

Relationship between Air Pollution and Mortality Rate due to Chronic Obstructive Pulmonary Diseases in Mashhad, Iran

Narges Ghorbani¹,
Jamshid Yazdani-Charati²,
Siavash Etamadinejad³,
Nasrin Ghorbani⁴

¹ MSc Student in Biostatistics. Student Research Committee, Faculty of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

² Associate Professor, Department of Biostatistics, Health Sciences Research Center, Addiction Institute, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

³ Associate Professor, Department of Occupational Health and Ergonomics, Health Sciences Research Center, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

⁴ Medical Records Technician, Omid Hospital, Mashhad, Iran

(Received June 29, 2017 ; Accepted December 17, 2018)

Abstract

Background and purpose: Air pollution causes respiratory diseases such as chronic obstructive pulmonary disease (COPD). In this study we aimed at statistical modeling of the effects of air pollution on mortality due to chronic pulmonary disease and COPD in Mashhad, Iran, using negative binomial regression.

Materials and methods: Mortality data due to chronic pulmonary diseases and the average amount of air pollutants per 24 hr were collected from 12 air pollution monitoring stations in Mashhad, 2011. Negative binomial regression was used as an appropriate statistical model to analyze discrete data.

Results: The effects of all pollutants, except PM particles and ozone particles, were found to have direct significant effect on mortality due to chronic pulmonary disease. The ratio of the incidence rate of mortality among patients with chronic pulmonary disease was highest for CO (IRR= 1.37, $p<0.001$), SO₂ (IRR= 1.04, $p<0.001$), NO₂ (IRR= 1.01, $p<0.000$), NO (IRR=1.003, $p<0.000$). But ozone had an inverse effect on chronic pulmonary mortality (IRR= 0.96, $p<0.000$).

Conclusion: Among the pollutants, CO had the highest effect and O₃ had a significant reverse effect on the rate of respiratory mortality. At the beginning of winter (January) we observed maximied rate of mortality and air pollution.

Keywords: air pollution, negative binomial regression, mortality, COPD, PM₁₀, O₃

J Mazandaran Univ Med Sci 2019; 28 (169): 161-168 (Persian).

* Corresponding Author: Jamshid Yazdani Charati - Health Sciences Research Center, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran (E-mail: jamshid.charati@gmail.com)

رابطه آلودگی هوا بر مرگ و میر ناشی از ابتلا به بیماری های مزمن ریوی و انسداد ریه (COPD) در شهر مشهد

نرگس قربانی^۱
جمشید یزدانی چراتی^۲
سیاوش اعتمادی نژاد^۳
نسرین قربانی^۴

چکیده

سابقه و هدف: آلودگی هوا، با رخداد بیماری های تنفسی از قبیل بیماری های مزمن ریوی (COPD) ارتباط دارد. هدف مطالعه حاضر، مدل بندی آماری تاثیرات آلودگی هوا بر مرگ و میر ناشی از ابتلا به بیماری مزمن ریوی و انسداد ریه در شهر مشهد با کاربرد رگرسیون دو جمله ای منفی می باشد.

مواد و روش ها: اطلاعات مرگ و میر مبتلایان به بیماری های مزمن ریوی مربوط به شهر مشهد در سال ۱۳۹۰ و هم چنین میزان متوسط آلاینده های هوا در طول ۲۴ ساعت شبانه روز از ۱۲ ایستگاه ثبت آلاینده ها واقع در شهر مشهد، گردآوری و محاسبه شد. مدل آماری مناسب برای آنالیز داده های گسسته، رگرسیون دو جمله ای منفی در نظر گرفته شد.

یافته ها: با روش رگرسیون دو جمله ای منفی، اثرات تمام آلاینده ها به جز ذرات PM و ازن (O₃) بر مرگ و میر ناشی از بیماری مزمن ریوی، تاثیر مستقیم و معنی دار داشته است. نسبت نرخ بروز مرگ و میر مبتلایان به بیماری مزمن ریوی به ترتیب بیش ترین مقدار برای CO با $IRR=1/37$ ($p<0/001$)، SO₂ با $IRR=1/04$ ($p<0/001$)، NO₂ با $IRR=1/01$ ($p<0/001$)، و ازن با $IRR=1/003$ ($p<0/001$) و اثر معکوس بر مرگ و میر مزمن ریوی با $IRR=0/96$ ($p<0/001$) محاسبه شد.

