

بررسی کیفیت بهداشتی هوای شهر ارومیه بر اساس شاخص AQI

دکتر حسن خرسندی^{۱*}، فهیم امینی تیوک^۲، حجت کارگر^۳، سعید موسوی مغانجوقی^۴

تاریخ دریافت: 1391/07/25 تاریخ پذیرش: 1391/09/26

چکیده

پیش زمینه و هدف: آلودگی هوا به عنوان یکی از پیامدهای توسعه شهرنشینی، علاوه بر تخریب محیط و ضررهای اقتصادی، سلامت انسان را با مخاطرات جدی روبرو نموده است. به طوری که سازمان جهانی بهداشت، تعداد مرگ و میر زودرس ناشی از آلودگی هوای شهری را بیش از ۱/۳ میلیون نفر در سال ۲۰۱۰ اعلام کرده است. پایش مداوم کیفیت هوا برای تعیین آلاینده‌ها و شناسایی منابع انتشار آن‌ها یکی از راهکارهای اساسی برای کنترل آلودگی هوا به شمار می‌رود. بر این اساس، هدف اصلی مطالعه حاضر، بررسی و ارزیابی کیفیت بهداشتی هوای شهر ارومیه و معرفی آلاینده‌های مسئول در سال ۱۳۹۰ می‌باشد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه از نوع توصیفی - تحلیلی مقطعی می‌باشد که طی آن غلظت لحظه‌ای آلاینده‌های هوا شامل منو اکسید کربن، دی اکسید گوگرد، دی اکسید نیتروژن و ذرات معلق، توسط آنالیزهای Enviro SA و Ecotec در ایستگاه‌های چهارگانه شهر ارومیه طی سال ۱۳۹۰ اندازه‌گیری شدند. شاخص کیفیت هوا (AQI) از طریق درون یابی بین غلظت‌های چهار آلاینده معیار، محاسبه شد و بر مبنای آن، کیفیت بهداشتی هوا در گروه‌های خوب، متوسط، غیربهداشتی برای گروه‌های حساس، غیربهداشتی، خیلی غیربهداشتی و خطرناک طبقه بندی گردید.

یافته‌ها: نتایج حاصل از شاخص کیفیت هوا حاکی از آن است که کیفیت بهداشتی هوای شهر ارومیه در ۳۳۴ روز از ۳۵۹ روز بررسی شده در سال ۱۳۹۰ در حد پاک و یا قابل قبول، ولی در ۲۵ روز از حد استاندارد تجاوز کرده است. بر این اساس، کیفیت هوا در ۱۷ روز غیر بهداشتی برای گروه‌های حساس، در ۳ روز به صورت غیر بهداشتی، در ۳ روز خیلی غیر بهداشتی و ۲ روز در رده خطرناک بود.

نتیجه گیری: ذرات معلق، دی اکسید گوگرد و منو اکسید کربن به ترتیب بیشترین سهم را به عنوان آلاینده مسئول آلودگی هوای شهر ارومیه در شرایط غیر استاندارد به عهده داشتند. ریزگردهای ورودی به شمال غرب کشور، بالا بودن سرانه خودرو، بروز پدیده اینورژن و استفاده از سوخت‌های فسیلی برای گرمایش، از عوامل اصلی آلودگی هوای ارومیه هستند. مدیریت مشترک با کشورهای همسایه شمال غربی برای کنترل ذرات در منبع انتشار، بهینه سازی سیستم حمل و نقل عمومی، رعایت استانداردهای زیست محیطی در مدیریت حمل و نقل درون شهری، فرهنگ سازی استفاده از عایق‌های حرارتی برای بهینه سازی مصرف انرژی، از مهم‌ترین راهکارهای پیشنهادی برای کنترل آلودگی هوای شهر ارومیه هستند.

کلید واژه‌ها: آلودگی هوا، شاخص کیفیت هوا، آلاینده مسئول، شهر ارومیه

مجله پزشکی ارومیه، دوره بیست و سوم، شماره هفتم، ص ۷۷۵-۷۶۷، ویژه‌نامه اسفند ۱۳۹۱

آدرس مکاتبه: ارومیه، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، دانشکده بهداشت، تلفن: ۰۴۴۱-۲۷۵۲۳۰۵

Email: Hassankhorsandi@yahoo.com

مقدمه

۱/۳ میلیون نفر در سال ۲۰۱۰ رسیده است که در این میان، ۶۵ درصد این مرگ و میرها به قاره آسیا اختصاص دارد (۵-۱). عقب ماندگی ذهنی کودکان، اختلالات تنفسی، حملات حاد قلبی، عوارض عصبی و بینایی، کم خونی، افزایش مرگ و میر ناشی از سکت‌های قلبی و مغزی، جهش‌های ژنی، سقط جنین، کاهش وزن نوزادان و ده‌ها بیماری دیگر به همراه انقراض گونه‌های

آلودگی هوا به عنوان یکی از پیامدهای توسعه شهرنشینی، افزایش فعالیت‌های صنعتی و مصرف فزاینده سوخت‌های فسیلی، علاوه بر تخریب محیط و ضررهای اقتصادی، جزء ۱۰ عامل مهم افزایش مرگ و میر در دنیا شناخته شده است. به طوری که میزان مرگ و میر ناشی از آن، از ۸۰۰ هزار نفر در سال ۲۰۰۰ به

^۱ استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه (نویسنده مسئول)

^۲ کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، مرکز آموزشی درمانی امام خمینی دانشگاه علوم پزشکی ارومیه

^۳ کارشناس بهداشت محیط، معاونت بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی ارومیه

^۴ کارشناس ارشد مهندسی محیط زیست، مرکز تحقیقات زیست محیطی آذربایجان غربی

معلق کوچک‌تر از ۱۰ میکرون (PM_{10})^۲ در ۹۵ درصد نمونه‌های بررسی شده، در حد استاندارد بود (۲۵).

