

## Original article

## Evaluation Health Quality of Air in Urmia, Iran, Over a Five-year Period (2012-2017) Using Air Quality Index

Leily Sokoty<sup>1</sup>Majid Kermani<sup>2</sup>Leila Janani<sup>3</sup>Mohsen Dowlati<sup>4</sup>Babak Hassanlouei<sup>5</sup>Shahnaz Rimaz<sup>6\*</sup>

- 1- MSc Student of Epidemiology, Department of Epidemiology, School of Public Health, Iran of University of Medical Sciences, Tehran, Iran
- 2- Associate Professor of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
- 3- Assistant Professor of Biostatistics, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
- 4- Research Center for Environmental Health Technology, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
- 5- PhD Student of Epidemiology, Department of Epidemiology, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
- 6- Professor of Epidemiology, Research Center for Environmental Health Technology, Radiation Biology Research Center, Department of Epidemiology, School of Public Health, Iran of University of Medical Sciences, Tehran, Iran

\*Corresponding author: Shahnaz Rimaz, Research Center for Environmental Health Technology, Radiation Biology Research Center, Department of Epidemiology, School of Public Health, Iran of University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Email: [srimaz2000@yahoo.com](mailto:srimaz2000@yahoo.com)

Received: 11 July 2018

Accepted: 16 March 2019

### ABSTRACT

**Introduction and purpose:** Nowadays, the effects of air pollution, especially its detrimental effects on health, have made air quality control a matter of national concern. The present study aimed to compare air quality in Urmia based on the Air Quality Index in a five-year period of 2012-2017.

**Methods:** The samples in the present study included hourly data of five air quality criteria, including PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, and CO collected and validated by the Environmental Protection Agency of Iran during a five-year period. Afterwards, the highest daily index value for the pollutants was determined using a standard method. The highest value among the calculated indices was considered as the final index, and pollutant that represents the highest index was introduced as the main pollutant of the day.

**Results:** The results showed that air quality in Urmia was more than the expected standard of the Environmental Protection Agency of Iran during 297, 265, 245, 267, 290, and 292 days in 2012-2017, respectively. On the basis of the results, the major pollutant in 2011 was SO<sub>2</sub>. Regarding other investigated years, PM<sub>2.5</sub> played a significant role as a pollutant.

**Conclusion:** The evaluation of the air quality of Urmia during 5 years revealed that the current condition is far from the ideal.

**Keywords:** Air health, Air index pollutant, Air pollution, Air quality, AQI

► **Citation:** Sokoty L, Kermani M, Janani L, Dowlati M, Hassanlouei B, Rimaz Sh. Evaluation Health Quality of Air in Urmia, Iran, Over a Five-year Period (2012-2017) Using Air Quality Index. Journal of Health Research in Community. Winter 2019;4(4): 22-31.

## مقاله پژوهشی

## ارزیابی کیفیت بهداشتی هوای شهر ارومیه براساس شاخص AQI در یک دوره پنج ساله (۹۵-۱۳۹۰)

## چکیده

لیلی سکوتی<sup>۱</sup>  
مجید کرمانی<sup>۲</sup>  
لیلا جانانی<sup>۳</sup>  
محسن دولتی<sup>۴</sup>  
بابک حسنلویی<sup>۵</sup>  
شهناز ریماز<sup>۶\*</sup>

**مقدمه و هدف:** امروزه پیامدهای آلودگی هوا به ویژه اثرات بهداشتی آن باعث شده است که کنترل کیفیت هوا به صورت امری گریزناپذیر در رأس مسائل ملی مطرح شود. در این ارتباط، مطالعه حاضر با هدف بررسی مقایسه‌ای کیفیت بهداشتی هوای ارومیه براساس شاخص کیفیت هوا (AQI: Air Quality Index) در پنج سال اخیر (۹۵-۱۳۹۰) انجام شد.

**روش کار:** داده‌های ساعتی پنج آلاینده معیار کیفیت هوا ( $PM_{10}$ ،  $PM_{2.5}$ ،  $SO_2$ ،  $NO_2$  و CO) در دوره‌ای پنج ساله از سازمان حفاظت محیط زیست اخذ گشته و اعتبارسنجی شدند. سپس، مقدار شاخص روزانه به روش استاندارد برای آلاینده‌های مورد نظر تعیین گردید. بالاترین مقدار از بین شاخص‌های محاسبه شده به عنوان شاخص نهایی و آلاینده‌ای که نشانگر بالاترین شاخص بود به عنوان آلاینده مسئول روز معرفی گردید.

**یافته‌ها:** نتایج نشان دادند که کیفیت هوای شهر ارومیه طی سال‌های ۹۵-۱۳۹۰ به ترتیب ۲۶۵، ۲۹۷، ۲۴۵، ۲۶۷ و ۲۹۰ روز از سال از حد استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران بیشتر بوده است. بر مبنای نتایج می‌توان گفت که آلاینده مسئول در سال ۱۳۹۰،  $SO_2$  و در سایر سال‌ها  $PM_{2.5}$  بوده است. **نتیجه گیری:** با بررسی و مقایسه کیفیت هوای شهر ارومیه طی پنج سال مشخص گردید که از شرایط مطلوب کیفیت هوا فاصله زیادی دارد و میزان آلودگی هوا در این شهر در حال افزایش می‌باشد.

