

## بررسی مقایسه‌ای شاخص کیفیت هوای (AQI) شش شهر صنعتی در ایران

مجید کرمانی<sup>۱</sup>، فرشاد بهرامی اصل<sup>۲\*</sup>، مینا آقایی<sup>۳</sup>، حسین ارفعی‌نیا<sup>۴</sup>، سیما کریم‌زاده<sup>۵</sup>، عباس شاهسونی<sup>۶</sup>

تاریخ دریافت ۱۳۹۳/۰۴/۱۵ تاریخ پذیرش ۱۳۹۳/۰۶/۲۵

### چکیده

**پیش‌زمینه و هدف:** آلودگی هوا به طرق مختلفی می‌تواند بر روی سلامت انسان‌ها، گیاهان، انبیا و محیط‌زیست تأثیر منفی بگذارد. از این رو هدف اصلی این تحقیق مقایسه کیفیت هوای شش شهر صنعتی تهران، تبریز، مشهد، ارومیه، اهواز و اراک در سال ۱۳۹۰ با استفاده از شاخص کیفیت هوا (AQI) تعیین گردید. **مواد و روش کار:** در ابتدا اطلاعات ساعتی مربوط به پنج آلاینده‌ی معیار جهت اندازه‌گیری شاخص کیفیت هوا از سازمان‌های حفاظت محیط‌زیست شهرهای مربوطه گرفته شده و با توجه به معیارهای سازمان جهانی بهداشت، اعتبار سنجی شدند. داده‌هایی که داری اعتبار کافی بودند با توجه به دستورالعمل‌های موجود به غلظت‌های استاندارد تبدیل گردیده و با استفاده از رابطه و جدول استاندارد موجود، مقدار شاخص روزانه برای آلاینده‌های موردنظر تعیین و بالاترین مقدار از بین شاخص‌های محاسبه شده برای تمامی ایستگاه‌ها، به‌عنوان شاخص نهایی و آلاینده‌ای که نشانگر بالاترین شاخص بود به‌عنوان آلاینده مسئول روز، معرفی گردید.

**یافته‌ها:** نتایج نشان دادند که در شهرهای تهران، تبریز، مشهد، ارومیه، اهواز و اراک به ترتیب ۳۴۱، ۱۳۹، ۳۴۷، ۲۸، ۱۶۲ و ۸۱ روز از سال، AQI بیش از استاندارد سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران بوده و در تمامی شهرهای موردبحث، ذرات معلق عمده‌ترین آلاینده مسئول بوده است. **نتیجه‌گیری:** با مقایسه کیفیت هوای شهرهای موردبررسی معلوم گردید که ارومیه و اراک دارای شرایط متوسط بوده ولی بقیه شهرها از شرایط مطلوب کیفیت هوا فاصله زیادی دارند.

**کلیدواژه‌ها:** آلودگی هوا، شاخص کیفیت هوا، آلاینده مسئول

مجله پزشکی ارومیه، دوره بیست و پنجم، شماره نهم، ص ۸۱۹-۸۱۰، آذر ۱۳۹۳

آدرس مکاتبه: همدان، دانشگاه علوم پزشکی همدان، دانشکده بهداشت، تلفن: ۰۹۳۵۵۱۲۶۳۶۱

Email: Farshadfba@gmail.com

### مقدمه

همچون ایجاد باران‌های اسیدی، مه دودهای فتوشیمیایی و اسیدی، اینورژن و به دام انداختن آلاینده‌های هوا نزدیک سطح زمین و تشکیل ازن تروپوسفری، سلامت انسان‌ها را به‌طور جدی به خطر انداخته (۳) و طیف وسیعی از اثرات بهداشتی حاد و مزمن را موجب می‌گردد که از این دسته می‌توان بیماری‌های سرطانی، چشمی، اختلالات تنفسی، جهش ژنی (۴)، افزایش مراجعه به بیمارستان، افزایش تغییرات در عملکرد دستگاه‌های مختلف بدن (۵) و حتی مرگ ناشی از بیماری‌های تنفسی و قلبی عروقی را نام برد (۶-۸).

تنفس و کیفیت زندگی انسان، از کیفیت هوا تأثیر می‌پذیرد. با تغییر روزبه‌روز و لحظه‌به‌لحظه وضعیت آب‌وهوا، کیفیت هوا نیز می‌تواند دچار تغییر گردد (۱). یکی از بزرگ‌ترین نگرانی‌ها و مشکلات زیست‌محیطی که امروزه بسیاری از شهرهای بزرگ دنیا را به چالش کشیده است، وضعیت نامطلوب کیفیت هوا می‌باشد. افزایش جمعیت شهرها، رفت‌وآمد وسایل نقلیه موتوری، استفاده نادرست از وسایل گرم‌کننده و بزرگ شدن شهرها موجب آلودگی هوا می‌شوند (۲). آلودگی هوا به طرق مختلفی

<sup>۱</sup> استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

<sup>۲</sup> دانشجوی دکتری بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران (نویسنده مسئول)

<sup>۳</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

<sup>۴</sup> دانشجوی دکتری بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

<sup>۵</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

<sup>۶</sup> استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، مرکز تحقیقات آلودگی هوا، پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

