

## برآورد اثرات بهداشتی ناشی از مواجهه با آلاینده ذرات معلق کمتر از ۱۰ میکرون با استفاده از مدل Air Q در شهر اهواز در سال ۱۳۸۸

غلامرضا گودرزی<sup>۱</sup>، سحر گراوندی<sup>۱</sup>، سعید سعیدی مهر<sup>۲</sup>، محمد جواد محمدی\*<sup>۳</sup>، مهدی وثوقی نیری<sup>۴</sup>، شکراله سلمان زاده<sup>۵</sup>، کامبیز احمدی انگالی<sup>۱</sup>، عبدالکاسم نیسی<sup>۱</sup>، علی اکبر بابایی<sup>۱</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۵/۲۱

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۲/۲۴

### چکیده

**زمینه و هدف:** طبق برآوردهای سازمان بهداشت جهانی تقریباً هر سال ۱۵۰۰۰۰ نفر در جنوب آسیا در اثر بیماری‌های قلبی-عروقی، تنفسی و سرطان ریه ناشی از آلودگی هوا دچار مرگ زودرس می‌شوند. نتایج مطالعات در خصوص اثرات کوتاه مدت و بلند مدت به صورت موارد بستری، مراجعه به پزشک، تعداد موارد یک بیماری خاص، مرگ و تعداد سال‌های از دست رفته زندگی (YOLL) گزارش می‌شود. در این مقاله هدف این است که به اثر آلاینده  $PM_{10}$  بر سلامت انسان پرداخته شود. مدل کامپیوتری (Air Quality Health Impact Assessment)  $Air Q_{2,2,3}$  جهت ارزیابی اثرات سوء ناشی از در معرض قرار گرفتن آلاینده  $PM_{10}$  بر سلامت انسان در اهواز در سال ۱۳۸۸ استفاده گردید. تماس طولانی مدت با ذرات معلق بصورت کاهش در طول عمر شخص، خود را نشان می‌دهد. میزان شیوع برونشیت و کاهش عملکرد ریوی در بچه‌ها و بزرگسالان حتی در غلظت‌های متوسط سالیانه ذرات معلق زیر  $20 \mu g/m^3$  ( $PM_{2.5}$ ) و  $30 \mu g/m^3$  ( $PM_{10}$ ) دیده شده است. عمده منابع انتشار ناشی از دخالت بشر در خصوص ذرات معلق ترافیک جاده‌ای (۲۵-۱۰ درصد)، احتراق ثابت (۵۵-۴۰ درصد) و فرایندهای صنعتی (۳۰-۱۵ درصد) هستند. روش بررسی: در این مطالعه داده‌های مورد نیاز از سازمان محیط زیست و سازمان هواشناسی اهواز گردآوری گردید. در مرحله بعد با توجه به خام بودن داده‌ها توسط نرم افزار Excel پردازش (مجموعه دستورات تصحیح دما و فشار، میانگین‌گیری، کد نویسی) داده‌ها انجام گردید. در مرحله آخر داده‌های پردازش شده توسط Excel به مدل Air Q داده شد. این مدل یک ابزار معتبر و قابل اعتماد به منظور برآورد اثرات کوتاه مدت آلاینده‌های هوا توسط سازمان بهداشت جهانی معرفی شده است. این مدل شامل چهار اسکریپت ورودی (Location, AQ data, Supplier, Parameter) و دو اسکریپت خروجی (Graph, Table) است.

**یافته‌ها:** یافته‌ها نشان دادند که ایستگاه‌های اداره کل و نادری به ترتیب بیشترین و کمترین غلظت  $PM_{10}$  را داشته‌اند همچنین متوسط سالیانه، متوسط تابستان، متوسط زمستان و صدک ۹۸ این آلاینده در شهر اهواز به ترتیب برابر با ۲۶۱، ۳۷۶، ۱۷۰ و  $1268 \mu g/m^3$  بوده است. با توجه به نتایج حاصل تعداد کل مرگ‌ها متناسب به تماس با  $PM_{10}$  در یک سال ۱۱۶۵ نفر بوده است.

**نتیجه‌گیری:** نرم افزار Air Q با استفاده از داده‌های پردازش شده توسط اکسل، خطر نسبی، بروز پایه و جزء متناسب را محاسبه نموده و حاصل کار را به صورت مرگ و میر نمایش می‌دهد. ذکر این نکته الزامی است که هیچ مدلی وجود ندارد که بتواند اثرات تمام آلاینده‌ها را یکجا و روی هم برآورد نماید. با توجه به نتایج حاصل تعداد موارد تجمع مرگ قلبی عروقی با توجه به برآورد حد وسط خطر نسبی در اثر تماس با  $PM_{10}$  طی یکسال ۶۱۲ نفر بوده است که ۵۲ درصد این تعداد مربوط به غلظت کمتر از  $30 \mu g/m^3$  است. همچنین تعداد موارد تجمع مرگ ناشی از بیماری‌های تنفسی با توجه به برآورد حد وسط خطر نسبی در اثر تماس با  $PM_{10}$  طی یکسال ۱۱۴ نفر بوده است. تعداد تجمع موارد مراجعه سرپائی به علت بیماری تنفسی متناسب به  $PM_{10}$  در یک سال ۱۵۵۱ نفر بوده است. ۳۶ درصد موارد فوق در روزهای با غلظت کمتر از  $20 \mu g/m^3$  رخ داده است.

**واژگان کلیدی:** نرم افزار Air Q، خطر نسبی، کمی‌سازی، سلامت انسان، اهواز.

۱- دکتری بهداشت محیط، استادیار دانشکده بهداشت و مرکز تحقیقات فن آوری‌های زیست محیطی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد واحد علوم پزشکی تهران، تهران

۳- رئیس آموزش و پژوهش بیمارستان نفت اهواز، اهواز، ایران

Mohamadi.m@ajums.ac.ir

۴- (نویسنده مسئول): دانشجوی دکتری بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز

۵- متخصص عفونی، استادیار دانشکده پزشکی و مرکز تحقیقات عفونی و گرمسیری، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز

## مقدمه

شناخت اثرات بهداشتی آلودگی هوا در شهرهای اروپا و امریکا به حوادث مهم اتفاق افتاده در این رابطه از جمله دره میوز بلژیک در سال ۱۹۳۰، لندن در سال های ۱۹۵۳ و ۱۹۵۸ و دونورا پنسیلوانیا در سال ۱۹۷۰ برمی گردد (۱، ۲). امروزه آلودگی هوای ایجاد شده توسط انسان به عنوان یک مشکل جدی مطرح شده است.

