

بررسی مقایسه‌ای کیفیت بهداشتی هوای کلانشهرهای تهران، اصفهان و شیراز در سال ۱۳۹۰

حسین ارفعی نیا^۱، مجید کرمانی^{۲*}، مینا آقائی^۳، فرشاد بهرامی اصل^۴، سیما کریم زاده^۳

^۱ دانشجوی دکتری تخصصی، مرکز تحقیقات آلودگی هوا، پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران

^۲ استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران

^۳ دانشجوی کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

^۴ دانشجوی دکتری تخصصی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان

چکیده

زمینه و هدف: امروزه وضعیت نامطلوب کیفیت هوا در کلانشهرها موجب ایجاد طیف وسیعی از اثرات بهداشتی حاد و مزمن از اختلالات جزئی فیزیولوژیکی گرفته تا مرگ ناشی از بیماری‌های تنفسی و قلبی عروقی می‌شود. بنابراین پایش آلاینده‌ها و تعیین مستمر کیفیت هوای کلانشهرها به منظور تدوین برنامه‌های کنترل آن، ضروری است. لذا هدف این مطالعه، مقایسه کیفیت بهداشتی هوای شهرهای تهران، اصفهان و شیراز در سال ۱۳۹۰ می‌باشد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه از نوع توصیفی - تحلیلی می‌باشد. غلظت‌های لحظه‌ای آلاینده‌های هوای شهرهای تهران، اصفهان و شیراز با مراجعه به سازمان حفاظت محیط زیست بدست آمد. سپس شاخص کیفیت هوا از طریق درون یابی بین غلظت آلاینده‌ها برای آلاینده‌های معیار (O_3 ، CO ، NO_2 ، SO_2 ، PM_{10} ، $PM_{2.5}$) هوای سه شهر و بر مبنای جدول استاندارد کیفیت بهداشتی هوا به طبقات توصیف کننده طبقه بندی گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم افزارهای SPSS، Excel و آزمون آماری One-Way ANOVA انجام شد. **یافته‌ها:** کیفیت هوای شهرهای تهران، اصفهان و شیراز به ترتیب ۳۴۱، ۳۲۲ و ۸۵ روز از حد استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران ($AQI > 100$) بیشتر بود و در هر سه شهر در اکثر روزهای سال ذرات معلق (PM_{10}) آلاینده مسئول شناخته شد. آزمون One-Way ANOVA بین میانگین شاخص AQI در سه شهر، اختلاف معنی داری را نشان داد. **نتیجه گیری:** کیفیت هوای سه شهر در سال ۱۳۹۰ بهداشتی نبوده و هوای شهرهای تهران و اصفهان وضعیت نامطلوبتری نسبت به هوای شیراز داشته است.

کلید واژه‌ها: آلاینده‌های هوا، شاخص استاندارد آلودگی، شاخص کیفیت هوا، آلاینده مسئول

*آدرس نویسنده مسئول:

دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران

Email: kermani.m@iums.ac.ir

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۰۹/۱۳

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۱۲/۱۲

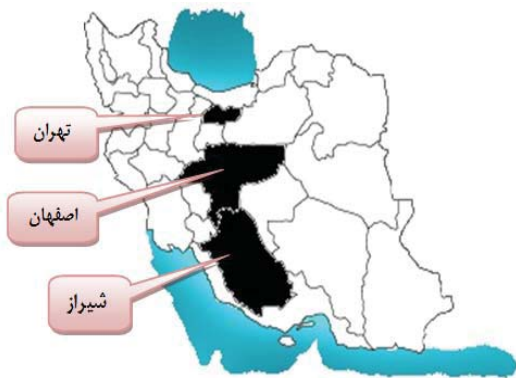
مقدمه:

