مجله علوم پزشکی رازی دوره ۳۰، شماره ۲، اردیبهشت ۱۴۰۲
http://rjms.iums.ac.ir
مقاله پژوهشی

ارزیابی اثرات بلند مدت آلاینده $PM_{2.5}$ بر شاخص‌های سال‌های عمر از دست رفته و طول عمر مورد انتظار طی بازه زمانی ده ساله (مطالعه موردی: شهر اهواز)

الهه زلقی: گروه محیطزیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
فرزاد مهرجو: گروه محیطزیست، دانشکده منابع طبیعی و محیطزیست، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران (* نویسنده مسئول) Farzadmehrjo@gmail.com
محمدصابر باغخانی‌پور: گروه طراحی و برنامه‌ریزی محیطزیست، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
مژده زعفرونی: کارشناس ارشد شیمی، مدرس مرکز علمی کاربردی، شهرداری اهواز، اهواز، ایران

چکیده

زمینه و هدف: آلودگی هوای محیط، یکی از مهم‌ترین مشکلات محیطزیستی است و سالانه بسیاری از مردم در سراسر جهان در اثر بیماری‌های ناشی از این آلودگی دچار مرگ زودرس می‌شوند. ذرات معلق $PM_{2.5}$ به قسمت‌های عمیق ریه نفوذ و برخی از اثرات سلامتی خطرناکی را در انسان ایجاد می‌کند. هدف از این مطالعه برآورد اثرات سلامتی بلندمدت آلاینده $PM_{2.5}$ بر روی شاخص‌های سال‌های عمر از دست رفته (Years of Life Lost) و طول عمر مورد انتظار (Expected Life Remaining) در هوای محیط شهر اهواز طی بازه زمانی سال‌های (۲۰۰۸-۲۰۱۷) با استفاده از نرم‌افزار AirQ+ بوده است.

روش کار: مطالعه حاضر از نوع نیمه‌تجربی با جامعه آماری ۱۰ ساله برای ساکنین شهر اهواز بوده است. در این مطالعه اعداد حاصل از میانگین‌گیری $PM_{2.5}$ و داده‌های YLL و ELR برای کل جمعیت در رده‌های سنی ۶۴-۰ و بیش از ۶۴ سال پردازش و وارد نرم‌افزار AirQ+ شدند.

یافته‌ها: در تمام سال‌های اندازه‌گیری، غلظت $PM_{2.5}$ با دامنه تغییرات بین ۴/۲ تا ۷/۰۷ برابر، بیشتر از استاندارد سازمان جهانی بهداشت (WHO) بوده است. همچنین بیشترین و کمترین میزان YLL برای تمامی سنین به ترتیب ۱۵۴۸/۷۳ سال (۲۰۱۰) و ۳۹۸/۶۷ سال (۲۰۱۴) بوده است. مقادیر شاخص ELR کمتر از استاندارد ایران و سازمان حفاظت از محیطزیست ایالت متحده آمریکا (EPA) بود، که با آلاینده $PM_{2.5}$ ارتباط معنی‌داری داشته است.

نتیجه‌گیری: در تمام سال‌های مورد مطالعه، افراد بیشتر از ۶۴ سال دارای شاخص YLL بیشتری نسبت به افراد رده سنی ۶۴-۰ سال بودند و با افزایش و کاهش غلظت آلاینده $PM_{2.5}$، شاخص ELR به ترتیب کاهش و افزایش یافته است. برآورد تاثیرات سلامتی بلند مدت YLL و ELR می‌تواند در ارز شیابی برنامه‌ریزی‌های انجام شده در زمینه سلامت، سطح رفاهی جمعیت و توسعه سیاست‌های محیطزیستی عمومی بسیار مفید باشد.

تعارض منافع: گزارش نشده است.
منبع حمایت‌کننده: حامی مالی ندارد.

کلیدواژه‌ها
آلودگی هوا،
غلظت $PM_{2.5}$،
نرم‌افزار AirQ+،
YLL،
ELR

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۱۳
تاریخ چاپ: ۱۴۰۲/۰۲/۱۶

شیوه استناد به این مقاله:
Zallaghi E, Mehrjo F, Baghkhanipour M, Zaferoni M. Evaluating the Long-Term Effects of PM2.5 Pollutant on the Indicators of Years of Lost Life and Expected Life Remaining During A Ten-Year Period (Case Study: Ahvaz City). Razi J Med Sci. 2023;30(2): 121-131.

*انتشار این مقاله به‌صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 3.0 صورت گرفته است.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2024-06-29]

Razi Journal of Medical Sciences. 2023;30(2):121-131. http://rjms.iums.ac.ir

Original Article

Evaluating the Long-Term Effects of PM2.5 Pollutant on the Indicators of Years of Lost Life and Expected Life Remaining During A Ten-Year Period (Case Study: Ahvaz City)

Elahe Zallaghi: Department of Environmental Sciences, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran
Farzad Mehrjo: Department of Environmental Science, Faculty of Environmental and Natural Resources, University of Birjand, Birjand, Iran (*Corresponding author) Farzadmehrjo@gmail.com
Mohammadsaber Baghkhanipour: Department of Environmental Design and Planning, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
Mojdeh Zaferoni: Master of Chemistry, Lecturer at Applied Science Center, Ahvaz Municipality, Ahvaz, Iran

Abstract

Background & Aims: Environmental air pollution is one of the most important environmental problems and the Global Burden of Diseases (GBD) has identified it as the fifth most dangerous human and environmental health hazard in the world. So, they are facing the problem of air pollution on a local, regional and global scale. Toxicity associated with air pollutants can cause a variety of health effects on humans such as respiratory disease, cardiovascular disease, cancer, and even death (1,2). The World Health Organization (WHO) estimates that 800,000 people worldwide die prematurely each year from these diseases caused by air pollution (3). Suspended particles (Including $PM_{2.5}$) are major air pollutants in terms of public health hazards. $PM_{2.5}$ particulate matter penetrates deeper into the lungs and causing some of the more dangerous health effects compared to PM_{10} (2). Ahvaz city with an approximate population of more than 1 million people, an area of 220 square kilometers, and the capital of Khuzestan province is one of the cities in the southwest of Iran. In recent years, due to industrialization, the amount of environmental pollution, including air pollution, has been increasing in this metropolis. This study aimed to estimate the health effects of $PM_{2.5}$ pollutants on years of lost life (YLL) and expected life remaining (ELR) indicators in the air of Ahvaz city from 2008 to 2017 using AirQ+ software.

