

## بررسی مقایسه‌ای کیفیت بهداشتی هوای شهرهای تهران و اصفهان در سال ۱۳۸۷

سمیه گل باز: دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

Email: golbazs@yahoo.com

\* دکتر احمد جنیدی جعفری: دانشیار و متخصص بهداشت محیط، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران،

تهران، ایران (\* مولف مسئول). Email: ahmad\_jonidi@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۲/۷

تاریخ وصول: ۸۹/۷/۱۸

### چکیده

**زمینه و هدف:** آلودگی هوا از معضلات مهم شهرهای بزرگ صنعتی است و زندگی تمام افراد جامعه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین پایش آلاینده‌ها و تعیین مستمر کیفیت هوای کلان شهرها به منظور تدوین برنامه‌های کنترل آن، ضروری است. هدف اصلی این مطالعه مقایسه کیفیت بهداشتی هوای شهرهای تهران و اصفهان در سال ۱۳۸۷ بود.

**روش کار:** این مطالعه از نوع توصیفی-تحلیلی می‌باشد. غلظت‌های لحظه‌ای آلاینده‌های هوای شهر تهران و اصفهان به ترتیب توسط روش‌های قرائت مستقیم و مراجعه به سازمان حفاظت محیط زیست به دست آمد. سپس شاخص استاندارد آلودگی از طریق درون یابی بین غلظت آلاینده‌ها برای پنج آلاینده معیار ( $CO$ ،  $NO_2$ ،  $SO_2$ ،  $PM_{10}$ ،  $O_3$ ) هوای دو شهر در سال ۱۳۸۷ محاسبه و بر مبنای جدول استاندارد کیفیت بهداشتی هوا در گروه‌های خوب، متوسط، غیر بهداشتی، بسیار غیربهداشتی و خطرناک طبقه بندی گردید. در تحلیل داده‌ها از آزمون آماری t-test و بسته آماری SPSS ویرایش ۱۶ استفاده شد.

**یافته‌ها:** کیفیت هوای شهر تهران و اصفهان در سال ۱۳۸۷، به ترتیب ۴۳ و ۶۷ روز کمتر از حد استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران و ۳۲۳ و ۲۹۹ روز دیگر از حد استاندارد ( $PSI > 100$ ) بیشتر بود. در شهر تهران و اصفهان در تابستان به ترتیب از نونوکسیدکربن و در زمستان مونوکسیدکربن و ذرات معلق، آلاینده مسئول شناخته شدند. آزمون t-test بین میانگین شاخص PSI در دو شهر، اختلاف معنی‌داری را نشان داد ( $p < 0.001$ ).

**نتیجه‌گیری:** کیفیت هوای دو شهر در سال ۱۳۸۷ بهداشتی نبوده و در وضعیت بسیار وخیمی از نظر حفظ سلامتی افراد جامعه، بخصوص گروه‌های حساس قرار دارد.

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

### مقدمه

امروزه آلودگی هوا یکی از معضلات مهم شهرنشینی در شهرهای بزرگ صنعتی است. طبق گزارش سازمان جهانی بهداشت در سال ۲۰۰۰ میلادی افزون بر ۲۰۰ میلیون نفر از مردم جهان در محیط‌هایی به سر برده‌اند که در آن، سطح آلاینده‌ها بالاتر از استانداردهای کیفیت هوا بوده است.<sup>(۱)</sup>

طی مطالعات انجام گرفته مشاهده شده است که شهرهای تهران و اصفهان از شهرهای آلوده ایران هستند<sup>(۲،۳)</sup>، که به ترتیب با مساحتی حدود ۸۰۰

کیلومتر مربع در دامنه جنوبی کوه‌های البرز و مساحت ۱۰۶۱۷۹ کیلومتر مربع در شرق سلسله جبال زاگرس واقع شده‌اند. توسعه جمعیت شهری و فقدان اقدامات لازم جهت پایش و کنترل آلودگی هوا از یک طرف و وجود منابع متعدد آلاینده از قبیل خودروها، صنایع، وسایل گرمایشی، فعالیت‌های ساختمانی و تجاری از طرف دیگر، افزایش روز به روز آلاینده‌ها را در این شهرها به دنبال داشته است<sup>(۴)</sup>، که موقعیت جغرافیایی و وجود رشته کوه‌ها در اطراف این شهرها به انباشته شدن آلودگی هوا کمک می‌کنند.<sup>(۵)</sup> آلاینده‌های هوا

در تحقیقات دیگری که توسط سبحان اردکانی و همکارانش با عنوان تعیین کیفیت بهداشتی هوای شهر تهران در سال های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۵ با استفاده از شاخص کیفیت هوا انجام شد، مشخص گردید که به ترتیب، ۲۶۲ روز و ۲۶۱ روز در طی این سال‌ها کیفیت هوای شهر تهران از حد استاندارد آژانس حفاظت محیط زیست ایالات متحده آمریکا تجاوز کرده است.<sup>(۱۰)</sup>

