ORIGINAL ARTICLE

Estimation of Mortality, Acute Myocardial Infarction and Chronic Obstructive Pulmonary Disease due to Exposure to O_3, NO_2, and SO_2 in Ambient Air in Tehran

Majid Kermani[1,2],
Mohsen Dowlati[2],
Ahmad Jonidi Jafari[2,3],
Roshanak Rezaei Kalantari[2,3]

[1] Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[2] Research Center for Environmental Health Technology, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[3] Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

(Received October 14, 2015 Accepted Jan 10, 2015)

Abstract

Background and purpose: Air pollution is one of the most important environmental factors threatening human health that cause short and long term health effects and various diseases. The present study aimed at investigating and quantifying the health consequences associated with exposure to O3, NO2, and SO2 in ambient air in Tehran, 2014, using the air quality (Air Q) model.

Materials and methods: A descriptive–analytic study was performed in which hourly data of pollutants were taken from Tehran environmental protection agency and Air Quality Control Company. Data was validated according to the WHO guidelines. Statistical parameters were calculated for quantifying health effects. Then, processed data was converted for Air Q model.

Results: The highest cumulative cases of mortality was due to NO_2 (n= 1274, attributable proportion= 2.51). Also, cumulative cases of hospital admission due to chronic obstructive pulmonary disease were attributed to O_3 (n= 240 cases, attributable proportion= 2.54). The number of heart attack cases due to SO_2 was 225.

Conclusion: According to the growing trend of air pollution, resultant mortality rate, and adverse effects more efficient solutions are required to control and reduce air pollution in Tehran.

Keywords: air pollution, health effect, mortality, Air Q model, Tehran

J Mazandaran Univ Med Sci 2016; 26(138): 96-107 (Persian).

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره بیست و ششم شماره ۱۳۸ تیر سال ۱۳۹۵ (۱۰۷-۹۶)

برآورد تعداد موارد مرگ و میر، انفارکتوس میوکاردیال حاد و بیماری انسداد مزمن ریوی (COPD) ناشی از تماس با آلاینده های ازن، دی اکسید نیتروژن و دی اکسید گوگرد در هوای شهر تهران

مجید کرمانی[۱و۲]
محسن دولتی[۲]
احمد جنیدی جعفری[۲و۳]
روشنک رضایی کلانتری[۲و۳]

چکیده

سابقه و هدف: آلودگی هوا به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل زیست محیطی تهدیدکننده سلامت انسان، علاوه بر اثرات مخرب بر محیط زیست، سبب اثرات بهداشتی کوتاه و بلندمدت و بیماری‌های مختلف می گردد. مطالعه حاضر با هدف کمی‌سازی و برآورد پیامدهای بهداشتی منتسب به آلاینده‌های ازن، دی‌اکسید نیتروژن و دی‌اکسید گوگرد در هوای کلان شهر تهران با استفاده از مدل AirQ انجام گرفت.

مواد و روش‌ها: این مطالعه از نوع توصیفی مقطعی در سال ۱۳۹۳ در کلان شهر تهران می‌باشد. ابتدا داده‌های ساعتی آلاینده‌ها از شرکت کنترل کیفیت هوای شهر تهران و اداره کل محیط زیست تهران دریافت گردید. سپس طبق معیارهای WHO، اعتبار سنجی گردیده و شاخص‌های آماری مورد نیاز جهت کمی‌سازی اثرات بهداشتی محاسبه گردید و داده‌های پردازش شده در محیط اکسل به داده‌های ورودی و مورد نیاز نرم‌افزار AirQ تبدیل شد و مراحل کمی‌سازی اثرات با استفاده از نرم‌افزار انجام گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد بیش‌ترین تعداد تجمعی کل مرگ منتسب به آلاینده NO_2 با ۱۲۷۴ نفر و جزء منتسب ۲/۵۱ برآورده شده است. هم‌چنین بیش‌ترین موارد بستری شدن در بیمارستان به علت بیماری انسداد مزمن ریوی منتسب به آلاینده O_3، ۲۴۰ نفر با جزء منتسب ۲/۵۴ می‌باشد. تعداد موارد سکته قلبی منتسب به SO_2، ۲۲۵ نفر می‌باشد.

استنتاج: با توجه به روند رو به رشد آلودگی هوا و مرگ و میر، اثرات بهداشتی و بیماری‌های ناشی از آن، انجام اقدامات و راه حل‌های مؤثر در زمینه کنترل و کاهش آلودگی هوا در کلان شهر تهران بسیار حائز اهمیت است.

واژه های کلیدی: آلودگی هوا، اثرات بهداشتی، مرگ و میر، کلان شهر تهران، مدل AirQ

مقدمه

آلودگی هوا یکی از مهم‌ترین مباحث مرتبط با محیط زیست می‌باشد که مواجهه با آن سبب بروز اثرات بهداشتی متعددی شده و با توجه به روند رو به رشد آن در بسیاری از شهرهای بزرگ جهان، سلامتی تهدید قرار داده است. طبق برآوردهای سازمان بهداشت جهانی از پیامدهای بهداشتی، ۸۶۵۰۰۰ مورد مرگ سالیانه افراد را موردتخمین زده شده است(۳-۱). امروزه بسیاری از شهرهای مهم ایران با مشکل وضعیت نامطلوب کیفیت هوا

مولف مسئول: محسن دولتی- تهران: دانشگاه علوم پزشکی ایران، مرکز تحقیقات تکنولوژی بهداشت محیط E-mail: mohsendowlati.69@gmail.com
۱. دانشیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
۲. مرکز تحقیقات تکنولوژی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
۳. استاد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
تاریخ دریافت : ۱۳۹۴/۷/۲۲ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات : ۱۳۹۴/۸/۴ تاریخ تصویب : ۱۳۹۴/۱۰/۲۰

