Arak Medical University Journal (AMUJ) *Original Article*
2015; 18(98): 77-87

Assessing Health Impacts of Air Pollution in Kashan 2011

Masoud Motalleby[1], Ashraf Mazaheri[2], Mohadeseh Mosayebi[2*], Seyed Mehdi Takhtfiroozeh[3]

1- Department of Occupational Health, Kashan University of Medical Science, Kashan, Iran.
2- Department of Environmental Health, Kashan University of Medical Science, Kashan, Iran.
3- Student Rrsearch Committee, Hormozgan University of Medical Science, Bandar Abbas, Iran.

Received: 16 Nov 2014, Accepted: 25 Feb 2015

Abstract

Background: The air pollutants such as CO, SO_2, NO_2, O_3, and particulate matters have harmful effects on public health. Determination of the actual concentration of the pollutants and description of air quantity and quality contents in comparison of standard conditions and timely informing people to regulate control programs is essential. Kashan is exposed to the winds contain-ing the suspended particulate matters due to the proximity of the desert. Moreover, the growth of population, factories and industries in the city are artifical resources of the air pollution. Hence, assessment and monitoring of air pollution standard condition in kashan is crucial.

Materials and Methods: In this cross-sectional and descriptive study, the concentration of CO, SO_2, NO_2, O_3, and suspended particulate matters less than 10 microns (PM_{10}) measured according to WHO standards in Panzdah-e-Khordad station of Kashan in 2011. The annual mean and maximum rates, the mean and maximum rate of summer and winter, and annual percentile 98%, determined for each pollutant and used in AirQ software. Then, the number of death and disease attributed to each pollutant was calculated.

Results: The results demonstrate that the cumulative number of deaths attributed to PM_{10}, NO_2, SO_2, and O_3 was 100, 22, 82, and 54, respectively.

Conclusion: In total, the suspended particulate matters have the most effects on death and disease resulted from the air pollution. Hence, managing the resources of particulate matters and SO_2 pollutants has many effects on reducing the adverse health effects of air pollution in Kashan.

Keywords: Air pollutants, Air pollution, Health impact assessment, Sulfur dioxide

*Corresponding Author:
Address: Department of Environmental Health, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, Iran.
Email: M_mosagebi_88@yahoo.com

مقاله پژوهشی

مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اراک

سال ۱۸، شماره ۵ (شماره پیاپی ۹۸)، مرداد ۱۳۹۴، ۸۷-۷۷

ارزیابی پیامدهای بهداشتی آلودگی هوای شهر کاشان در سال ۱۳۹۰

مسعود مطلبی[۱]، اشرف مظاهری[۲]، محدثه مسیبی[۳*]، سیدمهدی تخت فیروزه[۴]

۱- دانشیار، گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران.

۲- کارشناس ارشد، گروه بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران.

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران.

۴- مرکز تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان، بندرعباس، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۳/۸/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۲/۶

چکیده

زمینه و هدف: وجود آلاینده‌هایی نظیر مونواکسیدکربن (CO)، دی‌اکسیدگوگرد (SO_2)، دی‌اکسید نیتروژن (NO_2)، ازن (O_3) و ذرات معلق در هوا آسیب‌های فراوانی بر سلامت جوامع بشری وارد می‌کنند. تعیین غلظت واقعی آلاینده‌ها و توصیف وضعیت کمّی و کیفی هوا در مقایسه با شرایط استاندارد و اطلاع‌رسانی به موقع به مردم به منظور تدوین برنامه‌های کنترل آن ضروری می‌باشد. شهر کاشان به‌دلیل همجواری با کویر تحت تأثیر وزش بادهای حاوی ذرات معلق قرار دارد. هم‌چنین افزایش جمعیت و استقرار کارخانه‌ها و صنایع گوناگون در این شهرستان از جمله منابع مصنوعی آلودگی هوا می‌باشند که سنجش و پایش و مقایسه آلودگی هوای کاشان را با شرایط استاندارد الزامی می‌سازد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه توصیفی –مقطعی، غلظت پنج آلاینده CO، SO_2، NO_2، O_3 و ذرات معلق کمتر از ۱۰ میکرون (PM_{10}) براساس معیارهای سازمان بهداشت جهانی در سال ۱۳۹۰ در ایستگاه پانزده خرداد کاشان سنجیده شد. مقادیر میانگین و حداکثر سالیانه، میانگین و حداکثر مقدار فصول تابستان و زمستان و صدک ۹۸ سالیانه مربوط به هر آلاینده تعیین گردید و به نرم‌افزار AirQ انتقال داده شد. بر این اساس، تعداد مرگ و نوع بیماری منتسب به هر آلاینده محاسبه گشت.

یافته‌ها: نتایج مدل گویای این واقعیت است که تعداد تجمعی موارد مرگ منتسب به آلاینده‌های PM_{10}، NO_2، SO_2 و O_3 به ترتیب برابر با ۱۰۰، ۲۲، ۸۲ و ۵۴ مورد در شهر کاشان می‌باشد.

نتیجه‌گیری: به طور کلی، ذرات معلق بیشترین تأثیر را در بروز مرگ و بیماری ناشی از آلودگی هوا دارند. با توجه به نتایج به دست آمده، مدیریت منابع آلاینده ذرات معلق و دی اکسید گوگرد سهم بسزایی در کاهش اثرات سوء بهداشتی آلودگی هوای کاشان دارد.

واژگان کلیدی: آلاینده‌های هوا، آلودگی هوا، ارزیابی پیامدهای بهداشتی، دی‌اکسید گوگرد

