مجله تخصصی اپیدمیولوژی ایران؛ ۱۳۹۵، دوره ۱۲، شماره ٤: صفحات ٤٣-٣٦.

مقاله پژوهشی

تعیین رابطه آلودگی هوا و مرگ به علت بیماری‌های قلبی- عروقی و تنفسی در کلان‌شهر تهران: به‌کارگیری مدل GLARMA

سارا شریفی[1]، منوچهر کرمی[2]، نادر اسماعیل‌نسب[3]، قدرت‌اله روشنایی[4]، حسین فرسان[5]

[1] دانشجوی کارشناسی ارشد اپیدمیولوژی، گروه اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

[2] دانشیار اپیدمیولوژی، مرکز تحقیقات مدل‌سازی بیماری‌های غیر واگیر و گروه اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

[3] استاد اپیدمیولوژی، گروه اپیدمیولوژی و آمار زیستی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران

[4] دانشیار آمار زیستی ،گروه آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

[5] کارشناس بهداشت حرفه‌ای، کرمان، ایران

نویسنده رابط: منوچهر کرمی، نشانی: همدان، بلوار شهید فهمیده، دانشگاه علوم پزشکی همدان، دانشکده بهداشت، گروه اپیدمیولوژی، تلفن: ۰۸۱۳۸۳۸۰۷۱۵، کد پستی: ۶۵۱۷۸۳۸۷۳۶

پست الکترونیک: ma.karami@umsha.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۲۸؛ پذیرش: ۹۵/۰۴/۰۲

مقدمه و اهداف: بیماری‌های قلبی- عروقی یکی از عمده‌ترین دلایل مرگ در ایران به‌شمار می‌رود، با کنترل آلودگی هوا می‌توان میزان بروز این بیماری‌های قابل پیش‌گیری و مرگ ناشی از آن را کاهش داد. هدف از انجام این مطالعه تعیین ارتباط بین افزایش سطح آلودگی هوا و میرایی از بیماری‌های قلبی و تنفسی در شهر تهران است.

روش کار: میانگین غلظت روزانه پنج آلاینده‌ی مونواکسید کربن (Carbon monoxide) ، دی‌اکسید نیتروژن (Nitrogen dioxide)، ازن، (Ozone) دی‌اکسید گوگرد(Sulfur dioxide) و ذرات معلق (PM10) (Particulate matter with a diameter less than 10 microns) از ۸ ایستگاه هواشناسی شهر تهران جمع‌آوری شد و اثر غلظت آن‌ها به روی تعداد مرگ روزانه ناشی از بیماری‌های قلبی- عروقی و تنفسی با استفاده از سری زمانی و مدل رگرسیون پوآسن GLARMA(Generalized Linear Autoregressive Moving Average) ارزیابی شد. هم‌چنین عناصر اقلیمی مانند میانگین دما و رطوبت روزانه و حداقل و حداکثر دما به‌عنوان عوامل مخدوش کننده در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: پس از برازش مدل نهایی و تعدیل اثر عوامل مخدوش کننده مورد نظر از بین آلاینده‌ها، میانگین روزانه ازن (P=0.02) و ذرات معلق (P<0.001) با تعداد مرگ روزانه رابطه آماری معنی‌داری را نشان داد.

نتیجه‌گیری: با توجه به یافته‌های این مطالعه که با روش آماری جدیدی به آنالیز روابط بین آلاینده‌ها و مرگ پرداخته، لازم است برای کاهش موارد مرگ از بیماری‌های قلبی- عروقی و تنفسی اقدام‌های مناسب پیش‌گیرانه کارآمدتری روی منابع تولید آلاینده‌های ازن و ذرات معلق (PM10) صورت پذیرد.

واژگان‌کلیدی: سری زمانی، مدل پوآسن، GLARMA، آلودگی هوا، تهران

مقدمه

آلودگی هوا اثرهای بسیار گسترده‌ای بر سلامت انسان بر جای می‌گذارد، که مهم‌ترین اثرهای آلاینده‌ها به‌ویژه آلاینده‌های گازی بر دستگاه تنفسی است. بیش‌تر مطالعه‌ها نیز تا کنون متمرکز بر عوارض حاد و مزمن آن‌ها بر دستگاه تنفسی یا قلبی- عروقی بوده‌اند (۱). این مطالعه‌ها نیز از کشورهای پیشرفته و به ندرت از کشورهای آسیایی بوده است (۲،۳). برخی از بررسی‌های اپیدمیولوژیک نشان می‌دهند که افزایش آلودگی هوا با افزایش مرگ‌ومیر ناشی از بیماری‌های قلبی- عروقی و تنفسی ارتباط دارد؛ به عنوان مثال می‌توان به مطالعه‌های انجام شده در امریکای شمالی و جنوبی، اروپا، استرالیا، هنگ‌کنگ و ایران اشاره کرد (۲،۴،۵).

