی الیاف آزبست در چند منطقه تهران، عملیات اجرایی با بازدید از محل‌های نمونه‌برداری در سال ۹۱-۱۳۹۰ شروع گردید و در ماه های فروردین و اردیبهشت ادامه یافت و در پاییز ۱۳۹۱ پس از دو ماه نمونه‌برداری آزمایشی، اندازه‌گیری‌های اصلی آغاز گردید.



شکل ۱- وضعیت استقرار ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوا در شهر تهران [۱]

جدول۱- مختصات جغرافیایی محل نمونه‌برداری الیاف آزبست در شهر تهران (۹۲-۱۳۹۱)

	محل نمونه‌برداری	مختصات جغرافیایی محل استقرار پمپ نمونه‌برداری			محل نمونه‌برداری	مختصات جغرافیایی محل استقرار پمپ نمونه‌برداری	
		X	Y			X	Y
۱	انتهای هلال احمر-نواب	۵۳۴۵۵۸	۳۹۴۷۲۳۸	۲۶	شهر ری	۵۳۸۵۸۷	۳۹۴۰۱۰۰
۲	انتهای حکیم-رز	۵۲۴۲۰۲	۳۹۵۵۱۰۱	۲۷	۷ تیر-اسلامبولی	۵۳۸۸۵۲	۳۹۵۲۸۷۶
۳	تجریش-قدس	۵۳۸۸۲۰	۳۹۶۲۶۲۱	۲۸	اقدسیه	۵۴۳۷۹۶	۳۹۶۱۷۳۶
۴	ولنجک- ترافیکی	۵۳۶۳۲۰	۳۹۶۲۵۵۳	۲۹	کردستان-ناحیه ۴	۵۳۵۶۵۲	۳۹۵۳۶۱۶
۵	میدان پونک	۵۳۰۲۶۵	۳۹۵۷۵۱۱	۳۰	شیخ صفی	۵۴۰۸۸۵	۳۹۵۳۴۵۷
۶	سه راه جمهوری	۵۳۶۵۵۶	۳۹۵۰۲۶۹	۳۱	شقاقی- بیستون	۵۳۶۶۵۳	۳۹۵۳۳۵۵
۷	افریقا	۵۳۸۱۹۰	۳۹۵۹۵۲۲	۳۲	منطقه۲-شهرک ذوالفقار	۵۳۱۳۷۶	۳۹۵۹۱۶۷
۸	جهان کودک	۵۳۷۴۸۰	۳۹۵۷۱۴۷	۳۳	ولنجک- منطقه ۱	۵۳۵۹۵۸	۳۹۶۲۸۸۲
۹	مترو-عباس آباد	۵۳۸۶۱۴	۳۹۵۴۰۸۶	۳۴	سهروردی شمالی	۵۳۹۵۷۰	۳۹۵۴۴۵۷
۱۰	پل ستارخان	۵۳۲۵۶۲	۳۹۵۲۹۶۲	۳۵	منطقه۴-شهرک حکیمیه	۵۵۳۸۷۸	۳۹۵۴۷۹۶
۱۱	میدان بهمن	۵۳۶۰۶۱	۳۹۴۵۰۴۱	۳۶	منطقه۴-شهرک امید	۵۴۸۶۰۷	۳۹۵۷۰۳۰
۱۲	سعیدی- یافت آباد	۵۳۱۳۰۰	۳۹۴۶۲۶۷	۳۷	سعادت آباد- نوسازی	۵۳۴۰۵۵	۳۹۵۹۸۸۸
۱۳	آزادی - نجارزاده	۵۳۰۹۳۴	۳۹۵۰۶۷۲	۳۸	گلبرگ	۵۴۵۵۸۱	۳۹۵۴۱۷۴
۱۴	اتوبان بسیج	۵۴۴۵۴۳	۳۹۴۸۶۱۶	۳۹	ستارخان-آلستوم	۵۳۱۸۱۱	۳۹۵۳۰۵۰
۱۵	پل سیدخندان	۵۴۰۴۶۸	۳۹۵۵۴۴۷	۴۰	شریف-طرشت	۵۳۱۶۹۹	۳۹۵۰۹۵۴
۱۶	قزوین- آذری	۵۳۱۸۶۲	۳۹۴۷۴۸۷	۴۱	آژانتین	۵۳۷۶۳۹	۳۹۵۴۷۳۶
۱۷	چمران-پارک وی	۵۳۷۶۴۴	۳۹۶۰۸۷۷	۴۲	منطقه ۱۶ ,شهرک تختی	۵۳۷۴۳۸	۳۹۴۲۸۵۱
۱۸	شهر ری-افسریه	۵۴۳۵۴۴	۳۹۴۳۹۶۳	۴۳	منطقه۱۸- شهرک صاحب	۵۳۰۲۴۹	۳۹۴۴۶۰۶
۱۹	کاشانی- منطقه ۵	۵۲۷۴۷۷	۳۹۵۵۱۲۵	۴۴	شهرک سلیمانیه	۵۴۲۸۱۴	۳۹۴۶۰۹۴
۲۰	میدان هفت تیر-گمنام	۵۳۸۶۴۶	۳۹۵۲۸۵۷	۴۵	انتهای نواب- جوادیه	۵۳۴۷۰۱	۳۹۴۵۶۶۰
۲۱	بازار	۵۳۷۷۳۲	۳۹۴۸۲۵۷	۴۶	سیدجمال الدین	۵۳۶۶۴۷	۳۹۵۴۳۲۴
۲۲	تهراپارس- فرجام	۵۴۸۶۱۹	۳۹۵۴۵۴۴	۴۷	تهرانسر	۵۲۳۶۲۰	۳۹۴۹۵۹۶
۲۳	ژئوفیزیک	۵۳۴۷۰۳	۳۹۵۴۶۹۹	۴۸	دروس	۵۴۱۰۳۹	۳۹۵۸۴۷۶
۲۴	المپیک- چشمه	۵۲۳۵۹۵	۳۹۵۶۰۲۴	۴۹	فاطمی	۵۳۴۵۵۶	۳۹۵۲۰۳۳
۲۵	فتح- مهرآباد جنوبی	۵۳۰۵۴۲	۳۹۴۸۳۲۷				

