

برآورد تعداد بیماری و مرگ منتسب به آلاینده‌های NO_2 و SO_2 با استفاده از مدل AirQ در شهر همدان

مصطفی لیلی^۱، فرشاد بهرامی اصل^{۲*}، موسی حسام^۲، محمد ملامحمودی^۲، سهیلا سلحشور آیین^۳

^۱ دانشیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

^۲ دانشجوی دکتری، گروه مهندسی بهداشت محیط، مرکز پژوهش دانشجویان، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

^۳ کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، ارومیه، ایران

* نویسنده مسئول: فرشاد بهرامی اصل، دانشجوی دکتری، گروه مهندسی بهداشت محیط، مرکز پژوهش دانشجویان، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران. ایمیل: Farshadfba@gmail.com

DOI: 10.21859/hums-230412

چکیده

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۷/۱۰

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۱۱/۱۱

واژگان کلیدی:

آلودگی هوا

اثرات بهداشتی

دی‌اکسید نیتروژن

دی‌اکسید گوگرد

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

مقدمه: در بین انواع آلاینده‌های گازی هوا، NO_2 و SO_2 جزء مواردی هستند که در بیشتر حوادث جهانی مرتبط با آلودگی هوا نقش داشته، محرک مجاری تنفسی بوده و می‌توانند باعث بروز اثرات بهداشتی متعددی در انسان گردند. از اینرو و با توجه به ضرورت بررسی این مطالعه با هدف کمی‌سازی اثرات بهداشتی آلاینده‌های NO_2 و SO_2 در شهر همدان انجام گرفت.

روش کار: این مطالعه از نوع مقطعی بود و در آن ابتدا اطلاعات مربوط به آلاینده‌های موردنظر و پارامترهای هواشناسی موردنیاز در طی سال ۱۳۹۳ به ترتیب از سازمان‌های حفاظت محیط‌زیست و هواشناسی شهر همدان اخذ گردید. داده‌های اخذ شده با استفاده از معیارهای سازمان بهداشت جهانی اعتبارسنجی و تبدیل واحد شدند. سپس شاخص‌های آماری موردنیاز مدل محاسبه شده و با داشتن بروز پایه، خطر نسبی و جمعیت در معرض اثرات مختلف آلاینده‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها: طبق نتایج حاصله متوسط غلظت سالیانه NO_2 و SO_2 به ترتیب ۱/۷ و ۱/۶ برابر استاندارد کشور ایران بود و با در نظر گرفتن حد مرکزی خطر نسبی، جزء منتسب برای کل مرگ منتسب به آلاینده‌های NO_2 و SO_2 به ترتیب برابر با ۱/۷۴ و ۰/۹۲ درصد برآورد شد که بیانگر به ترتیب ۵۱/۹ و ۲۷/۳ نفر مرگ در طی سال ۱۳۹۳ می‌باشند.

نتیجه‌گیری: بیشترین تعداد اثرات زیان‌بار مشاهده شده برای آلاینده‌های SO_2 و NO_2 به ترتیب در دامنه‌ی غلظت ۲۰ تا ۴۹ و ۴۰ تا ۸۹ میکروگرم در مترمکعب بود که بیانگر توزیع وسیع‌تر غلظت آلاینده‌ی NO_2 نسبت به آلاینده‌ی SO_2 می‌باشد. همچنین می‌توان نتیجه گرفت که آلاینده‌های بررسی شده (SO_2 و NO_2) اثرات زیان‌باری را بر روی ساکنین شهر همدان گذاشته و بایستی قبل از افزایش بیشتر این اثرات، اقدامات پیشگیرانه از سوی مسئولین مربوطه صورت گیرد.

مقدمه

بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که استانداردهای هوا به اندازه‌ی کافی حفاظت‌کننده نمی‌باشند. در بیشتر مطالعات انجام‌شده، شاخص آلودگی که عمدتاً مورد استفاده قرار گرفته شامل ذرات محیطی، آلاینده‌های گازی شکل مانند دی‌اکسید نیتروژن (NO_2)، دی‌اکسید گوگرد (SO_2)، ازن (O_3) و مونواکسید کربن (CO) بوده زیرا اثرات مستقیمی بر افزایش میزان مرگ و میر داشته‌اند که این امر بررسی آن‌ها را ضروری می‌نماید [۱۱-۱۳]. در بین انواع آلاینده‌های گازی هوا، NO_2 و SO_2 جزء مواردی هستند که در بیشتر حوادث جهانی مرتبط با آلودگی هوا نقش داشته‌اند. اکسیدهای نیتروژن (NO_x) و به‌طور عمده

مواجهه با آلودگی هوا می‌تواند باعث ایجاد اثرات بهداشتی مزمن و حاد قابل توجهی در انسان شود [۱، ۲]. این امر موجب شده است تا در سال‌های اخیر مطالعات اپیدمیولوژیکی زیادی در این زمینه انجام گیرد که از آن جمله می‌توان به بررسی کل موارد مرگ ناشی از آلاینده‌های هوا [۳]، موارد مرگ ناشی از ذرات محیطی [۴] و ذرات ریز [۵] اشاره نمود. بر اساس نتایج مطالعات انجام‌گرفته، حتی مقادیر پائین‌تر از رهنمودهای رایج آلودگی هوای مربوط به آلاینده‌های فتوشیمیایی [۶]، ذرات [۷]، آلاینده‌های ناشی از ترافیک شهری [۸، ۹] و آلاینده‌های معیار هوا [۱۰] نیز باعث ایجاد اثرات نامطلوب بهداشتی می‌شوند.

می‌گردد. این نرم‌افزار، یک نرم‌افزار تخصصی است که کاربر را قادر می‌سازد تا اثرات بالقوه‌ی ناشی از تماس یک آلاینده خاص بر انسان را در یک منطقه‌ی جغرافیایی و دوره‌ی زمانی خاص ارزیابی نماید. نرم‌افزار AirQ از دو بخش مجزا تشکیل شده است که در بخش اول تعداد موارد بیماری و فوت منتسب به آلودگی هوا (بر مبنای برآوردهای خطرات از مطالعات Time Series) برآورد شده و در مرحله‌ی دوم اثرات تماس طولانی‌مدت با استفاده از روش جداول عمر (بر مبنای برآورد خطرات از مطالعات Cohort) برآورد می‌گردد [۲۲]. کرمانی و همکارانش در سال ۱۳۹۵ با استفاده از این مدل به تخمین تعداد موارد بستری در بیمارستان به دلیل مواجهه با دی‌اکسید گوگرد در شش شهر ایران شامل تهران، تبریز، مشهد، اصفهان، شیراز و ارومیه پرداخته و بیشترین موارد را مربوط به شهر ارومیه گزارش نمودند [۲۳]. همچنین در سال ۱۳۹۳ بهرامی اصل و همکاران به بررسی تعداد موارد مرگ و بیماری ناشی از مواجهه بادی اکسید نیتروژن در پنج شهر ایران شامل تبریز، مشهد، اصفهان، شیراز و اراک پرداختند که در این تحقیق نیز از مدل AirQ به منظور ارزیابی اثرات استفاده شده بود و طبق نتایج حاصله در تمامی شهرهای مورد بررسی، متوسط غلظت سالیانه دی‌اکسید نیتروژن بیشتر از استاندارد کشور بوده است [۲۴]. امروزه یکی از مهم‌ترین راهکارها جهت کنترل آلودگی هوا در کلان‌شهرها، برنامه‌های مدیریتی می‌باشند که تدوین صحیح این برنامه‌ها بدون تکیه بر منابع اطلاعاتی درست و دقیق از وضعیت هوای محیط و تأثیر آن بر سلامت انسان، امکان‌پذیر نخواهد بود. با توجه به اینکه در بیشتر شهرهای کشور، سازمان‌های مختلف مسئول، آمار و اعداد و ارقام مختلفی را در زمینه‌ی مرگ و میر ناشی از آلودگی هوا ارائه نموده‌اند و از سوی دیگر میزان اثرات بهداشتی ناشی از آلودگی هوا به این آلاینده‌ها بخصوص در شهر همدان به صورت علمی بررسی نشده است، لذا در این مطالعه اثرات آلاینده‌های SO_2 و NO_2 بر روی سلامتی شهروندان، با استفاده از مدل و نرم‌افزار AirQ مورد بررسی قرار گرفت.

