

Estimating the risk of respiratory tract carcinogenesis caused by Particulate Matter with an aerodynamic diameter of less than 2.5 microns (PM_{2.5}) in different areas of Tehran in the 90s

Samira Tajik¹ , Alireza Hajighasemkhan^{2*} , Reza Saeedi^{3,4} 

1- MPH Department, Faculty of Health and Public Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2- Occupational Health and Safety Engineering Department, School of Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

3- Department of Health, Safety and Environment, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

4- Research Institute for Health Sciences and Environment, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Abstract

Background and Aims: One of the air pollutants is Particulate Matter, and the existence of a relationship between Particulate Matter and increased mortality and respiratory diseases related to air pollution in the past decade has been proven by various epidemiological studies. The aim of this study was to investigate the risk of respiratory tract carcinogenesis by Particulate Matter with an aerodynamic diameter of less than 2.5 microns in different areas of Tehran in the 90's decade.

Materials and Methods: In this study, information on the concentration of Particulate Matter (PM_{2.5}) was collected from 24 air quality control stations in Tehran, and information on the incidence of respiratory tract cancer was also extracted from the national report of the National Cancer Registry Program. Population data in 22 districts of Tehran during the studied years were prepared from Iran Statistics Center. Ethical considerations were observed in all stages of the study.

Results: There observed that the average annual concentration of PM_{2.5} in 22 areas of Tehran metropolis has exceeded the standards of the World Health Organization as well as the national standard. The highest attributable share of the incidence of respiratory tract cancer due to suspended particles (PM_{2.5}) is related to 2013 (0.18), and the 19th district of Tehran municipality has the highest mentioned risk among other districts (0.19). In 2016, the highest incidence of respiratory tract cancer attributed to suspended particles (PM_{2.5}) has been observed in Tehran (152), which most are related to district 4 of Tehran municipality (13).

Conclusion: The results of this research showed that the increase in the concentration of Particulate Matter with an aerodynamic diameter of less than 2.5 microns and the population density in polluted areas increases the risk of respiratory tract cancer.

Keywords: Risk assessment, Carcinogenicity, Particulate matter, Tehran

Please Cite this article as: Tajik S, Hajighasemkhan A, Saeedi R. Estimating the risk of respiratory tract carcinogenesis caused by Particulate Matter with an aerodynamic diameter of less than 2.5 microns (PM_{2.5}) in different areas of Tehran in the 90s. Journal of Health in the Field 2024; 11(4):1-9.

Corresponding Author: Occupational Health and Safety Engineering Department, School of Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Email: hajighasemkhan@sbmu.ac.ir

DOI: <https://doi.org/10.22037/jhf.v11i4.43891>

Received: 14 November 2023

Accepted: 5 May 2024

برآورد ریسک سرطان‌زایی دستگاه تنفس توسط ذرات معلق با قطر آئرودینامیکی کم‌تر از ۲/۵ میکرون (PM_{2.5}) در مناطق مختلف شهر تهران در دهه ۹۰

سمیرا تاجیک^۱، علیرضا حاجی قاسمخان^{۲*}، رضا سعیدی^{۳،۴}

- ۱- گروه دوره عالی بهداشت عمومی (MPH)، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
- ۲- گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
- ۳- گروه سلامت، ایمنی و محیط زیست، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
- ۴- پژوهشکده علوم بهداشتی و محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

چکیده

زمینه و اهداف: یکی از آلاینده‌های هوا، ذرات معلق هستند؛ که مواجهه با آن‌ها طیف وسیعی از اثرات بهداشتی را به دنبال دارد. هدف مطالعه حاضر، بررسی میزان ریسک سرطان‌زایی دستگاه تنفس توسط ذرات معلق با قطر آئرودینامیکی کم‌تر از ۲/۵ میکرون (PM_{2.5}) در مناطق مختلف شهر تهران در دهه ۹۰ بود.

مواد و روش‌ها: اطلاعات مربوط به غلظت ذرات معلق (PM_{2.5}) از ۲۴ ایستگاه سنجش کنترل کیفیت هوای تهران احصاء گردید. اطلاعات مربوط به میزان بروز سرطان دستگاه تنفس نیز از گزارش کشوری برنامه ملی ثبت سرطان استخراج شد و داده‌های مربوط به جمعیت در ۲۲ منطقه شهر تهران در طی سال‌های مورد مطالعه از مرکز آمار ایران تهیه گردید. رعایت ملاحظات اخلاقی در تمام مراحل اجرای مطالعه در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: نتایج مطالعه انجام شده نشان داد میانگین غلظت سالیانه (PM_{2.5}) در ۲۲ منطقه کلان‌شهر تهران در طی سال‌های مورد مطالعه از استانداردهای سازمان جهانی بهداشت و همچنین استاندارد کشوری تجاوز کرده است. بیشترین سهم قابل انتساب بروز سرطان دستگاه تنفس به دلیل ذرات معلق (PM_{2.5}) مربوط به سال ۱۳۹۰ (۰/۱۸) بوده، منطقه ۱۹ شهرداری تهران در بین سایر مناطق بیشترین ریسک مذکور را دارا است (۰/۱۹)؛ در سال ۱۳۹۶ بیشترین بروز سرطان دستگاه تنفس منتسب به ذرات معلق (PM_{2.5}) در تهران دیده شده است (۱۵۲) که بیشترین مورد آن مربوط به منطقه ۴ شهرداری تهران است (۱۳).

نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش نشان داد که افزایش غلظت ذرات معلق با قطر آئرودینامیکی کم‌تر از ۲/۵ میکرون و تراکم جمعیت در مناطق آلوده سبب افزایش میزان ریسک سرطان دستگاه تنفس می‌گردد.

کلید واژه‌ها: ارزیابی ریسک، سرطان‌زایی، ذرات معلق، تهران

* نویسنده مسئول: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

Email: hajighasemkhan@sbmu.ac.ir

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۰۸/۲۳

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۰۲/۱۶

مقدمه

آلودگی هوا یکی از پیامدهای مخرب رشد شهرنشینی است که علت آن را می‌توان افزایش جمعیت، استفاده بیش از حد از منابع سوخت‌های فسیلی، عدم به‌کارگیری فناوری‌های سازگار با محیط زیست، تردد بیش از حد خودروها و آلودگی نامناسب حمل و نقل، وجود تعداد کثیری از صنایع به صورت متراکم و از همه مهم‌تر، عدم مدیریت صحیح مسائل زیست محیطی دانست [۱].