یکی از بلایای ناشی از آلودگی هوا مربوط به حادثه شهر لندن در سال ۱۹۵۲ میلادی با بیش از ۴۰۰۰ مرگ است که به علت مه‌دود فتو شیمیایی و باران اسیدی رخ داد (۶).

با توجه به گزارشی که سازمان قانون‌گذاری محیط زیست با نام Yale در سال ۲۰۰۶ میلادی منتشر کرده است؛ کشورهای در حال توسعه امریکای جنوبی و آسیا در معرض خطر جدی آلودگی هوا قرار دارند. طبق همین گزارش، ایران از نظر شاخص عملکرد محیط زیست دارای رتبه ۱۱۷ام در بین ۱۳۳ کشور است (۷).

بر اساس آمارهایی که از مقایسه‌ی میزان آلاینده‌های تهران با استانداردهای جهانی صورت گرفته است؛ یکی از اصلی‌ترین مشکلات زیست محیطی تهران را مسأله آلودگی هوا می‌توان قلمداد کرد (۸). امروزه کلان‌شهر تهران با احتساب شهرک‌های اطراف، با بیش از ۱۱/۵ میلیون جمعیت به دلیل موقعیت اقلیمی و توپوگرافی خاص، استقرار هزاران واحد صنعتی و تردد حدود ۲ میلیون وسیله‌های نقلیه با مصرف نزدیک به ۹ میلیون لیتر بنزین در روز، به عنوان یکی از آلوده‌ترین شهرهای بزرگ جهان محسوب می‌شود (۹).

با توجه به آماری که در مورد بیماری‌های مختلف و مرگ‌ومیر ناشی از آن در کشور به‌دست آمده، تهران بالاترین مرگ‌ومیر ناشی از بیماری‌های مرتبط با آلودگی هوا را به خود اختصاص داده است (۱۰). بررسی‌های که بین داده‌های پژوهش از جمله عناصر اقلیمی دما، فشار و رطوبت نسبی و آلاینده‌های هوا مانند ذرات معلق، هیدروکربن‌ها، دی‌اکسید گوگرد، دی‌اکسید نیتروژن و مونواکسید کربن با فوت‌شدگان بیماری‌های قلبی- عروقی شهر تهران در طی دوره آماری ۲۰۰۳-۱۹۹۹ میلادی صورت گرفت، که با توجه به ضریب‌های همبستگی به‌دست آمده بین میانگین ماهانه و سالانه آلاینده‌های هوای شهر تهران (NO_2,SO_2,CO,HC,PM10) با فوت‌شدگان بیماری‌های قلبی- عروقی در طی دوره‌ی آماری ۲۰۰۳-۱۹۹۹ میلادی بین میانگین ماهیانه دی‌اکسید نیتروژن (NO_2) و هیدروکربن‌ها (HC) با فوت‌شدگان قلبی ارتباط آماری معنی داری را نشان داد ؛ به‌ویژه ارتباط دی‌اکسید نیتروژن (NO_2) با فوت‌شدگان قلبی بیش از ۶۰ درصد بوده و در بقیه‌ی موارد ارتباط بین آلاینده‌ها به‌ویژه مونواکسید کربن (CO) و دی‌اکسید گوگرد (SO_2) با فوت‌شدگان بیماری‌های قلبی ضعیف و کم‌تر از ۳۰ درصد بود (۴).

در مطالعه‌هایی که به‌صورت نقطه‌ای اثرات سلامتی آلودگی هوا و میزان مرگ‌ومیر ناشی از آن بررسی کرده‌اند؛ اثر آلاینده‌ها مختلف روی مرگ‌ومیر مثبت و کوچک است و این فرضیه که آلودگی هوا اثر مرگ‌ومیر ندارد؛ غیر محتمل نخواهد بود. بر مبنای این یافته‌ها، پیشنهاد شده که در مقابل استفاده از برآوردهای نقطه‌ای، از داده‌های سری زمانی برای ایجاد استانداردهای تنظیمی آلودگی هوا استفاده شود (۱۰). علت این موضوع هم وجود عوامل مختلف و زیاد مخدوش کننده (فردی، محیطی و اجتماعی)، و هم‌چنین همبستگی بین آلاینده‌ها که رابطه‌ی غیر خطی بین آن‌ها را به دنبال دارد؛ بیان شده است.

امروزه در کشورهای صنعتی و حتی در کشورها با در آمد کم و متوسط آلودگی هوای محیط زیست نشان دهنده یک مشکل بهداشتی اجتماعی است، در نتیجه به پژوهش‌های بیش‌تری در هر دو زمینه‌ی مطالعه‌های انسانی و حیوانی برای درک جزییات ارتباط بین آلودگی هوا و مرگ‌ومیر در انسان نیاز است (۱۱).