مدت زمان هر نمونه‌برداری بین ۸ تا ۱۲ ساعت بود و ساعات اوج ترافیک و تردد خودروها مدنظر واقع شد. به جهت تعیین غلظت و پراکندگی الیاف آزبست در هوای شهر تهران طی سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ در ۵۰ نقطه مختلف

شهری و در مناطق ۲۲گانه شهر تهران (مطابق با شکل ۱) نظیر شهرک‌ها و مناطق مسکونی (۱۷ ایستگاه)، اماکن تجاری (۱۳ ایستگاه)، حاشیه بزرگراه‌ها و معابر ترافیکی (۱۹ ایستگاه) به همراه یک ایستگاه شاهد، (نواحی شهرداری‌ها و محل ایستگاه‌های شرکت کنترل کیفیت هوا) نمونه‌برداری هوا انجام شد. نقاطی نیز در حومه شهر به عنوان مناطق پاک مورد ارزیابی قرارگرفت.

در جدول شماره (۱) مختصات جغرافیایی نقاط استقرار پمپ‌های نمونه‌برداری که توسط دستگاه تعیین مختصات جغرافیایی تعیین گردید، ارایه شده است که این امر جهت تشخیص دقیق محل نمونه‌برداری و سهولت تولید نقشه‌های پراکندگی به وسیله نرم افزارهای مدل‌سازی صورت گرفت.

عملیات نمونه‌برداری مطابق با برنامه‌ریزی به ترتیب زیر انجام گردید: با توجه به محدودیت استفاده از برق شهری و نمونه‌برداری بلند مدت بالای ۱۰ ساعت، محل‌های مورد نظر تعیین و پراکندگی آن‌ها در محدوده‌های شهرداری مشخص گردیدند. قبل از نمونه‌برداری پمپ باید کالیبره می‌شد. کاست نمونه‌برداری و محل اتصالات، الزاما با نوار تفلونی بسته شد و سر کاست رو به پایین قرار گرفت. حداقل دو نمونه شاهد میدانی یا ۱۰٪ کل نمونه‌ها برای هر مجموعه باید در نظر گرفته می‌شد. نمونه‌برداری با دبی ۴ لیتر بر دقیقه صورت گرفته و جهت فراهم ساختن دانسیته فیبری مناسب، متغیرهای مناسبی با تراز عمل یا نصف استاندارد موجود با تنظیم زمان نمونه‌برداری جهت به دست آوردن مقدار هوای عبوری از روی فیلتر طبق رابطه زیر محاسبه گردید:

$$T = (Ac \times E) / (Q \times L \times 10^3)$$

Ac : سطح موثر فیلتر (mm^2)

E : تعداد الیاف ($fibers/mm^2$)

Q : میزان دبی (L/min)

L : میزان تراز عمل (fibers/cc)