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

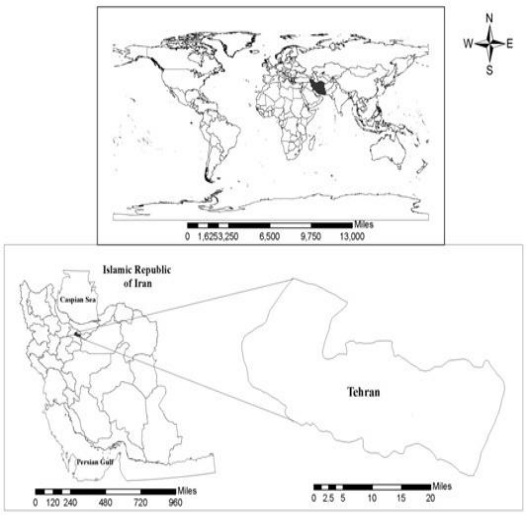
و پدیده گرد و غبار مواجه هستند. آمار نشان می‌دهد که در بسیاری از کلان شهرهای کشور به خصوص شهر تهران، کیفیت هوا از حد مجاز تعیین شده توسط سازمان بهداشت جهانی فراتر رفته است(۵،۴). مرگ و میر ناشی از بیماری‌های قلبی و عروقی در ایران در حدود ۴۰ تا ۵۰ درصد کل مرگ‌ها را شامل می‌شود که پس از حوادث ترافیکی، دارای بالاترین آمار مرگ و میر در این کشور است. طی دو دهه گذشته در اروپا و سراسر جهان، مطالعات اپیدمیولوژیکی بسیاری در زمینه ارتباط آلاینده‌های هوا و میزان موارد مرگ و میر در اثر بیماری‌های قلبی و عروقی صورت پذیرفته است(۷،۶). مطالعه‌ای که توسط بهرامی اصل و همکاران تحت عنوان برآورد تعداد بیماری و مرگ ناشی از آلاینده NO_2 در هوای پنج کلان شهر ایران در سال ۱۳۹۰ با استفاده از مدل AirQ انجام پذیرفت، نشان داد شهر اصفهان با متوسط غلظت سالیانه ۱۲۸ µg/m3، بیش‌ترین غلظت NO_2 را داشته و در تمامی شهرها این متوسط غلظت بیش‌تر از حد استاندارد کشورمان بوده است. تعداد کل مرگ، مرگ قلبی عروقی و بستری به دلیل انسداد مزمن ریوی، در مشهد به ترتیب با ۲۸۶ نفر، ۱۶۱ نفر و ۴۳ نفر بیش‌ترین تعداد را داشته‌اند(۸). قنبری قوزیکلی و همکاران با بررسی آینده‌های O_3، NO_2 و SO_2 (۲۰۱۴) در شهر تبریز نشان دادند که در حدود ۰/۳، ۰/۹ و ۰/۴ درصد از بیماری‌های انسداد ریوی به ترتیب مرتبط با آلاینده‌های O_3، NO_2 و SO_2 است و به ازای افزایش 10µg/m3 در غلظت این آلاینده‌ها ریسک این بیماری در حدود ۰/۵۸، ۰/۳۸ و ۰/۴۴ درصد افزایش می‌یابد و رابطه معنی‌داری بین سطح این آلاینده‌ها با تعداد بیماران انسداد ریوی وجود دارد(۹). دهقانی (۱۳۸۷) در مطالعه‌ای با بررسی رابطه عناصر اقلیمی و آلاینده‌های هوای شیراز با مرگ و میر ناشی از بیماری‌های قلبی و تنفسی، نشان داد میان مرگ و میر ناشی از آلاینده SO_2، دمای هوا و فشار هوا ارتباط معنی‌داری وجود دارد(۱۰). NO_2 نقش بسیار زیادی در بروز بیماری‌های قلبی و عروقی دارا می‌باشد طبق مطالعات و پژوهش‌های انجام‌گرفته مانند مطالعه تورنتو کانادا، میزان پذیرش بیمارستانی بیماری مزمن انسداد ریوی، ۷/۷۲ نفر بوده که ۴۰/۴ درصد ناشی از دی‌اکسید نیتروژن بوده است(۱۱). آژانس بین‌المللی تحقیقات بر روی سرطان (IARC) در سال ۱۹۹۲ در تحقیقی، SO_2[1] را جزء مواد کارسینوژن دسته‌بندی نمود(۱۲). دی اکسید گوگرد یکی از آلاینده‌های معیار پایش آلودگی هواست که عمدتا از مصرف سوخت‌های فسیلی، نیروگاه‌ها و ترافیک شهری وارد جو می‌گردد(۱۳). ازن نیز یکی از ترکیبات سمی فتوشیمیایی در هوای آلوده می‌باشد و راه ورود آن به بدن اغلب از طریق تنفس بوده و بسته به غلظت اولیه می‌تواند در هر قسمت از بافت ریه نفوذ کند. مطالعه اپیدمیولوژیکی متعددی نیز(۲۱-۱۴) به اثرات بهداشتی ازن بر روی سلامتی انسان اشاره‌کرده‌اند. مدل AirQ یکی از معتبرترین روش‌ها جهت کمی‌سازی اثرات آلودگی هوا بر مبنای روش "ارزیابی خطر" می‌باشد که بیش‌تر از نوع آماری- اپیدمیولوژیکی بوده و توسط دفتر اروپایی محیط‌زیست و سلامت WHO در سال ۲۰۰۴ ارائه شده است. در این مدل اثرات بالقوه ناشی از تماس با یک آلاینده مشخص بر انسان در یک ناحیه شهری معین و طی دوره زمانی خاص ارزیابی می‌شود و یک ابزار معتبر و قابل اعتماد به منظور برآورد اثرات کوتاه مدت آلاینده‌های هوا می‌باشد(۲۲).

شهر تهران یکی از آلوده‌ترین شهرهای کشور می‌باشد و میزان آلودگی در این شهر، روز به روز افزایش می‌یابد، به طوری‌که شرایط زندگی را برای بسیاری از شهروندان سخت و طاقت‌فرسا نموده است. لذا انتظار می‌رود که آمار مرگ و ابتلا در این شهر سال به سال افزایش یابد. بنابراین نیازمند پژوهش در این زمینه و توجه هر چه بیش‌تر مسئولین و متخصصین امر جهت کنترل آلودگی هوا می‌باشد. از این رو مطالعه و ارزیابی میزان اثرات بهداشتی آلودگی هوای شهر تهران بر

1. Sulfur dioxide

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

سلامت شهروندان امری ضروری است. تصویر شماره ۱ بیانگر موقعیت جغرافیایی شهر تهران می‌باشد.



تصویر شماره ۱: موقعیت جغرافیایی شهر تهران

مواد و روش ها

این مطالعه که در کلان شهر تهران در سال ۱۳۹۳ انجام شد، یک مطالعه توصیفی مقطعی است و در آن از مدل نرم‌افزاری Air Q 2.2.3، جهت ارزیابی اثرات آلاینده‌های O_3، NO_2 و SO_2 بر روی تعداد موارد مرگ و میر، سکته قلبی و بیماری انسداد مزمن ریوی استفاده شد. جهت تعیین میزان اعتبار داده‌ها به منظور انجام آنالیزهای آماری و استفاده از داده‌های خام، بر اساس معیارهای ذکر شده توسط WHO، داده‌های ثبت شده در ایستگاه‌ها مورد پردازش اولیه و ثانویه قرار گرفت. در پردازش اولیه حذف، شیت‌بندی آلاینده و یکسان‌سازی زمانی برای برآورد متوسط صورت گرفت و بر اساس معیارهای ذکر شده توسط WHO، تعداد ایستگاه‌های دارای داده‌های معتبر شناسایی شدند. از این رو نسبت بین تعداد داده‌های معتبر برای دو فصل (فصل گرم و سرد) نباید بیش از ۲ برابر باشد. هم‌چنین جهت دستیابی به مقادیر متوسط ۲۴ ساعته، می‌بایست حداقل ۵۰ درصد داده‌های معتبر وجود داشته و دارای اعتبار کافی باشد. پردازش ثانویه در نرم‌افزار اکسل با برنامه‌نویسی، شاخص‌های آماری مورد نیاز شامل میانگین سالیانه، میانگین فصل گرم، میانگین فصل سرد، صدک ۹۸ سالانه، حداکثر سالیانه، حداکثر فصل گرم و حداکثر فصل سرد آلاینده‌ها محاسبه شد. جمعیت براساس گزارش مرکز آمار، طبق سرشماری ها به عنوان جمعیت در معرض آلودگی مدنظر قرار گرفت. در نرم‌افزار، تعیین اثرات سوء سلامتی در ارتباط با جرم آلاینده استنشاقی می‌باشد؛ بنابراین داده‌های ورودی بایستی برحسب واحدهای وزنی- حجمی ($\mu g/m^3$) باشند. بدین منظور با نوشتن برنامه در نرم‌افزار Excel و بر اساس شرایط دمایی و فشار، داده‌ها تبدیل واحد شدند. برای تبدیل به واحد جرم به حجم، از فرمول کلی زیر استفاده شد که P فشار هوا، T درجه حرارت و MW وزن مولکولی آلاینده می‌باشد:

$$\frac{\mu g}{m^3} = \frac{P\ (mmHg) \times MW \times ppm}{62.4\ \times T\ (°K)} \times 1000 \qquad (1)$$

در نهایت با وارد کردن داده‌های پردازش شده در نرم‌افزار Air Q، نتایج به‌صورت جزء منتسب، تعداد موارد مرگ و میر، سکته قلبی و بیماری انسداد مزمن ریوی ناشی از تماس با آلاینده‌های O_3، NO_2 و SO_2 به دو صورت جدول و نمودار ارائه گردید.