طبق برآوردهای سازمان بهداشت جهانی تقریباً هر سال ۱۵۰۰۰۰ نفر در جنوب آسیا در اثر بیماری های قلبی-عروقی، تنفسی و سرطان ریه ناشی از آلودگی هوا دچار مرگ زودرس می شوند. نتایج مطالعات در خصوص اثرات کوتاه مدت و بلند مدت به صورت موارد بستری، مراجعه به پزشک، تعداد موارد یک بیماری خاص، مرگ و تعداد سال های از دست رفته زندگی (YOLL) گزارش می شود (۱۰-۳). طی دو دهه گذشته در اروپا و سراسر جهان به کمک مطالعات همه گیر شناسی به بررسی اثرات آلودگی هوا بر سلامتی انسان و مرگ و میر ناشی از این اثرات پرداخته شده است و مشخص شده است که میزان مرگ و میر مرتبط با آلودگی هوا در حال افزایش است (۴، ۱۱). مجموع ذرات را TSP و ذرات کوچک تر از  $10 \mu$  را  $PM_{10}$  و کوچک تر از  $2.5 \mu$  را  $PM_{2.5}$  می گویند. با توجه به اینکه ذرات کوچک تر از  $10 \mu$  به قسمت های تحتانی ریه وارد می شوند و عمده ذرات راسب در آلوئول ها یا آنها که از جدار ریه عبور کرده وارد جریان خون می شوند کوچکتر از  $2.5 \mu$  هستند. اثرات این آلاینده بر انسان شامل افزایش میزان مرگ و میر، افزایش بیماری های تنفسی، افزایش سرطان معده و عفونت در دستگاه تحتانی تنفسی در بچه های تازه متولد شده تا سن ۱۵ سالگی گزارش شده است (۲، ۱۱). میزان شیوع برونشیت و کاهش عملکرد ریوی در بچه های و بزرگسالان حتی در غلظت های متوسط سالیانه ذرات معلق زیر  $20 \mu g/m^3$  ( $PM_{2.5}$ ) و  $30 \mu g/m^3$  ( $PM_{10}$ ) دیده شده است (۶، ۱۲). آلودگی هوا با جمعیتی در حدود ۱۰۰۰۰۰۰ نفر و مساحتی بالغ بر  $km^2$

۲۵۹ (مناطق ۸ گانه شهرداری) در جنوب غربی ایران در طول جغرافیایی  $48/68'$  شمالی و عرض جغرافیایی  $31/32'$  شرقی واقع شده و ارتفاع شهر اهواز از سطح دریا به طور متوسط  $m 16$  است (۱۲). شهر اهواز یکی از هفت کلان شهر آلوده ایران است و میزان آلودگی هوا در این شهر روزبه روز افزایش یافته و شدیدتر می شود. از مشکلات زیست محیطی و بهداشتی این شهر می توان به عدم تصفیه و جمع آوری فاضلاب های شهری و صنعتی، تخلیه این فاضلاب ها به تنها منبع تامین آب شرب این شهر و شهرهای پایین دست، روند روبه تزايد شوری آب شبکه شهری به دلیل بالا رفتن املاح منبع اصلی یعنی رودخانه کارون اشاره کرد. شهر اهواز بنا به دلایل متعدد از جمله موقعیت جغرافیایی و توپوگرافی، نزدیکی به صحرای عربستان و منابع نوظهور در کشورهای همسایه، گرد و غبار و حمل و نقل درون شهری، وجود صنایع سنگین و عمده از جمله نفت، پتروشیمی و فولاد در معرض آلودگی های طبیعی و مصنوعی هوا قرار گرفته است (۱۳). ویژگی ها و مزایای مدل Air Q عبارتند از: این مدل تمامی ویژگی های مدل های مانند (CMAQ, ORAM) را دارا است، بعلاوه اینکه با توجه به اندازه گیری آلاینده های محدود در سایر مدل ها این مدل قادر به اندازه گیری تمامی آلاینده های معیار است که مهم ترین حسن آن است، البته یک استثنا وجود دارد که مربوط به منواکسید کربن است که آن هم به دلیل آن است که پارامترهای اپیدمیولوژیک آن بصورت پیش فرض وجود ندارد و کاربر باید آن را از مطالعات اپیدمیولوژیک استخراج نماید. اصطلاحات مهم مورد استفاده در مدل عبارتند از: خطر نسبی (احتمال ایجاد عارضه در جمعیت در معرض نسبت به احتمال ایجاد عارضه در گروه غیر در معرض)، جزء منتسب (درصدی از پیامدهای بهداشتی است که مستقیماً به آلاینده مورد نظر نسبت داده می شود) و بروز پایه (تعداد موارد پیامدها در طی یک سال است و بر اساس مطالعات اپیدمیولوژیک که توسط سازمان جهانی بهداشت انجام شده است محاسبه گردیده و مورد استفاده قرار گرفته است) برخی مطالعات انجام شده در

در فواصل غلظت با پارامترهای اپیدمیولوژیکی نظیر خطر نسبی، بروز پایه و جزء متناسب تلفیق نموده و حاصل کار را به صورت مرگ و میر نمایش می‌دهد (۲۵). داده‌های مربوط به آلاینده  $PM_{10}$  از سازمان محیط زیست اهواز اخذ گردید داده‌های دریافت شده از سازمان محیط زیست توسط نرم افزار Excel پردازش (مجموعه دستورات تصحیح دما و فشار، میانگین‌گیری، کد نویسی) شده و به عنوان فایل ورودی به مدل Air Q تبدیل گردید. تعداد کل ایستگاه‌های نمونه‌برداری شهر اهواز ۴ ایستگاه است و نحوه توزیع آنها بر اساس جانمایی سازمان محیط زیست است اما با توجه تحقیق حاضر نحوه توزیع به شکلی است که بیشتر نواحی شهر اهواز را پوشش می‌دهند. مدل Air Q برای شهرهایی مانند اهواز که صنعتی هستند بسیار مناسب است. جهت راستی آزمایی نتایج و مقایسه آن با نتایج واقعی به مرکز ثبت بیماری‌ها مراجعه گردید ولی متأسفانه بدلیل نبود بانک‌های اطلاعاتی و نبود مقادیر شاخص‌های مورد نیاز در مطالعه از مقادیر محاسبه شده سازمان جهانی بهداشت (خاورمیانه) استفاده گردید. استاندارد اولیه  $PM_{10}$  منتشر شده توسط استانداردهای ملی کیفیت هوای آزاد (National Ambient Air Quality Standards)  $150 \mu g/m^3$  بصورت استاندارد ۲۴ ساعته است (۲۶). استاندارد اولیه  $PM_{10}$  منتشر شده توسط سازمان بهداشت جهانی  $20 \mu g/m^3$  بصورت استاندارد متوسط سالیانه است (۲۷). استاندارد اولیه  $PM_{10}$  مصوبه دولت  $50 \mu g/m^3$  بصورت استاندارد ۲۴ ساعته است (۲۸).