***نویسنده مسئول:** کاشان، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، گروه بهداشت محیط

Email: m_mosayebi_88@yahoo.com

مقدمه

آلودگی هوا در قرن بیستم پیامدهای منفی زیست‌محیطی بسیاری به دنبال داشته است(۱). براساس گزارش های سازمان جهانی بهداشت، آلودگی هوا باعث بروز مشکلات بهداشتی برای ۴/۶ میلیون نفر و مرگ ۸۰۰۰۰۰ نفر در سراسر جهان شده است. این معضل توزیع یکنواختی در جهان ندارد. حدود ۵۶ درصد از مرگ ها و مشکلات بهداشتی در کشورهای آسیایی در حال توسعه اتفاق می افتد. آلودگی هوا در اغلب کشورهای آسیایی یک معضل جدی تلقی می شود(۲). پیامدهای مختلف آلودگی هوا به‌خصوص اثرات بهداشتی آن مانند ابتلا به انواع بیماری‌های سرطانی، چشمی، اختلالات تنفسی، عصبی، قلبی - عروقی و جهش‌های ژنی باعث افزایش تعداد مراجعین به بیمارستان و افزایش مرگ و میر می شوند(۳). هم‌چنین سکته‌های قلبی نیز که عواقب خطرناکی در پی‌دارند در حال افزایش است(۴). از این رو، در تمام جوامع، نظارت و کنترل کیفیت هوا به عنوان امری اجتناب‌ناپذیر در رأس مسائل ملی مطرح می‌باشد(۳). مطالعات انجام گرفته در اوایل دهه ۹۰ میلادی در نقاط مختلف دنیا نشان دادند که حتی غلظت پایین آلودگی هوا نیز باعث افزایش آمار مرگ و میر می‌شود. هر چند تعداد مرگ و میر مرتبط با آلودگی هوا اندک است، اما به دلیل بزرگ بودن جمعیت در معرض خطر و حساس بودن گروه خاصی از جامعه، فراوانی بیماران مرتبط با این پدیده زیاد می باشد(۵). بر اساس گزارش های سازمان جهانی بهداشت، در سال ۲۰۰۰ میلادی افزون بر ۲۰۰ میلیون نفر از مردم جهان در محیط‌هایی زندگی می کنند که در آن سطح آلاینده‌ها بیش از استانداردهای کیفیت هوا است(۶). عمومی‌ترین و سمی‌ترین آلاینده‌های هوا شامل مونواکسید کربن (CO)، دی‌اکسید گوگرد ($SO_۲$) ، اکسیدهای ازت (NO_X)، ازن ($O_۳$) و کل ذرات معلق می‌باشند(۷). گاز CO باعث زیان‌های قلبی- عصبی، تجزیه فیبرین، بیماری های دوران بارداری و هم‌چنین به صورت ترکیب با هموگلوبین خون، باعث کاهش ظرفیت حمل اکسیژن خون می گردد(۸). دی‌اکسید گوگرد و دی‌اکسید نیتروژن از طریق سوخت های فسیلی، وسایل نقلیه و پالایشگاه های نفت و گاز به محیط انتشار می یابند. اثرات این اکسیدها بر سلامت انسان شامل مواردی هم‌چون سرفه، کوتاهی تنفس، عملکرد نامناسب شش ها، آماس خشک و سوزش چشم، بینی و گلو می‌باشد(۹). قرار گرفتن در معرض ذرات منجر به تشدید بیماری‌های قلبی- عروقی و تنفسی، کاهش ایمنی بدن، ابتلا به سرطان و مرگ زودرس، بروز مسمومیت در حیوانات، هم‌چنین کاهش دید افقی، تغییر ضریب تیرگی، گرم شدن هوا، ایجاد ضایعات و وقفه در رشد گیاهان می شود(۱۰، ۱۱). ازن نیز یک اکسیدان بسیار قوی است و می‌تواند بر روی هر ماده بیولوژیکی تأثیر بگذرد(۱۲). این ماده بر روی سیستم تنفسی اثر می گذارد و باعث آسیب به بافت ریه می شود. از جمله اثرات حاد ازن شامل سرفه، درد سینه، سوزش چشم ها، سردرد، کاهش عملکرد ریه و حملات آسم است و هم‌چنین به سلول های مژه‌دار داخل ریه‌ها نیز آسیب می‌رساند(۱۳). بعضی از مطالعات اپیدمیولوژیک بر اثرات سوء تماس کوتاه مدت مواد آلاینده بر ریه تأکید داشته‌اند و تغییر ظرفیت ریه را در تماس‌های حاد مورد بررسی قرار داده‌اند(۱۴). مطالعات فراوانی در مورد اثرات طولانی مدت آلاینده های مختلف در گروه‌های اجتماعی متفاوت- بر اساس مواجه بودن یا عدم مواجهه با آلاینده‌های استنشاقی-صورت گرفته و با هم مقایسه شده‌اند(۱۵). در مطالعه انجام شده توسط بل و همکاران (۲۰۰۴) که بر روی ۹۸ جامعه شهری در فاصله زمانی ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۰ انجام شد، افزایش هفتگی ازن همراه با افزایش ۰/۵۲ درصدی مرگ و میر گزارش شده است(۱۶). در مطالعه‌ای که توسط اسکارلت و همکاران(۱۹۹۶) انجام پذیرفت، کاهش قابل ملاحظه ای در عملکرد ریه در رابطه با ذرات معلق کمتر از ۱۰ میکرون() دیده شد(۱۷). هم‌چنین پاپ و همکاران (۲۰۰۲) در بررسی‌های خود دریافتند که تماس طولانی مدت با ذرات قابل استنشاق، احتمال سرطان ریه و مرگ ناشی از عوارض قلبی-ریوی را افزایش می‌دهد(۱۸). گودرزی و همکاران (۱۳۸۸) ضمن کمّی‌سازی اثرات بهداشتی آلودگی هوای تهران دریافتند که تقریباً ۴ درصد کل مرگ و میرهای قلبی -عروقی و تنفسی به غلظت‌های بیش از ۲۰ میکروگرم بر متر مکعب $PM_{۱۰}$ مربوط می شود(۱۹). ندافی و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی آلودگی هوای شهر تهران با استفاده از مدل AirQ دریافتند

که بیشترین تأثیر آلودگی هوا در مرگ و میر سالانه، مربوط به PM_{10} می‌باشد(۲۰). تومیز و همکاران (۲۰۰۵) با استفاده از مدل AirQ دریافتند که ۸/۱ درصد از کل مرگ‌های قلبی و ۵/۲ درصد از مرگ‌های تنفسی به غلظت‌های بیش از ۲۰ میکروگرم بر متر مکعب بستگی دارد(۲۱). شاکور و همکاران (۲۰۰۹) نیز اثرات بهداشتی ذرات معلق شهر قاهره مصر را با استفاده از مدل AirQ بررسی کردند. نتایج به دست آمده، افزایش خطر جامعه انسانی در معرض ذرات را بر روی بیماری‌های تنفسی نشان می‌دهد(۱۰).