روش کار

در این مطالعه‌ی مقطعی، جهت ارزیابی اثرات زیان‌بار آلاینده‌های NO_2 و SO_2 بر روی سلامتی شهروندان شهر همدان از مدل نرم‌افزاری $AirQ_{2.3}$ استفاده شد. بدین منظور در ابتدا اطلاعات مربوط به آلاینده‌های مورد نظر در سال ۱۳۹۳ از سازمان حفاظت محیط‌زیست شهر همدان و پارامترهای مورد نیاز هواشناسی (دما و فشار) از سازمان هواشناسی استان اخذ گردید که داده‌های حاصله در قالب فایل Microsoft Excel و به صورت داده‌های ساعتی گزارش شده بودند. قبل از شروع

اکسید نیتریک (NO) حاصل فرایند احتراق با دمای بالا مانند سوختن سوخت در موتور وسایط نقلیه و نیروگاه‌ها می‌باشند. NO بعد از اولین انتشار، بلافاصله با اکسیژن و یا ازن واکنش داده و NO_2 را تشکیل می‌دهد. این واکنش‌ها غالب بوده و بعنوان منابع ثانویه‌ی تولید NO_2 شناخته می‌شوند که این تغییر شکل بیشتر در نزدیکی منبع آلودگی رخ می‌دهند. ذکر این نکته نیز ضروری است که هوای داخل نیز مانند هوای بیرون می‌تواند حاوی غلظت‌های بالای NO_2 باشد چراکه بخاری‌های بدون تهویه و اجاق‌گازها مقادیر قابل توجهی از این آلاینده را منتشر می‌کنند [۱۴]. گاز NO_2 از نظر فیزیولوژیکی محرک مجاری تنفسی تحتانی می‌باشد و طبق نتایج حاصل از مطالعات، سمیت آن چندین برابر سمیت NO بوده و باعث بروز اثرات بهداشتی متعددی در انسان مانند ایجاد تغییرات در بافت‌های کلیه، کبد و قلب (پس از ۲ ساعت تماس با غلظت ۱۵ پی پی ام)، کاهش ایمنی در برابر بیماری‌های عفونی، حساسیت در برابر باکتری‌ها و افزایش احتمال عفونت‌های ویروسی [۱۵]، حساسیت ریوی [۱۶] و بیماری مزمن انسداد ریوی (COPD) [۱۷] می‌گردد.

در ارتباط با آلاینده‌ی دی‌اکسید گوگرد نیز مطالعات اپیدمیولوژیکی انجام گرفته در طی دهه‌ی اخیر نشان داده‌اند که آلودگی هوای ناشی از این گاز همراه با افزایش خطر مرگ و میر به علت ایجاد بیماری‌های دستگاه تنفسی و سرطان ریه خواهد بود [۱۸]. به‌طور کلی، ریه‌ها به‌عنوان عضو هدف در آلودگی با SO_2 مطرح بوده و اثرات مضر بهداشتی این آلاینده شامل سوزش، کاهش شفافیت موکوس در مسیر عبور هوا و تنگی نفس می‌باشد [۱۹]. مواجهه به مدت ۱۰ دقیقه در غلظت‌های ۱ تا ۵ پی پی ام در بعضی از افراد آسمی علائم مشخص تنگی نفس را باعث می‌شود که به معالجه برونکودیلاتاسیون نیاز خواهد داشت. مواجهه با غلظت ۱ تا ۰/۵ پی پی ام در ۱۰ دقیقه فرد را دچار خس خس و اشکال در تنفس می‌نماید و مواجهه با غلظت‌های ۰/۲۵ تا ۰/۵ پی پی ام در مدت ۶۰ دقیقه تغییرات معنی‌دار آماری را در عملکرد ریوی ایجاد می‌نماید [۲۰]. به‌منظور ارزیابی اثرات آلاینده‌های مختلف هوا بر روی سلامتی انسان، مدل‌های مختلفی وجود دارند که بیشتر آن‌ها از نوع آماری - اپیدمیولوژیکی می‌باشند و در آن داده‌های کیفیت هوا را در فواصل غلظت با پارامترهای اپیدمیولوژیکی مانند خطر نسبی، بروز پایه و جزء منتسب تلفیق نموده و حاصل کار را به صورت مرگ و میر نمایش می‌دهند [۲۱]. یکی از این مدل‌ها، نرم‌افزار $AirQ_{2.3}$ می‌باشد که در آن اطلاعات مربوط به ارتباط تماس - پاسخ داده‌های مواجهه جمعیت ترکیب شده و حد اثرات بهداشتی مورد انتظار برآورد

پارامترهای خطر نسبی و بروز پایه می‌باشند که برای هر یک از آلاینده‌ها و اثرات مختلف ناشی از آنها متفاوت بوده و مقادیر آنها در جدول ۱ ارائه شده است [۲۲]. در نهایت با وارد کردن داده‌های پردازش شده به نرم‌افزار AirQ، نتایج مدل به صورت موارد مرگ و میر در قالب جداول و گراف به دست می‌آید.

یافته‌ها

شهر همدان دارای یک ایستگاه می‌باشد که طبق نتایج حاصل از اعتبارسنجی داده‌ها، این داده‌ها برای انجام آنالیزها معتبر تشخیص داده شدند. شاخص‌های موردنیاز مدل پس از پردازش داده‌ها برای هر یک از آلاینده‌ها تعیین شده (جدول ۲) و مقادیر متوسط سالیانه برای هر یک از آنها، با مقادیر رهنمودی و استانداردهای مختلف مقایسه گردید (جدول ۳). تعداد موارد اضافی (نفر) و جزء منتسب (درصد) حاصله از نرم‌افزار AirQ، برای اثرات بهداشتی آلاینده‌های NO_2 و SO_2 در جدول ۴ به صورت خلاصه ارائه شده است (همان طور که از جدول ۱ پیداست برای آلاینده NO_2 بروز پایه و خطر نسبی مربوط به موارد مرگ ناشی از بیماری‌های تنفسی و بستری در بیمارستان به دلیل انفراکتوس حاد میوکارد موجود نبوده و این اثرات در جدول ۴ ارائه نشده است).