معینی و همکاران با بررسی ارتباط بین آلاینده‌های استنشاقی دی‌اکسید نیتروژن (NO_2)، دی‌اکسید گوگرد (SO_2) و منواکسید کربن (CO) با عملکرد ریوی در دو شهر اراک و خمین نشان دادند که شاخص اسپیرومتری افراد سالم غیر سیگاری در اراک در مقایسه با گروه مشابه در خمین، با توجه به بالاتر بودن غلظت آلاینده‌های NO_2 ، SO_2 و CO در اراک، متفاوت می‌باشد. در شهر اراک، میزان پیش‌بینی شده ظرفیت حیاتی فعال با غلظت CO رابطه معکوس و معنی‌دار داشت (۲۶).

استان آذربایجان غربی در شمال غربی ایران قرار دارد که از شمال به کشورهای جمهوری آذربایجان و ترکیه و از غرب به کشورهای ترکیه و عراق محدود بوده و عمدتاً تحت تاثیر جریان‌های هوایی مرطوب اقیانوس اطلس و مدیترانه قرار می‌گیرد. میانگین سالیانه بارندگی، دما و رطوبت نسبی استان به ترتیب ۱۹۴/۹ میلی‌متر، ۱۱/۸ درجه سانتی‌گراد و ۵۶ درصد می‌باشد (۲۷). با توجه به موقعیت جغرافیایی و اقلیمی و به دلیل عدم کنترل ذرات در کشورهای همسایه، ریزگردها در طی سال‌های اخیر از اواسط بهار تا اواخر پاییز، روند آلودگی هوا در شهر ارومیه را سرعت داده‌اند. از طرفی در این شهر به ازای هر هزار نفر جمعیت، قریب به ۳۰۰ خودرو وجود دارد که حدود ۱/۵ برابر متوسط کشوری می‌باشد (۲۸). بنابراین، خودروها نیز یکی دیگر از عوامل آلودگی هوای شهر ارومیه می‌باشند که در موقع همراه شدن با وارونگی هوا، آثار ملموس‌تری را ایجاد می‌نمایند. البته، توسعه‌ی بدون ملاحظات زیست‌محیطی در راستای افزایش بی‌رویه جمعیت شهر ارومیه از ۱۶۴۴۱۹ نفر در سال ۱۳۵۵ به ۶۸۰۲۸۸ نفر در سال ۱۳۹۰ (۲۹)، به عنوان عامل اصلی تهدید کننده‌ی کیفیت هوای شهر ارومیه می‌باشد.

پایش مداوم کیفیت هوا برای تعیین آلاینده‌ها و کنترل منابع انتشار آن‌ها یکی از راهکارهای مقبول برای مدیران و برنامه‌ریزان شهری است. بر این اساس، هدف اصلی مطالعه‌ی حاضر بررسی و ارزیابی کیفیت بهداشتی هوای شهر ارومیه و معرفی آلاینده‌های مسئول در فصول مختلف سال ۱۳۹۰ می‌باشد.

مواد و روش کار

این مطالعه از نوع توصیفی - تحلیلی مقطعی می‌باشد که طی آن غلظت لحظه‌ای آلاینده‌های هوا شامل CO ، SO_2 ، NO_2 و

گیاهی و جانوری و صدمات اقتصادی و فرهنگی به عنوان عوارض هراس‌انگیز آلودگی هوای شهرها توسط محققین متعددی مورد تأیید قرار گرفته‌اند (۱۷-۶). امروزه حیات بیش از یک میلیارد نفر از مردم جهان به دلیل آلودگی هوای شهری مورد تهدید واقع شده است. برآوردهای انجام شده توسط بانک جهانی نشان می‌دهد که هزینه سالیانه‌ی ضررهای مستقیم و غیر مستقیم آلودگی هوا در کشورهای در حال توسعه، تا ۵ درصد تولید ناخالص ملی می‌رسد (۱).

کریم زادگان و همکاران، هزینه آسیب‌های سلامت ناشی از افزایش یک واحدی ذرات معلق، منواکسید کربن، اکسیدهای ازت و دی‌اکسید گوگرد را در سال ۱۳۸۱ در شهر تهران به ترتیب ۱۶۲۲۴، ۲۸۸۱۶، ۱۹۲۷ و ۷۷۳۹ دلار برآورد کرده‌اند (۱۸).

یکی از اقدامات مهم و مؤثر بر کنترل کیفیت هوا، تعیین میزان واقعی آلاینده‌ها و توصیف کیفیت هوا در مقایسه با شرایط استاندارد و اطلاع‌رسانی به موقع به مردم است. بدین منظور می‌توان از شاخص‌هایی مانند شاخص کیفیت هوا (AQI)^۱ استفاده کرده و بر پایه نتایج حاصله، ضمن اطلاع‌رسانی صحیح به مردم، اقدامات پیشگیرانه را در حالت‌های کیفیت نامطلوب هوا وضع نمود (۲۰، ۱۹).

طبق گزارش دپارتمان محیط زیست وزارت منابع ملی و محیط زیست مالزی، بر اساس شاخص آلودگی هوا، کیفیت هوای شهرهای مختلف مالزی، به طور متوسط در ۹۸/۳ درصد روزهای سال ۲۰۰۹، در شرایط استاندارد بود (۲۱).