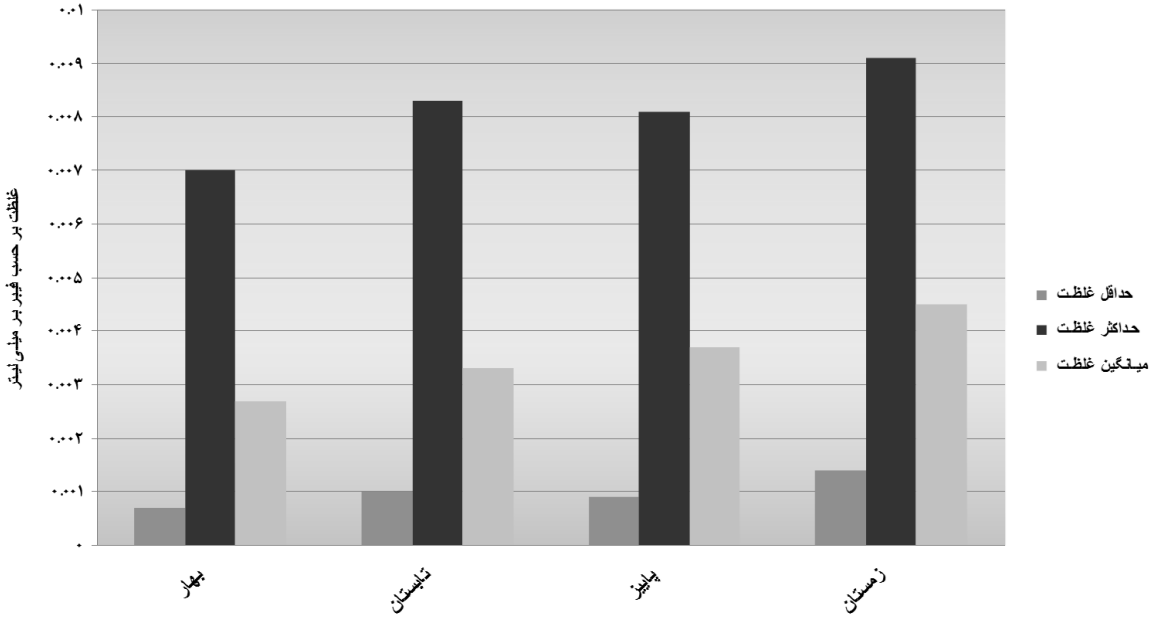
محل نصب پمپ فردی (مدل اس کی سی ۲۲۴ ساخت کشور انگلستان) در ارتفاع ۱/۵ متر بوده و از هولدرهای ۲۵ میلی‌متری و فیلترهای غشایی با اندازه منافذ ۰/۴۵ میکرون استفاده شد. در مرحله آماده‌سازی فیلترها نمونه‌ها طبق روش نایوش ۷۴۰۰، ابتدا نیمی از فیلتر بر روی لام قرار گرفته و با استفاده از دستگاه بخار استون شفاف شدند. سپس گراتیکول والتون بکت (برای سنجش طول،قطر و تعداد الیاف) در عدسی چشمی میکروسکوپ قرار گرفته و با استفاده از میکرومتر کالیبره گردید. نمونه‌های جمع‌آوری شده، ابتدا در محیط آزمایشگاه آماده‌سازی شدند و آن گاه برای تعیین غلظت الیاف آزبست با روش‌های استاندارد، میکروسکوپ فازکنتراست و پولاریزان تعیین مقدار گردیدند[۴ و ۵ و۶ و۷]. روش میکروسکوپ نوری با کنتراست فازی یکی از ساده‌ترین روش‌ها برای تعیین غلظت الیاف آزبست است که به روش نایوش ۷۴۰۰، سازمان ملی ایمنی و بهداشت آمریکا معروف است. در این روش نمونه‌ها با بزرگ نمایی ۴۰۰ (۱۰×۴۰) مورد مطالعه قرار گرفته و نتایج بر حسب تعداد فیبر بر میلی‌لیتر هوا ارایه می‌گردد. هر ذره‌ای با طول ۵ میکرومتر یا بزرگتر و نسبت طول به قطر بزرگتر از ۳ به ۱، به عنوان یک فیبر محسوب می‌شود. در واقع تنها فیبرهایی با نسبت ابعادی ۱:۳ شمارش شده و جزو الیاف آزبست به شمار می‌آیند. نمونه‌برداری آزبست بر اساس ضوابط، رهنمودها و استانداردهایی نظیر اروپا و با استفاده از روش نایوش ۷۴۰۰ انجام شده است [۸].

۳- نتایج و بحث

این پژوهش میدانی به منظور تعیین غلظت آزبست در هوای شهر تهران با حداقل ۲۰۰ نمونه بلندمدت در ارتفاع بالاتر از ۲ متر و در محل ایستگاه‌ها و تابلوهای شرکت کنترل کیفیت هوا، ساختمان ادارات و نواحی شهرداری‌های مناطق ۲۲ گانه شهر تهران، منازل مسکونی در شهرک‌ها و اماکن تجاری انجام گردید. تحقیق فوق از سال ۱۳۹۰ الی ۱۳۹۲ به طول انجامید. برای تعیین غلظت الیاف آزبست در هوای شهر (محیط غیر شغلی) با استفاده از نگهدارنده‌های ۲۵ میلی‌متری و به همراه فیلترهای غشایی با اندازه منافذ ۰/۴۵ میکرون، از هوای نزدیک به ۱۰۰ نمونه از مناطق ۲۲ گانه تهران نمونه‌گیری شد. نمونه‌های جمع‌آوری شده ابتدا در محیط آزمایشگاه آماده‌سازی گردیدند و آن‌گاه برای تعیین غلظت الیاف آزبست با روش‌های استاندارد میکروسکپ فاز کنتراست تعیین مقدار شدند [۴ و ۵ و۶ و۷].