کار، داده‌ها بر اساس معیارهای ذکر شده توسط سازمان بهداشت جهانی (WHO) اعتبارسنجی شدند [۲۵، ۲۶]. و در پایان این مرحله برخی از داده‌ها که فاقد اعتبار لازم بودند، حذف شده و تنها داده‌های معتبر باقی ماندند که بایستی وارد نرم‌افزار می‌شدند. نکته‌ای که بایستی بدان توجه کرد این است که داده‌های اخذ شده از سازمان حفاظت محیط‌زیست برحسب واحد حجمی - حجمی (ppm) می‌باشند. در حالی که در نرم‌افزار AirQ، تعیین اثرات زیان‌بار سلامتی بر اساس جرم آلاینده استنشاقی بوده و لازم است که داده‌ها با در نظر گرفتن شرایط دمایی و فشار برحسب واحد حجمی - وزنی (g/ μm^3) نوشته شوند. که این تبدیل واحد به کمک نرم‌افزار Microsoft Excel صورت گرفت. در مرحله بعدی شاخص‌های آماری مورد نیاز شامل میانگین سالیانه، میانگین فصل گرم، میانگین فصل سرد، صدک ۹۸، ماکزیمم سالیانه، ماکزیمم فصل گرم و فصل سرد، با استفاده از نرم‌افزار Microsoft Excel محاسبه گردید. علاوه بر این برای برآورد اثرات بهداشتی بایستی جمعیت در معرض نیز مشخص باشد که برای این منظور از داده‌های موجود در سایت مرکز آمار ایران استفاده شد. پارامترهای دیگری که جهت کمی‌سازی اثرات بهداشتی آلاینده‌های هوا با استفاده از مدل AirQ موردنیاز می‌باشند،

جدول ۱: مقادیر خطرهای نسبی و بروز پایه استفاده شده در مدل با توجه به آلاینده‌ها و اثرات بهداشتی آنها			
اثرات بهداشتی (Health End points)	بروز پایه (به ازای صد هزار نفر) (Incidence)	خطر نسبی مرکزی $CI^* RR$ (۹۵٪) بر NO_2 $10 \mu g/m^3$	خطر نسبی مرکزی $CI^* RR$ (۹۵٪) بر SO_2 $10 \mu g/m^3$
مرگ			
کل مرگ	۵۴۳/۵	۱/۰۰۳ (۱/۰۰۲ - ۱/۰۰۴)	۱/۰۰۴ (۱/۰۰۳ - ۱/۰۰۴۸)
مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی عروقی	۲۳۱	۱/۰۰۴ (۱/۰۰۳ - ۱/۰۰۵)	۱/۰۰۸ (۱/۰۰۲ - ۱/۰۱۲)
مرگ ناشی از بیماری‌های تنفسی	۴۸/۸		۱/۰۰۱ (۱/۰۰۰۶ - ۱/۰۱۴)
بیماری			
بستری در بیمارستان به علت انسداد مزمن ریوی	۱۰۱/۴	۱/۰۰۲۶ (۱/۰۰۰۶ - ۱/۰۰۴۴)	۱/۰۰۴۴ (۱ - ۱/۰۱۱)
انفراکتوس حاد میوکارد	۱۳۲		۱/۰۰۶۴ (۱/۰۰۲۶ - ۱/۰۱۰۱)

* اعداد داخل پرانتز بیانگر حد پائین و بالای خطر نسبی می‌باشند.

جدول ۲: شاخص‌های موردنیاز مدل برای بررسی اثرات آلاینده‌های NO_2 و SO_2 در سال ۱۳۹۳		
پارامتر	NO_2 ($\mu g/m^3$) ساعتی	SO_2 ($\mu g/m^3$)
متوسط سالیانه	۶۹	۳۲
متوسط فصل سرد	۵۸	۳۳
متوسط فصل گرم	۸۱	۳۱
صدک ۹۸ سالیانه	۱۷۹	۵۹
حداکثر سالیانه	۲۲۰	۸۰
حداکثر فصل سرد	۱۸۲	۸۰
حداکثر فصل گرم	۲۲۰	۴۴

جدول ۳: نسبت متوسط غلظت سالیانه آلاینده‌های NO ₂ و SO ₂ در شهر همدان به مقادیر رهنمودی و استانداردها در سال ۱۳۹۳	
استاندارد متوسط غلظت سالیانه (µg/m ³)	نسبت متوسط غلظت سالیانه به مقادیر استاندارد
NO_x	
۴۰ (µg/m ³) *	۱/۷
۱۰۰ (µg/m ³) **	۰/۶۹
SO₂	
۲۰ (µg/m ³) *	۱/۶

* استاندارد ایران (مصوب ۱۳۸۸)، رهنمود WHO (۲۰۰۵)، استاندارد اتحادیه اروپا (۲۰۱۲)