استنتاج: در میان آلاینده ها، CO بیش ترین اثر و ازن اثر معکوس و معنی داری بر نسبت نرخ بروز مرگ و میر تنفسی داشته است. در ابتدای فصل زمستان (دی ماه)، میزان مرگ و میر و آلودگی هوا به حداکثر رسیده است.

واژه های کلیدی: آلودگی هوا، رگرسیون دو جمله ای منفی، PM₁₀، ازن، مرگ و میر، COPD

مقدمه

هوا، در رخداد بیماری های تنفسی و آلرژی ها از قبیل بیماری مزمن ریوی، پنومونی و غیره، مشارکت و ارتباط دارد (۱). بر اساس متون، تعریفی که از آلودگی هوا ارایه می شود، ترکیبی ناهمگون از گازها، مایعات و ذرات ریز معلق می باشد که شامل مونواکسید کربن (CO)، اکسیدهای

در حوزه سلامت و بهداشت، مطالعات بسیاری در سال های اخیر انجام شده است که به بررسی اثرات آلاینده های زیست محیطی، بر سلامت انسان پرداخته است. یکی از مباحث مورد بحث در حوزه آلودگی، بحث آلاینده های هوا می باشد. شواهد نشان داده اند آلودگی

E-mail: jamshid.charati@gmail.com

مؤلف مسئول: جمشید یزدانی چراتی - ساری: کیلومتر ۱۷ جاده خزرآباد، مجتمع دانشگاهی پیامبر اعظم، دانشکده بهداشت

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد آمار زیستی، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

۲. دانشیار، گروه آمار زیستی، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، پژوهشکده اعتیاد، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

۳. دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای و ارگونومی، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

۴. تکنسین مدارک پزشکی، بیمارستان امید، مشهد، ایران

تاریخ تصویب: ۱۳۹۷/۹/۲۶

تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: ۱۳۹۶/۴/۱۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۳/۳۱

نیتروژن، دی اکسید گوگرد، ازن و ذرات ریز با قطر کم تر از $10 \mu\text{m}$ (10 pm) و ذرات بسیار کوچک با قطر کم تر از $2.5 \mu\text{m}$ (2.5 pm) می باشد. این ذرات ریز PM ترکیبی ناهمگون از ذرات جامد و مایع می باشند که در هوا معلق هستند و از حیث اندازه و ترکیب شیمیایی با هم تفاوت می کنند (۳،۲). نوسانات کوتاه مدت آلودگی هوا می تواند تاثیری منفی، بر روی سلامت همه افراد جامعه داشته باشد (۴). این تاثیر و شدت ارتباط آن با بیماری های قلبی تنفسی و سکته مغزی نگران کننده می باشد، به طوری که افزایش نرخ شیوع مرگ و میر افراد را در پی داشته است. بر اساس نتایج چندین مطالعه و تحقیق در حوزه آلودگی هوای شهر مشهد بررسی اثرات آن از حیث اقتصادی و بهداشتی، ریز آلاینده ها و ذرات $\text{PM}_{2.5}$ بر مرگ و میر تنفسی، بدون در نظر گرفتن مرگ و میر بیماری های قلبی عروقی، بدون تفکیک دقیق موارد و به صورت کلی، نقشی موثر داشته اند (۷-۵). نتیجه یک تحقیق در شهر مشهد نشان داده است، آلاینده های گازی نرخ خطر بروز مرگ و میر را افزایش می دهند. در این میان، CO یا مونواکسید کربن بیش ترین تاثیر را بر افزایش خطر مرگ قلبی داشته است. نتایج به دست آمده تحقیق، بر اساس مدل رگرسیونی دو جمله ای منفی به دست آمده است (۸). بررسی نقش آلاینده های گازی به خصوص ازن بر آلودگی هوا و میزان تاثیر آن بر نرخ مرگ و میر، جای بحث و بررسی بیش تری دارد. نتایج چند تحقیق نشان داده است رابطه ای معکوس بین افزایش میانگین ۲۴ ساعته ازن و افزایش نرخ مرگ و میر قلبی وجود دارد. دلایل متعددی برای آن بیان شده است. همبستگی بالای ازن با دمای محیط و تاثیر آفتاب و نور خورشید بر آن، از جمله دلایل آن است که در تحقیقات ذکر شده است (۱۰-۸). هم چنین آلودگی هوا بر اثر ذرات ریز PM، عامل مهم در آلودگی هوا، به شمار می رود. در بررسی تاثیر آن بر نرخ بروز مرگ و میر قلبی تنفسی، با در نظر داشتن تفکیک دقیق بیماری ها و بیماری های