آلاینده‌های هوا بر روی گیاهان، ابنیا و رودخانه‌ها نیز تأثیرات زیانباری می‌گذارند (۴). طبق گزارش سازمان بهداشت جهانی (WHO) هزینه بهداشتی سالیانه آلودگی هوا در اتریش، فرانسه و سوئیس حدود ۳۰ میلیارد پوند می‌باشد که باعث ۶ درصد مرگ‌ومیر می‌شود. نیمی از این آلودگی نیز ناشی از وسایل نقلیه است (۹). بنابراین یکی از اقدامات مهم و مؤثر به‌منظور کنترل کیفیت هوا، تعیین میزان واقعی آلاینده‌ها و توصیف کیفیت هوا در مقایسه با شرایط استاندارد است. بدین منظور می‌توان از شاخص‌هایی مانند شاخص کیفیت هوا<sup>۱</sup>، شاخص استاندارد آلودگی هوا<sup>۲</sup> و شاخص استاندارد آلودگی<sup>۳</sup> استفاده نمود (۱۰). شاخص کیفیت هوا (AQI) می‌تواند از روی داده‌های به‌دست‌آمده از پیش و نظارت بر کیفیت هوا در شهرهای بزرگ به دست آید و اطلاعات موردنیاز را در اختیار عموم مردم قرار دهد. بنابراین شاخص کیفیت هوا یک ابزار کلیدی جهت آگاهی از کیفیت هوا، نحوه اثر آلودگی بر سلامت و روش‌های محافظتی در برابر آلودگی هوا می‌باشد. به‌عبارت‌دیگر AQI شاخصی جهت گزارش روزانه کیفیت هوا است. این شاخص مردم را از کیفیت هوا (پاک بودن یا آلوده بودن آن) آگاه می‌سازد و اثرات سلامتی مرتبط با آن را ارائه می‌کند. یعنی به اثرات سلامتی ناشی از مواجهه با هوای آلوده (ناسالم) می‌پردازد. شاخص کیفیت هوا برای پنج آلاینده اصلی هوا یعنی ذرات معلق، دی‌اکسید نیتروژن، ازن سطح زمین، منواکسید کربن و دی‌اکسید گوگرد محاسبه می‌شود (۱، ۱۰). طبق گزارش سازمان بهداشت جهانی در سال ۲۰۰۰ میلادی افزودن بر ۲۰۰ میلیون نفر از مردم جهان در محیط‌هایی به سر برده‌اند که در آن، سطح آلاینده‌ها بالاتر از استانداردهای کیفیت هوا بوده است (۱۱). آنچه در این سال‌ها همواره موردبحث و توجه محافل علمی و تخصصی بوده است چگونگی تفسیر و تحلیل داده‌های حاصل از سنجش آلودگی هوا و نحوه اطلاع‌رسانی به عموم مردم بوده که باید گفت از روش‌شناسی صحیح و اصولی پیروی نکرده است (۱۲).

در تحقیقی که تحت عنوان بررسی و مقایسه کیفیت هوا در شهرهای تهران و اصفهان در سال ۱۳۷۹ و ارائه راهکارهایی جهت بهبود آن که توسط چراغی صورت گرفت، وی بیان داشت که ماه‌های خرداد، شهریور، آبان و بهمن آلوده‌ترین ماه‌های شهر تهران و ماه خرداد آلوده‌ترین ماه‌شهر اصفهان بوده‌اند. شاخص آلاینده‌ها نیز در سال ۱۳۷۸ به ترتیب در شهرهای تهران و اصفهان ۳۲۹ و ۳۳ روز بالاتر از حد استاندارد بوده است (۱۳). تحقیقی دیگر توسط ندافی و همکارانش تحت عنوان بررسی مقایسه‌ای کیفیت

هوای شهر تهران در سال‌های ۱۳۷۶ و ۱۳۷۷ و متعاقباً در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ انجام گرفت و نتایج نشان دادند که در سال ۱۳۷۶، ۳۲ درصد روزها از نظر کیفیت هوا غیربهداشتی و ۵ درصد خیلی غیربهداشتی بودند و این موارد در سال ۱۳۷۷ به ترتیب به ۳۴ و ۶ درصد افزایش یافته بودند. در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ نیز شاخص کیفیت هوا به ترتیب در ۲۶۱ و ۲۱۸ روز از سال بالاتر از حد استاندارد بوده است (۱۰، ۱۴).

سبحان اردکانی و همکارانش تحقیقی با عنوان تعیین کیفیت بهداشتی هوای شهر تهران در سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۵ با استفاده از شاخص کیفیت هوا انجام دادند و گزارش نمودند که به ترتیب در این سال‌ها ۲۶۲ و ۲۶۱ روز از سال از نظر شاخص کیفی هوا بالاتر از حد استاندارد بودند (۱۵، ۱۶). در سال ۲۰۰۵ - ۲۰۰۶ در تحقیقی تحت عنوان بررسی آلودگی هوا و ارزیابی کیفیت هوا در اصفهان توسط جویباری انجام گرفت و مشخص شد که بیشترین مقدار منواکسید کربن و اکسیدهای نیتروژن در دو ایستگاه و ساعت‌هایی که انتظار افزایش در ترافیک شهری می‌رفت وجود داشت. وی همچنین بیان داشت که مقدار این دو آلاینده اولیه در ماه‌های سرد سال افزایش می‌یابد (۱۷). در سال ۱۳۸۷ شهرداری تهران شاخص کیفیت هوا را در شهر تهران موردبررسی قرار داد و نشان داد که ۲۹۳ روز وضعیت بهداشتی، ۱۳ روز وضعیت خوب، ۵۹ روز غیربهداشتی و ۱ روز بسیار غیربهداشتی بودند. نتایج حاصل از این تحقیق با سایر نتایج به‌دست‌آمده از تحقیقات برای شهر تهران کاملاً متفاوت می‌باشد (۱۸، ۱۹). در سال ۲۰۰۹ دپارتمان محیط‌زیست وزارت منابع ملی و محیط‌زیست مالزی اعلام داشت که با بررسی شاخص آلودگی‌ها، کیفیت هوا در شهرهای مختلف مالزی به‌طور متوسط در ۹۸/۳ درصد روزهای سال در حد استاندارد و زیر آن بوده است (۲۰). بررسی‌های انجام شده در استانبول نیز نشان دادند که در محدوده‌ی سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۰، غلظت اکسیدهای نیتروژن با نوسان همراه بوده ولی غلظت دی‌اکسید گوگرد و منواکسید کربن روند نزولی داشته‌اند. در طول این دوره نیز غلظت هر سه گاز در حد استاندارد قرار داشت (۲۱).