**کلمات کلیدی:** آلاینده‌های شاخص هوا، آلودگی هوا، بهداشت هوا، کیفیت هوا، AQI

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد اپیدمیولوژی، گروه اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
  ۲. دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
  ۳. استادیار آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
  ۴. مرکز تحقیقات تکنولوژی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
  ۵. دانشجوی دکتری اپیدمیولوژی، گروه اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
  ۶. استاد اپیدمیولوژی، مرکز تحقیقات تکنولوژی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات بیولوژی پرتو، گروه اپیدمیولوژی دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
- \* نویسنده مسئول: شهناز ریماز، مرکز تحقیقات تکنولوژی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات بیولوژی پرتو، گروه اپیدمیولوژی دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

Email: srimaz2000@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۴/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۲۵

◀ **استناد:** سکوتی، لیلی؛ کرمانی، مجید؛ جانانی، لیلا؛ دولتی، محسن؛ حسنلویی، بابک؛ ریماز، شهناز. ارزیابی کیفیت بهداشتی هوای شهر ارومیه براساس شاخص IQA در یک دوره پنج ساله (۹۵-۱۳۹۰). مجله تحقیقات سلامت در جامعه، زمستان ۱۳۹۷؛ ۴(۴): ۳۱-۲۲.

## مقدمه

امروزه محیط زیست یک مسأله ملی بوده و وضعیت نامطلوب کیفیت هوا در رأس آن قرار دارد. یکی از مشکلات زیست محیطی،

نگرانی‌های جهانی است [۱]. آلودگی هوا که به‌طور جدی سلامت افراد را تحت تأثیر قرار می‌دهد و جزء ۱۰ عامل مهم افزایش مرگ و میر در دنیا می‌باشد، طیف وسیعی از اثرات حاد و مزمن را به‌همراه دارد که در این راستا می‌توان سرطان، بیماری‌های چشمی، اختلالات تنفسی، جهش ژنی، افزایش مراجعه به بیمارستان، افزایش تغییر در عملکرد دستگاه‌های مختلف بدن و حتی مرگ ناشی از بیماری‌های تنفسی و قلبی-عروقی را نام برد [۷-۲]. علاوه بر بسیاری از مطالعات اپیدمیولوژیک، شواهدی مبنی بر ارتباط بین ذرات، ناتوانی و حتی مرگ روزانه وجود دارد [۹-۸]. AQI شاخصی برای گزارش روزانه هوا است که از داده‌های به‌دست‌آمده از پایش نظارت بر کیفیت هوا در شهرهای بزرگ به‌دست می‌آید. این شاخص مردم را از کیفیت هوا و پاک‌بودن یا آلوده‌بودن آن آگاه می‌سازد و اثرات سلامتی مرتبط با آن را ارائه می‌کند؛ به عبارت دیگر، به اثرات سلامتی ناشی از مواجهه با هوای آلوده (ناسالم) می‌پردازد [۱۱، ۱۰]. در مقادیر بالای AQI، میزان آلودگی هوا بالا بوده و نگرانی در مورد سلامتی افزایش می‌یابد [۱۲]. در مطالعه‌ای مشاهده شد که در شهرهای تهران، تبریز، مشهد، ارومیه، اهواز و اراک به‌ترتیب ۳۴۱، ۱۳۹، ۳۴۷، ۲۸، ۱۶۲ و ۸۱ روز از سال، AQI بیش از حد استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران بوده است و در تمامی شهرهای ذکرشده، ذرات معلق عمده‌ترین آلاینده مسئول می‌باشد. با مقایسه کیفیت هوای شهرهای مورد بررسی مشخص شد که ارومیه و اراک دارای شرایط متوسط هستند؛ اما سایر شهرها فاصله بسیاری با شرایط مطلوب کیفیت هوا دارند [۱۳]. در مطالعه دیگری نشان داده شد که کیفیت هوای شهرهای تهران، اصفهان و شیراز به‌ترتیب در ۳۴۱، ۳۲۲ و ۸۵ روز از سال بیشتر از حد استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران ( $AQI > 100$ ) بوده است و در هر سه شهر در بیشتر روزهای سال، ذرات معلق  $PM_{10}$  به‌عنوان آلاینده مسئول شناخته شد [۱۴]. پیش از این نیز در پژوهشی در شهر تهران نتیجه گرفته شد که در سال ۱۳۷۶، کیفیت هوا در ۳۲ درصد از روزها از نظر توصیفی، غیربهداشتی و در ۵ درصد از روزها، بسیار غیربهداشتی بوده است؛ درحالی که

این موارد در سال ۱۳۷۷ به‌ترتیب به ۳۴ و ۶ درصد افزایش یافته است. از سوی دیگر در موارد تجاوز کیفیت هوا از حد استاندارد در هر دو سال، در اغلب روزها آلاینده مسئول (آلاینده‌ای که بیشترین نقش را در تجاوز کیفیت هوا از حد استاندارد دارد) منواکسید کربن بوده است [۲۱]. از آنجایی که کیفیت هوا به‌طور مستقیم بر سلامت افراد تأثیرگذار است و اطلاع از کیفیت هوا از حقوق اولیه مردم تلقی می‌شود، در پژوهش حاضر برای اولین بار شاخص کیفیت هوا برای داده‌های پنج آلاینده اصلی ( $PM_{10}$ ،  $PM_{2.5}$ ،  $SO_2$ ،  $NO_2$  و CO) هوای شهر ارومیه طی شش سال اندازه‌گیری شد و بر مبنای جداول استاندارد، کیفیت بهداشتی هوا در شش گروه خوب، متوسط، غیربهداشتی برای گروه‌های حساس، غیربهداشتی، بسیار غیربهداشتی و خطرناک طبقه‌بندی گردید. امید است با مشخص‌نمودن کیفیت بهداشتی هوای این کلان‌شهرها و تعیین آلاینده مسئول بتوان در جهت کمک به مدیران و برنامه‌ریزان شهری به‌منظور پایش منابع اصلی آلاینده هوا و همچنین آگاه‌ساختن شهروندان از وضعیت روزانه کیفیت هوای تنفسی محل زندگی آن‌ها گام مؤثری برداشت.

