

Quantification of Health Impacts of Exposure to Atmospheric PM_{2.5} Using AirQ Model in Tabriz City

Lak S¹, Fazlzadeh M^{*2}, Ghanbari Khozigoli M³

1. MSc Student in Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran

2. Academic Member, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran

3. Research Center for Health Services Management, Department of Environmental Health Engineering, East Azerbaijan Province Health Center, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

* *Corresponding author.* Tel: +984533513428, Fax: +984533512004, E-mail: m.fazlzadeh@gmail.com

Received: Apr 14, 2016 Accepted: Jul 19, 2016

ABSTRACT

Objectives & objectives: Airborne particulate matters adversely affect human health and increase the risk of diseases and mortality. Tabriz city with a population of 1.5 million is one of the cities with severe air pollution problems. The aim of present study was to quantify health impacts of exposure to PM_{2.5} in ambient air of Tabriz city.

Methods: In this cross sectional study, AirQ2.2.3 software (model), provided by WHO/Europe, was used to estimate the numbers of deaths, hospital admissions, cardiovascular and pulmonary diseases caused by exposure to PM_{2.5}. Concentrations of PM_{2.5} were obtained from Tabriz environment protection organization in 2014 and entered into the model after initial processing by WHO guideline.

Results: Respective numbers of total deaths, deaths due to cardiovascular disease, deaths from pulmonary disease, and hospital admissions due to cardiovascular and pulmonary diseases attributed to atmospheric PM_{2.5} in Tabriz city were estimated to be 297, 78, 16, and 199 individuals in 2014. Annual mean concentration of PM_{2.5} was 22.52 µg/m³, which was two-fold higher than the national clean air standard and WHO guideline.

Conclusions: The highest rate of deaths and cardiovascular and pulmonary diseases attributed to PM_{2.5} were observed following prolonged exposures to high PM_{2.5} concentration. Therefore, it is necessary to apply control measures to reduce pollutant levels and increase public awareness on personal care and protection procedures.

Keywords: Air Pollution; PM_{2.5}; AirQ Software; Health Impacts; Tabriz.

کمی سازی پیامدهای بهداشتی مواجهه با آلاینده PM_{2.5} در هوای شهر تبریز با استفاده از مدل AirQ در سال ۱۳۹۳

سعید لک^۱، مهدی فضل زاده^{۲*}، محمد قنبری قوزیکلی^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران
 ۲. هیئت علمی، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران
 ۳. مرکز تحقیقات مدیریت خدمات سلامت، گروه مهندسی بهداشت محیط مرکز بهداشت استان آذربایجان شرقی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران
 * نویسنده مسئول. تلفن: ۰۴۵۳۳۵۱۳۴۲۸، فکس: ۰۴۵۳۳۵۱۲۰۰۴، ایمیل: m.fazlzadeh@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: ذرات معلق هوا بر اثرات سوء بر سلامتی انسان داشته و موجب افزایش خطر بیماری و مرگ و میر می‌شوند. شهر تبریز با جمعیت ۱/۵ میلیون نفر یکی از شهرهای دارای مشکل آلودگی شدید هوا در ایران محسوب می‌شود. هدف از مطالعه حاضر کمی سازی اثرات بهداشتی آلاینده PM_{2.5} در هوای شهر تبریز می‌باشد.

روش کار: در این مطالعه مقطعی جهت برآورد تعداد مرگ، پذیرش بیمارستانی و بیماری قلبی عروقی و تنفسی ناشی از مواجهه با PM_{2.5} از نرم افزار (مدل) AirQ 2.2.3 ارائه شده توسط دفتر اروپایی محیط زیست و سلامت سازمان جهانی بهداشت استفاده شد. در این مطالعه داده های غلظت آلاینده PM_{2.5} از سازمان حفاظت محیط زیست تبریز در سال ۱۳۹۳ اخذ شد و پس از پردازش اولیه با معیارهای WHO به این مدل وارد گردید.

یافته ها: تعداد موارد کل مرگ، مرگ ناشی از بیماری های قلبی- عروقی و تنفسی و پذیرش بیمارستانی به دلیل بیماری قلبی- عروقی و تنفسی متناسب به آلاینده PM_{2.5} موجود در هوای شهر تبریز به ترتیب ۲۷۹، ۷۸، ۱۶ و ۱۹۹ نفر در سال ۱۳۹۳ برآورد گردید، متوسط غلظت سالیانه PM_{2.5} برابر ۲۲/۵۲ μg/m³ است که تقریباً ۲ برابر استاندارد ملی هوای پاک ایران و رهنمود WHO می باشد.

نتیجه گیری: بیشترین میزان مرگ و بیماری قلبی- عروقی و تنفسی متناسب به PM_{2.5} مربوط به مواجهه طولانی با غلظت های بالاتر این آلاینده می باشد. لذا انجام اقدامات کنترلی برای کاهش غلظت آلاینده و آموزش شهروندان در زمینه روش های حفاظت و مراقبت فردی ضروری می باشد.