بر اساس شاخص اختصاصی کیفیت هوا در هند، در مناطق صنعتی، تجاری و مسکونی شهر دهلی به ترتیب در ۸۵، ۹۰ و ۸۰ درصد روزهای سال ۲۰۰۹، کیفیت هوا در مورد ذرات معلق، غیراستاندارد بود (۲۲).

نتایج بررسی کیفیت هوای استانبول نشان می‌دهد که غلظت دی‌اکسید گوگرد و منواکسید کربن در محدوده‌ی سال‌های ۲۰۰۲ الی ۲۰۱۰ با روند کاهشی همراه بوده ولی غلظت اکسیدهای نیتروژن توأم با نوسان بود. در این مدت غلظت‌های هر سه گاز مذکور، در شرایط استاندارد قرار داشتند (۲۳).

گل باز و جنیدی جعفری در سال ۱۳۸۷ با بررسی مقایسه‌ی شاخص کیفیت بهداشتی هوا در شهرهای تهران و اصفهان مشخص کردند که کیفیت هوای این شهرها به ترتیب در ۳۲۳ و ۲۹۹ روز، با AQI بزرگ‌تر از ۱۰۰، غیر استاندارد بود (۲۰، ۲۴).

عزیزی فر و همکاران با بررسی شاخص کیفیت برای ذرات معلق هوای شهر قم در سال ۱۳۸۶ نشان دادند که غلظت ذرات

^۲ Particulate matter

^۱ Air Quality Index

PM₁₀ طی سال ۱۳۹۰ در چهار ایستگاه توصیف شده در جدول ۱، توسط آنالیزهای Enviro SA و Ecotec ثبت گردید.

جدول شماره (۱): مشخصات ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوای ارومیه

| ایستگاه | | | | مشخصات |
|--|--|--|--|----------------------|
| شماره ۱ | شماره ۲ | شماره ۳ | شماره ۴ | |
| بلوار باهنر | جنب پل شهر چای | سیار | فلکه آذربایجان | محل استقرار |
| 37° 32' 18.1" | 37° 33' 15.2" | - | 37° 33' 32.4" | موقعیت جغرافیایی |
| 45° 06' 43.2" | 45° 02' 49.3" | - | 45° 03' 07.2" | |
| ۱۳۶۳ متر | ۱۳۶۱ متر | - | ۱۳۶۰ متر | ارتفاع از سطح دریا |
| Enviro SA | Enviro SA | Ecotec | Enviro SA | دستگاه آنالیز کننده |
| CO, SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ | CO, SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ | CO, SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ | CO, SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ | پارامترهای مورد سنجش |

ایستگاه، مقدار زیر شاخص روزانه برای همه‌ی آلاینده‌های معیار، با استفاده از جدول ۲ و رابطه ۱ تعیین گردیده و بالاترین مقدار از بین زیر شاخص‌های کل ایستگاهها به عنوان شاخص نهایی و آلاینده‌ای که نشانگر بالاترین زیر شاخص بود به عنوان آلاینده مسئول شهر معرفی گردید (۳۰، ۲۰، ۱۹).

بر مبنای شاخص AQI، کیفیت بهداشتی هوا در ۶ گروه خوب، متوسط، غیر بهداشتی برای گروه‌های حساس، غیر بهداشتی، بسیار غیر بهداشتی و خطرناک طبقه بندی می‌شود و هر گروه با رنگ خاص، نماینده یک سطح متفاوت از اثرات آلودگی هوا بر سلامتی است (۳۰، ۲۰، ۱۹).

اطلاعات حاصله از ایستگاه‌ها با توجه به جدول استانداردهای ملی کیفیت هوای آزاد و شاخص کیفیت هوا، به غلظت میانگین زمانی معیار تبدیل گردیدند. در این استانداردها، برای منواکسید کربن از ماکزیمم غلظت ۸ ساعته، برای دی اکسید نیتروژن از ماکزیمم غلظت ۱ ساعته و برای ذرات معلق و دی اکسید گوگرد از متوسط غلظت ۲۴ ساعته استفاده شده است. جهت پایش غلظت گاز CO در طول ۲۴ ساعت، سه بار میانگین غلظت ۸ ساعته محاسبه و از بین آن‌ها غلظت بیشینه انتخاب و در جهت تبدیل به شاخص کیفیت هوا استفاده شد. برای سایر آلاینده‌ها نیز براساس معیار میانگین زمانی مربوطه از روش مشابه استفاده گردید. در هر

جدول شماره (۲): طبقه بندی کیفیت هوا بر اساس شاخص AQI (۳۲، ۲۰)