قلبی ریوی مختص و متاثر از آلودگی هوا و با تاخیر زمانی مناسب^۱ می بایست مد نظر قرار گیرد (۸). لذا با توجه به موارد ذکر شده و در نظر گرفتن نقش موثر آلودگی هوا در بروز بیماری مختلف، به ویژه بیماری های تنفسی و مرگ و میر منتج از آن، نویسندگان این مقاله تصمیم به طراحی و اجرای مطالعه فوق با در نظر گرفتن آلودگی ناشی از افزایش غلظت آلاینده ها بر اساس مستندات ثبت شده در ایستگاه های آلودگی هوای شهر مشهد و نرخ مرگ و میر ناشی از بیماری های تنفسی، با در نظر گرفتن تاخیر اثر آلودگی گرفتند و مراحل اجرای آن را تکمیل نمودند.

مواد و روش ها

در این مطالعه، داده های مورد مطالعه و آنالیز به دو گروه تقسیم شدند:

آمار خام مرگ و میر روزانه شهر مشهد، از تاریخ اول فروردین ۱۳۹۰ لغایت ۲۹ اسفند ۱۳۹۰، از گروه توسعه شبکه و ارتقاء سلامت، واحد آمار معاونت بهداشت دانشگاه علوم پزشکی مشهد دریافت شد. آمار مرگ و میر مشهد شامل تمام علل مرگ و میر، از قبیل تنفسی ریوی، قلبی و غیره بود، که بر اساس ورژن ۱۰ طبقه بندی بین المللی بیماری ها (ICD 10)، کد گذاری شدند. جامعه علل مرگ و میر مورد نظر، در زیر گروه های بیماری های تنفسی ریوی، شامل گروه بیماری های مزمن ریوی (ICD10 G42) تعریف گردید.

تجهیزات آزمایشگاهی

اطلاعات و شاخص های آلودگی هوا، از تاریخ اول فروردین ۱۳۹۰ (۲۱ مارس ۲۰۱۱) الی ۲۹ اسفند ۱۳۹۰ (۲۰ مارس ۲۰۱۲) از سازمان حفاظت محیط زیست استان خراسان رضوی و بخش هوا و فضا معاونت بهداشت دانشگاه علوم پزشکی مشهد دریافت شد. میزان نوسانات آلاینده ها در شبانه روز (۲۴ ساعته) و به

1. Lagre time

صورت میزان در ساعت، توسط دستگاه‌های نصب شده در ۱۲ ایستگاه که با فواصل متفاوتی از همدیگر قرار داشتند، اندازه‌گیری و ثبت شدند و شاخص‌سازی آماری روی داده‌ها انجام گردید. شاخص اندازه‌گیری آلاینده‌ها برای آنالیز آماری، میانگین روزانه یا ۲۴ ساعته آلاینده‌ها در نظر گرفته شد. هم‌چنین، مقادیر بسیار فرین و اندازه‌های صفر از محدوده داده‌های روزانه آلاینده‌ها، حذف گردید (جدول شماره ۱).