امروزه وضعیت نامطلوب کیفیت هوا یکی از مهمترین مشکلات زیست محیطی در بسیاری از شهرهای بزرگ دنیا محسوب می‌شود، که این آلودگی هوا موجب ایجاد طیف وسیعی از اثرات بهداشتی حاد و مزمن، از اختلالات جزئی فیزیولوژیکی گرفته تا مرگ ناشی از بیماری‌های تنفسی و قلبی عروقی می‌شود [۱،۲،۳،۴]. مطالعات انجام گرفته نشان داده است که شهرهای تهران و اصفهان از شهرهای آلوده ایران هستند. لذا هر گونه تصمیم‌گیری مدیریتی در جهت کاهش آلودگی هوای کلانشهرها نهایتاً می‌بایست با بررسی اطلاعات منسجم و قابل اطمینان در زمینه وضعیت آلودگی هوای شهر انجام پذیرد [۵،۶،۷]. AQI شاخصی جهت گزارش روزانه کیفیت هوا است که مردم را از کیفیت هوا (پاک بودن یا آلوده بودن آن) آگاه می‌سازد و اثرات سلامتی مرتبط با آن را ارائه می‌کند. شاخص کیفیت هوا برای پنج آلاینده اصلی هوا یعنی ذرات معلق، دی اکسید نیتروژن، ازن سطح زمین، مونوکسید کربن و دی اکسید گوگرد محاسبه می‌شود [۸]. در تحقیق انجام شده توسط نادافی و همکاران تحت عنوان بررسی مقایسه‌ای کیفیت هوای شهر تهران در سال ۱۳۷۶ و ۱۳۷۷ و متعاقب آن در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ مشخص شد که در سال ۱۳۷۶ کیفیت هوا در ۳۲ درصد روزها غیر بهداشتی و ۵ درصد از روزها خیلی غیر بهداشتی بوده است، در حالیکه که این موارد در سال ۱۳۷۷ به ترتیب به ۳۴ و ۶ درصد افزایش یافت. همچنین در سال ۱۳۸۵، شاخص کیفیت هوا در ۲۶۱ روز و در سال ۱۳۸۶ نیز ۲۱۸ روز بیش از حد استاندارد بوده است [۹]. تحقیق دیگری که تحت عنوان بررسی آلودگی هوا و ارزیابی کیفیت هوا در اصفهان توسط جویباری در سال ۲۰۰۵-۲۰۰۶ انجام گرفت نشان داد که عمده مونوکسیدکربن و اکسیدهای نیتروژن در دو ایستگاه، در ساعتهایی که انتظار افزایش در ترافیک شهری می‌رود، مشاهده می‌شود [۱۰]. گلباز و همکاران در بررسی مقایسه‌ای کیفیت بهداشتی هوای شهرهای تهران و اصفهان در سال ۱۳۸۷ گزارش کردند که به ترتیب در ۳۲۳ و ۲۹۹ روز از سال کیفیت هوا از حد استاندارد تجاوز است و در شهر تهران و اصفهان در تابستان به ترتیب ازن و مونوکسیدکربن و در زمستان مونوکسید کربن و ذرات معلق آلاینده مسئول شناخته شدند [۱۱،۱۲]. از آنجا که کیفیت هوا مستقیماً بر سلامت مردم تأثیرگذار است و اطلاع از کیفیت هوا از حقوق اولیه مردم تلقی می‌شود، این تحقیق با هدف مقایسه کیفیت هوای سه کلان شهر تهران، اصفهان و شیراز در

سال ۱۳۹۰ با استفاده از شاخص کیفیت هوا (AQI) بر مبنای راهنمای محاسبه، تعیین و اعلام شاخص کیفیت هوای منتشر شده توسط وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی انجام شد. بدین ترتیب با مشخص نمودن کیفیت بهداشتی هوای این سه شهر و تعیین آلاینده مسئول می‌توان در جهت کمک به مدیران برای پایش منابع اصلی آلاینده‌های هوا و همچنین آگاه ساختن شهروندان از وضعیت روزانه کیفیت هوای محل زندگی‌شان گامی مؤثر برداشت.

مواد و روش‌ها:

این مطالعه از نوع توصیفی-تحلیلی بود. در این تحقیق، ابتدا غلظت‌های لحظه‌ای آلاینده‌های معیار هوای سه کلان شهر تهران، اصفهان و شیراز در سال ۱۳۹۰، به ترتیب با مراجعه به شرکت کنترل کیفیت هوای تهران و سازمان حفاظت محیط زیست شهرهای اصفهان و شیراز بدست آمد. ایستگاه‌ها در تهران شامل ده ایستگاه اقدسیه، فتح، ژئوفیزیک، گلبرگ، مسعودیه، پارک رز، پونک، شهرداری منطقه ۷، شهرداری منطقه ۱۶ و شهری، در شهر اصفهان شامل ایستگاه‌های احمدآباد، آزادی، ولیعصر و استانداری و در شیراز شامل ایستگاه‌های ستاد و دروازه کازرون بودند. موقعیت شهرهای مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- موقعیت مناطق مورد مطالعه در نقشه ایران

سپس غلظت‌های بدست آمده با توجه دستورالعمل سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا و راهنمای محاسبه، تعیین و اعلام شاخص کیفیت هوای وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و با استفاده از نرم افزار Excel و SPSS تبدیل به غلظت‌های استاندارد گردید. این استاندارد برای مونوکسیدکربن از حداکثر غلظت ۸ ساعته، برای ازن از حداکثر غلظت ۸ ساعته و حداکثر غلظت یک ساعته، برای دی اکسید نیتروژن از حداکثر غلظت یک ساعته و برای ذرات معلق و دی اکسید

شاخص بود به عنوان آلاینده مسئول در شهر معرفی گردید. شمایی از مراحل محاسبه AQI برای هر یک از شهرهای مورد مطالعه در شکل ۲ آمده است [۱،۱۳،۱۴].

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

که در آن:

I_p - شاخص کیفیت هوا (AQI) برای آلاینده مدنظر
 C_p - غلظت اندازه گیری شده برای آلاینده مورد نظر
 BP_{Hi} - نقطه شکستی که بزرگتر یا مساوی C_p است.
 BP_{Lo} - نقطه شکستی که کوچکتر یا مساوی C_p است.

