

## Original Article

### Estimation of Health Effects Attributed to PM<sub>10</sub> Exposure in Tabriz, Iran

Mohammad Ghanbari Ghosikali<sup>1,3\*</sup>, Mohammad Mosaferi<sup>2</sup>, Kazem Naddafi<sup>3</sup>, Gholamreza Goudarzi<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Health Services Management Research Center (NPMC), Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>2</sup>Health Services Management Research Center (NPMC), Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

<sup>3</sup>Air Pollution Research (CAPR), Institute for Environmental Research (IER), Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>4</sup>Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

Received: 24 Nov, 2013      Accepted: 8 Jun, 2014

#### Abstract

**Background & Objectives:** Air pollution from particulate matters and dust storms is considered one of the most challenging of health problems in our country, nowadays. Most of the epidemiological studies have shown a relationship between health outcomes and airborne particles. The main aim of this study was the assessment of health impacts of PM<sub>10</sub> in Tabriz.

**Materials and Methods:** In this cross sectional study, PM<sub>10</sub> levels were monitored in fixed stations of air monitoring and its adverse health effects were estimated for one year. We applied the approach proposed by the World Health Organization (WHO) using the AirQ2.2.3 software developed by the WHO European Center for Environment and Health on air pollutants in Tabriz.

**Results:** The results showed that 5.94% (CI 95% 5.02% ; 6.83%) of natural death, 6.39%(CI 95% 4.09%; 13.31%) of cardiovascular death, 9.28% (CI 95% 6.39%; 23.98%) of respiratory death, 7.13% (CI 95% 4.87%; 9.98%) of hospital admissions for cardiovascular disease and 6.39%(CI 95% 3.93%; 8.72%) of hospital admissions for respiratory disease can be attributed to PM<sub>10</sub> concentrations over 10 µg/m<sup>3</sup>.

**Conclusion:** Based on the output of this model, air pollution due to airborne particles is a serious problem that necessitates attention and preventive measures by authorities and decision-makers.

**Keywords:** Health Effects, PM<sub>10</sub>, Exposure, Tabriz

\*Corresponding author:

E-mail: Ghanbarym@yahoo.com

## مقاله پژوهشی

# اثرات بهداشتی ناشی از مواجهه با ذرات معلق کمتر از ۱۰ میکرون در هوای کلانشهر تبریز

محمد قنبری قوزیکلی<sup>۱\*</sup>، محمد مسافری<sup>۲</sup>، کاظم ندافی<sup>۳</sup>، غلامرضا گودرزی<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> مرکز تحقیقات مدیریت خدمات سلامت، گروه مهندسی بهداشت محیط مرکز بهداشت استان آذربایجانشرقی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران  
<sup>۲</sup> مرکز تحقیقات مدیریت خدمات سلامت، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران  
<sup>۳</sup> مرکز تحقیقات زیست محیطی و آلودگی هوا، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران  
<sup>۴</sup> گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اهواز، اهواز، ایران

دریافت: ۹۲/۹/۳ پذیرش: ۹۲/۱۰/۱۸

## چکیده

**زمینه و اهداف:** امروزه آلودگی ناشی از ذرات معلق و پیدایش گرد و غبار در هوای کشور ما به عنوان یکی از معضلات بهداشتی چالش برانگیز مطرح می باشد. اغلب یافته های مربوط به مطالعات اپیدمیولوژیکی یکسری از پیامدهای بهداشتی را همچنان با ذرات معلق کمتر از ۱۰ میکرون در ارتباط می دانند. هدف از مطالعه حاضر ارزیابی اثرات بهداشتی ناشی از  $PM_{10}$  در هوای شهر تبریز می باشد.

**مواد و روش ها:** در این مطالعه توصیفی - مقطعی، با استفاده از دستگاه های سنجش آلاینده های هوای مستقر در نقاط مختلف کلانشهر تبریز مقادیر  $PM_{10}$  هوای شهر، در مدت یکسال مورد اندازه گیری قرار گرفت. سپس با اعمال خطر نسبی و بروز پایه تدوینی از سوی WHO، میزان اثرات بهداشتی ناشی از آن با استفاده از نرم افزار AirQ2.2.3 برآورد گردید.

**یافته ها:** نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که بطور متوسط ۵/۹۴ درصد موارد مرگ طبیعی (با فاصله اطمینان ۹۵٪، ۵/۰۲ و ۶/۸۳ درصد)، ۶/۳۹ درصد مرگ ناشی از عارضه قلبی عروقی (با فاصله اطمینان ۹۵٪، ۴/۰۹ و ۱۳/۳۱ درصد)، ۹/۲۸ درصد موارد مرگ ناشی از بیماریهای تنفسی (با فاصله اطمینان ۹۵٪، ۶/۳۹ و ۲۳/۹۸ درصد)، ۷/۱۳ درصد موارد پذیرش در بیمارستانها بواسطه بیماری قلبی عروقی (با فاصله اطمینان ۹۵٪، ۴/۸۷ و ۹/۹۸ درصد) و ۶/۳۹ درصد پذیرش بیمارستانی بر اثر بیماری تنفسی (با فاصله اطمینان ۹۵٪، ۳/۹۳ و ۸/۷۲ درصد) به  $PM_{10}$  موجود در هوا با غلظت بالای ۱۰ میکروگرم در مترمکعب نسبت داده می شود.

**نتیجه گیری:** براساس خروجی این مدل آلودگی هوای شهر تبریز به ذرات معلق یک مشکل جدی تلقی گردیده و پیامد بهداشتی ناشی از مواجهه با آن قابل توجه می باشد. لذا توجه مسئولین برای اعمال اقدامات پیشگیرانه موثر در این زمینه ضرورت پیدا می کند.