جدول شماره ۱: شاخص‌های توصیفی آلاینده‌ها شهر مشهد در سال ۱۳۹۰

نوع آلاینده	واحد اندازه‌گیری	میانگین (سال ۹۰)	حداکثر مقدار	حداقل مقدار	میانگین (SE)
O ₃	Ppb	۵/۸۱	۳۷/۳۶	۱۹/۴۴	۰/۳۱
NO	Ppb	۸/۴۶	۲۶۱/۷۲	۴۶/۵۶	۲/۳۵
NO ₂	Ppb	۱۲/۹۱	۸۳/۳۳	۲۹/۷۶	۰/۶۳
NOX	Ppb	۳۴/۹۹	۳۴۹/۰۵	۷۵/۶۵	۲/۹۶
CO	Ppm	۱/۲۷	۳/۹۹	۱/۹۱	۰/۰۲۳
PM _{2.5}	µg/m ³	۷/۷۶	۱۶۸/۳۵	۴۱/۲۱	۰/۹۴
PM ₁₀	µg/m ³	۱۲/۹۶	۳۳۸/۸۲	۸۳/۱۰	۲/۱۸
SO ₂	Ppb	۸/۹۰	۲۹/۸۷	۱۳/۷۲	۰/۱۶

آلاینده‌های مورد مطالعه عبارتند از: ازن (O₃)، مونوکسید نیتروژن (NO)، دی‌اکسید نیتروژن (NO₂)، گروه اکسید نیتروژن (NO_x)، مونوکسید کربن (CO)، ذرات با قطر کم‌تر از ۱۰ میکرومتر (PM₁₀)، ذرات با قطر کم‌تر از ۲/۵ میکرومتر (PM_{2.5}) و دی‌اکسید گوگرد (SO₂). به منظور بررسی و تحلیل اثرات آلاینده‌ها بر مرگ و میر افراد، آمار مرگ و میر روزانه، به صورت یک روز جلوتر در نظر گرفته شد. به عبارتی دیگر، اثرات آلاینده‌ها با یک روز تاخیر محاسبه شدند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و اطلاعات، از نرم‌افزارهای STATA12.1, SPSS18 استفاده و روش‌های آماری توصیفی و رگرسیون دو جمله‌ای منفی، به کار گرفته شد.

مدل عددی

در تحلیل مدل‌های رگرسیونی، به مواردی برخورد می‌شود که پاسخ به صورت انبوهه یا شمارشی در واحدی از سطح یا زمان می‌باشد که به‌طور تصادفی و مستقل رخداد می‌شود. در این گونه موارد، مقادیر پاسخ

۰، ۱، ۲، ... خواهد بود. به عنوان مثال می‌توان به نمونه‌هایی همچون تعداد مراجعات یک فرد به پزشک در طول یک سال، تعداد تصادفات در یک منطقه، تعداد موارد مرگ و میر روزانه و غیره اشاره کرد.

مدل‌های تعمیم یافته خطی (GLM) گسترش یافته مدل‌های رگرسیون معمولی است که در مواجهه با توزیع غیرنرمال متغیر پاسخ و مدل‌بندی تابع میانگین آن به کار می‌رود. از آن‌جا که مدل‌های پواسن، با داده‌های شمارشی سرو کار دارد، مدل‌های لوگ خطی پواسن به کار گرفته می‌شود. مدل لوگ خطی پواسن، در مواردی محدودیت کاربرد دارد. در حالتی که واریانس مشاهدات بیش‌تر از میانگین شود متغیر پواسن دچار وضعیت بیش پراکنش می‌شود. علت به وجود آمدن بیش پراکنش، ناهمگونی بین واحدهای نمونه یا آمار مرگ و میر روزانه در گروه‌ها یا سطوح متفاوت از متغیر مستقل می‌تواند باشد. در این حالت مدل مناسب توزیع دو جمله‌ای منفی می‌باشد. تابع احتمال توزیع دو جمله‌ای منفی و میانگین و واریانس توزیع آن به صورت زیر می‌باشد:

$$f(y, k, \mu) = \frac{\Gamma(y+k)}{\Gamma(k)\Gamma(y+1)} \left(\frac{k}{k+\mu} \right)^k \left(1 - \frac{k}{k+\mu} \right)^y \quad y = 0, 1, 2, \dots$$

$$E(y) = \mu$$

$$\text{var}(y) = \mu + \frac{\mu^2}{k}$$

از تقسیم واریانس بر میانگین، اندازه بیش پراکنش تعیین می‌شود. شاخص $\frac{1}{k}$ پارامتر بیش پراکنش نامیده می‌شود (۱۰-۱۲).