با تفکیک و طبقه‌بندی غلظت نمونه‌های به دست آمده بر اساس فصول سال طبق جدول (۲) ، میزان پراکندگی و یا تجمع آزبست در فصول مختلف سال تعیین شد. در این مرحله بیشترین غلظت آزبست (۰/۰۰۹۱ فیبر بر میلی‌لیتر) در محدوده شهر ری و بزرگراه حکیم در فصل زمستان و کم‌ترین میزان غلظت (۰/۰۰۰۷ فیبر بر میلی‌لیتر) نیز در خیابان سلیمان خاطر در فصل بهار مشاهده شد.

با توجه به شکل (۲) در فصل زمستان بیشترین میانگین غلظت آزبست مشاهده می‌شود. کمبود بارش و وقوع پدیده وارونگی دما عامل اصلی این افزایش غلظت می‌باشد. کم‌ترین میزان غلظت آزبست در فصل بهار مشاهده شد و عمده علت آن افزایش بارندگی و کاهش ترددها در این فصل بود.



شکل ۲ – غلظت الیاف آزبست در هوای شهر تهران به تفکیک فصول سال

جدول ۲- پراکندگی غلظت الیاف آزبست در هوای شهر تهران به تفکیک نواحی جغرافیایی

	نواحی جغرافیایی	تعداد	حداقل غلظت الیاف آزبست f/ml	حداکثر غلظت الیاف آزبست f/ml	میانگین
۱	شمال	۱۱	۰/۰۰۰۸۶	۰/۰۰۹۱	۰/۰۰۳۸۵
۲	جنوب	۷	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۸۲	۰/۰۰۳۳۰
۳	شرق	۹	۰/۰۰۰۹۲	۰/۰۰۷	۰/۰۰۳۱۲
۴	غرب	۱۱	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۹	۰/۰۰۳۸۰
۵	مرکز	۱۱	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۸۱	۰/۰۰۳۴۰
	مجموع	۴۹			۰/۰۰۳۵۰

با تفکیک و طبقه‌بندی غلظت نمونه‌های به دست آمده طبق جدول (۲) میزان پراکندگی و یا تجمع آزبست در نواحی مختلف شهرتعیین شد. در این مرحله، شمال شهر بر اساس نقاط ترافیکی بیشترین غلظت را به خود اختصاص داد سپس غرب و مرکز تهران در مرتبه سوم و چهارم قرار گرفتند. بررسی‌ها نشان می‌دهد مشاهده غلظت بیشتر در این نواحی به دلیل تراکم بافت تجاری و ترافیکی و نیز تردد بیشتر خودروها در مناطق مذکور می‌باشد .

نقشه‌ها و تصاویر شکل (۳) نشان می‌دهد که عمده پراکندگی‌های آزبست در محدوده مسکونی شهری در زمستان و پاییز بوده اما کم‌ترین میزان به دو فصل گرم سال یعنی بهار و تابستان تعلق دارد. افزایش سفرهای برون شهری و نیز جابه‌جایی مناسب هوا در این موقعیت زمانی، کاهش چشمگیر غلظت الیاف را در این مناطق نشان می‌دهد.

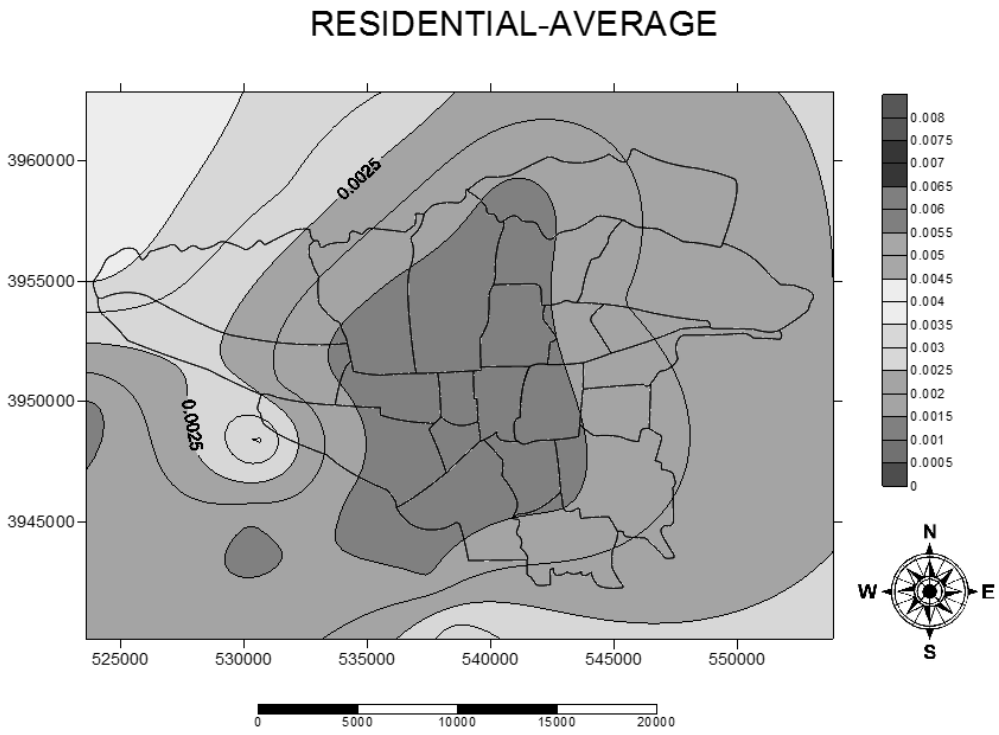
اما نقشه کلی شهر تهران با محوریت نقاط مسکونی در طول یک سال، میانگین آلودگی به غلظت الیاف آزبست را در کم‌ترین میزان نشان می‌دهد. این مساله کاهش تردد خودروها را در نقاط مسکونی و شهرک‌ها تایید می‌نماید.