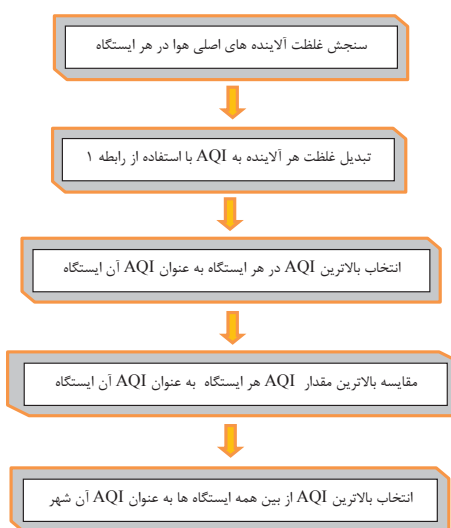
I_{Hi} - مقدار AQI منطبق با BP_{Hi}
 I_{Lo} - مقدار AQI منطبق با BP_{Lo} [۱،۱۴]

گوگرد از متوسط غلظت ۲۴ ساعته استفاده نموده است [۱،۱۳،۱۴]. جهت پایش گاز مونوکسید کربن، غلظت‌های ساعتی این آلاینده به صورت ۸ ساعت به صورت متحرک میانگین گیری (Moving Average) شد و از بین آنها غلظت ماکزیمم انتخاب و در جهت تبدیل به شاخص کیفیت هوا (AQI) استفاده شد. برای سایر آلاینده‌ها هم با توجه به استانداردهای موجود و مطابق با راهنمای محاسبه، تعیین و اعلام شاخص کیفیت هوای وزارت بهداشت از روشهای مشابه استفاده گردید [۱]. با استفاده از جدول ۱ و رابطه ۱ مقدار زیر شاخص روزانه برای همه غلظت‌های استاندارد شده آلاینده‌های مورد نظر در هر ایستگاه تعیین گردید و بالاترین مقدار از بین زیر شاخص‌های محاسبه شده تمامی ایستگاه‌ها به عنوان شاخص نهایی و آلاینده‌هایی که نشانگر بالاترین زیر

جدول ۱- نقاط شکست برای شاخص کیفیت هوا [۱ و ۱۴]

نقاط شکست						AQI	طبقه بندی کیفیت هوا
O ₃ (ppm) ۸ ساعته	O ₃ (ppm)(1) یک ساعته	PM _{2.5} (µg/m ³) ۲۴ ساعته	PM ₁₀ (µg/m ³) ۲۴ ساعته	CO(ppm) ۸ ساعته	SO ₂ (ppm) ۲۴ ساعته		
۰-۰/۰۵۹	-	۰-۱۵/۲	۰-۵۲	۰-۲/۲	۰-۰/۰۲۴	۰-۰/۰۵۲	۰-۵۰
۰/۰۶-۰/۰۷۵	-	۱۵/۵-۳۵	۵۵-۱۵۲	۲/۵-۹/۲	۰/۰۳۵-۰/۱۲۴	۰/۰۵۲-۰/۱	۵۱-۱۰۰
۰/۰۷۶-۰/۰۹۵	۰/۱۲۵-۰/۱۶۲	۳۵/۱-۶۵/۲	۱۵۵-۲۵۲	۹/۵-۱۲/۲	۰/۱۲۵-۰/۲۲۴	۰/۱۰۱-۰/۳۶۰	۱۰۱-۱۵۰
۰/۰۹۶-۰/۱۱۵	۰/۱۶۵-۰/۲۰۲	۶۵/۵-۱۵۰/۲	۲۵۵-۳۵۲	۱۲/۵-۱۵/۲	۰/۲۲۵-۰/۳۰۲	۰/۳۶۱-۰/۶۴۰	۱۵۱-۲۰۰
۰/۱۱۶-۰/۱۳۴	۰/۲۰۵-۰/۲۰۲	۱۵۰/۵-۲۵۰/۲	۳۵۵-۴۲۴	۱۵/۵-۲۰/۲	۰/۳۰۵-۰/۶۰۲	۰/۶۵-۱/۲۴	۲۰۱-۳۰۰
(۳)	۰/۴۰۵-۰/۵۰۴	۲۵۰/۵-۳۵۰/۲	۴۲۵-۵۰۴	۲۰/۵-۲۰/۲	۰/۶۰۵-۰/۸۰۴	۱/۲۵-۱/۶۴	۳۰۱-۴۰۰
	۰/۵۰۵-۰/۶۰۲	۳۵۰/۵-۵۰۰/۲	۵۰۵-۶۰۲	۲۰/۵-۵۰/۲	۰/۸۰۵-۱/۰۰۲	۱/۶۵-۲/۰۲	۴۰۱-۵۰۰

- 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 نزدیکتر 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.
- وقتی غلظت ازن ۸ ساعته از ۰/۳۷۴ پی پی ام 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

بر اساس نتایج فوق در شهر تهران ۳۴۱ روز، اصفهان ۳۲۲ روز و شیراز ۸۵ روز، شاخص کیفیت هوا بیشتر از حد استاندارد ($AQI > 100$) بوده است که نمودار ۲ بیانگر سهم هر یک از آلاینده‌ها در هنگام بیشتر بودن شاخص کیفیت‌ها از حد استاندارد می‌باشد. تعداد روزهایی نیز که داده وجود نداشت برای شیراز ۳ روز بود. همچنین نتایج نشان داد که در شهر تهران در سال ۱۳۹۰، فقط در ۲۴ روز از کل سال کیفیت هوا کمتر از حد استاندارد بوده است. طبق شاخص آلودگی هوای سال ۱۳۹۰ تهران، ۲۹۷ روز در وضعیت ناسالم، ۴۰ روز بسیار ناسالم و ۴ روز در وضعیت خطرناک بوده که این وضعیت با شرایط مطلوب از نظر استانداردهای زیست محیطی فاصله بسیاری دارد.