## روش کار

پژوهش مقطعی حاضر از نوع مطالعات توصیفی-تحلیلی می‌باشد. به‌منظور انجام این مطالعه، داده‌های ساعتی مربوط به پنج آلاینده شامل:  $PM_{10}$ ،  $PM_{2.5}$ ،  $SO_2$ ،  $NO_2$  و CO در یک دوره پنج‌ساله (۹۵-۱۳۹۰) با مراجعه به سازمان کنترل کیفیت هوای ارومیه و اداره حفاظت محیط زیست این شهر، تنها از یک ایستگاه از بین تعداد ایستگاه‌های مستقر در شهر (با توجه به معیارهای سازمان جهانی بهداشت اعتبارسنجی شدند و مشخص گردید که دارای اعتبار کافی هستند) برای ارزیابی کیفی آلاینده‌های هوا انتخاب شدند. شهر ارومیه یکی از کلان‌شهرهای ایران است که طبق سرشماری سال ۱۳۹۵ با ۱۰۴۰۵۶۵ نفر جمعیت شهری و روستایی به دلیل شرایط خاص جغرافیایی و همجواری با کشور عراق (مشکل

استفاده شد و از بین آن‌ها، بیشترین غلظت انتخاب گردید و در جهت تبدیل به شاخص کیفیت هوا (AQI) مورد استفاده قرار گرفت [۱۰]. در نهایت با استفاده از رابطه و جدول ۱، مقدار شاخص روزانه AQI برای تمامی غلظت‌های استاندارد شده آلاینده‌های مورد نظر در ایستگاه‌های ذکر شده تعیین گردید و بالاترین مقدار از بین شاخص‌های محاسبه شده به عنوان شاخص نهایی و آلاینده‌ای که نشانگر بالاترین شاخص بود، به عنوان آلاینده مسئول انتخاب شد. باید خاطرنشان ساخت که هر گروه با رنگ خاص، نماینده یک سطح متفاوت از اثرات آلودگی هوا بر سلامتی می‌باشد. لازم به ذکر است که AQI به عنوان ابزار سنجش بوده و مقدار آن از ۰ تا ۵۰۰ متغیر می‌باشد [۱۸].

$$\text{Ip} = \frac{[(\text{HI} - \text{ILO}) / (\text{BPHi} - \text{BPLo})] (\text{Cp} - \text{BPLo})}{\text{BPHi} - \text{BPLo}} + \text{ILO} \quad \text{رابطه ۱}$$

Ip: شاخص کیفیت هوا (AQI) برای آلاینده مورد نظر؛ Cp:

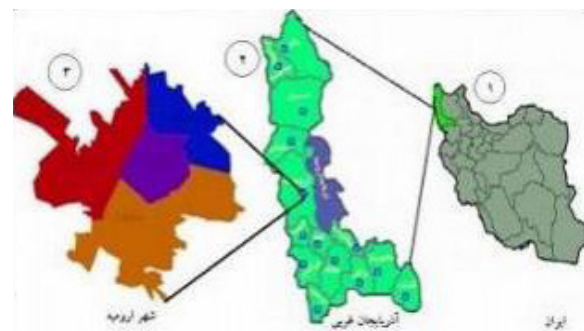
غلظت اندازه‌گیری شده برای آلاینده مورد نظر

BPHi: نقطه شکستی که بزرگ‌تر یا مساوی Cp است؛

BPLo: نقطه شکستی که کوچک‌تر یا مساوی Cp است.

BPHi: مقدار AQI منطبق با BPHi؛ BPLo: مقدار AQI

منطبق با BLo

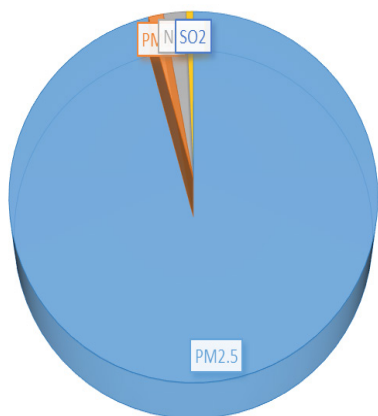


شکل ۱: نقشه شهرستان ارومیه

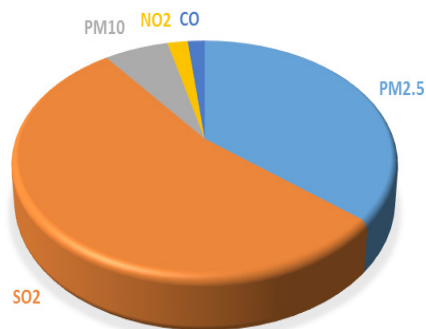
ریزگردها) و از سوی دیگر به دلیل شهرنشینی، ظهور دشت‌های نمکی، افزایش میزان شوری آب و خشک شدن دریاچه با تداخل در نظم اکوسیستم و مشکل آلودگی هوا مواجه می‌باشد (شکل ۱). غلظت هر آلاینده با توجه به دستورالعمل سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا و راهنمای محاسبه، تعیین و اعلام شاخص کیفیت هوای وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی با استفاده از نرم‌افزار Excel به غلظت‌های استاندارد تبدیل گردید. این استاندارد برای مونوکسید کربن از حداکثر غلظت هشت ساعته، برای دی‌اکسید نیتروژن از حداکثر غلظت یک ساعته و برای ذرات معلق و دی‌اکسید گوگرد از متوسط غلظت ۲۴ ساعته استفاده می‌کند. در این مطالعه به منظور به دست آوردن میانگین روزانه و ساعتی از میانگین گیری متحرک (Moving Average)