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 منوکسیدکربن و اکسیدهای نیتروژن در دو ایستگاه، در ساعت‌هایی که انتظار افزایش در ترافیک شهری می‌رود، مشاهده می‌شود. در ماه‌های سرد سال اغلب آلاینده‌های اولیه (منوکسیدکربن و اکسیدهای نیتروژن) افزایش می‌یابند.<sup>(۱۱)</sup>

بررسی‌های انجام شده توسط شهرداری تهران در سال ۱۳۸۷ نشان داد که کیفیت هوای شهر تهران در ۲۹۳ روز بهداشتی، ۱۳ روز خوب و ۵۹ روز غیربهداشتی و ۱ روز بسیار غیربهداشتی بوده است. نتایج ارائه شده از این تحقیق با نتایج سایر تحقیقات که بر روی کیفیت هوای شهر تهران انجام شده است، یک تضاد اساسی را نشان می‌دهد.<sup>(۱۲)</sup>

بر این اساس هدف اصلی این تحقیق مقایسه کیفیت هوای شهر تهران و اصفهان در سال ۱۳۸۷ بود. بدین ترتیب با مشخص نمودن کیفیت بهداشتی هوای شهر تهران و اصفهان و تعیین آلاینده مسئول می‌توان در جهت کمک به مدیران و برنامه ریزان شهری برای پایش منابع اصلی آلاینده هوا و همچنین آگاه ساختن شهروندان از وضعیت روزانه کیفیت هوای تنفسی محل زندگی‌شان گام موثر برداشت.

### روش کار

این مطالعه از نوع توصیفی - تحلیلی بود. ابتدا غلظت‌های لحظه‌ای آلاینده‌های هوای شهر تهران و اصفهان در سال ۱۳۸۷، به ترتیب توسط روش‌های قرائت مستقیم و مراجعه به سازمان حفاظت محیط زیست به دست آمد. برای سنجش

بر روی سلامتی انسان‌ها، گیاهان، ابنیاء و رودخانه‌ها تأثیرات زیانباری همانند ابتلاء به انواع بیماری‌های سرطانی، چشمی و اختلالات تنفسی، جهش ژنی، تولید باران‌های اسیدی و تشکیل ازن در سطح تروپوسفر را دارند.<sup>(۶)</sup>

بنابراین یکی از اقدامات مهم و موثر به منظور 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 (Air Quality Index)، شاخص آلودگی هوا (Air Pollution Index) و شاخص استاندارد آلودگی (Pollutant Standards Index) استفاده نمود. برپایه این اطلاعات می‌توان اقدام به اطلاع رسانی صحیح به مردم و نیز وضع اقدامات پیشگیرانه در موارد نامطلوب کیفیت هوا نمود.<sup>(۷)</sup>

در تحقیق انجام شده توسط چراغی با عنوان بررسی و مقایسه کیفیت هوا در شهرهای تهران و اصفهان در سال ۱۳۷۹ و ارائه راهکارهایی جهت بهبود آن مشخص شد که آلوده‌ترین ماه‌ها در شهر تهران خرداد، شهریور، آبان و بهمن ماه و در شهر اصفهان خرداد ماه می‌باشد. همچنین مشخص شد که شاخص آلاینده‌ها در سال ۱۳۷۸ در شهر تهران و اصفهان به ترتیب در ۳۲۹ و ۳۳ روز بالای حد استاندارد قرار داشته است. در مواردی که کیفیت هوا از حد استاندارد تجاوز کرده، در شهر تهران در ۹۶٪ موارد و در اصفهان در ۷۰٪ موارد، آلاینده مسئول منوکسیدکربن بوده است.<sup>(۸)</sup>

در تحقیق انجام شده توسط ندافی و همکاران بر بررسی مقایسه‌ای کیفیت هوای شهر تهران در سال‌های ۱۳۷۶ و ۱۳۷۷ و متعاقب آن در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ مشخص شد که در سال ۱۳۷۶ کیفیت هوا در ۳۲٪ روزها غیربهداشتی و ۵٪ از روزها خیلی غیربهداشتی بوده است، در حالی که این موارد در سال ۱۳۷۷ به ترتیب به ۳۴٪ و ۶٪ افزایش یافت. همچنین در سال ۱۳۸۵، شاخص کیفیت هوا در ۲۶۱ روز بیش از حد استاندارد و در ۱۰۴ روز کمتر از حد استاندارد بوده است. در سال ۱۳۸۶ نیز، شاخص کیفیت هوا در ۲۱۸ روز بیش از حد استاندارد و در ۱۴۷ روز کمتر از حد استاندارد بوده است.<sup>(۹)</sup>