مطالعات اپیدمیولوژیکی در یک دهه گذشته، افزایش مرگ و میر و ارتباط بیماری‌های مرتبط با آلودگی هوا را در اروپا و سراسر جهان نشان می‌دهد [۲-۴]. یکی از آلاینده‌های هوا، ذرات معلق هستند که خطرات آن‌ها به عوامل مختلفی از قبیل اندازه، غلظت، ترکیب و البته سمیت آن‌ها بستگی دارد [۵-۷].

مجموع ذرات معلق در هوا را به‌صورت (Total Suspended Particulate: TSP)، ذرات با قطر ائرودینامیکی کوچک‌تر از ۱۰ میکرون را به‌صورت PM_{10} و ذرات با قطر ائرودینامیکی کوچک‌تر از ۲/۵ میکرون را به‌صورت $PM_{2.5}$ نشان می‌دهند [۸،۹]. با توجه به اینکه ذرات کوچک‌تر از ۱۰ میکرون قادر به نفوذ به قسمت‌های تحتانی ریه بوده و از طرف دیگر عمده ذرات راسب در آلوتل‌ها و همچنین ذراتی که از جدار ریه‌ها عبور کرده و وارد جریان خون می‌شوند، کوچک‌تر از ۲/۵ میکرون هستند، از نظر بهداشتی، این دو گروه از ذرات دارای اهمیت خاص می‌باشند [۱۰،۱۱]. از جمله اثرات حاد بهداشتی در غلظت‌های بالای ذرات مذکور، به ویژه $PM_{2.5}$ ، افزایش موارد مرگ و میر، میزان عفونت‌های سیستم تنفسی، شروع آسم و برونشیت است. علاوه بر این، ذرات مذکور به طور مستقیم در مجاری تنفسی سایش ایجاد کرده، مسیرهای عبور هوا را مسدود و به بافت‌های موکوسی در ریه آسیب وارد می‌کنند [۱۲].

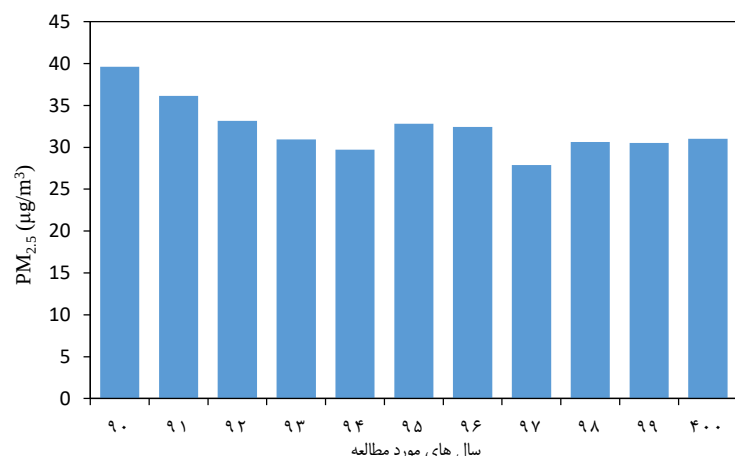
در سال‌های اخیر، کلان شهر تهران به دلیل رشد بیش از حد جمعیت، افزایش بی‌رویه وسایل نقلیه و تمرکز شدید صنایع، با افزایش چشمگیری از ذرات معلق روبرو شده است به طوری که سالانه حدود ۲۲۸۹۰۲۱ تن انواع آلاینده‌ها تنها از منابع متحرک به هوای تهران وارد می‌شوند و از این رقم، حدود ۲۱۰۰۰ تن به ذرات معلق اختصاص دارد [۱۳]. در سال‌های اخیر مشکلات عمده آلودگی هوا در تهران در فصول پاییز و زمستان به ویژه در ماه‌های آذر و دی ماه به دلیل وارونگی دما رخ داده است؛ که منجر به تعطیلی مدارس و میزان بالای بستری در بیمارستان‌ها به دلیل مشکلات تنفسی شده است [۱۴]. بر اساس بررسی‌های سازمان جهانی بهداشت، به ازای افزایش هر ۱۰ میکروگرم ذرات معلق، میزان مرگ و میر ۱ تا ۳ درصد افزایش می‌یابد [۱۵،۱۶]. بر اساس استاندارد هوای پاک ایران مصوب سال ۱۳۹۵ میزان مواجهه مجاز سالیانه برای ذرات $PM_{2.5}$ را ۱۲ میکروگرم بر مترمکعب هوا اعلام کرده است. سازمان جهانی بهداشت نیز میزان مواجهه مجاز سالیانه برای ذرات PM_{10} را ۲۰

میکروگرم بر متر مکعب هوا اعلام کرده است [۱۷]. مقدار رهنمود جدید سازمان جهانی بهداشت در سال ۲۰۲۱ برای میزان مواجهه مجاز سالیانه ذرات $PM_{2.5}$ (۵ میکروگرم در متر مکعب) اعلام کرده است [۱۸]. بر اساس آخرین مطالعات بار بیماری‌های جهانی، تعداد موارد مرگ منتسب به $PM_{2.5}$ در سال ۲۰۱۹ در هر صد هزار نفر در کشورهایی از قبیل عربستان سعودی، عراق و سوریه به ترتیب ۴۹/۸، ۶۰/۳ و ۷۲/۳ بوده است که در مقایسه با کشور ایران با ۴۹/۵ مرگ در هر صد هزار نفر بیشتر بوده است. اما موارد مرگ منتسب به $PM_{2.5}$ در صد هزار نفر در کشورهایی مانند امارات، عمان و قطر به ترتیب ۳۵/۲، ۳۳/۹ و ۱۸/۸ بوده است که در مقایسه با کشور ایران کمتر می‌باشد [۱۸]. همچنین به استناد اطلاعات سازمان جهانی بهداشت تخمین زده می‌شود سالیانه حدود ۷ میلیون نفر در اثر تنفس ذرات معلق در هوا دچار اختلال در سلامت می‌شوند. آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان، آلودگی هوا را به‌طور کلی و ذرات معلق (PM) را به‌طور خاص به عنوان عامل سرطان‌زایی معرفی کرده است [۱۹،۲۰]. سرطان در برخی از کشورها، بعد از بیماری‌های قلبی-عروقی، دومین علت مرگ و میر به شمار می‌رود. در ایران نیز بعد از بیماری‌های قلبی-عروقی و سوانح و حوادث، سرطان سومین علت مرگ و میر می‌باشد. [۲۱،۲۲]. تاکنون مطالعات مختلفی جهت بررسی اثرات ذرات معلق بر سلامتی مردم شهر تهران صورت گرفته است ولی بر اساس بررسی‌های انجام شده، ریسک سرطان‌زایی دستگاه تنفس منتسب به ذرات معلق در مناطق مختلف شهر تهران مورد مطالعه قرار نگرفته است. هدف این پژوهش، بررسی ریسک سرطان‌زایی ذرات $PM_{2.5}$ در دستگاه تنفس در مناطق مختلف شهر تهران در دهه ۹۰ می‌باشد.