در نقشه‌های شکل (۴) تمرکز غلظت آزبست در فصل زمستان و در اکثر نواحی تجاری دیده می‌شود. هوای سرد و وارونگی دما و حجم بالای خرید در ماه‌های پایان سال بر شدت غلظت آزبست در این نواحی افزوده است. این موضوع با کاهش پراکنش در تابستان و بهار تایید می‌شود.

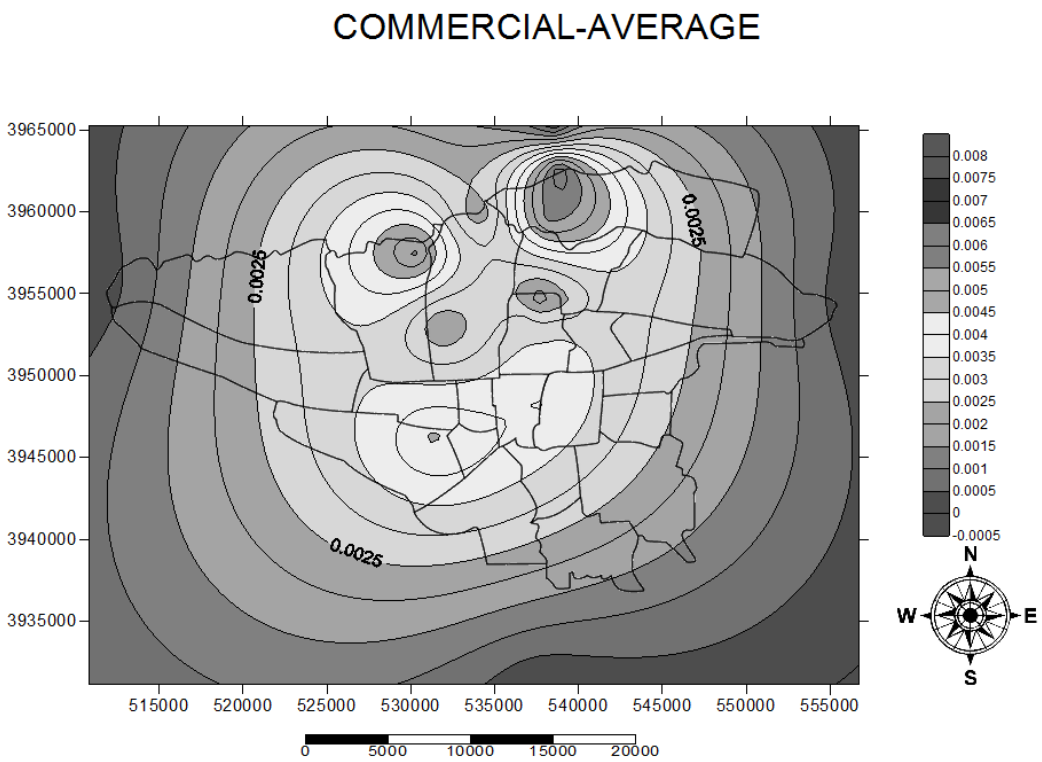
بر اساس شکل (۵) کم‌ترین پراکندگی در نقاط اداری شهر بوده که پایین‌ترین نیازمندی عبور مرور را داشته است. شهر تهران متشکل از معابر، بزرگراه‌ها و خیابان‌های پررفت و آمدی است که با توجه به تولید روز افزون خودروها، همه روزه بر ترافیک آن افزوده شده و به دنبال این امر بر تعداد منابع منتشره آلاینده‌های هوا نیز اضافه می‌شود. نقشه ترافیکی، پراکندگی الیاف آزبست افزایش محدوده آلودگی آزبست را در اکثر نقاط ترافیکی و محله‌های تهران نمایش می‌دهد و بر اساس اطلاعات فوق، بیشترین میزان غلظت‌ها مربوط به این مناطق و در فصل زمستان است. اما در فصل بهار با آغاز تعطیلات نوروزی و کاهش ترددهای تجاری، شغلی و تحصیلی در این فصل کاهش پراکندگی الیاف آزبست کاملا مشهود است. بر اساس شکل (۶) تمرکز و افزایش غلظت الیاف آزبست در شریان‌های شمالی (چمران- مدرس)، غرب (بزرگراه حکیم و همت غرب) و هم‌چنین جنوب (بزرگراه نواب و تندگویان) در طول سال ملاحظه می‌شود.