Methods: The present study was a quasi-experimental study with a statistical population of 10 years for residents of Ahvaz. In this study, the long-term health effects of $PM_{2.5}$ pollutants on YLL and ELR indicators in the air of Ahvaz city during the period years (2008-2017) were estimated using AirQ+ software. $PM_{2.5}$ pollutant data were collected from environmental and meteorological organizations in Ahvaz city and the health effects of $PM_{2.5}$ were estimated. In the next step, this data was processed by Excel software and the data processed by Excel was given to AirQ+ software. Data processing was performed using overlapping Excel sheets in the Excel environment and R and Minitab software. Also, the validation of $PM_{2.5}$ data for ambient air quality in Ahvaz city was performed based on the methodology of WHO and Aphekom (16,17). $PM_{2.5}$ averaging data and ELR and YLL data for the entire population in the age range of 0-64 and over 64 years were processed and entered into AirQ+ software. Also, the significant relationship between $PM_{2.5}$ pollutant concentration and ELR was investigated with the Pearson correlation test at a significance level of 5%.

Results: The average annual variation of $PM_{2.5}$ concentration was very variable the highest concentration was 70.72 micrograms per cubic meter in 2010 and the lowest was 41.97 micrograms per cubic meter in 2014. In all measurement years, the concentration of $PM_{2.5}$ was higher than the WHO standard with a range of variations between 4.2 and

Keywords
Air pollution,
$PM_{2.5}$ concentration,
AirQ+ software,
YLL,
ELR

Received: 04/03/2023
Published: 06/05/2023

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2024-06-29]

7.7 times. The highest number of YLL for ten years in the age group of 0-64 years, was 412.77 years in 2010, and the lowest number of YLL for the age group of 0-64 years, was 135.79 years related to 2014. Also, the maximum and minimum YLL for ten years for the age group over 64 years was 1135.96 years for 2010, and 262.88 years for 2014, respectively. For ELR, the highest value for the total population of Ahvaz city during ten years, at all ages for 2014 was equal to 72.56 years and the lowest in 2010 was equal to 62.17 years.

Conclusion: In all years of measuring $PM_{2.5}$ (2008-2017), the amount of this pollutant in the air of Ahvaz city has been more than the WHO standard, and its range of changes between 4.2 to 7.7 times more than the standard (10 Micrograms per cubic meter). Therefore, Ahvaz is considered one of the most polluted cities in the world. The polluting factors of this city include the geographical and topographical location, the phenomenon of dust, increased transportation, being close to the Arabian desert and the large deserts of the neighboring countries, and the increase of important production industries such as oil and steel (21,22). The maximum and minimum YLL for all ages in Ahvaz city were 1548.73 years in 2010 and 398.67 years in 2014, respectively, which are linearly related to $PM_{2.5}$ pollutant concentrations. The highest and lowest $PM_{2.5}$ concentrations were obtained in 2010 and 2014 in Ahvaz city. From the results of this study, it was estimated that in all the studied years, people over 64 years old had higher of YLL than people aged 0-64 years. The ELR index can be useful in evaluating all the plans made in the field of health and well-being of the population. Prolonged exposure to relatively low concentrations of ambient air pollution results in a significant reduction in the ELR index (30). A comparison of the results with the Iranian standard and EPA showed that in all years the ELR from 2008 to 2017 was lower than the standard. The highest ELR index was 72.56 years (2014) and the lowest was 62.17 years (2010). The values of this index had a significant relationship with the concentration of $PM_{2.5}$ pollutants. The ELR index decreased and increased with increasing and decreasing the concentration of $PM_{2.5}$ pollutants, respectively. By examining the significant relationship between $PM_{2.5}$ pollutant concentration and ELR in Ahvaz city through Pearson's correlation test at a significance level of 5%, the correlation coefficient showed a value of -0.97, indicating a negative correlation between these two parameters.

It seems that in the west of the country, the number of days off due to dust has increased significantly in recent years. Therefore, the use of AirQ+ software not only for Ahvaz but also for other cities in the west of the country can be a powerful tool for estimating the lost years of life and reducing life expectancy attributed to $PM_{2.5}$ pollution. Therefore, estimating the long-term health effects of YLL and ELR exposure to various air pollutants, including $PM_{2.5}$, can be very useful to evaluate plans for health, population well-being, and the development of general environmental policies.

Conflicts of interest: None
Funding: None

Cite this article as:

Zallaghi E, Mehrjo F, Baghkhanipour M, Zaferoni M. Evaluating the Long-Term Effects of PM2.5 Pollutant on the Indicators of Years of Lost Life and Expected Life Remaining During A Ten-Year Period (Case Study: Ahvaz City). Razi J Med Sci. 2023;30(2): 121-131.

*This work is published under CC BY-NC-SA 3.0 licence.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2024-06-29]

مقدمه

آلودگی هوای محیط (Ambient Air Pollution)، یکی از مهم ترین مشکلات محیط‌زیست است و موسسه جهانی بار بیماری ها (GBD) (Global Burden of Disease) آن را به عنوان پنجمین عامل خطر ناک سلامتی برای انسان و محیط‌زیست در سطح جهان معرفی کرده است. به طوری که در مقیاس محلی، منطقه‌ای و جهانی با مشکل آلودگی هوا مواجه هستند. سمیت مرتبط با آلاینده‌های هوا می‌تواند باعث ایجاد انواع اثرات سلامتی مانند بیماری‌های تنفسی، قلبی-عروقی، سرطان و حتی مرگ شود (۲و۱).

