دوماهنامه سلامت کار ایران دوره ۱۳، شماره ۴، مهر و آبان ۱۳۹۵

برآورد اثرات بهداشتی مواجهه با دو آلاینده $PM_{2.5}$ و CO در هوای هشت شهر صنعتی ایران توسط مدل AirQ در سال ۱۳۹۰

مجید کرمانی[۱]، مینا آقائی[۲]، میترا غلامی[۳]، فرشاد بهرامی اصل[۴]، سیما کریم زاده[۵]، سودا فلاح جوکندان[۶]، محسن دولتی[۷]

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۱/۲۹ تاریخ ویرایش: ۹۴/۰۶/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۹/۰۴

چکیده

زمینه و هدف: طبق برآوردهای WHO سالانه ۳/۷ میلیون مرگ منتسب به آلودگی هوای آزاد رخ می‌دهد که نشان می‌دهد آلاینده‌ها با میزان بالایی از مرگ و میر مرتبط هستند؛ بنابراین مطالعه حاضر با هدف کمی‌سازی و برآورد اثرات بهداشتی منتسب به دو آلاینده $PM_{۲/۵}$ و CO در هشت شهرصنعتی ایران در سال ۱۳۹۰ با استفاده ازمدل AirQ انجام شد.

روش بررسی: ابتدا داده‌های موردنیاز از سازمان محیط‌زیست شهرهای مورد مطالعه اخذ گردید. آنالیزها و محاسبه شاخص‌های آماری جهت کمی‌سازی، با برنامه‌نویسی در اکسل انجام گرفت و اطلاعات به مدل AirQ وارد شد. نتایج کلی بصورت موارد کل مرگ و مرگ ناشی از بیماریهای قلبی-عروقی در قالب جداول و گراف ارائه شد.

یافته‌ها: طبق نتایج، به ازای هر $۱۰\mu g/m^3$ افزایش غلظت $PM_{۲/۵}$ و $۱mg/m^3$ افزایش CO، میزان خطر مرگ بترتیب ۱/۵٪ و ۰/۷٪ افزایش می‌یابد. تجمعی کل مرگ منتسب به $PM_{۲/۵}$ در اصفهان و شیراز بترتیب حدود ۵۸۵ و ۴۵۴ مورد برآورد گردید که حدود ۵/۴۲٪ مرگ‌ها را بخود اختصاص می‌دهد. تجمعی موارد مرگ قلبی عروقی منتسب به CO نیز برای اصفهان، تهران و شیراز به ترتیب ۱۴ مورد (۲/۱۵٪)، ۲۴ (۰/۸۶٪) و ۳ مورد (۰/۶۹٪) برآورد گردید.

نتیجه‌گیری: مطالعه حاضر، تأکیدی براین موضوع است که $PM_{۲/۵}$ و CO نیز همانند سایر آلاینده‌ها تأثیر نامطلوبی بر سلامت انسان دارند. در بین هشت شهر مورد بررسی اهواز کمترین مقادیر مرگ منتسب به CO و بیشترین موارد مرگ منتسب به $PM_{۲/۵}$ را داشته است که این می‌تواند به دلیل تداوم روزهای با غلظت بالاتر ذرات یا میانگین بالاتر این آلاینده در شهر اهواز باشد.

کلیدواژه‌ها: کمی سازی، ذرات معلق کوچک‌تر از ۲/۵ میکرون، آلاینده CO، کلان‌شهر، مدل AirQ.

مقدمه

امروزه وضعیت نامطلوب کیفیت هوا با توجه به پیامدهای زیان‌بارش به یکی از ملموس‌ترین و مهم‌ترین معضلات زیست‌محیطی در بسیاری از شهرهای بزرگ دنیا تبدیل شده است. طی دو دهه اخیر مطالعات اپیدمیولوژیکی انجام شده در سراسر جهان، نقش آلودگی هوا را در ایجاد اثرات روی سلامت انسان بررسی کرده و افزایش مرگ و میر مرتبط با آلاینده‌های محیطی را آشکار نموده است. تحقیقات علمی انجام گرفته نشان داده است که ذرات از آلاینده‌های اصلی، از دیدگاه مخاطرات بهداشت عمومی و سلامتی می‌باشند. این بررسی‌ها، شواهد مستحکمی فراهم آورده که هر دو مواجهه بلند مدت و کوتاه مدت با ذرات معلق مسئول مرگ و میر و سایر پیامدهای بهداشتی بر سلامت انسان می‌باشند [۱]. طبق برآوردهای سازمان بهداشت جهانی در سال ۲۰۱۲، سالانه ۳/۷ میلیون مرگ منتسب به آلودگی هوای آزاد (Ambient Air Pollution (AAP) رخ می‌دهد که حدود ۸۸٪ از این مرگ‌ها

۱- مرکز تحقیقات تکنولوژی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران، و دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.

۲- (نویسنده مسئول) مرکز تحقیقات آلودگی هوا، پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران. aghaei.mina11@yahoo.com

۳- مرکز تحقیقات تکنولوژی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران، و استاد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.

۴- دانشجوی دکتری، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.

۵- کارشناس ارشد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، ارومیه، ایران.

۶- کارشناس ارشد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.

۷- مرکز تحقیقات تکنولوژی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-07-06]

در کشورهای با درآمد کم و متوسط به وقوع پیوسته است [۲]. گزارش‌های این سازمان نشان می‌دهد آلودگی هوا، سیزدهمین رتبه را در بین مرگ و میرهای جهانی دارد [۳]. نتایج بررسی های متعدد در دهه‌های اخیر آشکار کرد که ذرات معلق، مخصوصاً $PM_{۲/۵}$ با میزان بالایی از مرگ و میر در تماس‌های بلند و کوتاه مدت مرتبط هستند [۴-۱۸]. برخی از این مطالعات نیز ارتباط معنی‌داری بین بیماری‌های قلبی-عروقی، بیماری‌های تنفسی و تماس با ذرات ریز در هوا را نشان داده است [۱۹-۲۱]. اغلب این نوع از ذرات معلق از احتراق سوخت در هر دو منابع ساکن و متحرک ناشی شده و با طیف وسیعی از اثرات بهداشتی حاد و مزمن، از اختلالات جزئی گرفته تا مرگ ناشی از بیماری‌های تنفسی، قلبی عروقی و سرطان ریه مرتبط هستند [۲۲، ۲۳]. ازجمله اثرات حاد بهداشتی در غلظت‌های بالای ذرات ریز ازجمله[1] $PM_{۲/۵}$، افزایش شدت مرگ و میر، افزایش میزان عفونت‌های سیستم تنفسی، شروع آسم و برونشیت می‌باشد. این ذرات علاوه بر این، به‌طور مستقیمی در لوله تنفسی سایش ایجاد کرده، مسیرهای عبور هوا را مسدود می‌کنند و به مسیرهای موکوسی در ریه آسیب وارد می‌کنند [۲۴] اعتقاد بر این است که $PM_{۲/۵}$ نسبت به $PM_{۱۰}$ تهدید سلامتی بزرگ‌تری باشد چرا که احتمال رسوب ذرات کوچک‌تر در اعماق پایین‌تر ریه بیشتر است. به‌علاوه مطالعات نشان داده‌اند که ذرات کوچک‌تر تا این اندازه قادرند به داخل ساختمان‌ها نیز نفوذ کنند و سلامت را به‌طورجدی تری تحت تأثیر قرار دهند [۲۵-۲۷].