پس از محاسبه شاخص نهایی روزانه و مطابق جدول ۱ تعداد روزهایی از سال ۱۳۹۰ که در طبقات شش گانه شاخص AQI قرار گرفته بود نیز تعیین شد. در نهایت آزمون آماری One-Way ANOVA نیز بین میانگین شاخص AQI این سه شهر نیز انجام شد.

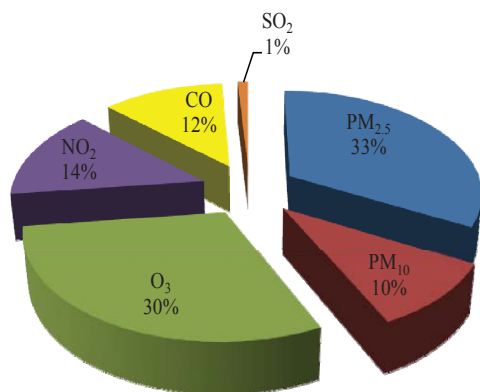
یافته‌ها:

کیفیت بهداشتی هوا بر اساس شاخص AQI طی سال ۱۳۹۰: جدول ۲ و نمودار ۱ کیفیت بهداشتی هوای شهرهای تهران، اصفهان و شیراز را طبق شاخص کیفیت هوا در هر یک از طبقات ششگانه به ترتیب بر حسب درصد و روز نشان می‌دهند.

جدول ۲- کیفیت بهداشتی هوای کلانشهرهای مورد مطالعه با استفاده از شاخص کیفیت هوا در سال ۱۳۹۰ (بر حسب درصد)

شاخص کیفیت هوا	توصیف کننده	تهران	اصفهان	شیراز
۰ - ۵۰	پاک	۰	۰	۲/۷
۵۱ - ۱۰۰	سالم	۶/۶	۱۱/۸	۷۳/۶
۱۰۱ - ۱۵۰	ناسالم برای گروه های حساس	۵۶/۷	۴۰/۵۵	۱۷/۱
۱۵۱ - ۲۰۰	ناسالم	۲۴/۶	۴۱/۶۵	۳/۳
۲۰۱ - ۳۰۰	بسیار ناسالم	۱۱	۳/۸	۲/۲
بالتر از ۳۰۰	خطرناک	۱/۱	۲/۲	۱/۱
تعداد روزهایی از سال ۱۳۹۰ که داده معتبر وجود داشت				
تعداد روزهایی از سال ۱۳۹۰ که AQI بالاتر از حد استاندارد (۱۰۰) بود				
		۳۴۱	۳۲۲	۸۵

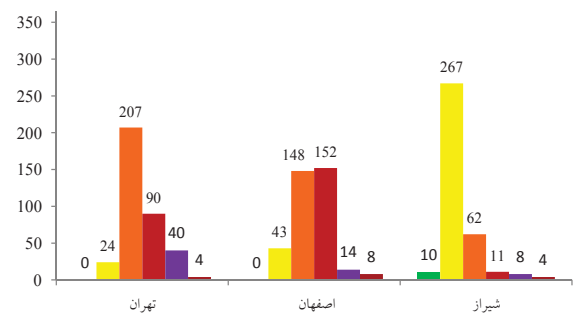
معلق ($PM_{2.5}$ و PM_{10}) بوده و سهم ازن، NO_2 ، CO و SO_2 به ترتیب ۳۰٪، ۱۰۲٪ (روز)، ۱۴٪ (۴۸ روز)، ۱۲٪ (۴۱ روز) و ۱٪ (۳ روز) بود (نمودار ۲).



نمودار ۲- سهم آلاینده مسئول (در موارد بیش از حد مجاز) در ایجاد آلودگی شهر تهران در سال ۱۳۹۰

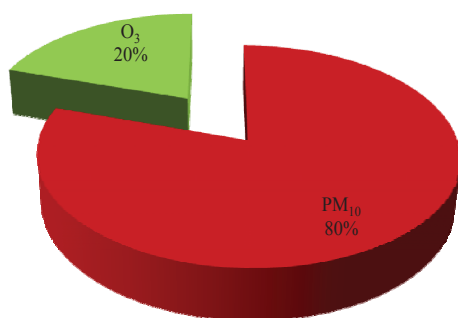
بررسی کیفیت هوا در شهر اصفهان نشان داد در سال ۱۳۹۰، در ۴۳ روز کیفیت هوا از حد استاندارد کمتر و ۳۲۲ روز دیگر از حد استاندارد ($AQI > 100$) تجاوز کرده بود (نمودار ۱).