### یافته‌ها

جدول ۱ نشان می‌دهد که از نظر حداکثر فصول تابستان و زمستان و کل سال ایستگاه‌های اداره کل و نادری به ترتیب بیشترین و کمترین غلظت را داشته‌اند. همچنین این جدول نشان می‌دهد که برای شهر اهواز در خصوص آلاینده  $PM_{10}$  متوسط سالیانه، متوسط تابستان، متوسط زمستان و صدک ۹۸ به ترتیب برابر با ۲۶۱، ۳۷۶، ۱۷۰ و  $1268 \mu g/m^3$  بوده است.

کشور و دنیا به شرح زیر است.

بررسی‌ها و متا آنالیزهای انجام شده جهت تعیین اثرات مواجهه کوتاه مدت بر مرگ و میر نشان داد که با افزایش  $10 \mu g/m^3$  (با فواصل اطمینان ۹۵ درصد) میزان برآورد اثر در بانکوک ۱/۷ درصد (۲/۳-۱/۱ درصد) (۱۴)، مکزیکوسیتی ۱/۸۳ درصد (۲/۷-۰/۹ درصد) (۱۵)، سانتیاگو ۱/۱ درصد (۱/۴-۰/۹ درصد) (۱۶)، اینچان ۰/۸ درصد (۱/۶-۰/۲ درصد) (۱۷)، بریسن استرالیا ۱/۶ درصد (۲/۶-۰/۵ درصد) (۱۸)، سیدنی ۰/۹۵ درصد (۱/۶-۰/۳۲ درصد) (۱۹) افزایش یافته است. گزارش‌هایی در همین خصوص یعنی برآورد مرگ و میر مرتبط با  $PM_{10}$  یا TSP از شین یانگ چین (۲۰)، هفت شهر در کره جنوبی (۲۱) و دهلی نو (۲۲) ارائه شده است. در سال ۲۰۰۵ Tominz و همکاران از مدل Air Q به منظور برآورد اثرات بهداشتی  $PM_{10}$  در تریستی ایتالیا استفاده نمودند (۲۳). Goudarzi و همکاران در سال ۱۳۸۸ از مدل Air Q به منظور برآورد اثرات بهداشتی  $PM_{10}$  در تهران استفاده نمودند (۲۴). Zallaghi و همکاران در سال ۱۳۹۰ از مدل Air Q جهت برآورد اثرات بهداشتی آلاینده‌های هوا در تبریز استفاده نمودند (۱۱).

از آنجا که کمی‌سازی اثر آلاینده‌ها با استفاده از آمار و ارقام ثبت شده در دانشگاه‌های علوم پزشکی وابسته به وزارت بهداشت بصورت عملی غیر ممکن است در این مطالعه اثرات یک آلاینده ( $PM_{10}$ ) هوا بر سلامت شهروندان اهوازی با استفاده از مدل مورد بررسی قرار گرفته است.

### مواد و روش‌ها

مطالعه انجام شده از نوع تحلیلی است. در این مقاله میزان مرگ و میر ناشی از بیماری‌های قلبی عروقی و تنفسی بخاطر در معرض قرار گرفتن با آلاینده  $PM_{10}$  در اهواز در سال ۱۳۸۸ با استفاده از این مدل سازمان بهداشت جهانی محاسبه گردید. مدل‌های تعیین اثرات بهداشتی بیشتر از نوع آماری- اپیدمیولوژیکی هستند که داده‌های کیفیت هوا را

جدول ۱: غلظت‌های  $PM_{10}$  بر حسب میکروگرم بر متر مکعب برای استفاده در مدل

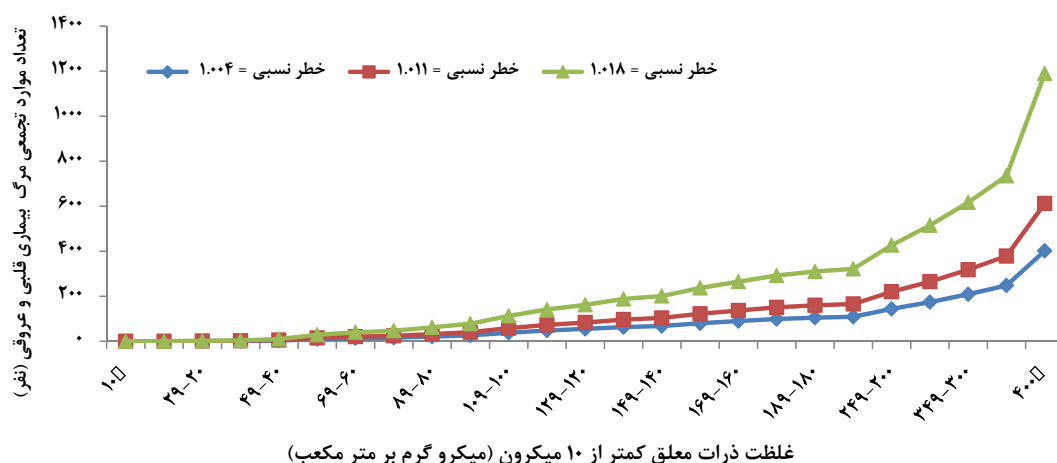
| ایستگاه پارامتر | اداره کل (بیشترین) | نادری (کمترین) | اهواز |
|-----------------|--------------------|----------------|-------|
| متوسط سالیانه   | ۳۶۱/۰۵             | ۲۴۵/۶۷         | ۲۶۱   |
| متوسط تابستان   | ۳۷۳/۵۵             | ۳۵۸/۸۷         | ۳۷۶   |
| متوسط زمستان    | ۳۴۸/۵۵             | ۱۳۲/۴۷         | ۱۷۰   |
| صداک ۹۸ سالیانه | ۲۱۰۴/۷۷            | ۸۰۲/۶۶         | ۱۲۶۸  |
| حداکثر سالیانه  | ۴۴۹۷/۶۲            | ۴۲۳۷/۵         | ۴۳۲۴  |
| حداکثر تابستان  | ۴۴۹۷/۶۲            | ۴۲۳۷/۵         | ۴۳۲۴  |
| حداکثر زمستان   | ۳۰۸۴/۳۳            | ۲۴۷۵           | ۲۸۱۰  |