نتایج مطالعه‌ای که توسط Cohen و همکاران (۲۰۰۵) با استفاده از مدل AirQ جهت تعیین بار بیماری‌های ناشی از آلودگی هوای آزاد، انجام شد، نشان داد آلودگی هوا بر مبنای $PM_{۲/۵}$ مسئول ۰/۸ میلیون مورد مرگ زودرس و ۶/۴ میلیون سال عمر از دست رفته در جهان می‌باشد [۲۸]. بر اساس آمارهای جهانی ارائه شده حدود ۸٪ مرگ‌های ناشی از سرطان ریه، ۳٪ مرگ‌های ناشی از عفونت‌های تنفسی و ۵٪ از مرگ‌هایی که به‌واسطه بیماری‌های قلبی عروقی و تنفسی رخ می‌دهد به دلیل آلاینده ذرات معلق ریز در هوا می‌باشد که بار این بیماری‌ها در کشورهای در حال توسعه محسوس‌تر می‌باشد [۲۲]. همه این عوامل باعث شده‌اند توجه عموم به سمت این ذرات معطوف شود.

مونوکسید کربن نیز گازی سمی، بی رنگ و بی بو بوده که به سبب ایجاد اختلال در تهیه اکسیژن مورد نیاز بافت‌های بدن به‌واسطه کاهش قدرت هموگلوبین در حمل اکسیژن و همچنین تشکیل کربوکسی هموگلوبین بر روی اعصاب مرکزی اثر می‌گذارد [۲۹-۳۰]. یافته‌های مربوط به روند جهانی مونوکسید کربن، افزایش سالانه ۱ تا ۲ درصدی از این ماده برای چندین دهه اخیر با غلظت زمینه جهانی بین ppb ۱۲۰-۵۰ را نشان می‌دهد [۳۱]. میزان تولید این آلاینده به‌طور مستقیم به میزان فعالیت‌های انسانی در اجتماعات بستگی دارد. طبق مطالعات انجام شده تماس با غلظت‌های بالای اکسید کربن می‌تواند سبب ایجاد ضایعات در سلسله اعصاب مرکزی و قلب شود ولی در مورد اینکه غلظت‌های کم بتواند اختلال مهمی در این انساج حیاتی بدن به وجود آورد هنوز تردید وجود دارد [۳۲]. در مطالعه انجام شده در تورنتو کانادا، رابطه مثبت معناداری بین مرگ و میر و سطوح CO در هوا مشاهده شد و ۴/۷٪ مرگ‌ها به این آلاینده منتسب گردید [۳۳].

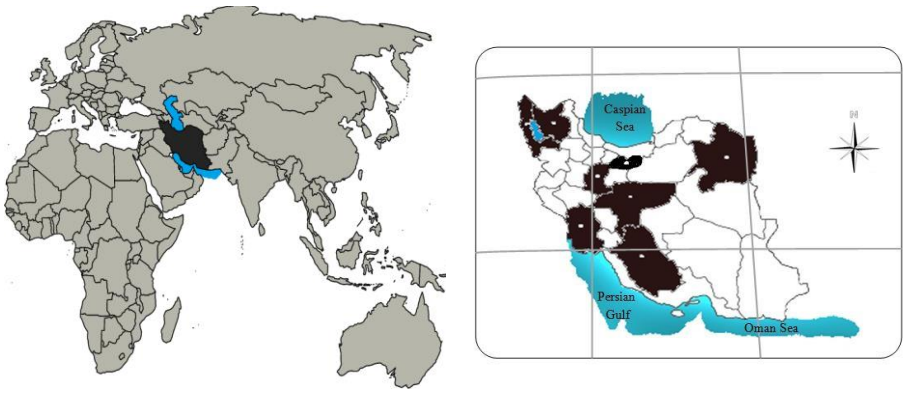
آنچه در دهه اخیر توجه محافل سیاسی و علمی را به خود معطوف داشته است آلودگی هوا می‌باشد و به نظر می‌رسد خسارات و اثرات بهداشتی این پدیده در ابعاد مختلف ازجمله اثرات روی سلامتی انسان قابل مطالعه است؛ بنابراین پژوهش حاضر با هدف کمی‌سازی و برآورد اثرات بهداشتی منتسب به دو آلاینده $PM_{۲/۵}$ و CO در هشت کلان‌شهر مشهد، تهران، تبریز، اصفهان، شیراز، اراک، اهواز و ارومیه در سال ۱۳۹۰ با استفاده از مدل AirQ 2.2.3 انجام شد.

روش بررسی

مناطق مورد مطالعه: هشت شهر مورد بررسی از

[1]. Particulate Matter with an aerodynamic diameter smaller than 10 microns

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-07-06]



شکل ۱- موقعیت هشت کلان‌شهر در نقشه ایران و منطقه

کلان‌شهرهای ایران هستند که در سال‌های اخیر به دلیل صنعتی شدن میزان آلودگی در این شهرها روز به روز در حال افزایش است. موقعیت ایران در منطقه و موقعیت هشت کلان‌شهر مورد مطالعه در نقشه ایران در شکل ۱ نشان داده شده است.

گردآوری اطلاعات: ابتدا داده‌های ساعتی هر دو آلاینده از سازمان محیط‌زیست شهرهای مورد مطالعه اخذ گردید. از آنجایی که بیشترین داده‌های پایش شده در حال حاضر در این زمینه بر اساس اندازه‌گیری $PM_{۱۰}$ می‌باشد، بر این مبنا سنجش $PM_{۲/۵}$ در سال ۱۳۹۰ در بسیاری از ایستگاه‌های سنجش در هشت کلان‌شهر مورد مطالعه انجام نمی‌شد، بنابراین در این مطالعه غلظت $PM_{۲/۵}$ با توجه به غلظت PM۱۰ سنجش شده توسط ایستگاه‌های پایش و با استفاده از نسبت $PM_{۲/۵}$/$PM_{۱۰}$ برآورد گردید. بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی در سال ۲۰۰۵ نسبت $PM_{۲/۵}$ / $PM_{۱۰}$ در کشورهای در حال توسعه در محدوده ۰/۸-۰/۵ برآورد شده است. از آنجا که درصد زیادی از آلودگی ذرات در کلان‌شهرها مربوط به وسایط نقلیه می‌باشد، احتمال می‌رود این نسبت برای شهرهای مورد مطالعه بزرگ‌تر از ۰/۵ باشد یعنی سهم بیشتری از $PM_{۱۰}$ را $PM_{۲/۵}$ به خود اختصاص داده باشد، بنابراین ما در این مطالعه در شهرهایی که $PM_{۲/۵}$ سنجش نمی‌شد اطلاعات داده‌های مربوط به $PM_{۱۰}$ را از اداره محیط زیست شهرهای مورد مطالعه دریافت کرده و با اعمال ضریب ۰/۶ میزان $PM_{۲/۵}$ را به دست آورده‌ایم [۳۴]. تعداد ایستگاه‌ها در هر شهر بسته به وسعت شهر و توانایی سازمان ذی‌ربط متفاوت بوده است ولی تمامی ایستگاه‌ها شهری بوده‌اند. در این طرح داده‌های خام حاصل از این ایستگاه‌های پایش، مطابق با معیارهای سازمان بهداشت جهانی اعتبار سنجی شد؛ جهت تعیین میزان اعتبار داده‌ها به‌منظور انجام آنالیزهای آماری و استفاده از داده‌های خام، بر اساس معیارهای ذکر شده توسط WHO، داده‌های ثبت شده در ایستگاه‌ها مورد پردازش قرار می‌گیرد. از کل ۱۲ ایستگاه مستقر در شهر مشهد و ۶ ایستگاه مستقر در شهر تبریز، فقط ۴ ایستگاه در هرکدام از شهرها معتبر بودند، در شیراز ۲ ایستگاه و در شهر اراک و اهواز و ارومیه نیز فقط یک ایستگاه سنجش هوا از نظر وجود اطلاعات، طبق معیارهای WHO معتبر شناخته شده و مورد آنالیز قرار گرفتند.