در نتیجه باید مطالعه‌های آلودگی هوا به طرف استفاده از مدل‌های مناسب برای شناخت رفتار آلودگی هوا حرکت کند. بنابراین در این مقاله به کمک آنالیز رگرسیون پوآسن و سری زمانی مدل GLARMA اثر آلاینده‌های هوا را بر تعداد مرگ به دلیل بیماری‌های قلبی- عروقی و تنفسی شهر تهران بررسی شده است. اگرچه در گذشته مطالعه‌های با روش آنالیز رگرسیون و یا استفاده از سری زمانی برای پیش‌بینی و بررسی روند غلظت آلاینده‌ها انجام شده است، اما در این مطالعه و با به‌کارگیری مدل GLARMA علاوه بر این‌که زمان وارد مدل می‌شود، می‌توان هم‌زمان اثر متغیرهای مستقل را نیز مشاهده کرد. این در حالی است که متغیر پاسخ مورد بررسی (تعداد مرگ روزانه) متغیری قابل شمارش است.

روش کار

این پژوهش یک مطالعه با طرح رگرسیون سری زمانی و به‌کارگیری مدل GLARMA است که جزء مطالعه‌های همبستگی (اکولوژیک) محسوب می‌شود. در این مطالعه جمعیت شهر تهران به عنوان واحد مطالعه در نظر گرفته شده است. کلان‌شهر تهران با مساحت تقریباً ۸۰۰ کیلومتری واقع در نیمه‌ی شمالی کشور و جمعیت ۱۱/۵ میلیون نفری، پنجمین شهر پر جمعیت جهان به‌شمار می‌رود (۸).

اطلاعات مربوط به غلظت روزانه ۵ آلاینده هوا شامل مونواکسید کربن، دی‌اکسید نیتروژن، دی‌اکسید گوگرد، ازن و ذرات معلق با قطر کم‌تر از ۱۰ میکرون از ابتدای فروردین‌ماه ۱۳۹۱ تا پایان اسفندماه ۱۳۹۲ (۲۰۱۲/۳/۲۰ تا ۲۰۱۴/۳/۲۰) در ۸ ایستگاه شرکت کنترل کیفیت هوای تهران با موقعیت جغرافیایی متفاوت اندازه‌گیری شد (شکل شماره ۱). سطوح اندازه‌گیری این آلاینده‌ها براساس شاخص استاندارد آلودگی (PSI) است.

روش به‌کار گرفته شده برای اندازه‌گیری هر یک از این

آلاینده‌ها توسط شرکت کنترل کیفیت هوا به شرح زیر است (۱۲):

در شرکت کنترل کیفیت هوا غلظت دی‌اکسید نیتروژن با به‌کارگیری روش chem iluminescence's reaction، غلظت مونواکسید کربن را با روش infrared absorption، غلظت گاز ازن به کمک UV photometric، دی‌اکسید گوگرد با روش UV Fluorescence و برای اندازه‌گیری ذرات معلق با قطر کم‌تر از ۱۰ میکرون از روش filter absorption استفاده می‌کند.

اندازه‌های میانگین روزانه دما و رطوبت نسبی و حداقل و حداکثر دما طی مدت زمان مورد نظر مطالعه، نیز از ایستگاه هواشناسی فرودگاه مهرآباد استخراج شد.

هم‌چنین اطلاعات تعداد مرگ روزانه به دلیل بیماری‌های قلبی- عروقی و تنفسی کلان‌شهر تهران در همین تاریخ از بخش انفورماتیک سازمان بهشت زهرا استخراج شد.

سپس برای یافتن رابطه بین غلظت روزانه آلاینده‌های هوا و تعداد مرگ روزانه از روش آماری سری زمانی و رگرسیون پوآسن مدل GLARMA استفاده شد. درمطالعات رگرسیون و سری زمانی معمولاً هم مواجهه و هم پیامد مورد نظر متغیرهایی هستند که با فاصله منظم- مانند سطح روزانه غلظت آلاینده‌های هوا و تعداد مرگ- ثبت می‌شود (۱۳).

در این پژوهش برای پیش‌بینی تعداد مرگ روزانه از بیماری قلبی- عروقی و تنفسی با تغییر سطح آلاینده‌ها غلظت هر یک از متغیرهای مستقل (آلاینده‌ها) و اندازه‌ی متغیر پاسخ (تعداد مرگ) و هم‌چنین سطح متغیرهای مخدوش‌کننده (میانگین دما و رطوبت نسبی و حداقل و حداکثر دما) به‌صورت کمی وارد مدل شده‌اند. سطح معنی‌داری برای آلاینده‌ها کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

رویکرد مدل پوآسن GLARMA به این شکل است که در قدم نخست یک مدل پوآسن GLM ساده برازش کرده و خود همبستگی (Autoregrssive) باقی‌مانده‌ها را با رسم نمودار ACF بررسی می‌کند. اگر خود همبستگی قابل توجهی در نمودار ACF نشان داده شود؛ مدل GLARMA را برای داده‌ها تنظیم می‌کند. به دلیل این‌که داده‌ها دارای ماهیت سری زمانی هستند؛ معمولاً خود همبستگی بین اعداد وجود دارد که یافته‌ها را منحرف کند. بنابراین با برازش مدل پوآسن GLARMA مشکل خودهمبستگی داده‌های سری حل می‌شود (۱۴). هم‌چنین نمودارهای تشخیصی مختلفی برای باقی‌مانده‌ها رسم می‌شود، که مناسب بودن مدل برای داده‌ها را بررسی می‌کند. (شش نمودار به‌صورت پیش‌فرض) انتخاب هرکدام از این نمودارها توسط پژوهشگر صورت می‌پذیرد (۱۵). برای تجزیه و تحلیل آماری توصیفی از نرم‌افزار Excel نسخه‌ی ۲۰۱۰ و برای برازش مدل از نرم‌افزار R نسخه‌ی Ri۳۸۶ ۳.۲.۲ استفاده شد.