شاخص‌های خطر نسبی، جزء متناسب به  $PM_{10}$  برای تعداد کل مرگ‌ها در جدول ۲ نشان داده شده است. شاخص‌های خطر نسبی، جزء متناسب و تعداد موارد متناسب به  $PM_{10}$  برای کل مرگ‌ها در بروز پایه ۱۰۱۳ نفر در ۱۰۵ محاسبه گردیده است. موارد متناسب به تماس به  $PM_{10}$  در میزان خطر نسبی حد وسط در یک سال ۱۱۶۵ نفر بوده است. شکل ۱ برآورد تعداد تجمعی موارد کل مرگ‌ها متناسب به  $PM_{10}$  در برابر فواصل غلظت توسط مدل در شهر اهواز در سال ۱۳۸۸ را نشان می‌دهد. تعداد تجمعی موارد کل مرگ‌ها

جدول ۲: برآورد شاخص‌های خطر نسبی، جزء متناسب و موارد متناسب به  $PM_{10}$  برای کل مرگ‌ها ( $BI=1013$ )

| شاخص برآورد | خطر نسبی | جز متناسب (درصد) | تعداد موارد متناسب (نفر) |
|-------------|----------|------------------|--------------------------|
| پائین       | ۱/۰۰۶۲   | ۱۰/۱۲۸۹          | ۹۹۵/۳                    |
| حد وسط      | ۱/۰۰۷۴   | ۱۱/۸۵۶۹          | ۱۱۶۵/۱                   |
| بالا        | ۱/۰۰۸۶   | ۱۳/۵۱۹۶          | ۱۳۲۸/۵                   |

متناسب به  $PM_{10}$  در یک سال ۱۱۶۵ نفر بوده است. همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود سیر صعودی موارد کل مرگ‌ها با افزایش غلظت  $PM_{10}$  در غلظت‌های  $200 - 20 \mu g/m^3$  روند یکنواخت افزایشی داشته و در غلظت بیشتر از  $200 \mu g/m^3$  شیب سیر صعودی آن افزایش و در غلظت بیشتر از  $400 \mu g/m^3$  به شدت افزایش می‌یابد. ۵۲ درصد موارد فوق در روزهای با غلظت کمتر از  $300 \mu g/m^3$  رخ داده است. بر اساس استاندارد می‌بایستی از غلظت  $150 \mu g/m^3$  به بعد قرمز شود اما با توجه به اینکه از غلظت  $100 \mu g/m^3$  به بعد قرمز شده به این معنی است که اثرات بهداشتی از این غلظت شروع شده است و با توجه به اینکه در سال‌های اخیر استاندارد مداوم در حال کاهش است می‌تواند توجیه مناسبی در این رابطه در نظر گرفته شود.

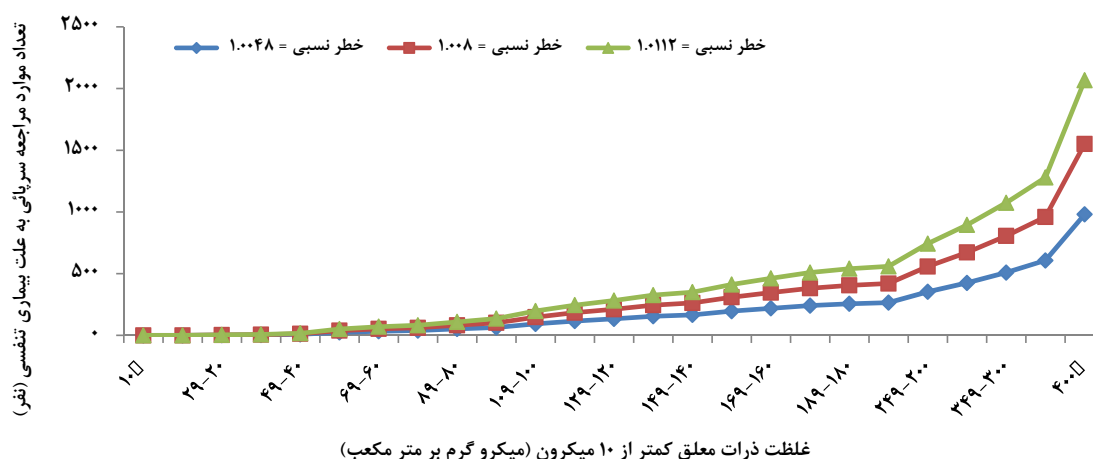
شکل ۱: رابطه میان تعداد تجمعی موارد کل مرگ‌ها متناسب به  $PM_{10}$  در برابر فواصل غلظت توسط مدل در شهر اهواز

شکل ۲ برآورد تعداد تجمعی موارد مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی - عروقی متناسب به  $PM_{10}$  در برابر فواصل غلظت توسط مدل در اهواز در سال ۱۳۸۸ را در سه شاخص خطر نسبی پایین، حد وسط و بالا نشان می‌دهد. تعداد تجمعی موارد مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی - عروقی متناسب به  $PM_{10}$  در یک سال ۶۱۲ نفر بوده است. همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، سیر صعودی موارد مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی - عروقی با افزایش غلظت  $PM_{10}$  در غلظت‌های  $190 \mu g/m^3$  -  $10 \mu g/m^3$  یکنواخت افزایشی داشته و در غلظت بیشتر از  $200 \mu g/m^3$  روند افزایشی سریع‌تری را نشان می‌دهد. ۴۴ درصد موارد فوق در روزهای با غلظت کمتر از  $200 \mu g/m^3$  رخ داده است.