بر اساس شکل (۶) انتهای بزرگراه حکیم (۰/۰۰۶۴ فیبر بر میلی‌لیتر)، میدان تجریش (۰/۰۰۶۳ فیبر بر میلی‌لیتر)، خیابان ولنجک (۰/۰۰۵۹ فیبر بر میلی‌لیتر)، میدان پونک (۰/۰۰۵۶ فیبر بر میلی‌لیتر)، سه راه جمهوری (۰/۰۰۵۶ فیبر بر میلی‌لیتر) و بلوار آفریقای شمالی(۰/۰۰۵۶ فیبر بر میلی‌لیتر) به ترتیب بیشترین میزان غلظت میانگین آزبست را در کل نمونه‌ها و مناطق شهری به خود اختصاص دادند که بر اساس طبقه‌بندی انجام شده در گروه نقاط ترافیکی، تجاری و بعضا اداری به شمار می‌آیند.

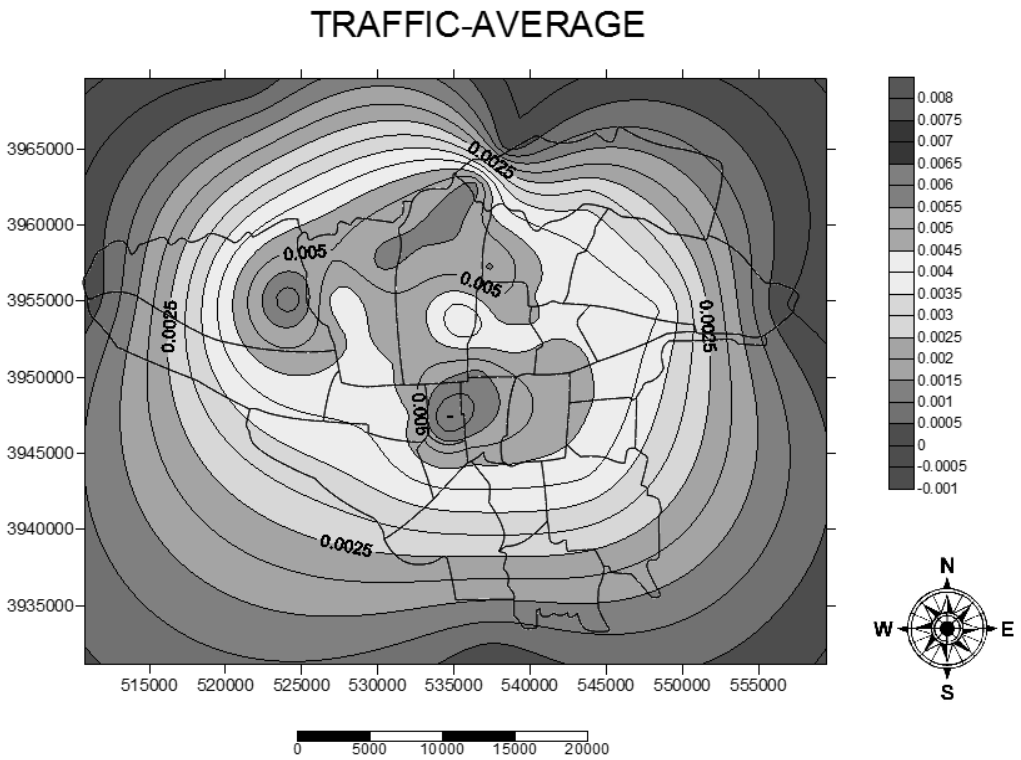
افزایش غلظت و پراکندگی آزبست در نقاط شمالی، مرکز و جنوب و غرب مشاهده می‌شود که تجمع جمعیت و ترافیک شدید در نقاط یاد شده عامل عمده آلودگی این مناطق به الیاف آزبست است. افزایش بزرگراه و بافت شهری و ساخت و ساز در غرب تهران و نیز تمرکز مناطق تجاری در مرکز و شریان‌های پررفت آمد در جنوب و غرب تهران از عوامل تجمع الیاف آزبست می‌باشد.