**کلید واژه ها:** اثرات بهداشتی، ذرات معلق کمتر از ۱۰ میکرون ( $PM_{10}$ )، مواجهه، تبریز

\* ایمیل نویسنده رابط: Ghanbarym@yahoo.com

## مقدمه

اثرات نامطلوب آلودگی هوا بر روی سلامت مردم بر کسی پوشیده نیست. بیشترین سهم خسارت های زیست محیطی ناشی از آلاینده های هوا مربوط به آثار آلودگی بر سلامت انسان است. سالانه

هوای پاک لازمه زندگی سالم می باشد. امروزه منابع مختلف ثابت و متحرک شهری و صنعتی با تولید انواع گازها و ذرات معلق، موجب آلودگی هوای محیط اطراف می گردد (۱-۳).

تصمیم‌گیران بهداشتی فراهم نماید (۲۱، ۲۲). شهر تبریز با جمعیتی بالغ بر یک و نیم میلیون نفر، چهارمین شهر پرجمعیت ایران پس از شهرهای تهران، مشهد و اصفهان محسوب می‌گردد. این شهر به دلیل وجود بسیاری از کارخانجات مادر و بزرگ صنعتی در آن و ورود بیش از ظرفیت خودروهای جدید به چرخه تردد شهری، بعنوان دومین شهر آلوده پس از تهران به شمار می‌رود (۲۳، ۲۴). بنابراین ضرورت پیدا کرد که این مطالعه با هدف برآورد اثرات بهداشتی ناشی از مواجهه با ذرات معلق کمتر از ۱۰ میکرون در هوای کلانشهر تبریز انجام گیرد.

## مواد و روش‌ها

به منظور کمی‌سازی اثرات بهداشتی آلودگی هوای شهر تبریز با استفاده از دستگاه‌های سنجش آلاینده‌های هوای متعلق به سازمان حفاظت محیط زیست استان آذربایجانشرقی که در نقاط مختلف کلان شهر تبریز به عنوان ایستگاه‌های ثابت سنجش آلاینده‌های هوا تعیین شده است، مقادیر ذرات معلق کمتر از ۱۰ میکرون ( $PM_{10}$ ) مربوط به هوای شهر برای مدت زمان یک سال (از اول فروردین لغایت پایان اسفند ماه) مورد اندازه‌گیری قرار گرفت و داده‌ها در محیط اکسل مورد پردازش گردید و در نهایت وارد نرم افزار  $AirQ_{2.2.3}$  شد. اطلاعات دریافتی در برگزیده ۶ ایستگاه ثابت سنجش آلودگی هوای موجود در شهر تبریز به نام‌های آبرسان، باغشمال، مرکز بهداشت، حکیم نظامی، راه آهن و راسته کوچک بود اما مطابق با معیارهای ارزیابی اثرات بهداشتی، به لحاظ ایجاد وقفه‌های طولانی مدت در سنجش و ثبت داده‌ها در برخی از ایستگاه‌ها، داده‌ها از شرایط لازم برای ورود به مدل برخوردار نگردیده و بر این اساس نهایتاً بررسی انجام یافته بر مبنای داده‌های سه ایستگاه ثابت سنجش آلودگی هوا به نام‌های باغشمال، راه آهن و راسته کوچک صورت گرفت. این کمی‌سازی با استفاده از نرم افزار  $Air\ Quality\ Health\ Impact\ Assessment\ (AirQ)$  انجام شد. این نرم‌افزار توسط دفتر اروپایی محیط زیست و سلامت سازمان بهداشت جهانی در سال ۲۰۰۴ ارائه و در کمی‌سازی اثرات بهداشتی آلودگی هوا به کار گرفته شد. این نرم‌افزار از دو مدول کمی‌سازی و جداول عمر تشکیل شده است که در این مطالعه از مدول کمی‌سازی استفاده گردید. در کاربرد مدل برای محاسبه نسبت متناسب ( $AP$ ) از خطر نسبی ( $RR$ ) و بروز پایه ( $BI$ ) برای هر پیامد بهداشتی استفاده می‌گردد. با این توصیف فرض شده است که یک ارتباط علیتی بین مواجهه و پیامد بهداشتی وجود دارد و عوامل مداخله‌کننده تأثیری بر این ارتباط ندارند. علاوه بر آن در این مدل از روش‌های آماری نسبتاً استاندارد شده‌ای استفاده گردیده است به گونه‌ای که اثرات مخدوش‌کننده‌های بالقوه در آنها کنترل شده است. نسبت متناسب بخشی از پیامد بهداشتی است که می‌توان آن را مرتبط با مواجهه جمعیتی خاص (با فرض وجود ارتباط احتمالی بین تماس و پیامد بهداشتی بدون تأثیر مخدوش‌کننده عمده بر این ارتباط) طی یک دوره زمانی مشخص دانست.