خطرناک ■ بسیار ناسالم ■ ناسالم ■ ناسالم برای گروه های حساس ■ سالم ■ پاک



نمودار ۱- وضعیت کلی کیفیت هوا از نظر شاخص کیفیت هوا در سه شهر مورد مطالعه در سال ۱۳۹۰

این مطالعه همچنین نشان داد که در اکثر فصول سال در هر سه شهر آلاینده مسئول ذرات معلق بوده است. آزمون آماری One-Way ANOVA بین میانگین شاخص AQI در سه شهر، اختلاف معنی داری را نشان داد. عمده ترین آلاینده در هوای شهر تهران ذرات معلق کوچکتر از ۲/۵ میکرون ($PM_{2.5}$) بوده است. از کل روزهایی که شاخص کیفیت هوا از حد استاندارد تجاوز یافت، در ۴۳٪ از موارد (۴۷ روز) آلاینده مسئول ذرات



نمودار ۴- سهم آلاینده مسئول (در موارد بیش از حد مجاز) در ایجاد آلودگی شهر شیراز در سال ۱۳۹۰

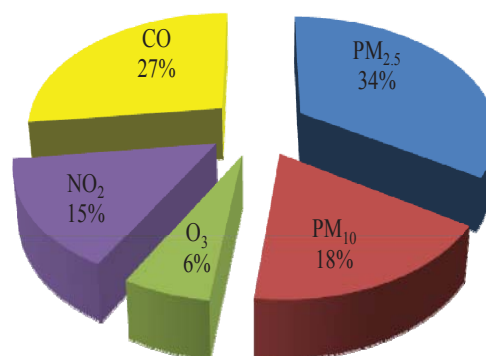
چهار روز خطرناک در طی سال ۱۳۹۰ نیز در ماههای خرداد و تیر رخ داده است. در شهر اصفهان و بر اساس شاخص کیفیت هوا طی ماههای مختلف در سال ۱۳۹۰، بیشترین روزهای آلوده در شهریور ماه (با میانگین شاخص ۱۸۲/۶۵) و کمترین تعداد روز آلوده در بهمن ماه (با میانگین شاخص ۱۱۰/۲۴) مشاهده شده است. هشت روز خطرناک در طی سال ۱۳۹۰ در ماههای فروردین، تیر، شهریور و اسفند رخ داده است.

همچنین نتایج حاصله نشان داد که در شهر شیراز بر اساس شاخص کیفیت هوا طی ماههای مختلف در سال ۱۳۹۰، بیشترین روزهای آلوده در اسفند ماه (با میانگین شاخص ۱۳۸/۲۵) و کمترین تعداد روز آلوده در مرداد ماه (با میانگین شاخص ۶۷/۴۷) مشاهده شده است.

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

ماه	تهران		اصفهان		شیراز	
	روز	میانگین AQI	روز	میانگین AQI	روز	میانگین AQI
فروردین	۳۱	۱۴۸/۴۶	۲۹	۱۶۹/۳۲	۶	۸۶/۹
اردیبهشت	۲۹	۱۳۰/۶۳	۲۸	۱۴۴/۰۵	۱۵	۱۱۵/۷۶
خرداد	۲۹	۱۸۰/۸۸	۲۸	۱۴۲/۲۴	۱۳	۱۰۳/۸۲
تیر	۳۱	۲۰۶/۶	۲۹	۱۷۶/۳۱	۱۱	۱۰۵/۶۴
مرداد	۲۸	۱۹۴	۲۸	۱۳۴/۴۴	۶	۶۷/۴۷
شهریور	۲۷	۱۳۶/۸۹	۲۹	۱۸۲/۶۵	۸	۹۸/۰۵
مهر	۳۰	۱۴۰/۱۴	۲۷	۱۶۳/۶۲	۴	۸۶/۸۳
آبان	۲۶	۱۱۴/۹۴	۲۷	۱۵۳/۷۷	۴	۸۱/۲۴
آذر	۲۶	۱۴۴/۵۴	۲۷	۱۵۵/۲۲	۰	۹۰/۴۲
دی	۲۹	۱۴۴/۲۴	۲۴	۱۴۵/۵۷	۲	۶۹/۸۹
بهمن	۳۰	۱۲۲/۸۹	۲۲	۱۱۰/۲۴	۵	۷۳/۷۶
اسفند	۲۵	۱۲۷/۱۴	۲۵	۱۴۸/۰۹	۱۰	۱۳۸/۲۵

شاخص آلودگی هوا طی سال ۱۳۹۰، ۳۰۰ روز در وضعیت ناسالم، ۱۴ روز بسیار ناسالم و ۸ روز در وضعیت خطرناک بوده که این وضعیت با شرایط مطلوب از نظر استانداردهای زیست محیطی فاصله بسیاری دارد. همچنین مشخص شد که از کل روزهایی که شاخص کیفیت هوا از حد استاندارد تجاوز کرده، در ۵۲٪ موارد (۱۶۷ روز) آلاینده مسئول ذرات معلق (PM₁₀ و PM_{2.5}) بوده و سهم CO، NO₂ و O₃ به ترتیب ۲۷٪ (۸۷ روز)، ۱۵٪ (۴۹ روز) و ۶٪ (۱۹ روز) بوده است و همچنین مشخص شد که SO₂ سهمی در موارد تجاوز یافته نداشته است (نمودار ۳).



نمودار ۳- سهم آلاینده مسئول (در موارد بیش از حد مجاز) در ایجاد آلودگی شهر اصفهان در سال ۱۳۹۰

نتایج حاصله در شهر شیراز نشان داد که در سال ۱۳۹۰، در ۲۷۷ روز کیفیت هوا کمتر از حد استاندارد بوده و در ۸۵ روز کیفیت هوا از حد استاندارد (AQI > ۱۰۰) تجاوز کرده است. در ضمن در ۳ روز از سال در هیچکدام از ایستگاه‌ها به دلیل نقص فنی داده‌ای ثبت نشده بود (جدول ۲). در این شهر شاخص آلودگی هوا طی سال ۱۳۹۰، ۲۷۷ روز در وضعیت سالم، ۷۳ روز در وضعیت ناسالم، ۸ روز بسیار ناسالم و ۴ روز در وضعیت خطرناک بوده است. همچنین مشخص شد که در ۸۰٪ موارد تجاوز یافته (۶۸ روز) آلاینده مسئول PM₁₀ و در ۲۰٪ باقیمانده (۱۷ روز) آلاینده مسئول ازن بوده است و آلاینده‌های NO₂، CO، و SO₂ سهمی در موارد تجاوز یافته نداشته‌اند (نمودار ۴).