از آنجاکه کیفیت هوا مستقیماً بر سلامت مردم تأثیرگذار است و اطلاع از کیفیت هوا از حقوق اولیه مردم تلقی می‌شود، هدف اصلی این تحقیق مقایسه کیفیت هوای شهرهای صنعتی تهران، تبریز، مشهد، ارومیه، اهواز و آرک در سال ۱۳۹۰ با استفاده از شاخص کیفیت هوا بر مبنای راهنمای محاسبه، تعیین و اعلام شاخص کیفیت هوای منتشره توسط وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی تعیین گردید تا بدین ترتیب با مشخص نمودن کیفیت بهداشتی هوای این کلان‌شهرها و تعیین آلاینده مسئول بتوان در جهت کمک به مدیران و برنامه‌ریزان شهری برای پیش

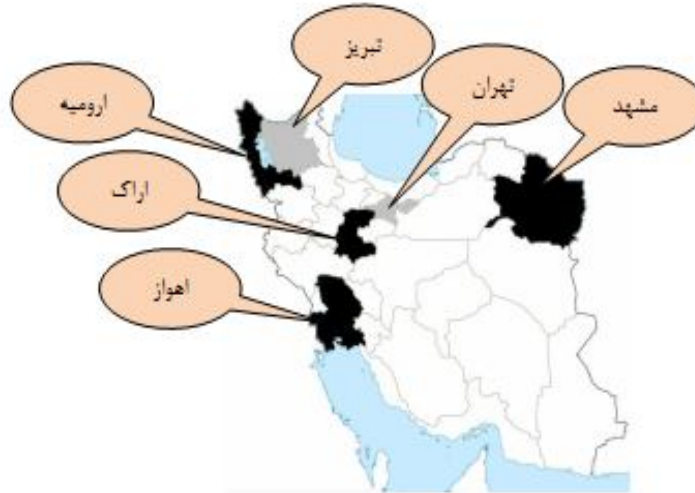
<sup>1</sup> Air Quality Index

<sup>2</sup> Air Pollution Index

<sup>3</sup> Pollutant Standard Index

برداشت. شکل ۱ موقعیت جغرافیایی شهرهای مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

منابع اصلی آلاینده هوا و همچنین آگاه ساختن شهروندان از وضعیت روزانه کیفیت هوای تنفسی محل زندگی‌شان گام مؤثری



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی شهرهای بررسی شده

### مواد و روش کار

این تحقیق مقطعی و از نوع توصیفی - تحلیلی می‌باشد. ابتدا اطلاعات ساعتی مربوط به ۵ آلاینده‌ی معیار برای اندازه‌گیری شاخص کیفیت هوا (۱۲) از سازمان‌های حفاظت محیط‌زیست شهرهای مربوطه گرفته شد. بر اساس اطلاعات به‌دست‌آمده شهر تهران دارای ۱۲ ایستگاه، تبریز ۶ ایستگاه، مشهد ۹ ایستگاه، ارومیه ۱ ایستگاه (۹ ماه از سال ۱۳۹۰ را شامل می‌شد)، اهواز ۱ ایستگاه و اراک ۱ ایستگاه سنجش هوا می‌باشند که از نظر وجود اطلاعات، معتبر شناخته‌شده و مورد آنالیز قرار گرفتند.

اطلاعات حاصل ابتدا با توجه به معیارهای مربوط به WHO، ذکر شده در گزارش کمی سازی اثرات بهداشتی آلودگی هوای شهر تهران در سال ۱۳۹۰ (۱۲)، از نظر اعتبار مورد بررسی قرار گرفتند و آلاینده‌هایی که فاقد اعتبار لازم بودند کنار گذاشته شدند. در ادامه داده‌های دارای اعتبار کافی با توجه به دستورالعمل سازمان حفاظت محیط‌زیست آمریکا و راهنمای محاسبه، تعیین و اعلام شاخص کیفیت هوای وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و با استفاده از نرم‌افزار EXCEL به غلظت‌های استاندارد تبدیل گردیدند. این غلظت‌های استاندارد برای CO از حداکثر غلظت ۸ ساعت، برای ازن از حداکثر غلظت ۸ ساعته و حداکثر غلظت یک‌ساعته، برای دی‌اکسید نیتروژن از حداکثر غلظت یک‌ساعته و

برای ذرات معلق و دی‌اکسید گوگرد از متوسط غلظت ۲۴ ساعته استفاده نموده است (۱، ۲۲، ۲۳). جهت به دست آوردن میانگین روزانه و ساعتی نیز از میانگین‌گیری متحرک (Moving Average) استفاده گردید و از بین آن‌ها غلظت ماکزیمم انتخاب و جهت تبدیل به شاخص کیفیت هوا استفاده شد (۱). در مرحله بعدی با استفاده از رابطه ۱ و جدول ۱ مقدار شاخص روزانه برای همه غلظت‌های استاندارد شده آلاینده‌های موردنظر در ایستگاه‌های گفته‌شده تعیین گردید و بالاترین مقدار از بین شاخص‌های محاسبه‌شده برای تمامی ایستگاه‌ها به‌عنوان شاخص نهایی و آلاینده‌ای که نشانگر بالاترین شاخص بود به‌عنوان آلاینده مسئول روز، معرفی گردید. شمایی از مراحل محاسبه AQI برای هرکدام از شهرها در شکل آمده است (۱، ۲۲، ۲۳). در پایان نیز تعداد نسبت روزها با هرکدام از طبقات شش‌گانه شاخص AQI تعیین و گزارش گردید.

$$I_p = \frac{I_{Hi} - I_{Lo}}{BP_{Hi} - BP_{Lo}}(C_p - BP_{Lo}) + I_{Lo} \quad (1)$$

که در آن  $I_p$  = شاخص کیفیت هوا (AQI) برای آلاینده  $P$ ،  $C_p$  = غلظت اندازه‌گیری شده (گرد شده) برای آلاینده  $P$ ،  $BP_{Hi}$  = نقطه شکستی که بزرگ‌تر یا مساوی  $C_p$  است،  $BP_{Lo}$  = نقطه شکستی که کوچک‌تر یا مساوی  $C_p$  است،  $I_{Hi}$  = مقدار AQI منطبق با  $BP_{Hi}$ ،  $I_{Lo}$  = مقدار AQI منطبق با  $BP_{Lo}$ .

جدول (۱): نقاط شکست برای AQI (۱۲).