| نقاط شکست | | | | | | | AQI | طبقه بندی کیفیت هوا |
|----------------------|----------------------|--|---------------------------------------|-----------|-----------------------|-----------------------|---------|--------------------------------|
| O ₃ (ppm) | O ₃ (ppm) | PM _{2.5} (μg/m ³) | PM ₁₀ (μg/m ³) | CO(ppm) | SO ₂ (ppm) | NO ₂ (ppm) | | |
| ۰-۰/۰۵۹ | - | ۰-۱۵/۴ | ۰-۵۴ | ۰-۴/۴ | ۰-۰/۰۲۴ | ۰-۰/۰۵۳ | ۰-۵۰ | خوب |
| ۰/۰۶-۰/۰۷۵ | - | ۱۵/۵-۳۵/۰ | ۵۵-۱۵۴ | ۴/۵-۹/۴ | ۰/۰۳۵-۰/۱۴۴ | ۰/۰۵۴-۰/۰۱ | ۵۱-۱۰۰ | متوسط |
| ۰/۰۷۶-۰/۰۹۵ | ۰/۱۲۵-۰/۱۶۴ | ۳۵/۱-۶۵/۴ | ۱۵۵-۲۵۴ | ۹/۵-۱۲/۴ | ۰/۱۴۵-۰/۲۲۴ | ۰/۱۰۰-۰/۳۶۰ | ۱۰۱-۱۵۰ | غیر بهداشتی برای گروه‌های حساس |
| ۰/۰۹۶-۰/۱۱۵ | ۰/۱۶۵-۰/۲۰۴ | ۶۵/۵-۱۵۰/۴ | ۲۵۵-۳۵۴ | ۱۲/۵-۱۵/۴ | ۰/۲۲۵-۰/۳۰۴ | ۰/۳۶۱-۰/۶۴۰ | ۱۵۱-۲۰۰ | غیر بهداشتی |
| ۰/۱۱۶-۰/۳۷۴ | ۰/۲۰۵-۰/۴۰۴ | ۱۵۰/۵-۲۵۰/۴ | ۳۵۵-۴۲۴ | ۱۵/۵-۳۰/۴ | ۰/۳۰۵-۰/۶۰۴ | ۰/۶۵-۱/۲۴۰ | ۲۰۱-۳۰۰ | خیلی غیر بهداشتی |
| براساس از ۱ ساعته ب | ۰/۴۰۵-۰/۵۰۴ | ۲۵۰/۵-۳۵۰/۴ | ۴۲۵-۵۰۴ | ۳۰/۵-۴۰/۴ | ۰/۶۰۵-۰/۸۰۴ | ۱/۲۵-۱/۶۴ | ۳۰۱-۴۰۰ | خطرناک |
| براساس از ۱ ساعته ب | ۰/۵۰۵-۰/۶۰۴ | ۳۵۰/۵-۵۰۰/۴ | ۵۰۵-۶۰۴ | ۴۰/۵-۵۰/۴ | ۰/۸۰۵-۱/۰۰۴ | ۱/۶۵-۲/۰۴ | ۴۰۱-۵۰۰ | |

نتایج حاصل از شاخص کیفیت هوا مطابق جدول ۳، حاکی از آن است که از ۳۵۹ روز بررسی شده در سال ۱۳۹۰، ۲۵ روز کیفیت هوا در شهر ارومیه از حد استاندارد تجاوز کرده است ($AQI > 100$). بر این اساس، کیفیت هوا در ۱۷ روز غیربهداشتی برای گروه‌های حساس، در سه روز غیربهداشتی، در ۳ روز خیلی غیربهداشتی و ۲ روز در رده خطرناک بود.

با توجه به جدول ۴، در روزهایی که شاخص کیفیت هوا از حد استاندارد فراتر رفته ($AQI > 100$)، PM_{10} ، SO_2 و CO به ترتیب در ۱۴، ۶ و ۵ روز به عنوان آلاینده‌های مسئول در آلودگی هوای شهر ارومیه بودند. در شرایط خارج از استاندارد، آلاینده مسئول در ماه‌های فروردین، اردیبهشت، خرداد و تیر، فقط PM_{10} بوده لکن در ماه‌های آذر، دی و بهمن، PM_{10} نقش کمتری داشته و در مقابل، SO_2 و CO به عنوان بیشترین آلاینده‌های مسئول شناسایی شدند.

نتایج این مطالعه مطابق جدول ۳ نشان داد که ماه‌های مرداد، شهریور، مهر و آبان با شاخص کیفیت هوای کوچک‌تر از ۱۰۰ وضعیت سالم‌تری نسبت به سایر ماه‌ها داشتند. با عنایت به جدول ۵ و نمودار ۱، با در نظر گرفتن تمامی طبقه بندی‌های کیفی هوا در سال ۱۳۹۰، ذرات معلق، دی اکسید گوگرد، منو اکسید کربن و دی اکسید نیتروژن به ترتیب بیشترین سهم را به عنوان آلاینده مسئول بعهده داشتند.

پارامترهای مندرج در جدول ۲ که نقاط شکست برای AQI را نشان می‌دهد از رابطه ۱ بدست می‌آیند (۳۲، ۲۰):

$$I_P = \frac{I_{HI} - I_{LO}}{BP_{HI} - BP_{LO}} (C_P - BP_{HI}) + I_{LO} \quad \text{رابطه ۱}$$

I_P = شاخص کیفیت هوا برای آلاینده‌ی P

C_P = غلظت اندازه گیری شده برای آلاینده‌ی P

BP_{HI} = نقطه شکستی که طبق جدول ۲، بزرگ‌تر یا مساوی

C_P است

BP_{LO} = نقطه شکستی که طبق جدول ۲، کوچک‌تر یا

مساوی C_P است

I_{HI} = مقدار AQI منطبق با BP_{HI} طبق جدول ۲

I_{LO} = مقدار AQI منطبق با BP_{LO} طبق جدول ۲

در نهایت، تحلیل وضعیت سالیانه‌ی کیفیت بهداشتی هوای شهر ارومیه، بر اساس محاسبات روزانه‌ی شاخص کیفیت هوا، از طریق نرم افزار Excel انجام شد. دستگاه‌های مستقر در ایستگاه‌ها، برای بررسی صحت کارکرد، مطابق راهنمای اختصاصی و روش‌های استاندارد، به صورت ادواری کالیبره شدند و در صورت ایجاد مشکلات فنی در برخی دستگاه‌ها، شاخص AQI کلی، بر اساس بقیه‌ی دستگاه‌های سالم، محاسبه گردید.

