

بررسی کیفیت بهداشتی هوای شهر ارومیه بر اساس شاخص AQI

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

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۷/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۷/۲۶

چکیده

پیش زمینه و هدف: آلودگی هوای شهر ارومیه از پیامدهای توسعه شهر نشینی، علاوه بر تخریب محیط و ضررها 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 هوای شهر ارومیه و شناسایی منابع انتشار آنها یکی از راهکارهای اساسی برای کنترل آلودگی هوای شهر می‌رود.

مواد و روش‌ها: این مطالعه از نوع توصیفی - تحلیلی مقطعی می‌باشد که طی آن غلظت لحظه‌ای آلینده‌های هوای شامل منواکسید کربن، دی‌اکسید گوگرد، دی‌اکسید نیتروژن و ذرات معلق، توسط آنالیزرهای Ecotec Enviro SA در ایستگاه‌های چهارگانه شهر ارومیه طی سال ۱۳۹۰ اندازه گیری شدند. شاخص کیفیت هوای AQI) از طریق درون یابی بین غلظت‌های چهار آلینده معیار، محاسبه شد و بر مبنای آن، کیفیت بهداشتی هوای در گروه‌های خوب، متوسط، غیربهداشتی برای گروه‌های حساس، غیربهداشتی، خیلی غیربهداشتی و خطرناک طبقه بندی گردید.

یافته‌ها: نتایج حاصل از شاخص کیفیت هوای حاکی از آن است که کیفیت بهداشتی هوای شهر ارومیه در سال ۱۳۹۰ روز از ۳۳۴ روز از ۳۵۹ روز بررسی شده در حد پاک و یا قابل قبول، ولی در ۲۵ روز از حد استاندارد تجاوز کرده است. بر این اساس، کیفیت هوای 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، دی‌اکسید گوگرد و منواکسید کربن به ترتیب بیشترین سهم را به عنوان آلینده 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 همسایه‌ی 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 هوای شاخص کیفیت هوای آلینده مسئول، شهر ارومیه

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

آدرس مکاتبه: ارومیه، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، دانشکده بهداشت، تلفن: ۰۴۴۱-۲۷۸۲۳۰۵

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 (۱-۵). عقب ماندگی ذهنی کودکان، اختلالات تنفسی، حملات حاد قلبی، عوارض عصبی و بینایی، کم خونی، افزایش مرگ و میر ناشی از سکته‌های قلبی و مغزی، جهش‌های رُنی، سقط جنین، کاهش وزن نوزادان و دهه بیماری دیگر به همراه انقراض گونه‌های

آلودگی هوای شهر ناشی از پیامدهای توسعه شهر نشینی، افزایش فعالیت‌های صنعتی و مصرف فزاینده سوخت‌های فسیلی، علاوه بر تخریب محیط و ضررها 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 (تویستنده 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 $10 \mu\text{m}$ میکرون^۳ (PM_{10}) در ۹۵ درصد نمونه‌های بررسی شده، در حد استاندارد بود (۲۵).

معینی و همکاران با بررسی ارتباط بین آلاینده‌های استنشاقی دی اکسید نیتروژن (NO_2), دی اکسید 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 و 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 $194/9$ میلی متر، $11/8$ درجه سانتی گراد و 56 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 اوخر پاییز، روند آلودگی هوای شهر ارومیه را سرعت داده‌اند. از طرفی در این شهر به ازای هر هزار نفر جمعیت، قریب به 300 خودرو وجود دارد که حدود $1/5$ برابر متوسط کشوری می‌باشد (۲۸). بنابراین، خودروها نیز یکی دیگر از عوامل آلودگی هوای شهر ارومیه می‌باشند که در موقع همراه شدن با وارونگی هوای آثار ملموس‌تری را ایجاد می‌نمایند. البته، توسعه‌ی بدون ملاحظات زیست محیطی در راستای افزایش بی‌رویه جمعیت شهر ارومیه از 164419 نفر در سال 1355 به 880288 نفر در سال 1390 (۲۹)، به عنوان عامل اصلی تهدید کننده‌ی کیفیت هوای شهر ارومیه می‌باشد.

پایش مداوم کیفیت هوای 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 1390 می‌باشد.

مواد و روش کار

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

گیاهی و جانوری و خدمات اقتصادی و فرهنگی به عنوان عوارض هراس انگیز آلودگی هوای شهرها توسط محققین متعددی مورد تأیید قرار گرفته‌اند (۶-۱۷). 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 ضررها مستقیم و غیر مستقیم آلودگی هوای در کشورهای در حال توسعه، تا 5 درصد تولید ناخالص ملی می‌رسد (۱).