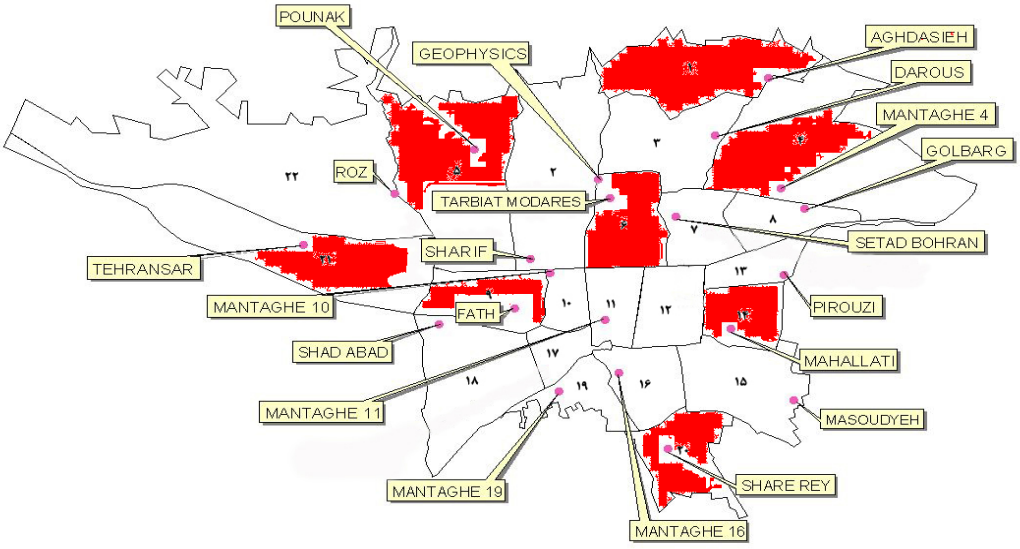
یافته‌ها

با توجه به این‌که در برخی روزها اندازه‌گیری آلاینده‌ها توسط دستگاه‌های سنجش به هر دلیلی صورت نگرفت، عملاً آنالیز روی داده‌های ۷۱۷ روز انجام شده است. از تاریخ ۹۱/۰۱/۰۱ تا ۹۲/۱۲/۲۹ در کلان‌شهر تهران در مجموع ۴۱۰۰۵ مرگ روزانه با میانگین ۵۷ و انحراف معیار ۹/۶۷ به دلیل بیماری‌های قلبی- عروقی و تنفسی رخ داده است. بیش‌ترین تعداد مرگ در هر دو سال در فصل زمستان و در ماه‌های پاییز و زمستان بوده است. حداکثر ۹۸ و حداقل ۳۱ مورد مرگ در روز طی این مدت مشاهده شده است.

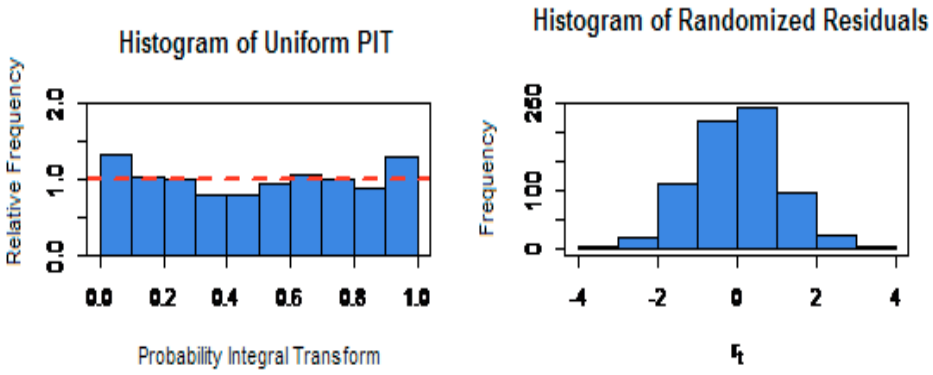
بیش‌ترین غلظت آلاینده‌های مونواکسید کربن در فصل پاییز و زمستان بوده؛ در حالی که حداکثر غلظت دی‌اکسید نیتروژن و گاز ازن در فصل بهار و تابستان بوده است. نکته قابل توجه در مورد غلظت دی‌اکسید گوگرد است؛ به‌طوری‌که غلظت آن در سال ۹۲ نسبت به ۹۱ تقریباً ۲ برابر شد و حداکثر غلظت آن در سال ۹۲ در تاریخ ۱۹ بهمن با مقدار ppm ۱۳۰ بوده، این در حالی است که حداکثر غلظت دی‌اکسید گوگرد در سال ۹۱ به سطح ppm ۵۴ رسیده است. حداکثر غلظت مربوط به ذرات معلق- با قطر کم‌تر از ۱۰ میکرون- در فصل بهار و تابستان است. جدول شماره ۱ میانگین غلظت آلاینده‌ها را در فصل‌های مختلف سال نشان می‌دهد. یافته‌های آمار توصیفی و مقایسه مقدار غلظت آلاینده‌ها در فصل‌های مختلف و تعداد مرگ بیان‌گر آن بود که بیش‌ترین تعداد مرگ در فصل زمستان و پاییز است که این با حداکثر غلظت ازن، مونواکسید کربن و دی‌اکسید گوگرد در همین فصل‌ها هم‌خوانی دارد.

