مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره سیزدهم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۹، صفحات ۵۴۵ تا ۵۵۸

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir

مقاله پژوهشی

رویکرد سری زمانی در تخمین ارتباط اثرات بهداشتی با عناصر آب و هوایی و آلودگی هوا در مشهد

سارا منوچهرنیا[۱]، میترا محمدی[۱،*]، رضا اسماعیلی[۲]، احمد وحدانی[۳،۱]

۱- گروه محیط زیست، دانشکده محیط زیست، موسسه آموزش عالی خردگرایان مطهر، مشهد، ایران
۲- معاونت خدمات شهری شهرداری مشهد، مرکز پایش آلاینده‌های زیست محیطی، مشهد، ایران
۳- کارشناس آزمایشگاه اداره کل حفاظت محیط زیست خراسان شمالی، بجنورد، ایران

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۷/۲۳
تاریخ ویرایش: ۹۹/۰۹/۲۵
تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۹/۳۰
تاریخ انتشار: ۹۹/۰۹/۳۰

واژگان کلیدی: آلودگی هوا، عناصر آب و هوایی، بیماری قلبی-عروقی، مرگ و میر، مدل سری زمانی

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
mitramohammadi@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: هدف از انجام این مطالعه ارزیابی ارتباط بین پارامترهای اقلیمی و آلودگی هوای شهر مشهد با بیماران قلبی- عروقی و فوت ناشی از آن در سال ۱۳۹۳ توسط مدل سری زمانی است.

روش بررسی: داده‌های بیماران (شامل موارد سرپایی و انتقال به بیمارستان) و مرگ و میر قلبی-عروقی از مرکز فوریت‌های پزشکی و سازمان فردوس‌های مشهد، پارامترهای اقلیمی همچون دما، فشار، رطوبت نسبی، سرعت باد و بارندگی از سازمان هواشناسی و آلاینده‌های شاخص هوا از مرکز پایش آلاینده‌های زیست محیطی مشهد برای دوره آماری سال ۱۳۹۳ گردآوری گردید. در این پژوهش، جهت بررسی تاثیر پارامترهای اقلیمی و مقادیر آلاینده هوا بر روی بیماران قلبی-عروقی و فوت ناشی از آن با تاخیر روزانه، هفتگی و ماهانه از مدل سری زمانی باکس جنکینز (مدل تلفیقی اتورگرسیون و میانگین متحرک معروف به ARIMA) در سطح معنی‌داری ۵ درصد استفاده شد. سپس به بررسی اثر فصول بر تعداد بیماران مذکور و فوت ناشی از آن توسط آزمون ناپارامتری کروسکال-والیس پرداخته شد.

یافته‌ها: برازش مدل نهایی برای تعیین رابطه ماهانه میان عناصر اقلیمی و آلاینده‌های هوا با تعداد بیماران قلبی-عروقی و فوت ناشی از آن برابر یک مدل ARIMA (0,0,0) است. در بررسی ماهانه، رطوبت (رابطه مستقیم)، دما (رابطه مستقیم)، سرعت باد (رابطه معکوس) و $PM_{2.5}$ (رابطه معکوس) به‌ترتیب با میانگین ۱۶/۲۴۷۱، ۴۸/۱۶۲۸، ۱۲۲/۳۸ و ۷/۳۹۰۵، اثر معنی‌داری با تعداد بیماران قلبی-عروقی داشته است. در موارد فوت نیز در بررسی ماهانه فشار (رابطه مستقیم)، دما (رابطه معکوس) و بارندگی (رابطه معکوس) به‌ترتیب با میانگین ۵۹۰۴ /۶، ۱/۵۷۲۸ و ۱/۱۷۰۴ رابطه معنی‌داری با میزان مرگ و میر بیماری‌های قلبی-عروقی داشته‌اند ($p<0/05$). نتایج نشان داد که تنها میان بیماران قلبی-عروقی در فصل‌های مختلف سال تفاوت معنی‌داری وجود دارد و بیشترین میزان بیماران مذکور در فصل پاییز به تعداد ۳۷۷۸ نفر اتفاق افتاده است.

نتیجه‌گیری: از نتایج این مطالعه مشخص شد که ارتباط میان عناصر جوی و آلاینده‌های هوا با تعداد بیماران قلبی-عروقی در مطالعات کوتاه مدت قابل مشاهده بوده، هر چند در موارد مرگ و میر مطالعات بلندمدت می‌توانند اطلاعات بیشتری را نمایان کنند. این مطالعه نشان داد که در وقوع بیماری‌های قلبی-عروقی عناصر اقلیمی و آلاینده‌های هوا موثرند در صورتی‌که در مرگ و میر تنها عناصر اقلیمی نقش اساسی را ایفا کرده‌اند. چالش اصلی مطالعه حاضر این است که بیماری قلبی-عروقی و مرگ ناشی از آن ممکن است تحت تاثیر پارامترهای دیگری غیر از موارد مطرح شده در این پژوهش، همچون متغیرهای مخدوش‌کننده متعدد فردی و محیطی نیز باشند.

Please cite this article as: Manochehrneya S, Mohammadi M, Esmaeili R, Vahdani A. A time series approach to estimate the association between health effects, climate factors and air pollution, Mashhad, Iran. Iranian Journal of Health and Environment. 2020;13(3):545-58.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-13]

مقدمه

آلودگی‌های محیطی ناشی از پیشرفت‌های صنعتی و مکانیزه شدن زندگی بشر همواره شرایط زیستی افراد جامعه را به مخاطره افکنده است، بطوری‌که در این میان آلودگی هوا بیش از پیش مد نظر محققین قرار گرفته است (۱، ۲). آلودگی هوا در کشورهای در حال توسعه ناشی از ازدیاد جمعیت، ساز و کار نادرست وسایل نقلیه و استفاده گسترده از سوخت‌های فسیلی است (۳). آلاینده‌هایی که وارد هوا می‌شوند به صورت گازی، مایع و جامد یا ذره‌ای هستند، بطوری‌که از آلاینده‌های ذره‌ای می‌توان به ذرات معلق (PM_{10}, $PM_{2.5}$) و از آلاینده‌های گازی به منوکسید کربن (CO)، دی اکسید نیتروژن (NO_2)، دی اکسید گوگرد (SO_2)، ازن (O_3)، پراکسی استیل نیترات (PAN) و هیدروکربن (HC) اشاره کرد (۲).

آلودگی هوا یک ریسک فاکتور مهم محیطی برای جهان و سلامت عمومی محسوب می‌شود که با افزایش هزینه‌های پزشکی و میرایی همراه است (۴). عواقب آلودگی هوا در درجه اول به صورت انواع امراض و بیماری‌های قلبی-عروقی و ریوی، کاهش سطح عملکرد فرد در فعالیت‌های روزمره، تشدید افزایش استفاده از دارو و مرگ و میر زودرس متوجه ساکنان شهرها می‌شود. طبق تحقیقات Godarzi و همکاران (۵)،۷۲ و ۸۷ درصد از موارد تجمعی مرگ و میر بیماری قلبی-عروقی و بیماری مزمن انسداد ریوی منتسب به آلاینده NO_2 در یک سال به ترتیب در روزهای با غلظت کمتر از ۳۹۰ و $\mu g/m^3$ ۱۱۰رخ داده است. عوامل خطرساز مختلفی از جمله ارث، سن، جنس، نژاد، فشارخون، مصرف سیگار و عناصر اقلیمی وجود دارند که فرد را مستعد ابتلا به بیماری‌های شریان کرونری و قلبی-عروقی می‌نماید که از این میان، عوامل محیطی و تاثیر آلاینده‌های محیطی نقش مهمی در این زمینه دارند (۶). پژوهش‌های متعددی در سال‌های اخیر در نقاط مختلف جهان انجام شده است، بطوری‌که درخصوص مشخص کردن رابطه بین آثار آلودگی هوا و سلامت انسان براساس نتایج Rezaei و همکاران (۱) و همچنین Falahati و همکاران (۳)، تاثیر تشدید وضعیت کیفی آلودگی هوا و افزایش میزان بیماران به اورژانس‌های بیمارستانی به دلیل بیماری‌های قلبی-عروقی، بیماری‌های مزمن تنفسی، سرطان ریه، حساسیت چشم، حلق و بینی، کاهش دید، واکنش‌های آلرژیک، و مرگ و میر قابل توجه است. برآورد بار جهانی بیماری‌های ناشی از آلودگی هوا توسط سازمان جهانی بهداشت حاکی از آن است که۸۹ درصد از کل مرگ‌های مربوط به آلودگی هوا در اثر بیماری‌های قلبی-عروقی و تنفسی است (۴). اکثر پژوهش‌های صورت گرفته درخصوص بررسی ارتباط مستقیم بین تعداد موارد با مشکل علائم حاد قلبی-عروقی ثبت شده در مرکز فوریت‌های پزشکی و آلودگی هوا در آمریکا و اروپا انجام شده است و در نتیجه فقدان مطالعات اپیدمیولوژیک در آسیا وجود دارد (۷). در نیمه اول قرن بیستم، شاهد رشد سریع اپیدمی بیماری‌های قلبی-عروقی به عنوان نتیجه صنعتی شدن، شهرنشینی، افزایش رفاه و تحولات اجتماعی در کشورهای با درآمد بالا و به دنبال آن کاهش چشمگیر در مرگ و میر بیماری‌های قلبی- عروقی در طول نیمه دوم قرن بیستم بودیم (۸). در ایران نیز مطالعات اندکی در رابطه با چگونگی تاثیر همزمان عوامل اقلیمی و آلودگی هوا بر تعداد موارد با مشکل علائم حاد قلبی-عروقی ثبت شده در مرکز فوریت‌های پزشکی در کلان شهرهای آلوده ایران انجام شده است. از این میان می‌توان به مطالعه Dehghani و همکاران (۹) در رابطه با بررسی ارتباط میان عوامل اقلیمی و آلودگی هوا با بیماری قلبی-عروقی در شهر شیراز اشاره کرد. براساس نتایج این مطالعه مشخص گردید که بین مرگ و میر ناشی از آلاینده SO_2 با دما و فشار هوا ارتباط معنی‌داری وجود دارد. همچنین رابطه معنی‌داری بین CO و تعداد بیماران قلبی-عروقی مراجعه کننده به بیمارستان‌های این شهر مشاهده شد (۹). Ashrafi و همکار (۱۰) نیز در تحلیل پایداری جوی و همبستگی آن با غلظت آلاینده‌های هوا در شهر تهران