جدول ۱. رابطه غلظت و شاخص استاندارد آلودگی<sup>(۱۵)</sup>

طبقات شاخص	CO (8hr, ppm)	PM10(24 hr, µg/m3)	SO2 (24hr, ppm)	NO2 (1hr, ppm)	O3 (1hr, ppm)
۰-۵۰	۰-۴/۵	۰-۵۰	۰/۰۰۰-۰/۰۳	-	۰-۰/۰۶
۵۱-۱۰۰	۴/۵-۹	۵۰-۱۵۰	۰/۰۳-۰/۱۴	-	۰/۰۶-۰/۱۲
۱۰۱-۲۰۰	۹-۱۵	۱۵۰-۳۵۰	۰/۱۴-۰/۳	-	۰/۱۲-۰/۲۰
۲۰۱-۳۰۰	۱۵-۳۰	۳۵۰-۴۲۰	۰/۳-۰/۶	۰/۶-۱/۲	۰/۲-۰/۴
۳۰۰>	۳۰>	>۴۲۰	>۰/۶۰	>۱/۲	>۰/۴

جدول ۲. طبقات شاخص استاندارد آلودگی<sup>(۱۵)</sup>

طبقات شاخص	۰-۵۰	۵۱-۱۰۰	۱۰۱-۲۰۰	۲۰۱-۳۰۰	>۳۰۰
توصیف کننده	خوب	متوسط	غیر بهداشتی	خیلی غیر بهداشتی	خطرناک

عنوان شاخص کل محسوب گردید.<sup>(۱۴)</sup>  
رابطه شماره (۱):

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

که در آن:

$I_p$  = شاخص محاسبه شده برای آلاینده مورد نظر

$C_p$  = غلظت گرد شده آلاینده مورد نظر

$BP_{Hi}$  = غلظت استاندارد موجود در طبقه‌ای از جدول شماره (۱) که برابر یا بزرگتر از غلظت گرد شده آلاینده مورد نظر است.

$BP_{Lo}$  = غلظت استاندارد موجود در طبقه‌ای از جدول شماره (۱) که برابر یا کوچک تر از غلظت گرد شده آلاینده مورد نظر است.

$I_{Hi}$  = بالاترین مقدار شاخص PSI در طبقه‌ای از جدول شماره (۱) که غلظت آلاینده مورد نظر در آن طبقه قرار می‌گیرد.

$I_{Lo}$  = پایین ترین مقدار شاخص PSI در طبقه‌ای از جدول شماره (۱) که غلظت آلاینده مورد نظر در آن طبقه قرار می‌گیرد.<sup>(۱۴)</sup>

پس از محاسبه شاخص‌های نهایی روزانه و مطابق با جدول ۲ تعداد روزهایی از سال ۱۳۸۷ که در طبقات پنج گانه شاخص استاندارد آلودگی قرار گرفته بودند، نیز تعیین شد.

### یافته‌ها

نتایج حاصل از این تحقیق در شهر تهران نشان داد در سال ۱۳۸۷، در ۴۳ روز کیفیت هوا از حد استاندارد کمتر بوده و در ۳۲۳ روز دیگر از حد

آلاینده‌های  $O_3$ ،  $PM_{10}$ ،  $SO_2$ ،  $NO_2$ ،  $CO$  به ترتیب از آنالیزهای مدل  $AF22M$ ،  $CO12M$ ،  $MP101M$ ،  $AC32M$  و  $O342M$  استفاده شد. ایستگاه‌ها در شهر تهران شامل ایستگاه‌های اقدسیه، آزادی، شهرری و ژئوفیزیک و در شهر اصفهان شامل ایستگاه‌های آزادی، لاله، بزرگ مهر و بختیاردشت بود. سپس غلظت‌های به دست آمده با توجه به جدول استانداردهای ملی کیفیت هوای آزاد (National Ambient Air Quality Standards) و با استفاده از نرم افزار Excel و SPSS به غلظت استاندارد تبدیل گردید. این استاندارد برای ازن و دی اکسید نیتروژن از ماکزیمم غلظت ۱ ساعته، برای ذرات معلق و دی اکسید گوگرد از متوسط غلظت ۲۴ ساعته و برای منوکسید کربن از ماکزیمم غلظت ۸ ساعته استفاده نموده است.<sup>(۱۳)</sup> جهت پایش غلظت گاز منوکسید کربن در طول ۲۴ ساعت ۳ بار غلظت میانگین ۸ ساعته محاسبه شد و از بین آن‌ها غلظت بیشینه انتخاب و در جهت تبدیل به شاخص استاندارد آلودگی هوا (PSI) استفاده شد. برای سایر آلاینده‌ها نیز با توجه به استاندارد موجود از روش مشابه استفاده گردید.