جدول شماره ۲ رابطه‌ی رگرسیونی برازش داده شده برای آلاینده‌های مورد مطالعه در مدل را نشان می‌دهد. در مدل نهایی و پس از حذف اثر مخدوش‌کننده‌ها، در بین آلاینده‌ها غلظت ازن (P=۰.۰۲) و ذرات معلق قطر کم‌تر از ۱۰ میکرون (P<۰.۰۰۱) با تعداد مرگ رابطه‌ی آماری معنی‌داری نشان دادند. در شکل شماره ۲ نمودارهای تشخیصی برای مقادیر باقی‌مانده آورده شده است، که همه‌ی نمودارها مناسب بودن مدل پوآسن GLARMA را برای داده‌ها تأیید می‌کنند.

برای برآورد اثر غلظت آلاینده‌هایی که در مدل رابطه آن‌ها با تعداد مرگ معنی‌دار شد، ضریب رگرسیونی محاسبه شده هر کدام را از مبنای لگاریتمی خارج نموده، در نتیجه به ازای ۱۰ واحد (PPM) افزایش غلظت ازن (O_3) تعداد مرگ روزانه به دلیل بیماری قلبی- عروقی و تنفسی یک درصد افزایش می‌یابد و هم‌چنین به ازای ۱۰ واحد (PPM) افزایش غلظت ذرات معلق با قطر کم‌تر از ۱۰ میکرون تعداد مرگ روزانه به دلیل بیماری قلبی- عروقی و تنفسی ۰/۶۹ درصد افزایش خواهد داشت.



شکل شماره ۱- موقعیت جغرافیایی ۸ ایستگاه شرکت کنترل و کیفیت هوا که داده‌های مربوط به آلاینده‌ها از آن‌ها جمع‌آوری شد.



شکل شماره ۲- نمودارهای هیستوگرام برای مقادیر باقی‌مانده

جدول شماره ۱- میانگین و انحراف معیار غلظت آلاینده‌ها بر حسب فصل

آلاینده	بهار		تابستان		پاییز		زمستان	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
مونواکسید کربن	۲/۱۹	۰/۳۴	۲/۳۷	۰/۵۸	۲/۹۷	۰/۵۶	۲/۹۲	۰/۶۱
ازن	۲۴/۹۵	۸/۷۰	۲۲/۸۳	۸/۲۸	۱۷/۱۵	۷/۲۰	۲۱/۳۰	۱۶/۸۴
دی‌اکسید نیتروژن	۳۹/۷۷	۸/۹۳	۵۳/۳۶	۱۷/۴۱	۵۶/۳۱	۱۳/۷۴	۵۱/۱۹	۱۲/۶۴

دی‌اکسید گوگرد	۲۱/۳۶	۵/۲۰	۲۱/۶۲	۵/۱۶	۲۲/۱۴	۷/۲۳	۳۲/۷۰	۲۳/۸۰
ذرات معلق	۷۳/۵۶	۳۳/۸۶	۶۷/۷۰	۲۳/۳۰	۷۵/۳۳	۲۷/۲۴	۶۸/۴۰	۲۸/۲۰

جدول شماره ۲- یافته‌های مدل رگرسیون برآورد موارد مرگ برای آلاینده‌های مختلف

متغیر	ضریب رگرسیون	خطای معیار ضریب رگرسیون	P- Value
عرض از مبدا	۴/۱۸۹۵۰	۰/۰۵۷۰۰	<۰/۰۰۱
مونواکسید کربن	۰/۰۰۲۸۴	۰/۰۱۲۱۳	۰/۸۱
ازن	۰/۰۰۱۱۰	۰/۰۰۰۴۸	۰/۰۲
دی‌اکسید نیتروژن	۰/۰۰۰۴۹	۰/۰۰۰۴۸	۰/۳۰
دی‌اکسید گوگرد	-۰/۰۰۰۲۳	۰/۰۰۰۴۰	۰/۵۶
ذرات معلق	۰/۰۰۰۶۹	۰/۰۰۰۱۷	<۰/۰۰۱