با توجه به اینکه واحد مورد نیاز مدل و واحد ذرات معلق سنجش شده در ایستگاه‌های سنجش، هر دو بر حسب میکروگرم بر مترمکعب می‌باشند، در مورد آلاینده $PM_{۲/۵}$ نیازی به تصحیح دما و فشار و انطباق آن با مدل نبود. ولی برای آلاینده CO به دلیل اینکه واحد سنجش شده در ایستگاه‌های سنجش بر حسب واحد حجمی ـ حجمی (ppm) بود، تصحیح دما و فشار نیز انجام شد. برای این منظور، از فرمول کلی زیر (۱) استفاده می‌شود که P فشار هوا، T درجه حرارت و MW وزن مولکولی آلاینده می‌باشد:

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-07-06]

$$\frac{mg}{l} = \frac{P(mmhg) \times MW \times ppm}{62.4 \times T(°K)}$$

بخش کمی سازی: آنالیزها، توزیع داده‌های آلودگی هوا و محاسبه شاخص‌های آماری مورد نیاز جهت کمی سازی اثرات بهداشتی، برای هرکدام از کلان‌شهرهای مورد مطالعه با برنامه‌نویسی در نرم‌افزار آماری اکسل انجام گرفت و بدین ترتیب اطلاعات ورودی آماده و به مدل AirQ (Air Quality Health Impact Assessment) داده شد. جزء منتسب و تعداد موارد اضافی فوت منتسب به غلظت آلاینده، توسط نرم‌افزار برآورد شده و در نهایت نتایج کلی به‌صورت موارد مرگ (Mortality) در قالب جداول و گراف ارائه شد.

مدل AirQ یکی از معتبرترین روش‌ها جهت کمی سازی اثرات آلودگی هوا بر مبنای روش "ارزیابی خطر" می‌باشد که توسط دفتر اروپایی محیط زیست و سلامت WHO در سال ۲۰۰۴ ارائه شده است.

این مدل از نوع آماری- اپیدمیولوژیکی بوده و کاربر را قادر می‌سازد اثرات بالقوه ناشی از تماس با یک آلاینده مشخص بر انسان را در یک ناحیه شهری معین و طی دوره زمانی خاص ارزیابی نماید [۳۵].

یافته‌ها

الف: وضعیت آلودگی هوای هشت کلان‌شهر در مقایسه با استانداردها

بعد از پردازش داده‌های خام، شاخص‌های آماری مورد نیاز شامل میانگین سالیانه، میانگین تابستان و زمستان، صدک ۹۸، حداکثر سالیانه، حداکثر فصل گرم و فصل سرد آلاینده‌ها در هر هشت کلان‌شهر محاسبه شد که برخی از این پارامترها در جداول ۱ و ۲ برای هر دو آلاینده آمده است.

مقایسه با استانداردها: برای آلاینده CO در هیچ‌کدام از هشت شهر مورد مطالعه، متوسط غلظت سالیانه آلاینده CO، از مقادیر استاندارد بالاتر نرفته بود اما در مورد آلاینده ذرات معلق نتایج به‌صورت جداول ۳ و ۴ گزارش شد. بررسی تغییرات میانگین سالیانه $PM_{۲/۵}$ نشان داد که میزان ذرات معلق هوا در سال ۱۳۹۰ در مقایسه با رهنمودها و استانداردهای کیفیت هوا بالاتر از حد مجاز می‌باشد. بیشترین و کمترین میانگین سالیانه $PM_{۲/۵}$ به ترتیب مربوط به شهر اهواز (۱۱۵ میکروگرم بر مترمکعب) و مشهد (۴۵ میکروگرم بر مترمکعب) می‌باشد که با این اوصاف شهر اهواز ۱۱/۵ برابر

جدول ۱- شاخص‌های آماری محاسبه شده در هشت کلانشهر برای آلاینده $PM_{۲/۵}$ ($\mu g/m^3$)

پارامتر	مشهد	تبریز	اصفهان	شیراز	اهواز	اراک	ارومیه	تهران
متوسط سالیانه	۴۵	۵۰	۴۸	۴۸	۱۱۵	۵۵	۵۴	۴۱
حداکثر سالیانه	۱۷۷	۲۶۲	۱۰۶	۱۹۸	۱۵۱۳	۲۸۳	۴۱۰	۱۶۴
متوسط فصل سرد	۴۷	۴۷	۵۰	۴۷	۱۱۱	۴۸	۵۰	۳۷
متوسط فصل گرم	۴۴	۵۴	۴۷	۴۸	۱۱۹	۶۱	۵۷	۴۶
صدک ۹۸ سالیانه	۸۶	۱۴۴	۷۶	۱۱۹	۴۴۵	۱۲۵	۱۴۰	۸۵
روزهای برداشت داده	۳۶۵	۳۶۵	۳۶۵	۳۶۵	۲۶۲	۳۵۱	۲۷۰	۳۶۵

جدول ۲- شاخص‌های آماری محاسبه شده در هشت کلانشهر برای آلاینده CO (mg/m^3) در سال ۱۳۹۰

پارامتر	مشهد	تبریز	اصفهان	شیراز	اهواز	اراک	ارومیه	تهران
متوسط سالیانه	۲	۲	۲	۲	۱	۳	۲	۲
متوسط فصل سرد	۲	۳	۲	۲	۱	۳	۲	۲
متوسط فصل گرم	۲	۲	۲	۲	۱	۳	۲	۲
صدک ۹۸ سالیانه	۴	۵	۱۰	۵	۲	۶	۷	۵
تعداد ایستگاه ها	۸	۶	۴	۲	۱	۱	۱	۱۰

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-07-06]

استانداردهای ایران و WHO می‌باشد. در حالی که در شهرهای تبریز، ارومیه و اراک حدود ۵ تا ۵/۵ برابر استانداردهای موجود است. میانگین غلظت $PM_{۲/۵}$ در کل هشت شهر ۵۷ $\mu g/m^3$ می‌باشد که در مقایسه با مطالعه انجام شده توسط دانشگاه هاروارد روی شش شهر ایالت متحده (۱۸ $\mu g/m^3$) [۳۶] میزان بالاتری می‌باشد.

داده‌های حاصل از این بررسی نشان می‌دهد در تمامی هشت شهر مورد مطالعه، بالای ۸۰٪ روزهای سال متوسط غلظت ۲۴ ساعته $PM_{۲/۵}$ بالاتر از حد استاندارد (۲۵ $\mu g/m^3$) بوده است. طوری که در شهرهای اهواز و اصفهان این میزان به ۹۸ و ۹۹٪ رسیده است.