جمعیت زیادی از مردم به علت ابتلا به بیماری‌های ریوی و سایر بیماری‌های ناشی از آلودگی هوای شهری جان خود را از دست می‌دهند. مشکلات بهداشتی مرتبط با مواجهه با آلودگی هوا اغلب موجب تحمل هزینه‌ها در مراقبت بهداشتی، غیبت از کار، از دست دادن شغل، ناتوانی‌های دائمی و مرگ می‌شود (۴، ۵). ذرات معلق موجود در هوا بواسطه اثر از طریق مکانیسم‌های مختلف به عنوان یک عامل خطر برای مرگ و میر ناشی از بیمارهای قلبی عروقی و ریوی محسوب می‌گردد (۶). مطالعات اپیدمیولوژیکی بیش از یک دهه گذشته در اروپا و سراسر جهان، افزایش مرگ و میر و ارتباط بیماری‌های مرتبط با آلودگی هوا را نشان می‌دهد (۹-۷). همچنان‌که شواهد اثرات بهداشتی ناشی از آلودگی هوا روز به روز روبه افزایش گذاشته است، دولت‌های اروپایی و سازمان جهانی بهداشت و سایر گروه‌ها و انجمن‌ها، استفاده از داده‌ها و اطلاعات این مطالعات را در شکل‌گیری خط‌مشی‌ها و سیاست‌های زیست محیطی آغاز کرده‌اند. بعنوان مثال برآورد کمی اثرات آلودگی هوا بر روی بهداشت عمومی را می‌توان از آنجمله نام برد (۱۳-۱۰). علاوه بر آلاینده‌های به حالت گازی، تعداد زیادی از مواد شیمیایی و آلاینده‌ها به صورت ذرات معلق در هوا وجود دارد. ذرات معلق، از آلاینده‌های اولیه و عمده هوا است. ذرات معلق موجود در اتمسفر کشورهای در حال توسعه به عنوان یکی از مسائل جدی زیست محیطی مطرح می‌باشد. ذرات معلق موجود در هوای آزاد شامل  $PM_{10}$ ،  $PM_{2.5}$ ،  $PM_{1}$ ،  $PM_{0.1}$ ، ترکیبات فلزی، ترکیبات معدنی، دانه‌های گرده، میکروارگانیسم‌ها و ذرات ناشی از فرآیندهای صنعتی و دوده می‌باشد، که توسط منابع مختلف منتشر می‌شود. اثرات ذرات معلق موجود در هوا شامل کثیف شدن و از بین رفتن اشیاء، کاهش فاصله دید، تغییر ضریب تیرگی، گرم شدن هوا، ایجاد ضایعات و وقفه در رشد گیاهان، بروز مسمومیت در حیوانات، افزایش بیماری‌های قلبی عروقی و تنفسی در انسان می‌باشد. تا آنجا که اعلام شده، به ازای افزایش هر ۱۰ میکروگرم بر مترمکعب ذرات معلق در هوا، ۱ تا ۳ درصد بر میزان مرگ و میر ناشی از آن افزوده می‌شود (۱۸-۱۴). متأسفانه در طی سالهای اخیر آلودگی هوا در شهرهای غرب، شمالغرب و جنوب ایران به دلیل نفوذ ریزگردها رو به افزایش بوده و همانند بسیاری از کشورهای در حال توسعه، تماس با گردوغبارها در کشورمان همچنان به عنوان یک مشکل جدی بهداشتی مطرح می‌باشد (۱۹). هم‌اکنون در اکثر ایستگاه‌های پایش کیفیت هوا سنجش  $PM_{10}$  نسبت به سایر اندازه‌های ذرات معلق ترجیح داده شده و در بسیاری از مطالعات اپیدمیولوژیکی  $PM_{10}$  را به عنوان شاخص ارزیابی آلودگی هوا مد نظر قرار می‌دهند. بعبارت دیگر در میان شاخص‌های ذرات معلق،  $PM_{10}$  شاخص مرتبط با بیشتر داده‌های اپیدمیولوژیکی بوده و سنجش آن در سطح وسیعی از دنیا گزارش شده است. مقدار رهنمود کیفیت هوا در تماس‌های بلند مدت برای  $PM_{10}$  معادل ۲۰ میکروگرم در متر مکعب می‌باشد (۲۰). مسأله کمی‌سازی اثرات آلودگی هوا بر روی سلامت عمومی در میان اعضای تصمیم‌گیران سیاسی به شدت رو به افزایش است. ارزیابی اثرات بهداشتی می‌تواند اطلاعات مهمی برای مقامات و

سالیانه  $PM_{10}$  در این شهر به ترتیب  $3/37$  و  $9/745$  میکروگرم در مترمکعب ( $\mu g/m^3$ ) ثبت شده بود. همانطور که ملاحظه می گردد بیشترین مقدار متوسط سالیانه با  $102/01$  میکروگرم در مترمکعب ( $\mu g/m^3$ ) مربوط به ایستگاه راسته کوچه (منطقه مرکزی و پرتراфик شهر) و کمترین مقادیر آن با  $86/91$  میکروگرم در مترمکعب ( $\mu g/m^3$ ) مربوط به ایستگاه باغشمال بوده است. در جدول ۲ شاخص های مربوط به بروز پایه، خطر نسبی و نسبت متناسب که در واقع شاخص های اپیدمیولوژیکی بوده و بستگی به پیامد بهداشتی انتخاب شده دارد، آورده شده است. مقدار خطر نسبی، درصد جزء یا نسبت متناسب و تعداد موارد کل مرگ متناسب به ذرات معلق کمتر از  $10$  میکرون با استفاده از مدل در حد میانی به ترتیب  $1/0074$ ،  $5/9357$  درصد و  $872$  نفر برآورد شده است. تعداد موارد مرگ ناشی از عارضه قلبی عروقی و تعداد موارد مرگ ناشی از ناراحتی های تنفسی در ارتباط با مواجهه با ذرات معلق کمتر از  $10$  میکرون در هوای شهر تبریز بطور متوسط به ترتیب  $460$  و  $89$  نفر برآورد گردید. همچنین جدول ۲ نشان می دهد که با در نظر گرفتن خطر نسبی میانی، میزان نسبت متناسب مربوط به عارضه تنفسی ناشی از ذرات معلق کمتر از ده میکرون  $6/3862$  درصد بوده و نسبت متناسب با در نظر گرفتن وضعیت حد پائینی و حد بالایی خطر نسبی به ترتیب برابر با  $3/9322$  و  $8718$  درصد می باشد. با توجه به بروز پایه بالا در ارتباط با موارد مراجعه سرپایی ناشی از بیماری ریوی، بطور متوسط بیماری تنفسی ناشی از مواجهه با ذرات معلق کمتر از ده میکرون با  $1169$  مورد بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است. در نمودار ۱، مقادیر تجمعی موارد مرگ ناشی از  $PM_{10}$  در فواصل غلظتی معین برای بیماریهای ریوی، قلبی عروقی و کل بیماریها نمایش داده شده است. نمودار ۲ نیز مقادیر تجمعی موارد پذیرش بیمارستانی بعلت عارضه قلبی عروقی و بیماری تنفسی ناشی از  $PM_{10}$  در فواصل غلظتی مشخص شده را نشان می دهد. در این نمودارها تعداد موارد هر پیامد بهداشتی در سه حالت ۵، ۵۰ و ۹۵ درصد خطر نسبی به تصویر کشیده شده است. که منحنی وسطی متناظر به خطر نسبی میانی، منحنی پائینی متناظر به خطر نسبی ۵ درصد و منحنی بالایی متناظر به خطر نسبی ۹۵ درصد می باشد.