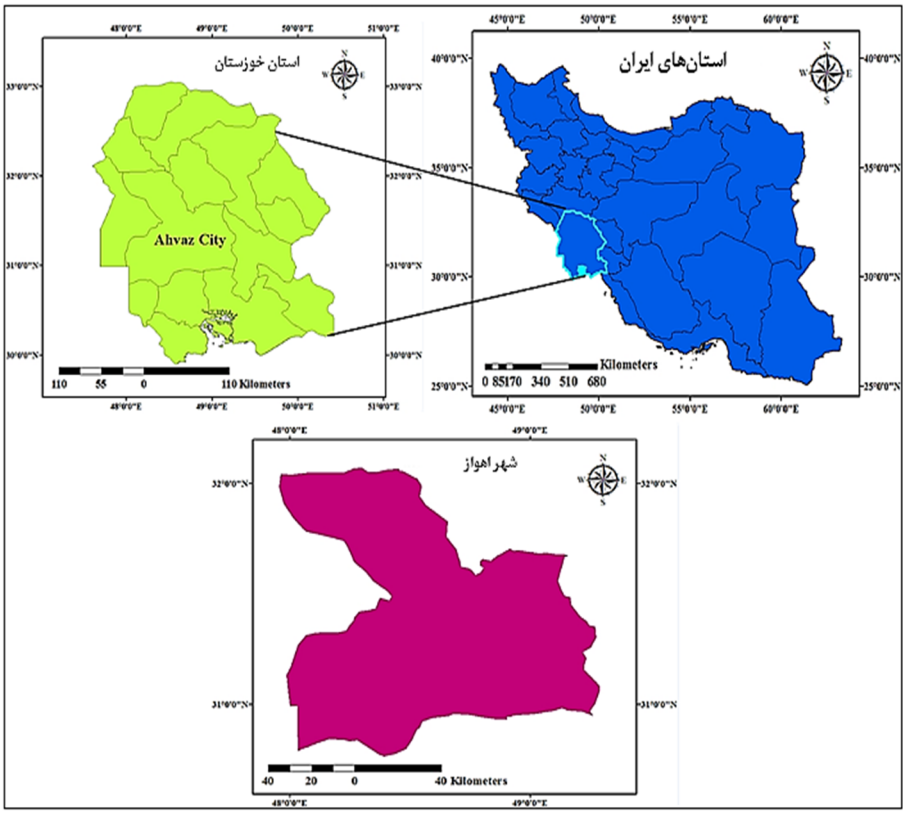
طبق برآوردهای WHO (World Health Organization) هر ساله ۸۰۰ هزار نفر در اثر این بیماری‌های ناشی از آلودگی هوا در سراسر جهان دچار مرگ زودرس می‌شوند که تقریباً ۱۵۰ هزار نفر از این تعداد مرگ در جنوب آسیا رخ می‌دهد (۳). تحقیق‌ها نشان داده است که ذرات معلق از نظر خطرات سلامتی عمومی جزو آلاینده‌های اصلی هوا محسوب می‌شوند. این بررسی‌ها شواهد مستحکمی را ارائه کرده که هر دو مواجهه بلندمدت و کوتاه‌مدت با ذرات معلق به خصوص $PM_{2.5}$، می‌تواند مسئول مرگ و میر و سایر پیامدهای سلامتی از جمله مشکلات تنفسی، کاهش عملکرد ریه، بروز و تشدید آسم و بیماری انسداد مزمن ریوی (COPD) (Chronic Obstructive Pulmonary Disease))، عوارض جانبی در دوران نوزادی، تشدید دیابت قند و غیره برای سلامت انسان و تاثیر بر شاخص های YLL (Years of Life Lost) و ELR (Expected Life Remaining) باشد (۷-۴). شاخص YLL عبارت است از سال‌هایی که فرد می‌توانست عمر مفید داشته باشد، اما به دلیل مرگ زودرس، این سال‌ها از بین رفته است. مفهوم YLL با شاخص ELR مرتبط است. ELR یک شاخص جمعیتی است و از متوسط زمانی بر حسب سال که هر فرد با فرض حفظ شرایط موجود از لحاظ وضعیت موالید و مرگ و میر در هر سنی می‌تواند انتظار زنده ماندن را داشته باشد (۸).

گزارش شده است که تقریباً ۸۷ درصد از مردم جهان در مناطقی زندگی می‌کنند که غلظت $PM_{2.5}$ (با قطر آیرودینامیکی ۲/۵ میکرومتر یا کمتر) بالاتر از دستورالعمل‌های WHO می‌باشد. ذرات $PM_{2.5}$ به قسمت‌های عمیق‌تر ریه نفوذ می‌کنند، به طوری که می‌تواند برخی اثرات خطرناک تری در مقایسه با PM_{10} ایجاد کند (۲). ارتباط میان آلودگی هوای ناشی از $PM_{2.5}$ و پیامد های مختلف سلامتی بلند مدت در تحقیق‌های زیادی در سراسر جهان مورد بررسی قرار گرفته است. پوپ و همکاران آلودگی هوای ناشی از ذرات معلق و میزان زندگی مورد انتظار در ۲۱۷ ایالت از ۵۱ کلانشهر ایالت متحده امریکا را مورد بررسی قرار دادند. (۹). در تحقیق دیگری لین و همکاران اثرات $PM_{2.5}$ محیط بر را با بررسی عوامل هواشناسی در گوانجو چین را در سال های ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۶ مورد بررسی قرار دادند (۱۰).

با توجه به مطالب گفته شده، ارزیابی اثرات آلاینده $PM_{2.5}$ در هوا بر روی سلامت انسان یک مسئله ضروری می باشد. در سال های اخیر، ابزار های مختلفی از جمله AirQ+، BenMAP، Aphekom و AirQ تو سط سازمان‌های مختلف برای ارزیابی تاثیرات سلامتی در مورد آلودگی هوا تهیه شده است. نرم‌افزار AirQ+ ابزاری است که توسط مرکز سلامت، محیط‌زیست اروپا و WHO در ماه می سال ۲۰۱۶ تهیه شده و در کمی‌سازی اثرات سلامتی کوتاه‌مدت و بلندمدت آلودگی هوا کاربرد دارد. این نرم‌افزار می‌تواند اثرات سلامتی آلاینده‌های مختلف هوا مانند $PM_{2.5}$، PM_{10}، NO_2، O_3 و اثرات آلودگی هوای خانگی مربوط به استفاده از سوخت جامد (Solid Fuel Use) (SFU)) را بررسی کند و شامل توابع قرار گرفتن در معرض آلاینده و مقادیر خطر نسبی (Relative Risk) (RR)) است که در بسیاری از مطالعات اپیدمیولوژیک اخیر مورد استفاده قرار گرفته است (۸، ۱۳-۱۱).

شهر اهواز با جمعیت تقریبی بیش از ۱ میلیون نفر، مساحت ۲۲۰ کیلومترمربع و مرکز استان خوزستان به عنوان یکی از شهرهای جنوب غرب ایران می‌باشد که در موقعیت جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی و ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۸ متر بالاتر از سطح دریا واقع شده است (شکل ۱). در سال‌های اخیر به دلیل صنعتی شدن میزان آلودگی‌های محیط‌زیست از جمله آلودگی هوای محیط در این کلانشهر رو به افزایش یافته است (۱۵و۱۴). لذا، هدف از این مطالعه برآورد تاثیرات سلامتی آلاینده $PM_{2.5}$ بر روی

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2024-06-29]