بحث

همانطور که در یافته‌ها بیان شد، از بین ۵ آلاینده مورد مطالعه، ۲ آلاینده رابطه‌ی آماری معنی‌داری را در مدل GLARMA نشان دادند. بر اساس یافته‌های این مطالعه، گاز ازن و ذرات معلق (PM10) متغیرهای پیشگویی کننده تعداد مرگ روزانه محسوب می‌شوند؛ به‌طوری که برای هر ۱۰ µg /m³ افزایش غلظت ازن (O_3) یک درصد و همین‌طور برای هر ۱۰ µg /m³ افزایش غلظت ذرات معلق (PM10) تعداد مرگ روزانه از بیماری‌های قلبی- عروقی و تنفسی ۰/۶۹ درصد افزایش داشته است. سازوکارهای متعددی - مانند التهاب ریه، تسریع آترواسکلروز، تغییر عملکرد قلب، افزایش سایتوکین‌های التهابی در قلب، التهاب کیسه‌های هوایی، تشدید بیماری‌های ریوی گذشته، افزایش انعقاد خون، افزایش ویسکوزیته خون، افزایش فیبرینوژن پلاسما و تغییر در ضربان قلب برای تأثیر ذرات در ایجاد مرگ‌ومیر پیشنهاد شده است (۳). راه اصلی ورود گاز ازن به بدن دستگاه تنفس است و اثر محسوسی روی قسمت اصلی ریه دارد (۱۶). با این حال به نظر می‌رسد که تعیین مکانیسم عمل آن هنوز به مطالعه‌های بیش‌تری نیاز دارد.

مطالعه‌ای که در شهر کرمان با روش آنالیز رگرسیون (دو جمله‌ای منفی) انجام شد، نشان داد که بین مواجهه با گردوغبار و کل مرگ‌ومیر تنفسی ارتباط احتمالی (P=0.058) و بین مواجهه با گردوغبار و مرگ‌ومیر تنفسی مردان ارتباط آماری معنی‌داری (P=0.021) وجود دارد (۱۷). با این وجود در مطالعه دیگری که در همین شهر و با روش آنالیز مشابهی به بررسی رابطه بین مرگ از بیماری قلبی- عروقی و ۷ آلاینده‌ی هوا در بین زنان و مردان به‌طور جداگانه پرداخته است؛ یافته‌ها رابطه‌ی آماری معنی‌داری را نشان ندادند (۱۸).

مشابه این یافته‌ها در مطالعه‌ی کالیفرنیا- که در سال ۲۰۰۸ میلادی با روش مورد- متقاطع (case-crossover) و سری زمانی انجام شد - ازن و ذرات معلق رابطه‌ی آماری معنی‌داری با تعداد مرگ روزانه نشان داد (۱۹). هم‌چنین این یافته‌ها با یافته‌های مطالعه‌هایی که در استرالیا با روش رگرسیون و سری زمانی انجام شده است؛ مطابقت دارد (۲۰). در مطالعه‌ی دیگری در چین دیده شد که حداکثر اثر PM10 بر مرگ‌ومیر در همان روز (تأخیر صفر) بوده است. در این مطالعه هر ۱۰ µg/m³ افزایش در PM10 روزانه در همان روز به طور معنی‌داری همراه با افزایش ۰/۳۶ درصدی در مرگ‌های غیر ترومایی، ۰/۷۱ در صد مرگ‌های تنفسی بوده است. این مطالعه نتیجه گرفت که شواهدی مبتنی بر اثرات حاد ذرات PM10 در مرگ تنفسی وجود دارد (۳).

از سوی دیگر مطالعه‌هایی که در گذشته در شهرهای مختلف ایران انجام شد، یافته‌های متفاوتی را به همراه داشتند. در مطالعه مسجدی و همکاران رابطه‌ی آماری معنی‌داری بین غلظت ازن و ذرات معلق با حمله‌های حاد قلبی- عروقی و تنفسی در تهران مشاهده نشده است. در این مطالعه همبستگی بین SO_2 و NO_2 با حمله‌های حاد قلبی- عروقی و تنفسی وجود داشته است (۲۱). این در حالی است که در شیراز مهم‌ترین آلاینده هوا PM10 بود (۲۲).

مطالعه‌های رگرسیون سری زمانی به‌طور گسترده در اپیدمیولوژی محیط زیست استفاده می‌شود. به ویژه در مطالعه‌هایی که به بررسی مواجهه‌های کوتاه‌مدت می‌پردازند و به‌طور معمول در این مطالعه‌ها، اطلاعات مربوط به مواجهه و پیامد هردو در فواصل زمانی منظم موجود است (۱۳). با توجه به