جدول ۱: نقاط شکست برای شاخص کیفیت هوا AQI

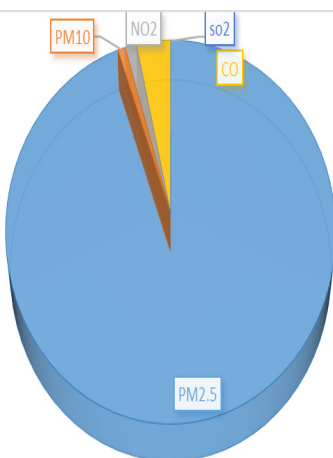
| PM2.5 (µg/m3) | SO2 (ppm)   | NO2 (ppm) | CO(ppm)   | PM10 (µg/m3) | طبقه بندی کیفیت هوا (AQI) |
|---------------|-------------|-----------|-----------|--------------|---------------------------|
| ۲۴ ساعته      | ۲۴ ساعته    | ۱ ساعته   | ۸ ساعته   | ۲۴ ساعته     |                           |
| ۰-۱۲          | ۰/۰۰۰-۰/۰۳۴ | -         | ۰/۰-۴/۴   | ۰-۵۴         | ۰-۵۰                      |
| ۱۳-۳۵/۴       | ۰/۰۳۵-۰/۱۴۴ | -         | ۴/۵-۹/۴   | ۵۵-۱۵۴       | ۵۱-۱۰۰                    |
| ۳۵/۵-۵۵/۴     | ۰/۱۴۵-۰/۲۲۴ | -         | ۹/۵-۱۲/۴  | ۱۵۵-۲۵۴      | ۱۰۱-۱۵۰                   |
| ۵۵/۵-۱۵۰/۴    | ۰/۲۲۵-۰/۳۰۴ | -         | ۱۲/۵-۱۵/۴ | ۲۵۵-۳۵۴      | ۱۵۱-۲۰۰                   |
| ۱۵۰/۵-۲۵۰/۴   | ۰/۳۰۵-۰/۶۰۴ | ۰/۶۵-۱/۲۴ | ۱۵/۵-۳۰/۴ | ۳۵۵-۴۲۴      | ۲۰۱-۲۵۰                   |
| ۲۵۰/۵-۳۵۰/۴   | ۰/۶۰۵-۱/۰۰۴ | ۱/۲۵-۲/۰۴ | ۳۰/۵-۵۰/۴ | ۴۲۵-۶۰۴      | ۲۵۱-۳۰۰                   |



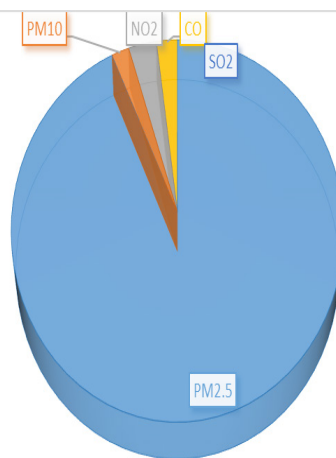
ب. سال ۱۳۹۱



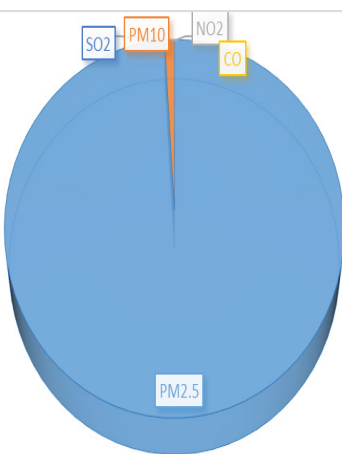
الف. سال ۱۳۹۰



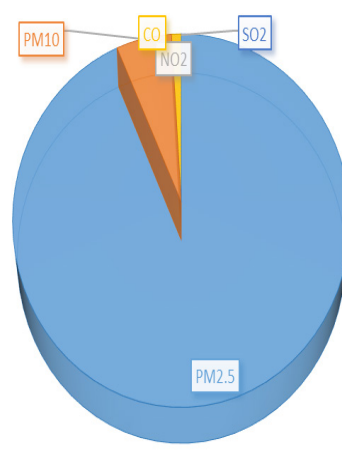
ت. سال ۱۳۹۳



ب. سال ۱۳۹۲



ج. سال ۱۳۹۵



ج. سال ۱۳۹۴

نمودار ۲ (الف-ج): سهم هریک از آلاینده‌ها در هنگام بیش‌تربودن شاخص کیفیت هوا از حد استاندارد طی سال‌های ۱۳۹۰-۹۵