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی شهر اهواز در ایران

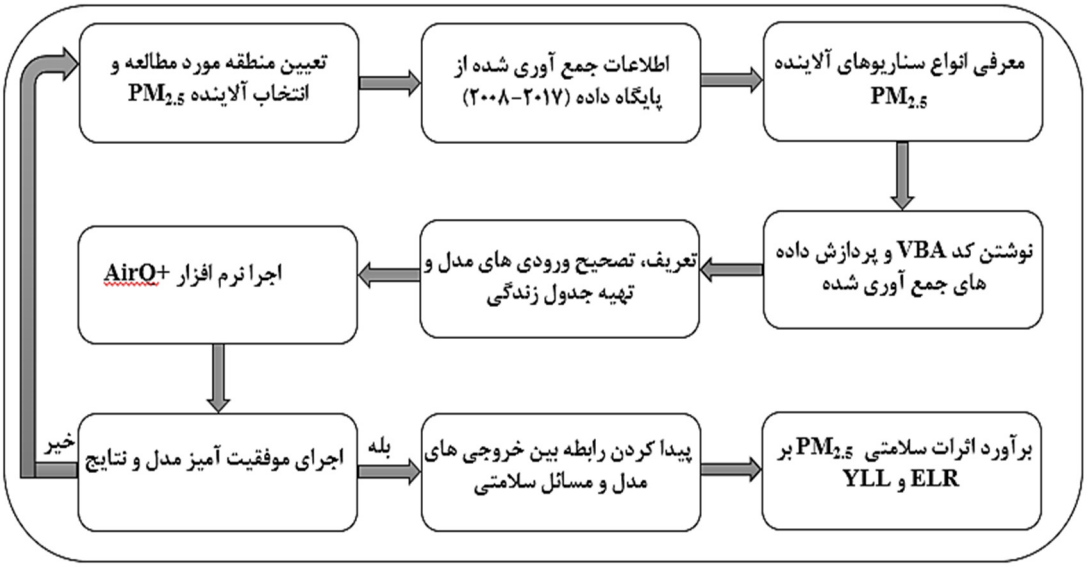
شاخص‌های ELR و YLL در هوای محیط شهر اهواز در طی دوره زمانی سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۷ با استفاده از نرم‌افزار AirQ+ می‌باشد که تاکنون کمتر در شهر اهواز به این شاخص‌ها با توجه ح ضور آلاینده خطرناک $PM_{2.5}$ پرداخته شده است.

روش کار

روش مطالعه از نوع نیمه‌تجربی و جامعه آماری ۱۰ ساله برای ساکنین شهر اهواز بوده است. داده‌های آلاینده $PM_{2.5}$ از سازمان‌های محیط‌زیست و هواشناسی شهر اهواز در ایستگاه‌های نادری، اداره محیط‌زیست، میدان دانشگاه و هواشناسی گردآوری و نسبت به برآورد اثرات سلامتی $PM_{2.5}$ در بازه زمانی ده ساله اقدام شد. در مرحله بعد این داده‌ها توسط نرم‌افزار اکسل پردازش گردید و داده‌های پردازش شده توسط اکسل به نرم‌افزار AirQ+ داده شد. پردازش داده‌ها با استفاده از همپوشانی صفحه‌های اکسل در محیط اکسل و نرم‌افزارهای R و Minitab انجام گرفت. اطلاعات آلاینده‌های هوای موجود در فایل اکسل دریافت شده از سازمان حفاظت محیط‌زیست اهواز به تفکیک ماه بودند. داده‌های مربوط به آلاینده در صفحه‌های جداگانه و پشت سر هم وارد شدند و برای داده‌های مربوط به هر ایستگاه یک صفحه در نظر گرفته شد. داده‌های مربوط به مرگ و میر از معاونت بهداشت و درمان گرفته شد. پردازش این داده‌ها و محاسبه شاخص‌های ELR و YLL برای کل جمعیت در رده‌های سنی ۶۴-۰ و بیش از ۶۴ سال انجام شد. اعداد حاصل از میانگین‌گیری برای آلاینده $PM_{2.5}$ و داده های ELR و YLL پردازش شده به صورت فایل CSV وارد نرم‌افزار AirQ+ شدند. برر سی ارتباط معنی‌دار غلظت آلاینده $PM_{2.5}$ با ELR با آزمون آماری همبستگی پیرسون در سطح معنی‌داری ۵ درصد نیز صورت گرفت.

اعت بارسنجی داده های $PM_{2.5}$ برای کیف یت هوای محیط در شهر اهواز براساس متدولوژی سازمان‌های

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2024-06-29]



شکل ۲- مراحل از انجام فرآیند مطالعه

WHO و Aphekom انجام گرفت (۱۷و۱۶). براساس این متدلوژی برای دستیابی به مقادیر متوسط ۱ ساعته از داده‌های با دوره زمانی کوتاه‌تر، باید ۷۵ درصد از آن داده‌ها معتبر باشد؛ جهت محاسبه مقادیر میانگین سالیانه برای ذرات معلق می‌بایست مقادیر معتبر فصل زمستان وجود داشته باشد؛ برای محاسبه میانگین ۲۴ ساعته، ۵۰ درصد از داده‌های ساعتی بایستی وجود داشته باشند و عاری از غلظت‌های غیرمنطقی (از جمله اعداد صفر و منفی) باشند؛ همچنین طی فرآیند معتبرسازی داده‌ها، ایستگاه‌هایی انتخاب شدند که شاخص مواجهه جمعیت باشند. از این‌رو، داده‌های ساعتی ایستگاه‌ها بررسی و ایستگاه‌هایی انتخاب که اعتبارسنجی داده‌های بالای ۷۵ درصد داشتند. در ایستگاه‌های منتخب، ابتدا میانگین ۲۴ ساعته برای هر ایستگاه محاسبه و سپس با استفاده از میانگین ۲۴ ساعته ایستگاه‌های مختلف، میانگین سالیانه $PM_{2.5}$ با استفاده از مقادیر ماهانه در شهر اهواز محاسبه شد.

کمی سازی آلاینده $PM_{2.5}$ و محاسبه شاخص‌های ELR و YLL با استفاده از نرم‌افزار AirQ+ صورت گرفت. با استفاده از رگرسیون چندمتغیره میزان کاهش یا افزایش ELR و YLL تخمین زده شد. اگر سطح آلودگی مرجع کمتر از سطح آلودگی اطلاعات پایه (اندازه‌گیری‌های تجربی) باشد، YLL یک مقدار مثبت است. مقادیر YLL به علت مرگ در اولین سال شبیه سازی و ELR با استفاده از فرمول‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ محاسبه شدند. مراحل انجام این مطالعه به صورت شماتیک در شکل ۲ نشان داده شده است.