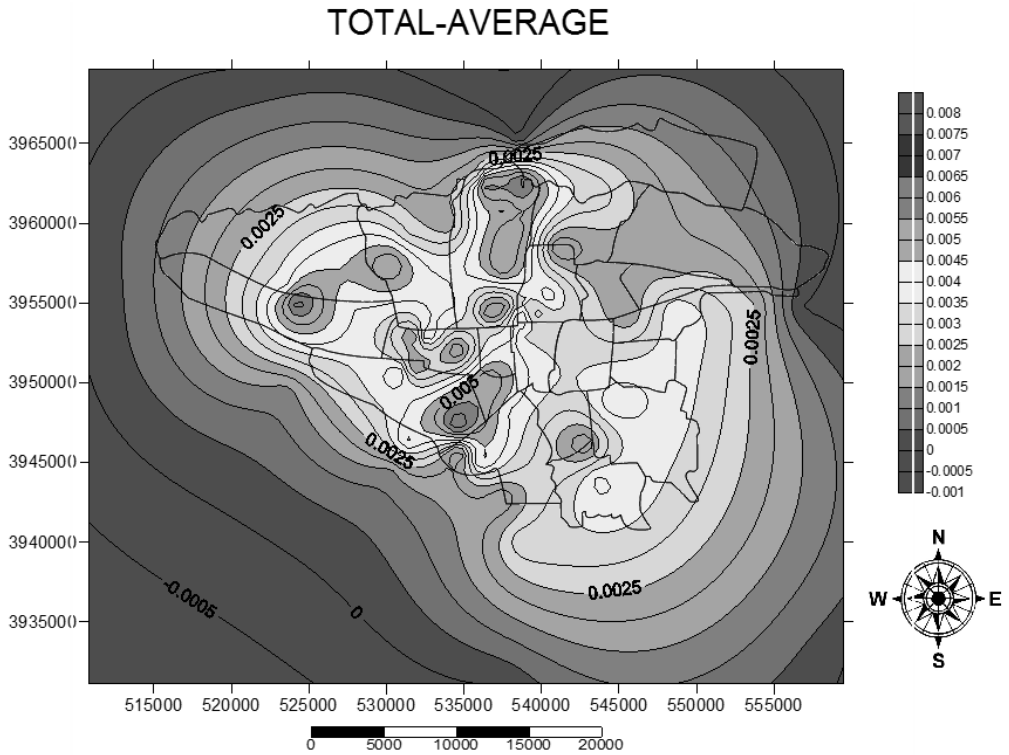
شکل۳- میزان غلظت و پراکندگی الیاف آزبست در مناطق مسکونی شهر تهران سال ۹۲- ۱۳۹۱ (فیبربرمیلی‌لیتر)



شکل ۴- میزان غلظت و پراکندگی الیاف آزبست در مناطق تجاری شهر تهران سال ۹۲- ۱۳۹۱ (فیبربرمیلی‌لیتر)



شکل ۵- میزان غلظت و پراکندگی الیاف آزبست در مناطق ترافیکی شهر تهران سال ۹۲-۱۳۹۱



شکل ۶- میزان غلظت و پراکندگی الیاف آزبست در شهر تهران سال ۹۲- ۱۳۹۱ (بر حسب فیبر بر میلی لیتر)

۴- نتیجه‌گیری

براساس تحقیقات انجام شده، الیاف آزبست حاکم در هوای تهران از نوع کریزوتایل می‌باشد، اما علاوه بر نوع کریزوتایل در هوای تهران سایر انواع لیف‌های غیر آزبستی مانند پشم سنگ و یا ترمولایت نیز مشاهده می‌شود که این امر دلیل استفاده اخیر برخی از صنایع تولید لنت و کلاچ از پشم‌سنگ و یا ولاستونایت می‌باشد . برای تکمیل این تحقیق نه تنها تعداد نمونه‌های تهیه شده از هوا را باید افزایش داد، بلکه برخی از نمونه‌های تولیدی صنایع داخلی و یا وارداتی مانند ورق‌های موجدار سیمان آزبستی، آردوازها، کنیتک، تالک و غیره را برای تعیین درصد آزبست باید مورد ارزیابی کیفی قرار داد. [۲]

براساس تحقیقات انجام شده در شرکت کنترل کیفیت هوا [۱] بر روی تعدادی از لنت‌های ترمز تولید داخل ونیز انجام آزمایشات گسترده و علمی ویژه جهت استخراج و تعیین غلظت الیاف آزبست، نتایج قابل توجهی در خصوص وجود این آلاینده در لنت‌های ترمز به دست آمده است. این مساله با مصوبات شورای عالی حفاظت محیط‌زیست که بر ضرورت حذف آزبست از تولیدات کارخانجات و ممنوعیت استفاده آن درصنایع تاکید می‌کند، مغایرت داشته است. شایان ذکر است که مطابق آزمایشات انجام شده، غلظت آزبست در لنت ترمز خودروهای خاص خارجی (تولید ۲۰۰۲ تا کنون) مشاهده نشده است.

در این تحقیق بر خلاف مطالعات قبلی، بیشترین میزان غلظت آزبست در اسفند ماه ۱۳۹۱ گزارش شده است. با بررسی‌های انجام گرفته محقق شد که دلیل اصلی این امر افزایش حجم ترافیک در ماه های پایانی سال و نیز کاهش میزان بارندگی و رطوبت هوا بوده است. کم‌ترین غلظت به دست آمده مربوط به فصل بهار بوده که در این فصل بارندگی زیاد و کاهش رفت و آمد خودروها ناشی از تعطیلات نوروزی در تهران، از عوامل کاهش غلظت الیاف آزبست هوابرد می‌باشد.