تعیین غلظت واقعی آلاینده ها و توصیف وضعیت کمی و کیفی هوا در مقایسه با شرایط استاندارد و اطلاع‌رسانی به‌موقع به مردم به منظور تدوین برنامه‌های کنترل آن، ضروری می‌باشد. ازاین‌رو لازم است آلودگی هوای شهرها به دلیل اهمیت بهداشتی و اقتصادی مورد بررسی قرار گیرد. ظرفیت آلودگی هوا در یک منطقه شهری به عواملی نظیر موقعیت جغرافیایی (ارتفاع، شیب و غیره) اقلیم، جمعیت، توسعه اقتصادی و میزان انتشار آلاینده‌ها برحسب واحد سطح و سرعت متوسط باد بستگی دارد. احاطه شدن نواحی شمالی و شرقی کاشان با کویر و هم‌چنین وزش بادهای کویری باعث بالا بودن دمای هوا و خشکی آن در این منطقه شده است. غالب خاک این منطقه از نوع شن و ماسه و ریگزارها می‌باشد که منشأ طبیعی ذرات معلق هستند. هم‌چنین افزایش جمعیت و استقرار کارخانه‌ها و صنایع گوناگون در این شهرستان، از جمله منابع مصنوعی آلودگی هوای کاشان به حساب می‌آیند. به نظر می‌رسد که مشکل آلودگی هوا در شهر کاشان یکی از مسائل مهم زیست محیطی است. از این رو، این مطالعه با هدف بررسی پیامدهای بهداشتی منتسب به آلودگی هوا در سال ۱۳۹۰ در شهر کاشان انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر یک مطالعه توصیفی- مقطعی است که با استفاده از روش ارائه شده توسط سازمان بهداشت جهانی تحت عنوان «ارزیابی پیامدهای بهداشتی منتسب به کیفیت هوا» و با استفاده از نرم افزار AirQ2.2.3 انجام گرفت(۲۲). این نرم افزار که توسط دفتر اروپایی بهداشت محیط سازمان بهداشت جهانی ارائه گردیده، قادر است پیامدهای بهداشتی منتسب به آلودگی هوا را براساس میزان مواجهه با آلاینده‌های هوا تحت شرایط جوی مختلف و با در نظر گرفتن میزان جمعیت منطقه و نیز میزان بروز پایه برای هر پیامد بهداشتی برآورد نماید. ارزیابی در این نرم افزار بر اساس ارائه جزء منتسب به صورت درصدی از پیامدهای بهداشتی در جمعیت مورد نظر که می‌توان آن را به مواجهه با آلاینده مشخصی نسبت داد انجام می‌شود. در این پژوهش، مراحل انجام کار به قرار ذیل بوده است.

ابتدا داده‌های مربوط به غلظت ساعتی پنج آلاینده اصلی O_3، SO_2، NO_2، CO و PM_{10} که توسط ایستگاه سنجش آلودگی هوا مستقر در میدان پانزاده خرداد کاشان در سال ۱۳۹۰ ثبت شده بود، دریافت گردید. در این ایستگاه، این غلظت‌ها بر حسب واحد قسمت در میلیون ثبت شده بودند که برای ورود به نرم افزار AirQ2.2.3 باید به واحد میکروگرم بر متر مکعب تبدیل می‌شدند. برای این منظور، با مراجعه به سازمان هواشناسی کاشان، داده‌های اتمسفری دما و فشار در سال ۱۳۹۰ برای شهر کاشان تهیه شد و با در نظر گرفتن جرم مولکولی آلاینده‌ها این تبدیل واحد انجام گرفت.

سپس برای آلاینده‌های SO_2 و PM_{10} میانگین ساعتی روزانه، برای آلاینده‌های CO و NO_2 ماکزیمم ساعتی روزانه و در مورد O_3 میانگین ۸ ساعته محاسبه گردید. آن‌گاه اطلاعات مورد نیاز برای ورود به نرم افزار شامل میانگین سالیانه، میانگین تابستان و زمستان، حداکثر سالیانه، حداکثر تابستان و زمستان و هم‌چنین صدک ۹۸ سالانه برای غلظت هریک از آلاینده‌ها به طور جداگانه از طریق نرم افزار اکسل محاسبه شد و در نرم افزار AirQ 2.2.3 ثبت گردید.

میزان بروز پایه و ریسک نسبی با استفاده از فرمول‌ها و مقالات ارائه شده در این زمینه به دست می‌آید، سپس با ورود اطلاعات فوق الذکر و نیز اطلاعات مربوط به طول و عرض جغرافیایی منطقه و جمعیت بخش مرکزی کاشان به نرم افزار، تأثیر آلاینده‌ها به صورت جزء منتسب برآورد می‌شود.

یافته‌ها

بعد از وارد کردن داده‌های مورد نیاز به محیط اکسل و نرم‌افزار AirQ، پارامترهای مورد نیاز شامل میانگین و حداکثر سالیانه، میانگین و حداکثر فصلی و هم‌چنین صدک ۹۸ سالیانه برای همه آلاینده‌ها محاسبه گردید. این پارامترها در جدول ۱ نشان داده شده‌اند(جدول ۱).

جدول ۱. پارامترهای محاسبه شده و ورودی به نرم‌افزار برای آلاینده‌های معیار شهر کاشان در سال ۱۳۹۰

پارامتر آلاینده	میانگین سالیانه	میانگین فصل زمستان	میانگین فصل تابستان	صدک ۹۸ سالیانه	حداکثر سالیانه	حداکثر فصل زمستان	حداکثر فصل تابستان
ذرات معلق	۱۲۷/۸	۱۱۲/۴	۱۴۲/۱	۳۰۶/۴	۵۸۲/۹	۴۷۷/۹	۵۸۲/۹
دی‌اکسید گوگرد	۱۴۸/۴	۱۵۸/۹	۱۳۹/۵	۴۱۲/۱	۵۰۲/۴	۵۰۲/۴	۲۶۸/۱
دی‌اکسید نیتروژن	۵۹/۳	۶۴/۹	۴۹/۷	۱۴۱/۱	۱۷۶/۶	۱۷۶/۶	۷۰/۵
ازن	۱۳۰/۱	۱۵۳/۲	۹۱/۴	۳۳۲/۹	۳۸۷/۲	۳۸۷/۲	۱۷۰/۴
مونوکسید کربن	۱۴/۱	۱۹/۴	۶/۱	۵۷/۲	۷۰/۶	۷۰/۶	۲۱/۳

میزان بروز پایه برای اثرات بهداشتی در هر 10^5 نفر بیان می‌شود که به صورت پیش‌فرض در نرم‌افزار آورده شده است. از آن‌جا که این پیش‌فرض‌ها برای کشورهای اروپایی تنظیم شده و سازگاری چندانی با کشور ما ندارند، در مطالعه حاضر از میزان بروز پایه‌ای که در مطالعات داخل کشور به کار برده شده است، استفاده گردید. ریسک های نسبی و اعداد مربوط به میزان بروز پایه مورد استفاده برای پیامدهای مختلف در این مطالعه در جدول ۲ نشان داده شده است.