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-13]

در سال ۲۰۱۴ نشان دادند که در دوره مورد بررسی، شرایط پایدار در ۸۹ درصد مواقع غالب بوده و لذا کمبود آمیختگی جوی و به تبع آن حبس آلودگی بیشتر بوده است. همچنین مشخص شد که غلظت آلاینده‌های CO و NO_2 با افزایش سرعت باد که اغلب از جنوب غربی است، افزایش می‌یابد. نتایج Khorshid Doost و همکاران (۱۱) نیز نشان می‌دهد با وجود صرف عناصر آب و هوایی، افزایش هر واحد از عناصر، میانگین حداقل دما، میانگین حداکثر رطوبت نسبی و سرعت باد غالب، مرگ و میر سکته قلبی را به ترتیب ۰/۱۶، ۰/۰۶ واحد افزایش و ۰/۲۰۲ واحد کاهش داده است؛ اما در صورت وجود آلودگی، با افزایش هر واحد در میانگین حداقل دما و حداکثر سرعت باد، احتمال مرگ و میر به ترتیب ۰/۲۱۱ واحد افزایش و ۰/۳۶۰ واحد کاهش پیدا کرده است. تاثیر درجه حرارت بر مرگ و میر بیماری‌های قلبی-عروقی در آب و هوای بیابانی را Khanjani و همکاران (۱۲) مورد بررسی قرار داده‌اند و نتایج پژوهش آنها حاکی از این است که بین درجه حرارت سرد و مرگ و میر بیماری مذکور، ارتباط مثبت و قوی وجود دارد. نتایج مطالعه‌ای در شهر مشهد نیز نشان داد که گسترش پرفشار سیبری بر روی فلات ایران و همچنین استقرار پرفشار در غرب ایران در نیمه سرد سال به عنوان الگوی مهمی در افت دما، پایداری هوا، نبود تهویه هوا، تراکم غلظت آلاینده‌ها و در نهایت افزایش مرگ و میرهای قلبی-عروقی در سطح شهر مشهد است (۱۳). هر چند مطالعات متعدد نشان دهنده ارتباط معنی‌دار میان عناصر اقلیمی همچون دما، تابش خورشیدی، فشار، بارش، رطوبت، سرعت و جهت باد با شیوع بیماری‌های قلبی-عروقی، ریوی، چشمی و سرطان پوست است. این عوامل به طور مستقیم و یا غیرمستقیم در میزان تولید آلاینده‌ها، میزان انتشار و پراکنش آنها و نیز میزان دریافت آلاینده‌ها در نقاط مختلف تاثیر گذارند (۲).

در حال حاضر آلودگی هوا و تولید حجم بسیار زیادی از آلاینده‌های مختلف، یکی از مشکلات اصلی شهر مشهد به عنوان دومین کلان شهر ایران، بخصوص در پاره‌ای از مواقع سال است. این شهر به دلایل متعددی ازجمله جمعیت بالا، تعدد وسایل نقلیه موتوری، وجود مراکز صنعتی و مناطق زیارتی-سیاحتی، شرایط اقلیمی خاص و قرار گرفتن در بین دو رشته کوه هزارمسجد و بینالود، رتبه دوم آلودگی هوا را در کشور دارا است (۱۴). لذا با توجه به افزایش روزافزون بیماران قلبی-عروقی و فوت ناشی از آن و نیز روند رو به افزایش میزان آلودگی هوا و تعداد روزهای ناسالم در شهر مشهد در سال‌های اخیر و همچنین محدودیت مطالعات انجام شده در این زمینه در کشورمان، این مطالعه با هدف ارزیابی ارتباط بین پارامترهای اقلیمی و آلودگی هوای شهر مشهد با بیماران قلبی-عروقی و فوت ناشی از آن در سال ۱۳۹۳ توسط مدل سری زمانی انجام شد .

مواد و روش‌ها

- جمع آوری اطلاعات و داده‌های مورد نیاز

در این مطالعه، از سه گروه داده متفاوت استفاده شده است. دسته اول غلظت آلاینده‌های اصلی هوا، دسته دوم داده‌های هواشناسی و دسته سوم داده‌های مربوط به بیماران قلبی-عروقی و مرگ و میر ناشی از آن است. مشکلات و محدودیت‌هایی از قبیل قابلیت دسترسی به داده‌ها، گردآوری، تجمیع، یکسان سازی دوره آماری، کمیت و کیفیت آمارهای موجود و ... باعث گردید دوره آماری مورد مطالعه برای سال ۱۳۹۳ که داری کاملترین داده‌ها بود صورت گیرد.

- داده‌های مربوط به نوع و میزان غلظت مواد آلاینده

در همین ارتباط میانگین غلظت ۲۴ ساعته هر یک از آلاینده‌های اصلی هوا ($PM_{2.5}$ و O_3 ،SO_2 ،NO_2 ،CO) از مرکز پایش آلاینده‌های زیست محیطی شهر مشهد برای طول دوره مطالعاتی ۱۳۹۳/۱/۱ لغایت ۱۳۹۳/۱۲/۲۹ (۳۶۵ روز، ۵۲ هفته و ۱۲ ماه پیاپی) در مجموع ۱۱۷۶۵ کارکتر داده، برای ۱۱ ایستگاه سنجش کیفیت هوا در نقاط مختلف

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-13]

شـهر مشـهد دریافـت گردید. سـپس نـوع و غلظـت آلاینده‌ها براسـاس میانگیـن، حداقل و حداکثـر روزانه، هفتگـی، ماهیانه و سـالیانه مرتب شـد.

- داده‌های هواشناسی

داده‌هـای مربـوط بـه عناصـر هواشناسـی همچون دما، فشـار، رطوبـت نسـبی، سـرعت بـاد و بارندگـی شـهر مشـهد نیـز در طـول دوره مطالعاتـی بـا مراجعـه بـه اداره کل هواشناسـی مشـهد تهیـه و در مقیـاس زمانـی روزانـه، هفتگـی و ماهانـه مرتـب گردیـد. بـا توجـه بـه اینکـه داده‌هـای فشـار براسـاس فواصـل ۳ سـاعته مـورد سـنجش قرارگرفتـه بودنـد، داده‌هـا براسـاس میانگیـن روزانـه محاسـبه و جاگـذاری گردیدنـد. سـپس داده‌های مرتب سـازی شده در محاسـبات آماری مورد اسـتفاده قـرار گرفتند.