YLL (at AGE) = Sum (age range) YLL (۱)

YLL due to death in first year = Sum (all ages first year) ([deaths annual mean- deaths reference]*ELR reference) (۲)

ELR (at AGE) = Sum (from AGE until end) YLL/number of people at AGE (۳)

ELR lost = ELR (reference) – ELR (basic data (۴)

یافته‌ها

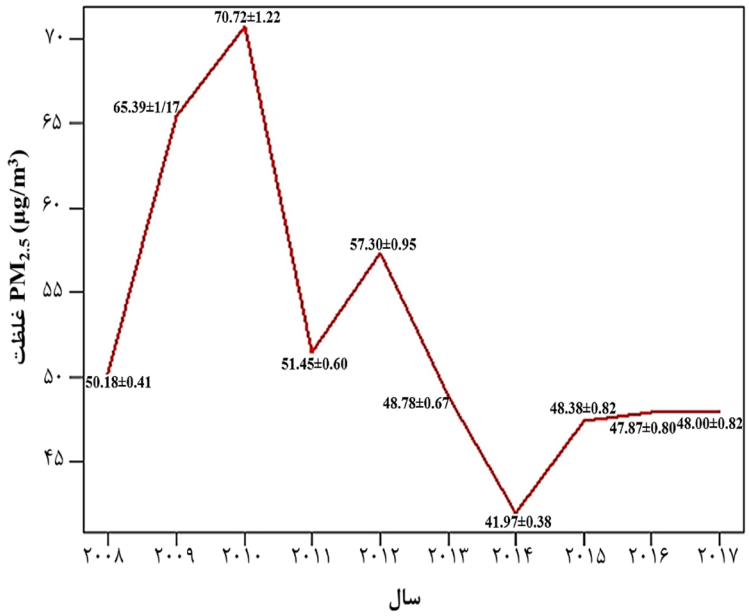
میانگین تغییرات سالیانه آلاینده $PM_{2.5}$ در شهر اهواز در بازه زمانی مورد مطالعه (۲۰۱۷-۲۰۰۸) در شکل ۳ نشان داده شده است. میانگین تغییرات سالیانه غلظت آلاینده $PM_{2.5}$ در شهر اهواز از سال ۲۰۰۸ تا سال ۲۰۱۰ روند افزایشی، از سال ۲۰۱۰ تا سال ۲۰۱۱ روند کاهشی، از سال ۲۰۱۱ تا سال ۲۰۱۲ روند افزایشی، از سال ۲۰۱۲ تا سال ۲۰۱۴ روند کاهشی، از سال ۲۰۱۴

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2024-06-29]

تا سال ۲۰۱۵ روند افزایشی، از سال ۲۰۱۵ روند کاهشی و سال ۲۰۱۷ روند افزایشی داشته است. بیشترین غلظت آلاینده $PM_{2.5}$ ۷۰/۷۲ میکروگرم بر مترمکعب مربوط به سال ۲۰۱۰ و کمترین غلظت آلاینده $PM_{2.5}$ ۴۱/۹۷ میکروگرم بر مترمکعب مربوط به سال ۲۰۱۴ در شهر اهواز به دست آمد.

برآورد تاثیرات سلامتی بلند مدت آلاینده $PM_{2.5}$ در طی دوره زمانی سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۷ در شهر اهواز بر روی شاخص‌های ELR و YLL با استفاده از نرم‌افزار AirQ+ مورد بررسی قرار گرفته شد. در جدول ۱ مقایسه میزان YLL به علت مرگ‌های منتسب به آلاینده $PM_{2.5}$ برای کل جمعیت شهر اهواز نشان داده شده است. بیشترین میزان YLL برای ده سال در رده سنی ۶۴-۰ سال، ۴۱۲/۷۷ سال مربوط به سال ۲۰۱۰ و کمترین تعداد YLL برای رده سنی ۶۴-۰ سال، ۱۳۵/۷۹ سال مربوط به سال ۲۰۱۴ بوده است. همچنین به ترتیب بیشترین و کمترین میزان YLL برای رده سنی بیشتر از ۶۴ سال، ۱۱۳۵/۹۶ سال برای سال ۲۰۱۰ و ۲۶۲/۸۸ سال برای سال ۲۰۱۴ بوده است.

در جدول ۲ مقایسه ELR با استاندارد ایران از طرف سازمان ملل، EPA و غلظت آلاینده $PM_{2.5}$ برای کل جمعیت در شهر اهواز در بازه زمانی (۲۰۱۷-۲۰۰۸) نشان داده شده است (۲۰و۱۹). بیشترین مقدار ELR برای کل جمعیت شهر اهواز، در تمام سنین برای سال ۲۰۱۴ معادل ۷۲/۵۶ سال و کمترین در سال ۲۰۱۰ معادل ۶۲/۱۷ سال بوده است. با بررسی ارتباط معنی‌دار غلظت آلاینده $PM_{2.5}$ با ELR در شهر اهواز از طریق آزمون همبستگی پیرسون در سطح معنی‌داری ۵ درصد، ضریب همبستگی مقدار ۰/۹۷- را نشان داد که مشخص کننده همبستگی منفی بین این دو پارامتر می‌باشد.



شکل ۳- میانگین تغییرات سالانه آلاینده $PM_{2.5}$ در شهر اهواز (۲۰۰۸-۲۰۱۷)

جدول ۱- مقایسه YLL به علت مرگ‌های منتسب به آلاینده $PM_{2.5}$

سن	۲۰۰۸	۲۰۰۹	۲۰۱۰	۲۰۱۱	۲۰۱۲	۲۰۱۳	۲۰۱۴	۲۰۱۵	۲۰۱۶	۲۰۱۷
۶۴-۰	۱۶۵/۳۸	۲۹۵/۱۸	۴۱۲/۷۷	۲۲۵/۲۸	۲۴۵/۵۶	۱۴۰/۴۴	۱۳۵/۷۹	۱۷۳/۰۸	۱۶۳/۰۲	۱۸۴/۲۷
بیش از ۶۴	۳۲۳/۷۷	۷۵۰/۶۵	۱۱۳۵/۹۶	۴۵۱/۴۷	۶۳۶/۸۹	۴۵۷/۹۶	۲۶۲/۸۸	۳۴۶/۳۸	۴۱۷/۲۶	۴۲۷/۸۹
همه سنین	۴۸۹/۱۵	۱۰۴۵/۸۳	۱۵۴۸/۷۳	۶۷۶/۷۵	۸۸۲/۴۵	۵۹۸/۴	۳۹۸/۶۷	۵۱۹/۴۶	۵۸۰/۲۸	۶۱۲/۱۶

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2024-06-29]

جدول ۲- مقایسه مقادیر ELR شهر اهواز با استاندارد ایران از طرف سازمان ملل، EPA و غلظت آلاینده $PM_{2.5}$ برای کل جمعیت