به منظور بیان واضح مطالب و تسهیل در درک بهتر شکل کامل اصطلاحات و اختصارات بکار رفته در متن در زیر آورده می شود:

PM: Particulate Matter  
 $PM_{10}$ : Particulate Matter  $\leq 10\mu$  (particles with diameter of 10 micrometers or less)  
 $PM_{2.5}$ : Particulate Matter  $\leq 2.5\mu$  (particles with diameter of 2.5 micrometers or less)  
 $PM_{0.1}$ : Particulate Matter  $\leq 0.1\mu$  (particles with diameter of 0.1 micrometers or less)  
 TSP: Total Suspended Particulate  
 AirQ: Air Quality  
 AQG: Air Quality Guidelines

رهنمودهای کیفیت هوا

#### WHO Criteria for Air Quality Health Impact Assessment

معیارهای ارزیابی اثرات بهداشت کیفیت هوای سازمان جهانی بهداشت

AP: Attributable Proportion  
 RR: Relative Risk  
 BI: Based Incidence Underestimate

خطر نسبی حد پایین یا خطر نسبی متناظر با ۵ درصد

Overestimate

خطر نسبی حد بالا یا خطر نسبی متناظر با ۹۵ درصد

Hospital admission cardiovascular disease

پذیرش (بستری) بیمارستانی بعلت عارضه قلبی عروقی

Hospital admission respiratory disease

پذیرش (بستری) بیمارستانی بعلت بیماری تنفسی

ACS: American Cancer Society

جامعه سرطان آمریکا

لازم به توضیح است که برابر تعریف مدل منظور از مقادیر پارامترهای مربوط به تابستان، ۶ ماهه اول سال بوده و از داده های مربوطه به ۶ ماهه دوم سال به عنوان مقادیر مربوط به زمستان نام برده شده است.

#### یافته ها

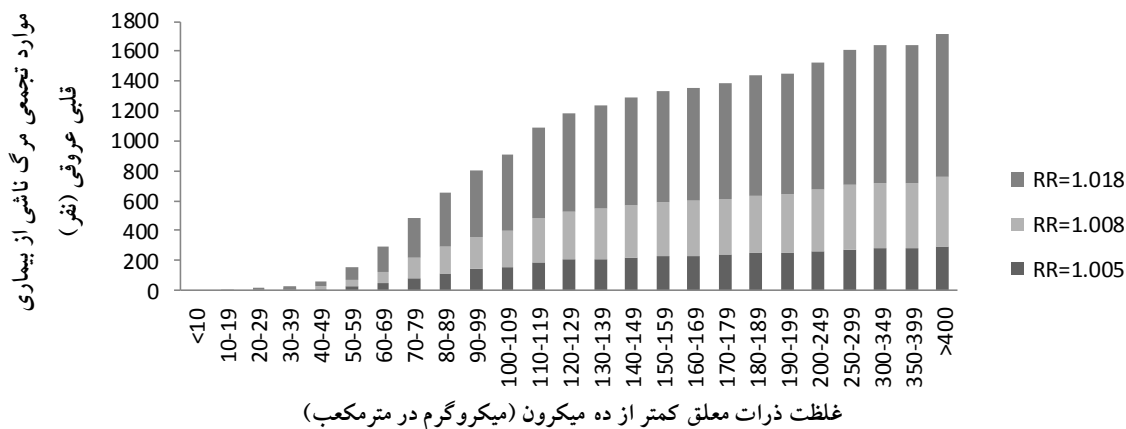
در جدول ۱ اطلاعات مربوط به غلظتهای  $PM_{10}$  برای ایستگاه های راسته کوچه، باغشمال و میانگین مجموع ایستگاه های موجود در تبریز ارائه شده است. متوسط غلظت سالیانه  $PM_{10}$  در کل شهر تبریز  $94/5$  میکروگرم در مترمکعب بود. حداقل و حداکثر غلظت