یافته‌ها

جدول شماره (۳): توزیع طبقه بندی کیفیت بهداشتی هوای شهر ارومیه در سال ۱۳۹۰ بر حسب روز

| AQI سطوح | | | | | | |
|-----------|-------------|-----------------|--|-----------------------|----------------------------|-------------------|
| ماه | خوب ۰-۵۰ | متوسط ۵۱-۱۰۰ | غیربهداشتی برای گروه‌های حساس ۱۰۱-۱۵۰ | غیربهداشتی ۱۵۱-۲۰۰ | خیلی غیربهداشتی ۲۰۱-۳۰۰ | خطرناک ۳۰۱-۵۰۰ |
| فروردین | ۲ | ۲۳ | ۴ | ۱ | ۰ | ۱ |
| اردیبهشت | ۰ | ۲۷ | ۳ | ۰ | ۰ | ۱ |
| خرداد | ۰ | ۳۰ | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ |
| تیر | ۱ | ۲۹ | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ |
| مرداد | ۰ | ۳۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| شهریور | ۲ | ۲۹ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| مهر | ۲ | ۲۸ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| آبان | ۲ | ۲۸ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| آذر | ۲ | ۲۷ | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ |
| دی | ۰ | ۲۵ | ۱ | ۱ | ۳ | ۰ |
| بهمن* | ۰ | ۱۷ | ۷ | ۰ | ۰ | ۰ |
| اسفند | ۱۳ | ۱۶ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| جمع (روز) | ۲۴ | ۳۱۰ | ۱۷ | ۳ | ۳ | ۲ |

* در بقیه ایام این ماه، غلظت آلاینده‌ها مورد سنجش قرار نگرفته‌اند.

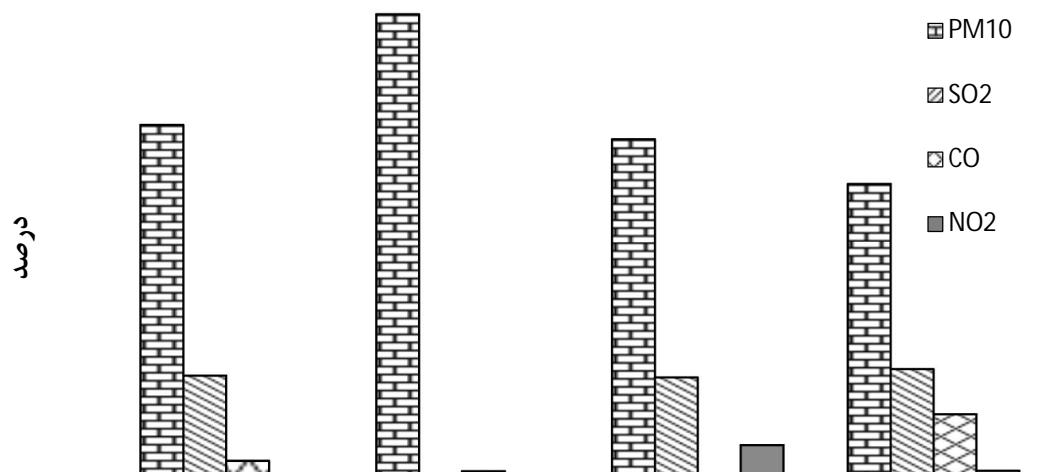
جدول شماره (۴): نوع آلاینده مسئول به تفکیک ماه و بر حسب روز در شرایط $AQI > 100$

| ماه | آلاینده مسئول | | | |
|------------------------------|---------------|-----|-----|----|
| | PM10 | SO2 | NO2 | CO |
| فروردین | ۶ | ۰ | ۰ | ۰ |
| اردیبهشت | ۴ | ۰ | ۰ | ۰ |
| خرداد | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ |
| تیر | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ |
| مرداد | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| شهریور | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| مهر | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| آبان | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| آذر | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ |
| دی | ۰ | ۰ | ۰ | ۵ |
| بهمن | ۱ | ۶ | ۰ | ۰ |
| اسفند | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| جمع (روز) | ۱۴ | ۶ | ۰ | ۵ |
| درصد توزیع آلاینده مسئول (%) | ۵۶ | ۲۴ | ۰ | ۲۰ |

جدول شماره (۵): آلاینده مسئول به تفکیک ماه و بر حسب روز در کلیه شرایط کیفی ($AQI=0-500$)

| ماه | آلاینده مسئول | | | |
|-----------|---------------|-----|-----|----|
| | PM10 | SO2 | NO2 | CO |
| فروردین | ۲۰ | ۱۱ | ۰ | ۰ |
| اردیبهشت | ۲۴ | ۴ | ۰ | ۳ |
| خرداد | ۲۶ | ۵ | ۰ | ۰ |
| تیر | ۳۱ | ۰ | ۰ | ۰ |
| مرداد | ۳۱ | ۰ | ۰ | ۰ |
| شهریور | ۳۰ | ۰ | ۰ | ۱ |
| مهر | ۲۴ | ۴ | ۲ | ۰ |
| آبان | ۱۳ | ۱۴ | ۳ | ۰ |
| آذر | ۲۸ | ۱ | ۱ | ۰ |
| دی | ۲۴ | ۰ | ۰ | ۶ |
| بهمن* | ۴ | ۱۹ | ۱ | ۰ |
| اسفند | ۲۴ | ۰ | ۰ | ۵ |
| جمع (روز) | ۲۷۹ | ۵۸ | ۷ | ۱۵ |

* در بقیه ایام این ماه، غلظت آلاینده‌ها مورد سنجش قرار نگرفته‌اند.