یافته‌ها

از میان ۱۲۲۱۵ مرگ و میر ثبت شده شهر مشهد در سال ۱۳۹۰، ۸۲۳ مورد مربوط به تلفات ناشی از بیماری‌های مزمن ریوی و انسداد ریه گزارش شد. به طور متوسط، تعداد کل مرگ و میر روزانه، ۳۳/۴۶ مورد برآورد گردید که از این تعداد، ۲/۲۵ مورد مرگ و میر روزانه بیماری مزمن ریوی و انسداد ریه (COPD)

گزارش شد. در ۶۰ روز سال ۱۳۹۰، آمار فوتی بر اثر ابتلا به بیماری‌های مزمن ریوی و انسداد ریه، صفر نفر و در ۳۰۵ روز بین ۱ تا ۱۱ نفر بوده است.

جدول شماره ۲ نتایج رگرسیون دو جمله ای منفی و تاثیر خطی آلاینده‌ها بر نسبت نرخ مرگ و میر مبتلایان به بیماری‌های مزمن ریوی (COPD) را نشان می‌دهد. آلاینده مونوکسید کربن (CO) بیشترین تاثیر را بر نسبت نرخ مرگ و میر مبتلایان به بیماری‌های مزمن ریه داشته است. به ازای هر یک واحد افزایش ppm در میزان مونوکسید کربن، نسبت نرخ بروز مرگ و میر به میزان ۳۷ درصد افزایش میابد. هم‌چنین به ازای یک واحد افزایش ppb در میزان دی اکسید گوگرد (SO₂) نسبت نرخ بروز مرگ و میر مبتلایان بیماری‌های مزمن ریه، ۴ درصد افزایش میابد. در میان خانواده نیتروژن، به ازای هر یک واحد افزایش ppb در میزان روزانه NO₂، نسبت نرخ بروز مرگ و میر بیماری‌های مزمن ریوی به میزان ۱ درصد افزایش می‌یابد. در میان آلاینده‌ها، pm 10 و pm 2.5 تاثیر خطی معنی‌داری بر افزایش نسبت نرخ بروز مرگ و میر مبتلایان به بیماری‌های مزمن ریه (COPD) نداشته‌اند.

بحث

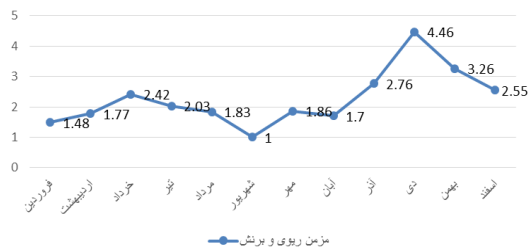
با مقایسه نسبت‌های نرخ بروز مرگ و میر آلاینده‌ها و مقایسه آنان، نقش فزاینده آلاینده‌های هوا به خصوص گروه گازها، در افزایش مرگ و میر مبتلایان به بیماری‌های مزمن ریوی و برنش، تاثیرگذار بوده است. در این بین، ذرات pm تاثیر معنی‌داری بر میزان مرگ و میر مبتلایان به بیماری‌های مزمن ریوی از خود نشان ندادند. هر چند که نتایج اکثر مطالعات (۲۰ شهر ایالت متحده سال ۲۰۰۰ و هنگ کنگ ۲۰۰۲) حکایت از تاثیر این ریز آلاینده‌ها بر افزایش خطر مرگ و میر قلبی تنفسی (۱۴،۱۳،۱۰) دارد، اما شاید بتوان گفت وجود بیش از اندازه مقادیر نامعلوم و مخدوش ذرات در این مطالعه، طی فرآیندهای اندازه‌گیری و ثبت آلاینده‌گی pm 2.5 و