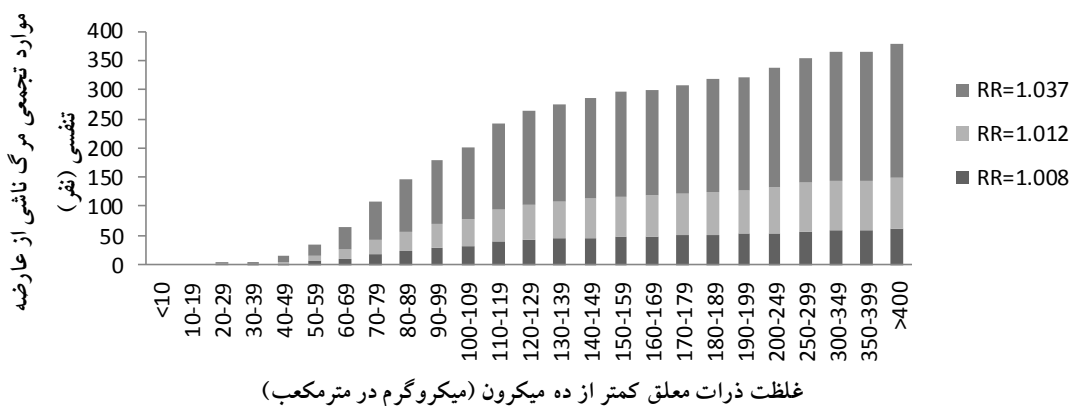
جدول ۱: شاخص های مورد نیاز مدل برای  $PM_{10}$  بر حسب میکروگرم در مترمکعب

ایستگاه پارامتر	راسته کوچه (بیشترین)	باغشمال (کمترین)	تبریز (میانگین کل ایستگاه ها)
متوسط سالیانه	102/01	86/91	94/5
متوسط تابستان	160/35	97/56	92/41
متوسط زمستان	100/94	97/63	86/51
صدک ۹۸ سالیانه	301/59	234/35	260/68
حداکثر سالیانه	746/4	725	745/9
حداکثر تابستان	474/5	322/5	311/03
حداکثر زمستان	746/4	725	745/9

جدول ۲: برآورد شاخص‌های خطر نسبی، نسبت متناسب و موارد متناسب به  $PM_{10}$  بر اساس پیامدهای بهداشتی مورد نظر

پیامد بهداشتی	شاخص برآورد	خطر نسبی	برآورد نسبت متناسب (درصد)	برآورد تعداد موارد متناسب (نفر)
کل مرگ‌ها (۱۰۱۳ = بروز پایه)	پائین	۱/۰۰۶۲	۵/۰۲۱۵	۷۳۷/۶
	حد میانی	۱/۰۰۷۴	۵/۹۳۵۷	۸۷۱/۹
	بالا	۱/۰۰۸۶	۶/۶۸۳۲۴	۱۰۰۳/۶
مرگ قلبی عروقی (۴۹۷ = بروز پایه)	پائین	۱/۰۰۰۵	۴/۰۸۹۳	۲۹۴/۷
	حد میانی	۱/۰۰۰۸	۶/۳۸۶۲	۴۶۰/۲
	بالا	۱/۰۰۱۸	۱۳/۳۰۶۷	۹۵۸/۹
مرگ تنفسی (۶۶ = بروز پایه)	پائین	۱/۰۰۰۸	۶/۳۸۶۲	۶۱/۱
	حد میانی	۱/۰۰۱۲	۹/۲۸۲۹	۸۸/۸
	بالا	۱/۰۰۳۷	۲۳/۹۸۳۹	۲۲۹/۵
موارد پذیرش بیمارستانی به علت بیماری قلبی عروقی (۴۳۶ = بروز پایه)	پائین	۱/۰۰۰۶	۴/۸۶۷۴	۳۰۷/۷
	حد میانی	۱/۰۰۰۹	۷/۱۲۷۶	۴۵۰/۶
	بالا	۱/۰۰۱۳	۹/۹۷۹۳	۶۳۰/۹
موارد پذیرش بیمارستانی به علت بیماری تنفسی (۱۲۶۰ = بروز پایه)	پائین	۱/۰۰۰۴۸	۳/۹۳۲۲	۷۱۸/۴
	حد میانی	۱/۰۰۰۸	۶/۳۸۷۲	۱۱۶۶/۸
	بالا	۱/۰۰۱۱۲	۸/۷۱۸	۱۵۹۲/۸





ج) مرگ ناشی از بیماری ریوی

نمودار ۱: تعداد تجمعی موارد مرگ ناشی از  $PM_{10}$  در فواصل غلظتی مشخص شده



الف) مراجعه سرپائی و پذیرش به علت بیماری قلبی عروقی



ب) مراجعه سرپائی و پذیرش به علت بیماری تنفسی

نمودار ۲: تعداد تجمعی موارد پذیرش بیمارستانی بعلة عارضه قلبی عروقی و بیماری تنفسی ناشی از  $PM_{10}$  در فواصل غلظتی مشخص شده

## بحث

همچنین با افزایش غلظت از ۱۰۰ به ۱۱۰ میکروگرم در مترمکعب میزان مرگ ۱۱ درصد افزایش یافته است.

با توجه به حدود پایین و بالای خطر نسبی یعنی  $RR=1/0.062$  و  $RR=1/0.086$  تعداد تجمعی موارد کل مرگ متناسب به ترتیب ۷۳۸ و ۱۰۰۴ نفر برآورد می‌گردد. در نظر گرفتن این دو عدد به مفهوم توجه به شرایط حادث در آینده می‌باشد به گونه‌ای که ممکن است جهت تغییرات در الگوی حمل و نقل و تجمع آن با شرایط اقلیمی منجر به وضعیت بهتر یا بدتری در کیفیت هوای آزاد شود. بنابراین خوش بینانه ترین حالت متناظر به عدد کوچک تر می‌تواند به عنوان یک هدف در مدیریت کیفیت هوای شهر تبریز مورد توجه قرار گیرد. طبعاً میزان بروز پایه برای هر یک از پیامدهای بهداشتی کمتر از کل موارد مرگ می‌باشد.