شاخص‌های خطر نسبی، جز متناسب به  $PM_{10}$  برای مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی - عروقی در جدول ۳ نشان داده شده است. شاخص‌های خطر نسبی، جزء متناسب و تعداد موارد متناسب به  $PM_{10}$  برای مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی - عروقی در بروز پایه ۴۹۷ نفر در ۱۰۵ محاسبه گردیده است. موارد مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی - عروقی متناسب به  $PM_{10}$  در شاخص خطر نسبی پایین ۴۰۱ و در شاخص خطر نسبی حد وسط ۶۱۲ بدست آمد.

جدول ۳: برآورد بیماری‌های خطر نسبی، جزء متناسب و موارد متناسب به  $PM_{10}$  برای مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی - عروقی ( $BI=497$ )

| شاخص<br>برآورد | خطر نسبی | جز متناسب<br>(درصد) | تعداد موارد<br>متناسب (نفر) |
|----------------|----------|---------------------|-----------------------------|
| پائین          | ۱/۰۰۵    | ۸/۳۳۱۸              | ۴۰۱/۷                       |
| حد وسط         | ۱/۰۰۸    | ۱۲/۶۹۶۲             | ۶۱۲/۱                       |
| بالا           | ۱/۰۱۸    | ۲۴/۶۵۳۸             | ۱۱۸۸/۵                      |



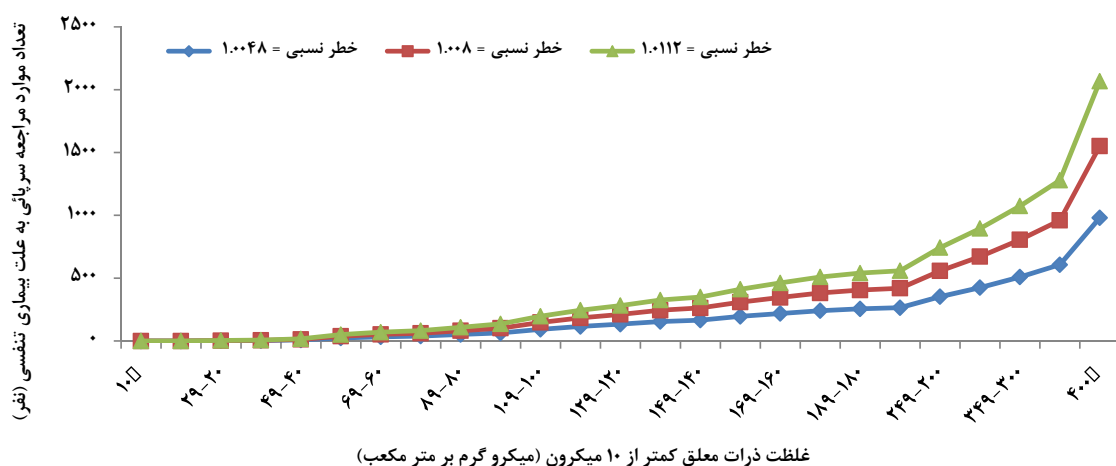
شکل ۲: رابطه میان تعداد تجمعی موارد مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی - عروقی متناسب به  $PM_{10}$  در برابر فواصل غلظت توسط مدل در شهر اهواز

شکل ۳ برآورد تعداد تجمعی موارد مراجعه سرپائی به علت بیماری تنفسی منتسب به  $PM_{10}$  در برابر فواصل غلظت توسط مدل در اهواز در سال ۱۳۸۸ را در سه شاخص خطر نسبی پایین، حد وسط و بالا نشان می‌دهد. تعداد تجمعی موارد مراجعه سرپائی به علت بیماری تنفسی منتسب به  $PM_{10}$  در یک سال ۱۵۵۱ نفر بوده است. همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود سیر صعودی موارد مراجعه سرپائی به علت بیماری تنفسی با افزایش غلظت  $PM_{10}$  در غلظت‌های  $200-10 \mu g/m^3$  تا  $400 \mu g/m^3$  یکنواخت افزایشی داشته و در غلظت بیشتر از  $400 \mu g/m^3$  بدلیل بروز تعداد موارد بیشتر در غلظت بالای  $400 \mu g/m^3$  افزایش شدیدی می‌یابد. ۶۲ درصد موارد فوق در روزهای با غلظت کمتر از  $350 \mu g/m^3$  رخ داده است.

شاخص‌های خطر نسبی، جز منتسب به  $PM_{10}$  برای مراجعه سرپائی به علت بیماری تنفسی در جدول ۴ نشان داده شده است. شاخص‌های خطر نسبی، جزء منتسب و تعداد موارد مراجعه سرپائی به علت بیماری تنفسی منتسب به  $PM_{10}$  در بروز پایه ۱۲۶۰ نفر در ۱۰۵ محاسبه گردیده است. تعداد موارد مراجعه سرپائی به علت بیماری تنفسی منتسب به تماس به  $PM_{10}$  در میزان خطر نسبی حد وسط در یک سال ۱۵۵۱ نفر بوده است.

جدول ۴: برآورد شاخص‌های خطر نسبی، جزء منتسب و موارد منتسب به  $PM_{10}$  برای مراجعه سرپائی به علت بیماری تنفسی (BI=۱۲۶۰)

| شاخص<br>برآورد | خطر نسبی | جز منتسب<br>(درصد) | تعداد موارد<br>منتسب (نفر) |
|----------------|----------|--------------------|----------------------------|
| پائین          | ۱/۰۰۴۸   | ۸/۰۲۵۳             | ۹۸۰/۸                      |
| حد وسط         | ۱/۰۰۰۸   | ۱۲/۶۹۶۲            | ۱۵۵۱/۷                     |
| بالا           | ۱/۰۱۱۲   | ۱۶/۹۱۵۶            | ۲۰۶۷/۴                     |



شکل ۳: رابطه میان تعداد تجمعی موارد مراجعه سرپائی به علت بیماری تنفسی منتسب به  $PM_{10}$  در برابر فواصل غلظت توسط مدل در شهر اهواز