واژه های کلیدی: آلودگی هوا، PM_{2.5}، نرم افزار AirQ 2.2.3، اثرات بهداشتی، تبریز

دریافت: ۹۵/۱/۲۶ پذیرش: ۹۵/۴/۲۹

مقدمه

آگاه نمودن تصمیم گیران و عموم مردم از میزان اثرات بهداشتی آلودگی هوا اولین مرحله اساسی در توسعه برنامه های راهبردی موفق کنترل آلاینده ها محسوب می شود (۲،۱). یکی از آلاینده های هوا ذرات می باشد که اهمیت بسیار زیادی دارند. اندازه ذرات ریز بین ۰/۱ تا ۲/۵۳ بوده و به همراه ذرات بسیار ریز تحت عنوان PM_{2.5} (دارای قطر ۲/۵ میکرون و

کمتر) شناخته می شوند. بدلیل قابلیت نفوذ این ذرات به آلئول ها، ذرات PM_{2.5} به عنوان ذرات قابل استنشاق شناخته می شوند. (۳). آنچه اهمیت ذرات معلق هوا را بیشتر می سازد، نقش هوا به عنوان حیاتی ترین ماده برای ادامه زندگی و اثرات آن بر سلامت انسان است. همچنین پیامدهای مختلف آلودگی هوا به خصوص اثرات بهداشتی آن از جمله ایجاد بیماری های پوستی، چشمی، آلرژیک و تشدید

محل مورد مطالعه

شهر تبریز با جمعیتی در حدود ۱/۵ میلیون نفر و با ارتفاع ۱۴۰۰ متر در ۴۶/۲۰ درجه طول شرقی و ۳۸/۰۷ درجه عرض شمالی واقع شده است، وسعت شهر تبریز به طور تقریبی ۱۷۸۱ کیلومترمربع می‌باشد. آب و هوای تبریز استپی خشک با تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های سرد است. میانگین بیشینه دما در طول سال ۱۸ درجه سانتی‌گراد، میانگین کمینه دما ۶/۹ درجه سانتی‌گراد، میانگین بارش ۳۱۰ میلی‌لیتر و روزهای یخبندان سالانه ۱۰۴ روز است (۱۱،۱۰).

پردازش داده‌ها و استفاده از مدل

در ابتدا اطلاعات مربوط به آلاینده $PM_{2.5}$ در سال ۱۳۹۳ از سازمان حفاظت محیط زیست شهر تبریز اخذ گردید که این اطلاعات در قالب فایل اکسل و به صورت داده‌های ساعتی بودند. شهر تبریز دارای ۶ ایستگاه سنجش آلودگی هوا می‌باشد که به علت عدم ثبت در تعدادی از روزهای سال، فقط داده‌های دو ایستگاه باغشمال و راسته کوچه قابلیت بررسی اثرات بهداشتی برای شهر تبریز را داشت. بر روی این داده‌های خام با استفاده از نرم افزار اکسل پردازش لازم مطابق با معیارهای WHO صورت گرفته و در نهایت شاخص‌های آماری مورد نیاز شامل میانگین سالیانه، میانگین فصل گرم، میانگین فصل سرد، صدک ۹۸، ماکزیمم سالیانه، ماکزیمم فصل گرم و فصل سرد در شهر تبریز محاسبه گردید. جمعیت در معرض آلودگی بر اساس جمعیت شهر تبریز در سرشماری مرکز امار ایران برای سال ۱۳۹۰ و با در نظر گرفتن نرخ رشد محاسبه شد. در نهایت داده‌های خروجی از نرم افزار اکسل به منظور کمی سازی اثرات بهداشتی آلاینده $PM_{2.5}$ به نرم افزار $AirQ_{2.2.3}$ وارد شد. این نرم افزار توسط دفتر اروپایی محیط زیست و سلامت سازمان جهانی بهداشت ارائه شده است و در کمی سازی اثرات بهداشتی آلودگی هوا به کار می‌رود.

بیماری‌های تنفسی و قلبی باعث شده است که نظارت و کنترل کیفیت هوا به صورت امری بسیار مهم در تمام جوامع مورد توجه قرار گیرد (۴).

در سال ۲۰۰۵، انت پیتر وجود ارتباط بین بیماری‌های قلبی و ذرات معلق هوا را با استناد به مدارک اپیدمیولوژیکی بیان نمود. بر اساس نتایج این تحقیق ارتباط تنگاتنگی بین تغییرات روزانه غلظت‌های ذرات معلق هوای آزاد و مرگ و میر ناشی از بیماری‌های قلبی- عروقی، پذیرش بیمارستانی، تشدید علائم بیماران دچار بیماری‌های قلبی- عروقی و واکنش‌های زودرس فیزیولوژیکی وجود دارد. (۵). النا و همکاران اثرات قرار گرفتن در معرض آلاینده‌های هوا به ویژه $PM_{2.5}$ و PM_{10} را بر سلامتی در اوکراین مورد ارزیابی قرار دادند که نتیجه آن، تخمین ۴۶۰۰۰ مورد مرگ بود که ۲۷۰۰۰ مرگ آن در اثر بیماری‌های قلبی و تنفسی و سرطان ریه بوده است (۶).

نتایج مطالعه کریستین میلر و همکاران، نشان داد که افزایش هر $10 \mu g/m^3$ $PM_{2.5}$ با ۲۴٪ افزایش خطر حوادث قلبی- عروقی و همچنین با افزایش ۷۶ درصدی خطر مرگ به دلیل بیماری قلبی همراه بوده است. همچنین خطر حوادث عروق مغزی با افزایش $PM_{2.5}$ مرتبط است (۷).