نمودار شماره (۱): توزیع آلاینده‌های مسئول هوای شهر ارومیه در فصول مختلف سال ۱۳۹۰ در شرایط AQI=0-500

بحث

گل باز و همکاران، با مقایسه کیفیت بهداشتی هوای شهرهای تهران و اصفهان در سال ۱۳۸۷ نشان دادند که کیفیت هوای شهر تهران در ۸۸ درصد روزهای سال از حد استاندارد تجاوز نموده و با عنایت به شاخص AQI، کیفیت هوا در ۶۱ درصد روزها در وضعیت غیر بهداشتی و در ۲۷ درصد در وضعیت خیلی غیر بهداشتی بود. از آن، PM_{10} ، منو اکسید کربن، دی اکسید نیتروژن و دی اکسید گوگرد به ترتیب در ۵۲، ۲۴، ۱۴، ۶ و ۴ درصد روزهای با هوای غیر استاندارد، به عنوان آلاینده مسئول شهر تهران بودند. برابر مطالعه مذکور، کیفیت هوای شهر اصفهان در ۸۲ درصد روزهای سال از حد استاندارد تجاوز نموده و با عنایت به شاخص AQI، کیفیت هوا در ۷۶ درصد روزها در وضعیت غیر بهداشتی، ۵ درصد در وضعیت خیلی غیر بهداشتی و ۱ درصد در وضعیت خطرناک بود. منو اکسید کربن و PM_{10} به ترتیب در ۵۱، ۴۹ درصد ایام دارای هوای غیر استاندارد، به عنوان آلاینده مسئول بودند. خودروها و صنایع به عنوان منابع اصلی انتشار آلاینده‌های هوا در شهرهای مذکور اعلام شده‌اند (۲۰، ۲۴).

اختلاف قابل توجه در نتایج کیفیت بهداشتی هوای شهرهای تهران و اصفهان با شهر ارومیه، به دلیل تفاوت توسعه یافتگی، تعداد کل خودروها، نوع و میزان صنایع و شرایط جغرافیایی می‌باشد.

بررسی کیفیت هوا در مالزی نشان داد که در ۵۵/۶ درصد روزهای سال ۲۰۰۹، کیفیت هوا در رده خوب، ۴۳ درصد در رده متوسط و ۱/۴ درصد در رده غیر بهداشتی بود. غیر بهداشتی بودن کیفیت هوای مالزی در روزهای معدودی از سال، به دلیل آتش

نتایج حاصله از این مطالعه نشان داد که در ۲۴ روز از ۳۵۹ روز بررسی شده در سال ۱۳۹۰، شاخص کیفیت هوا در شهر ارومیه در محدوده ۵۰-۰ بود. در این شرایط کیفیت هوا رضایت بخش بوده و دارای ریسک سلامتی ناچیز یا فاقد ریسک سلامتی است. در ۳۱۰ روز، شاخص کیفیت هوا در محدوده ۱۰۰-۵۱ بود که کیفیت هوا در این شرایط قابل قبول بوده اما ممکن است برای تعداد بسیار کمی از افراد، ملاحظات بهداشتی خاصی مدنظر قرار گیرد. در این شرایط افرادی که نسبت به ذرات معلق و دی اکسید نیتروژن حساسیت ویژه‌ای دارند ممکن است علائم تنفسی مربوطه را بروز دهند. در طبقه بندی کیفیت هوا بر اساس شاخص AQI، این وضعیت با رنگ زرد نشان داده می‌شود و به آن وضعیت سالم اطلاق می‌شود. در ۲۵ روز، شاخص کیفیت هوا بالاتر از ۱۰۰ بوده و از حد استاندارد تجاوز نموده است. بر این اساس، کیفیت هوا در ۱۷ روز برای گروه‌های حساس، غیر بهداشتی بوده و در ۳ روز به صورت غیر بهداشتی، در ۳ روز خیلی غیر بهداشتی و ۲ روز در رده خطرناک بود.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که PM_{10} ، SO_2 و CO به ترتیب در ۵۶، ۲۴ و ۲۰ درصد روزهای با هوای غیر استاندارد ($AQI > 100$)، به عنوان آلاینده‌های مسئول در ایجاد آلودگی هوای شهر ارومیه بودند. ریزگردهای ورودی به شمال غرب کشور (۳۱)، بالا بودن سرانه خودرو (۲۸)، بروز پدیده اینورژن و استفاده از سوخت‌های فسیلی برای گرمایش (۳۲)، از عوامل اصلی انتقال و انتشار آلاینده‌های مذکور در هوای شهر ارومیه هستند.

در لیتر)، نقش ویژه‌ی خودروها را در انتشار منواکسید کربن نشان دادند (۳۵).

مقایسه نتایج مطالعات انجام یافته، با یافته‌های حاصله از بررسی حاضر، مؤید نقش ویژه PM_{10} به عنوان آلاینده مسئول در شرایط غیراستاندارد بوده و در مقایسه با شهرهای توسعه یافته و صنعتی کشور، وسایل نقلیه و فعالیت‌های صنعتی در کیفیت هوای شهر ارومیه از تأثیر کمتری برخوردار می‌باشند. مقایسه‌ی کیفیت بهداشتی هوای شهرهای استانبول، کولامپور و اصفهان با کیفیت هوای ارومیه، نشانگر تأثیر ارزنده‌ی رویکردهای زیست محیطی در کنترل آلاینده‌های منتشره از حمل و نقل و صنایع می‌باشد.