## یافته‌ها

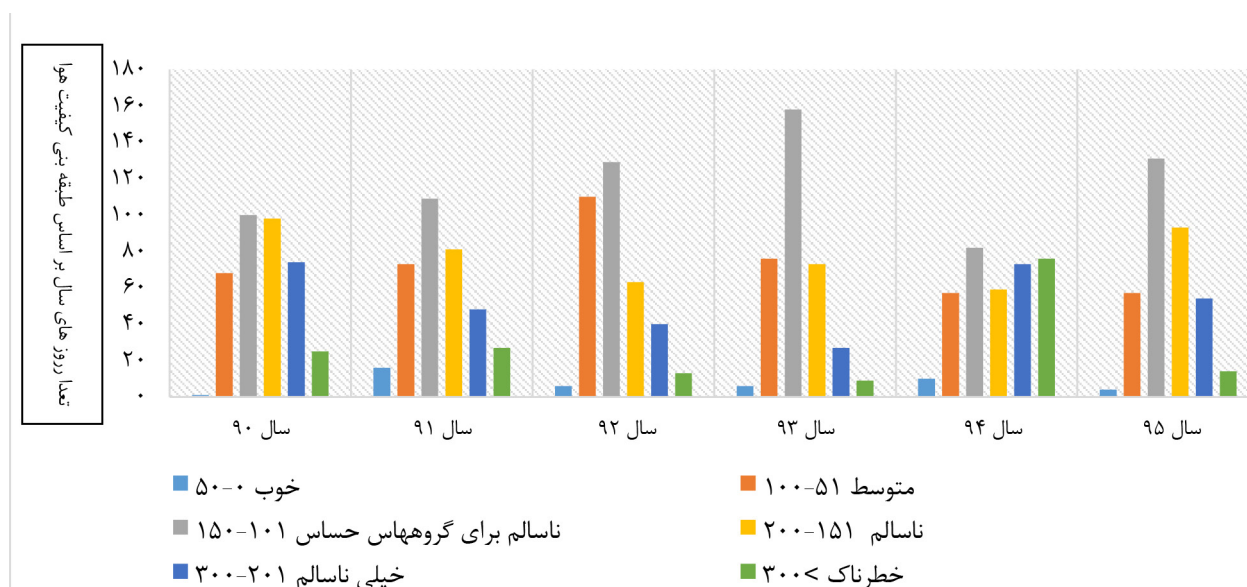
محیطی فاصله بسیاری دارد. نمودار ۲ (الف-چ) سهم هریک از آلاینده‌ها در هنگام بیش‌تر بودن شاخص کیفیت هوا از حد استاندارد در سال‌های ۹۵-۱۳۹۰ را نشان می‌دهد. آلاینده مسئول در طول سال ۱۳۹۰ در شهر ارومیه،  $SO_2$  با ۵۴ درصد بوده است و سایر آلاینده‌ها نیز شامل:  $CO$ ،  $PM_{10}$ ،  $NO_2$  و  $PM_{2.5}$  به ترتیب با ۲، ۶، ۲ و ۳۶ درصد می‌باشند.

مطابق با شاخص کیفیت هوای ارومیه در سال ۱۳۹۱، ۱۶ روز در وضعیت خوب، ۷۳ روز در وضعیت متوسط، ۱۰۹ روز در وضعیت ناسالم برای گروه‌های حساس، ۸۱ روز ناسالم، ۴۸ روز در وضعیت بسیار ناسالم و ۲۷ روز در وضعیت خطرناک بوده است که با شرایط مطلوب از نظر استانداردهای زیست محیطی فاصله بسیاری دارد. نمودار ۲-ب نشان‌دهنده سهم هریک از آلاینده‌ها در هنگام بیش‌تر بودن شاخص کیفیت هوا از حد استاندارد در سال ۱۳۹۱ می‌باشد. آلاینده مسئول در طول سال ۱۳۹۱ در شهر ارومیه  $PM_{2.5}$  با ۹۵/۶۸ درصد بوده است و سایر آلاینده‌ها شامل:  $CO$ ،  $NO_2$ ،  $SO_2$  و  $PM_{10}$  به ترتیب با ۱، ۲، ۰ و ۱ درصد می‌باشد.

در سال ۱۳۹۲ نیز شاخص کیفیت هوای ارومیه شش روز

نمودار ۱ کیفیت بهداشتی هوای کلان‌شهر ارومیه را با استفاده از شاخص کیفیت هوا در سال‌های ۹۵-۱۳۹۰ در هریک از طبقات شش‌گانه به ترتیب براساس روز نشان می‌دهد. شایان ذکر است که در این سال‌ها، تمامی روزها از داده‌های معتبر برخوردار بودند. براساس نتایج به‌دست‌آمده از شهر ارومیه، ۲۹۷ روز (۸۱/۱۴ درصد) در سال ۱۳۹۰، ۲۶۵ روز (۷۴/۸۵ درصد) در سال ۱۳۹۱، ۲۴۵ روز (۶۷/۸۶ درصد) در سال ۱۳۹۲، ۲۶۷ روز (۷۶/۵۰ درصد) در سال ۱۳۹۳، ۲۹۰ روز (۸۱/۲۳ درصد) در سال ۱۳۹۴ و ۲۹۲ روز (۸۲/۷۱ درصد) در سال ۱۳۹۵، شاخص کیفیت هوا بیشتر از حد استاندارد AQI بوده است.

بر مبنای نتایج در سال ۱۳۹۰ شاخص کیفیت هوای شهر ارومیه، ۱ روز در وضعیت خوب، ۶۸ روز در وضعیت متوسط، ۱۰۰ روز در وضعیت ناسالم برای گروه‌های حساس، ۹۸ روز ناسالم، ۷۴ روز در وضعیت بسیار ناسالم و ۲۵ روز در وضعیت خطرناک بود که این وضعیت با شرایط مطلوب از نظر استانداردهای زیست



نمودار ۱: وضعیت کلی کیفیت هوا از نظر شاخص کیفیت هوای کلان‌شهر ارومیه طی سال‌های ۹۵-۱۳۹۰

در وضعیت خطرناک بوده است که همانند چهار سال گذشته، فاصله بسیاری با شرایط مطلوب از نظر استانداردهای زیست محیطی دارد. باید خاطرنشان ساخت که آلاینده‌های مسئول در طول سال ۱۳۹۵ در شهر ارومیه  $PM_{2.5}$  با ۹۹ درصد و  $PM_{10}$  با ۱ درصد بوده‌اند (نمودار ۲-چ).

## بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان دادند که روند آلودگی هوا در ارومیه با توجه به نتایج بررسی در طول این مدت نه تنها بهبود نیافته است، بلکه بدتر نیز شده است و با وجود اقدامات صورت گرفته از جمله ساخت خودروهای کم‌مصرف، کنترل دقیق‌تر محدوده طرح ترافیک، توسعه زیرساخت‌های حمل و نقل عمومی و معاینه فنی خودروها هنوز به‌عنوان بحران مطرح می‌باشد. از سوی دیگر، شهر ارومیه در اواخر قرن بیستم با بحران سختی مواجه گردید. کاهش عمق سطح آب، افزایش شوری آب، رسیدن به سطح اشباع و پدیدار شدن سنگ و دشت‌های نمکی در اطراف دریاچه ارومیه و خشک شدن دریاچه که احتمال خطر و افزایش ذرات معلق را بیشتر می‌کند، در نهایت موجب برهم خوردن نظم اکوسیستم شده است که از دلایل آن می‌توان به افزایش تقاضا برای منابع آبی، مصرف بی‌رویه سوخت و افزایش درجه حرارت در فضای مسکونی، اداری و تجاری که منجر به افزایش گرمای جهانی شده است، عدم مشارکت عمومی، افزایش فعالیت منابع آلاینده‌ها، روشن کردن آتش در معابر، سوزاندن لاستیک، عملیات قیرکاری و عمرانی و غیره اشاره کرد؛ بنابراین آگاهی از روند تغییرات، برنامه‌ریزی کوتاه‌مدت و بلندمدت ملی و منطقه‌ای در جهت رفع مشکل و کاهش اثرات آن ضروری به نظر می‌رسد. در نهایت باید گفت که کنترل غلظت ذرات معلق آلاینده‌های هوا و مشکلات آن که با مسائل فرهنگی، سیاسی، اقتصادی و اجتماعی مرتبط می‌باشد،

در وضعیت خوب، ۱۱۰ روز در وضعیت متوسط، ۱۲۹ روز در وضعیت ناسالم برای گروه‌های حساس، ۶۳ روز ناسالم، ۴۰ روز در وضعیت بسیار ناسالم و ۱۳ روز در وضعیت خطرناک بوده است که با شرایط مطلوب از نظر استانداردهای زیست محیطی فاصله بسیاری دارد. آلاینده مسئول در طول سال ۱۳۹۲ در این شهر  $PM_{2.5}$  با ۹۴ درصد بوده است و سایر آلاینده‌ها شامل:  $CO$ ،  $NO_2$ ،  $SO_2$  و  $PM_{10}$  به ترتیب با ۴، ۱، ۰ و ۱ درصد می‌باشند (نمودار ۲-پ).

از سوی دیگر، شاخص کیفیت هوای ارومیه در سال ۱۳۹۳ شش روز در وضعیت خوب، ۷۶ روز در وضعیت متوسط، ۱۵۸ روز در وضعیت ناسالم برای گروه‌های حساس، ۷۳ روز ناسالم، ۲۷ روز در وضعیت بسیار ناسالم و نه روز در وضعیت خطرناک بوده است که با شرایط مطلوب از نظر استانداردهای زیست محیطی فاصله بسیاری دارد. آلاینده مسئول در طول سال ۱۳۹۳ در شهر ارومیه  $PM_{2.5}$  با ۹۳ درصد بوده است و سایر آلاینده‌ها شامل:  $CO$ ،  $NO_2$ ،  $SO_2$  و  $PM_{10}$  به ترتیب با ۳، ۲، ۰ و ۰ درصد می‌باشند (نمودار ۲-ت).

علاوه بر این، نتایج حاصل از پژوهش حاضر گویای آن بودند که شاخص کیفیت هوای ارومیه در سال ۱۳۹۴، ۱۰ روز در وضعیت خوب، ۵۷ روز در وضعیت متوسط، ۸۲ روز در وضعیت ناسالم برای گروه‌های حساس، ۵۹ روز ناسالم، ۷۳ روز در وضعیت بسیار ناسالم و ۷۶ روز در وضعیت خطرناک بوده است. نمودار ۲-ج نشان‌دهنده سهم هریک از آلاینده‌ها در هنگام بیش‌تربودن شاخص کیفیت هوا از حد استاندارد در سال ۱۳۹۴ می‌باشد. آلاینده مسئول در طول سال ۱۳۹۴ در شهر ارومیه،  $PM_{2.5}$  با ۹۴ درصد بوده است و سایر آلاینده‌ها شامل:  $SO_2$ ،  $NO_2$ ،  $CO$  و  $PM_{10}$  به ترتیب با ۰، ۱ و ۶ درصد می‌باشند.

نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان دادند که شاخص کیفیت هوای ارومیه در سال ۱۳۹۵، چهار روز در وضعیت خوب، ۵۷ روز در وضعیت متوسط، ۱۳۱ روز در وضعیت ناسالم برای گروه‌های حساس، ۹۳ روز ناسالم، ۵۴ روز در وضعیت بسیار ناسالم و ۱۴ روز

برنامه‌ریزی همه‌جانبه و همکاری سایر ترجمان‌های مرتبط را می‌طلبد [۲۴]. عدم اصلاح وضعیت موجود موجب افزایش موارد مراجعه شهروندان به مراکز درمانی و در موارد حاد، بستری‌شدن و حتی مرگ افراد حساس، تعطیلی مراکز تولیدی، خدماتی، آموزشی و غیره می‌گردد که این امر خود منجر به هدررفتن سرمایه‌های ملی و تحمیل زیان‌های اقتصادی هنگفتی بر کل جامعه می‌شود؛ از این رو بهتر است برای کنترل و پایش کیفیت هوا از شاخص کیفیت هوا استفاده نمود. همچنین برای قضاوت صحیح پیشنهاد می‌شود که تعداد ایستگاه‌های سنجش، افزایش یافته و به‌صورت یکنواخت در سطح شهر مستقر شود؛ از این رو با وجود تولید روزانه صدها خودرو و افزایش مصرف سوخت لازم است مدیریت آلودگی هوا صورت گیرد و در هر شرایط، آلاینده‌ها آن‌گونه کاهش یابند که وضع مناسب حاکم شود؛ به‌طور مثال در کشورهای پیشرفته، مسائل زیست محیطی مؤثر از سوخت خودروها به‌شدت رصد می‌شوند و نظارت‌ها بسیار جدی‌تر از ایران می‌باشند [۲۰]. در مورد موضوع کاهش آلاینده‌ها، هر کشور می‌بایست از دانش پایه‌ای مقابله با آلودگی و تجربه مفید دیگر کشورها استفاده نماید.

در این راستا، در مطالعه‌ای که توسط خرسندی و همکاران در سال ۱۳۹۰ به‌منظور بررسی کیفیت بهداشتی هوای ارومیه براساس شاخص AQI در ایستگاه‌های چهارگانه شهر با درنظرگرفتن چهار آلاینده  $PM_{10}$ ،  $CO$ ،  $NO_2$  و  $SO_2$  انجام شد، گزارش گردید که ۳۳۴ روز از ۳۵۹ روز بررسی‌شده در حد پاک و قابل‌قبول بوده است؛ اما در ۲۵ روز از حد استاندارد تجاوز کرده است. این پژوهشگران عنوان نمودند که کیفیت بهداشتی هوا در ۱۷ روز از سال در وضعیت ناسالم برای گروه‌های حساس، سه روز ناسالم، سه روز در وضعیت بسیار ناسالم و دو روز در وضعیت خطرناک بوده است. علاوه‌براین ذرات معلق، دی‌اکسید گوگرد و مونواکسید کربن به‌ترتیب به‌عنوان آلاینده مسئول آلودگی هوای شهر ارومیه در شرایط غیراستاندارد شناخته شدند [۱۹]. این

تفاوت در نتایج شاید به این دلیل باشد که در مطالعه حاضر از بین چهار ایستگاه واقع در شهر، تنها داده‌های در دسترس یک ایستگاه که دارای اعتبار کافی بودند به‌عنوان ملاک عمل برای کل شهر در نظر گرفته شدند. از سوی دیگر با اعمال میزان غلظت آلاینده  $PM_{2.5}$  و مقایسه آن با سایر آلاینده‌ها، در حقیقت با استفاده از درون‌یابی بین غلظت‌های پنج آلاینده معیار، بررسی کیفیت هوای شهر براساس شاخص AQI صورت گرفت.

در مطالعه‌ای در تهران با استفاده از شاخص کیفیت هوا بیان گردید که ۲۷۳ روز از سال، کیفیت هوای تهران از حد استاندارد تعیین‌شده توسط آژانس حفاظت محیط زیست ایالات متحده ( $AQI=100$ ) تجاوز کرده است؛ بدین‌صورت که کیفیت هوا در روزهای سال بسیار غیربهداشتی و در ۱۳/۷۰ درصد از روزها خطرناک بوده است. همچنین در موارد تجاوز کیفیت هوا از حد استاندارد در ۸۴/۶۰ درصد از موارد، آلاینده مسئول منواکسید کربن بوده است و ماه‌های مرداد، شهریور و مهر سال ۱۳۸۰ به‌ترتیب با میانگین شاخص‌های ۱۹۶، ۱۸۶ و ۱۹۸ آلوده‌ترین ماه‌های سال بوده‌اند [۲۲]. در این راستا، مطالعه‌ای در ارتباط با شهرهای تهران و اصفهان و ارائه راه‌کارهایی جهت بهبود آن صورت گرفت و بیان گردید که ماه‌های خرداد، شهریور، آبان و بهمن، آلوده‌ترین ماه‌های شهر تهران بوده‌اند و خرداد، آلوده‌ترین ماه شهر اصفهان بوده است. شاخص آلاینده‌ها نیز در سال ۱۳۷۸ به‌ترتیب در شهرهای تهران و اصفهان، ۳۲۹ و ۳۳ روز بالاتر از حد استاندارد گزارش گردید [۲۳].

از سوی دیگر در پژوهشی که توسط WHO (World Health Organization) در برلین، کپنهاگ و رم صورت گرفت، نشان داده شد که  $PM$  در غلظت‌های طولانی مدت باعث افزایش ۶ درصدی مرگ و میر می‌شود و افزایش ۱۰ گرم بر میکرومتر مکعب در غلظت  $PM_{2.5}$ ، افزایش ۱۲ درصدی بیماری قلبی-عروقی و نیز افزایش ۱۴ درصدی سرطان ریه را در پی دارد [۸]. علاوه‌براین، در مطالعه‌ای که در شهر پکن انجام شد، ۸۶ درصد از

نواقص کارکردی خودرو، تقویت ناوگان حمل و نقل همگانی شهری و نظارت ویژه بر اقدامات تشدیدکننده منابع آلاینده مستقر در محدوده پیرامون شهر از جمله اقدامات در زمینه کاهش آلودگی هوا می‌باشند.