بر اساس مطالعات سازمان جهانی بهداشت (WHO)، ذرات معلق آلاینده هوا سیزدهمین علت منجر به مرگ در سرتاسر جهان است و مسئول ۸۰۰۰۰۰ مرگ در سال می‌باشد (۸،۹).

بنابراین هدف از مطالعه حاضر برآورد و کمی سازی اثرات بهداشتی آلاینده $PM_{2.5}$ در هوای شهر تبریز می‌باشد.

روش کار

این مطالعه توصیفی- مقطعی بر روی داده‌های کیفیت هوای ۶ ایستگاه سنجش آلودگی هوای شهر تبریز در سال ۹۳ انجام گرفت.

یافته‌ها

تغییرات غلظت ذرات معلق PM_{2.5}

همانگونه که در جدول ۱ مشخص شده است حداکثر مقدار میانگین ماهانه غلظت ذرات PM_{2.5} در طول مدت مطالعه (سال ۱۳۹۳) برابر ۳۱/۷۸ بوده که مربوط به ماه دی می‌باشد. همچنین حداقل غلظت میانگین ماهانه مربوط به ذرات PM_{2.5} نیز مربوط به ماه فروردین بوده که برابر ۱۵/۳۵ میکروگرم بر متر مکعب هوا اندازه گیری شده است.

جدول ۱. خلاصه آماری داده‌های ماهیانه PM_{2.5} در هوای شهر تبریز در سال ۱۳۹۳ (µg/m³)

ماه	غلظت PM _{2.5}		
	حداکثر	میانگین	حداقل
فروردین	۲۵/۳۵	۱۵/۳۵	۶/۶۵
اردیبهشت	۵۲/۶	۲۱/۵۱	۱۲/۲۵
خرداد	۵۴	۲۵/۵	۱۳/۶
تیر	۲۸/۵۵	۲۱/۳۵	۱۱/۵
مرداد	۲۷/۳	۱۸/۵۳	۱۱/۸
شهریور	۳۰/۵۵	۱۸/۹	۸/۸
مهر	۴۲/۸۵	۲۳/۲۷	۱۰/۰۸
آبان	۴۲/۴۷	۲۳/۴۷	۱۰/۱۵
آذر	۴۴/۴۷	30	۱۰/۲۵
دی	۵۵/۴۵	۳۱/۷۸	۱۱/۹۴
بهمن	۳۸/۲	۲۴/۶۷	۶/۸
اسفند	۳۴/۱۵	۱۷/۹	۸/۹

با بررسی جدول ۲ مشاهده می‌شود که متوسط سالیانه غلظت PM_{2.5} در شهر تبریز برابر ۲۲/۵۲ میکروگرم در متر مکعب بوده است. از نظر متوسط فصول تابستان و زمستان و کل سال ایستگاه‌های راسته کوچه و باغشمال به ترتیب با ۸۷/۸ و ۴۹/۸ میکروگرم بر متر مکعب بیشترین و کمترین غلظت را داشته اند. همچنین این جدول نشان می‌دهد که برای شهر تبریز در خصوص آلاینده PM_{2.5} حداکثر سالیانه، حداکثر تابستان، حداکثر زمستان و صدک ۹۸ سالیانه به ترتیب

برابر با ۵۵/۴۵، ۳۰/۵۵، ۵۵/۴۵، ۴۵/۲۸ میکروگرم در متر مکعب بوده است.

جدول ۲. شاخص‌های مورد نیاز مدل برای PM_{2.5} در هوای شهر تبریز در سال ۱۳۹۳ (µg/m³)

ایستگاه پارامتر	راسته کوچه (بیشترین)	باغشمال (کمترین)	تبریز
متوسط سالیانه	۲۶/۶۸	۱۸/۴۲	۲۲/۵۲
متوسط تابستان	۲۴/۹	۱۵/۶	۲۰/۱۷
متوسط زمستان	۲۸/۵	۲۱/۳۷	۲۴/۹۶
صدک ۹۸ سالیانه	۶۱/۳۲	۴۳/۲۴	۴۵/۲۸
حداکثر سالیانه	۸۷/۸	۴۹/۸	۵۵/۴۵
حداکثر تابستان	۴۱/۵۶	۲۷/۶	۳۰/۵۵
حداکثر زمستان	۶۸/۷۱	۴۹/۸	۵۵/۴۵

همانگونه که در جدول ۳ نیز مشخص شده است WHO برای اثرات بلند مدت، غلظت ۱۰ µg/m³ را برای PM_{2.5} و غلظت ۲۰ µg/m³ را برای ذرات PM₁₀ به عنوان خطوط راهنما در نظر گرفته و وضع نموده است (۱۲). از طرفی مشخص می‌شود که در طی روزهای نمونه‌برداری شده توسط ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوای سازمان حفاظت محیط زیست تبریز، غلظت ذرات PM_{2.5} ۳۱/۵۹ درصد از حد استاندارد ملی و ۹/۳۴ درصد از سطح استاندارد EPA بیشتر بوده اند (۱۳).