	۲۰۰۸	۲۰۰۹	۲۰۱۰	۲۰۱۱	۲۰۱۲	۲۰۱۳	۲۰۱۴	۲۰۱۵	۲۰۱۶	۲۰۱۷
اهواز	۷۰/۱۵	۶۵/۹۵	۶۲/۱۷	۶۸/۱۳	۶۷/۰۷	۶۹/۸۹	۷۲/۵۶	۷۱/۳۲	۷۰/۴۵	۶۹/۵۴
ایران	۷۲/۷۲	۷۳/۱۸	۷۳/۶۵	۷۴/۱۱	۷۴/۵۸	۷۵/۰۴	۷۵/۳۰	۷۵/۵۶	۷۵/۸۳	۷۶/۰۹
EPA	۷۸/۲۰	۷۸/۵۰	۷۸/۷۰	۷۸/۷۰	۷۸/۷۰	۷۸/۷۰	۷۸/۹۰	۷۸/۷۰	۷۸/۷۰	۷۸/۶۰
$PM_{2.5}$	۵۰/۱۹	۶۵/۳۹	۷۰/۷۲	۵۱/۴۵	۵۷/۲۸	۴۸/۷۸	۴۱/۹۷	۴۷/۳۸	۴۷/۸۸	۴۸

ELR: Expected Life Remaining
EPA: Environmental Protection Agency

بحث

این مطالعه در شهر اهواز با برآورد تاثیرات سلامتی بلند مدت آلاینده $PM_{2.5}$ در طی دوره زمانی ده ساله سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۷ بر روی شاخص‌های ELR و YLL با استفاده از نرم‌افزار AirQ+ صورت گرفت. استاندارد متوسط سالیانه $PM_{2.5}$ براساس راهنمای WHO، مقدار ۱۰ میکروگرم بر مترمکعب گزارش شده است (۱۸). به طوری که در تمام سال‌های اندازه‌گیری آلاینده $PM_{2.5}$ (۲۰۱۷-۲۰۰۸)، مقدار این آلاینده در هوای محیط شهر اهواز بیشتر از استاندارد WHO بوده و دامنه تغییرات آن بین ۴/۲ تا ۷/۰۷ برابر بیشتر از استاندارد (۱۰ میکروگرم بر مترمکعب) بوده است. از این‌رو شهر اهواز یکی از آلوده‌ترین شهرهای جهان محسوب می‌شود. از جمله عوامل آلوده‌کننده برای این شهر می‌توان به موقعیت جغرافیایی و توپوگرافی، پدیده گرد و غبار، افزایش حمل و نقل، نزد یک بودن به صحرای عربستان و بیابان‌های بزرگ کشورهای همجوار، افزایش صنایع مهم تولیدی مانند نفت و فولاد اشاره کرد (۲۱-۲۳). مقدار بیش از حد آلاینده $PM_{2.5}$ از استاندارد و آلودگی هوای محیط، در شهر اهواز و دیگر شهرهای ایران و جهان توسط برخی از محققین گزارش شده است (۲۹-۲۴).

استفاده از YLL به عنوان یک شاخص سلامتی در توسعه سیاست‌های محیط‌زیستی عمومی مهم است. تعیین مداخلات مناسب برای مدیریت خطر مربوط به YLL و بهبود توانایی‌های محلی برای واکنش سریع در معرض آلودگی هوا بسیار حائز اهمیت است (۹). بیشترین و کمترین میزان YLL برای تمامی سنین به ترتیب ۱۵۴۸/۷۳ سال در سال ۲۰۱۰ و ۳۹۸/۶۷ سال در سال ۲۰۱۴ بوده که با مقادیر غلظت آلاینده $PM_{2.5}$ ارتباط خطی داشته است. به طوری که بیشترین و کمترین غلظت $PM_{2.5}$ در سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۱۴ در شهر اهواز به دست آمد. از نتایج این مطالعه برآورد شد که در تمام سال‌های مورد مطالعه، افراد بیشتر از ۶۴ سال دارای شاخص YLL بیشتری نسبت به افراد رده سنی ۶۴-۰ سال داشتند. تلاش‌های بهداشت عمومی، تخصیص بودجه تحقیق و سازمان های کنترل کننده آلودگی بایستی سودمندتر باشد تا اینکه مقدار این شاخص کمتر شود، زیرا که تاثیر چشمگیری بر امید به زندگی عمومی می‌تواند داشته باشد. همچنین منابع مختلف آلودگی هوا، بر متغیر بودن این شاخص در مناطق مختلف جهان تاثیرگذار است (۳۰). به طوری که نتایج این مطالعه با مطالعه زو و همکاران در مورد تاثیر بار آلودگی هوای محیط بر YLL در ووکسی چین با استفاده از یک مدل غیر خطی (۲۰۱۵-۲۰۱۲) مطابقت داشت. در این مطالعه از YLL به عنوان یک شاخص برای ارزیابی بار ناشی از آلاینده‌های اصلی هوا و بررسی اصلاح‌کننده‌های بالقوه استفاده شد؛ که نتیجه گرفته شد آلودگی هوای محیط با YLL و مرگ و میر ناشی از علل غیر تصادفی و بیماری‌های قلبی-عروقی و تنفسی و دیابت بین سال‌های ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۵ مرتبط است. علاوه‌بر این، نتایج نشان داد که فصل، جنسیت و سن تأثیرات کوتاه مدت آلودگی هوا را تعدیل می‌کند. همچنین استفاده از YLL ممکن است دانش ما را در مورد بار بیماری ناشی از محیط های رو به وخامت افزایش دهد و سیاست گذاری را تسهیل کند (۳۱). نتایج این مطالعه همچنین با مطالعه گو و همکاران در مورد بار آلودگی هوا بر YLL در پکن چین با تجزیه و

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2024-06-29]

تحلیل رگرسیون گذشته نگر مرگ و میر روزانه طی سال‌های ۲۰۰۴ الی ۲۰۰۸ مطابقت نداشت. در این مطالعه همه آلاینده‌های هوا اثرات قابل‌توجهی بر روی سال‌های از دست رفته عمر زمانی که از مدل‌های تک آلاینده استفاده شد، داشتند. YLL یک معیار تکمیلی برای بررسی اثر آلاینده‌های هوا بر مرگ و میر ارائه شد و افزایش YLL با افزایش آلودگی هوا همراه بود (۳۲).