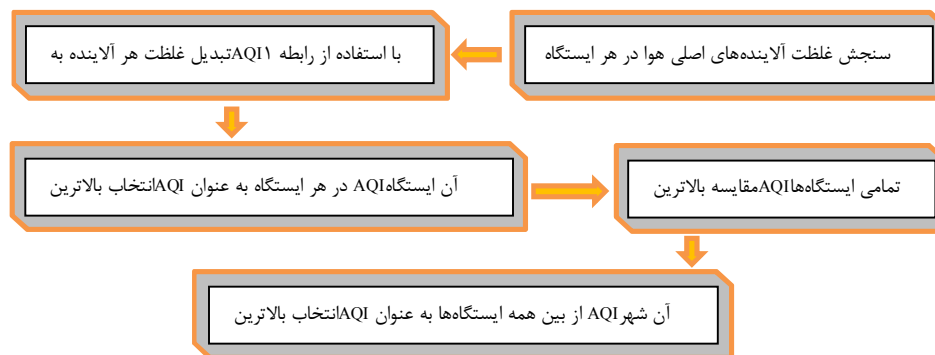
طبقه بندی کیفیت هوا	AQI	NO2(ppm) یک ساعته	SO2(ppm) ۲۴ ساعته	CO(ppm) ۸ ساعته	نقاط شکست PM10( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ۲۴ ساعته	نقاط شکست PM2.5( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ۲۴ ساعته	O3(ppm)(1) یک ساعته	O3(ppm) ۸ ساعته
خوب	۵۰-۰	۰-۰/۰۵۳	۰-۰/۰۳۴	۰-۴/۴	۰-۵۴	۰-۱۵/۴	-	۰-۰/۰۵۹
متوسط	۱۰۰-۵۱	۰/۰۵۴-۰/۱	۰/۰۳۵-۰/۱۴۴	۴/۵-۹/۴	۵۵-۱۵۴	۱۵/۵-۳۵	-	۰/۰۶۰-۰/۰۷۵
ناسالم برای گروه های حساس	۱۵۰-۱۰۱	۰/۱۰۱-۰/۳۶۰	۰/۱۴۵-۰/۲۲۴	۹/۵-۱۲/۴	۱۵۵-۲۵۴	۳۵/۱-۶۵/۴	۰/۱۲۵-۰/۱۶۴	۰/۰۷۶-۰/۰۹۵
ناسالم	۲۰۰-۱۵۱	۰/۳۶۱-۰/۶۴۰	۰/۲۲۵-۰/۳۰۴	۱۲/۵-۱۵/۴	۲۵۵-۳۵۴	۶۵/۵-۱۵۰/۴	۰/۱۶۵-۰/۲۰۴	۰/۰۹۶-۰/۱۱۵
خیلی ناسالم	۳۰۰-۲۰۱	۰/۶۵-۱/۲۴	۰/۳۰۵-۰/۶۰۴	۱۵/۵-۳۰/۴	۳۵۵-۴۲۴	۱۵۰/۵-۲۵۰/۴	۰/۲۰۵-۰/۴۰۴	۰/۱۱۶-۰/۳۷۴
خطرناک	۴۰۰-۳۰۱	۱/۲۵-۱/۶۴	۰/۶۰۵-۰/۸۰۴	۳۰/۵-۴۰/۴	۴۲۵-۵۰۴	۲۵۰/۵-۳۵۰/۴	۰/۴۰۵-۰/۵۰۴	(۲)
	۵۰۰-۴۰۱	۱/۶۵-۲/۰۴	۰/۸۰۵-۱/۰۰۴	۴۰/۵-۵۰/۴	۵۰۵-۶۰۴	۳۵۰/۵-۵۰۰/۴	۰/۵۰۵-۰/۶۰۴	

۱. در بیشتر مناطق AQI بر اساس مقادیر ازن ۸ ساعته گزارش می شود اما در برخی از مناطق AQI بر اساس مقادیر ازن یک ساعته به احتیاط نزدیک تر است. در این شرایط AQI می بایست هم برای مقادیر ازن ۸ ساعته و هم برای مقادیر ازن یک ساعته محاسبه شود هر کدام بیشتر بود گزارش شود.

۲. وقتی غلظت ازن ۸ ساعته از ۰/۳۷۴ پی پیام فراتر رود مقدار AQI، ۳۰۱ یا بالاتر باید با استفاده از غلظت ازن ۱ ساعته محاسبه شود.

۱. در بیشتر مناطق AQI بر اساس مقادیر ازن ۸ ساعته گزارش می شود اما در برخی از مناطق AQI بر اساس مقادیر ازن یک ساعته به احتیاط نزدیک تر است. در این شرایط AQI می بایست هم برای مقادیر ازن ۸ ساعته و هم برای مقادیر ازن یک ساعته محاسبه شود هر کدام بیشتر بود گزارش شود.

۲. وقتی غلظت ازن ۸ ساعته از ۰/۳۷۴ پی پیام فراتر رود مقدار AQI، ۳۰۱ یا بالاتر باید با استفاده از غلظت ازن ۱ ساعته محاسبه شود.



شکل (۲): شمایی از مراحل محاسبه AQI برای یک شهر

## یافته ها

جدول ۲ و نمودار ۱ کیفیت بهداشتی شهرهای مذکور را طبق شاخص کیفیت هوا در هر یک از طبقات شش گانه به ترتیب برحسب درصد و روز نشان می دهند. بر اساس نتایج فوق در شهر تهران ۳۴۱ روز، تبریز ۱۳۹ روز، مشهد ۳۴۷ روز، ارومیه ۲۸ روز، اهواز ۱۶۲ روز و اراک ۹۱ روز، شاخص کیفیت هوا بیشتر از حد استاندارد (AQI > ۱۰۰) بوده است که نمودار ۲ بیانگر سهم هر یک از آلاینده ها در هنگام بیشتر بودن شاخص کیفیت ها از حد استاندارد می باشد. تعداد روزهایی نیز که داده وجود نداشت برای ارومیه ۱۰۲ روز، اهواز ۵۳ روز و اراک ۱۴ روز بود. عمده ترین آلاینده هوا در حالت کلی و در طول سال ۱۳۹۰، در شهرهای تهران و مشهد PM<sub>2.5</sub> و در شهرهای تبریز، ارومیه، اهواز و اراک