کیفیت بهداشتی هوا بر اساس شاخص AQI طی ماههای مختلف در سال ۱۳۹۰:

در شهر تهران و بر اساس شاخص کیفیت هوا طی ماه‌های مختلف در سال ۱۳۹۰، بیشترین روزهای آلوده در تیر ماه (با میانگین شاخص ۲۰۶/۶) و کمترین تعداد روز آلوده در آبان ماه (با میانگین شاخص ۱۱۴/۹۴) مشاهده شده است.

بحث:

با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه مشخص می‌گردد که در شهر تهران فقط در ۶/۶ درصد از روزهای سال کیفیت هوا متوسط بوده و در هیچ یک از روزهای سال کیفیت هوا خوب نبوده است. در ۹۳/۴ درصد دیگر کیفیت هوا از حد استاندارد تجاوز کرده است. مقایسه یافته‌های این مطالعه با سایر مطالعات پیشین نشان می‌دهد که کیفیت هوا در ۷۱/۵، ۹۰/۷۲ و ۸۸ درصد از موارد به ترتیب در سالهای ۱۳۷۸ [۹]، ۱۳۸۳ [۵]، ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ [۸] از حد استاندارد تجاوز کرده بود که در سال ۱۳۸۳ کیفیت هوا در ۱۲ درصد از روزهای سال خیلی غیر بهداشتی و در ۰/۵ درصد خطرناک بوده است. بنابراین می‌توان گفت روند آلودگی در تهران رو به افزایش است.

در اکثر فصول در سال ۱۳۹۰ در شهر تهران، ذرات معلق (PM_{10} و $PM_{2.5}$) و ازن به ترتیب بیشترین نقش را در تجاوز کیفیت هوا از حد استاندارد داشته‌اند. با توجه به بررسی متون انجام گرفته می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که طی ۱۳ سال گذشته از تعداد روزهای آلوده آلاینده منواکسید کربن کاسته شده و آلاینده‌های دیگری مطرح می‌باشد. بنابراین می‌توان گفت مهمترین آلاینده هوای شهر تهران از آلاینده منواکسید کربن به آلاینده ذرات معلق تغییر کرده است. البته اگر از دید استانداردهای سالیانه به این موضوع نگاه کنیم دی‌اکسید گوگرد و دی‌اکسید نیتروژن نیز آلاینده‌های مهمی در هوای تهران می‌باشند [۵، ۷، ۹، ۱۱].

همچنین نتایج این مطالعه در سال ۱۳۹۰ نشان داد که کیفیت هوای شهر اصفهان در ۱۱/۸ درصد موارد متوسط بوده و روزهای با کیفیت خوب وجود نداشته است و ۸۸/۲ درصد دیگر از حد استاندارد تجاوز کرده است. مقایسه این مطالعه با مطالعات پیشین نشان می‌دهد که کیفیت هوا در ۹ درصد و ۸۲ درصد موارد به ترتیب در سالهای ۱۳۷۹ [۱۵] و ۱۳۸۷ [۱۱] از حد استاندارد تجاوز کرده است که در سال ۱۳۸۷ به ترتیب ۷۶ درصد غیر بهداشتی، ۵ درصد بسیار غیربهداشتی و ۱ درصد موارد خطرناک بوده است [۱۱].

نتایج نشان می‌دهد که در شهر اصفهان در اکثر فصول سال ذرات معلق و مونوکسید کربن بیشترین نقش را در تجاوز کیفیت هوا از حد استاندارد داشته است. به طوریکه در فصل بهار ۴۷/۳ درصد موارد ذرات معلق (PM_{10} و $PM_{2.5}$) و ۱۹/۳۵ درصد ازن، در فصل تابستان ۴۹/۵ درصد ذرات معلق و ۳۳/۳ درصد CO، در فصل پاییز ۴۷/۸ درصد ذرات معلق و

۴۵/۵ درصد CO و نهایتاً در فصل زمستان ۵۸/۴۲ درصد ذرات معلق و ۲۴/۷ درصد CO آلاینده مسئول بوده است. در مطالعه چراغی [۱۵] نیز CO آلاینده مسئول شناخته شد که با مقایسه این مطالعه با مطالعات پیشین می‌توان به روند رو به افزایش ذرات معلق پی برد. کیفیت هوا در شهر شیراز در ۲/۷ درصد موارد کیفیت خوب (پاک) داشته و در ۷۳/۶ درصد موارد متوسط (سالم) بوده است.