شاخص ELR می‌تواند در ارزشیابی همه برنامه‌ریزی‌های انجام شده در زمینه سلامت و سطح رفاهی جمعیت مفید واقع شود. به طوری که قرار گرفتن در معرض غلظت‌های نسبتاً کم آلودگی هوای محیط در طولانی مدت منجر به کاهش قابل توجه شاخص ELR می شود (۳۳). مقایسه نتایج با استاندارد ایران و EPA نشان داد که در تمامی سال‌ها ELR از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۷ نسبت به استاندارد کمتر بوده است که با غلظت آلاینده $PM_{2.5}$ ارتباط معنی‌داری داشته است؛ با افزایش و کاهش غلظت آلاینده $PM_{2.5}$ شاخص ELR به ترتیب کاهش و افزایش یافته است (که آزمون آماری همبستگی پیرسون این ارتباط منفی رو نیز نشان داد). به طوری که در مطالعه‌ای مشابه ونگ و همکاران در مورد ارزیابی اثرات آلودگی هوای محیط بر شاخص ELR ساکنان شهری، نشان داده شد که کاهش غلظت آلاینده PM_{10} و بهتر شدن کیفیت هوا موجب افزایش امید به زندگی شده است. در این مطالعه میانگین سالانه غلظت ذرات معلق کمتر از ۱۰ میکرون در ۱۱۳ شهر کلیدی، که تمام استان‌های چین را پوشش می‌داد، همراه با میانگین ملی مرگ و میر ویژه سنی از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۰ جمع‌آوری شدند. افزایش امید به زندگی به دلیل کاهش ۳۴ در صدی PM_{10} را نشان داد. همچنین نتایج نشان داد که کیفیت هوا ممکن است به میزان قابل توجهی به امید به زندگی در چین کمک کرده باشد (۳۴).

از جمله محدودیت های مطالعه می‌توان به برخی موارد زیر اشاره کرد:

۱- با توجه به مساحت و جمعیت شهر اهواز، فقط ۴ ایستگاه در سطح شهر اهواز فعال بود که می‌بایست این تعداد به ۸ الی ۱۲ عدد افزایش یابد.

۲- دستگاه‌های سنجش آلاینده $PM_{2.5}$ در ایستگاه‌ها، طی ۱۰ سال محدودیت ثبت داشته است که در این مطالعه از داده‌های ماهواره‌ای استفاده شده است.

۳- اعتبارسنجی مدل AirQ+ با استفاده از سایر روش‌های آماری متناسب با کشور ایران.

۴- برآورد خطر نسبی جز منتسب به $PM_{2.5}$ برای کشور ایران.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه تاثیرات سلامتی بلندمدت آلاینده $PM_{2.5}$ بر روی شاخص‌های سلامتی ELR و YLL در هوای محیط شهر اهواز در طول ده سال (۲۰۰۸-۲۰۱۷) با استفاده از نرم‌افزار AirQ+ بررسی شد. غلظت آلاینده $PM_{2.5}$ در تمام سال های اندازه‌گیری بیشتر از مقدار استاندارد WHO به دست آمد. از نتایج این مطالعه مشخص شد که افراد بیشتر از ۶۴ سال دارای شاخص YLL بیشتری نسبت به افراد رده سنی ۰-۶۴ سال بودند. بیشترین و کمترین مقدار این شاخص برای تمامی سنین به ترتیب سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۱۴ به دست آمد که با مقادیر غلظت آلاینده $PM_{2.5}$ ارتباط خطی داشته است. بیشترین مقدار شاخص ELR سال ۲۰۱۴ و کمترین سال ۲۰۱۰ به دست آمد. مقدار این شاخص در مقایسه با استاندارد ایران و EPA کمتر بوده است و با غلظت آلاینده $PM_{2.5}$ ارتباط معنی‌داری داشته است. به طوری که با افزایش و کاهش غلظت آلاینده $PM_{2.5}$ شاخص ELR به ترتیب کاهش و افزایش یافته است. به نظر می‌رسد در غرب کشور تعداد روزهای تعطیل به دلیل گردوغبار در سال های اخیر افزایش چشمگیری داشته است. لذا، استفاده از نرم‌افزار AirQ+ نه تنها برای شهر اهواز بلکه برای سایر شهرهای غرب کشور می‌تواند ابزار قدرتمندی برای برآورد سال‌های از دست رفته عمر و کاهش امید به زندگی منتسب به آلاینده $PM_{2.5}$ باشد. از این‌رو برآورد تاثیرات سلامتی بلندمدت YLL و ELR در معرض با آلاینده‌های مختلف هوا از جمله $PM_{2.5}$ می‌تواند در ارزشیابی برنامه‌ریزی‌های انجام شده در زمینه سلامت، سطح رفاهی جمعیت و توسعه سیاست‌های محیط‌زیستی عمومی بسیار مفید باشد.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2024-06-29]

تقدیر و تشکر

نویسندگان این مطالعه از دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سازمان‌های محیط‌زیست و هواشناسی استان خوزستان جهت همکاری در به دست آوردن اطلاعات مورد نیاز تشکر و قدردانی می‌کنند.

References

1. Faridi S, Shamsipour M, Krzyzanowski M, Kunzli N, Amini H, Azimi F, et al. Long-term trends and health impact of $PM_{2.5}$ and O_3 in Tehran, Iran, 2006–2015. Environ Int. 2018;114(1):37-49.

2. Karimi A, Shirmardi M, Hadei M, Birgani YT, Neisi A, Takdastan A, et al. Concentrations and health effects of short-and long-term exposure to $PM_{2.5}$, NO_2, and O_3 in ambient air of Ahvaz city, Iran (2014–2017). Ecotoxicol Environ Saf. 2019;180:542-8.

3. Moller P, Folkmann JK, Forchhammer L, Brauner EV, Danielsen PH, Risom L, et al. Air pollution, oxidative damage to DNA, and carcinogenesis. Cancer Lett. 2008;266(1):84-97.

4. Kassomenos PA, Dimitriou K, Paschalidou AK. Human health damage caused by particulate matter PM_{10} and ozone in urban environments: the case of Athens, Greece. Environ Monit Assess. 2013;185(8):6933-42.

5. Feng S, Gao D, Liao F, Zhou F, Wang X. The health effects of ambient $PM_{2.5}$ and potential mechanisms. Ecotoxicol Environ Saf. 2016;128:67-74.

6. Yitshak-Sade M, Bobb JF, Schwartz J, Kloog I, Zanobetti A. The Synergistic Effect of Short and Long Term Exposure to $PM_{2.5}$ and Temperature on Hospital Admissions in New England. InISEE Conference Abstracts 2018 Feb 1.

7. Woo KS, Chook P, Hu YJ, Lao XQ, Lin CQ, Lee PW, et al. The impact of particulate matter air pollution (PM2. 5) on atherosclerosis in modernizing China: a report from the CATHAY study. Int J Epidemiol. 2021;50(2):578-88.