کریم زادگان و همکاران، هزینه آسیب‌های سلامت ناشی از افزایش یک واحدی ذرات معلق، منو اکسید کربن، اکسیدهای ازت و دی اکسید گوگرد را در سال 1381 در شهر تهران به ترتیب 1927 , 28816 , 7739 و 16224 دلار برآورد کرده‌اند (۱۸). یکی از اقدامات مهم و مؤثر بر کنترل کیفیت هوای تعیین میزان واقعی آلاینده‌ها و توصیف کیفیت هوای در مقایسه با شرایط استاندارد و اطلاع رسانی به موقع به مردم است. بدین منظور می‌توان از شاخص‌هایی مانند شاخص کیفیت هوای (AQI)^۱ استفاده کرده و بر پایه نتایج حاصله، ضمن اطلاع رسانی صحیح به مردم، اقدامات پیشگیرانه را در حالت‌های کیفیت نامطلوب‌های هوای وضع نمود (۱۹, ۲۰).

طبق گزارش دپارتمان محیط زیست وزارت منابع ملی و محیط زیست مالزی، بر اساس شاخص آلودگی هوای کیفیت هوای شهرهای مختلف مالزی، به طور متوسط در $98/3$ درصد روزهای سال ۹ ، در شرایط استاندارد بود (۲۱).

بر اساس شاخص اختصاصی کیفیت هوای در هند، در مناطق صنعتی، تجاری و مسکونی شهر دهلی به ترتیب در 90 , 85 و 80 درصد روزهای سال ۹ ، کیفیت هوای در مورد ذرات معلق، غیراستاندارد بود (۲۲).

نتایج بررسی کیفیت هوای استانبول نشان می‌دهد که غلظت دی اکسید گوگرد و منو اکسید کربن در محدوده‌ی سال‌های 2002 الی 2010 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 1387 با بررسی مقایسه‌ی شاخص کیفیت بهداشتی هوای در شهرهای تهران و اصفهان مشخص کردند که کیفیت هوای این شهرها به ترتیب در 323 و 299 روز، با AQI بزرگ‌تر از 100 ، غیر استاندارد بود (۲۴, ۲۰).

عزیزی فر و همکاران با بررسی شاخص کیفیت برای ذرات معلق هوای شهر قم در سال 1386 نشان دادند که غلظت ذرات

¹ Air Quality Index

² Particulate matter

توسط آنالیزرهای Enviro SA و Ecotec نسبت گردید.

PM₁₀ طی سال ۱۳۹۰ در چهار ایستگاه توصیف شده در جدول ۱،

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

ایستگاه				مشخصات
شماره ۴	شماره ۳	شماره ۲	شماره ۱	
فلکه آذربایجان	سیار	جنوب پل شهر چای	بلوار باهنر	محل استقرار
37° 33' 32.4"	-	37° 33' 15.2"	37° 32' 18.1"	موقعیت جغرافیایی
45° 03' 07.2"		45° 02' 49.3"	45° 06' 43.2"	
۱۳۶۰ متر	-	۱۳۶۱ متر	۱۳۶۳ متر	ارتفاع از سطح دریا
Enviro SA	Ecotec	Enviro SA	Enviro SA	دستگاه آنالیز کننده
CO SO ₂ NO ₂ PM10 و CO SO ₂ NO ₂ PM10				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 مستول شهر معرفی گردید (۲۰، ۲۱).
بر مبنای شاخص AQI، کیفیت بهداشتی هوا در ۶ گروه خوب، متوسط، غیر بهداشتی و خطرناک طبقه بندی 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 (۲۰، ۲۱).

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 میانگین 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 هوای اساس شاخص AQI (۲۰، ۲۱)