- داده‌های مربوط به بیماری و مرگ و میر

داده‌هـای مربـوط بـه بیمـاران قلبی-عروقـی (شـامل بیمـاران سـرپایی و انتقـال بـه بیمارسـتان) و همچنیـن مـرگ و میـر ناشـی از بیمـاری مذکـور در بازه‌هـای زمانـی روزانـه، ماهانه و سـالانه و در سـال ۱۳۹۳ از مرکز فوریت‌های پزشـکی مشـهد و سـازمان فردوس‌های مشـهد گردآوری شـد. این آمار شـامل ۱۴۵۲۰ مـورد بیمـاران قلبی-عروقـی (شـامل بیماری‌هـای فشـارخون بـالا، آنژیـن صـدری، آنفارکتـوس حـاد میـوکارد، بیماری‌هـای قلبـی مزمـن ناشـی از کـم خونـی، ناتوانـی قلب، اتسـاع رگ آئـورت و انسـداد سـرخرگی و ترومبـوز (تشـکیل لختـه خـون)، التهـاب وریدهـا و رگ‌هـا همـراه بـا ترومبـوز و سـایر بیماری‌هـای قلبـی- عروقـی) و ۱۱۷ مـورد مـرگ و میرهـای مرتبط بـود. داده‌های فوت شـامل اطلاعـات تکمیلی از قبیـل سـن، تاریـخ تولـد (روز، مـاه و سـال)، محـل فـوت و محـل زندگـی بیمـاران و متوفیـان نیـز بـود کـه در تحلیـل آمـاری مـورد اسـتفاده قـرار گرفت.

- آنالیز آماری

ایـن پژوهـش یک مطالعـه مقطعـی و از نـوع توصیفی-تحلیلی بـا کمک کاربرد رگرسـیون سـری زمانی اسـت. به ایـن ترتیب کـه ابتـدا مباحـث نظـری و مطالعـات تجربی تحقیـق به روش کتابخانـه‌ای جمـع آوری و سـپس با در نظـر گرفتن ملاحظات و شـرایط، مـدل و الگوی تحلیلی مناسـب انتخاب شـد. سـری زمانـی مجموعـه‌ای از مشـاهدات دربـاره یـک متغیر اسـت که در نقـاط گسسـته‌ای از زمـان کـه معمـولا فاصله‌های مسـاوی دارنـد انـدازه گیـری شـده و بر حسـب زمـان مرتب شـده‌اند. بنابرایـن یـک سـری زمانـی از مشـاهده یـک پدیـده در طول زمـان بدسـت می‌آیـد. از جملـه مزایـای سـری‌های زمانـی می‌تـوان بـه نیـاز آنهـا بـه اطلاعـات جانبـی کمتـر اشـاره کرد کـه ایـن خـود باعـث گردیـده تمایـل بـه اسـتفاده از آن زیاد شـود. لـذا بـا توجـه بـه اطلاعـات و داده‌هـای موجـود در این مطالعـه کـه در طـول زمـان و در فواصـل زمانی مسـاوی جمع آوری و مرتـب سـازی شـده اسـت، از مدل سـری زمانـی برای توصیـف و تشـریح داده‌ها اسـتفاده شـد.

مقادیـر روزانـه، هفتگـی، ماهانه و سـالانه داده‌هـای گردآوری شـده، محاسـبه و جهت تجزیه و تحلیل آماری از نرم افزارهای آمـاری SPSS (20) و R (3.3.0) اسـتفاده شـد. در ابتـدا از پکیـج tsoutliers و بـرازش مـدل سـاریما، در نـرم افـزار R (3.3.0) بـه منظـور شناسـایی داده‌هـای پـرت و داده‌های گمشـده اسـتفاده شـد. اگرچه تاثیر تغییر پارامترهـای اقلیمی و آلودگـی هـوا بـر بدن انسـان در همـان روز قابل مشـاهده اسـت امـا در مـوارد زیـادی تغییرات آب و هـوایی دارای بازتـاب‌هـایی بـوده، کـه امـکان دارد اثـر آن در روزهـای دیگـر نیز ظـاهر شـود. بـه ایـن منظـور و در ایـن مطالعه، تاثیرپـذیری اثـرات بهداشـتی از پـارامترهای هواشناسـی و آلودگـی هـوا در بازه‌های زمانی مختلف بـا اعمال تـاخیرهای زمانـی مـورد بررسـی قـرار گرفـت. لـذا جهـت بررسـی تاثیـر پارامترهـای هواشناسـی و مقادیـر آلاینده هوا بـر روی بیماران قلبی-عروقـی و مـرگ و میـر ناشـی از بیماری مذکـور با تاخیر زمانـی (Lag) روزانـه، هفتگـی و ماهانـه از مدل سـری زمانی باکـس جنکینـز (Box Jenkins time series model) (مـدل تلفیقـی اتورگرسـیون و میانگیـن متحـرک معـروف بـه ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average)) در سـطح معنـی‌داری ($p<۰/۰۵$) اسـتفاده

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-13]

شد. در انتها نیز ازآزمون ناپارامتری کروسکال- والیس (Kruskal-Wallis test) به منظور بررسی اثر فصول بر بیماران قلبی-عروقی و فوت ناشی از آن، با توجه به عدم برخورداری داده‌های مربوطه از توزیع نرمال استفاده شده است. لازم به ذکر است که در این روش آماری، عناصر اقلیمی هوا و همچنین آلاینده‌های هوا به عنوان متغیرهای مستقل و عناصر اقلیمی و زمان (روز هفته، ماه سال و فصل سال) به عنوان عوامل مخدوش کننده، تعداد مراجعین به اورژانس با تشخیص بیماری قلبی-عروقی و همچنین مرگ و میر بیماری قلبی-عروقی به عنوان متغیرهای وابسته در مطالعه در نظر گرفته شده‌اند (شکل ۱).

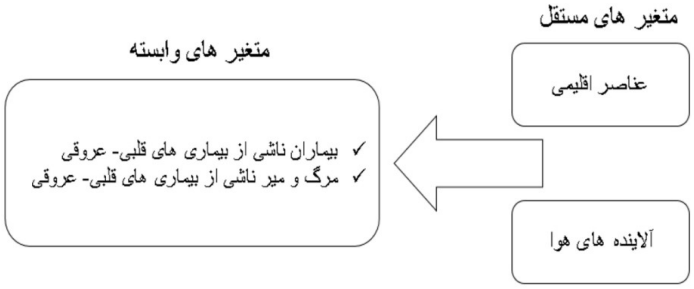
بطور کلی مطالعاتی را که در زمینه اثرات آلودگی هوا بر سلامت انسان انجام شده‌اند، می‌توان در سه دسته کلی تقسیم بندی کرد که هرکدام در یک دوره زمانی انجام شده‌اند. دسته اول مربوط به سنجش پیامد (مرگ یا بیماری) قبل و بعد از یک افزایش خیلی شدید در آلاینده‌ها (قبل از دهه ششم قرن بیستم) است. الگوی این مطالعات شبیه مطالعه بیماری‌های واگیردار بود. دسته دوم مربوط به سنجش فراوانی پیامد در جوامع مختلف که سطوح مختلفی از آلاینده‌ها را داشتند، است (دهه‌های ششم و هفتم). نتایج این مطالعات بشدت تحت تاثیر مخدوش کننده‌های فردی قرار داشت. نهایتا دسته سوم رابطه بین تغییرات جزئی‌تر سطح آلاینده‌ها و تعداد پیامدها طی زمان در یک جامعه (تا زمان حال) را بیان می‌کند. ویژگی این مطالعات حذف مخدوش کننده‌های فردی است. مطالعه حاضر از نوع دسته سوم بوده و سعی شده است تا پس از حذف عوامل مخدوش کننده‌های خاص (عمدتا متغیرهای اقلیمی و متغیر زمان) و نیز توجه به سایر ویژگی‌های داده‌های سری زمانی به بررسی ارتباط عناصر اقلیمی و آلاینده‌های هوا با مرگ و میر ناشی از بیماری‌های تنفسی و قلبی-عروقی بپردازد (۱۵).

یافته‌ها

- بررسی ارتباط بین عناصر هواشناسی و آلودگی هوا با تعداد بیماران قلبی-عروقی و فوت ناشی از آن

در این بررسی تعداد بیماران و مرگ و میر روزانه، هفتگی و ماهانه ناشی از بیماری‌های قلبی- عروقی ثبت شده در مرکز فوریت‌های پزشکی و سازمان فردوس‌های مشهد و همچنین میزان عناصر هواشناسی و غلظت آلاینده‌های هوا در شهر مشهد در سال ۱۳۹۳ مورد مطالعه قرار گرفت. میانگین بیماران قلبی-عروقی در شهر مشهد در سال ۱۳۹۳ بصورت روزانه، هفتگی و ماهانه به ترتیب برابر ۴۰، ۲۸۱ و ۱۲۰۴ و برای موارد مرگ و میر به ترتیب برابر ۰، ۲ و ۱۰ بود. نتایج نشان می‌دهد که میزان بیماران و مرگ و میر در روزهای مختلف سال دارای مقادیر متفاوت بوده و در نیمه دوم سال تعداد بیماران و مرگ و میر روزانه، هفتگی و ماهانه بیشتر از نیمه اول سال بوده و در مجموع در طول سال سیر صعودی داشته است.