با در نظر گرفتن بروز پایه برابر با ۴۹۷ در یکصد هزار نفر برای مرگ قلبی عروقی، تعداد تجمعی موارد مرگ این پیامد ۴۶۰ نفر بوده است. از آنجا که بیشترین تعداد روز تماس با  $PM_{10}$  (۵۵ روز) در فاصله غلظت ۸۰-۷۰ میکروگرم در مترمکعب بوده است، بیشترین تعداد موارد مرگ قلبی عروقی نیز (۵۳ نفر) مربوط به این ردیف از غلظت می‌باشد. این تعداد تقریباً ۵/۱۱ درصد کل موارد مرگ قلبی عروقی متناسب به آلودگی هوا می‌باشد. همچنین با توجه به بروز پایه این پیامد (۴۹۷ مورد مرگ در هر ۱۰<sup>۵</sup> نفر) تعداد کل موارد مرگ قلبی عروقی شهر تبریز در سال ۱۳۸۷ حدود ۷۲۰۶ نفر می‌باشد. تعداد ۴۶۰ مرگ غیر از این تعداد به آلودگی هوا متناسب می‌باشد.

تعداد تجمعی موارد سرپائی بیماری قلبی عروقی ۴۵۱ نفر در خطر نسبی مرکزی برای شهر تبریز با بروز پایه ۴۳۶ در یکصد هزار نفر بوده که در بدترین وضعیت به ۶۳۱ نفر می‌رسد و می‌توان با اتخاذ استراتژی‌های بجا و درست در جهت بهبود کیفیت هوای شهر این میزان موارد مراجعه سرپائی را به ۳۰۸ نفر کاهش داد. بالاترین و پائین ترین میزان مراجعه بیماری قلبی عروقی با توجه به شیب منحنی به ترتیب در فواصل ۸۰-۷۰ و ۳۰-۱۰ میکروگرم در مترمکعب بوده است.

تعداد موارد تجمعی مراجعه سرپائی ناشی از بیماری‌های تنفسی در برآورد حد وسط خطر نسبی ( $II=1/0.08$ ) و میزان بروز پایه ۱۲۶۰ در هر یکصد هزار نفر، ۱۱۶۷ نفر می‌باشد. باید توجه داشت که همه ۱۱۶۷ نفر فوق‌الذکر متناسب به تماس با  $PM_{10}$  است و چنانچه تعداد کل موارد مراجعه سرپائی ناشی از بیماری‌های تنفسی مدنظر باشد عدد ۱۸۲۷۰ نفر برای شهر تبریز توجیه بیشتری داشته و در اینصورت میزان مراجعین بیماری‌های تنفسی

در مطالعه‌ای که جنیدی و همکاران به برآورد تعداد مرگ‌های قلبی و تنفسی متناسب به آلودگی هوای شهر تهران بر حسب ذرات پرداختند. به این نتیجه رسیدند که بیش از ۱۷ درصد از کل مرگ‌های طبیعی متناسب به غلظت‌های بالاتر از  $10 \mu g/m^3$  مربوط به  $PM_{10}$  می‌باشد (۲۷). در حالیکه موارد مرگ‌های متناسب به  $PM_{10}$  در این مطالعه حدود ۱۰ درصد کل مرگ‌های طبیعی است.

نتایج مطالعه در ارتباط با مرگ و میر ناشی از مواجهه با  $PM_{10}$  در ۵ شهر آمریکا نشان می‌دهد که موارد فوتی در هر یکصد هزار نفر در شهر لوس آنجلس که بالاترین غلظت ذرات  $PM_{10}$  را دارد از سایر شهرها بیشتر بوده و در کل ۳۵ میکروگرم ذرات کوچکتر از ۱۰ میکرون در مترمکعب ( $\mu g/m^3$ )، عامل ۵۵ مورد مرگ در هر یکصد هزار نفر بوده است. همچنین تحقیقات انجام شده توسط جامعه سرطان آمریکا نشان داد که  $PM_{2.5}$  در متوسط غلظت سالانه  $10 \mu g/m^3$  می‌تواند اثر قابل ملاحظه‌ای بر بقا داشته باشد (۲۰، ۲۸، ۲۹). در صورتیکه در مطالعه حاضر مواجهه با  $PM_{10}$  با غلظت بالای  $10 \mu g/m^3$ ، عامل ۶۰/۴ مورد مرگ در هر یکصد هزار نفر شناخته شده است.

بر اساس بررسی‌های سازمان جهانی بهداشت به ازای هر ۱۰ میکروگرم در مترمکعب افزایش ذرات معلق حدوداً ۱ الی ۳ درصد به موارد مرگ و میر ناشی از مواجهه با آن اضافه می‌گردد. بسیاری از مطالعات نشان داده است که وقتی غلظت ذرات  $PM_{10}$  از ۲۰ میکروگرم در مترمکعب تجاوز می‌کند افزایش مرگ و میر معنی‌دار می‌شود. در این مطالعه نیز با عبور از محدوده غلظتی ۳۰ میکروگرم در مترمکعب  $PM_{10}$ ، افزایش چشم‌گیری در میزان مرگ و میر مشاهده شده و تعداد روزهای مواجهه در فاصله غلظتی مشخص شده نیز، تاثیر معنی‌داری در پیامد بهداشتی مورد نظر به همراه داشت.