pm 10، بر میزان اثرگذاری این ذرات بی‌تاثیر نبوده است. به عنوان نمونه از میان ۱۱ ایستگاه ثبت و اندازه‌گیری آلاینده‌گی هوا، حد اقل در سه ایستگاه و تنها در یک سوم سال، میزان ریز ذرات، اندازه‌گیری شده بود. در گروه گازها، ازن با داشتن تاثیری معنی‌دار اما منفی، رابطه‌ای معکوس را نشان داده است. بر اساس نتایج یک مطالعه در آمستردام (۱۹۹۶)، ازن با دو روز تاخیر، پیش‌بینی قوی‌تری از مرگ و میر روزانه خواهد داشت (۱۵). اما در مطالعه‌ای متا آنالیز، اثر عکس تاثیر افزایش ازن بر مرگ و میر مورد بررسی قرار گرفته است (۹). با توجه به بررسی‌ها می‌توان گفت از آن‌جا که ازن تحت تاثیر شدید آفتاب و نور خورشید قرار دارد و هم‌چنین همبستگی بالایی نیز با دمای محیط دارد، پیشنهاد می‌شود به جای میانگین ۲۴ ساعته، میانگین ۸ ساعته یا میانگین ساعات آفتابی طول شبانه‌روز، برای اندازه‌گیری روزانه ازن در نظر گرفته شود یا مجدداً با در نظر گرفتن دمای محیط و کنترل آن، مدل‌سازی انجام شود (۹، ۱۰).

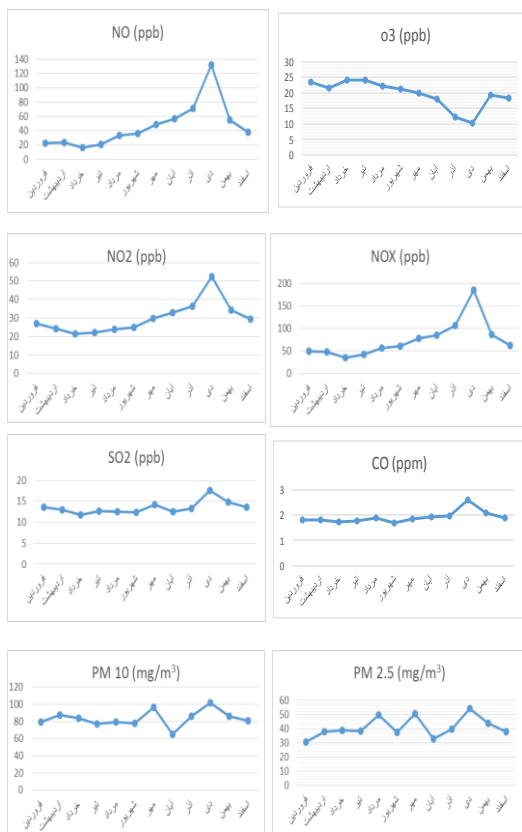
جدول شماره ۲: ضرایب تاثیر آلاینده‌های هوا بر نسبت نرخ مرگ و میر بیماری‌های مزمن ریوی و برنش در سال ۱۳۹۰ مشهد با روش رگرسیون دو جمله ای منفی

نسبت نرخ بروز مرگ و میر (IRR)	انحراف استاندارد	آماره Z	احتمال معنی‌داری	فاصله اطمینان ۹۵ درصد (IRR)
O ₃	۰/۹۶	۰/۰۰۷	-۴/۶	۰/۰۰۰
No	۱/۰۰۳	۰/۰۰۰۸	۴/۶۴	۰/۰۰۰
No ₂	۱/۰۰۱	۰/۰۰۳	۳/۸۶	۰/۰۰۰
Nox	۱/۰۰۳	۰/۰۰۰۷	۴/۱۵	۰/۰۰۰
Co	۱/۳۷	۰/۱۲	۳/۴۱	۰/۰۰۱
Pm _{2.5}	۱/۰۰۳	۰/۰۰۲	۱/۶	NS
Pm ₁₀	۱/۰۰۶	۰/۰۰۱	۰/۵۸	NS
SO ₂	۱/۰۴	۰/۰۱۳	۳/۳۷	۰/۰۰۱