یافته ها

نتایج حاصل از این مطالعه شامل پارامترهای آماری غلظت آلاینده‌های O_3، NO_2 و SO_2 در کلان شهر تهران در سال ۱۳۹۳ و نتایج حاصل از خروجی نرم‌افزار به صورت جداول و نمودارها در این بخش ارائه شده است. در ابتدا پس از اعتبار سنجی داده‌های دریافتی از شرکت کنترل کیفیت هوا و سازمان محیط زیست، مطابق معیارهای WHO، تعداد ایستگاه‌های دارای داده‌های معتبر برای آنالیز در شهر تهران در سال ۹۳، ۳۳ ایستگاه شناخته شده و مورد آنالیز قرار گرفتند. بعد از معتبرسازی داده‌ها طبق معیارهای سازمان جهانی بهداشت از کل ۳۶۵ روز در سال، مشخص شد که ۳۶۵

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

روز داده معتبر وجود دارد. از کل ۳۳ ایستگاه مستقر در سال ۱۳۹۳، برای آلاینده NO_2، ۲۱ ایستگاه (عبارتند از اقدسیه، آتی‌ساز، دانشگاه علم و صنعت، دانشگاه شهید بهشتی، دانشگاه تهران، دروس، گلبرگ، محلاتی، مسعودیه، پارک قائم، پارک رز، پارک سلامت، پارک شکوفه، پاسداران، پونک، شهرری، شهرک چشمه، شهرداری منطقه ۱۵ و شهرداری منطقه ۱۶ که در ایستگاه‌های مذکور به ترتیب ۶۶۴۰، ۸۵۰۴،۸۷۱۱، ۶۸۸۳، ۸۴۸۷، ۵۲۳۶، ۷۶۱۴، ۴۴۷۹، ۶۶۶۲، ۷۳۶۵، ۶۵۶۹، ۷۳۵۰، ۶۹۷۶، ۸۴۹۲، ۶۱۷۰، ۶۶۳۳، ۵۸۵۰، ۸۴۱۴، ۸۲۲۸، ۸۳۱۹ و ساعت داده مورد سنجش قرار گرفته بود)، برای آلاینده O_3، ۱۱ ایستگاه، (عبارتند از آتی‌ساز، دانشگاه شریف، مسعودیه، پارک رز، پارک شکوفه، شادآباد، شهرک چشمه، شهرداری منطقه ۴، شهرداری منطقه ۱۰، شهرداری منطقه ۱۶، شهرداری منطقه ۱۹۶ که در ایستگاه‌های مذکور به ترتیب ۷۲۸۰، ۴۶۸۰، ۴۷۲۸، ۵۳۰۵، ۶۴۷۶، ۵۰۱۵، ۷۶۵۶، ۵۷۸۸، ۴۸۲۳، ۴۸۷۵ و ۵۸۴۷ ساعت داده مورد سنجش قرار گرفته بود) و برای آلاینده SO_2، ۷ ایستگاه معتبر (عبارتند از دانشگاه علم و صنعت، دانشگاه شهید بهشتی، دانشگاه تهران، پارک رازی، پارک سلامت، شهرداری منطقه ۱۰ و شهرداری منطقه ۱۶ که در ایستگاه‌های مذکور به ترتیب ۳۶۱، ۳۲۳، ۲۹۰، ۳۲۳، ۲۴۳، ۲۷۷ و ۲۴۷ روز داده مورد سنجش قرار گرفته بود) بررسی شدند. پس از پردازش اولیه و ثانویه داده‌های خام، شاخص‌های مورد نیاز برای مدل محاسبه و تعیین شد که در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

جدول شماره ۱: شاخص های آماری مورد نیاز مدل برای بررسی اثرات سه آلاینده گازی در کلان شهر تهران بر اساس ایستگاه‌های معتبر

پارامتر	ازن ($\mu g/m^3$)	دی اکسید گوگرد ($\mu g/m^3$)	دی اکسید نیتروژن ($\mu g/m^3$)
متوسط سالیانه	۵۵	۳۹	۹۶
متوسط فصل سرد	۳۷	۴۳	۱۰۴
متوسط فصل گرم	۷۱	۳۵	۸۸
صدک ۹۸ سالیانه	۹۳	۶۸	۱۴۳
حداکثر سالیانه	۱۰۲	۹۴	۱۷۴
حداکثر فصل سرد	۷۶	۹۴	۱۷۴
حداکثر فصل گرم	۱۰۲	۵۳	۱۲۸

بعد از تعیین مقادیر متوسط سالیانه برای آلاینده‌های O_3، NO_2 و SO_2، این مقادیر برای هر یک از آلاینده‌ها با مقادیر رهنمودی و استانداردهای مختلف مقایسه شد که نتیجه آن در جدول شماره ۲ نشان داده‌شده است. بررسی تغییرات میانگین سالیانه آلاینده SO_2 نشان داد که میزان این آلاینده در شهر تهران در سال ۱۳۹۳، ۱/۹۵ برابر استاندارد کیفیت هوای ایران بود، در حالی که متوسط غلظت سالیانه NO_2 در شهر تهران در سال ۱۳۹۳، ۲/۴ برابر استاندارد و در مورد آلاینده ازن متوسط غلظت ۸ ساعته O_3، ۰/۵۵ برابر استانداردهای هوای پاک ایران و سازمان جهانی بهداشت می‌باشند. در مطالعه حاضر، اثرات آلاینده‌های O_3، NO_2 و SO_2 بر سلامت انسان به صورت موارد مرگ و میر، سکته قلبی و بیماری انسداد مزمن ریوی کمی‌سازی و برآورد می‌شود. مقادیر ریسک‌های نسبی و اعداد مربوط به میزان بروز پایه مورد استفاده در این مطالعه در جدول شماره ۳ نشان داده شده است. پس از انجام آنالیزها و براساس نتایج حاصل از نرم‌افزار AirQ، تعداد موارد اضافی و جزء منتسب مربوط به هر آلاینده برای تعداد موارد مرگ و میر،

جدول شماره ۲: نسبت متوسط غلظت آلاینده های ازن، دی اکسید نیتروژن و دی اکسید گوگرد به مقادیر رهنمودی و استانداردها در کلان شهر تهران در سال ۱۳۹۳