مواد و روش‌ها

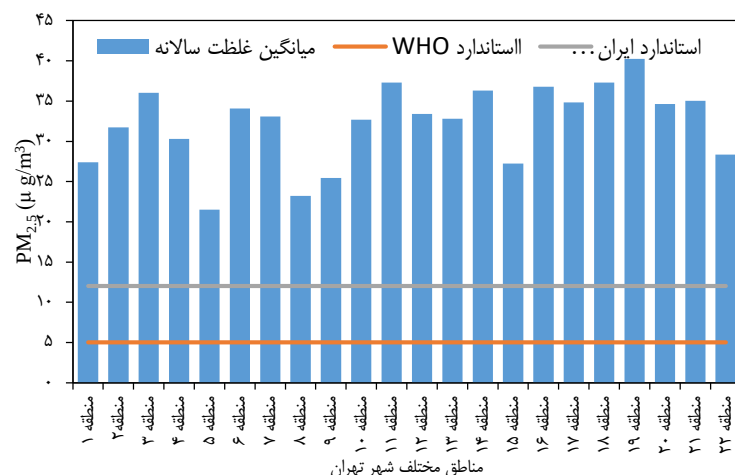
منطقه مورد مطالعه: این مطالعه بر روی هوای کلان شهر تهران صورت گرفت. شهر تهران از نظر تقسیم‌بندی شهرداری دارای ۲۲ منطقه می‌باشد. این کلان شهر طبق سرشماری سال ۱۳۹۵ جمعیتی بالغ بر ۸۶۹۳۷۰۶ نفر و مساحت ۷۳۰ کیلومترمربع را دارا است. تهران از نظر موقعیت جغرافیایی در محدوده ۱۷ درجه و ۵۱ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۵۱ دقیقه طول جغرافیایی شرقی و ۳۶ درجه و ۳۵ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۳۵ دقیقه عرض جغرافیایی شمالی در جنوب رشته کوه البرز واقع شده است. این عامل در تشدید آلودگی و پدیده اینورژن در فصل سرد نقش اساسی داشته است [۲۳].

برای انجام مطالعه، میانگین غلظت ماهیانه ذرات معلق $PM_{2.5}$ ، از ۲۴ ایستگاه سامانه پایش کنترل کیفیت هوای شهر تهران بر حسب مناطق مختلف که شامل ایستگاه‌های اقدسیه، اتوبان محلاتی، پارک رز، پونک، پیروزی، تربیت مدرس، دروس، ستاد بحران منطقه ۷، منطقه ۲۰،



شکل ۱- متوسط غلظت ذرات PM_{2.5} در شهر تهران در طی سال‌های مورد مطالعه

Figure 1- Average concentration of PM_{2.5} particles in Tehran during the studied years



شکل ۲- مقایسه نسبت متوسط غلظت سالیانه ذرات معلق PM_{2.5} (µg/m³) در

۲۲ منطقه شهر تهران در طی سال‌های مورد مطالعه با استاندارد ملی ایران (۱۲ µg/m³) و رهنمود WHO (۵ µg/m³)

Figure 2- Comparison of the average annual concentration ratio of PM_{2.5} (µg/m³) in 22 regions of Tehran during the studied years with the National Standard of Iran (12 µg/m³) and the WHO Directive (5 µg/m³)

بررسی غلظت ذرات PM_{2.5} در فصول مختلف سال‌های مورد مطالعه

جدول شماره ۱، غلظت ذرات معلق PM_{2.5} در فصول مختلف سال‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. با توجه آن مشخص می‌گردد میزان غلظت ذرات معلق در فصول مختلف سال در طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۰ یکسان نمی‌باشد و میانگین غلظت PM_{2.5} در فصل پاییز دارای بیشترین میزان است.

شادآباد، شریف، گلبرگ، مسعودیه، صدر، میدان فتح و شهرداری منطقه‌های ۱، ۲، ۴، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۶، ۱۹ و ۲۲ در طی سال‌های ۱۳۹۰ الی ۱۴۰۰ جمع‌آوری گردید. با بررسی داده‌ها مشخص شد که ذرات معلق در بیش از ۵۰ درصد روزهای سال پایش شده است. همچنین داده‌های مربوط به جمعیت ۲۲ منطقه شهر تهران در طی سال‌های مذکور از مرکز آمار ایران احصاء گردید. اطلاعات مربوط به میزان بروز سرطان دستگاه تنفس نیز از گزارش کشوری برنامه ملی ثبت سرطان استخراج شد.

برای انجام آنالیز آماری غلظت ذرات معلق PM_{2.5} از نرم‌افزار SPSS و Excel استفاده شد. به‌منظور محاسبه ارزیابی ریسک سرطان دستگاه تنفسی متناسب به PM_{2.5}، روابط زیر مورد استفاده قرار گرفت:

$$AF = \frac{\sum P_i RR_i - 1}{\sum P_i RR_i} \quad (1)$$

$$ILCR = AF \times BL \quad (2)$$

در این روابط AF سهم قابل انتساب سرطان‌های دستگاه تنفسی به PM_{2.5}، P_i نسبت جمعیت مواجهه یافته با غلظت i ذرات PM_{2.5}، RR_i ریسک نسبی سرطان‌های دستگاه تنفسی متناسب به PM_{2.5} در غلظت i، ILCR افزایش ریسک سرطان در طول عمر و BL میزان بروز پایه سرطان‌های دستگاه تنفسی در جامعه مورد مطالعه می‌باشد. ریسک نسبی سرطان‌های دستگاه تنفسی متناسب به PM_{2.5} به تفکیک گروه‌های مواجهه با غلظت‌های مختلف از مطالعه جهانی بار بیماری‌ها [۲۴] و بروز پایه سرطان‌های دستگاه تنفسی در استان تهران از گزارش‌های ملی ثبت سرطان استخراج گردید [۲۵]. رعایت ملاحظات اخلاقی در تمام مراحل اجرای مطالعه در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