این‌که مطالعه‌ها نشان داده که هیچ مدل خطی ساده‌ای برای آلاینده‌های هوا وجود ندارد؛ و مدل‌های سری زمانی با توانایی پیش‌بینی، گزینه‌ی مناسبی برای بررسی روابط آلاینده‌ها هستند (۲۳). در این پژوهش تلاش شده است سری‌های زمانی مربوط به آلاینده‌های شاخص PSI با مدل رگرسیون پوآسن و سری زمانی مدل GLARMA برازش شود و با تعدیل اثر عوامل مخدوش کننده- میانگین دمای روزانه، میانگین رطوبت روزانه و حداقل حداکثر دما- روابط بین آلاینده‌ها و تعداد مرگ روزانه تعیین شده و هم‌چنین مقدار افزایش تعداد مرگ روزانه را به ازای افزایش سطح آلاینده‌ها پیش‌بینی شوند. یافته‌ها با آزمون‌های تشخیصی (LR TEST و WALD TEST) ارزیابی شده که با توجه به معنی‌دار شدن آزمون‌ها مناسب بودن مدل برازش شده تأیید شده است. رسم نمودارهای پیش‌فرض برای مقادیر باقی‌مانده سری زمانی نیز نشان داده که مدل پوآسن GLARMA برای داده‌ها از مدل ساده پوآسن GLM مناسب‌تر است.

از محدودیت‌های این مطالعه آن است که تأثیرات سایر عوامل مخدوش کننده محیطی و اجتماعی مانند غلظت سایر آلاینده‌ها، روند فصلی، اثر روزهای تعطیل و غیره را بررسی نکرده است. هم‌چنین به دلیل ماهیت بوم شناختی بودن مطالعه تعمیم نتایج به تک‌تک افراد امکان‌پذیر نیست. از دیگر محدودیت‌های این پژوهش در دسترس نبودن اطلاعات (تعداد) افرادی است که در تهران زندگی می‌کرده‌اند، اما پس از فوت برای دفن به شهرهای دیگر انتقال داده شدند، یا برعکس افرادی که در شهرهای دیگر زندگی کرده، اما در تهران دفن شدند.

هم‌چنین در نظر گرفتن میانگین غلظت آلاینده‌ها- به‌دست آمده از غلظت آلاینده‌ها در ۸ ایستگاه- به‌عنوان مواجهه در کل شهر، با توجه به متفاوت بودن سطوح آلاینده‌ها در مناطق مختلف، یکی دیگر از محدودیت‌های این مطالعه محسوب می‌شود.

نتیجه‌گیری

با توجه به این‌که غلظت آلاینده‌ها در تهران نسبت به شهرهای اروپایی متفاوت- عموماً بالاتر- است. تعمیم یافته‌های مطالعه‌های کشورهای غربی به تهران درست نیست، اما استفاده و الگوبرداری از روش‌های تجزیه و تحلیل آماری و اپیدمیولوژی این مطالعه‌ها قطعاً مفید واقع می‌شوند. پیشنهاد می‌شود مسؤولان مربوط به منظور کاهش تعداد مرگ از بیماری‌های قلبی- عروقی و تنفسی که اصلی‌ترین علت مرگ در ایران نیز محسوب می‌شود؛ منابع تولید آلاینده‌های ازن و ذرات معلق را بیش از پیش شناسایی و کنترل کنند.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی همدان به خاطر حمایت مالی این مطالعه در قالب طرح شماره ۹۴۰۳۱۲۱۲۲۶ تشکر و قدردانی می‌نمایند. این مقاله برگرفته از پایان‌نامه دوره‌ی کارشناسی ارشد دانشگاه علوم پزشکی همدان در رشته اپیدمیولوژی است.

منابع

1. Anderson HR. Air pollution and mortality: A history. Atmospheric Environment. 2009; 43: 142-52.
2. Liang W-M, Wei H-Y, Kuo H-W. Association between daily mortality from respiratory and cardiovascular diseases and air pollution in Taiwan. Environmental Research. 2009; 109: 51-8.
3. Qian Z, He Q, Lin H-M, Kong L, Liao D, Dan J, et al. Association of daily cause-specific mortality with ambient particle air pollution in Wuhan, China. Environmental Research. 2007; 105: 380-9.
4. Gholizadeh M, Farajzadeh M, Darand M. The correlation between air pollution and human mortality in Tehran. Hakim Research Journal. 2009; 12: 65-71.
5. Hosseinpoor AR, Forouzanfar MH, Yunesian M, Asghari F, Naieni KH, Farhood D. Air pollution and hospitalization due to angina pectoris in Tehran, Iran: a time-series study. Environmental Research. 2005; 99: 126-31.
6. Amirbagi H. Principles of Environmental Health. 1st ed. Tehran: Andishe Rafiee; 2010, p25-30.
7. Yale University. Pilot 2006 Environmental Performance Index 2006 [updated 2014; cited 2006 2006 June 26]. Available from: http://www.yale.edu/epi/2006EPI_Report_Full.pdf.
8. Bayat R. The share of air pollution sources in Tehran [Master of??? science thesis]. Tehran: Sharif University of Technology School of Civil Engineering; 2004.
9. Kermani M. Investigation of 10pm and mix the ingredients in air tsp Groups- Shariati Hospital in Tehran [Master of scinece thesis]. Tehran: Tehran University of Medical Sciences; 2003.
10. Mohamady H. Its climatic elements and air pollutant ways of Tehran deaths Heart disease (1999-2003). Physical Geography Research Quarterly. 2006: 47-66.
11. Santus P, Russo A, Madonini E, Allegra L, Blasi F, Centanni S, et al. How air pollution influences clinical management of respiratory diseases. A case-crossover study in Milan. Respir Res. 2012; 13: 95.
12. Yonessian M, Malek-Afzali H, Holakoei-Naeeni K. The relationship between increased air pollution and death in people over the age of 64 years in Tehran. Bimonthly PAYESH. 2001; 1: 19-24.
13. Bhaskaran K, Gasparrini A, Hajat S, Smeeth L, Armstrong B. Time series regression studies in environmental epidemiology. International Journal of Epidemiology. 2013; 42: 1187-95.
14. Chen F, Yip PS. The influence of cold weather on the usage