ب: محاسبه شاخص‌های مورد نیاز مدل و برآورد اثرات بهداشتی (بخش کمی سازی)

اثرات آلاینده $PM_{۲/۵}$ بر سلامت انسان به‌صورت پیامد بهداشتی کل مرگ (به جز تصادفات)، می‌باشد. میزان بروز پایه برای اثرات بهداشتی در هر ۱۰۰۰۰۰ نفر بیان می‌شود که طبق مطالعات اپیدمیولوژیکی انجام شده، در این مطالعه برای $PM_{۲/۵}$ از ۵۴۳/۵ و برای CO از ۴۹۷ در هر 10^5 نفر استفاده کردیم [۳۷]. ریسک‌های نسبی و اعداد مربوط به میزان بروز پایه مورد استفاده برای این پیامد در این مطالعه در جدول ۵ نشان داده شده است. جزء منتسب و موارد منتسب به $PM_{۲/۵}$ برای کل مرگ‌ها در هشت کلان‌شهر با در نظر گرفتن خطر نسبی مرکزی (RR=۱/۰۱۵) در جدول ۶ و برای آلاینده CO در جدول ۷ آمده است. قابل ذکر است که با قرار دادن فواصل اطمینان برآورد خطر نسبی در فرمول، می‌توان حدود بالا و پایین برآورد جزء منتسب و محدوده تعداد موارد منتسب به مواجهه با آلاینده مورد نظر را تعیین نمود.

نتایج حاصل از مدل نشان می‌دهد که بیشترین تعداد

جدول ۳- مقایسه نسبت متوسط غلظت سالیانه $PM_{۲/۵}$ هشت کلانشهر در سال ۱۳۹۰به هرکدام از استانداردها

رهنمودها و استانداردها	متوسط سالیانه ($\mu g/m^3$)	مشهد	تبریز	اصفهان	شیراز	اهواز	اراک	ارومیه	تهران
استاندارد ایران و WHO	۱۰	۴/۵	۵	۴/۸	۴/۸	۱۱/۵	۵/۵	۵/۴	۴/۱
استاندارد NAAQS *	۱۵	۳	۳/۳۳	۳/۲	۳/۲	۷/۶۶	۳/۶۶	۳/۶	۲/۷۶

* National Ambient & Air Quality Standard (NAAQS)

جدول ۴- مقایسه متوسط غلظت ۲۴ ساعته $PM_{۲/۵}$ هشت شهر صنعتی ایران با مقادیر رهنمودی و استانداردها

رهنمودها و استانداردها	متوسط ۲۴ ساعته $\mu g/m^3$	تعداد دفعاتی که غلظت ۲۴ ساعته $PM_{۲/۵}$ در هر شهر نسبت به هر کدام از استانداردها بالاتر بوده است.							
		مشهد	تبریز	اصفهان	شیراز	اهواز	اراک	ارومیه	تهران
رهنمود WHO	۲۵	۳۲۹	۳۲۱	۳۶۱	۳۰۷	۲۵۷	۳۲۷	۲۳۱	
استاندارد ایران									۳۰۷
استاندارد اتحادیه اروپا									
استاندراد ملی کیفیت هوای آزاد EPA	۳۵	۲۵۷	۲۵۱	۳۰۹	۲۳۶	۲۴۸	۲۶۳	۲۰۶	۲۲۷

جدول ۵- برآورد شاخص های خطر نسبی برای آلاینده $PM_{۲/۵}$ و CO در هشت شهر

برآورد	شاخص خطر نسبی (RR) –آلاینده $PM_{2.5}$ (برای پیامد مرگ ناشی از کل مرگ)	شاخص خطر نسبی (RR) – آلاینده CO (برای پیامد مرگ ناشی از بیماری قلبی عروقی)
حد پایین	۱/۰۱۱	۱/۰۰۲
حد وسط (مرکزی)	۱/۰۱۵	۱/۰۰۷
حد بالا	۱/۰۱۹	۱/۰۱۲

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-07-06]

جدول ۶- جزء منتسب و موارد منتسب به $PM_{۲/۵}$ برای کل مرگ‌ها در هشت کلانشهر با در نظر گرفتن خطر نسبی مرکزی

کلانشهرها	جمعیت گرد شده ورودی به مدل	تجمعی تعداد موارد (نفر)	٪۰/۹۵ CI*		(٪) جزء منتسب برآورد شده	٪۰/۹۵ CI	
مشهد	۲۷۵۰۰۰۰	۷۵۴	۵۶۰	۹۴۲	۵/۰۴	۳/۷۴	۶/۳
تبریز	۱۴۹۵۰۰۰	۴۶۳	۳۴۵	۵۷۸	۵/۷	۴/۲۶	۷/۱۱
اصفهان	۱۹۸۷۰۰۰	۵۸۵	۴۳۵	۷۳۱	۵/۴۲	۴/۰۳	۶/۷۶
شیراز	۱۵۴۰۰۰۰	۴۵۴	۳۳۸	۵۶۷	۵/۴۲	۴/۰۴	۶/۷۷
اهواز	۱۱۱۲۰۰۰	۷۸۷	۵۹۸	۹۶۳	۱۳/۰۱	۹/۸۸	۱۵/۹۳
اراک	۴۸۴۰۰۰	۱۶۵	۱۲۳	۲۰۵	۶/۲۶	۴/۶۷	۷/۸
ارومیه	۶۸۰۰۰۰	۲۳۰	۱۷۱	۲۸۶	۶/۲۱	۴/۶۳	۷/۷۴
تهران	۹۰۰۰۰۰۰	۲۲۳۲	۱۶۵۷	۲۷۹۳	۴/۵۶	۳/۳۸	۵/۷۱
		مجموع: ۵۶۷۰			میانگین: ۶/۴۵		

* Confidence Interval

جدول ۷- جزء منتسب و موارد منتسب به CO برای مرگ ناشی از بیماری های قلبی عروقی برای جمعیت بالای ۶۵ سال در هشت کلانشهر با در نظر گرفتن خطر نسبی مرکزی

کلانشهرها	تجمعی تعداد موارد (نفر)	٪۰/۹۵ CI*		(٪) جزء منتسب برآورد شده	٪۰/۹۵ CI	
مشهد	۶	۱۲	۲	۰/۶۸	۱/۱۷	۰/۱۹
تبریز	۶	۱۰	۲	۰/۸۳	۱/۴۲	۰/۲۴
اصفهان	۱۴	۲۴	۴	۲/۱۵	۳/۶۳	۰/۶۲
شیراز	۳	۵	۱	۰/۶۹	۱/۱۷	۰/۱۹
اهواز	۰	۰/۱	۰/۱	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۰۱
اراک	۲	۳	۱	۱/۳۸	۲/۳۴	۰/۴
ارومیه	۲	۴	۱	۱/۰۴	۱/۷۷	۰/۳
تهران	۲۴	۴۰	۷	۰/۸۶	۱/۴۷	۰/۲۴
	مجموع: ۵۷			میانگین: ۰/۹۶		