برای جمعیت ۱۴۴۳۲۲۹ نفری شهر تبریز انتظار می‌رود کل مرگ غیر تصادفی در سال ۲۰۰۹ حدوداً ۱۴۶۸۸ نفر باشد که به غیر از آن، تعداد ۸۷۲ نفر مرگ نیز به مواجهه با  $PM_{10}$  با غلظت بالای ده میکروگرم در مترمکعب ( $>10 \mu g/m^3$ ) نسبت داده می‌شود. به عبارت دیگر انتظار می‌رود جدا از کل مرگ غیر تصادفی، تعداد ۸۷۲ نفر نیز مرگ متناسب به  $PM_{10}$  با غلظت بالای ده میکروگرم در مترمکعب وجود داشته باشد. حدود ۵۰ درصد مرگ‌های متناسب در روزهایی رخ می‌دهد که غلظت  $PM_{10}$  از ۱۰۰ میکروگرم در مترمکعب ( $100 \mu g/m^3$ ) تجاوز نموده است.

میزان آلودگی هوا و اثرات بهداشتی ناشی از آن بر روی سلامتی شهروندان موثر واقع شده و نهایتاً ارتقای سلامت جامعه را در بر داشته باشد.

با عنایت به موارد فوق انجام اقدامات زیر در راستای کاهش اثرات بهداشتی ناشی از آلودگی هوا و انجام هرچه بهتر مطالعات کمی سازی پیشنهاد می شود:

- محدود کردن مصرف منابع زیرزمینی و مواد فسیلی، بالا بردن سطح سیستم حمل و نقل عمومی شهرها، اتخاذ تدابیر لازم برای کاهش تردهای زیاد داخل شهری، اعمال مدیریت صحیح ترافیکی و ارتقاء کیفیت تولیدات صنایع اتومبیل از راهکارهای موثر برای اجرای سیاست‌های مربوط به کاهش آلودگی هوا باشد.

- با توجه به اینکه پیش نیاز کمی سازی، محاسبه بار بیماری‌های متناسب به آلودگی هوا و برآورد اثرات بهداشتی ناشی از آلاینده‌های هوا، وجود شاخص‌های اپیدمیولوژیکی است، محاسبه این شاخص‌ها به متخصصین امر توصیه گردد.

- با استفاده از این مدل یا با بکارگیری سایر مدل‌ها، اثرات آلاینده‌های هوا بر سلامت مردم سایر کلان شهرهای کشور مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته و با انجام مقایسه‌های لازم وضعیت کلی شهرهای مختلف کشور استخراج گردیده و راهکار مناسب در این راستا ارائه شود.

### تقدیر و تشکر

برخود لازم می دانیم که از کارشناسان محترم اداره کل محیط زیست استان آذربایجان شرقی و کلیه اساتید گرانقدر که با همکاری و ارائه رهنمودهای ارزشمند خود ما را در هرچه بهتر شدن ماهیت این تحقیق یاری نموده اند کمال تشکر و قدردانی را داشته باشیم.

متناسب به تماس با  $PM_{10}$  حدود ۶/۴ درصد کل مراجعین همین پیامد بهداشتی است که در مقایسه با نتایج مطالعه صورت گرفته در سال ۲۰۰۷ تهران (۳/۴ درصد) این میزان نیز در شهر تبریز بیشتر می باشد (۲۷). همچنین تعداد تجمعی این پیامد بهداشتی در برآوردهای حد بالایی ( $II=1/0112$ ) و پایینی خطر نسبی ( $II=1/0048$ ) به ترتیب برابر با ۱۵۹۳ و ۷۱۸ نفر می باشد.

مطالعات انجام شده در سایر کشورها گویای این واقعیت است که اثرات بهداشتی مرتبط با مواجهه با  $PM_{10}$  در شهرهای مختلف کشورهای در حال توسعه رو به افزایش می باشد. لذا این مساله نگرانی‌های زیادی را بدنبال داشته و نیازمند برنامه ریزی‌های جدی مسئولان و انجام اقدامات سریع در راستای کاهش آلودگی هوا را می باشد (۲۴).

### نتیجه گیری

نتایج حاصله نشان داد ذرات معلق کمتر از ۱۰ میکرون موجود در هوا به نوبه خود می تواند تاثیر قابل ملاحظه‌ای در بهداشت و سلامتی مردم در معرض تماس با آن ایفا نماید. بویژه این موضوع در کلانشهرهایی مثل تبریز بیشتر اهمیت پیدا می کند.

با توجه به پیامدهای بهداشتی مشخص شده ناشی از مواجهه با غلظت‌های مورد سنجش ذرات معلق کمتر از ۱۰ میکرون برای کلان شهر تبریز، نیاز به چاره‌اندیشی و اقدام موثر مقامات محلی و کشوری تصمیم گیر در رابطه با موضوع کاهش بار آلودگی هوا از طریق سیاست گذاری‌های کلان می‌باشد. اقداماتی همچون کنترل ترافیک شهری و کاهش انتشارات مربوط به حمل و نقل و تولید انرژی در شهرها، اصلاح زیرساخت‌های شهری و توسعه ناوگان حمل و نقل عمومی، کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای، کاهش آلاینده‌های خروجی از کارخانجات حوزه شهری با اعمال راهکارهای مناسب و کارشناسی شده و غیره می‌تواند در کاهش

### References

1. Riga-Karandinos AN, Saitanis C. Comparative assessment of ambient air quality in two typical Mediterranean coastal cities in Greece. *Chemosphere* 2005; **59**: 1125-1136.
2. Han X, Naeher LP. A review of traffic-related air pollution exposure assessment studies: In the developing world. *Environ Int* 2006; **32**: 106-120.
3. Mao X, Guo X, Chang Y, Peng Y. Improving air quality in large cities by substituting natural gas for coal in China: changing idea and incentive policy implications. *Energy Policy* 2005; **33**: 307-318.
4. Hyun C, Dong WS, Wonnyon K, Seong JD, Soo HL, Minsoo N. Asian dust storm particles induce a broad toxicological transcriptional program in human