نتایج مربوط به میزان مرگ و میر و پذیرش

بیمارستانی متناسب به ذرات معلق PM_{2.5}

میزان مرگ کلی، مرگ ناشی از بیماری قلبی-عروقی، مرگ ناشی از بیماری تنفسی، میزان مراجعات بیمارستانی بعلت بیماری قلبی-عروقی و میزان مراجعات بیمارستانی بعلت بیماری تنفسی ناشی از ذرات معلق PM_{2.5} هوای شهر تبریز که با استفاده از نرم افزار AirQ_{2.2.3} و با لحاظ نمودن ریسک‌های نسبی و بروز پایه پیش فرض این نرم افزار و ریسک‌های نسبی و بروز پایه حاصل از سایر مطالعات در جدول ۳ ارائه گردیده است.

جدول ۳. اثرات بهداشتی متناسب به ذرات PM_{2.5} هوای شهر تبریز در سال ۱۳۹۳

تعداد موارد متناسب (حداکثر- حداقول)	میزان بروز پایه	درصد جزء متناسب (حداکثر- حداقول)	میزان خطر نسبی (حداکثر- حداقول)	اثر بهداشتی
۲۹۷/۲ (۳۷۴/۶ - ۲۱۹/۱)	۱۰۱۳	۱/۸۹۲۹ (1.3952 - 2.3857)	۱/۰۱۵ (1.011 - 1.019)	کل مرگ ^۱
۷۸/۵ (۱۷۴/۳ - ۴۹/۲)	۴۹۷	۱/۰۱۸۶ (0.6390 - 2.2629)	۱/۰۰۸ (1.005 - 1.018)	مرگ ناشی از بیماری قلبی- عروقی ^۲
۱۵/۶ (۴۶/۵ - ۱۰/۴)	۶۶	۱/۵۲۰۱ (1.0186 - 4.5431)	۱/۰۱۲ (1.008 - 1.037)	مرگ ناشی از بیماری‌های تنفسی ^۳
۷۷/۳ (۱۱۱/۱ - ۵۱/۸)	۴۳۶	۱/۱۴۴۴ (0.7659 - 1.6447)	۱/۰۰۹ (1.006 - 1.013)	پذیرش بیمارستانی به دلیل بیماری‌های قلبی-عروقی ^۴
۱۹۸/۹ (۳۷۷/۴ - ۱۱۹/۸)	۱۲۶۰	۱/۰۱۸۶ (0.6136 - 1.4202)	۱/۰۰۸ (1.0048 - 1.0112)	پذیرش بیمارستانی به دلیل بیماری‌های تنفسی ^۵

1. Total Mortality
2. Cardiovascular Mortality
3. Respiratory Mortality
4. Hospital Admissions Cardiovascular Disease
5. Hospital Admissions Respiratory Disease

جدول ۴. مقایسه غلظت‌های ۲۴ ساعته ثبت شده ذرات PM_{2.5} با مقادیر رهنمودی و استانداردها

PM _{2.5}	شاخص‌ها
۲۵	مقادیر استاندارد ملی برای متوسط ۲۴ ساعته (μg/m ³) *
۳۵	مقادیر استاندارد U.S. EPA برای متوسط ۲۴ ساعته (μg/m ³) **
۱۰	مقادیر متوسط سالیانه بر اساس رهنمود WHO
۱۱۵	تعداد روزهای بالاتر از حد استاندارد ملی
۳۴	تعداد روزهای بالاتر از حد استاندارد U.S. EPA
۲۲/۵۲	مقادیر متوسط سالیانه (μg/m ³)
۳۱/۵۹	درصد روزهای بالاتر از حد استاندارد ملی
۹/۳۴	درصد روزهای بالاتر از حد استاندارد U.S. EPA

* استانداردهای هوای پاک مصوب ۱۳۸۸/۰۵/۱۱

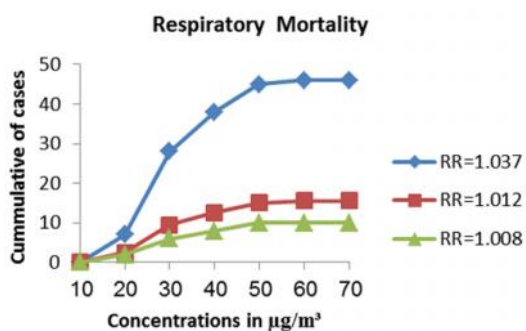
** استانداردهای U.S.EPA اعلام شده در سال ۲۰۱۳ (<http://www.epa.gov/air/criteria.html>)

در نمودارهای ۱، ۲ و ۳ به ترتیب مقادیر تجمعی موارد کل مرگ، مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی-عروقی و مرگ ناشی از بیماری‌های تنفسی ناشی از PM_{2.5} در فواصل غلظتی معین نمایش داده شده است. نمودارهای ۴ و ۵ نیز مقادیر تجمعی موارد پذیرش بیمارستانی بعلت بیماری قلبی-عروقی و بیماری تنفسی ناشی از PM_{2.5} در فواصل غلظتی مشخص شده را نشان می‌دهد. در هر نمودار سه منحنی وجود دارد که منحنی میانی متناظر به خطر نسبی مرکزی، منحنی پایینی متناظر به خطر نسبی کمتر (۰.۵) و منحنی بالایی متناظر به خطر نسبی بیشتر