بررسی نتایج حاصل از شمارش نمونه‌های گرفته شده در سال ۹۱ و ۹۲ نشان از این واقعیت دارد که در مجموع میدان تجریش که در شمال شهر و محدوده‌ای با بیشترین تردد خودرو و سراشیبی‌های متعدد قرار دارد از میانگین غلظت آزبست بیشتری (۰/۰۰۹۱ فیبر در میلی‌لیتر) نسبت به سایر ایستگاه‌ها و مناطق برخوردار است. هم‌چنین معابری نظیر بزرگراه نواب- هلال احمر(با میانگین غلظت سالانه ۰/۰۰۶۷ فیبر در میلی‌لیتر) ، بزرگراه حکیم (با میانگین غلظت سالانه ۰/۰۰۶۵ فیبر در میلی‌لیتر) و خیابان ولنجک تقاطع چهاردهم (با میانگین غلظت سالانه ۰/۰۰۵۹ فیبر در میلی‌لیتر) از آلوده‌ترین نقاط به الیاف آزبست شناسایی شدند. در خصوص وضعیت کمی غلظت الیاف آزبست در رابطه با چهارفصل و دوازده ماه سال باید به این

نکته اشاره نمود که بر اساس تعداد نمونه‌ها در انتهای فصل سرد و در ماه اسفند ۱۳۹۱ ، میانگین غلظت آزبست (۰/۰۰۴۵ فیبر در میلی‌لیتر) از سایر ماه‌های اندازه‌گیری شده بیشتر بوده است. عمده دلیل این امر کاهش بارندگی و افزایش حجم ترافیک در معابر ترافیکی و نقاط تجاری به دلیل نزدیک شدن به ایام نوروز می‌باشد. در همین رابطه نتایج نشان از این واقعیت دارد که در فصل بهار میانگین غلظت آزبست (۰/۰۰۲۷ فیبر در میلی‌لیتر) کم‌ترین میزان را به خود اختصاص داده است .

بر اساس نتایج حاصله میانگین غلظت آزبست در نمونه‌ها برابر $۳/۴ \times ۱۰^{-۳}$ فیبر برمیلی‌لیتر می‌باشد که این عدد در مقایسه با چند شهر در آمریکا و اروپا قابل ملاحظه است. برای مثال نتایج ارایه شده از سوی سازمان جهانی بهداشت در آمریکا در سال ۱۹۹۸، ۵×۱۰^{-۵} فیبر برمیلی‌لیتر می‌باشد [۹و۱۰] بنابراین میزان مجاز غلظت آزبست در هوای محیطی ۰/۰۰۰۰۵ فیبر در میلی‌لیتر بوده که در شهر تهران با مقایسه میانگین کل غلظت به دست آمده، آلودگی هوا به الیاف آزبست حدود ۷۵ برابر حد مجاز می باشد.

با مقایسه نتایج این تحقیق و مطالعات مشابهی که در شرکت کنترل کیفیت هوا در سال ۸۹-۱۳۹۱ به انجام رسیده است، میزان غلظت میانگین آزبست در شهر تهران کاهش یافته که دلیل این امر تغییر در استفاده از مواد اولیه لنت ترمز خودروها و تغییرات جوی مناسب در این مدت بوده است. هم‌چنین با توجه به ممنوعیت واردات آزبست در کشور، استفاده از این ماده خطرناک در صنعت خودروسازی ایران کاهش یافته است.

پی‌نوشت

[1] Serpantine
[2] Chrysotile
[3] Amphibole
[4] Anthophylite
[5] Crocidolite
[6] Actinolite, Amosite
[7] Japan International Cooperation Agency

منابع

[1] Tehran ambient asbestos assessment reports. Air Quality Control Company; 2010; 2011; 2012 [In Persian].

[2] Marryoryad H V, Bofetta P, Pisani P. Assessment of airborne asbestos exposure at an asbestos cement sheet and pipe factory in Iran. Regulatory Toxicology and Pharmacology; 2011; 60:200–205.

[3] Kakooei H, Yunesian M, Marioryad H, Azam K. Assessment of airborne asbestos fiber concentrations in urban area of Tehran, Iran. Air Qual Atoms Health; 2009; 2:39-45.

[4] Ambient air determination of inorganic fibrous particles: Scanning electron microscopy method. British Standard BS ISO 14966; 2002.

[5] Dodson R F, Hammar S P, Poye L W. A technical comparison of evaluating asbestos concentration by phase-contrast microscopy (PCM), scanning electron microscopy (SEM), and analytical transmission electron microscopy (ATEM) as illustrated from data generated from a case report. Inhalation Toxicol; 2008; 20: 723–732.

[6] Method for the determination of airborne asbestos fibers and other inorganic fibers by scanning electron microscopy. AIA(Asbestos International Association) Health and Safety Pub RTM; 1984.

[7] Determination of airborne fiber number concentrations. WHO; Geneva; 1997:1- 50.

[8] NIOSH manual of analytical method, 4th ed. U.S. Department of Health, Education and Welfare, Cincinnati. NIOSH; 1989; Method 7400.

[9] Guide to Occupational Exposure Values. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH); 2010.

[10] Asbestos and other natural mineral fibers. WHO Geneva; 1986; 11(53).