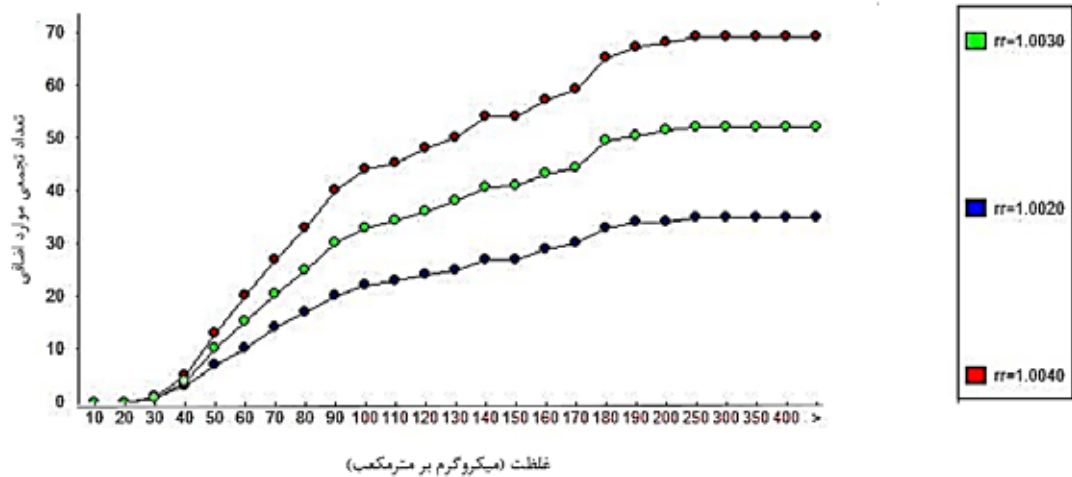
** استاندارد ملی کیفیت هوای آزاد EPA

جدول ۴: مقادیر برآورد شده برای تعداد موارد اضافی (نفر) و جزء منتسب (درصد) به آلاینده‌های NO ₂ و SO ₂ به تفکیک اثرات بهداشتی آنها						
نتایج مدل	NO ₂		SO ₂		حد بالا	
	حد پائین *	حد وسط	حد بالا	حد پائین		حد وسط
کل مرگ‌ها						
جزء منتسب (%)	۱/۱۷	۱/۷۴	۲/۳۱	۰/۶۹	۰/۹۲	۱/۱
تعداد موارد اضافی (نفر)	۳۴/۸	۵۱/۹	۶۸/۷	۲۰/۵	۲۷/۳	۳۲/۷
مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی - عروقی ** ICD-10-cm 100-178						
جزء منتسب (%)	۱/۷۴	۲/۳۱	۲/۸۷	۰/۴۶	۱/۱۸	۲/۷
تعداد موارد اضافی (نفر)	۲۲	۲۹/۲	۳۶/۳	۵/۸	۲۳	۳۴/۲
مرگ ناشی از بیماری‌های تنفسی ICD-10-cm 480-496						
جزء منتسب (%)			۱/۳۷	۲/۲۶	۳/۱۳	
تعداد موارد اضافی (نفر)			۳/۷	۶	۸/۴	
بستری در بیمارستان به علت انسداد مزمن ریوی ICD-10-cm j44.9						
جزء منتسب (%)	۰/۳۵	۱/۵۱	۲/۵۳	۰/۰۰	۰/۰۰۶۴	۲/۴۸
تعداد موارد اضافی (نفر)	۲	۸/۴	۱۴/۱	۰/۰۰	۵/۶	۱۳/۸
بستری در بیمارستان به علت انفراکتوس حاد میوکارد ICD-10-cm 121.9						
جزء منتسب (%)			۰/۶	۱/۴۶	۲/۲۸	
تعداد موارد اضافی (نفر)			۴/۳	۱۰/۵	۱۶/۵	

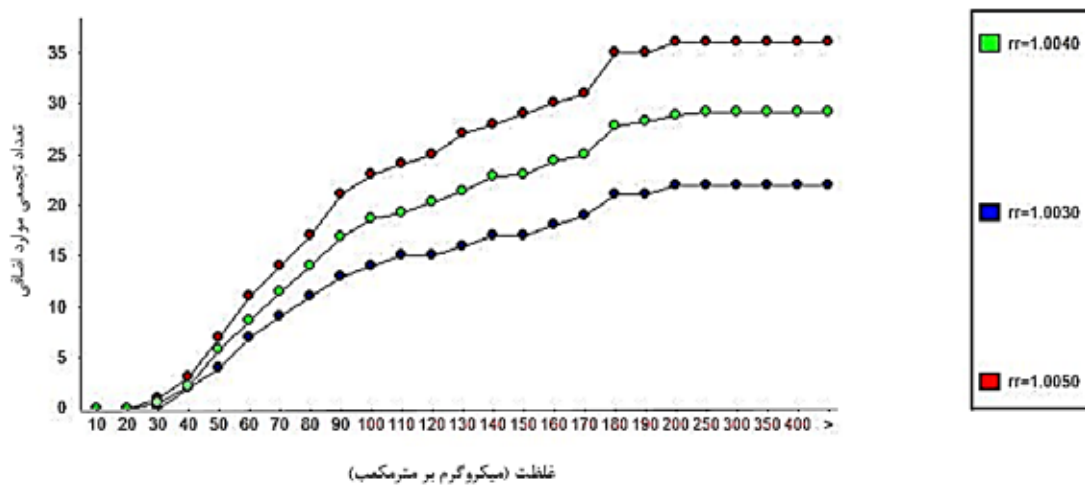
* حدود بیانگر خطرهای نسبی بافاصله اطمینان ۹۵ درصد می‌باشند.

** (cm-10-10th Revision, Clinical Modification (ICD, International Classification of Diseases

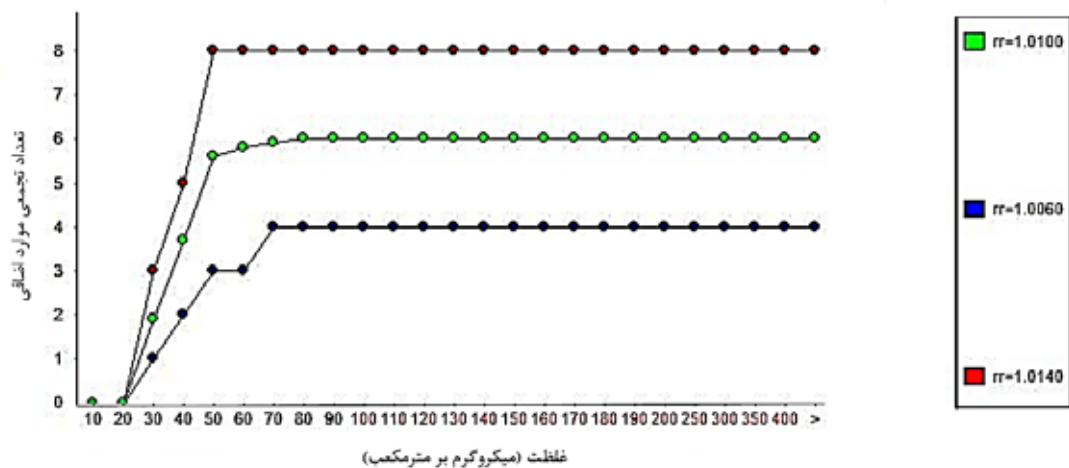
یکی دیگر از خروجی‌های مدل کامپیوتری AirQ، نموداری است که برای تک‌تک اثرات بهداشتی موردنظر، در مقابل فواصل غلظت آلاینده رسم می‌کند و بیانگر تأثیرات بهداشتی آلاینده در تماس با غلظت‌های مختلف آلاینده می‌باشد. تعداد تجمعی برآورد شده برای برخی از موارد منتسب به آلاینده‌های بررسی شده، در تصویرهای ۱ تا ۴ ارائه شده است. به‌عبارت دیگر این نمودارها بیان‌کننده‌ی تعداد تجمعی موارد در مقابل غلظت‌های مختلف آلاینده می‌باشند که برآوردهای مربوط به هر سه حد پائین، متوسط و بالای خطرهای نسبی را شامل می‌شوند.