نمودار ماهانه تعداد بیماران قلبی-عروقی و فوت ناشی از آن در ماه‌های مختلف سال ۱۳۹۳ در نمودار ۱ نشان داده

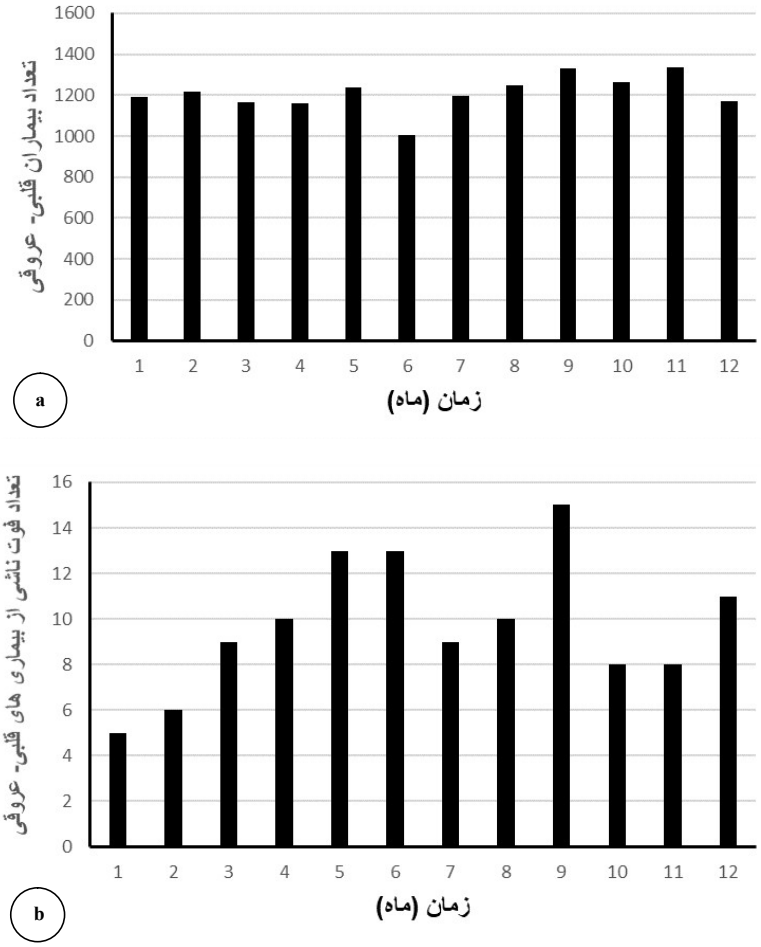


شکل ۱- ساختار متغیرهای تحقیق

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-13]

شـده اسـت. همانطور کـه مشـاهده می‌شـود بیشـترین تعداد بیمـاران قلبی-عروقـی (۱۳۳۴ نفـر) در بهمـن مـاه و کمترین آن در شـهریور مـاه (۱۰۰۵ نفـر) (نمـودار ۱-a) و در مـوارد مـرگ و میـر قلبی-عروقـی بیشـترین تعـداد (۱۵ نفـر) در ماه آذر و کمتریـن آن در فروردیـن مـاه (۵ نفـر) (نمـودار ۱-b) بوده اسـت.

میانگیـن ماهیانـه عناصـر اقلیمـی فشـار، رطوبـت، دمـا، سـرعت بـاد و بارندگـی بـه ترتیب برابـر hPa ۹۰۳/۳، ۴۹/۱ درصـد، ۱۶/۰۴ °C، ۶/۸۳ m/s و ۲۳/۶۶ mm بـوده و ایـن مقـدار درخصـوص غلظـت آلاینده‌هـای $PM_{2.5}$، NO_2، O_3، CO و SO_2 بـه ترتیـب برابـر ۲۲/۶ $\mu g/m^3$، ۲۲/۲۱ ppb، ۱۴/۸۷ppb، ۱/۸۱ ppm و ۱۳/۶۳ ppb اسـت. بیشـترین میـزان فشـار و رطوبـت در آذر مـاه و بیشـترین میـزان دما و سـرعت بـاد در تیـر مـاه بـوده اسـت، کمتریـن میزان فشـار، رطوبـت، دما، سـرعت بـاد به ترتیـب در ماه‌های تیـر، مرداد، آذر، آذر بـوده اسـت. میـزان بیشـترین بارندگـی در فروردین مـاه بـوده وکمتریـن میـزان بارندگـی در ماه‌های تیـر، مرداد و شـهریور بـوده اسـت. همچنیـن بیشـترین غلظـت $PM_{2.5}$، NO_2، O_3، CO و SO_2 بـه ترتیـب در ماه‌هـای مهـر، اسـفند، خـرداد، فروردیـن و خـرداد بـوده و کمتریـن غلظت آلاینده‌هـای مذکـور بـه ترتیـب در ماه‌هـای اسـفند، بهمـن، آذر، شـهریور و مـرداد بـوده اسـت. علاوه بر ایـن لازم به ذکر اسـت که تراکـم کلیه آلاینده‌هـای مذکور کمتر از اسـتاندارد آسـتانه سـلامتی مصـوب سـال ۱۳۹۰ اسـت. همچنیـن



نمودار ۱- میانگین ماهانه بیماران (a) و مرگ و میر (b) ناشی از بیماری‌های قلبی-عروقی شهر مشهد در سال ۱۳۹۳

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-13]

مشخص شد که در روزهای منفرد مقادیرآلاینده‌ها بسیار بالاتر از متوسط ماهیانه آنها است. برای نمونه در بعضی از روزها غلظت NO_2 و SO_2 به ترتیب به ۰/۰۶ ppm و ۰/۰۵ ppm و میزان غلظت $PM_{2.5}$ به ۱۰۵/۱ $\mu g/m^3$ بوده است.

برازش مدل نهایی برای تعیین رابطه روزانه، هفتگی و ماهانه بین عناصر هواشناسی و آلاینده‌های هوا با تعداد بیماران قلبی-عروقی، به ترتیب برابر یک مدل ARIMA (1,0,1)، ARIMA (0,0,0) و ARIMA (0,0,0) است. هر چند مدل‌های ARIMA (0,0,0)، ARIMA (0,0,0) و ARIMA (0,0,0) برای بررسی رابطه میان عوامل مذکور با تعداد مرگ و میر بیماری‌های قلبی-عروقی به ترتیب در حالت‌های روزانه، هفتگی و ماهانه استفاده گردید. ضرایب عناصر اقلیمی و آلاینده‌ها در مدل نهایی و نیز اندازه رابطه آنها با پیامد (تعداد بیماران قلبی-عروقی و فوت ناشی از آن) در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده است. همچنین معادلات ۱ و ۲، به ترتیب معادلات بکار رفته جهت محاسبه مدل تعیین رابطه بیماران قلبی-عروقی و فوت ناشی از آن با عناصر اقلیمی و آلاینده‌های هوا را در مقیاس ماهانه نشان می‌دهند.

(۱)

$$Yt = ۵۳۶۳۳ - ۵۸/۳۵۷۰ \text{ Pressure (hPa)} + ۱۶/۲۴۷۱ \text{ Humidity (\%)} + ۴۸/۱۶۲۸ \text{ Temperature (°C)} - ۱۲۲/۳۸۸۴ \text{ Wind speed (m/s)} + ۵/۸۲۹۶ \text{ Rainfall (mm)} ۷/۳۹۰۵ - PM_{2.5} (\mu g/m^3) + ۵/۷۴۵۴ NO_2 \text{ (ppm)} - ۳۱/۷۵۹۳ O_3 \text{ (ppm)} - ۱۶۷/۵۰۵۶ \text{ CO (ppm)} + ۱۸/۴۷۷۲ SO_2 \text{ (ppm)} + et$$

(۲)

$$Yt = - ۵۹۲۶/۷۵۱ + ۶/۵۹۰۴ \text{ Pressure (hPa)} + ۰/۰۶۵۸ \text{ Humidity (\%)} - ۱/۵۷۲۸ \text{ Temperature (°C)} + ۳/۰۳۹۱ \text{ Wind speed (m/s)} - ۱/۱۷۰۴ \text{ Rainfall (mm)} + ۰/۱۳۲۶ PM_{2.5} - ۱/۵۰۸۴ NO_2 \text{ (ppm)} + ۴/۸۳۵۱ O_3 \text{ (ppm)} + ۲۵/۷۸۵۷ \text{ CO (ppm)} - ۵/۲۹۸۷ SO_2 \text{ (ppm)} + et$$