از طرفی در ۲۳/۷ درصد از روزهای سال کیفیت هوا از حد استاندارد تجاوز کرده است. در شهر شیراز نیز در کلیه فصول سال به ترتیب ذرات معلق و ازن بیشترین نقش را در تجاوز کیفیت هوا داشته است. به طوری که در فصل بهار ۷۹٪ از موارد ذرات معلق و ۲۱٪ ازن، در فصل تابستان در ۶۷/۷۵٪ ذرات معلق و ۲۹٪ موارد ازن و در ۳/۲۵٪ از موارد بدلیل نقص فنی آلاینده‌های ثبت نشده است. در فصل پاییز در ۹۳/۳٪ ذرات معلق، ۳/۳٪ مونوکسید کربن، ۲/۲٪ دی‌اکسید نیتروژن و در ۱/۱٪ از موارد ازن، و نهایتاً در فصل زمستان در ۹۱٪ موارد ذرات معلق، در ۶/۵٪ ازن، در ۲/۲۵٪ دی‌اکسید نیتروژن و در ۱/۱۵٪ از موارد مونوکسید کربن آلاینده مسئول بوده است. مقایسه کیفیت هوای این سه کلان شهر در سال ۱۳۹۰ نشان می‌دهد که در شهر تهران در ۳۴۱ روز، در شهر اصفهان در ۳۲۲ روز و در شهر شیراز در ۸۵ روز از سال در سطوح ناسالم قرار داشته است. بنابراین می‌توان گفت که هوای سه شهر در سال ۱۳۹۰ بهداشتی نبوده است. از این بین کیفیت هوای شهرهای تهران و اصفهان وضعیت بسیار نامطلوب‌تری نسبت به شهر شیراز به خصوص برای گروه‌های حساس داشته است.

براین اساس می‌توان گفت که علی‌رغم فعالیت‌هایی از قبیل معاینه فنی خودروها، ساخت خودروهای کم مصرف با موتورهای انژکتوری، توسعه زیرساخت‌های حمل و نقل عمومی و تغییر الگوی مصرف، کیفیت هوای شهرهای بزرگ بهبود چندانی نیافته است. همچنین آلودگی‌هایی مثل ذرات معلق و ازن در حال افزایش بوده است که از دلایل افزایش ذرات معلق پدیده طوفانهای گرد و غبار و ریزگردهایی است که در سالهای اخیر در مناطق غرب، جنوب غربی و اخیراً در مرکز ایران رخ داده است. این طوفانهای گرد و غبار تا همین چند سال پیش ویژه فصول بهار و تابستان بوده است ولی اکنون هشت ماه از سال را در بر گرفته است و علاوه بر نواحی جنوب غربی کشور در محدوده وسیع‌تری به اکثر استانهای کشور و کلانشهرهایی مثل تهران، اصفهان و شیراز نیز راه یافته است.

نتیجه گیری:

با توجه به یافته های این مطالعه و در نظر گرفتن استانداردهایی که توسط آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا مبنی بر اینکه حداکثر یک روز از سال می تواند کیفیت هوا از حد استاندارد بالاتر باشد و بیشتر از یک روز خارج از حد استاندارد است مشاهده می گردد که وضعیت کیفی هوای این سه شهر از نظر حفظ سلامتی اعضای جامعه بویژه افراد حساس مثل کودکان، افراد مسن و بیماران با مشکلات تنفسی، عصبی و قلبی عروقی از کیفیت مطلوبی برخوردار نبوده و این امر نیازمند توجه بیشتر مسئولان و برنامه ریزان شهری است و پیشنهاد می شود که برنامه های مدیریتی مناسب مثل ارزیابی کیفیت هوا، آنالیز هزینه - اثر و تدابیر کاهش آلاینده ها جهت حفظ سلامت عموم و جلوگیری از خسارات وارده به اموال و منافع در برابر غلظت های زیاد آلاینده ها صورت بگیرد، همچنین به منظور قضاوت دقیق تری از وضعیت کیفی هوای این شهرها و با توجه به استانداردهای موجود پیشنهاد می شود که تعداد ایستگاه های سنجش بخصوص در دو شهر اصفهان و شیراز افزایش داده شود و بطور یکنواخت در سطح شهر مستقر گردد.

از دلایل افزایش آزن می توان به افزایش روز افزون هیدروکربن ها در هوا اشاره کرد.

این ترکیبات مخاطرات جدی را متوجه سلامتی انسان می سازند که از جمله مهمترین دلایل آن می توان به افزایش روز افزون خودروها به حمل و نقل شهری و جایگاه های سوخت رسانی اشاره نمود [۵]. پس به رغم تولید روزانه صدها خودرو در کلانشهرها و افزایش مصرف سوخت، باید هنر مدیریت آلودگی هوا را داشته باشیم و در هر شرایط آلاینده ها را آن گونه کاهش دهیم که وضع مناسب حاکم شود. به طور مثال در کشورهای پیشرفته مسائل زیست محیطی موثر از سوخت خودروها به شدت رصد می شود و نظارت ها بسیار جدی تر از ایران است، زیرا معاینه فنی خودروها به صورت سالانه و با دقت بسیار بالاتر از ما اعمال می شود. در صورتیکه در موضوع کاهش آلاینده ها هر کشوری باید از دانش پایه ای مقابله با آلودگی و تجربه مفید دیگر کشورها استفاده کند که یکی از بهترین راه حل ها، همیشه توسعه حمل و نقل عمومی خطوط ریلی درون شهری و ارائه سوخت استاندارد است.