مقدار زیر شاخص روزانه برای همه غلظت‌های استاندارد شده آلاینده‌های مورد نظر در هر ایستگاه با استفاده از جدول (۱) و رابطه (۱) تعیین گردید و بالاترین مقدار از بین زیرشاخص‌ها به عنوان شاخص نهایی و آلاینده‌ای که نشانگر بالاترین زیرشاخص بود، به عنوان آلاینده مسئول معرفی گردید. همچنین در مواردی که آلاینده بحرانی زیر شاخص‌ها یکسان نبود، بالاترین زیرشاخص به

استاندارد ( $PSI > 100$ ) بیشتر بود (جدول ۳). از کل روزهایی که شاخص کیفیت هوا از حد استاندارد تجاوز کرده، در ۵۲٪ موارد (۱۶۸ روز) آلاینده مسئول ازن بوده و سهم  $PM_{10}$ ،  $CO$ ،  $NO_2$  و  $SO_2$  به ترتیب ۲۴٪ (۷۷ روز)، ۱۴٪ (۴۷ روز)، ۶٪ (۱۸ روز) و ۴٪ (۱۳ روز) بود (نمودار ۱).

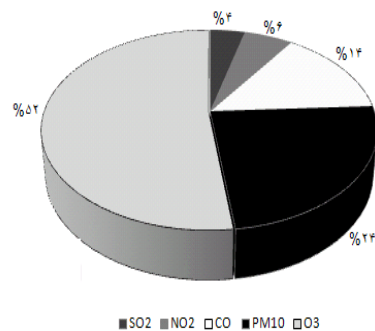
در حالی که کیفیت هوا شهر اصفهان نشان داد در سال ۱۳۸۷، در ۶۷ روز کیفیت هوا از حد استاندارد کمتر و در ۲۹۹ روز دیگر از حد استاندارد ( $PSI > 100$ ) تجاوز کرده بود (جدول ۴). همچنین مشخص شد که از کل روزهایی که شاخص کیفیت هوا از حد استاندارد تجاوز کرده، در ۵۱٪ موارد (۱۵۲ روز) آلاینده مسئول منوکسید کربن بوده و سهم  $PM_{10}$ ،  $O_3$  به ترتیب ۴۹٪ (۱۴۶ روز) و ۱٪ (۱ روز) بوده است (نمودار ۲).

همان طور که در نمودار (۳ و ۴) مشاهده می‌شود، ماه‌های تیر و مرداد سال ۱۳۸۷، در شهر تهران به ترتیب با میانگین شاخص‌های ۲۰۴ و ۲۱۴ و در شهر اصفهان به ترتیب با میانگین شاخص‌های ۱۶۳ و ۱۶۲ آلوده‌ترین ماه‌های سال بوده‌اند. این تحقیق نشان داد که در شهر تهران در فصل تابستان آلاینده مسئول ازن و در فصل زمستان آلاینده مسئول منوکسیدکربن می‌باشد. در حالی که در اصفهان در فصل تابستان آلاینده مسئول منوکسیدکربن و در فصل زمستان آلاینده مسئول ذرات معلق می‌باشد.

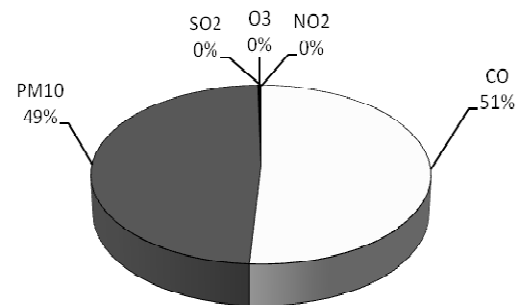
با استفاده از آزمون آماری  $t$ -test میانگین شاخص  $PSI$  در دو شهر تهران و اصفهان مقایسه شد که نشان داد این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار بوده است ( $p$ -value  $< 0/0001$ ). نتایج آزمون مذکور

جدول ۳. تعیین کیفیت بهداشتی هوای شهر تهران با استفاده از شاخص استاندارد آلودگی در سال ۱۳۸۷

طبقات شاخص	توصیف کننده	زمان بر حسب روز	درصد
۰-۵۰	خوب	۰	۰
۵۱-۱۰۰	متوسط	۴۳	۱۲
۱۰۱-۲۰۰	غیربهداشتی	۲۲۳	۶۱
۲۰۱-۳۰۰	بسیار غیربهداشتی	۱۰۰	۲۷
$> 300$	خطرناک	۰	۰



نمودار ۱. سهم آلاینده مسئول در ایجاد آلودگی شهر تهران سال ۱۳۸۷



نمودار ۲. سهم آلاینده مسئول در ایجاد آلودگی شهر اصفهان سال ۱۳۸۷

جدول ۴. تعیین کیفیت بهداشتی هوای شهر اصفهان با استفاده از شاخص استاندارد آلودگی در سال ۱۳۸۷