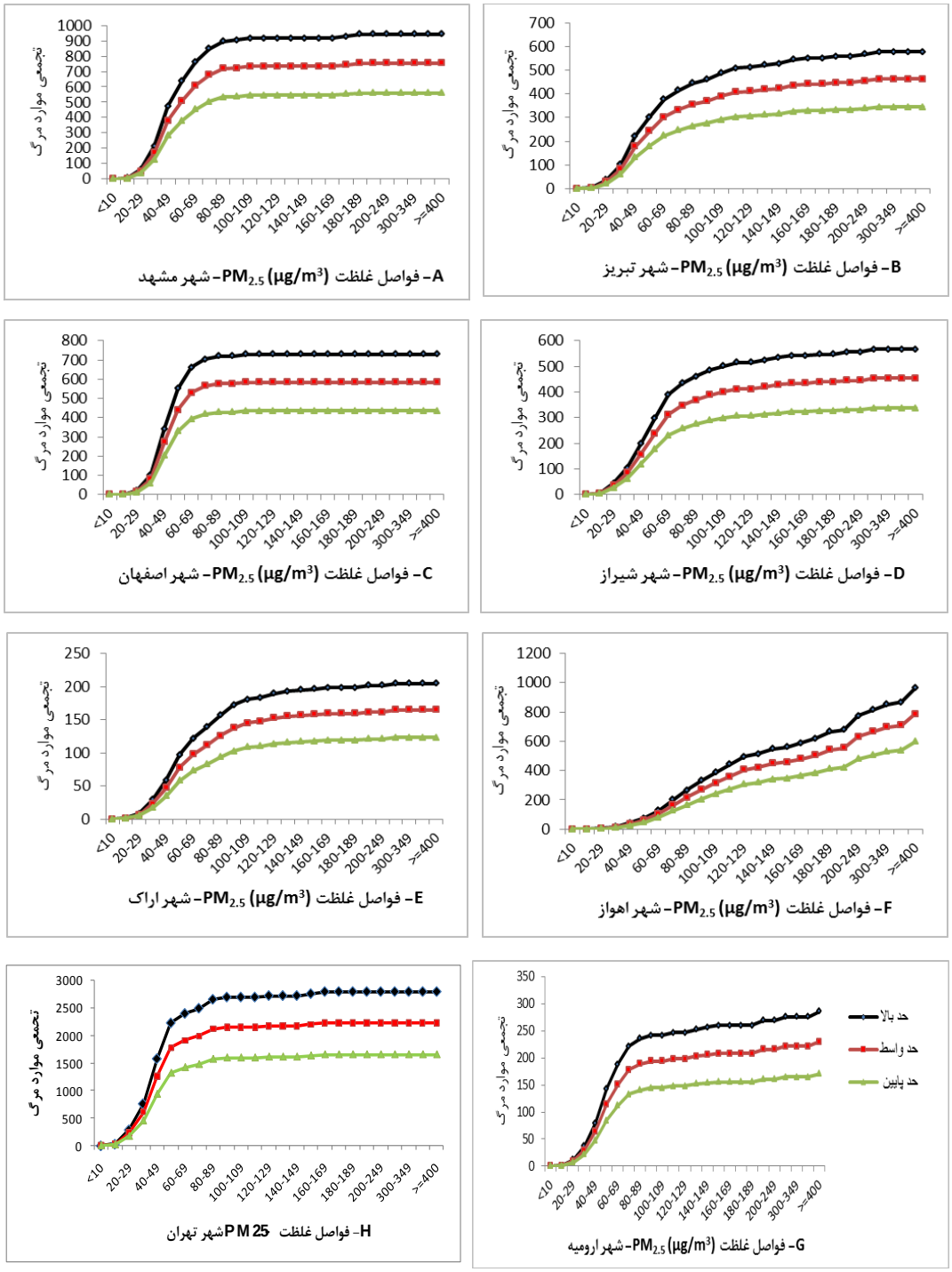
* Confidence Interval

موارد مرگ‌های منتسب به آلاینده $PM_{۲/۵}$ موجود در بین هشت شهر مورد مطالعه مربوط به شهر اهواز (۷۸۷ نفر) می‌باشد. این شهر جزء آلوده‌ترین شهرهای جهان معرفی شده که به دلایل متعدد ازجمله موقعیت جغرافیایی و توپوگرافی، نزدیکی به صحرای عربستان و مجاورت با بیابان‌های بزرگ کشورهای هم‌جوار، روزهای غبارآلود در این مناطق مورد توجه بوده و میانگین روزهای غبار آلود در این مناطق در طی ۵۰ سال گذشته در شهر اهواز به‌طور میانگین ۶۵ روز بوده است [۲۷، ۳۹].

برای آلاینده CO در مدل AirQ، خطر نسبی ارائه نشده است که می‌تواند به دلیل فقدان یا تعداد کم مطالعه اپیدمیولوژیک در زمان طراحی این مدل باشد بنابراین از یک مطالعه مشابه استفاده کردیم [۴۰] از آنجائی که خطر نسبی استخراج شده مربوط به گروه سنی بالای ۶۵ سال می‌باشد در کمی سازی این آلاینده جمعیت بالای ۶۵ سال شهرهای مورد مطالعه مدنظر قرار گرفت و بر اساس آن تعداد موارد مرگ برآورد گردید.

در شکل ۲ (الف- ح) تعداد تجمعی موارد مرگ متأثر از غلظت آلاینده $PM_{۲/۵}$، در برابر فواصل غلظت در هر هشت شهر، نشان داده شده است که در هر شکل سه منحنی وجود دارد که تعداد موارد مرگ را در سه حد خطر نسبی بالا، پائین و وسط به تصویر کشیده است.

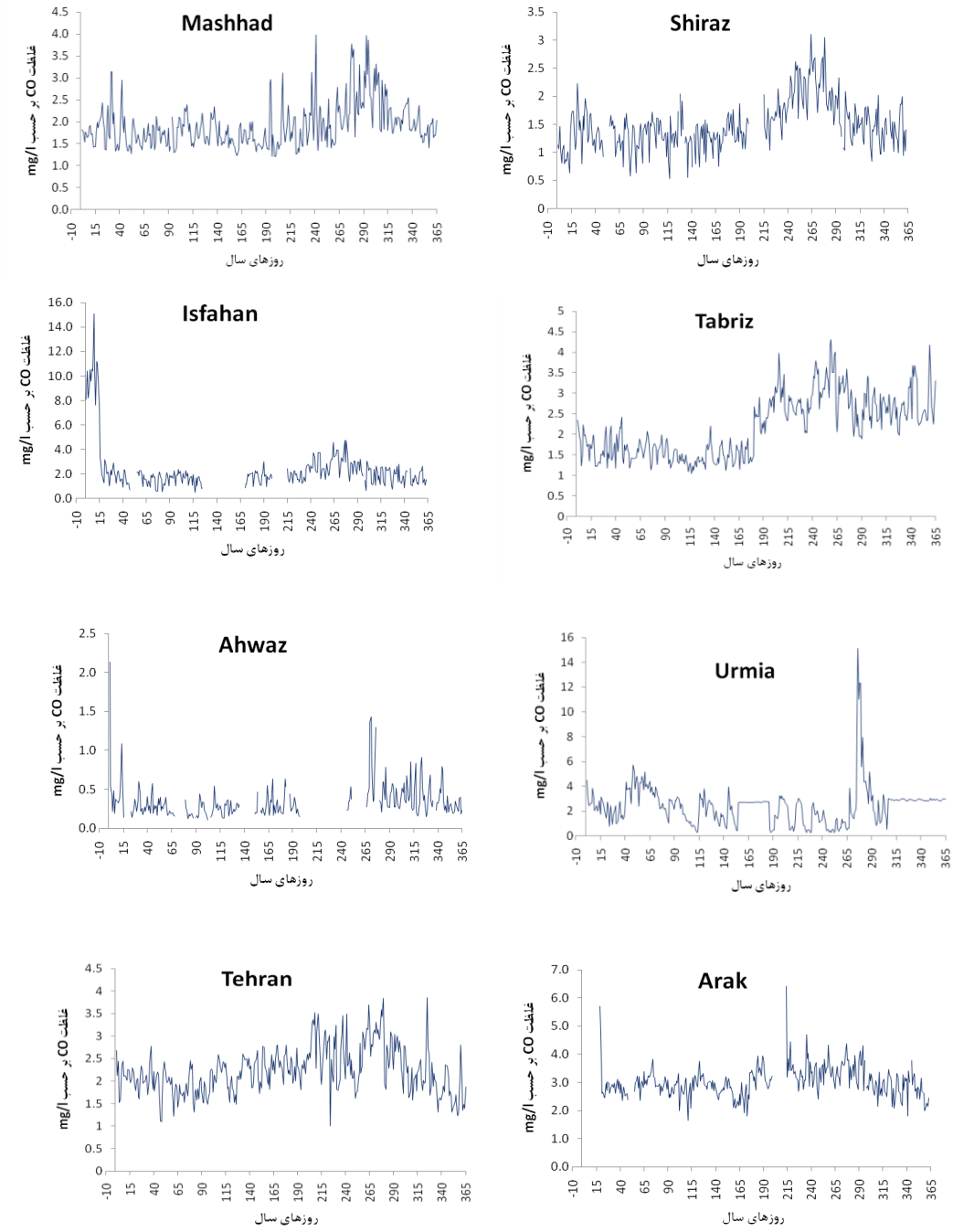
[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-07-06]