آلاینده	ازن		دی اکسید نیتروژن		دی اکسید گوگرد	
رهنمود ها و استاندارد ها	متوسط ۸ ساعته ($\mu g/m3$)	نسبت غلظت شهر تهران به مقادیر استاندارد	متوسط غلظت سالیانه ($\mu g/m3$)	نسبت غلظت شهر تهران به مقادیر استاندارد	متوسط ۲۴ ساعته ($\mu g/m^3$)	نسبت غلظت شهر تهران به مقادیر استاندارد
رهنمود WHO	۱۰۰	۰/۵۵	۴۰	۲/۴	۲۰	۱/۹۵
استاندارد ایران (مصوب ۱۳۸۸)	۱۰۰	۰/۵۵	۴۰	۲/۴	۱۰۰	۰/۳۹
استاندارد ملی کیفیت هوای آزاد (۲۰۱۲)	۱۴۷	۰/۳۷	۱۰۰	۰/۹۶	۱۲۵	۰/۳۱

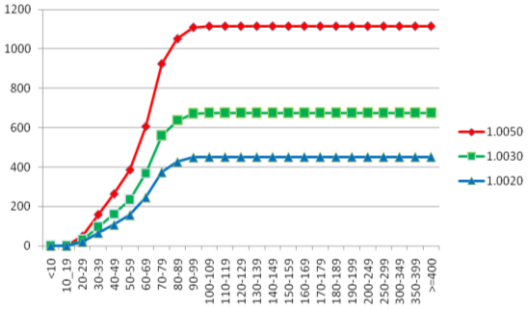
[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

سکته قلبی و بیماری انسداد مزمن ریوی برآورد شد که به ترتیب در جدول شماره ۴ نشان داده شده اند. جمعیت گرد شده ورودی به مدل بر اساس اطلاعات مرکز آمار ایران در سال ۹۳، ۹۳۲۰۰۰۰ نفر می‌باشد. گراف های مربوط به برآورد تعداد موارد کل مرگ و مرگ قلبی عروقی و تنفسی، تعداد تجمعی موارد بستری در بیمارستان به دلیل بیماری انسداد مزمن ریوی و انفارکتوس میوکارد حاد منتسب به آلاینده های O_3، SO_2، NO_2 در برابر فواصل غلظت در سه شاخص خطر نسبی پایین، مرکزی و بالا، توسط مدل در کلان شهر تهران در نمودارهای شماره ۱ تا ۱۲ آورده شده است. منحنی وسط متناظر با خطر نسبی مرکزی، منحنی پایین متناظر با خطر نسبی ۵ درصد و منحنی بالا متناظر به خطر نسبی ۹۵ درصد است. جهت محاسبه اثرات و پیامدهای بهداشتی در برنامه Air Q می‌توان از دو روش عمل نمود:

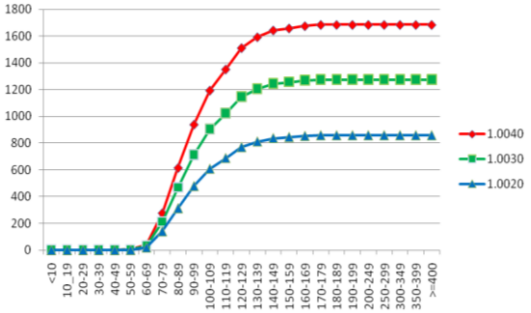
۱- استفاده از مقادیر پیش‌فرض WHO برای بروز پایه و خطر نسبی (با فواصل اطمینان ۹۵ درصد). این مقادیر با اجرای برنامه به طور خودکار نمایش داده می‌شوند.

۲- جایگزینی مقادیر پیش‌فرض با برآوردهای شخصی از بروز پایه و خطر نسبی (فواصل اطمینان ۹۵ درصد) با استفاده از مطالعات همه‌گیرشناسی منطقه‌ای و کشوری.

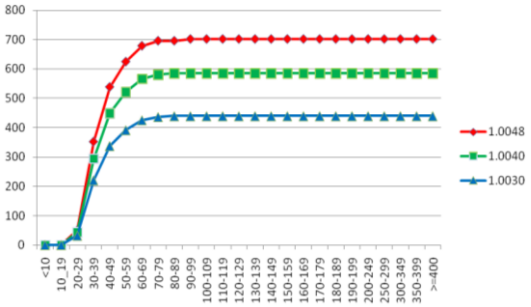
به علت تفاوت زیادی که در هرم سنی ایران و اروپا وجود دارد، نمی‌توان از داده‌های پیش‌فرض خود نرم‌افزار استفاده کرد، چرا که مختص جامعه اروپایی است. بدین‌منظور با استفاده از بررسی متون صورت گرفته، ریسک‌های نسبی محاسبه شده برای کشور ایران در این مطالعه استفاده گردید(۲۴،۲۳).



نمودار شماره ۱: تعداد تجمعی موارد کل مرگ ناشی از آلاینده O_3 در فواصل غلظت (تهران-۹۳) (قرمز با خطر نسبی ۱/۰۰۵۰، سبز با خطر نسبی ۱/۰۰۳۰ و آبی با خطر نسبی ۱/۰۰۲۰)



نمودار شماره۲: تعداد تجمعی موارد کل مرگ ناشی از آلاینده NO_2 در فواصل غلظت (تهران-۹۳) (قرمز با خطر نسبی ۱/۰۰۴۰، سبز با خطر نسبی ۱/۰۰۳۰ و آبی با خطر نسبی ۱/۰۰۲۰)



نمودار شماره ۳: تعداد تجمعی موارد کل مرگ ناشی از آلاینده SO_2 در فواصل غلظت (تهران-۹۳) (قرمز با خطر نسبی ۱/۰۰۴۸، سبز با خطر نسبی ۱/۰۰۴ و آبی با خطر نسبی ۱/۰۰۳)

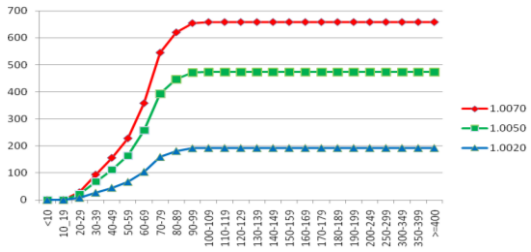
جدول شماره ۳: مقادیر ریسک های نسبی و بروز پایه استفاده شده در نرم افزار Air Q برای آلاینده های گازی مورد مطالعه(۲۲، ۲۳)

پیامد بهداشتی	بروز پایه (BI)	RR (95% CI) per 10 µg/m³	RR (95% CI) per 10 µg/m³	RR (95% CI) per 10 µg/m³
		ازن	دی اکسید نیتروژن	دی اکسید گوگرد
کل موارد مرگ	۵۴۳/۵	۱/۰۰۳ (۱/۰۰۲-۱/۰۰۵)	۱/۰۰۳ (۱/۰۰۲-۱/۰۰۴)	۱/۰۰۴ (۱/۰۰۳-۱/۰۰۴۸)
مرگ ناشی از بیماری قلبی عروقی	۲۳۱	۱/۰۰۵ (۱/۰۰۲-۱/۰۰۷)	۱/۰۰۴ (۱/۰۰۳-۱/۰۰۵)	۱/۰۰۸ (۱/۰۰۲-۱/۰۱۲)
مرگ ناشی از بیماری تنفسی	۴۸/۴	۱/۰۷ (۱/۰۰۷-۱/۰۱۵)	-	۱/۰۱ (۱/۰۰۶-۱/۰۱۴)
بستری ناشی از انسداد مزمن ریوی	۱۰۱/۴	۱/۰۵۸ (۱/۰۲۲-۱/۰۹۴)	۱/۰۰۲۶ (۱/۰۰۰۶-۱/۰۰۴۴)	۱/۰۰۴۴ (۱-۱/۰۱۱)
بستری ناشی از انفارکتوس میوکاردیال حاد	۱۳۲	-	-	۱/۰۰۶۴ (۱/۰۰۲۶-۱/۰۱۰۱)