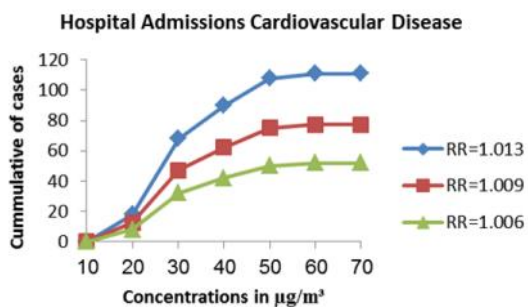
همانگونه که در جدول ۳ نیز مشخص شده است میزان کل مرگ متناسب به ذرات PM_{2.5} برابر ۲۹۷ نفر برآورد شده است که از این مقدار ۷۸ مورد در اثر بیماری‌های قلبی-عروقی بوده و تعداد ۱۶ مورد نیز در اثر بیماری‌های تنفسی برآورد شده است. همچنین تعداد مراجعات بیمارستانی بدلیل اثرات مزمن بیماری‌های قلبی-عروقی و تعداد مراجعات بیمارستانی بدلیل بیماری‌های تنفسی ناشی از ذرات PM_{2.5} به ترتیب ۷۷ و ۱۹۹ مورد تخمین زده شده است.

(۹۵٪) می باشد. همانطور که در تمامی این نمودارها مشاهده می شود موارد پیامدهای بهداشتی متناسب به $PM_{2.5}$ با افزایش غلظت این ذرات روند افزایشی دارد. لیکن در غلظت های بین ۲۰ تا ۳۰ میکروگرم بر متر مکعب این ارتباط سیر افزایشی بیشتری پیدا می کند. و در غلظت های بیشتر از ۴۰ شیب نمودار کاهش پیدا می کند.

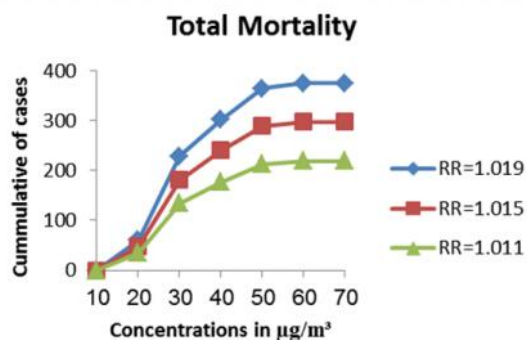
در نمودار ۶ نیز درصد مواجهه ساکنین شهر تبریز با غلظت های مختلف $PM_{2.5}$ مشخص شده است که نشان می دهد بیش از ۷۵ درصد از مردم شهر تبریز با غلظت های بین ۱۰ تا ۳۰ میکروگرم بر متر مکعب $PM_{2.5}$ مواجه بوده اند.



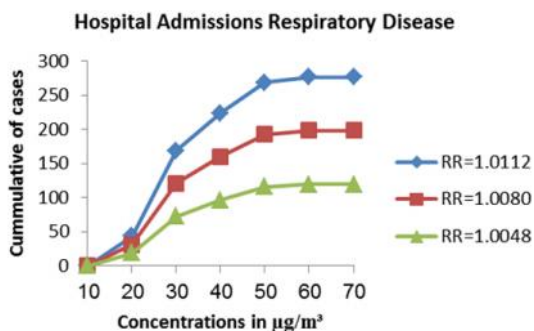
نمودار ۳. فراوانی تجمعی مرگ ناشی از بیماری تنفسی متناسب به $PM_{2.5}$



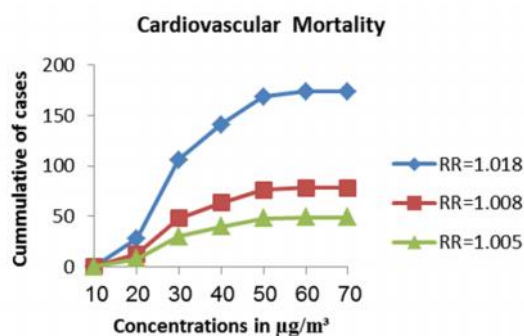
نمودار ۴. فراوانی تجمعی پذیرش بیمارستانی ناشی از بیماری قلبی-عروقی متناسب به $PM_{2.5}$



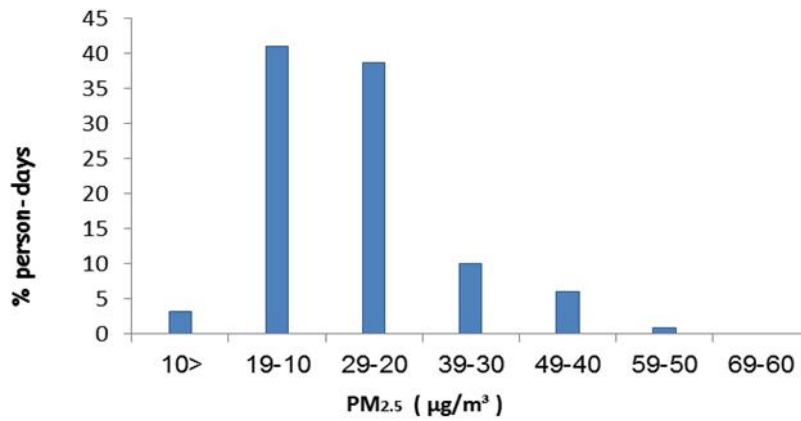
نمودار ۱. فراوانی تجمعی کل مرگ متناسب به $PM_{2.5}$