طبقات شاخص	توصیف کننده	زمان بر حسب روز	درصد
۰-۵۰	خوب	۰	۰
۵۱-۱۰۰	متوسط	۶۷	۱۸
۱۰۱-۲۰۰	غیربهداشتی	۲۷۸	۷۶
۲۰۱-۳۰۰	بسیار غیربهداشتی	۱۸	۵
$> 300$	خطرناک	۳	۱

### بحث و نتیجه گیری

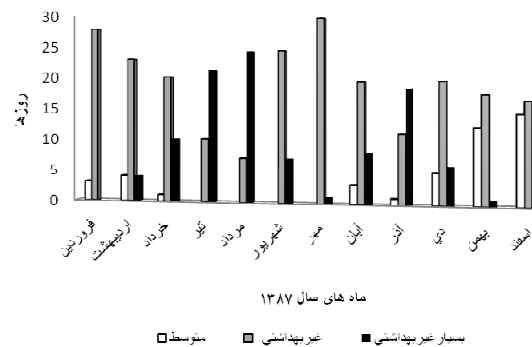
نتایج این تحقیق در سال ۱۳۸۷ نشان داد که کیفیت هوای شهر تهران در ۱۲٪ موارد متوسط بوده و روزهای با کیفیت خوب هوا نیز وجود نداشته است. در ۸۸٪ موارد دیگر از حد استاندارد (PSI >100) تجاوز کرده است که به ترتیب ۶۱٪ غیر بهداشتی و ۲۷٪ بسیار غیربهداشتی بود. مقایسه یافته های این مطالعه با سایر مطالعات نشان می دهد که کیفیت هوا در ۹۰، ۷۲، ۷۱/۵ و ۵۹/۷۲ درصد موارد به ترتیب در سال های ۱۳۷۸<sup>(۹)</sup>، ۱۳۸۳<sup>(۱۰)</sup>، ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶<sup>(۱۱و۷)</sup> از حد استاندارد تجاوز کرده بود که در سال ۱۳۸۳ کیفیت هوا در ۱۲٪ از روزهای سال خیلی غیربهداشتی و در ۵/۱٪ از روزها خطرناک بوده است.<sup>(۱۰)</sup> در سال ۱۳۸۵، کیفیت هوا در ۱۱٪ از روزهای سال خیلی غیربهداشتی و در ۵/۰ درصد از روزها خطرناک بوده است.<sup>(۱۱و۷)</sup> بنابراین می توان گفت که روند آلودگی در شهر تهران رو به افزایش است.

اما بر خلاف نتایج مذکور، مطالعات شهرداری نشان می دهد که در سال ۱۳۸۷ تنها ۶۰ روز از سال کیفیت هوای شهر تهران از لحاظ توصیفی در وضعیت غیربهداشتی و بسیار غیربهداشتی قرار داشته است. شاید علت مغایرت به روش بررسی مربوط باشد، بدین صورت که در شهرداری کیفیت هوا را با توجه به شاخص هر یک از آلاینده ها در هر ایستگاه گزارش می کند. سپس برای بیان وضعیت کلی هوای شهر در یک روز، از شاخص PSI مربوط به هر آلاینده در همه ایستگاه ها میانگین گرفته و از بین میانگین آلاینده های مختلف، از شاخص ماکزیمم یعنی بالاترین PSI استفاده می کنند که در این روش با میانگین گیری از شاخص ها، شاخص تعدیل می شود و منتج به بروز چنین نتایجی می شود. بدین ترتیب روزهایی که کیفیت بهداشتی هوا در مرز خطرناک و بسیار غیربهداشتی قرار دارد، به درستی گزارش نمی شود.

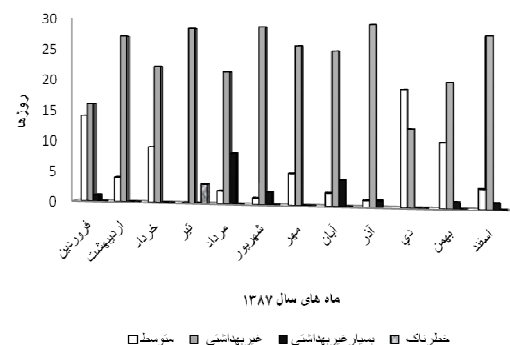
در شهر تهران در کلیه فصول سال ۱۳۸۷، به ترتیب آلاینده ازن و ذرات معلق بیشترین نقش را در تجاوز کیفیت هوا از سطح استاندارد (PSI >100) داشته اند. چنانچه در فصل بهار، ۵۳٪ از موارد ازن و در ۴۱٪ موارد ذرات معلق، در فصل تابستان در

جدول ۵. آزمون آماری t-test میانگین شاخص PSI در دو شهر تهران و اصفهان به تفکیک ماه