نتیجه‌گیری

کیفیت بهداشتی هوای شهر ارومیه در ۳۳۴ روز از سال ۱۳۹۰ در حد پاک و یا قابل قبول و در ۲۵ روز با $AQI > 100$ ، غیر استاندارد بود. در چهار ماه اول سال، PM_{10} به عنوان تنها آلاینده‌ی مسئول آلودگی هوای شهر ارومیه در شرایط غیر استاندارد بود. اما در ماه‌های سرد، علاوه بر آن، منواکسید کربن و دی‌اکسید گوگرد نیز به عنوان آلاینده‌های مسئول شناخته شدند. ریزگردهای ورودی به شمال غرب کشور، بالا بودن سرانه خودرو، بروز پدیده اینورژن و استفاده از سوخت‌های فسیلی برای گرمایش، از عوامل اصلی آلودگی هوای ارومیه هستند. مدیریت مشترک با کشورهای همسایه‌ی شمال غربی برای کنترل ذرات در منبع انتشار، بهینه‌سازی سیستم حمل و نقل عمومی، رعایت استانداردهای زیست محیطی در مدیریت حمل و نقل درون شهری، فرهنگ‌سازی استفاده از عایق‌های حرارتی برای بهینه‌سازی مصرف انرژی، از مهم‌ترین راهکارهای پیشنهادی برای کنترل آلودگی هوای شهر ارومیه هستند.

تشکر و قدردانی

از زحمات اداره کل محیط زیست استان آذربایجان غربی در ثبت اطلاعات اولیه، صمیمانه سپاسگزاری می‌گردد.

سوزی زمین‌های ذغال سنگی و آلودگی‌های فرامرزی اتفاق افتاده است. در کوالامپور با جمعیت ۱/۸ میلیون نفر، کیفیت هوا در ۷۱ روز از سال ۲۰۰۹ در شرایط خوب، ۲۷۰ روز در شرایط متوسط و ۲۴ روز در شرایط غیر بهداشتی بود. وجود جنگل‌های فراوان، آب و هوای گرم و بارانی، بالا بودن استانداردهای ناوگان حمل و نقل شهری و انتقال بخش‌ی اداری به شهر جدید پوتراجایا از عوامل مؤثر بر کیفیت بهداشتی هوا در کوالامپور هستند (۲۱).

بررسی کیفیت هوا در سال ۲۰۰۸ در کشورهای عربی نشان داد که حدود ۸۰ درصد از کل هیدروکربن‌ها، ۹۰ درصد از کل منواکسید کربن، ۳۷ درصد از کل اکسیدهای نیتروژن، ۱۰ درصد از کل ذرات و ۵ درصد از کل دی‌اکسید گوگرد منتشره به هوا در کشورهای عربی، توسط سیستم حمل و نقل ایجاد شده‌اند (۱).

بررسی کیفیت هوا در سال ۲۰۰۹ در استانبول نشان داد که غلظت گازهای CO ، SO_2 و NO_x در تمام طول سال در حد استاندارد بوده و ۸۹ درصد کل NO_x ، ۶۹ درصد کل CO ، ۲۰ درصد کل PM_{10} و ۱ درصد کل SO_2 منتشره به هوا توسط وسایل نقلیه تولید شده‌اند. همچنین ۸۳ درصد کل SO_2 توسط صنایع و ۵۱ درصد کل PM_{10} از طریق گرمایش خانگی، به هوا منتشر شده‌اند. علیرغم اینکه نسبت تعداد خودرو به ازای هر ۱۰۰۰ نفر در استانبول، بیش از ۲۰۰ دستگاه می‌باشد، تلاش برای ارتقاء سطح آگاهی جامعه در مورد تکنیک‌های رانندگی سازگار با محیط زیست، استفاده از مبدل‌های کاتالیزوری برای کنترل انتشار گازهای خروجی از خودروها، بکارگیری خودرو و سوخت‌های سازگار با محیط و ارتقاء ایمنی، رفاه و سرعت در حمل و نقل عمومی، گسترش کاربرد عایق‌های حرارتی در ساختمان‌ها برای کاهش مصرف سوخت باعث کنترل موفقیت‌آمیز کیفیت هوا در این شهر شده‌اند (۲۳، ۳۳، ۳۴).

حیدرئزاد و همکاران با بررسی یک ساله غلظت منواکسید کربن در شهر تبریز، با ثبت ۱۰۵ میلی گرم در لیتر به عنوان بیشترین غلظت منواکسید کربن در محدوده ایستگاه اتوبوس‌ها در مقایسه با میانگین یک ساله نقاط مختلف شهر (۱۵/۶ میلی گرم

References:

1. Chaaban FB. Air quality. In: Tolba MK and Saab NW, Editor Arab environment: future challenges. Beirut: Technical Publications and Environment & Development Magazine; 2008. P.45-62.
2. Larsen B. Cost assessment of environmental degradation in the Middle East and North Africa

region. Cairo: The Economic Research Forum (ERF); 2011. P. 8-9.