بررسی وضعیت ذرات PM_{2.5} هوای مناطق مختلف شهر تهران

شکل شماره ۱، میانگین غلظت PM_{2.5} را در تهران از سال ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۰ را نشان می‌دهد. همانگونه که مشاهده می‌شود میانگین سالانه غلظت PM_{2.5} در سال ۱۳۹۰، بیشترین میزان را دارد و از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷، روند نزولی و از سال ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۰ روند صعودی را نشان می‌دهد. شکل شماره ۲، مقایسه نسبت متوسط غلظت سالیانه ذرات PM_{2.5} در ۲۲ منطقه شهر تهران در طی سال‌های مورد مطالعه با استاندارد ملی ایران (۱۲ µg/m³) و رهنمود WHO (۵ µg/m³) را نشان می‌دهد. با توجه به شکل شماره ۲، مقایسه نسبت متوسط غلظت سالیانه ذرات PM_{2.5} در ۲۲ منطقه شهر تهران در طی سال‌های مورد مطالعه بیش از میزان استاندارد ملی ایران و رهنمود سازمان بهداشت جهانی می‌باشد؛ و بیشترین میزان متوسط غلظت سالیانه ذرات معلق مربوط به منطقه ۱۹ می‌باشد.

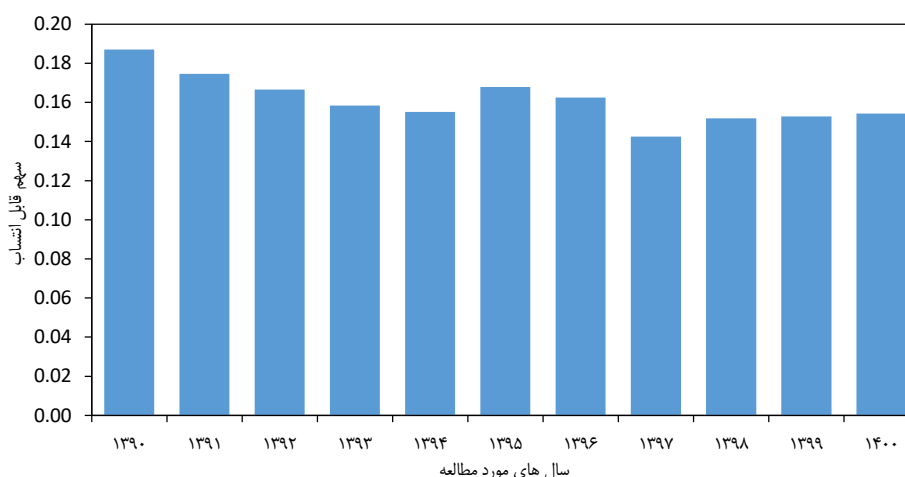
جدول ۱- غلظت ذرات معلق $PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) در فصول مختلف سال‌های مورد مطالعه
Table 1-Concentration of $PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) in different seasons of the studied years

فصل	تعداد	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
بهار	۲۲۰	۱۰/۸۳	۶۴/۲۴	۲۶/۶۶	۸/۹۳
تابستان	۲۱۴	۱۴	۶۸/۶۴	۳۲/۲۳	۹/۳۱
پاییز	۲۱۹	۱۶/۸۲	۶۳	۳۵/۰۴	۹/۴۹
زمستان	۲۱۹	۸/۳۷	۶۵	۳۴/۸۰	۹/۲۹

بررسی سهم قابل انتساب سرطان‌های دستگاه تنفس در ارتباط با ذرات معلق

بررسی میزان ریسک سرطان دستگاه تنفس در مناطق مختلف شهر تهران در طی سال‌های مورد مطالعه: شکل شماره ۳، سهم قابل انتساب

بروز سرطان دستگاه تنفس به ذرات معلق $PM_{2.5}$ در طی سال‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. با توجه به شکل شماره ۳ بیشترین سهم قابل انتساب به بروز سرطان دستگاه تنفس در طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۰ مربوط به سال ۱۳۹۰ می‌باشد. شکل شماره ۱ نیز گویای بیشترین میزان غلظت سالیانه ذرات معلق $PM_{2.5}$ در سال ۱۳۹۰ است.



شکل ۳- سهم قابل انتساب بروز سرطان دستگاه تنفس به ذرات معلق در طی سال‌های مورد مطالعه

Figure 3- The attributable contribution of respiratory cancer to particulate matter during the studied years

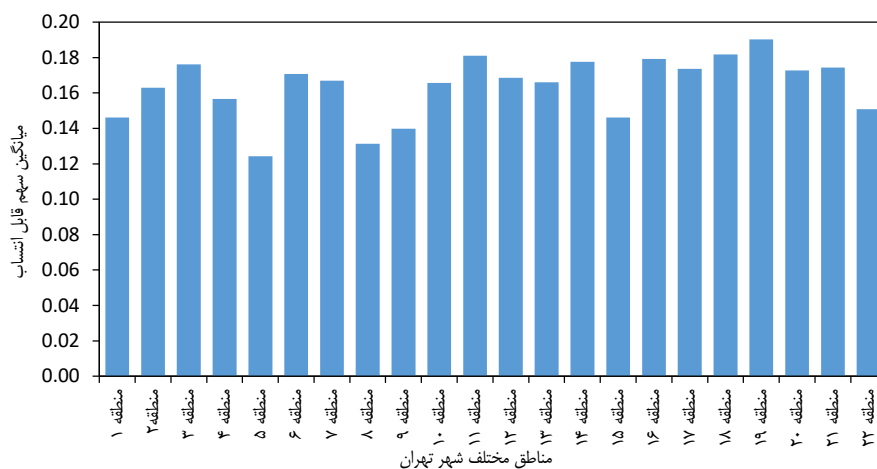
مناطق مختلف شهر تهران و با توجه به آن منطقه ۴ شهرداری تهران بیشترین موارد را به خود اختصاص داده است. میانگین میزان بروز سرطان دستگاه تنفس متناسب به ذرات معلق در هر ۱۰۰ هزار نفر در شهر تهران در سال‌های مورد مطالعه در شکل شماره ۷ نشان داده شده است.