- epidermal keratinocytes. *Toxicology Letters* 2011; **200**(1-2): 92-99.
5. Verrier RL, Mittleman MA, Stone PH. Air pollution: an insidious and pervasive component of cardiac risk. *Circulation* 2002; **106**: 890-892.
  6. Pope CA III, Burnett RT, Thun MJ. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *JAMA* 2002; **287**: 1132-1141.
  7. Downs SH. Reduced exposure to PM<sub>10</sub> and attenuated age-related decline in lung function. *N Engle J Med* 2007; **357**: 2338-2347.
  8. Ghio AJ, Devlin RB. Inflammatory lung injury after bronchial instillation of air pollution particles, *Am J Respir Crit Care Med* 2001; **164**: 704-708.
  9. Tominz R, Mazzoleni B, Daris F. Estimate of potential health benefits of the reduction of air pollution with PM10 in Trieste, Italy. *Epidemiol Prev* 2005; **29**: 149-155.
  10. Yong- Shing C, Pai-Ching S. Effects of Asian Dust Storm Events on Daily Mortality in Taipei, Taiwan. *J. of Environmental Research* 2004; **95**: 151-155.
  11. Yukari H, Itsushi U, Zifa W. Long-term Variation of Asian Dust and Related Climate Factors. *J. of Atmospheric Environment* 2006; **40**: 6730-6740.
  12. Naddafi K, Hassanvand MS, Yunesian M, Momeniha F, Nabizadeh R, Faridi S, et.al. Health impact assessment of air pollution in megacity of Tehran, Iran. *Iranian Journal of Environmental Health Sciences & Engineering* 2012; **9**: 28.
  13. Kim JJ, Smorodinsky S, Lipsett M, Singer BC, Hodgson AT, Ostro B. Traffic-related air pollution near busy roads: the East Bay Children's Respiratory Health Study. *Am J Respir Crit Care Med* 2004; **170**: 520-526.
  14. Jamshidi A, Karimzadeh K, Raighan Shirazi A. Particulate contamination in the air Gachsaran, *Armaghane Danesh Journal* 2008; **2**: 12: 89-100. (Persian).
  15. Hoek G, Fischer P, Van Den Brandt P. Estimation of long-term average exposure to outdoor air pollution for a cohort study on mortality. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 2001; **11**: 459-469.
  16. Katsouyanni K, Touloumi G, Samoli E. Confounding and effect modification in the short-term effects of ambient particles on total mortality: results from 29 European cities within the APHEA 2 project. *Epidemiology* 2001; **12**: 521-531.
  17. Finkelstein MM, Jerrett M, Sears MR. Traffic air pollution and mortality rate advancement periods. *Am J Epidemiol* 2004; **160**: 173-177.
  18. Le Tertre A, Quenel P, Eilstein D. Short-term effects of air pollution on mortality in nine French cities: a quantitative summary. *Arch Environ Health* 2002; **57**: 311-319.
  19. Miri A, Ahmadi H, Ghanbari A, Moghaddamnia A. Dust Storms Impacts on Air Pollution and Public Health under Hot and Dry Climate. *International Journal of Energy and Environment* 2007; **1**(2): 101-105.
  20. Leli M, Naddafi K, Nabizadeh R, Yonesiyan M, Mesdaghinia A. Concentration of suspended particles and the air quality index (AQI) Central area of Tehran. *J School of Public Health and Institute of Health Research* 2009; **7**(1): 57-67.
  21. Mindell J, Joffe M. Predicted health impacts of urban air quality management. *J Epidemiol Commun Health* 2004; **58**: 103-113.
  22. Kappos AD, Bruckmann P, Eikmann T. Health effects of particles in ambient air. *Int J Hygiene Environ Health* 2004; **207**: 399-407.
  23. Ghanbari Ghosikali M, Mosaferi M, Naddafi K. Environmental Health Problems and Indicators in Tabriz, Iran. *Health Promot Perspect* 2013; **3**(1): 114-124.
  24. Ghanbari Ghosikali M, Naddafi K, Yunesian M, Mosaferi M. Evaluation of Environmental Health Indicators and Quantification of the Health Effects of Exposure to Air Pollution in Tabriz, MA thesis, Department of Environmental health engineering, *Tehran University of Medical Sciences* 2009; **7**: 225-237.
  25. Fattore E. Human health risk in relation to air quality in two municipalities in an industrialized area of Northern Italy. *Environ Res* 2011; **111**: 1321-1327.

26. Boldo E. Apheis: health impact assessment of long-term exposure to PM<sub>2.5</sub> in 23 European cities. *Eur J Epidemiol* 2006; **21**: 449-458.
27. Jonaidi Jafari A, Zehour A, Rezaei Roshanak, Malekafzali SH, Seif A. Estimated number of Cardiovascular and respiratory Mortality attributable to air pollution of particles in Tehran. *Journal of the Tazkieh and tebb* 2009; **57**: 37-47. (Persian).
28. Pope CA. Lung Cancer, Cardiopulmonary mortality, and long – term exposure to fine particulate air pollution. *Journal of the American Medical Association* 2002; **287**: 1132-1141.
29. Jerrett M. Particulate air pollution, social confounders, and mortality in small areas of an industrial city. *Journal of Social Science and Medicine* 2005; **60**: 2845-2873.