نقاط شکست							طبقه بندی کیفیت هوای	
O ₃ (ppm) ساعتی ۸	O ₃ (ppm) یک ساعته	PM _{2.5} (μg/m ³) ساعتی ۲۴	PM ₁₀ (μg/m ³) ساعتی ۲۴	CO(ppm) ساعتی ۸	SO ₂ (ppm) ساعتی ۲۴	NO ₂ (ppm) یک ساعته	AQI	
۰-۰/۰۵۹	-	۰-۱۵/۴	۰-۵۴	۰-۴/۴	۰-۰/۰۳۴	۰-۰/۰۵۳	۰-۵۰	خوب
۰/۰۶۰-۰/۰۷۵	-	۱۵/۵-۳۵/۰	۵۵-۱۵۴	۴/۵-۹/۴	۰/۰۳۵-۰/۱۴۴	۰/۰۵۴-۰/۱	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	۰/۱۰۱-۰/۳۶۰	۱۰۱-۱۵۰	غیر بهداشتی برای گروههای حساس
۰/۰۹۶-۰/۱۱۵	۰/۱۶۵-۰/۲۰۴	۶۵/۵-۱۵۰/۴	۲۵۵-۲۵۴	۱۲/۵-۱۵/۴	۰/۲۲۵-۰/۳۰۴	۰/۲۶۱-۰/۶۴۰	۱۵۱-۲۰۰	غیر بهداشتی
۰/۱۱۶-۰/۱۷۴	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 ازن ۱ ساعته ب براساس ازن ۱ ساعته ب	۰/۴۰۵-۰/۵۰۴	۲۵/۰-۳۵/۰/۰۴	۴۲۵-۵۰۴	۳/۰-۴۰/۰۴	۰/۶۰۵-۰/۸۰۴	۱/۲۵-۱/۶۴	۳۰۱-۴۰۰	
۰/۵۰۵-۰/۶۰۴	۳۵/۰-۵۰۰/۴	۵۰-۵-۶۰۴	۴۰/۰-۵۰/۴	۰/۸۰۵-۱/۰۰۴	۱/۶۵-۲/۰۴	۴۰۱-۵۰۰		خطرناک

نتایج حاصل از شاخص کیفیت هوای مطابق جدول ۳، حاکی از آن است که از ۳۵۹ روز برسی شده در سال ۱۳۹۰، ۲۵ روز کیفیت هوای در شهر ارومیه از حد استاندارد تجاوز کرده است ($AQI > 100$). بر این اساس، کیفیت هوای 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 هوای 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 فوریه، 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 هوای در سال ۱۳۹۰، ذرات معلق، دی اکسید گوگرد، منو اکسید کربن و دی اکسید نیتروژن به ترتیب بیشترین سهم را به عنوان آلاینده مسئول بعده داشتند.

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

$$I_P = \frac{I_{HI} - I_{LO}}{BP_{HI} - BP_{LO}} (C_p - BP_{HI}) + I_{LO}$$

I_P = شاخص کیفیت هوای برای آلاینده P

C_p = غلظت اندازه گیری شده برای آلاینده P

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

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 سالیانه کیفیت بهداشتی هوای شهر ارومیه، بر اساس محاسبات روزانه شاخص کیفیت هوای 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 بقیه دستگاه‌های سالم، محاسبه گردید.

یافته‌ها

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

ماه	خوب	متوسط	غیربهداشتی برای گروههای حساس	غیربهداشتی برای گروههای حساس	خیلی غیربهداشتی	خیلی غیربهداشتی	AQI سطوح	
							۰-۵۰	۵۱-۱۰۰
فروردین	۲	۲۳	۴	۱	.	.	۱	۰
اردیبهشت	۰	۲۷	۳	.	.	۱	۰	۰
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	.	۰	۰	۰
بهمن*	۰	۱۷	۷	۰	۰	.	۰	۰
اسفند	۱۳	۱۶	۰	۰	۰	.	۰	۰
جمع (روز)	۲۴	۳۱۰	۱۷	۳	۲	۰	۰	۰

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

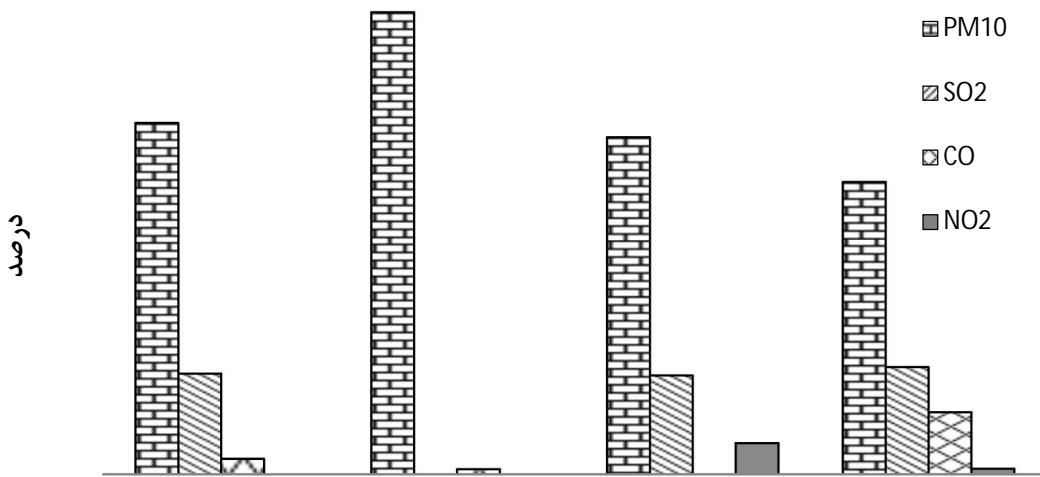
جدول شماره (۴): نوع آلاینده مسئول به تفکیک ماه و بر حسب روز در شرایط $AQI > 100$