شکل شماره ۸، میانگین میزان بروز سرطان دستگاه تنفس متناسب به ذرات معلق در هر ۱۰۰ هزار نفر در مناطق مختلف شهر تهران در دهه ۱۳۹۰ را نشان می‌دهد؛ که بیشترین میانگین میزان بروز سرطان دستگاه تنفس متناسب به ذرات معلق در هر ۱۰۰ هزار نفر در مناطق مختلف شهر تهران مربوط به منطقه ۱۹ می‌باشد. که با نتایج به دست آمده در شکل شماره ۲ همخوانی دارد.

شکل شماره ۴، میانگین سهم قابل انتساب بروز سرطان دستگاه تنفس به ذرات معلق در مناطق مختلف شهر تهران در دهه ۱۳۹۰ را نشان می‌دهد و بیشترین میزان میانگین سهم قابل انتساب بروز سرطان دستگاه تنفس به ذرات معلق در مناطق مختلف شهر تهران در طی سال‌های مورد مطالعه، مربوط به منطقه ۱۹ می‌باشد.

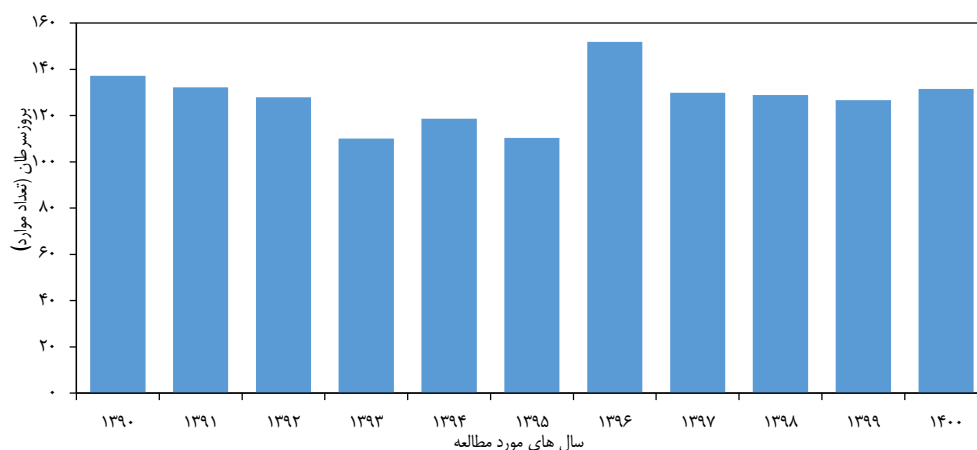
شکل شماره ۵، موارد بروز سرطان دستگاه تنفس متناسب به ذرات معلق شهر تهران در سال‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد و همانطور که مشاهده می‌شود بیشترین میزان موارد بروز سرطان دستگاه تنفس متناسب به ذرات معلق شهر تهران مربوط به سال ۱۳۹۶ می‌باشد.

شکل شماره ۶، گویای میانگین موارد بروز سرطان دستگاه تنفس متناسب به ذرات معلق در مناطق مختلف شهر تهران است. بیشترین میزان میانگین موارد بروز سرطان دستگاه تنفس متناسب به ذرات معلق در



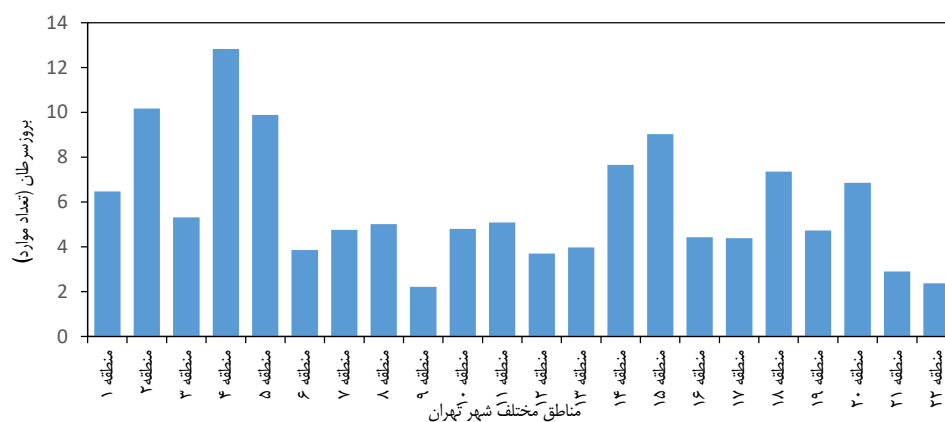
شکل ۴- میانگین سهم قابل انتساب بروز سرطان دستگاه تنفس به ذرات معلق در مناطق مختلف شهر تهران در دهه ۱۳۹۰

Figure 4- The average attributable contribution of respiratory cancer to particulate matter in different regions of Tehran in 1390s



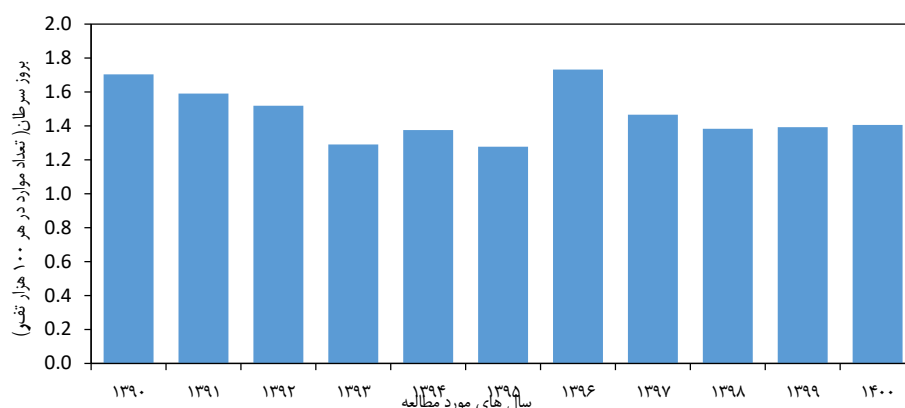
شکل ۵- موارد بروز سرطان دستگاه تنفس متناسب به ذرات معلق شهر تهران در سال‌های مورد مطالعه