ماه	p-value	تفسیر
فروردین	۰/۱۳	اختلاف معنی دار نیست.
اردیبهشت	۰/۷۹۱	اختلاف معنی دار نیست.
خرداد	<۰/۰۰۰۱	اختلاف معنی دار است.
تیر	۰/۰۰۶	اختلاف معنی دار است.
مرداد	<۰/۰۰۰۱	اختلاف معنی دار است.
شهریور	۰/۰۰۱	اختلاف معنی دار است.
مهر	۰/۵۹۹	اختلاف معنی دار نیست.
آبان	۰/۲۴۸	اختلاف معنی دار نیست.
آذر	<۰/۰۰۰۱	اختلاف معنی دار است.
دی	<۰/۰۰۰۱	اختلاف معنی دار است.
بهمن	۰/۸۳۷	اختلاف معنی دار نیست.
اسفند	۰/۰۰۱	اختلاف معنی دار است.



نمودار ۳. کیفیت بهداشتی هوای شهر تهران در ماه های مختلف سال ۱۳۸۷



نمودار ۴. کیفیت بهداشتی هوای شهر اصفهان در ماه های مختلف سال ۱۳۸۷

به تفکیک ماه در جدول ۵ آمده است.

مقایسه کیفیت هوای دو شهر در سال ۱۳۸۷ نشان داد که کیفیت هوای تهران در ۳۲۳ روز و اصفهان در ۲۹۹ روز از سال در سطوح غیربهداشتی، بسیار غیربهداشتی و خطرناک قرار داشته است. بنابراین می‌توان گفت که کیفیت هوای دو شهر در سال ۱۳۸۷ بهداشتی نبوده و هوای دو شهر در وضعیت بسیار وخیمی از نظر حفظ سلامتی افراد جامعه، به خصوص گروه‌های حساس قرار دارد.

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که علی‌رغم فعالیت‌هایی از قبیل معاینه فنی خودرو، انژکتوری کردن خودروها، توسعه و گسترش حمل و نقل درون شهری و تغییر الگوی مصرف، کیفیت هوای شهرهای بزرگ بهبود چندانی نیافته است. همچنین آلودگی‌های ازن و ذرات معلق در حال افزایش بود که از دلایل افزایش ازن می‌توان به افزایش روز افزون هیدروکربن‌ها در هوا اشاره نمود؛ چنانچه غلظت هیدروکربن‌ها در بین آلاینده‌های مختلف هوای تهران به طور قابل توجهی بیش از غلظت این ترکیبات در سایر شهرهای جهان است. این ترکیبات مخاطرات جدی را متوجه سلامتی انسان می‌سازند که از جمله مهم‌ترین دلایل آن می‌توان به افزایش روزافزون خودروها به ناوگان حمل و نقل شهری و جایگاه‌های سوخت‌رسانی (تبخیر سوخت) اشاره نمود.<sup>(۱۷ و ۱۰)</sup>

با توجه به اینکه کیفیت هوا در شهرهای تهران و اصفهان در وضعیت بسیار وخیمی از نظر حفظ سلامتی افراد جامعه، به خصوص گروه‌های حساس مانند کودکان و افراد مسن، قرار دارد، این امر توجه هر چه بیشتر مسئولان، مدیران و برنامه‌ریزان را می‌طلبد. عدم توجه به وضعیت نامطلوب موجود، موجب افزایش روز افزون بیماری‌ها و مراجعه افراد به مراکز درمانی و در موارد حاد بستری شدن و حتی مرگ افراد حساس چون کودکان و افراد مسن و بیماران مستعد می‌شود و از طرفی باعث تعطیلی مراکز آموزشی، مراکز تولیدی و غیره می‌شود که خسارات اقتصادی زیادی را به جامعه تحمیل می‌کند.

هر چند در کشورها ممکن است آمار دقیقی از این موارد موجود نباشد، ولی مطالعات

۷۶٪ موارد ازن و در ۲۰٪ موارد ذرات معلق، در فصل پاییز در ۳۰٪ موارد ازن، در ۲۶٪ موارد ذرات معلق و در ۲۱٪ موارد منوکسیدکربن و نهایتاً در فصل زمستان در ۴۴٪ موارد ازن و در ۴۲٪ موارد منوکسیدکربن، آلاینده مسئول بود. در حالی که سایر مطالعات تنها منوکسیدکربن را به عنوان آلاینده مسئول معرفی کرده اند.<sup>(۷ و ۹-۱۱)</sup> تحقیقی که با عنوان "ارزیابی اثرات بهداشتی (مرگ‌های ناشی از بیماری‌های قلبی و تنفسی) منتسب به آلودگی هوای شهر تهران در سال ۱۳۸۵" انجام شد، نشان داد که غلظت ازن در طی سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ افزایش قابل توجهی داشته است. به طوری که بیشترین غلظت آلاینده ازن مربوط به شش ماه اول سال (به ویژه ماه‌های تیر و مرداد) بود. این تحقیق نیز روند رو به افزایش آلاینده ازن را نشان می‌دهد.<sup>(۱۶)</sup>