جدول ۲ و نمودار ۱ کیفیت بهداشتی شهرهای مذکور را طبق شاخص کیفیت هوا در هر یک از طبقات شش گانه به ترتیب برحسب درصد و روز نشان می دهند. بر اساس نتایج فوق در شهر تهران ۳۴۱ روز، تبریز ۱۳۹ روز، مشهد ۳۴۷ روز، ارومیه ۲۸ روز، اهواز ۱۶۲ روز و اراک ۹۱ روز، شاخص کیفیت هوا بیشتر از حد استاندارد (AQI > ۱۰۰) بوده است که نمودار ۲ بیانگر سهم هر یک از آلاینده ها در هنگام بیشتر بودن شاخص کیفیت ها از حد استاندارد می باشد. تعداد روزهایی نیز که داده وجود نداشت برای ارومیه ۱۰۲ روز، اهواز ۵۳ روز و اراک ۱۴ روز بود. عمده ترین آلاینده هوا در حالت کلی و در طول سال ۱۳۹۰، در شهرهای تهران و مشهد PM<sub>2.5</sub> و در شهرهای تبریز، ارومیه، اهواز و اراک

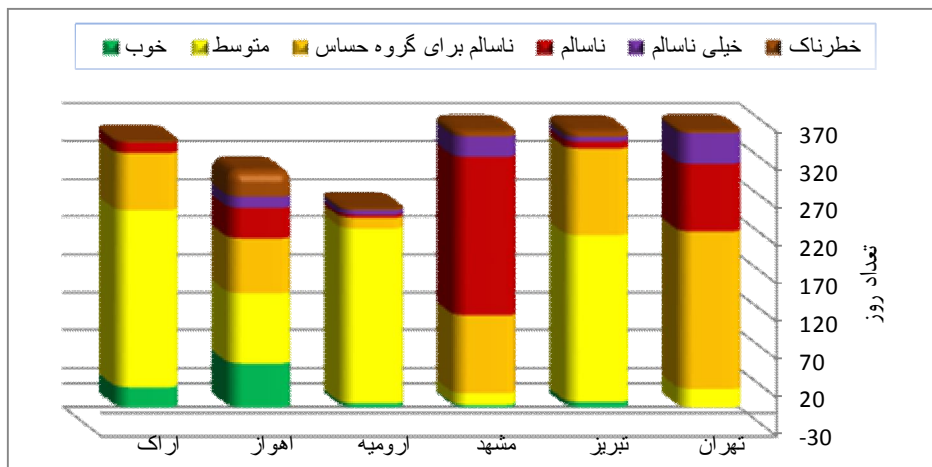
**بحث**

بر اساس نتایج می‌توان گفت که با وجود فعالیت‌های انجام شده در جهت کاهش آلودگی هوا از جمله معاینه فنی خودروها، ساخت خودروهای کم‌مصرف با موتورهای اژکتوری، عدم شماره‌گذاری خودروهای دیزلی و گازسوز کردن آن‌ها، کاهش وزن خودروها و

طراحی آیرودینامیکی مناسب، افزایش راندمان احتراق و بهبود سیستم احتراق موتورها، توسعه زیرساخت‌های حمل‌ونقل عمومی و تغییر الگوی مصرف، هنوز کیفیت هوای شهرهای بزرگ دچار مشکل است.

**جدول (۲):** کیفیت بهداشتی هوای کلان‌شهرهای مورد مطالعه با استفاده از شاخص کیفیت هوا در سال ۱۳۹۰ (درصد)

شخص کیفیت هوا	سطح اهمیت بهداشتی	تهران (درصد)	تبریز (درصد)	مشهد (درصد)	ارومیه (درصد)	اهواز (درصد)	اراک (درصد)
۵۰ - ۰	خوب	۰	۱/۹۲	۰/۸۲	۱/۹	۱۸/۲۷	۷/۴
۱۰۰ - ۵۱	متوسط	۶/۶	۶۰	۴/۱۲	۸۷/۴۵	۲۹/۸۱	۶۶/۶۷
۱۵۰ - ۱۰۱	ناسالم برای گروه‌های حساس	۵۶/۷	۳۱/۵	۲۸/۳	۵/۳۲	۲۳/۰۸	۲۱/۳۷
۲۰۰ - ۱۵۱	ناسالم	۲۴/۶	۲/۴۷	۵۷/۲۸	۱/۵۲	۱۳/۱۴	۳/۹۹
۳۰۰ - ۲۰۱	خیلی ناسالم	۱۱	۱/۶۴	۷/۲۸	۲/۶۶	۴/۸	۰
بالتر از ۳۰۰	خطرناک	۱/۱	۲/۴۷	۲/۲	۱/۱۵	۱۰/۹	۰/۵۷
تعداد روزهایی از سال ۱۳۹۰ که داده معتبر وجود داشت							
تعداد روزهایی از سال ۱۳۹۰ که AQI بالاتر از حد استاندارد ایران بود (۱۰۰)							
		۳۶۵	۳۶۵	۳۶۵	۲۶۳	۳۱۲	۳۵۱
		۳۴۱	۱۳۹	۳۴۷	۲۸	۱۶۲	۸۱