## بحث

PM<sub>10</sub> را ۴۵، ۶۵ و ۱۱۵  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  گزارش کرده‌اند. همچنین حداکثر غلظت‌ها به ترتیب ۱۲۱، ۲۲۷ و ۳۶۰  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  بوده است. با این وجود در شهرهای بسیار آلوده ارتباط غلظت پاسخ احتمالا از حالت خطی خارج خواهد شد. بنابراین برای رعایت احتیاط باید دامنه فرض خطی را محدود نمود، وقتی تعداد افراد زیادی در معرض قرار می‌گیرند بدین معنا است که PM<sub>10</sub> اثر مهمی بر سلامت عمومی دارد (۲۹-۲۷). Schwartz بر اساس یک مدل رگرسیون در بررسی آلودگی هوا در ده شهر ایالات متحده آمریکا خطر نسبی در افراد بالای ۶۵ سال را به ازاء هر  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  افزایش PM<sub>10</sub> دو درصد محاسبه نموده است (۳۰). Tominz و همکاران از مدل Air Q به منظور برآورد اثرات بهداشتی PM<sub>10</sub> در تریستی ایتالیا استفاده نمودند. بر اساس نتایج بدست آمده از این تحقیق ۱/۸ درصد کل مرگ‌های قلبی عروقی و ۲/۵ درصد مرگ‌های تنفسی به غلظت‌های بیش از  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  نسبت داده شد (۲۳). Goudarzi و همکاران در سال ۱۳۸۸ از مدل Air Q به منظور برآورد اثرات بهداشتی PM<sub>10</sub> در تهران استفاده نمودند. براساس نتایج بدست آمده از این تحقیق تقریباً ۴ درصد کل مرگ‌های قلبی عروقی و مرگ‌های تنفسی به غلظت‌های بیش از  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  نسبت داده می‌شود (۲۴). Zallaghi و همکاران به منظور برآورد اثرات بهداشتی PM<sub>10</sub> در تبریز از مدل Air Q استفاده کردند. بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که تقریباً ۶ درصد کل بیماری‌های قلبی عروقی و تنفسی به غلظت‌های بیش از  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  نسبت داده می‌شود (۱۱).

## نتیجه گیری

مقایسه نتایج بدست آمده در شهر اهواز، شهر تهران، شهر تبریز و شهر تریستی نشان می‌دهد که در اهواز تقریباً ۱۳ درصد کل مرگ‌های قلبی عروقی و مرگ‌های تنفسی به غلظت‌های بیش از  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  نسبت داده می‌شود. بالاتر بودن درصد مرگ این دو پیامد می‌تواند به دلیل میانگین بالاتر PM<sub>10</sub> و یا شاید تداوم روزهای با غلظت بالا در شهر اهواز است.

بر اساس جدول ۲ تعداد موارد تجمعی مرگ قلبی عروقی با توجه به برآورد حد وسط خطر نسبی در اثر تماس با PM<sub>10</sub> طی یکسال ۱۱۶۵ نفر بوده است که ۲۶ درصد این تعداد مربوط به غلظت کمتر از  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  است. مقادیر بالای جز منتسب در بیماری کل موارد مرگ در جدول ۲ بیانگر بالا بودن میزان خطر نسبی در سطح بالا بوده به نحوی که در خطر نسبی مرکزی (حد وسط) تعداد موارد فوق ۱۱۶۵ نفر برآورد گردیده است. شکل‌های ۱، ۲ و ۳ نشان می‌دهند که با وجود خطر نسبی اثرات بهداشتی PM<sub>10</sub> در غلظت پائین‌تر از  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  بدلیل عدم تماس جمعیت با این غلظت‌ها صفر است، به بیان دیگر هیچ روزی در سال ۱۳۸۸ نبوده است که غلظت PM<sub>10</sub> به زیر  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  برسد. همان‌گونه که در جدول ۴ نشان داده شده است تجمعی تعداد موارد مراجعه سرپائی به علت بیماری تنفسی منتسب به تماس با PM<sub>10</sub> در یک سال ۱۵۵۱ نفر بوده است. ۲۳ درصد موارد فوق در روزهای با غلظت کمتر از  $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$  رخ داده است. از سوی دیگر ۵۲ درصد این تعداد در روزهایی رخ داده است که غلظت PM<sub>10</sub> زیر  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$  بوده است. بررسی‌های انجام شده در ۲۹ شهر اروپائی، ۲۰ شهر آمریکائی و تعدادی از کشورهای آسیائی گویای این حقیقت است که اثرات بهداشتی مربوط به تماس کوتاه مدت با PM<sub>10</sub> در شهرهای مختلف کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه مشابه است و به ازای هر  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  افزایش در غلظت روزانه PM<sub>10</sub> میزان خطر مرگ ۰/۵ درصد افزایش می‌یابد. بنابراین غلظت  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  به افزایش ۵ درصدی در مرگ روزانه منجر می‌شود (۲۹-۲۷). ملاحظه می‌شود مطالعات موجود در شهرهایی انجام شده‌اند که از نظر شرایط پایه نظیر جمعیت، آب و هوا، وضعیت استعمال سیگار، دودکش‌های منازل، مواجهه شغلی، شرایط اقتصادی - اجتماعی و غلظت PM<sub>10</sub> بسیار متنوع بوده‌اند و طیف وسیعی را شامل شده است. بنابراین تعمیم داده‌های موجود به نواحی که مطالعات در آن انجام نگرفته‌اند منطقی بنظر می‌رسد. به عنوان مثال، مطالعات انجام گرفته در مکزیکو سیتی، بانکوک و سانتیاگو متوسط غلظت



## تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل از طرح با عنوان بررسی "میزان تاثیر آلودگی هوا بر سلامت شهروندان شهر اهواز در سال (۱۳۸۸) با استفاده از مدل "مصوب دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز در سال ۱۳۸۹ با کد ۹۰۰۰۵-۹۰۰۵ است که با حمایت معاونت توسعه

پژوهش و فناوری دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز اجرا شده است. نویسندگان این مقاله بر خود لازم می‌دانند مراتب تشکر و تقدیر خود را از معاونت توسعه پژوهش و فناوری دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز جهت تامین هزینه این مطالعه اعلام می‌دارند.