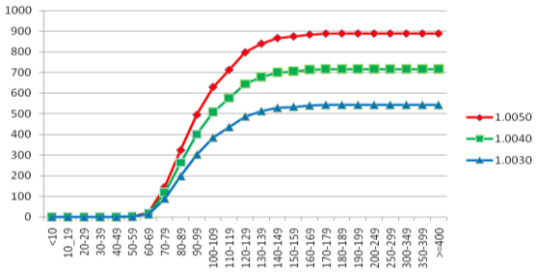
[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

جدول شماره ۴: مقادیر برآورد شده برای تعداد موارد اضافی و جزء منتسب آلاینده های گازی مورد مطالعه برای کل پیامدهای خروجی (با در نظر گرفتن خطر نسبی مرکزی و حد بالا و پایین)

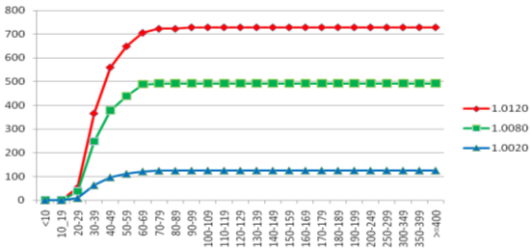
پیامد بهداشتی	آلاینده مورد مطالعه	جزء منتسب٪	تعداد موارد اضافی (نفر)
کل مرگ	O3	۱/۳۳ (۰/۸۹-۲/۲۰)	۶۷۵ (۴۵۶-۱۱۱۵)
	NO2	۲/۵۱ (۱/۶۹-۳/۳۲)	۱۲۷۴ (۸۵۶-۱۶۸۴)
	SO2	۱/۱۵(۰/۸۶-۱/۳۸)	۵۸۵ (۴۴۰-۷۰۰)
مرگ ناشی از بیماری قلبی عروقی	O3	۲/۲(۰/۸۹-۳/۰۵)	۴۷۴ (۱۹۲-۶۵۷)
	NO2	۳/۳۲(۲/۵۱-۴/۱۲)	۷۱۶ (۵۴۱-۸۸۷)
	SO2	۲/۲۸(۰/۵۸-۳/۳۸)	۴۹۱ (۱۲۵-۷۲۹)
مرگ ناشی از بیماری تنفسی	O3	۵/۵۲(۳/۰۵-۶/۳۲)	۲۵۱ (۱۳۹-۲۸۷)
	NO2	–	–
	SO2	۲/۸۳(۱/۷۲-۳/۹۲)	۱۲۹ (۷۸-۱۷۸)
بستری شدن در بیمارستان ناشی از بیماری انسداد مزمن ریوی	O3	۲/۵۴(۰/۹۸-۴/۰۶)	۲۴۰ (۹۲-۳۸۳)
	NO2	۲/۱۸(۰/۵۱-۳/۶۴)	۲۰۶ (۴۸-۳۴۴)
	SO2	۱/۲۶ (۰-۳/۱۱)	۱۱۹ (۰-۲۹۴)
بستری شدن در بیمارستان ناشی از بیماری انفارکتوس میوکاردیال حاد	O3	–	–
	NO2	–	–
	SO2	۱/۸۳(۰/۷۵-۲/۸۶)	۲۲۵ (۹۲-۳۵۲)



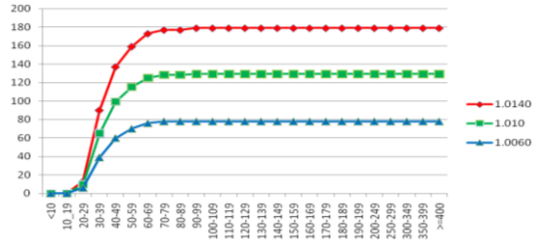
نمودار شماره ۴: تعداد تجمعی موارد مرگ قلبی عروقی ناشی از آلاینده O_3 در فواصل غلظت (تهران-۹۳) (قرمز با خطر نسبی ۱/۰۰۷۰، سبز با خطر نسبی ۱/۰۰۵۰ و آبی با خطر نسبی ۱/۰۰۲۰)



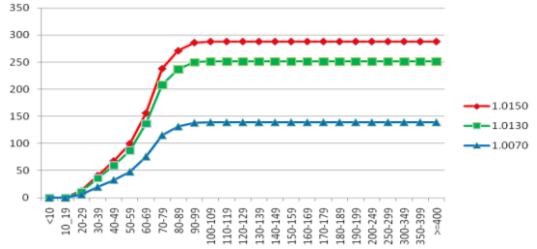
نمودار شماره ۵: تعداد تجمعی موارد مرگ قلبی عروقی ناشی از آلاینده NO_2 در فواصل غلظت (تهران-۹۳) (قرمز با خطر نسبی ۱/۰۰۵۰، سبز با خطر نسبی ۱/۰۰۴۰ و آبی با خطر نسبی ۱/۰۰۳۰)



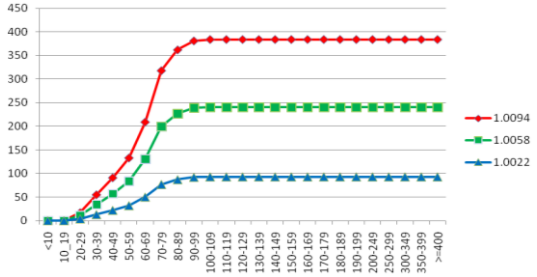
نمودار شماره ۶: تعداد تجمعی موارد مرگ قلبی عروقی ناشی از آلاینده SO_2 در فواصل غلظت (تهران-۹۳) (قرمز با خطر نسبی ۱/۰۱۲۰، سبز با خطر نسبی ۱/۰۰۸۰ و آبی با خطر نسبی ۱/۰۰۲۰)



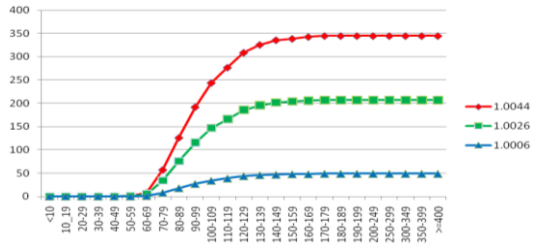
نمودار شماره ۷: تعداد تجمعی موارد مرگ تنفسی ناشی از آلاینده SO_2 در فواصل غلظت (تهران-۹۳) (قرمز با خطر نسبی ۱/۰۱۴۰، سبز با خطر نسبی ۱/۰۱۰ و آبی با خطر نسبی ۱/۰۰۶۰)