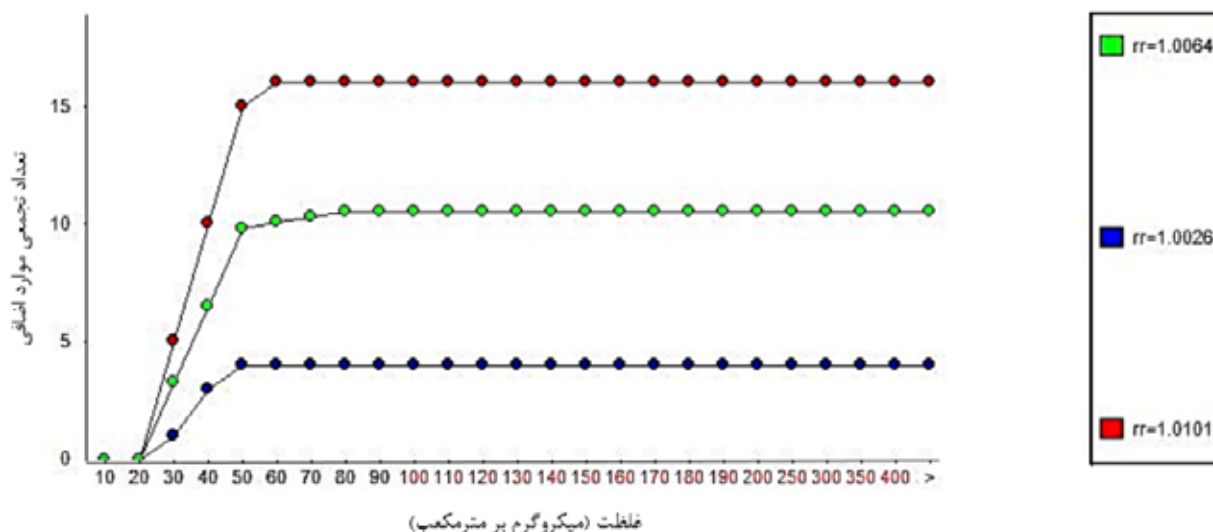
تصویر ۱: رابطه‌ی تعداد تجمعی موارد کل مرگ منتسب به آلاینده‌ی NO_2 در برابر فواصل غلظت در شهر همدان در سال ۱۳۹۳ (نمودار آبی، سبز و قرمز رنگ به ترتیب بیانگر برآوردها بر پایه ریسک نسبی حد پائین، حد وسط و حد بالا می‌باشند).



تصویر ۲: رابطه‌ی تعداد تجمعی موارد مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی عروقی منتسب به آلاینده‌ی NO_2 در برابر فواصل غلظت در شهر همدان در سال ۱۳۹۳ (نمودار آبی، سبز و قرمز رنگ به ترتیب بیانگر برآوردها بر پایه ریسک نسبی حد پائین، حد وسط و حد بالا می‌باشند).



تصویر ۳: رابطه‌ی تعداد تجمعی موارد کل مرگ ناشی از بیماری‌های تنفسی منتسب به آلاینده‌ی SO_2 در برابر فواصل غلظت در شهر همدان در سال ۱۳۹۳ (نمودار آبی، سبز و قرمز رنگ به ترتیب بیانگر برآوردها بر پایه ریسک نسبی حد پائین، حد وسط و حد بالا می‌باشند).



تصویر ۴: رابطه‌ی تعداد تجمعی موارد بستری در بیمارستان به علت انفراکتوس حاد میوکارد متناسب به آلاینده‌ی SO₂ در برابر فواصل غلظت در شهر همدان در سال ۱۳۹۳ (نمودار آبی، سبز و قرمز رنگ به ترتیب بیانگر برآوردها بر پایه ریسک نسبی حد پائین، حد وسط و حد بالا می‌باشند).

از انسداد مزمن ریوی، افزایش آسم و در نهایت کاهش عملکرد ریه همراه بوده است [۲۴، ۲۷-۳۰]. در مورد آلاینده‌ی دی‌اکسید گوگرد نیز اثراتی همچون تعداد کل موارد مرگ، مرگ ناشی از بیماری‌های تنفسی و قلبی عروقی همراه با بستری در بیمارستان به دلیل انسداد مزمن ریوی و انفراکتوس حاد میوکارد مورد بررسی قرار گرفته است [۳۱-۳۳].

نکته‌ی دیگری که بایستی به آن توجه کرد، خطر نسبی است که با توجه به اثرات مختلف ناشی از آلاینده‌های NO₂ و SO₂ بر روی سلامتی انسان تعیین می‌شود. این پارامتر در جدول ۱ و به ازای افزایش ۱۰ میکروگرم در مترمکعب غلظت آلاینده و در سه حد پائین، وسط و بالا گزارش شده است. در توضیح این پارامتر بعنوان مثال می‌توان گفت که با در نظر گرفتن حد وسط خطر نسبی، به ازای افزایش ۱۰ میکروگرم در مترمکعب غلظت NO₂ و SO₂، خطر کل موارد مرگ به ترتیب ۰/۳ و ۰/۴ درصد، افزایش خواهد یافت. بررسی متون انجام شده نشان می‌دهد که خطر نسبی استفاده شده در مطالعه‌ی Kinney و همکاران برای کل موارد مرگ، به ازای افزایش ۱۰ میکروگرم در مترمکعب غلظت NO₂ حدود ۰/۲۶ تا ۰/۳ درصد بوده است [۳۴]. زلکی و همکاران نیز خطر نسبی (حد وسط) را به ازای افزایش ۱۰ میکروگرم در مترمکعب غلظت SO₂ برای تعداد کل موارد مرگ تنفسی و بستری در بیمارستان به دلیل انسداد مزمن ریوی به ترتیب ۱ و ۰/۴۴ درصد گزارش نموده‌اند [۳۲]. طبق نتایج حاصله (نمودارهای ۱ تا ۴) برای اثرات متناسب به آلاینده‌ی SO₂ تعداد کل موارد مرگ، مرگ ناشی از بیماری‌های تنفسی، مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی عروقی، بستری در بیمارستان به دلیل انسداد مزمن ریوی و

بحث

مقایسه‌ی غلظت‌های متوسط سالیانه با استاندارد کشورمان نشان می‌دهد که در شهر همدان، متوسط غلظت سالیانه‌ی NO₂ و SO₂، به‌عنوان دو آلاینده از پنج آلاینده‌ی معیاری که در تمام دنیا مورد سنجش قرار می‌گیرند به ترتیب ۱/۷ و ۱/۶ برابر حد استاندارد بوده است که لزوم بررسی اثرات آنها بر روی سلامتی ساکنین را بیش از پیش مشخص می‌سازد. در تحقیقی که در سال ۱۳۹۳ توسط بهرامی اصل و همکاران منتشر شد مقادیر متوسط غلظت سالیانه‌ی دی‌اکسید نیتروژن در شهرهای مشهد، تبریز، شیراز، اصفهان و اراک به ترتیب ۱/۸۵، ۱/۳، ۱/۴۲، ۳/۲ و ۲/۲۲ برابر استاندارد کشور گزارش گردید [۲۴] که علت این امر را می‌توان در افزایش جمعیت و شهرنشینی و به دنبال آن افزایش وسایط نقلیه و میزان مصرف برق (افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی در نیروگاه‌ها) جستجو نمود که این امر نیز به‌نوبه‌ی خود باعث شده حتی در شهرهایی با آلودگی کمتر نظیر همدان نیز نسبت به گذشته، مقادیر این آلاینده‌ها بالاتر از حد استاندارد گردد. طبق نتایج حاصله از این مطالعه با بروز پایه‌ی ۵/۴۳ نفر در هر صد هزار نفر (جدول ۱) و حد متوسط خطر نسبی، تعداد موارد اضافی و جزء متناسب برآورد شده برای کل موارد مرگ، برای مواجهه با آلاینده‌ی NO₂ بیشتر از آلاینده‌ی SO₂ بوده است. اکثر مطالعات اپیدمیولوژیکی که اثرات کوتاه‌مدت آلاینده‌ی دی‌اکسید نیتروژن را بر روی سلامتی مورد ارزیابی قرار داده‌اند بر روی عملکرد ریه و علائم روزانه‌ی ثبت شده در افراد بستری به علت بیماری‌های تنفسی متمرکز شده‌اند و نتایج حاصله برای این آلاینده همواره با بستری‌های ناشی