که در این معادلات، Yt برابر متغیر وابسته (بیماران قلبی-عروقی یا فوت ناشی از آن)، et بیانگر خطای مدل رگرسیون سری زمانی در زمان t در مدل سری زمانی تصادفی محض، Pressure برابر فشار، Humidity برابر رطوبت، Temperature برابر دما، Wind speed برابر سرعت باد و Rainfall برابر بارندگی است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که از میان عناصر اقلیمی در بررسی روزانه تنها فشار (رابطه معکوس)، در بررسی هفتگی فشار (رابطه معکوس)، رطوبت (رابطه مستقیم) و بارندگی (رابطه معکوس) و در بررسی ماهانه، رطوبت (رابطه مستقیم)، دما (رابطه مستقیم) و سرعت باد (رابطه معکوس) اثر معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) با تعداد بیماران قلبی-عروقی داشته است. در حالی‌که دیگر عناصر اقلیمی رابطه معنی‌داری با تعداد بیماران قلبی-عروقی در سطح معنی‌داری ۵ درصد نداشته‌اند. با توجه به اینکه سرعت باد به لحاظ قدر مطلق در میان این عناصر دارای بیشترین اثر بوده، در می‌یابیم که در سرعت‌های کمتر باد، تعداد بیماران قلبی-عروقی افزایش می‌یابد. در واقع در بین عناصر مذکور میانگین سرعت باد با برتری ۱۲۲/۳۸ نقش عمده‌ای را بر تعداد بیماران بازی می‌کند. همچنین در بررسی ماهانه بیماران، رطوبت و دما به ترتیب با ضریب تاثیر ۱۶/۲۴۷۱ و ۴۸/۱۶۲۸، دارای اثر مثبت بوده و افزایش آنها موجب افزایش بیماران قلبی-عروقی خواهد شد (جدول ۱). از میان آلاینده‌های هوا نیز در بررسی هفتگی، $PM_{2.5}$ (رابطه معکوس) و CO (رابطه مستقیم) و در بررسی ماهانه $PM_{2.5}$ (رابطه معکوس) با ضریب تاثیر ۷/۳۹۰۵، رابطه معنی‌داری با تعداد بیماران قلبی-عروقی داشته‌اند (جدول ۱).

در موارد فوت نیز در بررسی هفتگی تنها فشار (رابطه مستقیم) و در مطالعه ماهانه فشار (رابطه مستقیم)، دما (رابطه معکوس) و بارندگی (رابطه معکوس) رابطه معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) با میزان مرگ و میر بیماری‌های

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-13]

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-13]

جدول ۱- پارامترهای مدل نهایی تعیین رابطه بیماران قلبی-عروقی با عناصر اقلیمی و آلاینده های هوا

مقیاس زمانی	نام متغیر	عرض از مبدا	ضریب			عناصر اقلیمی					آلاینده‌های هوا				
			ar1 [a]	ma1 [b]	ma 2 [b]	فشار (hPa)	رطوبت (درصد)	دما (°C)	سرعت باد (m/s)	بارندگی (mm)	$PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$)	NO_2 (ppm)	O_3 (ppm)	CO (ppm)	SO_2 (ppm)
روزانه	برآورد ضریب	۳۸۴/۹۰۴۹	۰/۹۷۷۷	۰/۸۵۴۶	-	-۰/۳۷۶۳	-۰/۰۵۲۹	۰/۰۰۶۱	-۰/۰۲۰۱	۰/۰۲۵۹	-۰/۰۳۸۰	-۰/۰۰۰۹	-۰/۱۴۰۳	۰/۴۹۷۳	-۰/۰۰۹۹
	مقدار p [c]	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰	۰/۰۰	-	۰/۰۰۲۲	۰/۱۴۹۰	۰/۹۷۲۰	۰/۹۰۲۲	۰/۴۵۴۳	۰/۳۲۴۷	۰/۹۲۷۶	۰/۱۶۲۳	۰/۷۷۴۴	۰/۹۴۳۳
هفتگی	برآورد ضریب	۲۶۱۱/۸۸۵	-	-	-	-۲/۶۳۹۲	۰/۹۸۳۷	-	-۱/۴۴۱۹	-۱/۳۷۵۵	-۱/۰۲۱۳	-۰/۲۱۳۵	-۱/۵۴۸۲	۳۸/۹۷۸۰	۰/۶۴۰۶
	مقدار p	۰/۰۲۱۹	-	-	-	۰/۰۳۵۳	۰/۰۰۰۱	-	۰/۶۳۳۹	۰/۰۰۱۱	۰/۰۱۶۲	۰/۶۹۲۹	۰/۰۶۶۲	۰/۰۳۲۷	۰/۶۴۶۲
ماهانه	برآورد ضریب	۵۳۶۳۳/۰۰	-	-	-	-۵۸/۳۵۷۰	۱۶/۲۴۷۱	۴۸/۱۶۲۸	-۱۲۲/۳۸۸۴	۵/۸۲۹۶	-۷/۳۹۰۵	۵/۷۴۵۴	-۳۱/۷۵۹۳	-۱۶۷/۵۰۵۶	۱۸/۴۷۷۲
	مقدار p	۰/۳۶۱۷	-	-	-	۰/۳۶۹۷	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۳	۰/۶۱۴۶	۰/۰۲۱۲	۰/۷۳۲۱	۰/۵۵۱۸	۰/۵۷۹۸	۰/۷۵۴۷

[a]= ar 1 مولفه‌های مدل اتورگرسیون مرتبه ۱

[b]=ma 1 و ma 2 مولفه‌های مدل میانگین متحرک مرتبه ۱ و ۲

[c]= p، سطح معنی‌داری مدل (مقدار احتمالی است که میزان سازگاری داده‌های نمونه را با نتیجه H0 اندازه می‌گیرد)

قلبی-عروقی داشته‌اند. در حالی‌که دیگر عناصر اقلیمی و آلاینده‌های هوا رابطه معنی‌داری با تعداد مرگ و میر ناشی از بیماری قلبی-عروقی در سطح معنی‌داری ۵ درصد نداشته‌اند. با توجه به اینکه در موارد مرگ و میر، متغیر فشار دارای بیشترین اثر بوده است در می‌یابیم که در فشارهای بیشتر جوی، میزان مرگ و میر قلبی-عروقی افزایش می یابد. در واقع در بین عناصر مذکور میانگین فشار با برتری ۶/۵۹ نقش عمده‌ای را بر افزایش مرگ و میر بازی می‌کنند؛ زیرا با افزایش هر واحد فشار در شهر مشهد، ۶/۵۹ واحد احتمال مرگ و میر قلبی-عروقی بالا می‌رود. همچنین دما و بارندگی در بررسی ماهانه به ترتیب با ضریب تاثیر ۱/۵۷۲۸ و ۱/۱۷۰۴ دارای اثر منفی بوده و کاهش آنها موجب افزایش مرگ و میر قلبی-عروقی خواهد شد (جدول ۲).

- بررسی اثر فصول بر بیماران قلبی-عروقی و فوت ناشی از آن

جدول ۳ نتایج آزمون کروسکال-والیس را جهت بررسی اثر فصول بر بیماران قلبی-عروقی نشان می‌دهد. فرضیه صفر در این آزمون بیان می‌کند که بین فصل‌ها در بیماران قلبی-عروقی و فوت ناشی از آن تفاوت معنی‌داری

جدول ۲- پارامترهای مدل نهایی تعیین رابطه فوت ناشی از بیماری قلبی-عروقی با عناصر اقلیمی و آلاینده‌های هوا

ضریب			عناصر اقلیمی					آلاینده‌های هوا				
ar1 [a]	ma1 [b]	ma 2 [b]	فشار (hPa)	رطوبت (درصد)	دما (°C)	سرعت باد (m/s)	بارندگی (mm)	$PM_{2.5}$ (µg/m³)	NO_2 (ppm)	O_3 (ppm)	CO (ppm)	SO_2 (ppm)
-	-	-	۰/۰۰۴۷	۰/۰۰۲۳ -	-۰/۰۰۳۳	۰/۰۱۶۴	-۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۴۳	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۲۱	-۰/۰۹۵۴	-۰/۰۱۳۵
-	-	-	۰/۵۹۱۷	۰/۳۹۳۲	۰/۶۶۷۴	۰/۲۱۱۸	۰/۵۷۰۷	۰/۱۱۳۱	۰/۲۸۲۸	۰/۷۱۵۱	۰/۴۰۶۱	۰/۱۵۶۹
-	-	-	۰/۰۰۷۵	- [d]	۰/۰۰۹۷	۰/۰۸۴۷	۰/۰۳۶۲	-۰/۰۲۴۹	-۰/۰۲۴۷	-۰/۰۵۵۵	-۱/۰۳۱۸	-۰/۰۷۵
-	-	-	۰/۰۰۶	- [d]	۰/۸۰۲۶	۰/۶۷۶۷	۰/۱۶۹۲	۰/۳۸۹۹	۰/۵۰۰۶	۰/۳۲۷۲	۰/۳۹۹۸	۰/۴۴۳۳
-	-	-	۶/۵۹۰۴	۰/۰۶۵۸	-۱/۵۷۲۸	۳/۰۳۹۱	-۱/۱۷۰۴	۰/۱۳۲۶	-۱/۵۰۸۴	۴/۸۳۵۱	۲۵/۷۸۵۷	-۵/۲۹۸۷
-	-	-	۰/۰۴۶۶	۰/۸۰۱۳	۰/۰۳۰۱	۰/۰۸۲۷	۰/۰۴۷۰	۰/۴۱۶۹	۰/۰۷۷۵	۰/۰۷۵۲	۰/۰۹۴۱	۰/۰۷۸۴