Figure 5- Incidence of respiratory system cancer attributable to particulate matter in Tehran in the years under study



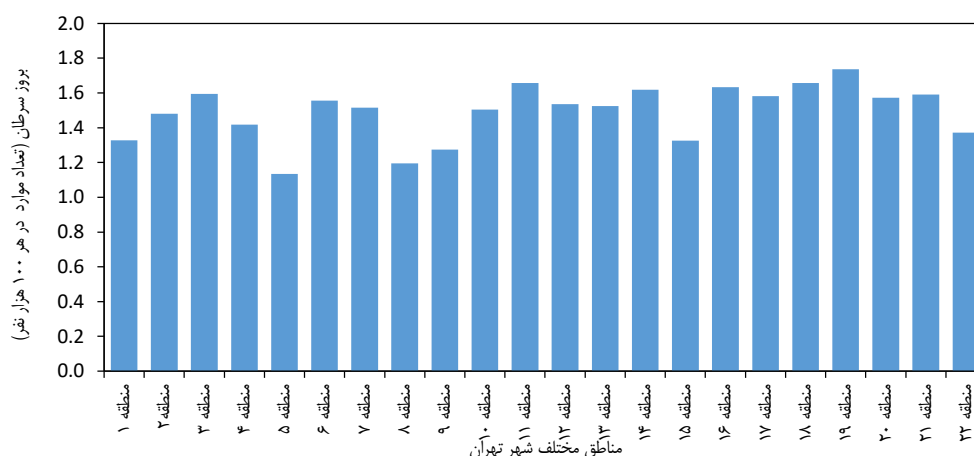
شکل ۶- میانگین موارد بروز سرطان دستگاه تنفس متناسب به ذرات معلق در مناطق مختلف شهر تهران

Figure 6- The mean incidence of respiratory tract cancer attributable to particulate matter in different regions of Tehran



شکل ۷ - میانگین میزان بروز سرطان دستگاه تنفس منتسب به ذرات معلق در هر ۱۰۰ هزار نفر در شهر تهران در سال‌های مورد مطالعه

Figure 7- The average incidence of respiratory cancer attributable to particulate matter per 100,000 people in Tehran in the years under study



شکل ۸ - میانگین میزان بروز سرطان دستگاه تنفس منتسب به ذرات معلق در هر ۱۰۰ هزار نفر در مناطق مختلف شهر تهران در دهه ۱۳۹۰

Figure 8-The average incidence of respiratory tract cancer attributed to particulate matter per 100,000 people in different areas of Tehran in the 1390s

بحث

سلامت در کلان شهر تهران که طی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۶ صورت گرفت که حاکی از آن بود که غلظت ذرات معلق هوای شهر تهران در سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۰ روند افزایشی داشته است و حداکثر میانگین غلظت $PM_{2.5}$ طی ۱۲ سال مورد بررسی، در سال ۱۳۹۰ معادل $38 \mu g/m^3$ مشاهده شده است و روند تغییرات غلظت ذرات معلق هوا در فاصله سال‌های ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۴ روند کاهشی داشته است و به حدود $30 \mu g/m^3$ رسیده است [۲۷]. نتایج مشاهده شده توسط محققین مذکور با نتایج به دست آمده در این مطالعه کاملاً تطبیق دارد. شکل شماره ۱ نشان می‌دهد بیشترین میزان متوسط غلظت $PM_{2.5}$ در سال ۱۳۹۰ و کمترین میزان متوسط غلظت سالانه $PM_{2.5}$ مربوط به سال ۱۳۹۷ است و از سال ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۰ روند افزایشی داشته است.

طبق نتایج مندرج در جدول شماره ۱، مشخص گردید ارتباط معناداری بین فصول و غلظت ذرات $PM_{2.5}$ وجود دارد و میزان غلظت ذرات معلق با قطر آئرودینامیکی کمتر از $2/5$ میکرون در فصل پاییز بیشترین مقدار

مواجهه با آلودگی هوا می‌تواند سبب طیف وسیعی از اثرات منفی بهداشتی و بار اقتصادی در جوامع گردد. براساس مطالعات انجام شده، شهر تهران به دلیل جمعیت زیاد و سطوح بالای غلظت ذرات معلق $PM_{2.5}$ ناشی از فعالیت‌های گوناگون، میزان بالایی از مرگ و میرهای زودرس را در کشور به خود اختصاص داده است [۲۶]. در مطالعه انجام شده توسط حسونود و همکاران در سال ۱۴۰۲ تحت عنوان تغییرات غلظت ذرات معلق هوای شهر تهران و اثرات آن بیانگر این است که کیفیت هوای آزاد در شهر تهران طی سال‌های ۱۳۹۰ الی ۱۴۰۱ از منظر آلاینده $PM_{2.5}$ در شرایط نامناسبی بوده است و همواره از حدود رهنمود سازمان جهانی بهداشت و استانداردهای ملی کیفیت هوا بالاتر بوده است [۱۸]. که با نتایج به دست آمده در این مطالعه (شکل شماره ۲) کاملاً تطبیق دارد. در مطالعه انجام شده توسط ندافی و همکاران در سال ۱۳۹۷ تحت عنوان مروری بر وضعیت کیفیت هوای آزاد و اثرات آن بر

شماره ۶). در مطالعه‌ای که توسط Natasha و همکارانش در سال ۲۰۰۴ بر روی خطرات بهداشتی مرتبط با قرار گرفتن در معرض PM_{2.5} برای جمعیت‌های مختلف (سیاه‌پوست، سفیدپوست، اسپانیایی‌تبار، جوانان، بزرگسالان و سالمندان) در منطقه واشنگتن دی سی صورت گرفت نتایج نشان داد با افزایش غلظت ذرات، احتمال بروز افزایش سرطان ریه در طول عمر نیز افزایش می‌یابد [۳۳]. نتایج مشاهده شده توسط محققین مذکور با نتایج به دست آمده در این مطالعه انطباق دارد.

نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده در مطالعه پیش رو نشان می‌دهد که با افزایش غلظت ذرات معلق با قطر آئرودینامیکی کمتر از ۲/۵ میکرون و تراکم جمعیت در مناطق آلوده سبب افزایش میزان ریسک سرطان دستگاه تنفس می‌گردد. از این رو باید تمامی فعالیت‌های آلوده‌کننده هوا به صورت جدی در کشور مشخص شوند و بر اساس میزان آلاینده‌های آنها و اثرات بهداشتی سوئی که بر جامعه خواهند داشت، برنامه‌های سختگیرانه برایشان طرح‌ریزی و اجرا شود. قانون هوای پاک در شهر تهران به درستی اجراء شود. از سری راهکارهای پیشنهادی میتوان به از رده خارج کردن وسایل نقلیه فرسوده، استانداردسازی سوخت بنزین و گازوئیل توزیعی در کشور، تولید خودروهای مطابق با استاندارد آلاینده‌های یورو ۵ و بالاتر، تمرکز بیشتر بر روی جلوگیری از انتشار آلاینده‌های هوا از صنایع بزرگ اشاره کرد و از سوی دیگر از طریق مدیریت صحیح شهری برنامه‌ریزی‌هایی جهت تمرکز جمعیت در مناطق کمتر آلوده انجام شود.

تشکر و قدردانی

این مطالعه حاصل پایان‌نامه دوره عالی بهداشت عمومی (MPH) با کد اخلاقی IR.SBMU.THNS.REC.1401.123 می‌باشد. نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از همکاری تمام افراد و سازمان‌هایی که محققان را در انجام این پژوهش یاری داده‌اند، تشکر و قدردانی نمایند.

تضاد منافع

بین نویسندگان هیچ گونه تعارض منافع وجود ندارد.

References

- 1- Abbaspour M, Javid AH, Saeedi S. The Impact of urban parks on PM₁₀ suspended particles, through using GIS software. Journal of Environmental Science and Technology 2014; 16(1):1-11 (In Persian).
- 2- Downs SH, Schindler Ch, Liu L-JS, Keidel D, Bayer-Oglesby L, Brutsche MH, et al. Reduced exposure to PM₁₀ and attenuated age-related decline

و در فصل بهار کمترین مقدار را در طی سال‌های مورد تحقیق به خود اختصاص داده است. در مطالعه‌ای که توسط Muenmee's و همکاران در سال ۲۰۲۱ تحت عنوان ارزیابی ریسک سلامتی افراد در معرض PM_{2.5} در منطقه صنعتی Pluak Daeng، استان Rayong انجام شد نتایج حاکی از آن بود که میانگین غلظت PM_{2.5} در فصول مرطوب و فصول خشک متفاوت است [۲۸]؛ و در مطالعه‌ای که توسط Zhao و همکاران در سال ۲۰۲۱ در ارتباط با غلظت فلزات سنگین با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون و همچنین ارزیابی خطر سلامتی آن‌ها بر روی انسان صورت گرفت نشان داده شد که غلظت فلزات سنگین بیش از ۲۵ درصد در ایام بهار کاهش یافته است [۲۹]. در مطالعه‌ای که توسط ذاکری کیا و همکارانش در سال ۱۳۹۶ تحت عنوان مدل‌سازی تحلیل مکانی زمانی پراکنش ذرات معلق در سطح شهر تهران بر پایه آنالیزهای مکانی در محیط GIS صورت گرفت بیانگر این است که بیشترین PM_{2.5} به دلیل دمای پایین و پدیده وارونگی هوا متعلق به ماه‌های سرد سال و کمترین آن متعلق به ماه فروردین در طی سال‌های ۹۳ و ۹۴ می‌باشد [۳۰]. در مطالعه‌ای که توسط غلامی در سال ۱۳۹۸ تحت عنوان بررسی تاثیر وارونگی دمایی بر آلودگی هوای شهر تهران صورت گرفت نشان داد در فصول سرد سال یکی از مهم‌ترین دلایل تشدید آلودگی هوای شهر تهران پایداری جوی ناشی از وارونگی دما می‌باشد [۳۱]. در مطالعه‌ای که توسط کیخسروی و همکاران در سال ۱۳۹۱ تحت عنوان تحلیل رابطه بین ضخامت و ارتفاع وارونگی و شدت آلودگی هوا در شهر تهران صورت گرفت نشان داده شد زمانی که ارتفاع اینورژن به سطح زمین نزدیک شده است بر شدت آلودگی هوا (شاخص کیفیت هوای ایستگاه‌ها) افزوده شده است [۳۲]. نتایج مشاهده شده توسط محققین مذکور با نتایج به دست آمده در این مطالعه کاملاً تطبیق دارد. مطالعه انجام شده نشان داد که بیشترین سهم قابل انتساب بروز سرطان دستگاه تنفس به دلیل ذرات معلق مربوط به سال ۱۳۹۰ بوده (شکل شماره ۳) و منطقه ۱۹ شهرداری تهران در بین سایر مناطق بیشترین ریسک مذکور را دارا است (شکل شماره ۴).

همان‌گونه که شکل شماره ۵ نشان می‌دهد سال ۱۳۹۶ بیشترین بروز سرطان دستگاه تنفس منتسب به ذرات معلق در تهران دیده شده است که بیشترین مورد آن مربوط به منطقه ۴ شهرداری تهران است (شکل

- in lung function. The New England Journal of Medicine 2007; 357(23):2338-47.
- 3- Ghio AJ, Devlin RB. Inflammatory lung injury after bronchial instillation of air pollution particles. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine 2001; 164(4):704-08.
- 4- Tominz R, Mazzoleni B, Daris F. Estimate of potential health benefits of the reduction of air pollution with PM₁₀ in Trieste, Italy. Epidemiologia & Prevenzione 2005; 29(3-4):149-55.