شکل ۲ (الف- ح)- برآورد تعداد تجمعی مواردکل مرگ منتسب به $PM_{۲/۵}$ در برابر فواصل غلظت توسط مدل درهشت کلانشهر در سال ۱۳۹۰ در سه حد خطر نسبی بالا، پائین و وسط

در شکل ۳ نیز نوسانات مربوط به میـانگین ۲۴ سـاعته CO شهرهای مورد مطالعه در سـال ۱۳۹۰ نشـان داده شده است.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-07-06]



شکل ۳ – نوسانات مربوط به میانگین ۲۴ ساعته CO در شهرهای مورد مطالعه در طول سال

بحث و نتیجه‌گیری

در این بررسی ارتباط بین آلاینده مونوکسید کربن و ذرات معلق کوچک‌تر از ۲/۵ میکرون ($PM_{2/5}$) و پیامد بهداشتی منتسب به آن‌ها (تعداد کل مرگ و مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی عروقی) در هشت کلان‌شهر ایران در سال ۱۳۹۰ مورد بررسی قرار گرفت. مطالعه حاضر

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-07-06]

همانند بسیاری از مطالعات انجام شده در گذشته، تأکیدی بر این موضوع است که ذرات کوچک‌تر از ۲/۵ میکرون نیز همانند سایر آلاینده‌های محیطی تأثیر نامطلوبی بر سلامت انسان دارد و اثراتش ملموس‌تر از CO می‌باشد. نتایج مطالعه نشان داد غلظت $PM_{۲/۵}$ در هر هشت کلان‌شهر ایران از استانداردها و رهنمودهای کیفیت هوا تجاوز کرده است، طوری که در برخی شهرها ازجمله اهواز در ۹۸٪ روزهای سال غلظت این آلاینده از مقادیر توصیه شده توسط سازمان بهداشت جهانی ($۲۵\mu g/m^3$) بالاتر رفته است. این در حالی است که در هیچ‌کدام از شهرهای مورد مطالعه، متوسط غلظت‌های ساعتی CO از استانداردهای ایران و WHO تجاوز نکرده است. طبق نتایج به دست آمده، در هرکدام از هشت کلان‌شهر مورد مطالعه تقریباً به ازای هر $۱۰\mu g/m^3$ افزایش غلظت $PM_{۲/۵}$، میزان خطر مرگ ۱/۵٪ و به ازای هر $۱ mg/m^3$ افزایش غلظت CO، خطر مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی عروقی حدود ۰/۷٪ افزایش می‌یابد.

با بروز پایه و خطر نسبی ذکر شده برای هر یک از موارد کل مرگ و مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی عروقی، در بین هشت کلان‌شهر مورد مطالعه و با در نظر گرفتن جزء منتسب، اهواز شهری است که در بین شهرهای مورد بررسی کمترین مقادیر مرگ منتسب به آلاینده CO ولی بیشترین موارد مرگ منتسب به آلاینده ذرات معلق ریز را داشت که بر اساس خروجی مدل، بیشترین میزان تلفات منتسب به $PM_{۲/۵}$ در سال ۱۳۹۰ در غلظت بالاتر از ۴۰۰ میکروگرم در مترمکعب (تقریباً ۷۹ نفر) بوده است. طبق مطالعه انجام شده توسط کرمانی و همکاران نیز ذرات معلق آلاینده مسئول در شهر اهواز گزارش شد [۴۱]. با در نظر گرفتن بروز پایه برابر ۵۴۳/۵ در هر ۱۰^۵ نفر، میزان کل مرگ منتسب به $PM_{۲/۵}$ در دو شهر اصفهان و شیراز در مدت مطالعه به ترتیب حدود ۵۸۵ و ۴۵۴ مورد برآورد گردید که این میزان ۵/۴۲ درصد از کل مرگ‌های این دو شهر را به خود اختصاص داده است.

بر اساس نتایج خروجی از مدل، بیشترین مرگ قلبی عروقی منتسب به CO، در شهر اصفهان با بیشترین درصد جزء منتسب می‌باشد که بیشترین مواجهه در غلظت‌های ۴/۵-۴ بوده و تقریباً ۶۷٪ مرگ‌های منتسب به CO در غلظت‌های کمتر از ۵ میلی‌گرم بر مترمکعب رخ داده است. نتایج مطالعه‌ای که برای تعیین کیفیت هوای شهر اصفهان انجام شده بود نشان داد کیفیت هوای این شهر ۳۲۲ روز از حد استاندارد ایران بالاتر بود [۴۲]. مطالعه انجام شده توسط بهرامی و همکاران نیز بیشترین اثرات سوء بهداشتی منتسب به دی اکسید نیتروژن را به شهر مشهد و اصفهان نسبت داد [۴۳].

در مطالعه‌ای که توسط لادن و همکاران در ۶ شهر هاروارد انجام شد نشان داد کاهش در غلظت $PM_{۲/۵}$ با کاهش مرگ ومیر مرتبط است، در این مطالعه به‌طور متوسط با افزایش هر ۱۰ میکروگرم بر مترمکعب ۲۷۳۲ مورد مرگ گزارش شد [۴۴]. نتایج مطالعه‌ای در دو شهر صنعتی در شمال ایتالیا نشان داد در مواجهه‌های کوتاه مدت، برای پیامد کل مرگ ناشی از تماس با آلاینده‌ها، $PM_{۲/۵}$ با جزء منتسب ۴/۵٪ ، مسئول ۸ مورد از ۱۷۷ مورد مرگ در سال برای جمعیت ۲۴۰۰۰ نفری این دو شهر صنعتی ایتالیا بود و بیشترین اثر را در میان سایر آلاینده‌ها داشت [۳۸]. طی مطالعه‌ای که در رابطه با ارتباط ذرات معلق ریز و میزان مرگ در شش شهر ایالت متحده انجام شد به ازای ۱۰ میکروگرم بر مترمکعب افزایش در ذرات معلق ریز حاصل از منابع متحرک، ۳/۴٪ (CI=۱/۷-۵/۲٪) افزایش در مرگ روزانه مشاهده شد در حالی که افزایش ۱۰ میکروگرم بر مترمکعب ذرات معلق ریز حاصل از سوخت فسیلی مسئول افزایش ۱/۱٪ (CI=۰/۳-۲٪) میزان مرگ بود [۴۵].

طبق پیش‌فرض نرم‌افزار، میزان بروز پایه برای آلاینده مونوکسید کربن برای پیامد مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی عروقی ۴۹۷ در ۱۰^۵ نفر بود که با در نظر گرفتن شاخص خطر نسبی مرکزی، تجمعی موارد مرگ قلبی عروقی در مورد آلاینده CO برای اصفهان، تهران و شیراز به ترتیب ۱۴، ۲۴ و ۳ مورد برآورد گردید.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-07-06]

تجمعی تعداد موارد مرگ برای آلاینده $PM_{2/5}$ در شهرهای تبریز، اراک و ارومیه به ترتیب برابر ۴۶۳، ۱۶۵ و ۲۳۰ نفر می‌باشد. در حدود پائین و بالای خطر نسبی یعنی RR =۱/۰۱۱ و RR =۱/۰۱۹ نیز تعداد تجمعی موارد کل مرگ منتسب به $PM_{2/5}$ در این شهرها برآورد گردید.