## منابع

- 1- Mohammadi MJ, Godini H, Tobeh Khak M, Daryanoosh SM, Dobaradaran S, Goudarzi G. An association between air quality and COPD in Ahvaz, Iran. *Jundishapur Journal of Chronic Disease Care*. 2015;4(1):e26621.
- 2- Zallaghi E, Goudarzi G, Nourzadeh Haddad M, Moosavian SM, Mohammadi MJ. Assessing the effects of nitrogen dioxide in urban air on health of west and southwest cities of Iran. *Jundishapur Journal of Health Sciences*. 2014;6(4):e23469.
- 3- Sadat Taghavirad S, Davar H, Mohammadi MJ. The a study on concentration of BETX vapors during winter in the department of ports and shipping located in one of the southern cities of Iran. *International Journal of Current Life Sciences*. 2014;4(9):5416-20.
- 4- Goudarzi G, Mohammadi MJ, Ahmadi Angali K, Neisi AK, Geravandi S Babaei A, et al. Estimation of number of cardiovascular death, myocardial infarction and Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) from NO<sub>2</sub> exposure using Air Q model in Ahvaz city during 2009. *Iranian Journal of Health and Environment*. 2013;6(1):91-102 (in Persian).
- 5- Geravandi S, Neisi AK, Goudarzi G, Vosoghi Niri M, Mohammadi MJ. Estimation of cardiovascular and respiratory deaths related to ozone exposure in Ahvaz, during 2011. *Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences*. 2015;13(11):1073-82 (in Persian).
- 6- Goudarzi G, Geravandi S, Naimabadi A, Mohammadi MJ, Neisi AK, Taghavirad S. Cardiovascular deaths related to carbon monoxide exposure in Ahvaz, Iran. *Iranian Journal of Health Safety & Environment*. 2014;1(3):126-31.
- 7- Goudarzi G, Geravandi S, Salmanzadeh Sh, Mohammadi MJ, Zallaghi E. The number of myocardial infarction and cardiovascular death cases associated with sulfur dioxide exposure in Ahvaz, Iran. *Archive of Hygiene Sciences*. 2014;3(3):112-19.
- 8- Geravandi S, Mohammadi MJ, Goudarzi G, Ahmadi Angali K, Neisi AK, Zallaghi E. Health effects of exposure to particulate matter less than 10 microns (PM<sub>10</sub>) in Ahvaz. *Journal of Qazvin University of Medical Science*. 2014;18(5):45-53(in Persian).
- 9- Geravandi S, Goudarzi G, Vosoghi Niri M, Salmanzadeh S, Mohammadi MJ, Zallaghi E. Determination of behavior particulate matter less than 10 microns during different seasons 2013 and effects on human health in Ahvaz, southwest Iran. *Archive of Hygiene Sciences*. 2015;4(2):23-32.
- 10- Delangizan S, Jafari Motlagh Z. Dust phenomenon affects on cardiovascular and respiratory hospitalizations and mortality "a case study in Kermanshah, during March-September 2010-2011". *Iranian Journal of Health and Environment*. 2013;6(1):65-76 (in Persian).
- 11- Zallaghi E, Goudarzi G, Geravandi S, Mohammadi MJ, Vosoghi Niri M, Vesyi E, et al. Estimating the prevalence of cardiovascular and respiratory diseases due to particulate air pollutants in Tabriz air.



- Scientific Journal of Ilam University of University of Medical Science. 2014;22(1):84-91 (in Persian).
- 12- Goudarzi G, Geravandi S, Foruozandeh H, Babaei A, Alavi N, Niri M, et al. Cardiovascular and respiratory mortality attributed to ground-level ozone in Ahvaz, Iran. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2015;187(8):1-9.
- 13- Geravandi S, Goudarzi G, Mohammadi MJ, Sadat Taghavirad S, Salmanzadeh Sh. Sulfur and Nitrogen dioxide exposure and the incidence of health endpoints in Ahvaz, Iran. *Health Scope*. 2015;4(2):e24318.
- 14- Ostro B, Chestnut L, Vichit-Vadakan N, Laixuthai A. The impact of particulate matter on daily mortality in Bangkok, Thailand. *Journal of the Air and Waste Management Association*. 1999;49(9):100-107.
- 15- Castillejos M, Borja-Aburto V H, Dockery D W, Gold D R, Loomis D. Airborne coarse particles and mortality. *Journal of Inhalation Toxicology*. 2000;12:61-72.
- 16- Ostro B, Sanchez JM, Aranda C, Eskeland GS. Air pollution and mortality: results from a study in Santiago, Chile. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*. 1996;6(1):67-114.
- 17- Hong YC, Leem JH, Ha EH, Christiani DC. PM10 exposure, gaseous pollutants and daily mortality in Inchon, South Korea. *Environmental Health Perspectives*. 1999;107(11):873-78.
- 18- Simpson RW, Williams G, Petroschevsky A, Morgan G, Ruth S. Associations between outdoor air pollution and daily mortality in Brisbane, Australia. *Journal of Archives of Environmental Health*. 1997;52(6):442-54.
- 19- Morgan G, Corbett S, Wlodarczyk J, Lewis P. Air pollution and daily mortality in Sydney, Australia, 1989 through 1993. *American Journal of Public Health*. 1998;88(5):759-64.
- 20- Xu Z, Yu D, Jing L, Xu X. Air pollution and daily mortality in Shenyang, China. *Journal of Archives of Environmental Health*. 2000;55(2):115-20.
- 21- Lee JT, Kim H, Hong YC, Kwon HJ, Schwartz J, Christiani DC. Air Pollution and daily mortality in seven major cities of Korea, 1991-1997. *Journal of Environmental Research*. 2000;84(3):247-54.
- 22- Cropper ML, Simon BN, Alberini A, Arora S, Sharma PK. The health benefits of air Pollution control in Delhi. *American Journal of Agricultural Economics*. 1997;79(5):1625-1629.
- 23- Tominz R, Mazzoleni B, Daris F. Estimate of potential health benefits of the reduction of air pollution with PM10 in Trieste, Italy. *Journal of Epidemiologic Prevention*. 2005;29:3-4:149-55.
- 24- Goudarzi G. Quantifying the health effects of air pollution in Tehran and the third axis of the comprehensive plan to reduce air pollution in Tehran [dissertation]. Tehran University of Medical Sciences; 2009 (in Persian).
- 25- USEPA. National Ambient Air Quality Standards (NAAQS). Washington DC: United States Environmental Protection Agency; 2014 [cited 25 Jul 2015]. Available from: <http://www.epa.gov/air/criteria.html>.
- 26- Environmental Protection Agency. Act on the clean air standards for the years (2010, 2011 and 2012). Tehran: Environmental Protection Agency; 2013 [cited 25 Jul 2015]. Available from: <http://rc.majlis.ir/fa/law> (in Persian).
- 27- Katsouyanni K, Touloumi G, Samoli E, Gryparis A, Le Tertre A, Monopoli Y, et al. Confounding and effect modification in the short – term effects of ambient particles on total mortality: results from 29 European cities within the APHEA2 project. *Journal of Epidemiology*. 2001;12(5):521-31.
- 28- Cohen AJ, Anderson HR, Ostro B, Pandey KD, Krzyzanowski M, Kuenzli N, et al. Mortality impacts of urban air Pollution. In: Ezzati M, Lopez AD, Rodgers A, Murray CJL, editors. *Comparative quantification of health risks: global and regional burden of disease attributable to selected major risk factors*. Geneva: World Health Organization; 2004. p. 1353-1434.
- 29- Goudarzi G, Geravandi S, Mohammadi MJ, Salmanzadeh Sh, Vosoughi M, Sahebalzamani M. The relationship between air pollution exposure and chronic obstructive pulmonary disease in Ahvaz, Iran. *Chronic Diseases Journal*. 2015;3(1):14-20.
- 30- Schwartz J. The distributed lag between air pollution and daily deaths. *Journal of Epidemiology*. 2000;11(3):320-26.