جزء منتسب و موارد منتسب به آلاینده‌های معیار هوای کاشان برای کل پیامدها با در نظر گرفتن خطر نسبی مرکزی در جدول ۳ بیان شده است.

نمودارهای مربوط به کل مرگ منتسب به هرکدام از آلاینده‌ها در شکل های ۱ تا ۴ نمایش داده شده اند.

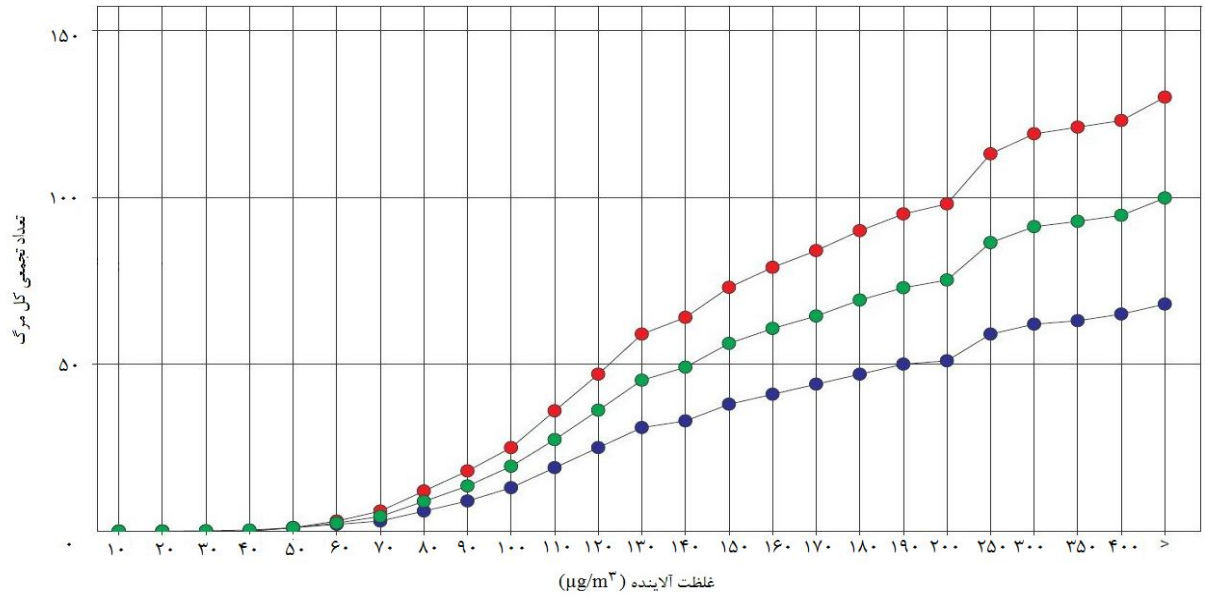
جدول ۲. ریسک نسبی و میزان بروز پایه [۲۰]

موارد بهداشتی		بروز پایه	ریسک نسبی(بازه اطمینان ۹۵ درصد) در 10^5 میکروگرم بر متر مکعب			
			O_3	NO_2	PM_{10}	SO_2
مرگ و میر بیماری	کل مرگ‌ومیر	۵۴۳/۵	حد بالا ۱/۰۰۵ حد وسط۱/۰۰۳ حد پایین ۱/۰۰۲	حد بالا ۱/۰۰۴ حد وسط ۱/۰۰۳ حد پایین ۱/۰۰۲	حد بالا ۱/۰۰۸ حد وسط ۱/۰۰۶ حد پایین ۱/۰۰۴	حد بالا ۱/۰۰۴۸ حد وسط ۱/۰۰۴ حد پایین ۱/۰۰۳
	مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی و عروقی	۲۳۱	حد بالا ۱/۰۰۷ حد وسط ۱/۰۰۵ حد پایین ۱/۰۰۲	حد بالا ۱/۰۰۵ حد وسط ۱/۰۰۴ حد پایین ۱/۰۰۳	حد بالا ۱/۰۱۳ حد وسط ۱/۰۰۹ حد پایین ۱/۰۰۵	حد بالا ۱/۰۱۲ حد وسط ۱/۰۰۸ حد پایین ۱/۰۰۲
	مرگ ناشی از بیماری‌های تنفسی	۴۸/۴	حد بالا ۱/۰۱۵ حد وسط ۱/۰۱۳ حد پایین ۱/۰۰۷		حد بالا ۱/۰۲۰ حد وسط ۱/۰۱۳ حد پایین ۱/۰۰۵	حد بالا ۱/۰۱۴ حد وسط ۱/۰۱ حد پایین ۱/۰۰۶
	بستری در بیمارستان به علت بیماری تنفسی	۱۲۶۰			حد بالا ۱/۰۱۱۲ حد وسط ۱/۰۰۸ حد پایین ۱/۰۰۴۸	
بیماری	بستری در بیمارستان به علت انسداد مزمن ریوی	۱۰۱/۴	حد بالا ۱/۰۰۹۴ حد وسط ۱/۰۰۵۸ حد پایین ۱/۰۰۲۲	حد بالا ۱/۰۰۴۴ حد وسط ۱/۰۰۲۶ حد پایین ۱/۰۰۰۶		حد بالا ۱/۰۱۱ حد وسط ۱/۰۰۶۴ حد پایین ۱
	بستری در بیمارستان به علت بیماری قلبی عروقی	۴۳۶		–	حد بالا ۱/۰۱۳ حد وسط ۱/۰۰۹ حد پایین ۱/۰۰۶	
	انفارکتوس حاد میوکارد	۱۳۲		–	–	حد بالا ۱/۰۱۰۱ حد وسط ۱/۰۰۶۴ حد پایین ۱/۰۰۲۶