کیفیت هوا در شهر اصفهان در ۱۸٪ موارد متوسط بوده و روزهای با کیفیت خوب هوا نیز وجود نداشته است. از طرفی کیفیت هوای اصفهان در ۸۲٪ موارد از حد استاندارد ( $PSI > 100$ ) تجاوز کرده است که به ترتیب ۷۶٪ غیر بهداشتی، ۵٪ بسیار غیربهداشتی و ۱٪ خطرناک می‌باشد. از مطالعات سنوات گذشته مشخص شد که در سال ۱۳۷۹ فقط ۹٪ موارد از حد استاندارد تجاوز کرده بود<sup>(۸)</sup> که نشان می‌دهد در ۱۰ سال اخیر کیفیت هوای شهر اصفهان نسبت به چند سال گذشته بهبود چندانی نیافته است.

در شهر اصفهان در کلیه فصول سال، به ترتیب آلاینده منوکسیدکربن و ذرات معلق بیشترین نقش را در تجاوز کیفیت هوا از سطح استاندارد ( $PSI > 100$ ) داشته اند. چنانچه در فصل بهار، ۸۰٪ از موارد منوکسیدکربن و در ۲۰٪ موارد ذرات معلق، در فصل تابستان در ۶۰٪ موارد منوکسیدکربن و در ۴۰٪ موارد ذرات معلق، در فصل پاییز در ۶۹٪ موارد منوکسیدکربن، در ۳۱٪ موارد ذرات معلق و نهایتاً در فصل زمستان در ۴۷٪ موارد منوکسیدکربن، در ۵۱٪ موارد ذرات معلق و در ۲٪ موارد ازن آلاینده مسئول بود. در مطالعه چراغی نیز آلاینده مسئول منوکسیدکربن بود<sup>(۸)</sup> که با نتایج این تحقیق مطابقت می‌کند.



Babul University of Medical Sciences. 2005; 12: 3-9. (Persian)

4- Ardakani Sobhan S, Ismail Sari A, Cheraghi M, Tayebi L, Ghasempour M. Determine of Tehran air quality using the Air Quality Index in 1383. Journal of Environmental Science and Technology. 2006; 4: 33-8 (Persian).

5. Bayat R, Torkian A. Source Apportionment of Tehran's Air Pollution. Sharif University of Technology Department of Civil Engineering, MSc Thesis In Environmental Engineering, January 2005. (Persian)

6. Ghiaseddin M. Air pollution. 1st ed. Tehran: Tehran University; 1385.p.135-750.

7. Naddafi K, Heydari M, Hasanvand MS, Qaderpour M. The comparison of Tehran air quality in 1385 and 1386. 11th National Congress on Environmental Health (Zahedan); 2008. (Persian).

8- Khorasani N, Cheraghi M, Naddafi K. The comparison of Tehran and Isfahan air quality and some strategies are Suggested for its improvement in 1378. Journal of Natural Source of Iran. 2002; 55: 559-68. (Persian).

9. Naddafi K, Mousavi G. The comparison of Tehran air quality in 1376 and 1377. 3rd National Congress on Environmental Health (Kerman). 2000.p.47-50. (Persian)

10. Ardakani S, Ismail Sari A, Cheraghi M, Tayebi L, Ghasempour M. Determine of Tehran air quality using the Air Quality Index in 1383. Journal of Environmental Science and Technology; 2006. 4: 33-38. (Persian).

11. Ardakani S, Tayebi L, Sobhan Ardakani A, Cheraghi M. Determination of air quality and health in Tehran in 1385 using the Air Quality Index (AQI). 10th National Congress on Environmental Health (Hamedan). 2007.p.794-99. (Persian)

12. Air Quality Control Company (AQCC) [home page on the internet]. Seasonal reports on the Tehran air pollution. 2008. Available from: <http://www.aqcc.org>.

13. Environmental Protection Agency [database on the Internet]. National Ambient Air Quality Standards: The Criteria

اپیدمیولوژیک تاثیرات نامطلوب آلودگی هوا بر سلامتی انسان و افزایش بیماری‌های تنفسی، آسم، بیماری‌های مزمن ریوی، بیماری‌های قلبی-عروقی و سرطان ریه و حتی مرگ و میر را نشان داده اند.<sup>(۱۸)</sup> بنابراین به منظور جلوگیری از تخریب بیشتر محیط زیست و حفظ سلامت در برابر غلظت زیاد آلاینده‌های هوا، پیشنهاد می‌شود مدیریت کیفیت هوا در تمام مناطق شهری قسمتی از برنامه‌های توسعه و عمران شود. چنانچه اعمال سامانه‌های مدیریتی اعم از ارزیابی کیفیت هوا، ارزیابی خسارت زیست محیطی، ارزیابی گزینه‌های کاهش آلودگی هوا، تجزیه و تحلیل هزینه-اثر، انتخاب تدابیر کاهش آلاینده‌ها و راهبرد بهینه جهت کنترل آن‌ها، در کاهش آلاینده‌های هوا می‌تواند تاثیرهای سودمندی داشته باشد. همچنین اقداماتی نظیر معاینه فنی خودروها، گاز سوز و انژکتوری کردن آن‌ها، توسعه هر چه سریع‌تر وسایل نقلیه عمومی و بهره‌گیری از تکنولوژی‌های پاک در فعالیت‌های صنعتی می‌توانند در کاهش آلودگی هوای شهرها موثر باشند.