نمودار شماره ۸: تعداد تجمعی موارد مرگ تنفسی ناشی از آلاینده O_3 در فواصل غلظت (تهران-۹۳) (قرمز با خطر نسبی ۱/۰۱۵۰، سبز با خطر نسبی ۱/۰۱۳۰ و آبی با خطر نسبی ۱/۰۰۷۰)

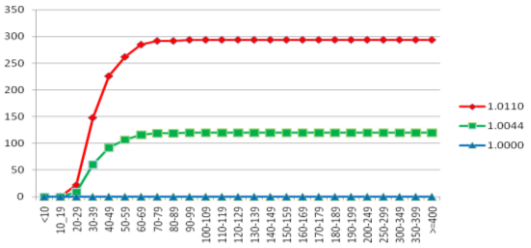


نمودار شماره ۹: تعداد تجمعی بستری در بیمارستان به دلیل انسداد مزمن ریوی ناشی از آلاینده O_3 در فواصل غلظت (تهران-۹۳) (قرمز با خطر نسبی ۱/۰۰۹۸، سبز با خطر نسبی ۱/۰۰۵۸ و آبی با خطر نسبی ۱/۰۰۲۲)

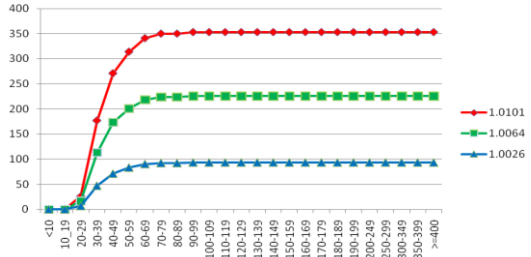


نمودار شماره ۱۰: تعداد تجمعی بستری دربیمارستان به دلیل انسداد مزمن ریوی ناشی از آلاینده NO_2 در فواصل غلظت (تهران-۹۳) (قرمز با خطر نسبی ۱/۰۰۴۴، سبز با خطر نسبی ۱/۰۰۲۶ و آبی با خطر نسبی ۱/۰۰۰۶)

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]



نمودار شماره ۱۱: تعداد تجمعی بستری دربیمارستان به دلیل انسداد مزمن ریوی ناشی از آلاینده SO_2 در فواصل غلظت (تهران-۹۳) (قرمز با خطر نسبی ۱/۰۱۱، سبز با خطر نسبی۱/۰۰۴۴ و آبی با خطر نسبی۱/۰۰۰)



نمودار شماره ۱۲: تعداد تجمعی موارد انفارکتوس میوکارد حاد ناشی از آلاینده SO_2 در فواصل غلظت (تهران-۹۳) (قرمز با خطر نسبی ۱/۰۱۰۱، سبز با خطر نسبی ۱/۰۰۶۴ و آبی با خطر نسبی۱/۰۰۲۶۰)

بحث

در این مطالعه تعداد موارد کل مرگ، مرگ قلبی عروقی، مرگ تنفسی، بستری شدن در بیمارستان به علت بیماری انسداد مزمن ریوی و سکته قلبی ناشی از تماس با آلاینده‌های ازن، دی‌اکسید نیتروژن و دی‌اکسید گوگرد در هوای کلان شهر تهران در سال ۱۳۹۳ با استفاده از مدل (AirQ) کمی‌سازی و برآورد گردید. نتایج نشان داد مطابق جدول شماره ۱، غلظت‌های سالیانه آلاینده‌های NO_2, SO_2،O_3 در سال ۱۳۹۳ در شهر تهران، به ترتیب ۵۵، ۳۹،۹۶ بوده است. با توجه به جدول شماره ۳، اثرات آلاینده‌های NO_2, O_3 و SO_2 بر سلامت انسان به‌صورت تعداد موارد کل مرگ با میزان بروز پایه ۵۴۳/۵ و خطر نسبی ۱/۰۰۳ برای O_3 و ۱/۰۰۴ برای NO_2 و ۱/۰۰۴۸ برای SO2، تعداد موارد مرگ قلبی عروقی با میزان بروز پایه ۲۳۱ و خطر نسبی ۱/۰۰۷ برای O3 و ۱/۰۰۵ برای NO_2 و ۱/۰۱۲ برای SO2، تعداد موارد مرگ تنفسی با میزان بروز پایه ۴۸/۸ و خطر نسبی ۱/۰۱۵ برای O3 و ۱/۰۱۴ برای SO2، تعداد موارد بستری شدن به علت بیماری‌های مزمن انسداد ریوی با بروز پایه ۱۰۱/۴ و خطر نسبی ۱/۰۰۵۸ برای O3 و ۱/۰۰۲۶ برای NO_2 و ۱/۰۰۴۴ برای SO2 و تعداد موارد انفارکتوس میوکارد حاد با میزان بروز پایه ۱۳۲ و خطر نسبی ۱/۰۰۶۴ برای SO2، کمی‌سازی و برآورد می‌شود. همان‌طورکه جدول شماره ۶ نشان می‌دهد، پیامدهای بهداشتی منتسب به آلاینده‌های NO_2،O3 و SO2، به ترتیب ۶۷۵،۱۲۷۴ و ۵۸۵ نفر برای موارد کل مرگ، ۴۷۴، ۷۱۶، ۴۹۱ نفر موارد مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی عروقی، ۲۴۰، ۱۲۶ و ۱۱۹ نفر برای بستری شدن در بیمارستان ناشی از بیماری انسداد مزمن ریوی می‌باشد. به علاوه تعداد موارد مرگ ناشی از بیماری تنفسی منتسب به آلاینده‌های O_3 و SO_2 ۲۵۱ و ۱۲۹ نفر می‌باشد. هم‌چنین تعداد موارد بستری شدن در بیمارستان ناشی از بیماری انفارکتوس میوکاردیال حاد منتسب به SO2 تعداد ۲۲۵ نفر می‌باشد. با توجه به نمودارهای ۱۳-۲، تعداد تجمعی موارد کل مرگ و میر منتسب به NO_2 در تهران در شاخص مرکزی با ۲/۵۱ درصد، بیش‌ترین تعداد (۱۲۷۴ نفر) و SO2 با ۱/۱۵ درصد، کم‌ترین تعداد (۵۸۵ نفر) را به خود اختصاص می‌دهد. هم‌چنین تعداد موارد مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی عروقی منتسب به NO_2 در تهران در شاخص مرکزی با ۳/۳۲ درصد، بیش‌ترین تعداد (۷۱۶ نفر) و O_3 با ۲/۲ درصد، کم‌ترین تعداد (۴۷۴ نفر) را به خود اختصاص می‌دهد. به علاوه تعداد موارد مرگ ناشی از بیماری‌های تنفسی منتسب به O_3 در تهران در شاخص مرکزی با ۵/۵۲ درصد، بیش‌ترین تعداد (۲۵۱ نفر) و SO_2 با ۲/۸۳ درصد، کم‌ترین تعداد (۱۲۹ نفر) را به خود اختصاص می‌دهد. تعداد تجمعی بستری شدن به علت بیماری‌های مزمن انسداد ریوی منتسب به O_3 در تهران در شاخص مرکزی با ۲/۵۴ درصد، بیش‌ترین تعداد (۲۴۰ نفر) و SO_2 با ۱/۲۶ درصد، کم ترین تعداد (۱۱۹ نفر) را به خود اختصاص می‌دهد. در نهایت تعداد موارد بستری شدن دربیمارستان ناشی از بیماری انفارکتوس