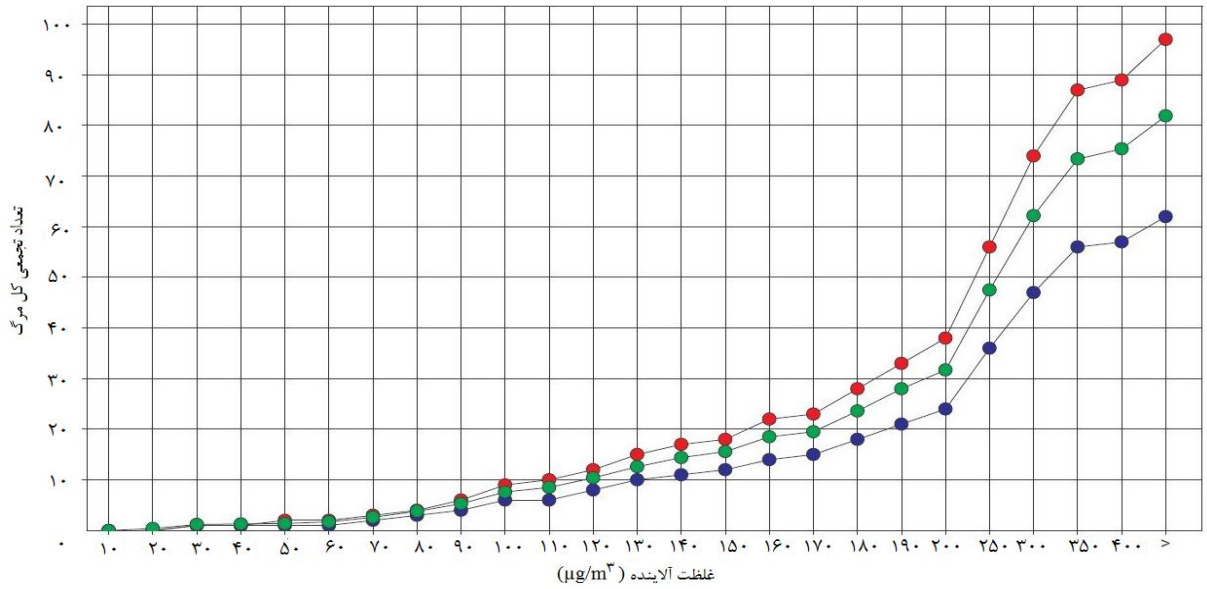
جدول ۳. جزء منتسب و موارد منتسب به آلاینده‌های معیار هوای کاشان برای کل پیامدها

پیامد بهداشتی	آلاینده	جز منتسب(درصد) (فاصله عدم اطمینان)*	تعداد موارد منتسب (فاصله عدم اطمینان)*
کل مرگ	PM_{10}	۶/۶۷ (۸/۷۰–۴/۵۵)	۱۰۰ (۱۳۰–۶۸)
	NO_2	۱/۴۶ (۱/۹۴–۰/۹۸)	۲۲ (۲۹/۱–۱۴/۷)
	SO_2	۵/۴۸ (۶/۵۰–۴/۱۶)	۸۲ (۹۷/۲–۶۲/۳)
	O_3	۳/۶۱ (۵/۸۷–۲/۴۳)	۵۴ (۸۷/۹–۳۶/۴)
مرگ قلبی عروقی	PM_{10}	۹/۶۹ (۱۳/۴۲–۵/۶۲)	۶۲ (۸۵/۳–۳۵/۷)
	NO_2	۱/۹۴ (۲/۴۱–۱/۴۶)	۱۲ (۱۵/۴–۹/۳)
	SO_2	۱۰/۳۹ (۱۴/۸۱–۲/۸۱)	۶۶ (۹۴/۱–۱۷/۹)
	O_3	۵/۸۷ (۸/۰۴–۲/۴۳)	۳۷ (۵۱/۱–۱۵/۵)
	CO	۷/۸۵ (۱۲/۷–۲/۳۷)	۷ (۱۲–۲/۲)
مرگ تنفسی	PM_{10}	۱۳/۴۲ (۱۹/۲۵–۵/۶۲)	۱۸ (۲۵/۸–۷/۶)
	SO_2	۱۲/۶۶ (۱۶/۸۷–۸)	۱۷ (۲۲/۶–۱۰/۷)
	O_3	۱۳/۹۷ (۱۵/۷۸–۸/۰۴)	۱۹ (۲۱/۲–۱۰/۸)
پذیرش در بیمارستان به دلیل COPD	SO_2	۵/۹۹ (۱۳/۷۵–۰)	۱۷ (۳۸/۳–۰)
	O_3	۶/۷۵ (۱۰/۵–۲/۶۷)	۱۹ (۲۹/۳–۷/۵)
	NO_2	۱/۲۷ (۲/۱۳–۰/۲۹)	۳ (۶–۰/۸)
پذیرش در بیمارستان به دلیل بیماری‌های قلبی عروقی	PM_{10}	۹/۶۹ (۱۳/۴۲–۶/۶۷)	۱۱۶ (۱۶۰/۹–۸۰/۱)
پذیرش در بیمارستان به دلیل بیماری‌های تنفسی	PM_{10}	۸/۷ (۱۱/۷۸–۵/۴۱)	۳۰۲ (۴۰۸/۳–۱۸۷/۶)
انفارکتوس میوکاردیال حاد	SO_2	۸/۴۸ (۱۲/۷–۳/۶۳)	۳۱ (۴۶/۴–۱۳/۲)

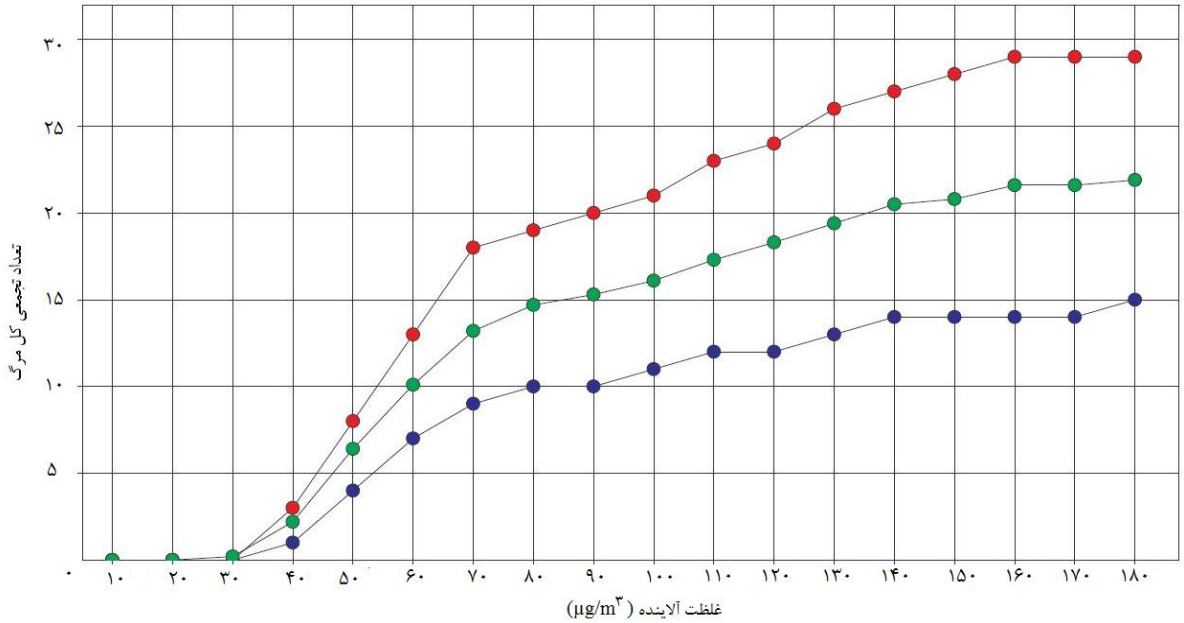
*فاصله عدم اطمینان بر اساس حد بالا و پائین ریسک نسبی محاسبه گردیده است.