سه حد بالا، وسط و پائین می‌باشند می‌توان گفت که در مورد آلاینده‌ی دی‌اکسید نیتروژن (نمودارهای شماره ۱ و ۲) افزایش اثرات با یک شیب ملایمی با افزایش غلظت ارتباط دارد در حالی که در مورد دی‌اکسید گوگرد (نمودارهای شماره ۳ و ۴) این افزایش تا غلظت حدود ۴۰ تا ۵۰ میکروگرم در مترمکعب دارای یک شیب تند بوده ولی پس از آن تقریباً ثابت می‌شود. از این نکته می‌توان نتیجه گرفت که توزیع غلظت در مورد آلاینده‌ی NO₂ وسیع‌تر از آلاینده‌ی SO₂ می‌باشد. نکته‌ی دیگری که بایستی به آن اشاره نمود این است که یک آلاینده‌ی منفرد می‌تواند به‌عنوان شاخصی از یک مخلوط آلوده عمل نماید اما در یک مخلوط آلودگی نمی‌توان اثرات یک آلاینده را غیر وابسته از سایر آلاینده‌ها در نظر گرفت. این در حالی است که نرم‌افزار AirQ تنها اثرات منفرد هر یک از آلاینده‌ها را مورد ارزیابی قرار می‌دهد که به‌عنوان یکی از معایب این مدل نیز مطرح می‌باشد. از این‌رو مطالعاتی در زمینه‌ی تأثیر آلاینده‌ها بر یکدیگر و تغییرات اثرات آنها بر روی انسان صورت گرفته و همچنان موردنیاز می‌باشند [۳۸-۴۱].

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که متوسط غلظت سالیانه‌ی NO₂ و SO₂ به ترتیب ۱/۷ و ۱/۶ برابر حد استاندارد بوده است که لزوم بررسی اثرات آنها بر روی سلامتی ساکنین شهر همدان را بیش از پیش مشخص می‌سازد. همچنین طبق نتایج حاصل از مدل، این آلاینده‌ها اثرات زیان باری را بر روی ساکنین شهر همدان داشته و بایستی قبل از افزایش بیشتر این اثرات، اقدامات پیشگیرانه مورد توجه مسئولین مربوطه قرار گیرد.

سپاسگزاری

این مقاله حاصل بخشی از طرح تحقیقات دانشجویی مصوب مرکز پژوهش دانشجویان با کد ۹۴۰۳۱۹۱۳۹۰ می‌باشد. نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از حمایت‌های مادی و معنوی دانشگاه علوم پزشکی همدان و نیز از همکاری مسئولین محترم سازمان‌های حفاظت محیط‌زیست و هواشناسی شهر همدان در خصوص ارائه‌ی اطلاعات موردنیاز تشکر و قدردانی نمایند. ضمناً تضاد منافی گزارش نشد.

REFERENCES

1. Nemery B, Hoet PH, Nemmar A. The Meuse Valley fog of 1930: an air pollution disaster. *Lancet*. 2001;357(9257):704-8. DOI: 10.1016/S0140-6736(00)04135-0 PMID: 11247570
2. Ciocco A, Thompson DJ. A follow-up of Donora ten years after:

بستری در بیمارستان به دلیل انفراکتوس حاد میوکارد به ترتیب در شهر همدان طی سال ۱۳۹۳ برابر با ۲۷/۳، ۶، ۴۹/۴، ۵/۶ و ۱۰/۵ نفر تخمین زده شده است. این در حالی است که بیشترین تعداد موارد مشاهده شده برای این آلاینده نیز در دامنه‌ی غلظت ۲۰ تا ۴۹ میکروگرم در مترمکعب رخ داده است. برای اثرات منتسب به آلاینده NO₂ تعداد کل موارد مرگ، مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی عروقی و بستری در بیمارستان به دلیل انسداد مزمن ریوی در طی سال ۱۳۹۳ در شهر همدان به ترتیب ۵۱/۹، ۲۹/۲ و ۸/۴ نفر برآورد شده که بیشترین تعداد موارد مشاهده شده در محدوده‌ی غلظت ۴۰ تا ۸۹ میکروگرم در مترمکعب بوده است. طی تحقیقی که به مدت ۱۴ سال در تورنتو کانادا صورت گرفت، مشخص گردید که سالیانه به‌طور متوسط ۸ نفر به دلیل انسداد مزمن ریوی بستری می‌شدند که سهم آلاینده‌ی NO₂ در این موضوع حدود ۴۱ درصد بوده است [۳۵]. در سال ۱۳۹۰ الهه زلقی به برآورد تعداد مرگ‌های تنفسی و بیماری مزمن انسداد ریوی منتسب به آلاینده SO₂ در شهر تبریز پرداخته و بیان کردند که تعداد تجمعی موارد مرگ تنفسی و بیماری مزمن انسداد ریوی ناشی از این آلاینده به ترتیب ۱۳ و ۹ نفر بوده است [۳۲]. گودرزی و همکاران در سال ۱۳۸۷ با استفاده از مدل AirQ به ارزیابی اثرات بهداشتی NO₂ در شهر تهران پرداخته و طبق نتایج حاصله حدود ۳/۴ درصد از کل مرگ‌های قلبی عروقی، سکته‌ی قلبی و پذیرش‌های بیمارستانی ناشی از بیماری مزمن ریوی را منتسب به غلظت‌های بیش از ۶۰ میکروگرم در مترمکعب NO₂ دانستند [۳۶]. محمد قنبری و همکارانش در سال ۱۳۹۰ با استفاده از نرم‌افزار AirQ به بررسی تعداد موارد بستری در بیمارستان به دلیل بیماری مزمن ریوی منتسب به آلاینده SO₂ و NO₂ در شهر تبریز پرداخته و تعداد تجمعی این مورد را به ترتیب حدود ۷ و ۱۱ نفر گزارش کرده و بیان کردند که این آلاینده‌ها اثر قابل ملاحظه‌ای در میزان بستری شدن ناشی از COPD دارند [۳۱]. تحقیق دیگری که توسط گودرزی و همکارانش انجام شده مربوط به بررسی اثرات بهداشتی آلاینده‌ی NO₂ طی سال ۱۳۸۸ در شهر اهواز بوده است که تعداد تجمعی موارد سکته قلبی، مرگ قلبی عروقی و بیماری مزمن انسداد ریوی را به ترتیب برابر با ۹، ۱۹ و ۷ نفر برآورد نمودند [۳۷]. با توجه به نمودارهای ۱ تا ۴ که بیانگر تعداد تجمعی موارد مرگ و میر و بستری متأثر از غلظت آلاینده در

- methodology and findings. *Am J Public Health Nations Health*. 1961;51(2):155-64. PMID: 13693703
3. Schwartz J, Dockery DW. Increased mortality in Philadelphia associated with daily air pollution concentrations. *Am Rev Respir*