3. WHO training package for the health sector. Outdoor air pollution. WHO; 2008. P.6.
4. Wong CM. Public health and air pollution in Asia (PAPA): Coordinated studies of short term exposure to air pollution and dairy mortality in

- four cities. Boston: Health Effects Institute; 2010. P.377-80.
5. Hirota K. Comparative studies on vehicle related policies for air pollution reduction in ten Asian countries. *Sustainability* 2010; 2:145-62.
 6. Autrup H. Ambient air pollution and adverse health effects. *Proc Soc Behav Sci* 2010; 2:7333-8.
 7. Peled R. Air pollution exposure: who is at high risk? *Atmospheric Environ* 2011; 45:1781-5.
 8. Sarnat SE, Suh HH, Coull BA, Schwartz J, Stone PH, et al. Ambient particulate air pollution and cardiac arrhythmia in a panel of older adults in Steubenville, Ohio. *Occup Environ Med* 2006; 63:700-6.
 9. Dadvand P, Rankin J, Rushton S, Pless-Mulloli T. Ambient air pollution and congenital heart disease: a register-based study. *Environ Res* 2011; 111:435-41.
 10. Malerbi FK, Martins LC, Saldiva PHN, Braga ALF. Ambient levels of air pollution induce clinical worsening of blepharitis. *Environ Res* 2012; 112:199-203.
 11. Jalaludin BB, O'Toole BI, Leeder SR. Acute effects of urban ambient air pollution on respiratory symptoms, asthma medication use, and doctor visits for asthma in a cohort of Australian children. *Environ Res* 2004; 95:32-42.
 12. Dockery DW, Pope CA. Acute respiratory effects of particulate air pollution. *Ann Rev Public Health* 1994; 15:107-32.
 13. Maheswaran R, Haining RP, Brindley P, Cyrus J, Brunekreef B. Outdoor air pollution, mortality, and hospital admissions from coronary heart disease in Sheffield, UK: a small-area level ecological study. *Eur Heart J* 2005; 26:2543-49.
 14. Moridi M, Ziaei S, Kazemnejad A. The association between ambient particulate matters pollutant and spontaneous abortion of the first trimester of pregnancy in Tehran. *Yasuj Univ Med Sci J (YUMSJ)* 2011; 64:381-90.
 15. Peters A. Particulate matter and heart disease: evidence from epidemiological studies. *Toxicol Appl Pharmacol* 2005; 207:S477-82.
 16. Gouveia N, Fletcher T. Respiratory diseases in children and outdoor air pollution in Sao Paulo, Brazil: a time series analysis. *Occup Environ Med* 2000; 57:477-83. (Persian)
 17. Negi KS, Kandpal SD, Kukreti M. Epidemiological factors affecting low birth weight. *JK Science* 2006; 8(1):31-4.
 18. Karimzadegan H, Rahmatian M, Farhud DD, and Yunesian M. Economic valuation of air pollution health impacts in the Tehran area, Iran. *Iran J Public Health* 2008; 37(1):20-30.
 19. EPA. Air Quality Index (AQI) - A Guide to Air Quality and Your Health. U.S.A: EPA; 2009.
 20. Golbahar S, Farzadkia M, Kermani M. Assess air quality in Tehran in 2008, relying on air quality index. *Iran Occup Health* 2010; 6(4):59-65. (Persian)
 21. Malaysia Department of Environment (DOE). Malaysia environmental quality report. Pataling Jaya: DOE; 2009.
 22. Mamta P, Bassin JK. Analysis of ambient air quality using air quality index- a case study. *Int J Adv Engin Technol (IJAET)* 2010; 1(2):106-114.
 23. Ozcan HK. Long term variations of the atmospheric air pollutants in Istanbul city. *Int J Environ Res Public Health* 2012; 9:781-90.
 24. Gholbaz S, Joneidi-Jafari A. A comparative study of health quality of air in Tehran and Isfahan. *Razi J Med Sci* 2012; 18(84):38-46. (Persian)
 25. Azizifar M, Nadaffi K, Mohammadian M, Safdari M, Khazaei M. Air quality index and concentration of particulate matter with aerodynamic diameter of the air in Qom city. *Qom Univ Med Sci J* 2011; 5(2):59-64. (Persian)

26. Moini L, Fani A, Bakhtyar M, Rafiei R. Correlation between the concentration of air pollutants (CO, SO₂ and NO₂) and pulmonary function. *J Shahrekord Univ Med Sci* 2011; 13(1):27-35. (Persian)
27. Gasmati B, Manafi M, Dorostcar J, Karimi M, Cargar B. Western Azerbaijan province study. Tehran: Education Ministry; 2012. (Persian)
28. Industry world Newspaper. Every 5 people, a vehicle. *Tehran Industry World Newspaper* 2013; 8 (2229):7. (Persian)
29. Statistical Cnter of Iran. Population and Housing Census. Tehran: The Institute; 2012.
30. Environmental and Occupational Health Center and Air Pollution Research Center (APRC). A guide to calculation, determination and announcement of air quality index. Tehran: Ministry of Health and Medical Education; 2012. (persian)
31. Zolfaghari H, Masoumpour-Samakosh J, Shaygan-Mehr Sh, Ahmdi M. A synoptic investigation of dust storms in western regions of iran during 2005-2010. *Geog Environ Plan J* 2011; 43(3):17-34.
32. Ellis J. The effects of fossil-fuel subsidy reform: a review of modeling and empirical studies. Geneva: International Institute for Sustainable Development Global Subsidies Initiative; 2010.
33. Istanbul metropolitan municipality: Environmental protection and control department. Istanbul air quality strategy. Istanbul: Metropolitan Municipality; 2009.
34. Kanakidou M, Mihalopoulos N, Kindap T, Im U, Vrekoussis M, Gerasopoulos E, et al. Megacities as hot spots of air pollution in the East Mediterranean. *Atmospheric Environ* 2011; 45:1223-35.
35. Heidarnazhad H, Pirzeh A, Dastgiri S. Study of carbon monoxide (CO) level in ambient air of Tabriz streets. *Tanaffos* 2004; 3(10):47-52.