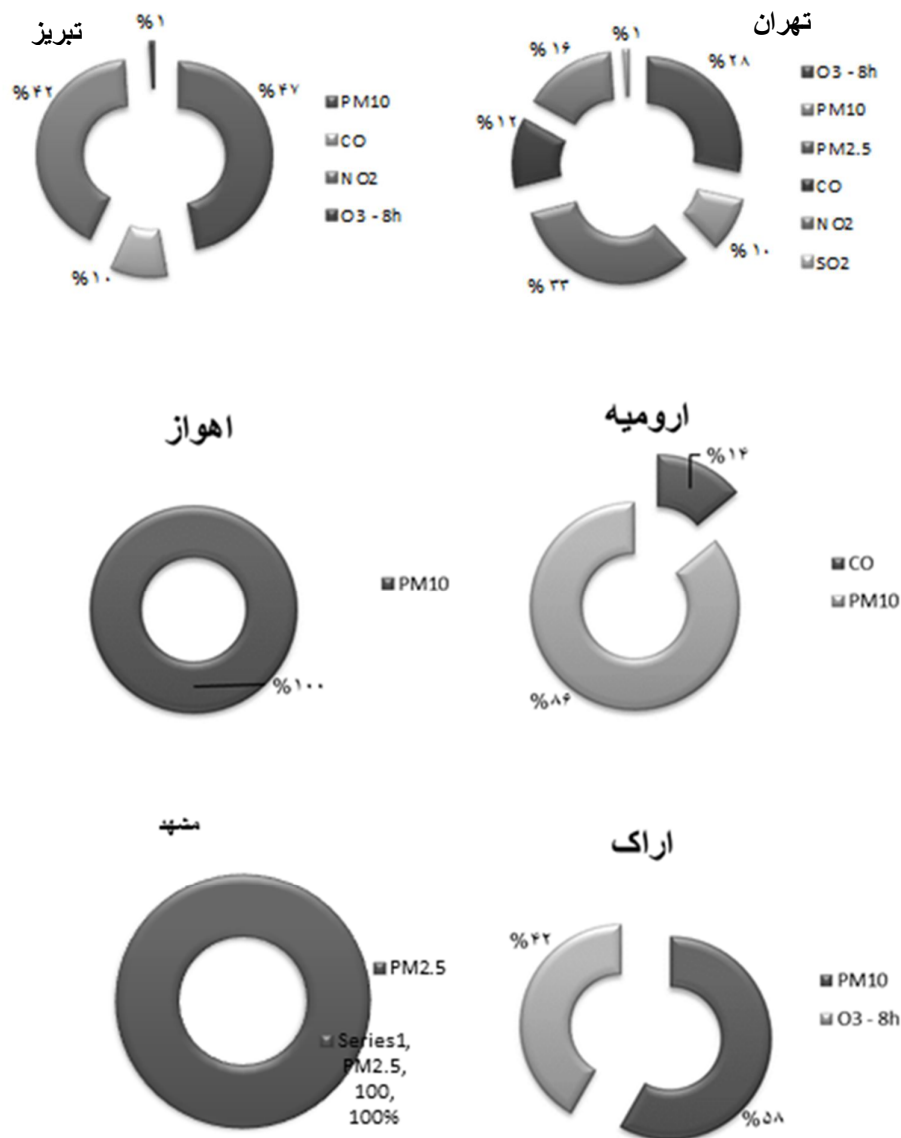
**نمودار (۱):** وضعیت کلی کیفیت هوا از نظر شاخص کیفیت هوای کلان‌شهرهای مورد مطالعه در سال ۱۳۹۰

در شهرهای مورد مطالعه، چه در حالت کلی و چه در زمانی که شاخص کیفیت هوا از حد استاندارد بالاتر رفته است، ذرات معلق به‌عنوان عمده‌ترین آلاینده مسئول شناخته شده است که از دلایل افزایش ذرات معلق می‌توان به پدیده طوفان‌های گردوغبار و ریزگردهایی که در سال‌های اخیر رخ داده‌اند اشاره نمود. طوفان‌های فوق‌الذکر که تا چند سال پیش ویژه فصل بهار و تابستان بودند اکنون هشت ماه از سال را در بر گرفته‌اند که این امر نیاز به توجه ویژه را آشکار می‌سازد (۱۵، ۲۴). از طرفی در مورد شهر ارومیه که با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، در بین شش شهر مورد بررسی پاک‌ترین شهر محسوب می‌شود با توجه به

خشکی دریاچه ارومیه و بستر نمکی آن، بلند شدن ذرات نمک در اثر سایش و طوفان‌ها، احتمال و خطر افزایش ذرات معلق پیش‌بینی می‌گردد. پس بایستی در کنار تولید روزانه صداها خودرو و افزایش مصرف سوخت، هنر مدیریت آلودگی هوا را نیز داشته باشیم و با پیش و شناسایی آلاینده مسئول در هر منطقه از خاک عزیز کشورمان، آلاینده‌ها را به‌گونه‌ای کاهش دهیم که مناسب‌ترین وضع ممکن را به وجود آوریم. بایستی در نظر داشت که موضوع کاهش آلاینده‌ها در هر منطقه‌ای از این کره خاکی نیازمند تلاشی مستمر و در کل طول سال می‌باشد نه تنها در فصول خاص. بررسی مطالعات انجام شده و استفاده از تجربه مفید

نیازمند توجه بیشتر مسئولان و برنامه ریزان شهری می‌باشد. توجه نکردن به وضعیت نامطلوب موجود، می‌تواند سبب افزایش بیماری‌ها، مراجعه افراد به مراکز درمانی، در موارد حاد بستری شدن و حتی مرگ افراد حساس، تعطیلی مراکز آموزشی، مراکز تولیدی و غیره شود. هرچند در کشورها ممکن است آمار دقیقی از این موارد موجود نباشد، ولی تأثیرات نامطلوب آلودگی هوا بر سلامتی انسان و افزایش بیماری‌های تنفسی، قلبی- عروقی، سرطان ریه و حتی مرگ‌ومیر، توسط مطالعات اپیدمیولوژیک نشان داده شده‌اند (۲۵).

دیگر کشورها نیز می‌توانند نقشی مؤثر در پیش برد برنامه‌های مدیریتی داشته باشد. برای مثال همیشه یکی از بهترین راه‌حل‌ها می‌تواند توسعه حمل‌ونقل عمومی ریلی درون‌شهری و ارائه سوخت استاندارد باشد. طبق استاندارد که از سوی سازمان حفاظت محیط‌زیست آمریکا در مورد کیفیت هوا اعلام‌شده، حداکثر یک روز از سال می‌تواند کیفیت هوایی فراتر از حد استاندارد داشته باشد (۲۳). با در نظر گرفتن این استاندارد و توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق، مشاهده می‌گردد که وضعیت کیفی هوای این شهرهای موردبررسی از نظر حفظ سلامتی اعضای جامعه به‌ویژه افراد حساس از کیفیت مطلوبی برخوردار نبوده و این امر