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

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

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

* 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 ۰-۵۰۰ AQI

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 هوای 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، ۲۴ و ۶ 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 هوای 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 و ۴۹ درصد ایام دارای هوای غیر استاندارد، به عنوان آلاینده مسئول بودند. خودروها و صنایع به عنوان منابع اصلی انتشار آلاینده‌های هوای 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 یافتنی، تعداد کل خودروها، نوع و میزان صنایع و شرایط جغرافیایی می‌باشد.

بررسی کیفیت هوای مالزی نشان داد که در ۵۵/۶ درصد روزهای سال ۲۰۰۹، کیفیت هوای 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 معده‌دی از سال، به دلیل آتش

بحث

نتایج حاصله از این مطالعه نشان داد که در ۲۴ روز از ۳۵۹ روز بررسی شده در سال ۱۳۹۰، شاخص کیفیت هوای شهر ارومیه در محدوده ۰-۵۰ بود. در این شرایط کیفیت هوای رضایت بخش بوده و دارای ریسک سلامتی ناچیز یا فاقد ریسک سلامتی است. در ۳۱ روز، شاخص کیفیت هوای در محدوده ۵۱-۱۰۰ بود که کیفیت هوای 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 طیفه بندی کیفیت هوای بر اساس شاخص AQI، این وضعیت با رنگ زرد نشان داده می‌شود و به آن وضعیت سالم اطلاق می‌شود. در ۲۵ روز، شاخص کیفیت هوای بالاتر از ۱۰۰ بوده و از حد استاندارد تجاوز نموده است. بر این اساس، کیفیت هوای 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} و SO_2 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 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 آلینده مسئول در شرایط غیراستاندارد بوده و در مقایسه با شهرهای توسعه یافته و صنعتی کشور، وسائل نقلیه و فعالیت‌های صنعتی در کیفیت هوای شهر ارومیه از تأثیر کمتری برخوردار می‌باشند. مقایسه‌ی کیفیت بهداشتی هوای شهرهای استانبول، کولاچمپور و اصفهان با کیفیت هوای ارومیه، نشانگر تأثیر ارزنده‌ی رویکردهای زیست محیطی در کنترل آلینده‌های منتشره از حمل و نقل و صنایع می‌باشد.

نتیجه گیری

کیفیت بهداشتی هوای شهر ارومیه در سال ۱۳۹۰ روز از سال ۳۳۴ 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 آلینده مسئول آلودگی هوای شهر ارومیه در شرایط غیر استاندارد بود. اما در ماههای سرد، علاوه بر آن، منو اکسید کربن و دی اکسید گوگرد نیز به عنوان آلینده‌های مسئول شناخته شدند. ریزگردهای ورودی به شمال غرب کشور، بالا بودن سرانه خودرو، بروز پدیده اینورزن 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، 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.

تشکر و قدردانی

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

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

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

بررسی کیفیت هوا در سال ۲۰۰۸ در کشورهای عربی نشان داد که حدود ۸۰ درصد از کل هیدروکربن‌ها، ۹۰ درصد از کل منو اکسید کربن، ۳۷ درصد از کل اکسیدهای نیتروژن، ۱۰ درصد از کل ذرات و ۵ درصد از کل دی اکسید 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 وسائل 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، بکار گیری خودرو و سوختهای سازگار با محیط و ارتقاء اینمی، رفاه و سرعت در حمل و نقل عمومی، گسترش کاربرد عایق‌های حرارتی در ساختمان‌ها برای کاهش مصرف سوخت باعث کنترل موقوفیت آمیز کیفیت هوا در این شهر شده‌اند.^(۲۲, ۲۳, ۲۴)

حیدریزاد و همکاران با بررسی یک ساله غلظت منو اکسید کربن در شهر تبریز، با ثبت ۱۰۵ میلی گرم در لیتر به عنوان بیشترین غلظت منو اکسید کربن در محدوده ایستگاه اتوبوس‌ها در مقایسه با میانگین یک ساله نقاط مختلف شهر (۶۱۵ میلی گرم

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, Cyrys 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, Ziae 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, Ahmadi 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.