[a]= ar 1 مولفه‌های مدل اتورگرسیون مرتبه ۱

[b]= ma 1 و ma 2 مولفه‌های مدل میانگین متحرک مرتبه ۱ و ۲

[c]= p، سطح معنی‌داری مدل (مقدار احتمالی است که میزان سازگاری داده‌های نمونه را با نتیجه H0 اندازه می‌گیرد)

[d]= به دلیل عدم تاثیر معنی‌دار عامل اقلیمی مذکور بر مدل نهایی و لذا حذف آن، مقادیری برای پارامترهای برآورد ضریب و مقدار p ارائه نشده است.

جدول ۳- آزمون ناپارامتری کروسکال- والیس جهت بررسی اثر فصول بر بیماران قلبی-عروقی

نام متغیر	آماره آزمون	درجه آزادی	مقدار p
بیماران قلبی-عروقی	۳۷/۷۸۳	۳	۰/۰۰۰۰
مرگ و میر قلبی-عروقی	۴/۲۹۱	۳	۰/۲۳۲

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-13]

وجـود نـدارد. از آنجایی‌کـه مقـدار p (سـطح معنـی‌داری) حاصـل در ایـن قسـمت و بـرای بیمـاران قلبی-عروقـی کمتر از ۰/۰۵ شـده اسـت، بنابرایـن می‌تـوان بیـان نمـود کـه بین میانگیـن بیمـاران قلبی-عروقـی در فصـول مختلـف سـال تفـاوت معنـی‌داری وجـود دارد. هـر چنـد در مـورد مـرگ و میـر قلبی-عروقـی، مقـدار p حاصـل بیشـتر از ۰/۰۵ شـده اسـت و لـذا میـان میانگیـن مـرگ و میـر قلبی-عروقـی در فصـول مختلـف سـال تفـاوت معنـی‌داری وجـود نـدارد.

بـا توجـه بـه نتایـج ذکـر شـده و وجـود تفـاوت معنـی‌دار بین میانگیـن بیمـاران قلبی-عروقـی در فصـول مختلـف سـال، تشـخیص تفـاوت بیـن گروه‌هـا بـه صـورت دو بـه دو توسـط آزمـون تعقیبـی LSD انجـام پذیرفـت (نتایـج نشـان داده نشـده اسـت). نتایـج بیـان کننـده آن اسـت کـه بیـن بیماران قلبی-عروقـی در فصـل تابسـتان و بهـار و همچنیـن پاییـز و زمسـتان تفـاوت معنـی‌داری وجـود نـدارد اما در بقیـه فصول بـا هـم تفـاوت معنی‌داری در سـطح ۰/۰۵ مشـاهده می‌شـود. بطوری‌کـه تفـاوت معنـی‌داری بیـن بهـار و پاییـز، بهـار و زمسـتان، تابسـتان و پاییـز، تابسـتان و زمسـتان ملاحظـه می‌شـود. بطـور خلاصـه می‌تـوان بیـان نمـود کـه بیشـترین میـزان بیمـاران قلبی-عروقی در سـال مورد مطالعـه به ترتیب در فصل‌هـای پاییـز، زمسـتان، بهـار و تابسـتان اتفـاق افتـاده است.

بحث

بـا توجـه بـه نمـودار b-۱ می‌تـوان بیـان نمـود که بـه احتمـال زیاد، میـزان بـالای بیمـاران و مـرگ و میـر در ماه‌هـای سـرد سـال ناشـی از فراوانـی وقـوع پدیـده اینـورژن در ایـن ایـام اسـت. مطالعـات Mohammadi و همـکاران (۱۶) نیـز نشـان می‌دهـد کـه تعـداد فـوت شـدگان بیماری‌هـای قلبی-عروقـی در ماه‌هـای سـرد سـال از جملـه آذر (دسـامبر)، دی (ژانویـه) و بهمـن (فوریه) بیشـتر از سـایر اوقـات بـوده کـه می‌توانـد بـه دلیل سـرد شـدن هـوا، افزایش فشـار، کاهـش تابش خورشـید و کوتاه بـودن طول روز و کاهـش ارتفاع لایه اینـورژن در ایـن ایـام و در نتیجه افزایش غلظت مـواد آلاینده و تراکم آن در فضـای محدودی از سـطح زمین باشـد. بنابراین بایـستی بـه بیمـاران قلبی-عروقی در فصول سرد سـال، هشـدارهـای لازم داده شود تا این افـراد از پیـاده روی‌هـای طـولانی مدت و مخصوصا در هوایی کـه بـا وزش بـاد همـراه است خودداری نمایند. در ضمن سیسـتم‌های درمانی نیـز باید آمـادگی بیشـتری بـرای پـذیرش ایـن بیماران در این فصـول داشـته باشـند (۱۷).

نتایـج جـدول ۱ و ۲ نشـان می‌دهـد کـه دمـا اثـرات متفاوتی بـر تعـداد بیمـاران قلبی-عروقـی و فـوت ناشـی از آن دارد به گونـه‌ای کـه در بررسـی ماهانـه بیمـاران، دمـا دارای رابطـه مثبـت بـا پیامـد بـوده و بالارفتن آن موجـب افزایـش بیماران قلبی-عروقـی می‌شـود. بـه دلیل اینکـه بزرگتریـن تاثیری که پارامتـر دمـا بـر آلودگـی هـوا دارد، ایجـاد اختـلاف فشـار در مناطـق مختلـف و در نتیجـه ایجاد حرکت در هـوا و جابجایی و پراکنـش آلودگـی اسـت، لـذا می‌تـوان عنـوان نمـود کـه در ایـن شـرایط شـاهد کاهـش غلظـت آلاینده‌هـا و در نتیجـه کاهـش تعـداد بیمـاران خواهیـم بـود. هـر چنـد در بررسـی ماهانـه تعـداد فـوت، دمـا دارای رابطـه منفـی با پیامـد بوده و کاهـش آن موجـب افزایـش مرگ و میـر قلبی-عروقـی خواهد شـد. دمـای پاییـن هوا میـزان شـیوع حملات قلبـی و احتمال مـرگ ناشـی از آن را افزایـش می‌دهد. عضله قلـب در دماهای پاییـن جهـت مقابلـه با افـت دمای بـدن بیـش از حالت عادی شـروع بـه فعالیـت نمـوده و همچنیـن عـروق کرونـری قلـب در دمـای پاییـن منقبـض شـده و خـون رسـانی به خـود قلب مختـل گشـته و بدیـن ترتیب احتمال سـکته قلبـی مخصوصا در افـرادی کـه سـابقه بیمـاری دارنـد افزایـش می‌یابـد (۱۸). بـه نظر پزشـکان کاهش دما باعث افـزایش مقاومـت عـروق و کـاهش جریـان خون عروق کرونـر مـی‌شـود. همچنـین سـرما سـبب افزایـش تعـداد پلاکت‌هـا، گلبول‌هـای قرمـز، غلظـت خـون و فیبرینـوژن می‌شـود و آنتـی تـرومبین بـا سـرما کاهـش می‌یابـد کـه ایـن تغییـرات زمینـه را بـرای پـارگی پلاک آترومی و تشـکیل لختـه و در نهایـت حـوادثی ماننـد سـکته فراهـم می‌کنـد (۱۷).