نمودار (۱): سهم آلاینده مسئول (در مواردی که AQI از حد استاندارد ایران تجاوز یافته) در ایجاد آلودگی کلان‌شهرهای مورد مطالعه در

سال ۱۳۹۰

**جدول (۳):** تعداد روزهایی که میزان AQI بالاتر از حد استاندارد بوده‌اند (به تفکیک ماه‌های سال)

ماه ↓	شهر ←	تهران	تبریز	مشهد	ارومیه	اهواز	اراک
فروردین		۳۱	۲۷	۲۵	۹	۰	۱۱
اردیبهشت		۲۹	۲۴	۲۹	۸	۲۳	۱
خرداد		۲۹	۱۲	۲۸	۵	۲۱	۱۸
تیر		۳۱	۹	۳۰	۱	۲۲	۲۱
مرداد		۲۸	۴	۳۱	۰	۲۱	۱۸
شهریور		۲۷	۱۱	۳۰	۰	۱۵	۳
مهر		۳۰	۸	۳۰	۰	۶	۶
آبان		۲۶	۸	۲۸	۰	۵	۲
آذر		۲۶	۱۰	۲۹	۱	۱۴	۰
دی		۲۹	۹	۳۰	۴	۱۵	۰
بهمن		۳۰	۵	۳۰	۰	۱۴	۳
اسفند		۲۵	۱۲	۲۷	۰	۹	۸

### نتیجه‌گیری

در نتیجه می‌توان گفت که ماه‌های فروردین و اردیبهشت در اکثر موارد آلوده بوده و عمده‌ترین آلاینده مسئول نیز چه در حالت کلی و چه در حالت تجاوز شاخص از حد استاندارد، PM بوده است که می‌تواند ناشی از طوفان‌های گردوغبار باشد. با بررسی متون گذشته تحقیقی در مورد بررسی کیفیت بهداشتی هوای شهرهای مورد بررسی به‌استثناء تهران یافت نگردید. در مورد شهر تهران مطالعات انجام شده در سال‌های ۱۳۷۸ (۱۴)، ۱۳۸۳ (۱۵) و سال‌های ۸۶-۱۳۸۵ (۱۰) نشان دادند که کیفیت هوا به ترتیب در ۷۱/۵، ۹۰/۷۲ و ۸۸ درصد از موارد از حد استاندارد تجاوز کرده است. این در حالی است که در مطالعه حاضر این مقدار برای تهران برابر با ۹۳/۴ درصد می‌باشد که نشان‌دهنده روند افزایشی آلودگی هوای شهر تهران می‌باشد. طی ۱۳ سال گذشته در شهر تهران از تعداد روزهای آلوده به آلاینده مونواکسید کربن کاسته شده و همان‌طور که نتایج نشان دادند ذرات معلق جایگزین آن شده است. البته بایستی در نظر داشت که از دید استانداردهای سالیانه دی‌اکسید گوگرد و دی‌اکسید نیتروژن نیز آلاینده‌های مهمی در هوای تهران می‌باشند (۱۵، ۲۴). پیشنهادها در جهت کاهش آلودگی هوا می‌تواند شامل اعمال برنامه‌های مدیریتی مناسب از قبیل بررسی مداوم کیفیت هوا، آنالیز هزینه - اثر، قرار دادن برنامه‌های مدیریت کیفیت هوا جزء برنامه‌های توسعه و عمرانی هر منطقه، اقداماتی همچون معاینه فنی خودروها، افزایش وسایل نقلیه عمومی و درعین‌حال استفاده از فناوری‌های پاک باشند که

می‌توانند سبب حفظ سلامت عموم و جلوگیری از خسارات وارده گردند. با علم به اینکه اکثر برنامه‌ریزی‌ها و برنامه‌های مدیریتی بر اساس برآوردهای موجود کیفیت هوا تعیین می‌شوند، پیشنهاد می‌شود به‌منظور پایش بهتر و ایجاد بستری مناسب جهت انجام مطالعات و تحقیقات دقیق‌تر، تعداد ایستگاه‌های سنجش آلودگی افزایش داده‌شده و به‌طور یکنواخت در سطح شهر مستقر گردند. همچنین انتظار می‌رود که در بهره‌برداری از تجهیزات موجود نیز نهایت مدیریت و دقت اعمال گردد تا محدودیت‌های پژوهش مانند خرابی دستگاه‌ها یا سایر موارد در بعضی از ایستگاه‌ها و روزهایی از سال وجود نداشته باشد.

### تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از طرح تحقیقاتی با عنوان بررسی مقایسه‌ای مقدار شاخص بهداشت کیفیت هوا (AQHI) با شاخص کیفیت هوا (AQI) و ارتباط آن‌ها با میزان مرگ‌ومیر و بیماری‌ها در هفت شهر صنعتی ایران در سال ۱۳۹۰، مصوب دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی ایران در سال ۱۳۹۲، به کد ۲۴۲۲۱ می‌باشد که با حمایت معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی ایران اجرا شده است. نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از همکاری مسئولین محترم سازمان حفاظت محیط‌زیست شهرهای تهران، تبریز، مشهد، ارومیه، اهواز و اراک در خصوص جمع‌آوری اطلاعات تشکر و قدردانی نمایند.

### References:

1. Ministry of Health and Medical Education, A guide to calculation, determination and announcement of Air Quality Index.

Environmental and Occupational Center, Institute for Environmental Research; 2012 (persian).