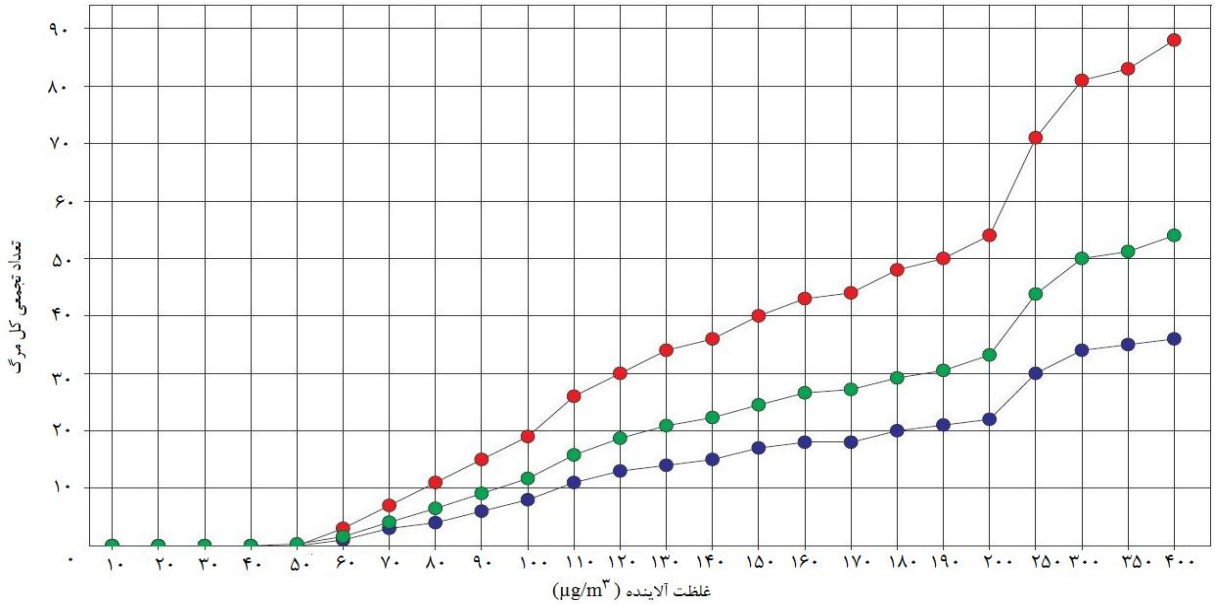
شکل ۱. برآورد تعداد تجمعی موارد کل مرگ منتسب به PM_{10} در برابر فواصل غلظت برطبق سه خطر نسبی بالا، متوسط و پایین طی سال ۱۳۹۰ در شهر کاشان



شکل ۲. برآورد تعداد تجمعی موارد کل مرگ منتسب به SO_2 در برابر فواصل غلظت بذ طبق سخ جئ حطر مسبی بالا، متوسط و پایین طی سال ۱۳۹۰ در شهر کاشان



شکل ۳. برآورد تعداد تجمعی موارد کل مرگ منتسب به (میانگین ساعتی) NO_2 در برابر فواصل غلظت بر طبق سه حد خطی نسبی بالا، متوسط و پایین طی سال ۱۳۹۰ در شهر کاشان توسط مدل در سال ۱۳۹۰ در شهر کاشان در سه حد خطر نسبی بالا، پائین و وسط



شکل ۴. برآورد تعداد تجمعی موارد کل مرگ منتسب به O_3 (میانگین ۸ ساعته) در برابر فواصل غلظت بر طبق سه حد طبق نسبی بالا، متوسط پایین طی سال ۱۳۹۰ در شهر کاشان

بحث

نتایج حاصل از نمونه‌برداری در ایستگاه سنجش آلاینده های معیار شهر کاشان نشان داد که غلظت آلاینده ها در ایستگاه کاشان از استانداردهای ایران و سازمان جهانی بهداشت فراتر رفته است. حداکثر میزان PM_{10} در فصل تابستان و با غلظت ۵۸۲ میکروگرم بر متر مکعب گزارش شد. حداکثر غلظت میانگین ۸ ساعته آلاینده ازن در شهر کاشان در سال مورد مطالعه ۳۸۷ میکروگرم بر متر مکعب بود، در حالی‌که حداکثر غلظت SO_2 و NO_2 به ترتیب برابر با ۵۰۲ و ۱۷۶ میکروگرم بر متر مکعب مشاهده شد.

استاندارد سالیانه ذرات معلق و SO_2 در رهنمودهای هوای پاک ایران و استاندارد سازمان جهانی بهداشت برابر ۲۰ میکروگم بر متر مکعب می‌باشد. نتایج نشان می‌دهند که متوسط غلظت سالیانه SO_2، NO_2 و PM_{10} در سال ۱۳۹۰ در شهر کاشان به ترتیب ۱۴۸، ۱۷۶ و ۱۲۷ میکروگرم بر متر مکعب بوده که این میزان به ترتیب تقریباً ۷/۴، ۴/۴ و ۶/۳۵ برابر استاندارد هوای پاک ایران و رهنمود سازمان جهانی بهداشت می‌باشد.