از میـان آلاینده‌هـای هـوا نیـز در بررسـی هفتگـی، $PM_{2.5}$

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-13]

(رابطه معکوس) و CO (رابطه مستقیم) و در بررسی ماهانه $PM_{2.5}$ (رابطه معکوس)، رابطه معنی‌داری با تعداد بیماران قلبی-عروقی داشته‌اند. گاز CO در لایه سطحی تروپوسفر تحت تاثیر تابش فرا بنفش خورشید و در رشته واکنش‌های مربوط به ازن فتوشیمیایی قرار گرفته و تبدیل به CO_2 می‌شود. گاز مونواکسیدکربن تمایل شدیدی به ترکیب با هموگلوبین خون دارد که پیامد آن تشکیل کربوکسی هموگلوبین است که موجب کاهش ظرفیت ریه‌ها می‌گردد. فردی که در برابر این گازها قرار می‌گیرد ابتدا بعد از ۲۰ دقیقه مرکز اعصابش تحریک شده دچار درد پیشانی و سر درد، حالت تهوع، ضعف و تیرگی رنگ و شدت ضربان قلب می‌شود (۲). تحقیقات علمی نشان داده است که ذرات معلق از دیدگاه مخاطرات بهداشت عمومی و سلامتی، از آلاینده‌های اصلی هوا هستند و در میان آلاینده‌های هوا می‌توانند باعث انواع وسیعی از اثرات بهداشتی مثل برونشیت، آسم، سرطان ریه و بیماری‌های قلبی-عروقی شوند (۱۹). $PM_{2.5}$، ذرات معلق موجود در اتمسفر هستند و از ترکیبات پیچیده‌ای مثل کربن آلی و عنصری، گردوغبار معدنی، عناصر کمیاب و آب تشکیل شده‌اند که باعث بیماری‌های تنفسی و قلبی-عروقی می‌شوند (۲۰). در مطالعه Hatami و همکاران (۲۱) نیز ارتباط معنی‌داری بین میانگین ماهیانه آلاینده‌های SO_2، NO_2 و $PM_{2.5}$ و همچنین عناصر اقلیمی چون فشار، سرعت باد و بارندگی با مرگ و میر ناشی از بیماری‌های قلبی-عروقی بوده است.

نتایج مطالعه Khorshid Doost و همکاران (۱۱) نشان می‌دهد که مرگ و میر سکته قلبی، متاثر از عناصر میانگین حداقل دما، میانگین حداکثر رطوبت نسبی و سرعت باد غالب است. در میان عناصر مذکور، متوسط حداقل دما با برتری لگاریتمی ۰/۱۶، نقش عمده‌ای را بر روی افزایش میزان مرگ و میر نسبت به متوسط حداکثر رطوبت نسبی و سرعت باد غالب بازی می‌کند. لازم به ذکر است که باد غالب نقش اساسی در کاهش مرگ و میر دارد. با وجود آلاینده‌ها، خود آلاینده‌ها مستقیما ارتباط معنی‌داری نشان ندادند اما بطور غیرمستقیم، با افزایش هر واحد در میانگین حداقل دما و حداکثر سرعت باد، احتمال مرگ و میر به ترتیب ۰/۲۱۱ واحد افزایش و ۰/۳۶۰ واحد کاهش پیدا کرده است. بدین معنی که با افزایش هر واحد دما با وجود آلاینده‌ها در منطقه احتمال ۰/۰۵۱ واحد نسبت به نبود آنها، بر روی مرگ و میر بیشتر تاثیر دارد.

در نهایت در ارزیابی عناصر هواشناسی با فوت شدگان بیماری‌های قلبی-عروقی و ارتباط آنها با یکدیگر نمی‌توان آنها را جدا از یکدیگر بررسی کرد، چون بین عناصر اقلیمی مانند دما، فشار و رطوبت نسبی ارتباط نزدیکی وجود دارد، بطوری‌که رطوبت نسبی با افزایش دما، کاهش پیدا کرده و با کاهش دما، افزایش پیدا می‌کند و فشار هوا نیز با شروع فصل سرد سال و کاهش دما، افزایش می‌یابد. با توجه به آمار فوت شدگان بیماری‌های قلبی-عروقی می‌توان به این نتیجه رسید که بیشترین تعداد فوت شدگان نیز در ماه‌های سرد سال و همزمان با کاهش دما و افزایش فشار و کاهش ارتفاع لایه وارونگی که سبب افزایش غلظت مواد آلاینده می‌شود، همراه است.

چالش اصلی که در اکثر مطالعات و از جمله مطالعه حاضر مشاهده شده این است که بیماری قلبی-عروقی و مرگ ناشی از آن ممکن است تحت تاثیر متغیرهای دیگری نیز ایجاد شود و این در حالی است که کمتر مطالعه‌ای به اثرات متغیرهای مخدوش کننده متعدد فردی و محیطی، پرداخته‌اند و لذا نتایج حاصل و عدم ارتباط برخی با هم به احتمال زیاد ناشی از عوامل دیده نشده در این مطالعه است. در واقع وجود رابطه معکوس میان برخی از آلاینده‌ها با بیماران قلبی-عروقی و فوت ناشی از آن در برازش مدل حاضر، احتمالا بعلت عوامل مختلفی از جمله افزایش سن، سابقه خانوادگی، کم تحرکی، وزن زیاد، مصرف سیگار، بالا بودن چربی خون، فشار خون بالا و رژیم غذایی ناسالم است (۲۲). لذا کاربرد روش‌ها و مدل‌های پیشرفته آماری مانند مدل شبکه عصبی احتمالی،

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-13]

رگرسیون پوآسون مدل GLARMA، روش خطی تعمیم یافته (Generalized Linear Model) و روش جمعی تعمیم یافته (Generalized Additive Model) به منظور ارزیابی دقیق‌تر و حذف همپوشانی پارامترهای مورد مطالعه پیشنهاد می‌گردد.

از طرفی مطالعه حاضر نشان می‌دهد که در مورد بیماران قلبی-عروقی مطالعات کوتاه مدت (هفتگی) مورد نیاز است هر چند در موارد مرگ و میر، مطالعات بلند مدت (ماهانه) می‌تواند اطلاعات بیشتری را نشان دهد و لذا این موضوع باید در مطالعات اپیدمیولوژیک آلودگی هوا مدنظر قرار گیرد و در مطالعات مشابه از بازه‌های زمانی مناسب نوع عارضه استفاده شود. لازم به ذکر است که در وقوع بیماری‌های قلبی-عروقی عناصر اقلیمی و آلاینده‌های هوا موثرند در صورتی‌که در مرگ و میر تنها عناصر اقلیمی نقش اساسی را در افزایش مرگ و میر ایفا کرده‌اند.

از آنجا که این مطالعه در یک شهر و با حجم اطلاعات محدودی به انجام رسیده است، پیشنهاد می‌گردد تا همین نتایج با حجم و تعداد بیشتری داده در مکان‌ها و زمان‌های بیشتر سنجش گردد. همچنین تدابیری اتخاذ گردد که دستگاه‌های سنجش آلاینده‌ها به ادوات اندازه‌گیری فراسنج‌های آب و هوایی نیز مجهز شود تا بتوان رابطه سنجی بین آلاینده‌ها و پارامترهای اقلیمی را در یک منطقه واحد بدست آورد.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان دهنده وجود ارتباط معنی‌داری (در سطح معنی‌داری ۵ درصد) بین میانگین ماهانه آلاینده $PM_{2.5}$ و نیز عناصر اقلیمی چون رطوبت، دما و سرعت باد با تعداد بیماران قلبی-عروقی است. این سطح ارتباط و معنی‌داری بین میانگین ماهیانه عناصر هواشناسی همچون فشار، دما و بارندگی با مرگ و میر بیماری‌های قلبی-عروقی نیز وجود دارد. در دوره آماری بررسی شده، رابطه معنی‌داری بین دیگر پارامترهای هواشناسی و آلاینده‌های هوا با تعداد مرگ و میر ناشی از بیماری قلبی-عروقی دیده نشد. تنها بین میانگین تعداد بیماران قلبی-عروقی در فصل‌های مختلف سال تفاوت معنی‌داری وجود دارد و بیشترین میزان بیماران مذکور در فصول سرد سال ثبت شده است. اگرچه تاثیر پارامترهای هواشناسی می‌تواند به صورت کوتاه مدت ظاهر شود با این حال بنظر می‌رسد بروز و ظهور عوارض بهداشتی و سلامتی بر شهروندان دارای تاخیر زمانی باشد. به طور مسلم تبیین چنین الگوهایی در ارائه سیستم‌های هشدار در موارد نوسانات پارامترهای هواشناسی می‌تواند در کاهش مرگ و میر انسانی مؤثر باشد. در نتیجه بهتر است ارتباط عناصر اقلیمی و آلاینده‌های هوا با بیماران و مرگ و میر ناشی از بیماری‌های قلبی-عروقی در بازه‌های زمانی طولانی‌تر (دوره چند ساله) صورت پذیرد.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی شامل رضایت آگاهانه، عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل (بخشی از) پایان نامه با عنوان "رویکرد سری زمانی در برآورد ارتباط عناصر اقلیمی، آلودگی هوا و موارد بیماری و مرگ ثبت شده در مرکز فوریت‌های پزشکی مشهد" در مقطع کارشناسی ارشد در سال ۱۳۹۷ است.