مطالعات مشابه (هنگ کنگ ۲۰۰۲، بارسلونا ۱۹۹۶) نشان داده‌اند اثر دی اکسید گوگرد بر مرگ و میر بیماری‌های تنفسی معنی‌دار بوده است (۱۶، ۱۰). در این مطالعه، افزایش میزان دی اکسید گوگرد، نسبت نرخ بروز مرگ COPD را ۴ درصد افزایش داده است؛ در صورتی که نتایج دیگر مطالعات نشان از عدم تاثیر معنی‌دار دی اکسید گوگرد بر خطر مرگ بیماری‌های مزمن ریوی داشته



نمودار شماره ۱- مقایسه متوسط روزانه مرگ و میر مبتلایان COPD به تفکیک ماه در سال ۱۳۹۰ مشهد



نمودار شماره ۲: نمودارهای تغییرات آلاینده ها به تفکیک ماه در سال ۱۳۹۰ مشهد

سپاسگزاری

در پایان لازم است از زحمات سرکار خانم نصرالله زاده، کارشناس محترم بخش آمار و سرکار خانم احمدی در بخش معاونت هوا فضا دانشگاه علوم پزشکی مشهد تشکر و قدردانی گردد. هم چنین، مسئول وقت آزمایشگاه فنی سازمان حفاظت محیط زیست خراسان رضوی، جناب آقای صباحی، مدیر وقت قسمت آموزش

است (۱۰). در سایر مطالعات انجام شده مشابه در ایران (کرمان ۲۰۱۴)، گازهای آلاینده و ریز ذرات pm تاثیر معنی داری بر مرگ و میر قلبی عروقی نداشته اند (۱۷). بر اساس نتایج این مطالعه به صورت همزمان، بر روی تاثیر آلودگی هوا و نقش آلاینده های گازی روی مرگ و میر قلبی عروقی، تاثیر آلاینده ها روی مرگ و میر بیماری های ریوی و انسداد ریه مشابه مرگ و میر قلبی عروقی به دست آمده است (۸).

در بررسی میزان تاثیر آلاینده های فوق، بر نسبت نرخ مرگ و میر مبتلایان به بیماری مزمن ریوی و برنش، مرگ و میر روزانه، با یک روز تاخیر (با میانگین آلاینده های روز قبل) به کار گرفته شد. در بررسی همبستگی ها، مدل می تواند، با مرگ و میر همان روز یا یک روز الی سه روز تاخیر یا بیش تر، در نظر گرفته شود و نهایتاً باهم مقایسه شود. هم چنین، بررسی اثر تجمعی آلاینده ها بر روی افزایش مرگ و میر مبتلایان به بیماری مزمن ریوی و برنش جای بررسی دارد. اما به نظر بهتر می رسد اگر طول بازه زمانی روزها با تاخیر کمتری روبرو باشد، برآوردها دقیق تر است (۱۰). از آنجایی که آلاینده ها همبستگی بالایی با یکدیگر دارند، خود همبستگی چند گانه در مدل رگرسیونی به وجود می آید (۱۸). با مدل رگرسیونی ساده و تک متغیره، اثر تک تک آلاینده ها روی $\log$ تعداد مرگ و میر برآورد گردید.

تاثیر ۲۴ ساعته آلاینده های گازی به جز ازن، با مدل رگرسیون دو جمله ای منفی و تک متغیره، روی نسبت نرخ بروز مرگ و میر مبتلایان به بیماری مزمن ریوی در مشهد سال ۱۳۹۰، مستقیم و معنی دار گزارش شده است. هر چند که طبق نمودار شماره ۲۰۱، در ماه های با بیش ترین نرخ مرگ و میر COPD، آلودگی ذرات ریز گرد بالا بوده است، اما تاثیر معنی داری بر نسبت نرخ مرگ و میر بیماران مزمن ریوی نداشته است. در میان آلاینده ها، CO بیش ترین اثر را بر نسبت نرخ مرگ و میر داشته است.