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

میوکاردیال حاد منتسب به SO_2 در شاخص مرکزی با ۱/۸۳ درصد تعداد ۲۲۵ نفر می‌باشد. مطالعه‌ای که توسط مختاری و همکاران در سال ۹۲ انجام شد(۲۵)، نشان داد از بین سه آلاینده PM10,PM2.5, SO2، بیش‌ترین موارد بستری در بیمارستان و تعداد موارد مرگ زودرس منتسب به PM10 ۴۶۰ و ۲۸۳ مورد و کم‌ترین درصد نسبت منتسب و تعداد موارد مرگ زودرس منتسب به SO2 ۰/۲۹ و ۹ مورد به دست آمد که بیان کننده اثرات کوتاه مدت تماس با سه آلاینده هوا می‌باشد. طی مطالعه‌ای که توسط ندافی و حسنوند با هدف کمی‌سازی اثرات بهداشتی آلاینده‌های هوای شهر تهران (PM_{10}, $PM_{2/5}$, CO, NO_2 SO_2, O_3) در سال ۱۳۹۰ انجام شد، نتایج نشان داد که بیش‌ترین سهم اثرات بهداشتی منتسب به آلاینده‌های هوا در شهر تهران مربوط به ذرات معلق ۱۰ و ۲/۵ میکرونی بوده است، به طوری‌که میزان کل مرگ منتسب به PM2.5 و PM10 در سال ۱۳۹۰ به ترتیب حدود ۲۳۱۸ و ۲۱۴۲ مورد بوده است که این میزان، ۴/۷۴ و ۴/۳۷ درصد از کل مرگ‌های شهر تهران را به خود اختصاص داده است(۲۴).

پژوهشی که توسط کرمانی و همکاران در سال ۹۰ انجام شد، نشان داد متوسط غلظت سالیانه O_3 در شیراز، بیش‌تر از بقیه و در اکثر شهرهای مورد بررسی در فصل گرم، بیش‌تر از فصل سرد بوده است. بیش‌ترین تعداد تجمعی کل مرگ به ترتیب با ۲۹۴ و ۱۴۸ نفر مربوط به اصفهان و مشهد و کم‌ترین مقدار مربوط به اراک با ۵۵ نفر بوده است(۲۶). در مقایسه با مطالعه‌ای که در سال ۹۳ توسط قنبری و همکاران تحت عنوان «تأثیر مواجهه با NO_2، O۳، SO2 بر پذیرش بیمارستانی ناشی از انسداد مزمن ریوی در شهر تبریز» انجام شد، نشان داد بین مواجهه با آلاینده‌های گازی و بیماری‌های تنفسی و انسداد مزمن ریوی، ارتباط مستقیمی وجود دارد، به طوری که در طول یک سال در شهر تبریز ۳۲، ۶۹ و ۱۵ مورد بستری شدن در اثر بیماری انسداد مزمن ریوی مشاهده می‌شود(۲۷). طبق نتایج حاصل از مطالعات انجام شده، تأثیر اصلی NO_2 در افرادی که در معرض این آلاینده قرارگرفته بودند، حساسیت ریوی شناخته شد که معمولاً در غلظت‌های بیش‌تر از ۱۸۰۰ میکروگرم در مترمکعب در افراد سالم و در غلظت های ۲۰۰ تا ۵۰۰ میکروگرم در مترمکعب در افراد مبتلا به آسم(۲۸) یا بیماری مزمن انسداد ریوی (COPD) (۲۹) بروز می‌کند. طی تحقیقی که به مدت ۱۴ سال در تورنتو کانادا صورت گرفت، تعداد متوسط سالیانه پذیرش‌های بیمارستانی به دلیل بیماری انسداد مزمن ریوی حدود ۸ نفر بود که ۴۰/۴ درصد آن ناشی از تماس با NO_2 گزارش شده است(۳۰). مطالعه انجام شده توسط Touloumil و همکارانش نیز رابطه قابل توجهی را بین NO2 و کل مرگ روزانه گزارش نموده‌اند(۳۱). افزایش جمعیت، سبب توسعه بی‌رویه و بدون ملاحظات زیست محیطی کارخانه‌ها و افزایش استفاده از سوخت‌های فسیلی گردیده است که از دلایل اصلی افزایش آلودگی هوا در این شهرهاست. به‌طور کلی آمار مرتبط با تعداد موارد مرگ و میر بیماری مزمن انسداد ریوی و سکته قلبی به روشنی بیان گر اثرات آلودگی هوا بر سلامت شهروندان می‌باشد؛ بنابراین لزوم برنامه‌ریزی درست و مؤثر جهت کنترل و کاهش این آثار مخرب توسط آلاینده‌های هوا به خصوص ازن را آشکار می‌سازد. کمی‌سازی اثرات منتسب به آلودگی هوا میزان تأثیرپذیری افراد جامعه را از آلاینده‌های هوا، به‌طور مشخص تبیین می‌نماید و شرایط بحرانی کیفیت هوا را بهتر نشان می‌دهد. به دست آوردن یک رابطه مستقیم بین در معرض قرارگیری با غلظت‌های متفاوتی از آلاینده‌ها و اثرات آن‌ها بر سلامت انسان بسیار مشکل است. این روش یکی ازمعتبرترین روش‌های مورد استفاده جهت ارزیابی اثرات بهداشتی منتسب به آلاینده‌های هواست که توسط سازمان بهداشت جهانی طراحی و ارائه شده است. نتایج این مطالعه و خروجی نرم‌افزار نشان می‌دهد که تعداد تجمعی کل مرگ، مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی عروقی، مرگ ناشی از

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

بیماری‌های تنفسی، بستری شدن در بیمارستان به دلیل بیماری مزمن انسداد ریوی و انفارکتوس میوکارد حاد در اثر آلودگی هوای شهر تهران مقادیر زیادی را در بر داشته است و تصمیم‌گیران و مسئولان امر بایستی بر پایه مطالعات و پژوهش‌های علمی، راه‌حل‌ها و راهکارهای مناسب، کاربردی، پایدار و قابل اجرا جهت کاهش و کنترل آلودگی هوای کلان شهر تهران به کار گیرند.

سپاسگزاری

این مقاله حاصل بخشی از طرح تحقیقاتی با عنوان ارزیابی اثرات بهداشتی آلودگی هوای کلان شهر تهران بر تعداد موارد مرگ و میر و بیماری‌های قلبی-عروقی و تنفسی و تحلیل شاخص‌های کیفیت هوا طی سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۸۴"، مصوب دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی ایران در سال ۱۳۹۳، به کد ۲۵۴۵۵ می‌باشد که با حمایت معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی ایران اجرا شده است. نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از همکاری مسئولین محترم شرکت کنترل کیفیت شهر تهران و اداره کل محیط زیست استان تهران در خصوص جمع‌آوری اطلاعات تشکر و قدردانی نمایند.