References

1. Rezaei Sh, Khanjani N, Mohammadi Senjedkooh S, Darabi Fard Z. The effect of air pollution on respiratory disease visits to the emergency department in Kerman, Iran. Journal of Health & Development. 2015;4(4):306-14 (in Persian).
2. Shabani Sh, Ezzatiyan V. The relation between disease with climate elements and atmosphere pollutants in Isfahan. Geographical Information Quarterly (Sepehr). 2014;20(80):47-56 (in Persian).

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-13]

3. Falahati A, Soheili K, Nazifi M, Abbaspour S. Evaluation and modeling the effect of air pollutionon health: using artificial neural network. Iranian Journal of Epidemiology. 2013;9(2):39-49 (in Persian).
4. Khazaei S, Motesaddi S, Etemad K, Rashidi Y, Gheibipoor H, Rohani M. Evaluation of the association between air pollutants and number of cases with severe acute respiratory syndrome recorded at emergency medical centers in Tehran, Iran in 2013. Journal of Health Research in Community. 2016;2(2):37-43 (in Persian).
5. Godarzi G, Mohamadi M, Ahmadi K, Mohamadi B, Soleimani Z, Babae A, et al. Estimation of the number of cases of cardiovascular death, myocardial infarction and chronic obstructive pulmonary disease (COPD) caused by exposure to nitrogen dioxide (NO2) using the AirQ model in the air of Ahvaz in 2009. Iranian Journal of Health and Environment. 2013;6(1):91-102 (in Persian).
6. Khamutian R, Sharafi K, Najafi F, Shahhoseini M. Association of air pollution and hospital admission for cardiovascular disease: A case study in Kermanshah, Iran. Zahedan Journal of Research Medical Sciences. 2014;16(11):43-46 (in Persian).
7. Behnamoon M, Sadeghi M, Garag Yaraghi M, Kossk Zari M, Naghnaeiyan M, Behjati M, et al. Evaluation of air pollution with heart failure. Research in Medicine) Journal of Medical School(. 2014;38(3):152-56 (in Persian).
8. Gersh BJ, Sliwa K, Mayosi BM, Yusuf S. Novel therapeutic concepts the epidemic of cardiovascular disease in the developing world: global implications. European Heart Journal. 2010;31(6):642-48.
9. Dehghani M, Anushiravani A, Hashemi H, Shamsedini N. Survey on air pollution and cardiopulmonary mortality in Shiraz from 2011 to 2012: an analytical-descriptive study. International Journal of Preventive Medicine. 2014;5(6):734-40 (in Persian).
10. Ashrafi K, Ahmadi Orkomi A. Atmospheric stability analysis and its correlation with the concentration of air pollutants: A case study of a critical air pollution episode in Tehran. Iranian Journal of Geophysics. 2014;8(3):49-61 (in Persian).
11. Khorshid Doost A, Mohamadpor K, Biorani H. The effect of climatic elements and pollutants on myocardial infarction and asthma in Sanandaj. Journal of Geographical Space. 2014;13(42):103-25 (in Persian).
12. Khanjani N, Ranadeh Kalankesh L, Mansouri F. Air Pollution and Respiratory Deaths in Kerman, Iran (from 2006 till 2010). Iranian Journal of Epidiomology. 2012;8(3):58-65 (in Persian).
13. Hosseinzadeh R, Dostan R, Haghighat Ziaberi M. Investigation of synoptic patterns affecting air pollution in Mashhad metropolis. Journal of Geography and Regional Development. 2014;21:81-101 (in Persian).
14. Bonyadi Z, Ehrampoush MH, Ghaneian MT. Health impact assessment of the ambient PM2.5 concentration in Mashhad, Iran. Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences. 2016;15(5):389-98 (in Persian).
15. Qorbani M, Yunesian M. Study designs in air pollution epidemiology. Iranian Journal of Epidemiology. 2010;5(4):44-52 (in Persian).
16. Mohammadi H, Oveisi Rad H. Study relationship between climatic elements and pollutants on mortality from respiratory diseases in people under 12 years in Tehran City. Geography. 2010;3(11):33-55 (in Persian).
17. Entezari M, Moradpour S, Amiri M. Spatial distribution and the impact of geographical factors on brucellosis in Chaharmahal and Bakhtiari Province, Iran. International Journal of Epidemiologic Research. 2016;3(2):98-105.
18. Jahanbakhsh S, Tadayoni M, Salmanpour R, Jahanbakhsh E. correlation between air temperature and heart attack in Ahar city. Journal of Natural Geography. 2012;2(5):29-37 (in Persian).
19. 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):166-75.
20. Ha S, Hu H, Roussos-Ross D, Haidong K, Roth J, Xu X. The effects of air pollution on adverse birth outcomes. Environmental Research. 2014;134:198-204.
21. Hatami M, Mohammadi M, Esmaeili R. The correlation between air pollution and death from cardiovascular and respiratory diseases. The 8th National Conference & Exhibition on Environmental Engineering; 2016 November; Tehran, Iran (in Persian).
22. Dehghani M, Darvish T, Zamanian Z. Investigation of the correlation between climatic elements and air pollutants in Shiraz with mortality due to respiratory and cardiovascular diseases. The 13th National Conference on Environmental Health; 2010 November; Kerman, Iran (in Persian).

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-13]

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir

Orginal Article

A time series approach to estimate the association between health effects, climate factors and air pollution, Mashhad, Iran

Sara Manochehrneya[1], Mitra Mohammadi[1,*], Reza Esmaeili[2], Ahmad Vahdani[1,3]

1- Department of Environmental Science, Faculty of Environmental Science, Kheradgarayn Motahar Institute of Higher Education, Mashhad, Iran

2- Deputy of Urban Services of Mashhad Municipality, Environmental Pollutants Monitoring Center, Mashhad, Iran

3- Laboratory Experts of the General Department of Environmental Protection of North Khorasan Province, Bojnourd, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 14 October 2020

Revised: 15 December 2020

Accepted: 20 December 2020

Published: 20 December 2020

Keywords: Air pollution, Climate elements, Cardiovascular disease, Mortality, Time series model

***Corresponding Author:**

mitramohammadi@gmail.com

ABSTRACT

Background and Objective: This study aimed to evaluate the correlation between climatic parameters and air pollution with cardiovascular disease and its associated death during 2014 in Mashhad by time series model.

Materials and Methods: Patient data (including outpatient and hospitalization) and cardiovascular mortality were obtained from the emergency medical center and Ferdowsi organization of Mashhad. Climatic parameters such as temperature, pressure, relative humidity, wind speed, and rainfall were gathered from meteorological organization. Air pollutants data were collected from Mashhad environmental pollutants monitoring center for the statistical period of 2014-2015. In this study, Jenkins Box time series model (combined model of autoregression and moving average known as ARIMA) with significance level of 5% was used to investigate the effect of climatic parameters and air pollution values on cardiovascular disease and daily, weekly and monthly excess mortality rate. Then, the effect of various seasons on the total number of patients with cardiac issues and the resulting death was investigated by Kruskal-Wallis nonparametric test.

Results: The final model for determination of monthly correlation between climatic elements and air pollutants with the number of cardiovascular patients and its corresponding death was found to be best fitted by ARIMA (0,0,0). The monthly survey revealed that humidity (positive correlation), temperature (positive correlation), wind speed (negative correlation), and $PM_{2.5}$ (negative correlation) with average values of 16.2471, 48.1628, 122.38, and 7.3905, respectively, had significant effects on the number of people experiencing cardiovascular disease. However, the monthly survey of mortality rate due to cardiovascular disease exhibited significant correlation ($p < 0.05$) with pressure (positive correlation), temperature (negative correlation), and rainfall (negative correlation) with average values of 6.5904, 1.5728, and 1.1704, respectively. The results showed a significant difference between the numbers of patients experiencing cardiovascular diseases in different seasons of the year with the highest recorded number of 3778 in autumn.

Conclusion: The results suggest moderate correlation between atmospheric elements and air pollutants with the numbers of people experiencing cardiovascular diseases in short periods; however, in the case of long-term mortality, the correlation was strong. This study showed that climatic elements and air pollutants effectively affect cardiovascular diseases, while only climatic elements played a significant role in mortality. The main challenge of the present study is that cardiovascular disease and its resulting death may be influenced by parameters other than those considered in this study, such as multiple individual and environmental confounding variables.

Please cite this article as: Manochehrneya S, Mohammadi M, Esmaeili R, Vahdani A. A time series approach to estimate the association between health effects, climate factors and air pollution, Mashhad, Iran. Iranian Journal of Health and Environment. 2020;13(3):545-58.

Copyright © 2020 Iranian Association of Environmental Health, and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Noncommercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-05-13]