نمودار ۵. فراوانی تجمعی پذیرش بیمارستانی ناشی از بیماری تنفسی متناسب به $PM_{2.5}$



نمودار ۲. فراوانی تجمعی مرگ ناشی از بیماری قلبی-عروقی متناسب به $PM_{2.5}$



نمودار ۶. درصد روزهای مواجهه ساکنین شهر تبریز با غلظت‌های مختلف PM_{2.5}

بحث

بر اساس اندازه‌گیری‌های به عمل آمده توسط ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوای سازمان حفاظت محیط زیست شهر تبریز حداکثر متوسط ماهیانه غلظت PM_{2.5} در دی ماه (۳۱,۷۸µg/m³) و حداقل آن در ماه فروردین (۱۵,۳۵µg/m³) می‌باشد. از آنجایی که عمده‌ترین منبع انتشار ذرات PM_{2.5} از احتراق سوخت‌های فسیلی می‌باشد و در فصول سرد به دلیل کاهش دمای هوای این شهر، مصرف سوخت‌های فسیلی بخصوص افزایش مصرف گاز خانگی و همچنین به دلیل وارونگی هوا و تغلیظ آلاینده‌ها، میزان انتشار PM_{2.5} در طول ماه‌های سرد سال افزایش چشمگیری پیدا کرده است. همچنین استقرار صنایع تولیدی و کارخانجات در امتداد دشت‌های خشک و بدون پوشش گیاهی در جهت بادهای غالب غرب به شرق شهر تبریز انتشار ذرات PM_{2.5} را افزایش می‌دهد.

برآوردهای انجام یافته در این مطالعه توسط مدل 2.2.3 AirQ بدون محاسبه تاثیر سینرژیستی سایر آلاینده‌ها بر اثرات PM_{2.5} انجام شده‌اند، چرا که یکی از محدودیت‌های برآورد اثرات بهداشتی متناسب به آلاینده‌های هوا از طریق اغلب مدل‌های متداول، عدم محاسبه تاثیر سینرژیستی سایر آلاینده‌ها است؛ اما تا حدودی نتایج مطالعات اپیدمیولوژیک انجام شده در دیگر نقاط جهان با مطالعه حاضر مطابقت داشت و

نمی‌توان مخاطرات بهداشتی ذرات PM_{2.5} هوا را نادیده گرفت. بر اساس گزارشات سازمان جهانی بهداشت در سال ۲۰۰۰ آمار مرگ زودرس سالیانه ناشی از ذرات ریز هوای آزاد در جهان به طور متوسط ۸۰۰۰۰۰ نفر بوده که ۳۴۸۰۰۰ نفر آن مربوط به اروپا بوده است (۱۵،۱۴). در مطالعه ای که در مناطق صنعتی در شمال ایتالیا انجام گرفت، مرگ زودرس ۸ مورد در یک سال برای جمعیت ۲۴۰۰۰ نفر و آلاینده PM_{2.5} با پتانسیل خطرزایی بالا گزارش شد و O₃ و NO₂ در رتبه پایین قرار داشتند (۱۶).

در مطالعات محققین، میانگین سالیانه غلظت ذرات PM₁₀ و PM_{2.5} در شهرهای یزد (۱۰۳ و ۶۲µg/m³)، اراک (۷۸ و ۲۸µg/m³)، تهران (۹۰ و ۴۲µg/m³)، تبریز (۸۵ و ۳۹µg/m³) و اهواز (۳۵۸ و ۶۵µg/m³) گزارش شده است که حاکی از بالابودن این آلاینده‌ها در یزد و اهواز می‌باشد که منشأ اصلی آن را به ریزگردهای خاکی نسبت می‌دهند و در شهرهای تهران و تبریز و اراک منشأ ذرات از نوع نسبتاً سمی و ناشی از احتراق است (۲۱-۱۷).

برای جمعیت ۱۵۰۰۰۰۰ نفری شهر تبریز، کل مرگ غیرتصادفی ۱۵۱۹۵ نفر در سال ۱۳۹۳ برآورد می‌گردد (BI=1013) که سوای این تعداد، ۲۹۷ نفر مرگ نیز به PM_{2.5} بالای ده میکروگرم در متر مکعب نسبت داده می‌شود؛ بنابراین بر اساس این مدل مرگ‌های ناشی از ذرات معلق مساوی و کمتر از ۲/۵

همان گونه که در نمودار ۲ نشان داده شده است در حدود پایین، متوسط و بالای خطر نسبی یعنی $RR=1/0.05$ ، $RR=1/0.08$ و $RR=1/0.18$ تعداد جمعی موارد کل مرگ منتسب به ترتیب ۴۹، ۷۸ و ۱۷۴ نفر برآورد می‌گردد.