تشکر و قدردانی:

این مقاله حاصل بخشی از طرح تحقیقاتی با عنوان بررسی مقایسه ای اثرات بهداشتی آلودگی هوای هفت کلانشهر ایران و تعیین کیفیت بهداشتی آنها در سال ۱۳۹۰، مصوب دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران در سال ۱۳۹۱، به کد ۲۰۲۴۵ می باشد که با حمایت پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی تهران اجرا شده است.

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 (In Persian).
2. Anonymous, Health effects of outdoor air pollution. Part 1. Committee of the Environmental and Occupational Health Assembly of the American Thoracic Society. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. 1996; 153(1):3-50.
3. Anonymous, Health effects of outdoor air pollution. Part 2. Committee of the Environmental and Occupational Health Assembly of the American Thoracic Society. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine 1996; 153(2):477-98.
4. Health Effects Institute, Understanding the health effects of components of the particulate matter mix: progress and next steps. HEI Perspectives. Health Effects Institute, Boston, USA; 2002.
5. Ardakani S, Ismail Sari A, Cheraghi M, Tayebi L, Ghasempouri M. Determine of Tehran air quality using the Air Quality Index in 1383. Journal of Environment Science Technology 2006;(4): 33-8. (In Persian).
6. Bayat R, Torkian A. Source Apportionment of Tehran's Air Pollution [dissertation]. Department of Civil Engineering: Sharif University of Technology 2005; p:81-4. (In Persian).
7. Ahadi S, Najafi MA, Roshani M. Annual report on air quality of Tehran in 2011, Air Quality Control Company (AQCC), No. QM91/02/06(U)/01 2012: 8-9. (In Persian).
8. Naddafi K, Heydari M, Hasanvand MS, Qaderpour M. The comparison of Tehran air quality in 1385 and 1386. Proceedings of the 11th National Congress on Environmental Health 2008; Zahedan, Iran. P: 98 (In Persian).
9. Naddafi K, Mousavi G. The comparison of Tehran air quality in 1376 and 1377. Proceedings of the 3rd National Congress on Environmental Health 2000; Kerman, Iran. (In Persian).
10. Joybari A, Hasanzade A. Determine of air pollution and assessment air quality in Isfahan. Isfahan, Isfahan University 1387: 44-55. (In Persian).
11. Golbaz S, Jonidi Jafari A. A comparative study of health quality of air in Tehran and Isfahan; 2008-2009. Razi Journal of Medical Sciences 2011;18(84): 38-46. (In Persian).
12. 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. (In Persian).
13. Mints D. Technical Assistance Document for the Reporting of Daily Air Quality – the Air Quality Index (AQI). Environmental Protection Agency, Office of Air Quality Planning and Standards. North Carolina, USA; 2009.
14. Environmental Protection Agency, 40 CFR 58, Appendix G to Part 58 - Uniform Air Quality Index (AQI) and Daily Reporting. USA; Available from: <http://www.law.cornell.edu/cfr/text/40/58/appendix-G>, 2012.
15. Cheraghi M, Karami M, Naddafi K, Khorasani N. The comparison of Tehran and Isfahan air quality and some strategies are suggested for its improvement in 1378. Iranian Journal of Natural Resources 2002; 55(4): 559-68. (In Persian).

Comparative Investigation of Health Quality of Air in Tehran, Isfahan and Shiraz Metropolises in 2011-2012

Hossein Arfaeinia ¹, Majid Kermani ^{2*}, Mina Aghaei ³, Farshad Bahrami Asl ⁴, Sima Karimzadeh

1. Ph.D. student in Environmental Health Engineering, Center for Air Pollution Research (CAPR), Institute for Environmental Research (IER), Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2. Assistant Professor, Environmental Health Engineering Department, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

3. M.Sc. Student in Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

4. Ph.D. student in Environmental Health Engineering, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

ABSTRACT

Background and Aims: Air pollution causes wide spectrum acute and chronic effects of health from slight physiological disorders to death from cardiovascular and respiratory diseases. In order to set the control programs, air pollution monitoring and determination of air quality are necessary. The objective of this study was to compare health quality of air in Tehran, Isfahan and Shiraz cities in 2011- 2012.

Materials and Methods: This Study was a descriptive–analytic study. The moment concentrations of Tehran, Isfahan and Shiraz air pollutants were gathered through referring to the environmental protection agency. Then, Air Quality Index (AQI) was calculated based on the criteria pollutants' levels (CO, NO₂, SO₂, PM₁₀, PM_{2.5} and O₃) for three cities through linear interpolation and was classified into describing classes according to tables of National Ambient Air Quality Standards. Data analysis was performed with Excel and SPSS software using One-Way ANOVA test.

Results: The results showed that the AQI in Tehran, Isfahan and Shiraz was higher than Iran's environmental protection agency standards (AQI>100) in 341, 323 and 85 days, respectively. Furthermore, particulate matter (PM₁₀) has been the critical pollutant in three cities for most days of the year. One-Way ANOVA test between AQI mean of the three cities showed a significant difference.

Conclusion: The air quality of the three cities was unhealthy in 2011-2012 and the situation of Tehran and Isfahan air, however, was in the "bad situation".

Key words: : Air pollutants, Air quality index, Pollution standard index, Responsible pollutant

*Corresponding Author:

Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran.

Email: kermani.m@iums.ac.ir

Received: 4 Dec. 2013

Accepted: 3 Mar. 2014