پیامدهایی که در مطالعه حاضر مد نظر قرار گرفتند و اثرات کوتاه مدت مواجهه با آلاینده برای آن‌ها برآورد شدند، افزایش در همه مرگ‌ها به‌جز مرگ ناشی از تصادفات، مرگ های ناشی از بیماری های قلبی- عروقی و تنفسی، پذیرش در بیمارستان به دلیل بیماری‌های قلبی- عروقی و تنفسی، بیماری انسداد مزمن ریوی و هم‌چنین انفارکتوس میوکاردیال حاد بود. در این مطالعه با افزایش هر ۱۰ میکروگرم بر متر مکعب غلظت PM_{10} ، خطر مرگ‌های قلبی- عروقی منتسب ۰/۹درصد، خطر مرگ‌های تنفسی ۱/۳ درصد و خطر کل مرگ ۰/۶درصد افزایش یافت. نتایج نشان داد خطر کل مرگ به ازای افزایش هر ۱۰ میکروگرم بر متر مکعب غلظت SO_2، ۰/۴درصد و به ازای افزایش ۱۰ میکروگرم بر متر مکعب غلظت NO_2 و O_3 حدود ۰/۳ درصد افزایش می‌یابد.

افزایش تعداد موارد مرگ با افزایش مواجهه افراد با فواصلی از غلظت آلاینده مورد نظر متناظر است که این فاصله غلظتی برای آلاینده های مختلف شهر کاشان متفاوت بود. برای آلاینده ذرات معلق، بیشترین مرگ در رده غلظت ۱۰۰ تا ۱۱۹ میکروگرم بر متر مکعب و برای آلاینده NO_2 در ناحیه غلظتی ۴۰ تا ۴۹ میکروگرم بر متر مکعب بوده است. بیشترین تعداد روز تماس با CO در فاصله غلظتی بیشتر از ۴۰ میکرگرم بر متر مکعب بوده و بیشترین تعداد

موارد مرگ قلبی -عروقی نیز مربوط به همین ناحیه از غلظت بوده است.

نتایج مدل گویای این واقعیت است که تعداد تجمعی موارد مرگ منتسب به آلاینده‌های PM_{10}، NO_2، SO_2 و O_3 به ترتیب برابر با ۱۰۰، ۲۲، ۸۲ و ۵۴ مورد در شهر کاشان می‌باشد. برای مونوکسید کربن فقط پیامد بهداشتی مرگ قلبی -عروقی که شاخص نسبی برای آن در دسترس بود محاسبه شد. طبق نتایج مدل میزان مرگ قلبی- عروقی منتسب به این آلاینده، تعداد موارد مرگ شهر کاشان در سال مورد مطالعه ۷ نفر برآورد گردید. در مورد آلاینده SO_2 ، تعداد موارد سکته حاد قلبی ۳۱ نفر، تعداد موارد مرگ قلبی برابر با ۶۶ نفر و تعداد تجمعی موارد انسداد ریوی برابر با ۱۷ نفر در سال ۱۳۹۰ گزارش شد. برای آلاینده PM_{10} نیز به ترتیب ۶۲ و ۱۸ مورد مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی- عروقی و تنفسی در سال ۱۳۹۰ به این آلاینده نسبت داده شد و در مجموع ۴۱۸ (۳۰۲+۱۱۶) مورد بستری و پذیرش در بیمارستان به این آلاینده منسوب گشت. فقط ۳ مورد پذیرش در بیمارستان به دلیل بیماری انسداد مزمن ریوی ناشی از تماس با آلاینده NO_2 گزارش شد. در مورد آلاینده O_3 نیز، مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی - عروقی ۳۷ مورد، مرگ ناشی از بیماری‌های تنفسی ۱۹ مورد و پذیرش در بیمارستان به علت بیماری انسداد مزمن ریوی حدود ۱۹ نفر گزارش شد. ۷۰ درصد مرگ های ناشی از بیماری قلبی- عروقی منتسب به آلاینده دی اکسید نیتروژن در روزهای با غلظت کمتر از ۹۰ میکروگرم بر متر مکعب رخ داده است و غلظت NO_2 کمتر از ۲۰ میکروگرم بر متر مکعب در هیچ روزی از سال ۱۳۹۰ در کاشان گزارش نشده است. ۶۷ درصد مرگ های تنفسی در روزهای با غلظت های کمتر از ۸۰ میکروگرم بر متر مکعب NO_2 به وقوع پیوسته است. در این مطالعه نیز همانند بسیاری از مطالعات انجام شده در این زمینه، ذرات معلق بیشترین سهم و اثر را در بروز مرگ و بیماری و به بیان بهتر بروز اثرات بهداشتی دارند. برای نمونه، در مطالعات انجام شده توسط ندافی و همکاران (۲۰۱۲) در شهر تهران(۲۰) و غلامپور و همکاران(۲۰۱۴) در شهر تبریز(۲۳)، میزان کل مرگ و میر ناشی از PM_{10} بیشتر از سایر آلاینده‌ها گزارش شده است. با توجه به تأثیر شرایط جغرافیایی، تعداد جمعیت و میزان تمرکز صنایع در آلودگی شهرها، انجام مطالعات مشابه به منظور تعیین نوع آلاینده موثر در سایرکلان شهرها ضروری به نظر می‌رسد. با این وجود، به دلیل این که تنها یک ایستگاه واقع در شهر کاشان، آلاینده‌های هوا را در همان نقطه می‌سنجد و نیز به دلیل کمبود داده‌های مربوط به آلاینده‌ها در سطح شهر، همین سنجش را به کل سطح شهر تعمیم می دهیم و بر اساس آن مطالعات مربوط به کیفیت هوا و کمی سازی را انجام می‌دهیم. هم‌چنین به علت خرابی دستگاه در بعضی از روزهای سال، اطلاعات در دسترس نمی‌باشد. گزارش های مربوط به میزان مرگ و بیماری‌های منتسب به آلودگی هوای شهر کاشان ممکن است با خطاهایی همراه باشد، ولی نکته مهم این است که آلودگی هوا چه در سطوح پایین و چه در سطوح بالا نیز همانند سایر عوامل زیست محیطی تأثیر نامطلوبی بر سلامت انسان دارد و بنابراین نیازمند کنترل و پیش‌گیری است.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از نمونه‌برداری سال ۱۳۹۰ که از آلاینده‌های CO، SO_2، NO_2، O_3 و PM_{10} در ایستگاه سنجش آلاینده‌های معیار معیار شهر کاشان صورت گرفت نشان می‌دهد که غلظت این آلاینده‌ها در ایستگاه کاشان از استانداردهای ایران و سازمان بهداشت جهانی بیشتر است. در این سال، میانگین غلظت سالیانه آلاینده‌های SO_2، NO_2 و PM_{10} در شهر کاشان به ترتیب ۱۴۸، ۱۷۶ و ۱۲۷ میکروگرم بر متر مکعب بوده که به‌ترتیب حدود ۷/۴، ۴/۴ و ۶/۳۵ برابر استاندارد هوای پاک ایران و رهنمود سازمان بهداشت جهانی می‌باشد. در شهرستان کاشان، با افزایش غلظت PM_{10} به میزان ۱۰ میکروگرم بر متر مکعب، احتمال مرگ‌های قلبی- عروقی ۰/۹درصد، مرگ‌های تنفسی ۱/۳ درصد و احتمال بروز کل مرگ ۰/۶درصد افزایش می یابد. هم‌چنین، با افزایش غلظت SO_2 به مقدار ۱۰ میکروگرم بر