و پژوهش، جناب آقای جاودانی، معاونت فنی، جناب آقای قادری تشکر می‌شود.
طرح پژوهشی حاضر، به عنوان طرح تحقیقاتی

مصوب به شماره IR.UMSHA.REC.1397.635 در
دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان ثبت
شده است.

References

1. Smith RL, Davis JM, Sacks J, Speckman P, Styer P. Regression models for air pollution and daily mortality: analysis of data from Birmingham, Alabama. *Environmetrics* 2000; 11(6): 719-743.
2. Brook RD, Franklin B, Cascio W, Hong Y, Howard G, Lipsett M, et al. Air pollution and cardiovascular disease A statement for healthcare professionals from the expert panel on population and prevention science of the American Heart Association. *Circulation* 2004; 109(21): 2655-2671.
3. Daly A, Zannetti P. An introduction to air pollution—definitions, classifications, and history In: Ambient air pollution, Zannetti P, Al-Ajmi D, Al-Rashied S. Egypt, The Arab School for Science and Technology and The EnviroComp Institute; 2007.p: 1-14.
4. Anderson ML. As the Wind Blows: The Effects of Long-Term Exposure to Air Pollution on Mortality. NBER Working Paper. 2015. Available at: <https://www.nber.org/papers/w21578.pdf>.
5. Ghorbani M, Firouz ZA. Valuation of different characteristics of air pollution in Mashhad 2010; 44(89): 215-241 (Persian).
6. Miri M, Derakhshan Z, Allahabadi A, Ahmadi E, Conti GO, Ferrante M, et al. Mortality and morbidity due to exposure to outdoor air pollution in Mashhad metropolis, Iran. The AirQ model approach. *Environ Res* 2016; 151: 451-457.
7. Ghaneian MT, Ehrampoush MH, Alidadi H, Najafpour AA, Sadeghi A, Bonyadi Z. Analysis of PM_{2.5} Concentration in Mashhad City, Iran in 2013. *Journal of Health Chimes* 2014; 2(2): 19-24.
8. Ghorbani N, Yazdani Charati J, Etemadinejad S. Relationship between Air Pollution and Mortality Rate due to Cardiovascular Diseases in Mashhad, Iran 2011. *J Mazandaran Univ Med Sci* 2017; 26(146): 47-55 (Persian).
9. Ito K, De Leon SF, Lippmann M. Associations between ozone and daily mortality: analysis and meta-analysis. *Epidemiology* 2005; 16(4): 446-457.
10. Wong T, Tam W, Yu T, Wong A. Associations between daily mortalities from respiratory and cardiovascular diseases and air pollution in Hong Kong, China. *Occup Environ Med* 2002; 59(1): 30-35.
11. Agresti A, Kateri M. Categorical data analysis. Berlin. Springer; 2011.
12. Greene WH. Accounting for excess zeros and sample selection in Poisson and negative binomial regression models. New York, University Stern School of Business. 1994.
13. Peng RD, Dominici F, Louis TA. Model choice in time series studies of air pollution and mortality. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)* 2006; 169(2): 179-203.
14. Samet JM, Dominici F, Currier FC, Coursac I, Zeger SL. Fine particulate air pollution and mortality in 20 US cities, 1987–1994. *N Engl J Med* 2000; 343(24): 1742-1749.
15. Verhoeff AP, Hoek G, Schwartz J, van Wijnen JH. Air pollution and daily mortality

- in Amsterdam. *Epidemiology* 1996; 7(3): 225-230.
16. Sunyer J, Castellsagué J, Sáez M, Tobias A, Antó JM. Air pollution and mortality in Barcelona. *J Epidemiol Community Health* 1996; 50(Suppl 1): s76-s80.
 17. Yaser HS, 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(2): 27-30.
 18. Zidek JV, Wong H, Le N, Burnett R. Causality, measurement error and multicollinearity in epidemiology. *Environmetrics* 1996; 7(4): 441-451.