در نظر گرفتن این دو خطر نسبی بالا و پایین، به مفهوم توجه به شرایط حادث در آینده می‌باشد به‌گونه‌ای که ممکن است جهت تغییرات در الگوی حمل و نقل و تجمیع آن با شرایط اقلیمی منجر به وضعیت بهتر یا بدتری در کیفیت هوای آزاد در شهرها شود، بنابراین خوش بینانه ترین حالت (خطر نسبی پایین) می‌تواند به‌عنوان یک هدف در مدیریت کیفیت هوای کلان‌شهرها مورد توجه قرار گیرد [۳۵]. قابل ذکر است که در تمامی فرمول‌های استفاده شده در مدل AirQ، فرض بر این استوار است که برآورد بکار رفته در آنالیزها از نظر تمامی عوامل مخدوش‌کننده احتمالی کنترل شده است [۳۰]. شکل (۲-الف) که مربوط به کلان‌شهر مشهد می‌باشد، نوسان زیادی را در رده‌های غلظت ۸۰-۱۰ میکروگرم بر مترمکعب نشان می‌دهد ولی افزایش قابل ملاحظه موارد مرگ در غلظت ۴۹-۴۰ میکروگرم بر مترمکعب (۲۷/۹۵٪) در خطر نسبی مرکزی مشاهده می‌شود. همانطورکه در نمودار (۲-ب,ج) مشاهده می‌شود، بیشترین تعداد مرگ در تبریز و اصفهان مربوط به غلظت ۴۰ تا ۴۹ میکروگرم بر مترمکعب می‌باشد که در این دو شهر به ترتیب تقریباً ۲۱٪ و ۳۲٪ مرگ‌ها در این فاصله از غلظت رخ داده است. در شهر شیراز، اراک و ارومیه نیز بیشترین درصد مرگ در غلظت ۵۰ تا ۵۹ به وقوع پیوسته است. شکل (۲-و) که مربوط به کلان‌شهر اهواز می‌باشد، نوسانات زیادی را در رده‌های مختلف غلظت نشان می‌دهد ولی افزایش قابل ملاحظه موارد مرگ در حدود ۱۰٪ در غلظت ۲۴۹-۲۰۰ و >۴۰۰ میکروگرم بر مترمکعب مشاهده می‌شود.

نتایج بررسی‌ها نشانگر این واقعیت است که آلودگی هوا در کلان‌شهرهای ایران سهم بسزایی در بروز مرگ و بیماری افراد داشته است و بنابراین نیازمند تلاش و توجه هر چه بیشتر متخصصین امر جهت کنترل آلودگی هوا بر پایه تحقیقات و پژوهش‌های جامع علمی می‌باشند.

تقدیر و تشکر

این مقاله حاصل بخشی از طرح تحقیقاتی با عنوان بررسی مقایسه‌ای مقدار شاخص بهداشت کیفیت هوا (AQHI) با شاخص کیفیت هوا (AQI) و ارتباط آن‌ها با میزان مرگ و میر و بیماری‌ها در هشت شهر صنعتی ایران در سال ۱۳۹۰، مصوب دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی ایران در سال ۱۳۹۲، به کد ۲۴۲۲۱ می‌باشد که با حمایت معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی ایران اجرا شده است. نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از همکاری مسئولین محترم سازمان حفاظت محیط زیست شهرهای مشهد، تهران، تبریز، اصفهان، شیراز، اهواز، اراک و ارومیه در خصوص جمع‌آوری اطلاعات تشکر و قدردانی نمایند.

منابع

1. Kassomenos P, Dimitriou K, Paschalidou A. Human health damage caused by particulate matter PM10 and ozone in urban environments: the case of Athens, Greece. Environmental monitoring and assessment. 2013;185(8):6933-6942.

2. WHO, Burden of disease from Ambient Air Pollution for 2012.

3. Anderson JO, Thundiyil JG, Stolbach A. Clearing the air: a review of the effects of particulate matter air pollution on human health. Journal of Medical Toxicology. 2012;8(2):166-175.

4. Zhang M, Song Y, Cai X. A health-based assessment of particulate air pollution in urban areas of Beijing in 2000–2004. Science of the Total Environment. 2007;376(1):100-108.

5. Borja-AburtoVH, Castillejos M, Gold DR, Bierzwinski S, Loomis D. Mortality and ambient fine particles in southwest Mexico City, 1993-1995. Environmental health perspectives. 1998; 106(12): 849.

6. Burnet, RT, Brook J, Dann T, Delocla

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-07-06]

47(12):1238-1249.

18. Zanobetti A, Schwartz J. The effect of fine and coarse particulate air pollution on mortality: a national analysis. Environmental health perspectives. 2009;117(6):898.

19. Bell ML, Ebisu K, Peng RD, Samet JM, Dominici F. Hospital admissions and chemical composition of fine particle air pollution. American journal of respiratory and critical care medicine 2009;179(12):1115.

20. Dominici F, Peng RD, Bell ML, Pham L, McDermott A, Zeger SL, et al. Fine particulate air pollution and hospital admission for cardiovascular and respiratory diseases. JAMA. 2006;295(10):1127-1134.

21. Englert N. Fine particles and human health-a review of epidemiological studies. Toxicology letters. 2004;149(1):235-242.

22. WHO, Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. 2009; p. 23.

23. Ostro, B. Outdoor air pollution. WHO Environmental Burden of Disease Series. 2004;5.

24. Rojer D. Griffin. Principles of air quality management. 2nd ed, 2007.

25. Jonidi Jafari A, Zohour AR, Rezaee R, Malekafzali Sh, Seif A. estimation of respiratory and cardiovascular mortality attributed to air pollution in Tehran based on particles (2006). Teb va tazkiyeh journal. 2008; 74-75:37-47 [Persian].

26. Wang YQ, Zhang XY, Arimoto R, Cao JJ, Shen ZX. Characteristics of carbonate content and carbon and oxygen isotopic composition of northern China soil and dust aerosol and its application to tracing dust sources. Atmospheric Environment. 2005;39(14):2631-2642.

27. Shahsavani A, Yarahmadi M, Jafarzade NA, et al. effect of dust seorm on health and environment. Journal of nourth Khorasan University of Medical sciences. 2011;2(4):45-56 [Persian].

28. Cohen AJ, Anderson HR, Ostra B, Pandey KD, Krzyzanowski M, Künzli N, et al. The global burden of disease due to outdoor air pollution. Journal of Toxicology and Environmental Health. 2005;68(13-14):1301-1307.

29. Abbey, DE, Hwang BL, Burchette RJ, Vancuren T, Mills PK. Estimated long-term ambient concentrations of PM10 and development of respiratory symptoms in a non smoking population. Arch. Environ. Health. 1995;50:139-152.

30. USEPA. Air Quality Criteria for Carbon C, Philips O, Cakmak S, et al. Association between particulate-and gas-phase components of urban air pollution and daily mortality in eight Canadian cities. 2001.

7. Dockery DW, Schwartz J, Spengler JD. Air pollution and daily mortality: associations with particulates and acid aerosols. Environmental research 1992;59(2):362-373.