## Estimation of health effects for PM<sub>10</sub> exposure using of Air Q model in Ahvaz City during 2009

Gh. Goudarzi<sup>1,2</sup>, S. Geravandi<sup>3</sup>, S. Saeidimehr<sup>4</sup>, M.J. Mohammadi<sup>1\*</sup>, M. Vosoughi Niri<sup>1</sup>, Sh. Salmanzadeh<sup>5</sup>,  
K. Ahmadi Angali<sup>1,2</sup>, A.K. Neisi<sup>1,2</sup>, A.A. Babaei<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

<sup>2</sup>Environmental Technologies Research Center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

<sup>3</sup>Departments of Nursing, Faculty of Nursing, Islamic Azad University, Tehran Medical Sciences Branch, Tehran, Iran

<sup>4</sup>General Managers of NIDC, Naft grand Hospital, The health affairs organization of oils and refineries industry, Ahvaz, Iran

<sup>5</sup>Infectious and Tropical Diseases Research Center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

14 May 2014 – 12 August 2014

### ABSTRACT

**Background and Objectives:** According to the estimates of W.H.O., approximately 150000 persons are annually affected by early death of cardiovascular, respiratory disease, and lung cancer resulted from air pollution in south Asia. The short-term and long-term effects are reported as hospital admission, consulting with a physician, number of special disease, death and years of life lost (YOLL). The purpose of this paper is to discuss the effects of PM<sub>10</sub> pollution on human health. AirQ 2.2.3 (Air Quality Health Impact Assessment) Model was used to evaluate adverse health effects caused by PM<sub>10</sub> exposure in Ahvaz during 2009. Long-term exposure with suspended particulates are expressed as decreasing personal life. The prevalence of bronchitis and reduced lung function in children and adults, even at annual average concentrations of particulate matter below 20 µg/m<sup>3</sup> (PM<sub>2.5</sub>) and 30 µg/m<sup>3</sup> (PM<sub>10</sub>) have been observed. Major sources of emissions resulting from human intervention in particulate matter are road traffic (25-10%), stationary combustion (55-40%), and industrial processes (30-15%).

**Materials and Methods:** First, PM<sub>10</sub> data was collected from Ahvaz Environment Protection Organization and Meteorological Organization. Then, raw data were processed by Excel software. Finally, data processed were inputted to AirQ model. This model proved to be a valid and reliable tool to estimate the potential short-term effects of air pollution. This software is provided by the World Health Organization and is used to quantify the health effects of air pollution. This model consists of four input screens (Supplier, AQ data, Location, Parameter) and two output screens (Table, Graph).

**Results:** The highest and lowest PM<sub>10</sub> concentration was reported for Headquarter and Naderi stations respectively. Moreover, the annual, summer, and winter means and 98 decimal of this pollutant in Ahvaz City was measured as 261, 376, 170, and 1268 µg/m<sup>3</sup> respectively. Total death toll contributed to PM<sub>10</sub> was estimated as 1165 cases in 2009.

**Conclusion:** Using data processing in Excel, AirQ software calculates relative risks, attributable proportion, and baseline incidence and the final output would be displayed in the form of death toll. It is noteworthy that there is no model that can estimate the effect of all pollutants together and simultaneously. In addition, it was found that the annual PM<sub>10</sub> emission mean, the summer mean, winter mean, and 98 percentile were 261, 376, 170, and 1268 µg/m<sup>3</sup> in Ahvaz City. Cumulative number of persons for total number of deaths attributed to PM<sub>10</sub> exposure was 1165 in 2009; Out of which, 44% has occurred in the days with concentrations lower than 250 µg/m<sup>3</sup>. It should be noted that 62% of this value is corresponded to the days with concentrations below 350 µg/m<sup>3</sup>. The total cumulative number of cardiovascular death attributed to the exposure with PM<sub>10</sub> during one year of monitoring was 612 persons. On the other hand, 52% of these cases have occurred in days with PM<sub>10</sub> levels not exceeding 300 µg/m<sup>3</sup>. Cumulative number of Hospital Admissions Respiratory Disease attributed to exposure with PM<sub>10</sub> during one year of monitoring was 1551 persons; Out of which, 36 % occurred in days with PM<sub>10</sub> levels not exceeding 200 µg/m<sup>3</sup>.  
**Keywords:** AirQ2.2.3 model, Relative Risk, Baseline Incidence, Attributable proportion, quantification, Health, Ahvaz.

\*Corresponding Author: Mohammadi.m@ajums.ac.ir

Tel: +98 9355439707 Fax: +986113361544