- Dis. 1992;145(3):600-4. DOI: [10.1164/ajrccm/145.3.600](https://doi.org/10.1164/ajrccm/145.3.600) PMID: [1546841](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1546841/)
4. 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. *Epidemiology*. 2001;12(5):521-31. PMID: [11505171](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11505171/)
 5. Sarnat JA, Schwartz J, Suh H. Fine particulate air pollution and mortality in 20 US cities. *N Engl J Med*. 2001;344(16):1253-4. DOI: [10.1056/NEJMoa073625](https://doi.org/10.1056/NEJMoa073625) PMID: [18057336](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18057336/)
 6. Delfino RJ, Becklake MR, Hanley JA. The relationship of urgent hospital admissions for respiratory illnesses to photochemical air pollution levels in Montreal. *Environ Res*. 1994;67(1):1-19. DOI: [10.1006/enrs.1994.1061](https://doi.org/10.1006/enrs.1994.1061) PMID: [7925191](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7925191/)
 7. Downs SH, Schindler C, Liu LJ, Keidel D, Bayer-Oglesby L, Brutsche MH, et al. Reduced exposure to PM10 and attenuated age-related decline in lung function. *N Engl J Med*. 2007;357(23):2338-47. DOI: [10.1056/NEJMoa073625](https://doi.org/10.1056/NEJMoa073625) PMID: [18057336](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18057336/)
 8. Gauderman WJ, Vora H, McConnell R, Berhane K, Gilliland F, Thomas D, et al. Effect of exposure to traffic on lung development from 10 to 18 years of age: a cohort study. *Lancet*. 2007;369(9561):571-7. DOI: [10.1016/S0140-6736\(07\)60037-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)60037-3) PMID: [17307103](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17307103/)
 9. Jerrett M, Shankardass K, Berhane K, Gauderman WJ, Kunzli N, Avol E, et al. Traffic-related air pollution and asthma onset in children: a prospective cohort study with individual exposure measurement. *Environ Health Perspect*. 2008;116(10):1433-8. DOI: [10.1289/ehp.10968](https://doi.org/10.1289/ehp.10968) PMID: [18941591](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18941591/)
 10. Miller KA, Siscovick DS, Sheppard L, Shepherd K, Sullivan JH, Anderson GL, et al. Long-term exposure to air pollution and incidence of cardiovascular events in women. *N Engl J Med*. 2007;356(5):447-58. DOI: [10.1056/NEJMoa054409](https://doi.org/10.1056/NEJMoa054409) PMID: [17267905](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17267905/)
 11. Katsouyanni K, Touloumi G, Spix C, Schwartz J, Balducci F, Medina S, et al. Short-term effects of ambient sulphur dioxide and particulate matter on mortality in 12 European cities: results from time series data from the APHEA project. *Air Pollution and Health: a European Approach*. BMJ. 1997;314(7095):1658-63. PMID: [9180068](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9180068/)
 12. Gryparis A, Forsberg B, Katsouyanni K, Analitis A, Touloumi G, Schwartz J, et al. Acute effects of ozone on mortality from the "air pollution and health: a European approach" project. *Am J Respir Crit Care Med*. 2004;170(10):1080-7. DOI: [10.1164/rccm.200403-333OC](https://doi.org/10.1164/rccm.200403-333OC) PMID: [15282198](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15282198/)
 13. Schwartz J. How sensitive is the association between ozone and daily deaths to control for temperature? *Am J Respir Crit Care Med*. 2005;171(6):627-31. DOI: [10.1164/rccm.200407-933OC](https://doi.org/10.1164/rccm.200407-933OC) PMID: [15579726](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15579726/)
 14. Kelly FJ, Blomberg A, Frew A, Holgate ST, Sandstrom T. Antioxidant kinetics in lung lavage fluid following exposure of humans to nitrogen dioxide. *Am J Respir Crit Care Med*. 1996;154(6 Pt 1):1700-5. DOI: [10.1164/ajrccm.154.6.8970358](https://doi.org/10.1164/ajrccm.154.6.8970358) PMID: [8970358](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8970358/)
 15. Hatami H. [Integrated book of public health]. 1 ed. Tehran: Arjmand publications; 2004.
 16. Folinsbee LJ. Does nitrogen dioxide exposure increase airways responsiveness? *Toxicol Ind Health*. 1992;8(5):273-83. PMID: [1455438](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1455438/)
 17. Morrow PE, Utell MJ, Bauer MA, Smeglin AM, Frampton MW, Cox C, et al. Pulmonary performance of elderly normal subjects and subjects with chronic obstructive pulmonary disease exposed to 0.3 ppm nitrogen dioxide. *Am Rev Respir Dis*. 1992;145(2 Pt 1):291-300. DOI: [10.1164/ajrccm/145.2.Pt_1.291](https://doi.org/10.1164/ajrccm/145.2.Pt_1.291) PMID: [1736733](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1736733/)
 18. Yun Y, Gao R, Yue H, Li G, Zhu N, Sang N. Synergistic effects of particulate matter (PM10) and SO2 on human non-small cell lung cancer A549 via ROS-mediated NF-kappaB activation. *J Environ Sci (China)*. 2015;31:146-53. DOI: [10.1016/j.jes.2014.09.041](https://doi.org/10.1016/j.jes.2014.09.041) PMID: [25968268](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25968268/)
 19. M G. [Air pollution-source, effects and control]. Tehran: Tehran University Publications; (2006). [Persian.]
 20. Organization WH. Air quality guidelines for Europe. WHO, 2000.
 21. Krzyzanowski M, Cohen A, Anderson R, Group WHOW. Quantification of health effects of exposure to air pollution. *Occup Environ Med*. 2002;59(12):791-3. PMID: [12468743](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12468743/)
 22.)APRC) APRC. [Quantification of Health Effects of Tehran Air Pollution in 2011-2012]. Tehran :Institute for Environmental Research, 2011-2012.
 23. Kermani M, Fallah Jokandan S, Aghaei M, Bahrami Asl F, Karimzadeh S, Dowlati M. [Estimation of the Number of Excess Hospitalizations Attributed to Sulfur Dioxide in Six Major Cities of Iran]. *Health Scope*. 2016;5(4.)
 24. Bahrami Asl F, Kermani M, Aghaei M, Karimzadeh S, Salahshour Arian S, Shahsavani A, et al. [Estimation of Diseases and Mortality Attributed to NO2 pollutant in five metropolises of Iran using AirQ model in 2011-2012]. *J Mazandaran Univ Med Sci*. 2015;24(121):239-49.
 25. Organization WH. European Centre for Environment and Health. Quantification of the Health Effects of Exposure to Air Pollution. . Bilthoven, Netherlands: WHO, 20-22 November 2000 Contract No.: EUR/01/5026342.
 26.)APRC) APRC. [A Guide to Calculation, Determination and Announcement of Air Quality Index]. Tehran: Institute for Environmental Research, 2011-2012.
 27. Ponka A, Virtanen M. Chronic bronchitis, emphysema, and low-level air pollution in Helsinki .1987-1989. *Environ Res*. 1994;65(2):207-17. DOI: [10.1006/enrs.1994.1032](https://doi.org/10.1006/enrs.1994.1032) PMID: [8187737](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8187737/)
 28. Pershagen G, Rylander E, Norberg S, Eriksson M, Nordvall SL. Air pollution involving nitrogen dioxide exposure and wheezing bronchitis in children. *Int J Epidemiol*. 1995;24(6):1147-53. PMID: [8824856](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8824856/)
 29. Forsberg B, Stjernberg N, Falk M, Lundback B, Wall S. Air pollution levels, meteorological conditions and asthma symptoms. *Eur Respir J*. 1993;6(8):1109-15. PMID: [8224125](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8224125/)
 30. Pantazopoulou A, Katsouyanni K, Kourea-Kremastinou J, Trichopoulos D. Short-term effects of air pollution on hospital emergency outpatient visits and admissions in the greater Athens, Greece area. *Environ Res*. 1995;69(1. 31-6:(PMID7588492 :
 31. Ghanbari Ghazikali M, Heibati B, Naddafi K, Kloog I, Oliveri Conti G, Polosa R, et al. Evaluation of Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) attributed to atmospheric O3, NO2, and SO2 using Air Q Model 2011-2012) year. *Environ Res*. 2016;144(Pt A):99-105. DOI: [10.1016/j.envres.2015.10.030](https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.10.030) PMID: [26599588](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26599588/)
 32. Zallaghi E, Goudarzi GR, Geravandi S, Salmanzadeh S, Mohammadi MJ. [An estimation of respiratory deaths and COPD related to SO2 pollutant in Tabriz, northwest of Iran (2011)]. *Razi J Med Sci*. 2015;22(131.)
 33. Goudarzi G, Geravandi S, Salmanzadeh S, javad Mohammadi M, Zallaghi E. [The number of myocardial infarction and cardiovascular death cases associated with sulfur dioxide exposure in Ahvaz, Iran]. *Arch Hyg Sci*. 2014;3(3.)
 34. Kinney PL, Ozkaynak H. Associations of daily mortality and air pollution in Los Angeles County. *Environ Res*. 1991;54(2):99-120. PMID: [2029880](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2029880/)
 35. Burnett RT, Smith-Doiron M, Stieb D, Cakmak S, Brook JR. Effects of particulate and gaseous air pollution on cardiorespiratory hospitalizations. *Arch Environ Health*. 1999;54(2):130-9. DOI: [10.1080/00039899909602248](https://doi.org/10.1080/00039899909602248) PMID: [10094292](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10094292/)
 36. Goudarzi G, Naddafi K, Mesdaghinia A. [Quantifying the health effects of air pollution in Tehran and determination of the third axis Integrated program effects to reduce the effect of air pollution in Tehran]. Tehran: Tehran University of Medical Sciences; 1388.
 37. Goudarzi G, Mohammadi M, Ahmadi Angali K, Mohammadi B, Soleimani Z, Babaei A, et al. [Estimation of Number of Cardiovascular Death, Myocardial Infarction and Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) from NO2 Exposure using Air Q Model in Ahvaz City During 2009]. *Iranian J Health Environ*. 2013;6(1):91-102.
 38. Ibal-Mulli A, Timonen KL, Peters A, Heinrich J, Wolke G, Lanki T, et al. Effects of particulate air pollution on blood pressure and heart rate in subjects with cardiovascular disease: a multicenter approach. *Environ Health Perspect*. 2004;112(3):369-77. PMID: [14998755](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14998755/)
 39. Seaton A, Dennekamp M. Hypothesis: ill health associated with low concentrations of nitrogen dioxide--an effect of ultrafine particles? *Thorax*. 2003;58(12. 1012-5:(PMID14645960 :
 40. Sillanpaa M, Frey A, Hillamo R, Salonen RO. Particulate elemental carbon and organic matter during contrasting urban air pollution situations in Europe (PAMCHAR). *J Aerosol Sci*. 2004;35:S1081-S2.
 41. Yun Y, Gao R, Yue H, Li G, Zhu N, Sang N. Synergistic effects of particulate matter (PM 10) and SO 2 on human non-small cell lung cancer A549 via ROS-mediated NF-kB activation. *Journal of Environmental Sciences*. 2015;31:146-53.