همچنین پیشنهاد می‌شود برای آن‌ها که برآورد بهتری از کیفیت بهداشتی هوای شهرها به دست آید، بهتر است تعداد ایستگاه‌های سنجش به خصوص در شهر اصفهان افزایش یافته و به صورت یکنواخت در سطح شهر مستقر گردد.<sup>(۱۹)</sup> از طرفی محدودیت‌های پژوهش مانند خرابی دستگاه‌ها در بعضی از ایستگاه‌ها و در روزهایی از سال وجود داشت.

### فهرست منابع

1. Klasner A, Smith S, Thompson M, Scalzo A. Carbon monoxide mass exposure in a pediatric population. Academic Emergency Medicine; 1998. 5: 992-96.

2. Joybari A, Hasanzade A. Determine of air pollution and assessment air quality in Isfahan. Isfahan: Isfahan University; 1387.p.44-55.

3. Nori K, Ziayi S. Effects of carbon monoxide due air pollution on fetal and cord pathology in pregnancy. Journal of

Pollutants, 1997. Available from: <http://www.epa.gov>.

14. Park T. Guideline for Reporting of Daily Air Quality – Pollutant Standards Index - (PSI). In: Office of Air Quality USEPA, editor. North Carolina: EPA; December 1998. Available from: <http://www.epa.gov/ttn/caaa/t1/memoranda/rprtguid.pdf>.

15. Air Quality Control Company (AQCC) [home page on the internet]. The measured raw data on concentrations of pollutants in 1387. 2008. Available from: <http://www.aqcc.org>.

16. Joneidi A, Seif A. To assess health impact (mortality due to cardio - pulmonary diseases) attributable to Tehran output air pollution (1385). Tehran: Iran university of medical sciences. 1387; p.66-99.

17. Emamyeh M, Forouzandeh K, Saghiri S. Technical examination of vehicles, fuel consumption reduction. Congress on fuel consumption in vehicle. 2002.p.233-47 (Persian).

18. Künzli N, Kaiser R, Medina S. Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment. *Lancet*; 2000. 356(9232) : 795-801.

19. Ashrafi K, Ghader S, Isfahanian V, Motesadi S. Determination of the stations of air pollution measurement in Tehran. *Environmental Study* 2007.p.1-10. (Persian)



## A comparative study of health quality of air in Tehran and Isfahan; 2008-2009

**Somayeh Golbaz, MSc** Student of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. Email: golbazz@yahoo.com

**\*Ahmad Jonidi Jafari, PhD.** Associate Professor of Environmental Health, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran (\*Corresponding author). Email: ahmad\_jonidi@yahoo.com

### Abstract

**Background:** Air pollution is one of the most important problems in industrial cities and has affect on the lives of all people. In order to set the control programs, air pollution monitoring and determination of air quality are necessary. The aim of this study was to compare health quality of air in Tehran and Isfahan cities.

**Methods:** This was a descriptive–analytic study. The moment concentrations of Tehran and Isfahan air pollutants was gathered through Direct reading method and referring to the Environmental protection organization, respectively. Then, Pollution Standard Index (PSI) was calculated based on the five criteria pollutants levels (O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> and CO) for Tehran and Isfahan cities through linear interpolation. Based on these levels and with regard to the National air quality standards for each pollutant air quality was categorized as good, moderate, unhealthy, very unhealthy and dangers in 2008-2009. Data were analyzed using t-test and SPSS software V.16.

**Results:** The results showed that in 2008-2009, with attention to Iran environmental protection organization standards, in 43 and 67 days, PSI was lower than 100 and in the other 323 and 299 days, PSI was higher than 100, respectively for Tehran and Isfahan. The critical pollutant was ozone and carbon monoxide in summer and carbon monoxide and Particulate Matter (PM<sub>10</sub>) in winter, respectively for Tehran and Isfahan. T-test between PSI mean of two cities showed a significant difference ( $p\text{-value} < 0.0001$ ).

**Conclusion:** The air quality of the two cities was unhealthy in 2008-2009 and was in the very “serious situation” with regard to public health, especially for sensitive groups.

**Keywords:** Air pollutants, Pollution Standard Index (PSI), Air Quality Index (AQI), Critical pollutant