- 5-Franklin M, Schwartz J. Differential effects of PM_{2.5} species on acute mortality. *Epidemiology* 2007; 18(5):S175. Doi: 10. 1097/ 01. ede. 0000276874.31911.e4.
- 6-Pérez N, Pey J, Querol X, Alastuey A, López JM, Viana M. Partitioning of major and trace components in PM₁₀-PM_{2.5}-PM₁ at an urban site in Southern Europe. *Atmospheric Environment* 2008; 42(8):1677-91.
- 7-Quiterio SL, Da Silva CRS, Arbilla G, Escaleira V. Metals in airborne particulate matter in the industrial district of Santa Cruz, Rio De Janeiro, in an annual period. *Atmospheric Environment* 2004; 38(2):321-31.
- 8- Amirbeygi H, Ahmadi Asor A. Air health pollutant control methods. 2nd ed. Tehran: Andisheh Rafi 2009.
- 9-Wheatley AD, Sadhra S. Occupational exposure to diesel exhaust fumes. *The Annals of Occupational Hygiene* 2004; 48(4):369-76.
- 10-Dehghani M, Saeedi Aboueshaghi A, Zamanian Z. A study of the relationship between indoor and outdoor particle concentrations in Hafez hospital in Shiraz, Iran. *Journal of Health System Research* 2013; 8(7):1348-55 (In Persian).
- 11-Pope Iii CA, Burnett RT, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, Ito K, et al. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *Jama Network* 2002; 287(9):1132-41.
- 12-Griffin RD. Principles of air quality management. 2nd ed. CRC Press 2020.
- 13-Jamaati H, Attarchi M, Hassani S, Farid E, Seyedmehdi SM, Salimi Pormehr P. Investigating air quality status and air pollutant trends over the Metropolitan area of Tehran, Iran over the past decade between 2005 and 2014. *Environmental Health and Toxicology* 2018; 33(2):e2018010. Doi: 10.5620/eh.t.e2018010.
- 14-Panji M, Shahsavani A, Mohseni Bandpey A, Rashidi Y, Hashemi Nazari SS, Kermani M, et al. Evaluation of the health effects of reducing PM_{2.5} in Tehran based on the breath life campaign; an AirQ+ modelling (2017–2026). *Journal of Health in the Field* 2023; 10(4):39-48 (In Persian).
- 15-Jamshidi A, Karimzadeh K, Raygan Shirazi A. Particulate air pollution concentration in the city of Gachsaran, 2005-2006. *Armaghane Danesh* 2007; 12(2):89-97 (In Persian).
- 16-WHO. Urban air pollution in megacities of the world. Available from: <https://iris.who.int/handle/10665/39902>. Accessed 1992.
- 17-Bayat R, Ashrafi Kh, Shafiepour Motlagh M, Hassanvand MS, Daroudi R. Estimation of Tehran's particulate matter 2.5 micrometers or less in diameter (PM_{2.5}) health effects, using BenMAP-CE. *Iranian Journal of Health and Environment* 2019; 12(3):365-82 (In Persian).
- 18-Hassanvand MS, Faridi S, Naddafi K, Bayat R, Khanizadeh M, Momeniha F, et al. Variations of particulate matter in Tehran city and their impacts. *Iranian Journal of Culture and Health Promotion* 2023; 7(3):463-71 (In Persian).
- 19-Mokhtari M, Jafari N, Hajizadeh Y, Mohammadi A, Miri M, Abdollahnejad A. Estimation of health effects of PM_{2.5} exposure using Air Q model in Isfahan during 2013. *Health and Development Journal* 2017; 6(1):74-84 (In Persian).
- 20-Pražnikar Z, Pražnikar J. The effects of particulate matter air pollution on respiratory health and on the cardiovascular system. *Slovenian Journal of Public Health* 2012; 51(3):190-99.
- 21-Rovira J, Domingo JL, Schuhmacher M. Air quality, health impacts and burden of disease due to air pollution (PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂ and O₃): Application of airQ+ model to the camp de Tarragona county (Catalonia, Spain). *Science of the Total Environment* 2020; 703:135538. Doi: 10. 1016/j.scitotenv.2019.135538.
- 22-Verrier RL, Mittleman MA, Stone PH. Air pollution: An insidious and pervasive component of cardiac risk. *Circulation* 2002; 106(8):890-92.
- 23-Soleimani F, Malek Hoseini A. The Zoning of air quality in 22 districts of Tehran using GIS and geostatistical methods. *Quarterly Journal of Environmental-based Territorial Planning* 2021; 52:19-44 (In Persian).
- 24-Collaborators GBD, Ärnlöv J. Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990–2019: A systematic analysis for the global burden of disease study 2019. *The Lancet* 2020; 396(10258):1223-49.
- 25-Roshandel Gh, Ghanbari-Motlagh A, Partovipour E, Salavati F, Hasanpour-Heidari S, Mohammadi G, et al. Cancer incidence in Iran in 2014: Results of the Iranian national population-based cancer registry. *Cancer Epidemiology* 2019; 61:50-58.
- 26-Hopke PhK, Hashemi Nazari SS, Hadei M, Yarahmadi M, Kermani M, Yarahmadi E, et al. Spatial and temporal trends of short-term health impacts of PM_{2.5} in Iranian cities; a modelling approach (2013-2016). *Aerosol and Air Quality Research* 2018; 18:497-504. Doi: 10. 4209/ aqr. 2017.09.0325.

27-Naddafi K, Hassanvand MS, Faridi S. Review of studies on air quality status and its health effects in Iran. *Iranian Journal of Health and Environment* 2019; 12(1):151-71 (In Persian).

28-Muenmee S, Boodee S. Health risk assessment of exposure $PM_{2.5}$ from industrial area in Pluak Daeng district Rayong province. *Naresuan Phayao Journal* 2021; 14:95-110.

29-Zhao XL, Jiang GG, Song ZL, Touseef B, Zhao XY, Huang YY, et al. Concentrations of heavy metals in $PM_{2.5}$ and health risk assessment around Chinese new year in Dalian, China. *Open Geosciences* 2021; 13(1):1366-74.

30-Zakeri KIA S, Aghamohammadi H, Behzadi S, Azizi Z. Modeling and spatio-temporal analysis of the distribution of particulate matter in Tehran city based on spatial analysis in GIS enviroment. *Journal*

of Environmental Science and Technology 2020; 21(11):241-52 (In Persian).

31-Cheraghi M. Investigating the effect of temperature inversion on air pollution in Tehran. *Journal of Environmental Studies, Natural Resources and Sustainable Development* 2020; 3(10):1-8 (In Persian).

32-Keykhosrowi Gh, Lashkari H. Analysis of the relationship between the thickness and height of the inversion and the severity of air pollution in Tehran. *Journal of Geography and Planning* 2014; 18(49):231-57 (In Persian).

33-Greene NA, Morris VR. Assessment of public health risks associated with atmospheric exposure to $PM_{2.5}$ in Washington, DC, USA. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2006; 3(1):86-97.