Estimation of Diseases and Mortality Attributed to Atmospheric NO₂ and SO₂ Using AirQ Model in Hamadan City, Iran

Mostafa Leili ¹, Farshad Bahrami Asl ^{2,*}, Mousa Hesam ²,
Mohammad Molamahmoudi ², Soheila Salahshour Arian ³

¹ Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

² Ph.D. Student, Department of Environmental Health Engineering, Students Research Center, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

³ Student Research Committee, Urmia University of Medical Sciences, Urmia, Iran

* Corresponding author: Farshad Bahrami Asl, Ph.D. Student, Department of Environmental Health Engineering, Students Research Center, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran. E-mail: Farshadfba@gmail.com

DOI: 10.21859/hums-230412

Received: 10.10.2016

Accepted: 30.01.2017

Keywords:

Air Pollution
Health Effect
Nitrogen Dioxide
Sulfur Dioxide

How to Cite this Article:

Leili M, Bahrami Asl F, Hesam M, Molamahmoudi M, Salahshour Arian S. Estimation of Diseases and Mortality Attributed to Atmospheric NO₂ and SO₂ Using AirQ Model in Hamadan City, Iran. *Sci J Hamadan Uni Med Sci*. 2016;23(4):x-x. DOI: 10.21859/hums-230411.

© 2016 Hamadan University of Medical Sciences.

2017

Abstract

Introduction: NO₂ and SO₂ as gaseous air pollutants are involved in many global air accidents, and are respiratory tract irritants that can cause numerous health effects in humans. Therefore, due to the necessity of studies in this field and the absence of any similar study in the city of Hamadan, the aim of this study was quantification of health effects attributed to NO₂ and SO₂ in Hamadan city of Iran during years 2014 and 2015.

Methods: This was a cross-sectional study. Primarily, required criteria pollutants and meteorological data were obtained from the environmental protection agency and meteorological agency of Hamadan city, respectively. The obtained data were validated using the World Health Organization (WHO) criteria. Required statistical indices were calculated and according to baseline incidence, relative risk and exposed populations, the different effects of pollutants were assessed.

Results: According to the results, the average annual concentration of NO₂ and SO₂ was 1.7 and 1.6 times more than the standard, respectively. With central relative risk, the estimated attributed portion for total mortality attributed to NO₂ and SO₂ was 1.74 and 0.92, respectively, which is equal to death of 51.9 and 27.3 individuals during years 2014 and 2015, respectively.

Conclusions: As a result, it should be stated that most of the adverse health effects attributed to SO₂ and NO₂ were observed in concentration ranges from 20 to 49 and 40 to 89 micrograms per cubic meter, respectively. This indicated that the concentration distribution of NO₂ was wider than SO₂. It can also be concluded that investigated pollutants (NO₂ and SO₂) had significant adverse effects on the residents of Hamadan city and before further increase in the effects, preventive measures should be taken by relevant authorities