متر مکعب، خطر رخداد کل مرگ ۰/۴درصد و با افزایش غلظت O_3 و SO_2 به میزان ۱۰ میکروگرم بر متر مکعب، احتمال بروز کل مرگ حدود ۰/۳ درصد افزایش می یابد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که تعداد مرگ‌های ناشی از تماس با آلاینده‌های PM_{10}، NO_2، SO_2 و O_3 در سال ۱۳۹۰ در شهر کاشان به ترتیب برابر با ۱۰۰، ۲۲، ۸۲ و ۵۴ مورد می‌باشد. بر این اساس، وجود این مقدار از آلاینده‌های هوا، تأثیر مستقیمی بر تعداد مراجعین به مراکز پزشکی و یا مرگ بیماران قلبی- عروقی، تنفسی، ریوی و یا انفارکتوس میوکاردیال حاد دارند.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از یک طرح تحقیقاتی با عنوان «تعیین اثرات بهداشتی منتسب به آلودگی هوا در شهر کاشان با استفاده از مدل AirQ در سال ۱۳۹۰» است که در سال ۱۳۹۲ با کد ۹۲۱۵۰ در به تصویب رسید. دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی کاشان بدین وسیله نویسندگان از همکاری مسئولان محترم سازمان حفاظت محیط زیست شهرهای کاشان و اصفهان در خصوص جمع‌آوری اطلاعات تشکر و قدردانی نمایند.

منابع

1. 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):1321-7.
2. Khwaja HA, Fatmi Z, Malashock D, Aminov Z, Kazi A, Siddique A, et al. Effect of air pollution on daily morbidity in Karachi, Pakistan. Journal of Local and Global Health Science. 2013:3.
3. Ardakani S, Tibi L, Ardakani A, Cheraghi M. Health condition and quality of air in Tehran in 2005, using Air Quality Index. The 10th National Conference on Environmental Health, Hamadan 2006:33.[persian]
4. Lin H, An Q, Luo C, Pun VC, Chan CS, Tian L. Gaseous air pollution and acute myocardial infarction mortality in Hong Kong: A time-stratified case-crossover study. Atmospheric Environment. 2013; 76: 68-73.
5. Qorbani M, Yunesian M. Study Designs in Air Pollution Epidemiology. Iranian Journal of Epidemiology. 2010; 5(4):44-52.
6. Golbaz S, Jonidi Jafari A. A comparative study of health quality of air in Tehran and Isfahan; 2008-2009. Razi Journal of Medical Sciences. 2011; 18(84):28-46.
7. Soltanianzadeh Z. Components of particles deposited Air in Yazd, Ahvaz, Iran. Science and Research Branch, Islamic Azad University; 2005-2006.[persian]
8. Gurjar B, Butler T, Lawrence M, Lelieveld J. Evaluation of emissions and air quality in megacities. Atmospheric Environment. 2008; 42(7):1593-606.
9. Tulabi A ZM, Zare M, Mahvi A, Shahriari A, Sarkhosh M, Rahmani A. Assessment of air quality index in proximity of Bandar Abbas oil refinery. Hormozgan Journal of Medical Sciences 2011;16(2):123-33. [persian]
10. Shakour A, El-Shahat M, El-Taieb N, Hassanein M, Mohamed A. Health impacts of particulate matter in greater Cairo, Egypt. J Am Sci. 2011; 7: 840-8.
11. Jerrett M, Buzzelli M, Burnett RT, DeLuca PF. Particulate air pollution, social confounders, and mortality in small areas of an industrial city. Social science & medicine. 2005; 60(12):2845-63.
12. Goudarzi G, Zallaghi E, Neissi A, Ankali KA, Saki A, Babaei AA, et al. Cardiopulmonary mortalities and chronic obstructive pulmonary disease attributed to ozone air pollution. Archives of Hygiene sciences. 2013; 2(2).
13. Griffin RD. Principles of Air Quality Management 2nd ed: Taylor & Francis; 2006. P.334-5.
14. Moini L, Fani A, Eshrati B, Talaei A. Effect of concentration of air pollutants (PM10, O3 and H2S) on lung capacity in the cities Arak and Khomain, Iran. Feyz Journals of Kashan University of Medical Sciences. 2010;13(4).[persian]
15. Kim JH, Lim DH, Kim JK, Jeong SJ, Son BK. Effects of particulate matter (PM10) on the pulmonary function of middle-school children.

Journal of Korean medical science. 2005; 20(1): 42-5.
16. Bell ML, McDermott A, Zeger SL, Samet JM, Dominici F. Ozone and short-term mortality in 95 US urban communities, 1987-2000. Jama. 2004;292(19):2372-8.
17. Scarlett J, Abbott K, Peacock J, Strachan D, Anderson H. Acute effects of summer air pollution on respiratory function in primary school children in southern England. Thorax. 1996; 51(11):1109-14.
18. 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. 2002; 287(9):1132-41.
19. Goudarzi G, Mohammadi MJ, Ahmadi K, Mohammadi B, Soleimani Z, Babaei A, et al. Estimation of health effects for NO2 exposure by using of Air Q model in Ahvaz city during 2009. The 14th National Conference on Environmental Health; Yazd,2011.[persian]
20. 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. Journal of Environmental Health Science and Engineering. 2012; 9(1):28-9.
21. Tominz R, Mazzoleni B, Daris F. [Estimate of potential health benefits of the reduction of air pollution with PM10 in Trieste, Italy]. Epidemiologia e prevenzione. 2004; 29(3-4): 149-55.
22. Krzyzanowski M, Cohen A, Anderson R. Quantification of health effects of exposure to air pollution. Occupational and environmental medicine. 2002; 59(12):791-3.
23. 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. Journal of Environmental Health Science and Engineering. 2014; 12(27):10.1186-7.