8. Naghavi M, Abolhassani F, Pourmalek F, Moradi Lakeh M, Jafari N, Vaseghi S, et al. The burden of disease and injury in Iran 2003. Popul Health Metr. 2009;7(1):1-21.

9. Pope III CA, Ezzati M, Dockery DW. Fine particulate air pollution and US county life expectancies. N Engl J Med. 2009;360(4):376.

10. Lin X, Liao Y, Hao Y. The burden associated with ambient $PM_{2.5}$ and meteorological factors in Guangzhou, China, 2012–2016: A generalized additive modeling of temporal years of life lost. Chemosphere. 2018;212:705-14.

11. Henschel S, Chan G, World Health Organization. Health risks of air pollution in Europe-HRAPIE project: new emerging risks to health from air pollution-results from the survey of experts.11, 2013.

12. Rovira J, Domingo JL, Schuhmacher M. Air quality, health impacts and burden of disease due to air pollution (PM_{10}, $PM_{2.5}$, NO_2 and O_3): Application of AirQ+ model to the Camp de Tarragona County (Catalonia, Spain). Sci. Total Environ. 2020;703:135538.

13. Naghan DJ, Neisi A, Goudarzi G, Dastoorpoor M, Fadaei A, Angali KA. Estimation of the effects $PM_{2.5}$, NO_2, O_3 pollutants on the health of Shahrekord residents based on AirQ+ software during (2012-2018). Toxicol Rep. 2022.

14. Goudarzi G, Geravandi S, Vosoughi M, javad Mohammadi M, sadat Taghavirad S. Cardiovascular deaths related to Carbon monoxide Exposure in Ahvaz, Iran. Iran J Health Saf Environ. 2014;1(3):126-31.

15. Alavi N, Shirmardi M, Babaei A, Takdastan A, Bagheri N. Waste electrical and electronic equipment (WEEE) estimation: A case study of Ahvaz City, Iran. J Air Waste Manage Assoc. 2015;65(3):298-305.

16. World Health Organization. Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease. 2016.

17. Kowalska M, Kowalski M. Environmental burden of disease associated with $PM_{2.5}$ exposure in Poland and selected neighboring countries. Air pollution XXII.(red) Brebbia CA, Longhurst JWS WITPRESS Southampton, UK. 2014:203.

18. World Health Organization. Air quality guidelines: global update 2005: particulate matter, ozone, nitrogen dioxide, and sulfur dioxide. World Health Organization; 2006.

19. NCHS (National Center for Health Statistics). Health, United States, 2018–Data Finder. United States Environmental Protection Agency (EPA). https://www.cdc.gov/nchs/hus/content2018.htm#Table_004.

20. United Nations-World Population Prospects, Life Expectancy 1950-2020, Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat, Iran. https://www.macrotrends.net/countries/IRN/iran/life-expectancy.

21. Geravandi S, Mohammadi MJ, Godarzi GH, Ahmadi Angali K, Neisi AK, Zalaghi E. Health effects of exposure to particulate matter less than 10 microns (PM_{10}) in Ahvaz. J Inflammatory Dis. 2014;18(5):28-36.

22. Kermani MA, Aghaei MI, Gholami MI, Asl FB, Karimzadeh SI, Jokandan SF, et al. Estimation of

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2024-06-29]

mortality attributed to $PM_{2.5}$ and CO exposure in eight industrialized cities of Iran during 2011Iran Occup. Health. 2016;13(4):49-61.

23. Zallaghi E, Goudarzi G, Sabzalipour S, Zarasvandi A. Estimation of $PM_{2.5}$ pollutant time changes and its effect on ischemic heart disease (IHD) outcome in Ahvaz city, Iran (2008–2017). Toxin Rev. 2021;40(4),827-34.

24. Zhang JJ, Hu W, Wei F, Wu G, Korn LR, Chapman RS. Children's respiratory morbidity prevalence in relation to air pollution in four Chinese cities. Environ. Health Perspect. 2002;110(9):961-7.

25. Ito K, Xue N, Thurston G. Spatial variation of $PM_{2.5}$ chemical species and source-apportioned mass concentrations in New York City. Atmos Environ. 2004;38(31):5269-82.

26. Hashemzadeh B, Idani E, Goudarzi G, Ankali KA, Sakhvidi MJ, Babaei AA, et al. Effects of $PM_{2.5}$ and NO_2 on the 8-isoprostane and lung function indices of FVC and FEV1 in students of Ahvaz city, Iran. Saudi J Biol Sci. 2019;26(3):473-80.

27. Omidi Khaniabadi Y, Sicard P, Omidi Khaniabadi A, Mohammadinejad S, Keishams F, Takdastan A, et al. Air quality modeling for health risk assessment of ambient PM_{10}, $PM_{2.5}$ and SO_2 in Iran. Hum Ecol Risk Assess. 2019;25(5):1298-310.

28. Zallaghi E, Goudarzi G, Sabzalipour S, Zarasvandi A. Estimation of Epidemiological Indicators of Long-term Exposure to $PM_{2.5}$ and Its Impact on Lung Cancer in People Over 30 Years in 2008-2017 in Ahvaz City, Iran. Arch Hyg Sci. 2022;11(1):63-72.

29. Zallaghi E, Goudarzi G, Sabzalipour S, Zarasvandi A. Estimation of $PM_{2.5}$ Pollutant and Risk of Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) in Ahvaz, Iran. J Chronic Dis Care. 2020;9(4).

30. Castillo-Rodriguez L, Diaz-Jimenez D, Castaneda-Orjuela C, De la Hoz-Restrepo F. Years of Life Lost (yll) in Colombia 1998-2011: Overall and avoidable causes of death analysis. PLoS One. 2015;10(5):e0125456.

31. Zhu J, Zhang X, Zhang X, Dong M, Wu J, Dong Y, et al. The burden of ambient air pollution on years of life lost in Wuxi, China, 2012–2015: a time-series study using a distributed lag non-linear model. Environ Pollut. 2017;224:689-97.

32. Guo Y, Li S, Tian Z, Pan X, Zhang J, Williams G. The burden of air pollution on years of life lost in Beijing, China, 2004-08: retrospective regression analysis of daily deaths. BMJ. 2013;347.

33. Coyle D, Stieb D, Burnett R, DeCivita P, Krewski D, Chen Y, et al. Impact of particulate air pollution on quality-adjusted life expectancy in Canada. J Toxicol Environ Health Part A. 2003;66(16-19):1847-64.

34. Wang C, Zhou X, Chen R, Duan X, Kuang X, Kan H. Estimation of the effects of ambient air pollution on life expectancy of urban residents in China. Atmos Environ. 2013;80:347-51.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2024-06-29]