نمودار ۳ جمعی کل موارد مرگ در اثر بیماری تنفسی ناشی از $PM_{2.5}$ را نشان می‌دهد. بر اساس خطر نسبی متوسط یعنی $1/0.12$ و بروز پایه ۶۶ انتظار می‌رود برای جمعیت 1500000 نفری شهر تبریز کل مرگ غیرتصادفی در اثر بیماری تنفسی ۹۹۰ نفر در سال ۱۳۹۳ باشد که بجز این تعداد ۱۶ نفر مرگ نیز به $PM_{2.5}$ بالای ده میکروگرم در متر مکعب نسبت داده می‌شود. بنابراین مرگ‌های تنفسی ناشی از ذرات $PM_{2.5}$ در شهر تبریز در سال ۱۳۹۳ تقریباً $1/72$ درصد کل مرگ‌های تنفسی است

همچنین با توجه به نمودار ۳ در حدود پایین و بالای خطر نسبی یعنی $RR=1/0.08$ و $RR=1/0.37$ تعداد جمعی موارد کل مرگ منتسب به ترتیب ۱۱ و ۴۶ نفر برآورد می‌گردد.

بر اساس خطر نسبی متوسط یعنی $1/0.08$ و بروز پایه ۱۲۶۰ برای جمعیت 1500000 نفری شهر تبریز برآورد می‌گردد کل پذیرش بیمارستانی در اثر بیماری تنفسی ۱۸۹۰۰ نفر در سال ۱۳۹۳ باشد که علاوه بر این تعداد ۱۹۹ نفر پذیرش نیز به $PM_{2.5}$ بالای ۱۰ میکروگرم در متر مکعب نسبت داده می‌شود که تقریباً $1/5$ درصد کل پذیرش بیمارستانی بیماری‌های تنفسی است.

همچنین همان گونه که در نمودار ۵ نشان داده شده است در حدود پایین، متوسط و بالای خطر نسبی یعنی $RR=1/0.048$ ، $RR=1/0.080$ و $RR=0/0.112$ تعداد جمعی موارد کل پذیرش بیمارستانی بیماری تنفسی منتسب به $PM_{2.5}$ به ترتیب ۱۲۰، ۱۹۹ و ۲۷۷ نفر برآورد می‌گردد.

با در نظر گرفتن بروز پایه برابر با ۴۳۶ برای پذیرش بیمارستانی بیماری قلبی- عروقی منتسب به $PM_{2.5}$ و

میکرون در شهر تبریز در سال ۱۳۹۳ تقریباً $1/95$ درصد کل مرگ‌ها است. حدود ۶۱ درصد مرگ‌های منتسب در روزهایی رخ می‌دهد که غلظت $PM_{2.5}$ از ۳۰ میکروگرم در متر مکعب تجاوز نکرده است. بیشترین میزان مرگ مربوط به غلظت‌های ۲۰ تا ۳۰ میکروگرم در متر مکعب می‌باشد که تعداد آن ۱۳۴ نفر می‌باشد. ($0.45/0.5$) کمترین میزان مرگ مربوط به غلظت‌های ۵۰ تا ۶۰ میکروگرم در متر مکعب می‌باشد یعنی ۸ نفر ($0.2/0.88$) که البته علت آن تعداد روزهای اندک مواجهه با این غلظت‌ها می‌باشد.

همان گونه که در جدول ۳ نشان داده شده است در حدود پایین و بالای خطر نسبی یعنی $RR=1/0.11$ و $RR=1/0.19$ تعداد جمعی موارد کل مرگ منتسب به $PM_{2.5}$ به ترتیب ۲۱۹ و ۳۷۵ نفر برآورد می‌گردد. در نظر گرفتن این دو عدد به مفهوم توجه به شرایط حادث در آینده می‌باشد به گونه ای 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 خوش‌بینانه‌ترین حالت متناظر به عدد کوچک تر می‌تواند به عنوان یک هدف در مدیریت کیفیت هوای شهر تبریز مورد توجه قرار گیرد.

در صورتی که بروز پایه برابر با ۴۹۷ در یکصد هزار نفر برای مرگ قلبی- عروقی باشد، آنگاه برای جمعیت 1500000 نفری شهر تبریز انتظار می‌رود کل مرگ غیر تصادفی در اثر بیماری قلبی- عروقی ۷۴۵۵ نفر در سال ۱۳۹۳ باشد که سوای این تعداد ۷۸ نفر مرگ نیز به $PM_{2.5}$ بالای ده میکروگرم در متر مکعب نسبت داده می‌شود. بنابراین بر اساس این مدل مرگ‌های قلبی- عروقی ناشی از ذرات $PM_{2.5}$ در شهر تبریز در سال ۱۳۹۳ تقریباً $1/0.46$ درصد کل مرگ‌های قلبی- عروقی است. بیشترین میزان مرگ مربوط به غلظت‌های ۲۰ تا ۳۰ میکروگرم در متر مکعب می‌باشد که تعداد آن ۳۵ نفر می‌باشد.

مربوط به غلظت‌های بالاتر و یا تعداد روزهای مواجهه بیشتر با این آلاینده می‌باشد. همچنین لزوم توجه و برنامه‌ریزی مسئولین جهت انجام اقدامات پیشگیرانه کاهش غلظت آلاینده و آموزش شهروندان برای انجام اقدامات فردی مراقبت سلامت ضرورت پیدا می‌کند.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از پروژه تحقیقاتی با عنوان کمی سازی پیامدهای بهداشتی مواجهه با آلاینده $PM_{2.5}$ در هوای شهر تبریز با استفاده از مدل AirQ در سال ۱۳۹۳ می‌باشد که نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از همکاری مسئولین محترم سازمان حفاظت محیط زیست شهر تبریز در خصوص جمع‌آوری اطلاعات تشکر و قدردانی نمایند.