References

1. WHO. Burden of disease from Ambient Air Pollution for 2012. world health organization, Geneva, 2012.
2. Motesaddi Zarandi S, Raei Shaktaie H, Yazdani Cheratee J, Hosseinzade F, Dowlati M. Evaluation of PM2.5 Concentration and Determinant Parameters on its Distribution in Tehran's Metro System in 2012. J Mazandaran Univ Med Sci 2013; 22(2): 37-46 (Persian).
3. Hosseini G, Teymouri P, Shahmoradi B, Maleki A. Determination of the Concentration and Composition of PM10 during the Middle Eastern Dust Storms in Sanandaj, Iran. J Res Health Sci 2015; 15(3): 182-188.
4. Hosseini G, Maleki A, Amini H, Mohammadi Sh, Hassanvand MS, Giahi, et al. Health impact assessment of particulate matter in Sanandaj, Kurdistan, Iran. J Adv Environ Health Res 2014; 2(1): 54-62.
5. Younusian M. Air pollution epidemiology, studies and the ahead challenges Science and Health Journal of Knowledge and Health. 2010; 5 (Sixth Congress of Epidemiology Iran): 34-35 (Persian).
6. Goudarzi G, Mohammadi MJ, Ahmadi Angali K, Mohammadi B, Soleimani Z, Babaei A, et al. Estimation of Number of Cardiovascular Death, Myocardial Infarction and Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) from NO2 Exposure using Air Q Model in Ahvaz City During 2009. Iran J Health & Environ 2013; 6(1): 91-102 (Persian).
7. Soleimani Z, Parhizgari N, et al. Normal and dusty days comparison of culturable indoor airborne bacteria in Ahvaz, Iran. Aerobiologia 2015; 31: 127-141.
8. Bahrami Asl F, Kermani M, Aghaei M, Karimzadeh S, Salahshour S, Shahsavani A, et al. Estimation of Diseases and Mortality Attributed to NO2 pollutant in five metropolises of Iran using Air Q model in 2011-2012. J Mazandaran Univ Med Sci 2015; 24(121): 239-249 (Persian).
9. Ghanbari Ghozikali M, Mosaferi M, Nadefi. Kquantification of the health effects of exposure to ozone in tabriz by using airq model. Urmia Medical Urnal 2014; 25(6): 521-530 (Persian).

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

10. Dehghani M, Zamanian Z, Azadbakht P, Pakizehkho R, Hashemi H. The Correlation of Shiraz Air Pollutants on the Hospital Admission Due to the Cardiopulmonary Disease in Shiraz Selective Educational Hospitals. J Health Syst Res 2013; 9(8):859-868.
11. Morrow PE, Utell MJ, Bauer MA, Smeglin AM, Frampton MW, Cox C, et al. Pulmonary performance of elderly normal subjects and subjects with chronic obstructive pulmonary disease exposed to 0. 3 ppm nitrogen dioxide. Am J Respir Dis 1992; 145(2): 291-300.
12. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. 1992. Volume 54. Occupational Exposures to Mists and Vapours from Sulfuric Acid and Other Strong Inorganic Acids–see. Available from: http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol54/index.php. Accessed May 2, 2015.
13. Ghiyathaddin M. Air pollution: Sources, effects and control. Tehran: Tehran University Publications; 2006.
14. Thurston GD, Ito K, Kinney PL, Lippmann M. A multi-year study of air pollution and respiratory hospital admissions in three New York State metropolitan areas: results for 1988 and 1989 summers. J Expo Anal Environ Epidemiol 1992; 2(4): 429-450.
15. Burnett RT, Dales RE, Raizenne ME, Krewski D, Summers PW, Roberts GR, et al. Effects of low ambient levels of ozone and sulfates on the frequency of respiratory admissions to Ontario hospitals. Environ Res 1994; 65(2): 94-179.
16. Kinney PL,Ware JH, Spengler JD.A critical evaluation of acute ozone epidemiology results. Arch Environ Health 1988; 43(2): 168-173.
17. Frischer TM, Kuehr J, Pullwitt A, Meinert R, Forster J, Studnicka M et al. Ambient ozone causes upper airways inflammation in children. Am Rev Respir Dis 1993; 148(4 pt 1): 961-964.
18. Romieu I, Corts Lugo M, Ruiz Velasco S, Sanchez S, Meneses, F, Hemandez M. Air pollution and school absenteeism among children in Mexico City. Am J Epidemiol 1992; 136(12): 1524-1531.
19. Kinney PL, Özkaynak H. Associations of daily mortality and air pollution in Los Angeles County. Environ Res 1991; 54(2): 99-120.
20. Lippmann M. Health effects of tropospheric ozone: review of recent research findings and their implications to ambient air quality standards. Expo Anal Environ Epidemiol 1992; 3(1): 103-129.
21. Ostro BD1, Lipsett MJ, Mann JK, Krupnick A, Harrington W. Air pollution and respiratory morbidity among adults in Southern California. Am J Epidemiol 1993; 137(7): 691-700.
22. Burret RT, Doles RE, Brook JR, Raizenne ME, Krewski D. Association between ambient carbon monoxide levels and hospitalization for congestive heart failure in the elderly in 10 Canadian cities. Epidemiology 1997; 8(2): 162-167.
23. Gholampour A, Nabizadeh R, Naseri S, Yunesian M, Ghipour H, Rastkari N, et al. Exposure and health impacts of outdoor particulate matter in two urban and industrialized area of Tabriz, Iran. J Environ Health Sci Eng 2014; 12: 27 (Persian).
24. Naddafi K, Hassanvand MS, Unesian M, Momeniha F, Nabizadeh R, Faridi S, et al. Health impact assessment of air pollution in megacity of Tehran, Iran. Iranian J Environ Health Sci Eng 2012; 9: 28.
25. Mokhtari M, Miri M, Mohammadi A, Khorsandi H, Hajizadeh Y, Abdolahnejad A. Assessment of Air Quality Index and Health Impact of PM10, PM2.5 and SO2 in Yazd,

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

Iran. J Mazandaran Univ Med Sci 2015; 25(132): 14-23 (Persian).

26. Kermani M, Bahrami Asl F, Aghaei M, Karimzadeh S, Arfaeinia H, Goudarzi Gh, et al. Quantification of Health Effects Attributed to Ozone in Five Metropolises of Iran Using Air Q Model. J Health 2015; 6(3): 266-280 (Persian).
27. Ghanbari Ghozikali M, Heibati B, Naddafi K, Kloog I, Oliveri Conti G, Polosa R, et al. Evaluation of Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) attributed to atmospheric O_3, NO_2, and SO_2 using AirQ Model (2011–2012 year). Environ Res 2016; 144(Pt A): 99-105.
28. Folinsbee LJ. Does nitrogen dioxide exposure increase airways responsiveness? Toxicol Ind Health 1991; 8(5): 273-283.
29. Morrow PE, Utell MJ, Bauer MA, Smeglin AM, Frampton MW, Cox C, et al. Pulmonary performance of elderly normal subjects and subjects with chronic obstructive pulmonary disease exposed to 0.3 ppm nitrogen dioxide. Am Rev Respir Dis 1992; 145(2 Pt 1): 291-300.
30. Burnett RT, Smith-Doiron M, Stieb D, Cakmak S, Brook JR. Effects of particulate and gaseous air pollution on cardiorespiratory hospitalizations. Arch Environ Health 1999; 54(2): 130-139.
31. Touloumi G, Katsouyanni K, Zmirou D, Schwartz J, Spix C, de Leon AP, et al. Short-term effects of ambient oxidant exposure on mortality: a combined analysis within the APHEA project. Air Pollution and Health: a European Approach. Am J Epidemiol 1997; 146(2): 177-185.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]