8. Klemm RJ, Mason JR, Heilig CM, Neas LM, Dockery DW. Is daily mortality associated specifically with fine particles? Data reconstruction and replication of analyses. Journal of the Air & Waste Management Association. 2000;50(7):1215-1222.

9. Ostro B. Fine particulate air pollution and mortality in two Southern California counties. Environmental research. 1995;70(2):98-104.

10. Ostro B, Broadwin R, Green Sh, Feng WY, Lipsett M. Fine particulate air pollution and mortality in nine California counties: results from CALFINE. Environmental health perspectives. 2006;114(1):29.

11. Ostro B, Feng WY, Broadwin R, Green Sh, Lipsett M. The effects of components of fine particulate air pollution on mortality in California: results from CALFINE. Environmental health perspectives. 2007;115(1):13.

12. Özkaynak H, Thurston GD. Associations between 1980 US mortality rates and alternative measures of airborne particle concentration. Risk analysis. 1987;7(4):449-461.

13. Pope III CA, Dockery DW. Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect. Journal of the Air & Waste Management Association. 2006;56(6):709-742.

14. Puett RC, Hart JE, Suh H, Mittleman M, Laden F. Particulate matter exposures, mortality, and cardiovascular disease in the health professionals follow-up study. Environmental health perspectives. 2011;119(8):1130.

15. Schwartz J, Dockery DW, Neas LM. Is daily mortality associated specifically with fine particles? Journal of the Air & Waste Management Association. 1996;46(10):927-939.

16. Simpson R, Williams G, Petroeschevsky A, Best T, Morgan G, Denison L, et al. The short-term effects of air pollution on daily mortality in four Australian cities. Australian and New Zealand journal of public health. 2005;29(3):205-212.

17. Wilson WE, Suh HH. Fine particles and coarse particles: concentration relationships relevant to epidemiologic studies. Journal of the Air & Waste Management Association. 1997;

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-07-06]

Monoxide. Washington, DC. 1991. Publication No: EPA – 600 /B- 90 / 045F.

31. Spedding DJ. Air Pollution, Oxford University Press. 1974:pp 14-82

32. Samimi sheidaei B. Harmful effects of carbon monoxide on human health associated with traffic density in cities. Journal of Ecology [Persian].

33. Burnett RT, Cakmak S, Raizenne ME, Stieb D, Vincent R, Krewski D, Brook JR, et al. The association between ambient carbon monoxide levels and daily mortality in Toronto, Canada. J Air Waste manag Assoc. 1988 Aug;48(8):689-700.

34. World Health Organization. WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone ,nitrogen dioxide and sulfur dioxide: Summary of risk assessment,Global updates; 2005.

35. Zallaghi E. quantification of health impacts of criteria pollutants in southeast of Iran (Ahwaz, Kermanshah and booshehr) by using AirQ model in 2010. Msc thesis, Ahwaz Azad University [Persian].

36. Dockery DW, Pope C, Xu X, Spengler JD, Ware JH, Fay ME, et al. An association between air pollution and mortality in six US cities. New England journal of medicine 1993;329(24):1753-1759.

37. Naddafi K, Hassanvand MS, Yunesian M, Momeniha F, Nabizadeh R, Faridi S, et al. Health impact assessment of air pollution in megacity of Tehran, Iran. Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering. 2012;9(1):1-7.

38. Fattore E, Paiano V, Borgini A, Tittarelli A, Bertoldi M, Crosignan P, et al. Human health risk in relation to air quality in two municipalities in an industrialized area of Northern Italy. Environmental research. 2011;111(8):1321-1327.

39. Goudarzi Gh, Mohammadi MJ, Ahmadi Angali K, Mohammadi B, Soleimani Z, Babaei A, et al. Estimation of Number 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. Iran. J. Health & Environ. 2013;6(1) [Persian].

40. Samoli E, Aga E, Touloumi G, Nisiotis K, Forsberg B, Lefranc A, Pekkanen J, et al. Short-term effects of nitrogen dioxide on mortality: an analysis within the APHEA project. Eur. Respir. J. 2006;27:1129-1138.

41. Kermani M, Bahrami Asl F, Aghaei M, Arfaeinia H, Karimzadeh S, Shahsavani A. Comparative Investigation Of Air Quality Index (Aqi) For Six Industrial Cities Of Iran. The Journal of Urmia University of Medical Sciences. 2014;25(9) [Persian].

42. Arfaeinia H, Kermani M, Aghaei M, Bahrami Asl F, Karimzadeh S. Comparative Investigation of Health Quality of Air in Tehran, Isfahan and Shiraz Metropolises in 2011-2012. Journal of Health in the Field. 2014;1(4) [Persian].

43. 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;25(121):239-249 [Persian].

44. Laden F, Schwartz J, Speizer F, Douglas W. Reduction in fine particulate air pollution and mortality: extended follow-up of the Harvard Six Cities study. American journal of respiratory and critical care medicine. 2006;173(6):667.

45. Laden F, Neas L M, Dockery D W, Schwartz J. Association of fine particulate matter from different sources with daily mortality in six US cities. Environmental health perspectives. 2000; 108(10):941.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-07-06]

Estimation of mortality attributed to PM2.5 and CO exposure in eight industrialized cities of Iran during 2011

Majid Kermani[1], Mina Aghaei[2], Mitra Gholami[3], Farshad Bahrami Asl[4], Sima Karimzadeh[5] Sevda Fallah Jokandan[6], Mohsen Dowlati[7]

Received: 2015/04/18 Revised: 2015/09/03 Accepted: 2015/11/25

Abstract

Background and aims: According to World Health Organization estimations, 3.7 million deaths were attributable to ambient air pollution annually, that shows pollutants associated with high rate of mortality and morbidity. Thus, present study with aim of quantifying and estimating health impacts attributable to two pollutant of PM2.5 and CO in 8 industrial cities of Iran during 2011 by AirQ model were performed.

Methods: At first, required data were taken from Department of Environment in understudy cities. With coding in excel, analysis and calculation of statistical parameters was performed for quantifying, and information imported to AirQ model. Finally, results of total mortality and mortality due to cardiovascular disease were presented in tables and graphs.

Results: According to results, with increasing each 10µg/m3 concentration of PM2.5 and 1mg/m3 increasing in CO, risk of mortality increased 1.5% and 0.7% respectively. Cumulative of total mortality attributable to PM2.5 in Isfahan and Shiraz was estimated 585 and 454 cases that this rate is allocated of 5.42% of all deaths in these cities. Sum of cumulative cases of mortality for CO in Isfahan, Tehran and Shiraz estimated 14 (2.15%), 24 (0.86 %) and 3 cases (0.69%) respectively.

Conclusion: The study emphasized that PM2.5 and CO as well as other pollutants have adverse affect on human health. Among 8 under study cities, Ahwaz had lowest mortality attributable to CO and highest mortality attributable to PM2.5, which it can be due to either continuing of days with higher concentration of particulate or higher average of this pollutant in Ahwaz city.

Keywords: Quantifying, Particulate matter less than 2.5 µm, CO pollutant, AirQ Model.

1. Research Center for Environmental Health Technology, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran, & Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

2. (**Corresponding author**) Center for Air pollution (CAPR), Institute for Environmental Research, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. aghaei.mina11@yahoo.com

3. Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran, & Research Center for Environmental Health Technology, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

4. PhD Student, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.

5. MS of Environmental Health Engineering Department, School of Public Health, Urmia University of Medical Sciences, Urmia, Iran.

6. MS of Environmental Health Engineering Department, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

7. Research Center for Environmental Health Technology, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-07-06]