با توجه به خطر نسبی متوسط یعنی $RR=1/0.09$ برای جمعیت ۱/۵ میلیون نفری شهر تبریز انتظار می‌رود کل پذیرش بیمارستانی در اثر بیماری قلبی- عروقی ۶۵۴۰ نفر در سال ۱۳۹۳ باشد که علاوه بر این تعداد ۷۷ نفر پذیرش نیز به $PM_{2.5}$ بالای ده میکروگرم در متر مکعب نسبت داده می‌شود. با توجه به نمودار ۴ مشاهده می‌شود که حدود ۸۰ درصد پذیرش‌های منتسب در روزهایی رخ میدهد که غلظت $PM_{2.5}$ از ۴۰ میکروگرم در مترمکعب تجاوز ننموده است. لذا ضمن توصیه به بیماران در معرض خطر در خصوص انجام اقدامات مراقبتی و خودداری از تماس با هوای آلوده، لازم است اقدامات لازم در زمینه کنترل آلودگی هوا به عمل آید.

نتیجه گیری

بر اساس نتایج این مطالعه بیشترین میزان مرگ و بیماری قلبی- عروقی و تنفسی منتسب به $PM_{2.5}$

References

- 1- Gholampour A, Nabizadeh R, Hassanvand MS, Taghipour H, Faridi S, Mahvi AH, et al. Investigation of the ambient particulate matter concentration changes and assessing its health impacts in Tabriz. *Iranian J Environ Health Sci Eng* 2015;7(4): 541-556.
- 2- De Nevers N. *Air Pollution Control Engineering*. 2nd ed. New York: McGraw Hill; 2000.
- 3- Kelly, F.J. and J.C. Fussell, Size, source and chemical composition as determinants of Toxicity attributable to ambient particulate matter. *Atmospheric Environment*. 2012;60:504-26.
- 4- Richardson EA, Pearce J, Tunstal H, Mitchehh R, Short NK. Particulate air pollution and health inequalities: a Europe-wide ecological analysis, *Journal of Environmental Health*. 2013;7(1):12-34.
- 5- Peters A. Particulate matter and heart disease: evidence from epidemiological studies. *J Toxic Appl Pharm*. 2005;207:477-82.
- 6- Elena S, Alexander G, Anil M. Air Pollution Costs in Ukraine. *Nota Di Lavoro*. 2006:120.
- 7- Miller KA, Siscovick DS, Sheppard L, Shepherd K, Sullivan JH, Anderson GL, e al. Long-term exposure to airpollution and incidence of cardiovascular events in women. *NewEngland Journal of Medicine*. 2007;356:447-58.
- 8- World Health Organization. *The world health report 2002: reducing risks, promoting healthy life*. Geneve, Switzerland: World Health Organization; 2002.
- 9- Brook RD, Franklin B, Cascio W, Hong Y, Howard G, Lipsett M, et al. Air pollution and cardiovascular disease A statement for healthcare professionals from the expert panel on population and prevention science of the American Heart Association. *Circulation*. 2004;109:2655-71.
- 10- Statistical Center of Iran. *The results of 2011 population and housing census*. 2007.
- 11- Armed Forces of geographical Organization. *First ed. Gazetteers city of Tabriz*. 2003.
- 12- WHO. *Air Quality Guidelines for Particulate Matter, Ozone, Nitrogen Dioxide and Sulfur Dioxide*. Geneva: World Health Organization; 2005.

- 13- USEPA. National ambient air quality standards (NAAQS). Washington DC: United States Environmental Protection Agency; 2014 [cited 2014 Jan 17]. Available from: <http://www.epa.gov/air/criteria.html>.
- 14- Orru H, Teinmaa E, Lai T, Tamm T, Kaasik M, Kimmel V, et al. Health impact assessment of particulate pollution in Tallinn using fine spatial resolution and modeling techniques. *Environ Health*. 2009;8:7.
- 15- Ghanbari Ghosikali M, Mosaferi M, Nadafi K. Quantification of the health effects of exposure to Ozone in Tabriz by using AirQ model. *Urmia Medical Journal*. 2014;25(6):521-530.
- 16- Fattore E, Paiano V, Borgini A, Tittarelli A, Bertoldi M, Crosignani P, et al. Human health risk in relation to air quality in two municipalities in an industrialized area of Northern Italy. *Environmental research*. 2011;111(8):1321-1327.
- 17- 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 J Environ Health Sci Eng*. 2012;9(1):28.
- 18- Bahrami Asl F, Kermani M, Aghaei M, Karimzadeh S, Arian SS, 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.
- 19- Fazelinia F, Khodabandehlou AA, Rafati L, Mahvi AH. Investigation of Air Quality Index and PM₁₀ and PM_{2.5} in Arak. *IJHS*. 2013;1(3):12-17.
- 20- Gholampour A, Nabizadeh R, Naseri S, Yunesian M, Taghipour 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.
- 21- Shahsavani A, Naddafi K, Jafarzade Haghhighifard N, Mesdaghinia A, Yunesian M, Nabizadeh R, et al. The evaluation of PM₁₀ , PM_{2.5} and PM₁ concentrations during the Middle Eastern Dust (MED) events in Ahvaz, Iran from April through September 2010. *Journal of Arid Environments*. 2012;77:72-83.