### قدردانی

مقاله حاضر حاصل بخشی از طرح تحقیقاتی با عنوان «بررسی ارتباط غلظت آلاینده‌های شاخص هوا بر میزان بستری بیماران قلبی - عروقی و تنفسی در شهر ارومیه طی سال‌های (۱۳۹۰-۹۵)» مصوب دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی ایران در سال ۱۳۹۶ با کد ۳۲۴۲۱ می‌باشد که با حمایت معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی ایران انجام شده است. بدین وسیله از زحمات اداره کل محیط زیست استان آذربایجان غربی به دلیل همکاری در ثبت اطلاعات اولیه تشکر و قدردانی می‌گردد.

### References

1. Khatami R. Environmental management. Tehran: Environmental Protection Agency Publications; 2002. P. 524.
2. Chaaban FB. Air quality. In: Tolba MK, Saab N, editors. Arab environment. Beirut: Arab for Environment and Development; 2008. P. 45-6.
3. Golbaz S, Jafari AJ. A Comparative study of health quality of air in Tehran and Isfahan; 2008-2009. Razi J Med Sci 2011; 18(84):38-46 (Persian).
4. Ghiaseddin M. Air pollution, sources, impacts and control. Tehran: Tehran University Medical of Sciences; 2015.
5. Mohammadi F. The relationship between meteorological parameter and PM1, PM2.5 and PM10 concentrations in the ambient air. A case study of one statins in central Tehran. [Doctoral Dissertation]. Tehran University of Medical Sciences; 2007 (Persian).
6. American Thoracic Society. Committee of the Environmental and Occupational Health Assembly. Health effects of outdoor air pollution. Part 2. Am J Respir Crit Care Med 1996; 153:3-50.
7. American Thoracic Society. Committee of the Environmental and Occupational Health Assembly. Health effects of outdoor air pollution. Part 1. Am J Respir Crit Care Med 1996; 153(2):477-98.
8. Zhang LW, Chen X, Xue XD, Sun M, Han B, Li CP, et al. Long-term exposure to high particulate matter pollution and cardiovascular mortality: a 12-year cohort study in four cities in northern China. Environ Int 2014; 62:41-7.
9. Dai L, Zanobetti A, Koutrakis P, Schwartz JD. Associations of fine particulate matter species with mortality in the United States: a multicity time-series analysis. Environ Health Perspect 2014; 122(8):837-42.

10. Ministry of Health and Medical Education. Aguide to calculation, determination and announcement of Air quality index. Tehran: Ministry of Health and Medical Education; 2009.
11. Colls J, Tiwary A. Air pollution: measurement, modelling and mitigation. 2<sup>nd</sup> ed. Florida: CRC Press; 2002. P. 5-45.
12. Shooter D, Brimblecombe P. Air quality indexing. Int J Environ Pollut 2009; 36(1-3):305-23.
13. Kermani M, Bahrami Asl F, Aghaei M, Arfaeinia H, Karimzadeh S, Shahsavani A. Comparative investigation of air quality index (AQI) for six industrial cities of Iran. J Urmia Univ Med Sci 2014; 25(9):810-9 (Persian).
14. Arfaeinia H, Kermani M, Aghaei M, Bahrami Asl FB, Karimzadeh S. Comparative investigation of health quality of air in Tehran, Isfahan and Shiraz metropolises in 2011-2012. J Health Field 2014; 1(4):33-8 (Persian).
15. Shariipour M, Bidakhti A. Survey air pollution in Tehran and its relationship with meteorological parameters. Conference Air Pollution and its Effects on Health, Tehran, Iran; 2003 (Persian).
16. Fitz-Simons T. Guideline for reporting of daily airquality: air quality index (AQI). Environmentalprotection agency office of air quality planning andstandards. Washington, DC: Research Triangle Park, NC; 1999. P. 17.
17. National ambient air quality standards. Washington, DC: The Criteria Pollutants, Environmental Protection Agency; 1997. P. 6.
18. Ellis J. The effects of fossil-fuel subsidy reform: a review of modelling and empirical studies. Geneva: International Institute for Sustainable Development Global Subsidies Initiative; 2010.
19. Khorsandi H, Amini Tapok F, Cargar H, Mousavi Moughanjogi S. Study of Urmia city air quality according to the air quality index (AQI). Urmia Med J 2013; 23(7):767-75.
20. Ashrafi K, Ghader S, Isfahanian V, Motesadi S. Determination of the stations of air pollution measurement in Tehran. Environ Study 2007; 15:4 (Persian).
21. Mousavi GR, Ndaffi K. A comparative study of air quality in the city of Tehran in years 1998 and 1999. The Third National Conference on Environmental Health. Kerman, Iran; 2000. P. 47-50 (Persian).
22. Ardekani S. Determination of the quality of health care hoaider the year 2001. [Master Thesis]. Tehran: Tarbiat Modares University University; 2003. P. 104.
23. Naddafi K, Hassanvand MS, Yunesian M, Momeniha F, Nabizadeh R, Faridi S, et al. Health impact assessment of air pollution in megacity of Tehran, Iran. Iran J Environ Health Sci Eng 2012; 9(1):28.
24. Neidell MJ. Air pollution, health, and socio-economic status: the effect of outdoor air quality on childhood asthma. J Health Econ 2004; 23(6):1209-36.