of emergency link calls: a case study in Hong Kong. BMC medical informatics and decision making. 2015; 15: 1.
15. Dunsmuir WT, Scott DJ. The glarma Package for Observation Driven Time Series Regression of Counts 2015.
16. Ghanbari Ghozikali M, Mosaferi M, Nadafi K. Quantification of the Health Effects of Exposur to Ozonein Tabriz by using AIRQ model. Urmia Medical Journal. 2014; 25: 521-30.
17. Khanjani N, Ranadeh Kalankesh L, Mansouri F. Air pollution and Respiratory Deaths in Kerman, Iran (from 2006 till 2010). Iranian Journal of Epidemiology. 2012; 8: 58-65.
18. S Yaser H, Narges K, Yaser S, Rasoul M. Air Pollution and Cardiovascular Mortality in Kerman from 2006 to 2011. American Journal of Cardiovascular Disease Research. 2014; 2: 27-30.
19. Basu R, Feng W-Y, Ostro BD. Characterizing temperature and mortality in nine California counties. Epidemiology. 2008; 19: 138-45.
20. Zanobetti A, Schwartz J. Temperature and mortality in nine US cities. Epidemiology (Cambridge, Mass). 2008; 19: 563.
21. Masjedi M, Jamaati H, Dokohaki P, Ahmad-zade Z, Ghavam M, Agin K, et al. The association of air pollution with acute heart attacks and respiratory. The Quarterly Journal of School of Medicine, Shahid Beheshti University of Medical Sciences(Research on Medicine). 2001; 25: 25-33.
22. Dehghani M, Shamsedini N, Haghighi P,editors. Evaluate the relationship between air pollution and respiratory mortality due to cardiovascular disease in Shiraz. Sixteenth National Conference on Environmental Health Iran. 2013 June. Tabriz.
23. Khosravi A, Modares R. Daily time series analysis of air pollution from the petrochemical industry. Quarterly Journal of Environmental Studies. 2007; 33: 33-42.

Iranian Journal of Epidemiology 2017; 12(4): 36-43.
Original Article

Association between Increased Air Pollution and Mortality from Respiratory and Cardiac Diseases in Tehran: Application of the GLARMA Model

Sharifi S[1], Karami M[1,2], Esmailnasab N[3], Rooshanaei GH[4], Farsan H[5]

1- Department of Epidemiology, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
2- Associate Professor of Epidemiology, Modeling of Non-Communicable Diseases Research Center, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
3- Professor of Epidemiology, Department of Biostatistics and Epidemiology, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran
4- Associate Professor of Biostatistics, Modeling of Non-Communicable Diseases Research Center and Department of Biostatistics, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
5- BSc in Occupational Health, Kerman, Iran
Corresponding author: Karami M, ma.karami@umsha.ac.ir

Background and Objectives: Cardiac diseases are a major cause of death in Iran. The number of deaths from cardiac diseases can be reduced through controlling air pollution. The aim of this study was to determine the relationship between increased air pollution and mortality from respiratory and cardiac diseases in Tehran.

Methods: The average daily concentrations of five pollutants, including carbon monoxide (CO), nitrogen dioxide (NO2), ozone (O3), sulfur dioxide (SO2), and particulate matter less than 10 microns (PM10) were collected from 8 stations in Tehran, Iran. Then, their effects on the number of daily deaths due to cardiovascular and respiratory diseases were calculated using time series and Poisson GLARMA model (generalized linear autoregressive moving average). The climatic elements such as mean, maximum, and minimum temperature and daily humidity were considered as confounding factors.

Results: After adjustment for potential confounding variables of the final model of the pollutants, the mean daily ozone level ($P = 0.02$) and particulate matters less than 10 microns ($P < 0.001$) had a significant correlation with the number of daily deaths.

Conclusion: According to the results of this study that addressed the relationship between air pollutants and death using new statistical methods, it is necessary to take more effective measures to control ozone and particulate matters less than 10 microns to reduce the mortality of heart and respiratory diseases in Tehran.

Keywords: Time series, Poisson model, GLARMA, Air pollution, Tehran