3. shekari YZ. Treasury Irony. 1<sup>st</sup> ed. Tehran: Department of the Environment Head office of Tehran Province; 2004.
4. Golbaz S, Jafari AJ. A Comparative study of health quality of air in Tehran and Isfahan; 2008-2009. Razi J Med Sci 2011;18(84).
5. Ghiaseddin M. Air pollution. first edition ed. Tehran: Tehran University; 2006. P.135-50.(persian)
6. Mohammadi F. The Relationship between Meteorological Parameter and PM1, PM2.5 and PM10 Concentration in the Ambient Air, A Case Study of one Statins in Central Tehran. (Dissertation). Tehran: Tehran University of Medical Sciences; 2007.
7. Health effects of outdoor air pollution. Committee of the Environmental and Occupational Health Assembly of the American Thoracic Society. Am J Respir Crit Care Med 1996;153(1):3-50.
8. Health effects of outdoor air pollution. Part 2. Committee of the Environmental and Occupational Health Assembly of the American Thoracic Society. Am J Respir Crit Care Med 1996;153(2):477-98.
9. Institute HE. Understanding the health effects of components of the particulate matter mix: progress and next steps: HEI Perspectives. Boston, USA: Health Effects Institute; 2002.
10. Colls j. Air pollution. second edition ed: London and newYork: spon press; 2002.P. 5-45.
11. Naddafi K, Heydari M, Hasanvand M, Qaderpour M. The comparison of tehran air quality in 1385 and 1386. zahedan: 11<sup>th</sup> national congress on environmental health; 2008. (persian)
12. Klasner AE, Smith SR, Thompson MW, Scalzo AJ. Carbon monoxide mass exposure in a pediatric population. Acad Emerg Med 1998;5(10):992-6.
13. Naddafi K, Hasanvand M. Quantifying the health effects of air pollution in Tehran in 1390. Tehran: Tehran University of Medical Sciences and Health Services, Research; 2011. (Persian)
14. Khorasani N, Cheraghi M, Naddafi K. The comparison of tehran and isfahan air quality and some strategies are suggested for its improvement in 1378. J Natural source Iran 2002;55:559-68.
15. Naddafi K, Mousavi G. The comparison of Tehran air quality in 1376 and 1377. Kerman: 3<sup>rd</sup> National Congress on Environmental Health; 2000.P.47-50. (Persian)
16. Ardakani S, Sari AI, Cheraghi M, Tayebi L, Ghasempour M. Determine of Tehran air quality using the Air Quality Index in 1383.J Environ Sci Tech 2006;4: 33-8.
17. Ardakani S, Tayebi L, Cheraghi M. Determination of air quality and health in Tehran in 1385 using the Air Quality Index (AQI). Hamedan: 10<sup>th</sup> National Congress on Environmental Health; 2007. P.794-99. (Persian)
18. Joybari A, Hasanzade A. Determine of air pollution and assessment air quality in Isfahan. Isfahan: Isfahan University; 2008.P.44-55.
19. AQCCAhpot. Seasonal reports on the Tehran air pollution. 2008:Available from: <http://www.aqcc.org>.
20. Golbaz S, Farzadkia M, Kermani M. Determination of Tehran Air Quality with Emphasis on Air Quality Index (AQI); 2008-2009. Iran Occupational Health 2009; 6(4):59-65.
21. Department of Environment (DOE). Malaysia environmental quality report. Malaysia: Pataling Jaya: DOE; 2009.
22. Ozcan HK. Long term variations of the atmospheric air pollutants in Istanbul City. Int J Environ Res Public Health 2012;9(3):781-90.
23. Mints D. Technical Assistance Document for the Reporting of Daily Air Quality – the Air Quality Index (AQI). Environmental Protection Agency. USA, North Carolina: Office of Air Quality Planning and Standards; 2009.



24. Environmental Protection Agency 40 CFR 58, Appendix G to Part 58: Uniform Air Quality Index (AQI) and Daily Reporting. USA; 2012. (<http://www.law.cornell.edu/cfr/text/40/58/appendix-G>) p.
25. Ahadi S, Najafi M, Roshani M. Annual report on air quality of Tehran in 2011. Tehran: Air Quality Control Company (AQCC); 2012. (persian)
26. Künzli N, Kaiser R, Medina S, Studnicka M, Chanel O, Filliger P, et al. Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment. *Lancet* 2000;356(9232):795–801.

## COMPARATIVE INVESTIGATION OF AIR QUALITY INDEX (AQI) FOR SIX INDUSTRIAL CITIES OF IRAN

Majid Kermani<sup>1</sup>, Farshad Bahrami Asl<sup>2\*</sup>, Mina Aghaei<sup>3</sup>, Hossein Arfaeinia<sup>4</sup>,  
Sima Karimzadeh<sup>5</sup>, Abbas Shahsavani<sup>6</sup>

Received: 6 Jul, 2014; Accepted: 16 Sep, 2014

### Abstract

**Background & Aims:** Air pollution can affect human health, plants, buildings and environment in many ways. Hence the aim of this study was determined to compare the air quality in six industrial cities (Tehran, Tabriz, Mashhad, Urmia, Ahvaz and Irak) by using air quality index (AQI) in 2011-2012.

**Materials & Methods:** In order to AQI determination, hourly data of five criteria pollutants taken from the environmental protection agency of each city and validated according to the WHO guidelines. The valid data converted to standard concentrations according to the guidelines and based on standard table and equation, daily AQI was determined for each pollutant. The highest value between the calculated indexes for all of the stations and the pollutant that was responsible for this index, introduced as a final index and responsible pollutant of day, respectively.

**Results:** The findings showed that in Tehran, Tabriz, Mashhad, Urmia, Ahvaz and Irak in 341, 139, 347, 28, 162 and 81 days of year, the AQI was over the Environment Protection agency of Iran's standard, respectively. Also in all of the cities the particulate matter (PM) was the main responsible pollutant.

**Conclusion:** Comparing the air quality in these cities indicated that Urmia and Irak have average condition but the other cities conditions are far from the ideal.

**Keywords:** Air pollution, Air quality index (AQI), Responsible pollutant

**Address:** of Environmental Health Engineering Department, Faculty of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran, Tel: +98 9355126361

**E-mail:** Farshadfb@gmail.com

SOURCE: URMIA MED J 2014; 25(9): 819 ISSN: 1027-3727

<sup>1</sup> Assistant Professor, Environmental Health Engineering Department, Faculty of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>2</sup> Ph.D. Student, Environmental Health Engineering Department, Faculty of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran (Corresponding Author)

<sup>3</sup> MSc Student, Environmental Health Engineering Department, Faculty of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>4</sup> Ph.D. Student of Environmental Health Engineering, Faculty of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>5</sup> MSc Student, Environmental Health Engineering Department, Faculty of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>6</sup> Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Center for Air Pollution Research (CAPR), Institute for Environmental Research (IER), Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran