مقاله پژوهشی
مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان
دوره ۱۵، مرداد ۱۳۹۵، ۳۹۸-۳۸۹

ارزیابی اثرات بهداشتی ناشی از $PM_{2.5}$ در هوای شهر مشهد در سال ۱۳۹۲

ضیاءالدین بنیادی[۱]، محمدحسن احرامپوش[۲]، محمدتقی قانعیان[۳]

دریافت مقاله: ۹٤/۸/۱۸ ارسال مقاله به نویسنده جهت اصلاح: ۹٤/۱۲/۸ دریافت اصلاحیه از نویسنده: ۹۵/٤/٦ پذیرش مقاله: ۹۵/٤/۱۲

چکیده

زمینه و هدف: ذرات معلق هوا یکی از آلاینده‌های اصلی هوا در مناطق شهری است که معمولاً از منابع مختلفی مانند اگزوز خودروها، فرایند احتراق صنعتی و یا از تبدیل ثانویه آلاینده‌های گازی تولید می‌شوند و باعث بیماری‌های تنفسی، قلبی-عروقی و مرگ‌ومیر می‌شوند. هدف از انجام این تحقیق، ارزیابی اثرات بهداشتی ناشی از $PM_{2.5}$ در هوای شهر مشهد در سال ۱۳۹۲ بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه مقطعی اثر غلظت $PM_{2.5}$ بر سلامت شهروندان مشهدی با استفاده از Air Q-2-3-3 تعیین گردید. ایستگاه‌های انتخاب‌شده جهت سنجش آلودگی هوا در این مطالعه شامل ۴ ایستگاه صدف، سجاد، دانشگاه و خیام بودند. در مجموع تعداد داده‌های جمع‌آوری‌شده از این ایستگاه‌ها ۶۹۹۵ بود. درنهایت با استفاده از این مدل تعداد کل مرگ‌ومیرها، بیماری‌های قلبی-عروقی و بیماری‌های تنفسی منتسب به $PM_{2.5}$ برآورد شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که فصل سرد بالاترین میزان آلودگی را داشت و در بعضی موارد میزان $PM_{2.5}$ از میزان استاندارد بیشتر شده بود. همچنین نتایج نشان داد که تعداد موارد کل مرگ‌ومیر، مرگ ناشی از بیماری قلبی-عروقی و مرگ ناشی از بیماری تنفسی به ترتیب ۳۳۱، ۲۶۳ و ۳۲ بوده است.

نتیجه‌گیری: جهت برآورد دقیق میزان خطر نسبی، بروز پایه و جزء منتسب باید مطالعات اپیدمیولوژیک جامع‌تری در سطح کشور انجام شود تا مقادیر دقیق‌تری از این شاخص‌ها به دست آمده و میزان مرگ‌ومیر با صحت بیشتری محاسبه گردد.

واژه‌های کلیدی: $PM_{2.5}$، آلاینده هوا، استاندارد اولیه، مشهد

۱- (نویسنده مسئول) کارشناس ارشد گروه بهداشت محیط، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران و دانشجوی دکترای بهداشت محیط، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی یزد، یزد، ایران
تلفن: ۰۳۵۳۸۲۰۹۱۱۴، دورنگار: ۰۳۵۳۸۲۰۹۱۱۹، پست الکترونیکی: zyabonyadi@yahoo.com
۲- استاد گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران
۳- دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1395.15.5.2.5]

مقدمه

سازمان جهانی بهداشت برآورد کرده است که ۳/۷ میلیون نفر در اثر آلودگی هوا می‌میرند [۱]. در میان آلاینده‌های هوا، ذرات معلق دارای اثرات زیان‌آوری می‌باشند [۲]. ذرات معلق می‌توانند باعث انواع وسیعی از اثرات بهداشتی مثل برونشیت، آسم، سرطان ریه و بیماری‌های قلبی و عروقی شوند [۳].

تحقیقات علمی نشان داده است که ذرات معلق از دیدگاه مخاطرات بهداشت عمومی و سلامتی، اصلی هستند. در اکتبر ۲۰۱۳، کارشناسان IARC، ذرات معلق هوای آزاد را، فارغ از اندازه یا ترکیب شیمیایی آنها، جزو گروه ۱ مواد سرطان‌زا برای انسان‌ها تقسیم‌بندی نمودند [۴].

ذرات معلق جزو آلاینده‌های منابع تولید ذرات معلق می‌تواند به دو صورت طبیعی و مصنوعی باشد [۵]. تقریباً ۴۰٪ ذراتی که دارای اندازه بین ۱ تا ۲ میکرون هستند در برونش‌ها و کیسه‌های هوایی باقی می‌مانند. ذراتی که اندازه‌ای آنها ۰/۲۵ تا ۱ میکرون است به دلیل حرکت براونی در دستگاه تنفسی بیشتر باقی می‌مانند [۶، ۱]. $PM_{2.5}$، ذرات معلق موجود در اتمسفر هستند که قطر معادل آئرودینامیکی مساوی یا کمتر از ۲/۵ میکرون دارند. این ذرات از ترکیبات پیچیده‌ای مثل کربن آلی و عنصری، گردوغبار معدنی، عناصر کمیاب و آب تشکیل شده‌اند که باعث بیماری‌های تنفسی و قلبی و عروقی می‌شوند [۷]. میانگین غلظت $PM_{2.5}$ بر اساس موقعیت ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوا، فصل سال و تراکم جمعیت متفاوت است. Zolghi و همکاران به برآورد بیماری‌های قلبی-عروقی و تنفسی منتسب به ذرات معلق کمتر از ۱۰ میکرون در هوای شهر تبریز پرداختند [۱]. Geravandi و همکاران به بررسی اثرات بهداشتی تماس با ذرات معلق کمتر از ۱۰ میکرون در هوای شهر اهواز پرداختند که نتایج آن نشان داد تعداد کل مرگ و موارد مرگ قلبی-عروقی با توجه به حضور ذرات معلق کمتر از ۱۰ میکرون، بالاتر از حد استاندارد بود [۸].

مطالعات Martins و همکاران [۹]، Minguill و همکاران [۱۰]، Burnett و همکاران [۱۱]، نشان داده است که مواجهه با ذرات معلق، تعداد بیماری تنفسی، قلبی و عروقی و تعداد مرگ‌ومیرهای مرتبط با ذرات معلق را افزایش داده است. مطالعات Burnett و همکاران [۱۱]، Lim و همکاران [۱۲] تعداد مرگ‌ومیرهای منتسب به $PM_{2.5}$ در سال ۲۰۱۰ را ۳/۲ میلیون نفر در کل جهان برآورد کرده است.

با توجه به مطالب گفته‌شده، ارزیابی اثرات مختلف $PM_{2.5}$ در هوا بر روی سلامتی انسان امری ضروری جلوه می‌کند. بدین منظور می‌توان از مدل‌های موجود استفاده نمود که اکثراً از نوع آماری-اپیدمیولوژیکی می‌باشند. در این مدل‌ها داده‌های کیفیت هوا در فواصل غلظت با پارامترهای اپیدمیولوژیک مانند خطر نسبی، بروز پایه و جزء منتسب تلفیق شده و حاصل کار به‌صورت مرگ‌ومیر نمایش داده می‌شود [۱۳].

نرم‌افزار AirQ-2-3-3 یکی از این مدل‌ها است که پس از انجام بررسی، توسط مرکز اروپایی سلامت و محیط زیست WHO به‌منظور تسهیل ارزیابی‌های اثرات بهداشتی (Health End Points) انتشار یافته است که در آن اطلاعات مربوط به ارتباط تماس-پاسخ داده‌های مواجهه

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1395.15.5.2.5]

جمعیت ترکیب می‌شوند و حد اثرات بهداشتی مورد انتظار برآورد می‌گردد. این نرم‌افزار تخصصی، کاربر را قادر می‌سازد تا در یک مکان معین (یک منطقه مشخص از شهر) و دوره زمانی خاص، اثرات بالقوه ناشی از تماس با یک آلاینده خاص را بر روی انسان ارزیابی نماید [۱۳].

آگاه نمودن تصمیم‌گیرندگان و عموم مردم از میزان اثرات بهداشتی آلودگی هوا اولین مرحله اساسی در توسعه برنامه‌های راهبردی موفق کنترل آلاینده‌ها محسوب می‌شود. کمّی‌سازی اثرات بهداشتی آلودگی هوا، راهنمای مهمی برای تصمیم‌گیرندگان جوامع محسوب می‌شود. با استفاده از کمّی‌سازی، میزان اثرات بهداشتی آلودگی هوا برآورد شده و اولویت کنترل آلودگی هوا در مقایسه با دیگر عوامل خطرزا مشخص می‌گردد [۱۴].

طبق آخرین بازنگری استاندارد ملی کیفیت هوای آزاد ازنظر آژانس حفاظت محیط زیست، حداکثر میزان مجاز سالیانه و روزانه ذرات معلق $\mu g/m^3$ ۱۵ و $\mu g/m^3$ ۳۵ است [۱۵]. مشهد کلان‌شهری در شمال شرقی ایران و مرکز استان خراسان رضوی است. وزش بادها در آن بیشتر در جهت جنوب شرقی به شمال غربی است. حداکثر درجه حرارت در تابستان‌ها ۴۳ درجه بالای صفر و کمترین آن در زمستان‌ها ۲۳ درجه زیر صفر است [۱۶]

در حال حاضر یکی از مشکلات شهر مشهد، آلودگی هوا (به‌خصوص در پاره‌ای از مواقع سال) و تولید حجم بسیار زیادی از آلاینده‌های مختلف است. این شهر به دلایل متعددی ازجمله تعدد وسایل نقلیه موتوری، جمعیت بالا، مراکز صنعتی آلاینده، شرایط اقلیمی خاص و قرار گرفتن در بین دو رشته‌کوه هزارمسجد و بینالود، رتبه دوم آلودگی هوا در کشور را نیز داراست. آلودگی هوای شهر مشهد در سال‌های اخیر روندی صعودی داشته است که این می‌تواند ناشی از عوامل مختلف ازجمله افزایش جمعیت و افزایش مصرف سرانه سوخت‌های فسیلی باشد. با توجه به روند موجود آلودگی هوا در شهر مشهد انتظار می‌رود که آمار مرگ‌ومیر در این شهر سال‌به‌سال افزایش یابد که توجه هرچه بیشتر مسئولان و متخصصان امر جهت کنترل آلودگی هوا را ضروری می‌سازد. یکی از مهم‌ترین راهکارهایی که جهت کنترل آلودگی هوا در شهر مشهد می‌توان بکار برد، برنامه‌های مدیریتی است که تدوین صحیح آنها بدون تکیه بر منابع اطلاعاتی درست و دقیق از وضعیت هوای محیط و تأثیر آن بر سلامت انسان، امکان‌پذیر نخواهد بود [۱۳]. با توجه به این که سازمان‌های مختلف مسئول، آمار و اعداد و ارقام مختلفی را در زمینه مرگ‌ومیر ناشی از آلودگی هوا به $PM_{2.5}$ ارائه نموده‌اند و از طرفی در خصوص میزان اثرات بهداشتی ناشی از آلودگی هوا به این آلاینده به‌صورت علمی بررسی نشده است، لذا هدف از انجام این مطالعه ارزیابی اثرات بهداشتی ناشی از $PM_{2.5}$ در هوای شهر مشهد در سال ۱۳۹۲ بود.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه مقطعی از نرم‌افزار AirQ-2-3-3 جهت کمّی‌سازی بیماری‌های قلبی و تنفسی منتسب به آلاینده $PM_{2.5}$ شهر مشهد در سال ۱۳۹۲ استفاده شد. این مدل یک ابزار معتبر و قابل‌اعتماد برای برآورد اثرات کوتاه‌مدت آلاینده‌های هوا است که توسط سازمان بهداشت جهانی تهیه و عرضه شده است. در این تحقیق، ابتدا غلظت‌های لحظه‌ای $PM_{2.5}$ هوای شهر مشهد در سال ۱۳۹۲ با مراجعه

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1395.15.5.2.5]

به سازمان حفاظت محیط زیست به دست آمد. کار نمونه‌برداری آلاینده $PM_{2.5}$ با استفاده از دستگاه سنجش آلودگی هوا مدل Environmental Dust Monitor ساخت فرانسه انجام شد. انتخاب ایستگاه‌ها بر اساس تراکم بالای رفت‌وآمد مردم و ترافیک شهری و با توجه به فعالیت منظم ایستگاه‌ها بوده است.

ایستگاه‌های انتخاب‌شده جهت سنجش آلودگی هوا در این مطالعه شامل ۴ ایستگاه صدف، سجاد، دانشگاه و خیام بودند. هرکدام از ایستگاه‌ها در طول شبانه‌روز بین ۱۸ تا ۲۴ بار غلظت $PM_{2.5}$ را اندازه‌گیری کردند که در مجموع تعداد داده‌های جمع‌آوری‌شده از این ایستگاه‌ها ۶۹۹۵ بود.

به‌منظور انجام آنالیزهای آماری و استفاده از داده‌های خام، بایستی اعتبار این داده‌ها مورد بررسی قرار می‌گرفت که بدین منظور از معیارهای ذکرشده توسط سازمان بهداشت جهانی استفاده گردید. برخی از این معیارها عبارت‌اند از نسبت بین تعداد داده‌های معتبر برای دو فصل (فصل گرم و سرد) نباید بیش از ۲ باشد، جهت دستیابی به مقادیر متوسط یک‌ساعته از داده‌های با زمان متوسط کوتاه‌تر می‌بایست حداقل ۷۵٪ داده‌های معتبر وجود داشته باشند، جهت دستیابی به مقادیر متوسط متحرک (Moving Average) هشت‌ساعته از داده‌های یک‌ساعته می‌بایست حداقل ۷۵٪ داده‌های یک‌ساعته (حداقل ۱۸ ساعت) وجود داشته و دارای اعتبار باشند. بعد از کنار گذاشتن داده‌های غیرمعتبر، داده‌های معتبر بایستی وارد نرم‌افزار شوند. سپس با استفاده از نرم‌افزار اکسل مراحل پردازش اولیه (شامل حذف، شیت‌بندی آلاینده و یکسان‌سازی زمانی برای برآورد متوسط) و پردازش ثانویه (شامل نوشتن کد، محاسبه میانگین و اصلاح شرط) صورت گرفته و شاخص‌های آماری موردنیاز شامل میانگین سالیانه، میانگین فصل گرم، میانگین فصل سرد، صدک ۹۸، ماکزیمم سالیانه، ماکزیمم فصل گرم و فصل سرد در هر یک از شهرهای مورد مطالعه، محاسبه می‌گردد [۱]. به‌منظور کمّی‌سازی اثرات بهداشتی آلاینده‌های هوا با استفاده از نرم‌افزار Air Q-2-3-3، به پارامترهای خطر نسبی و بروز پایه نیز نیاز است که این پارامترها برای آلاینده‌ها و اثرات مختلف متفاوت می‌باشند [۱۸-۱۷]. خطر نسبی (Relative Risk) اغلب به‌صورت افزایش میزان مرگ‌ومیر و بیماری بیش از میزان مبنا همراه با یک افزایش ویژه در غلظت مواد ذره‌ای، یکی از شاخص‌های ویژه مورداستفاده در گزارش‌ها به شمار می‌رود. جزء منتسب یا نسبت منتسب (Attributable Proportion یا AP) بخشی از پیامد بهداشتی است که می‌توان آن را مرتبط با مواجهه جمعیتی خاص طی یک دوره زمانی مشخص دانست. این جزء با استفاده از فرمول زیر قابل‌محاسبه است:

$$AP = \frac{\sum\{[RR(c) - 1] \times P(c)\}}{\sum[RR(c) \times P(c)]}$$

که در آن RR(c)، خطر نسبی پیامد بهداشتی در گروه c یا گروه موردنظر و p(c) نسبت جمعیت گروه c یا گروه موردنظر است. با دانستن میزان بروز پایه پیامد بهداشتی انتخابی (I) در جامعه موردنظر، میزان منتسب به تماس جمعیت (یا تعداد موارد در واحد جمعیت) (IE) به‌صورت زیر قابل‌محاسبه خواهد بود:

$$IE = I \times AP$$

در یک جمعیت با اندازه N این میزان را می‌توان به تعداد موارد برآوردشده منتسب به تماس (NE) تبدیل نمود:

$$NE = IE \times N$$

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-09]

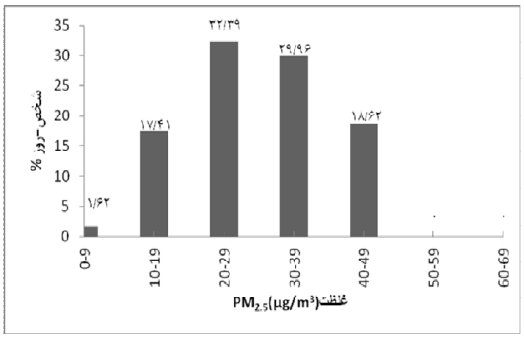
[DOR: 20.1001.1.17353165.1395.15.5.2.5]

با قرار دادن فواصل اطمینان برآورد RR در فرمول، می‌توان حدود بالا و پایین برآورد AP و محدوده تعداد موارد منتسب به مواجهه مورد انتظار را تعیین نمود [۱۴].

نتایج

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، حداقل سالیانه، متوسط سالیانه و حداکثر سالیانه، حداکثر فصل گرم، حداکثر فصل سرد، متوسط فصل گرم ۳۱/۰۷، متوسط فصل سرد ۴۲/۷۹ و صدک ۹۸ سالیانه غلظت $PM_{2.5}$ به ترتیب ۶/۸۸، ۳۷/۸۵، ۳۰۲/۹۶، ۱۱۸/۵۵، ۳۰۲/۹۶، ۳۱/۰۷، ۴۲/۷۹ و ۹۷/۰۸ میکروگرم در مترمکعب شده است.

جدول ۱ برآورد شاخص‌های خطر نسبی، جزء منتسب و موارد منتسب به $PM_{2.5}$ برای کل مرگ‌ومیرها، بیماری‌های قلبی-عروقی و بیماری‌های تنفسی را نشان می‌دهد. نمودار ۱ درصد روزهایی که مردم مشهد در معرض غلظت‌های مختلف $PM_{2.5}$ قرار گرفته بودند را نشان می‌دهد.



نمودار ۱- درصد روزهای مواجهه مردم مشهد با غلظت‌های مختلف $PM_{2.5}$ در سال ۱۳۹۲

جدول ۱- اثرات بهداشتی منتسب به $PM_{2.5}$ در هوای مشهد در سال ۱۳۹۲

شاخص / برآورد	خطر نسبی (به ازای هر ۱۰ $\mu g/m^3$)	جزء منتسب (درصد)	میزان بروز پایه	تعداد موارد منتسب (نفر)
کل مرگ	۱/۰۱(۱/۰۰۸-۱/۰۱۳)	۱/۹۳(۱/۵۵-۲/۵)	۵۴۳/۵	۳۳۱/۶(۲۶۶/۳-۴۲۸/۶)
مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی-عروقی	(۱/۰۱۹(۱/۰۰۵-۱/۰۳۲	۳/۶۱(۰/۹۷-۵/۹۴)	۲۳۱	۲۶۳/۲(۷۱/۲-۴۳۲/۵)
مرگ ناشی از بیماری‌های تنفسی	۱/۰۱۱(۱-۱/۲۱)	۲/۱۲(۰-۲۹/۳)	۴۸/۴	۳۲/۴(۰-۴۴۷)

بحث

این تحقیق با استفاده از روش سازمان جهانی بهداشت برای ارزیابی اثر آلودگی هوا بر سلامت انسان برای افرادی که در شهر مشهد مقدس زندگی می‌کنند، کاربرد دارد.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، مشخص شد که نسبت متوسط سالیانه $PM_{2.5}$ به هرکدام از استانداردهای سالیانه وضع‌شدهٔ WHO، EPA و ایران به ترتیب ۳/۷۹، ۲/۵۲، ۳/۷۹ بود.

نتایج نشان داد که تعداد روزهایی که متوسط غلظت ۲۴ ساعته $PM_{2.5}$ بالاتر از حد استانداردهای ایران و اتحادیه اروپا و رهنمود WHO شده است برابر با ۲۰۸ روز بوده است. به‌عبارت‌دیگر تقریباً در ۵۷٪ از روزهای سال، غلظت $PM_{2.5}$ بالاتر از حد استاندارد بوده است. در مطالعه‌ای که توسط Gholampour و همکاران با عنوان بررسی تغییرات ذرات معلق هوای آزاد و ارزیابی اثرات بهداشتی منتسب به آنها در شهر تبریز صورت گرفته است،

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1395.15.5.2.5]

مشخص شد که متوسط غلظت سالیانه ذرات $PM_{2.5}$ در منطقه شهری ۳۸ میکروگرم بر مترمکعب بوده و نیز مشخص شد که در طی روزهای نمونه‌برداری در منطقه شهری، غلظت این نوع ذرات ۶۹٪ از حد استاندارد ملی و ۵۰٪ از استاندارد EPA بیشتر شده است [۱۴].

Mansouri و همکاران در سال ۱۳۸۹ مقادیر غلظت ذرات PM_{10}، $PM_{2.5}$ و PM_1 را در دو نقطه شهر تهران اندازه‌گیری نمودند و دریافتند که میانگین غلظت ذرات PM_1 در حدود ۲۵-۵۰ $\mu g/m^3$، ذرات $PM_{2.5}$ در حدود ۵۰-۱۰۰ $\mu g/m^3$ و غلظت ذرات PM10 در حدود ۷۵-۱۳۰ $\mu g/m^3$ بوده است [۱۹]. در مطالعه‌ای که توسط Mirhoseini و همکاران با عنوان بررسی میانگین مقادیر PM_{10} و $PM_{2.5}$ موجود در هوای شهر خرم‌آباد صورت گرفته است مشخص شد که غلظت ذرات معلق در مناطق پرتراکم بالاتر بوده ولی مقادیر آن کمتر از حد استاندارد است [۲۰].

همچنین نتایج مطالعه حاضر نشان داد که حداکثر غلظت ذرات در فصل سرد (پاییز و زمستان) بیشتر از فصل گرم (بهار و تابستان) بود که احتمالاً یکی از دلایل آن، افزایش فعالیت مراکز آموزشی است که باعث افزایش بار ترافیکی در سطح شهر و به‌خصوص در مرکز شهر مشهد می‌شود. Azizifar و همکاران در سال ۱۳۹۰ مقدار ذرات معلق هوای شهر قم را در طی ماه‌های مختلف بررسی و گزارش نمودند که ازنظر ذرات $PM_{2.5}$، آذرماه با میانگین ۳۳ $\mu g/m^3$ آلوده‌ترین، و سه ماه مرداد، شهریور و مهر با میانگین ۱۷ $\mu g/m^3$ پاک‌ترین ماه‌های سال بودند [۲۱].

نتایج نشان داد که با توجه به حد وسط خطر نسبی و با در نظر گرفتن بروز پایه برابر با ۵۴۳/۵ در یک‌صد هزار برای کل مرگ‌ومیرها، فراوانی تجمعی کل موارد مرگ‌ومیر ۳۳۱ نفر برآورد گردیده است. نتایج این مطالعه بیانگر این واقعیت است که آلودگی هوای شهر مشهد سهم بسیار چشمگیری در میزان موارد مرگ‌ومیرهای افراد (غیر از تصادفات) از دی‌ماه سال ۱۳۹۱ تا دی‌ماه سال ۱۳۹۲ (به مدت ۱۲ ماه) داشته است و مسئولان می‌بایست بر پایه تحقیقات جامع علمی، راهکارهای مناسب، پایدار و قابل اجرایی جهت کنترل بحران آلودگی هوای شهر مشهد بکار گیرند. در تحقیقی که توسط Fattore و همکاران در سال ۲۰۱۱ در مورد ارزیابی اثرات بهداشتی $PM_{2.5}$ و PM_{10} بر روی انسان در مناطق صنعتی شمال ایتالیا با جمعیت ۲۴۰۰۰ نفر صورت گرفت، کل مرگ‌ومیرهای ناشی از این دو آلاینده حدود ۱۷۷ نفر در سال برآورد گردید [۲۲].

نتایج نشان داد که با توجه به برآورد حد وسط خطر نسبی و با در نظر گرفتن بروز پایه برابر با ۲۳۱ در یک‌صد هزار برای مرگ‌ومیرهای قلبی و عروقی، فراوانی تجمعی موارد مرگ‌ومیر ۲۶۳ نفر برآورد گردیده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که غلظت ذرات کربن‌دار با اندازه کمتر از ۲/۵ میکرون که بیشتر از دود خودروها ناشی می‌شوند، منجر به رسوب بالای پلاک در شریان‌ها می‌شود که می‌تواند به حملات قلبی و دیگر مشکلات قلبی-عروقی منجر گردد [۲۳]. نتایج نشان داد که با توجه به برآورد حد وسط خطر نسبی و با در نظر گرفتن بروز پایه برابر با ۴۸/۴ در یک‌صد هزار برای مرگ‌ومیرهای تنفسی، فراوانی تجمعی موارد مرگ‌ومیر ۳۲ نفر بوده است. مطالعات نشان می‌دهد که $PM_{2.5}$ نقش مهمی در ایجاد بیماری در بافت

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1395.15.5.2.5]

ریه را دارد [۲۴]. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده مشخص شد که بیشترین تعداد روز تماس با $PM_{2.5}$ در فاصله غلظت ۲۰ تا ۲۹ میکروگرم در مترمکعب بوده است که این میزان حدود ۳۹/۳۲٪ برآورد گردیده است.

مطالعه حاضر نشان می‌دهد که بالا بودن درصد مرگ ناشی از این آلاینده می‌تواند به دلیل میانگین غلظت بالای $PM_{2.5}$ در سال ۱۳۹۲ باشد که در این مورد با بهره‌گیری از روش‌های کنترل ذرات، تغییر سوخت با هدف کاهش ذرات تولیدی، استفاده بهینه از منابع سوخت، مدیریت کیفیت هوا در تمام مناطق شهری، توسعه فضای سبز و جلوگیری از تخریب آن، معاینه فنی خودروها، گازسوز و انژکتوری کردن خودروها، توسعه هر چه سریع‌تر وسایل نقلیه عمومی و بهره‌گیری از تکنولوژی‌های صنعتی می‌تواند در کاهش آلودگی هوای شهرها مؤثر باشد [۲۵] و می‌توان میزان بروز اثرات بهداشتی این آلاینده را از وضع موجود (خطر نسبی حد وسط) به وضعیت مناسب‌تر (خطر نسبی حد پایین) تغییر داد و درنتیجه از میزان اثرات نامطلوب این آلاینده کاست.

این مطالعه نظیر سایر مطالعات دارای محدودیت‌هایی بود که آگاهی از آنها در استفاده از نتایج این مطالعه کمک خواهد کرد. ازجمله محدودیت‌های این مطالعه این است که آلاینده‌ها به‌صورت مجزا مورد بررسی قرار گرفتند و آلاینده‌ها به‌صورت ترکیبی و در حضور همدیگر و اثرات سینرژیستی و آنتاگونیستی مطالعه نشدند. اثرات بهداشتی منتسب به آلاینده‌های هوا ناشی از برهم‌کنش‌های بین آلاینده‌های مختلف و دیگر اجزاء طبیعی اتمسفر می‌باشد.

در ارزیابی اثرات بهداشتی، این برهم‌کنش‌ها مورد بررسی قرار نمی‌گیرند و این امر نیازمند دانش کافی از مکانیسم‌های سمیّت برای اجزای مختلف اتمسفر است که متأسفانه این دانش موجود نمی‌باشد.

اغلب در مطالعه ارزیابی اثرات آلاینده‌ها فرض بر این است که اثرات آلاینده‌ها به‌صورت مجزا برآورد و درنهایت اثرات کل آلاینده‌ها از مجموع اثرات برآورد می‌گردد. لازم به ذکر است که جمع‌کردن اثرات تک‌تک آلاینده‌ها با هم صحیح نیست، چراکه معمولاً آلاینده‌های اتمسفری دارای همبستگی مثبتی با همدیگر هستند (تغییرات ساعتی مشابهی دارند). اغلب محققین جهت ارزیابی اثرات آلاینده‌ها معمولاً آلاینده‌ها را به دو گروه تقسیم می‌کنند و از هر گروه یک آلاینده که مهم‌ترین آلاینده است را انتخاب کرده و اثرات این دو آلاینده را با هم جمع می‌کنند.

دیگر محدودیت این مطالعه این است که فرض می‌شود غلظت‌های اندازه‌گیری‌شده در نقاط نمونه‌برداری (ایستگاه‌های پایش) بیانگر متوسط میزان مواجهه مردم ساکن مشهد با آلاینده‌ها می‌باشد. محدودیت دیگر این مطالعه مربوط به مقادیر ریسک نسبی است که از مطالعات دیگر در جوامع مختلف به دست آمده است. به‌هرحال با وجود محدودیت‌های ذکرشده، این روش یکی از معتبرترین روش‌های مورداستفاده جهت ارزیابی اثرات بهداشتی منتسب به آلاینده‌های هواست که توسط WHO طراحی و ارائه شده است [۲۶، ۲۲].

نتیجه‌گیری

جهت برآورد دقیق میزان خطر نسبی، بروز پایه و جزء منتسب باید مطالعات اپیدمیولوژیک جامع‌تری در سطح کشور انجام شود تا مقادیر دقیق‌تری از این شاخص‌ها به

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1395.15.5.2.5]

دست آید و میزان مرگ‌ومیر با صحت بیشتری محاسبه گردد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از همکاری مسئولان محترم سازمان حفاظت محیط زیست شهر مشهد در خصوص جمع‌آوری اطلاعات تشکر و قدردانی نمایند.

References

[1] Zallaghi E GG, Geravandi S, Mohammadi MJ, Vosoughi Niri M, Vesyi E, Golpategani HR. Estimating the prevalence of cardiovascular and respiratory diseases due to particulate air pollutants in Tabriz air. *Scientific J Ilam Univ Med Sci* 2014; 22(1): 84-91. [Farsi]

[2] EEA. Air Quality in Europe d 2013 Report, EEA report. Copenhagen http:// dxdoiorg/102800/92843. 2013.

[3] Anderson J O TJG, Stolbach A. Clearing the air: a review of the effects of particulate matter air pollution on human health. *J Med Toxicol* 2012; 8: 166-75.

[4] Loomis D GY, Lauby-Secretan B, Ghissassi FE, Bouvard V, Benbrahim-Tallaa L, et al. The carcinogenicity of outdoor air pollution. *The Lancet Oncology* 2013; 14(13): 1262-3.

[5] Francisco S ea. Main components and human health risks assessment of PM10, PM2.5, and PM1 in two areas influenced by cement plants. *Atomospher environment* 2015; 120: 109-16.

[6] Tuan V V JMD, Roy M. Review: Particle number size distributions from seven major sources and implications for source apportionment studies. *Atmospheric Environment* 2015; 122: 114-32.

[7] Ha S, Hu H, Roussos-Ross D, Haidong K, Roth J, Xu X. The effects of air pollution on adverse birth outcomes. *Environmental Research* 134: 198-204.

[8] Geravandi S MMJ, Goudarzi GH R. Health effects of exposure to particulate matter less than 10 microns (PM_{10}) in Ahvaz. *J Qazvin Univ Med Sci* 2014;18(5):28-36. [Farsi]

[9] Martins V MT, Minguill on M C, Amato F, de Miguel E, Capdevila M, Querol X. Exposure to airborne particulate matter in the subway system. *Sci Total Environ* 2014; 511: 711-22.

[10] Minguillon M C SA, Triguero-Mas M, de Nazelle A, Dadvand P, Figueras F, Salvado J A, Grimalt J O, Nieuwenhuijsen M, Querol X. Source apportionment of indoor, outdoor and personal $PM_{2.5}$ exposure of pregnant women in Barcelona, Spain. *Atmos Environ* 2012; 59: 426-36.

[11] Burnett R PIC, Ezzati M, Olives C, Lim S, Mehta S, Shin H, Singh G, Hubbell B, Brauer M. An integrated risk function for estimating the global Burden of disease attributable to ambient Fine particulate matter exposure. *Environ Health Perspect*. 2014.

[12] Lim S S ea. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1395.15.5.2.5]

factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990e2010 :a systematic analysis for the global burden of disease study 2010. *Lancet* 2012; 380(9859): 2224-60.

[13] Kermani M BAF, Aghaei M, Karimzadeh S, Arfaeinia H, Godarzi G, Salahshour Arian S. Quantification of Health Effects Attributed to Ozone in Five Metropolises of Iran Using AirQ Model. *Journal of Health* 2015; 6(3).

[14] Gholampour A NR, Hassanvand MS, Taghipour H, Faridi S, Mahvi A H. Investigation of the ambient particulate matter concentration changes and assessing its health impacts in Tabriz. *Iran J Health & Environment* 2015; 15;7(4):541-56.

[15] EPA. Particulate Matter (PM) Standards. Available at: http://wwwepagov/ttn/naaqs/standards/pm/s_pm_ historyhtml2013. 2012.

[16] Wikipedia. information of mashhad city 2012. Available at: http://fawikipediaorg. 2014.

[17] Anderson H R ARW, Peacock J L, Marston L, Konstantinou K. Meta-analysis of time-series studies and panel studies of Particulate Matter (PM) and Ozone (O_3). Report of a WHO task group. 2004.

[18] Naddafi K Hassanvand M S YM, Momeniha F, Nabizadeh R, Faridi S,Gholampour A. Health impact assessment of air pollution in megacity of Tehran, Iran. *Iran J Environmental Health Sciences & Engineering*. 2012; 9(28).

[19] Mansouri N EJ. Investigating suspended particles resulted from Tehran`s highways traffic. *Journal of Traffic Engineering* 2011; 44: 15-9. [Farsi]

[20] Mirhoseini S H BM, Zare M, Fatehizadeh A. Analysis of Particulate matter (PM 10 and PM2.5) concentration in Khorramabad city. *International Journal of Environmental Health Engineering* 2013;2(1): 3. [Farsi]

[21] Azizifar M NK, Mohammadian M, Safdari M, Khazaei M. Investigation of the air quality index and the concentration of suspended particles in the air of Qom. *J Qom Univ Med Sci* 2011; 5(2): 59-63.

[22] Fattore E PV, Borgini A, Tittarelli A, Bertoldi M, Crosignani P, Fanelli R. Human health risk in relation to air quality in two municipalities in an industrialized area of Northern Italy. *Environ Res* 2011;111(1321-1327).

[23] Pope CA BR, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, Ito K, Thurston GD. Lung Cancer, Cardiopulmonary mortality, and long–term exposure to fine particulate air pollution. *JAMA* 2002; 287(9): 1132-41.

[24] Monn CH FA, Hogger D, Junker M, Kogelschaz D, Roth N, Wanner HU. Particulate matter less than 10 μm (PM10) and fine particles less than 2.5 μm (PM2.5): relationships between indoor, outdoor and personal concentrations. *Sci Total Environ* 1997; 208(1-2): 15-21.

[25] Golbaz S, Jonidi Jafari A. A comparative study of air quality in cities of Tehran and Isfahan in 2008-2009. *Razi J Med Sci* 2011; 18(84): 28-46. [Farsi]

[26] 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.

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1395.15.5.2.5]

Health Impact Assessment of the Ambient $PM_{2.5}$ Concentration in Mashhad, Iran, in 2013

Z. Bonyadi[1], M.H. Ehrampoush[2], M.T. Ghaneian[3]

Received: 09/11/2015 Sent for Revision: 27/02/2015 Received Revised Manuscript: 26/06/2016 Accepted: 02/07/2016

Background and Objectives: Particulate Matter of air is one of the main sources of air pollution in urban areas that is generated usually from various sources such as vehicle exhaust, industrial combustion processes or secondary conversion of gaseous pollutants. It may cause respiratory, cardiovascular, and mortality diseases. The aim of this study was health impact assessment of $PM_{2.5}$ concentration in air of Mashhad city, Iran, in 2013.

Materials and Methods: In this cross-sectional study, the effect of $PM_{2.5}$ concentration on the health of the citizens of Mashhad was determined using AirQ 2-3-3. In this study, selected stations for measuring air pollution included Sadaf, Sajjad, Daneshgah and Khayam. The total number of data collected from the stations was 6995. Finally, using this model, the total number of deaths and cardiovascular and respiratory diseases attributable to $PM_{2.5}$ were estimated.

Findings: The results showed that the cold season had the highest rate of pollution and in some cases the amount of $PM_{2.5}$ has been more than the standard level.The results also showed that the total number of deaths, death from cardiovascular disease and death from respiratory disease were 331, 263, and 32, respectively.

Conclusion: It was concluded that for an accurate estimate of the relative risk, baseline incidence and attributable proportion, more comprehensive epidemiological studies should be done at the national level. In this case, more accurate values of theseindicators are obtained and mortality rate is calculated with a greater accuracy.

Key words: $PM_{2.5}$, Air pollutant, The primary standard, Mashhad

Funding: There was no fund for this article. This article did not have any sponsor.

Conflict of interest: None declared

Ethical approval: The Research Deputy of Shahid Sadoughi Yazd University of Medical Sciences approved the study.

How to cite this article: Bonyadi Z, Ehrampoush MH, Ghaneian MT Health Impact Assessment of the Ambient $PM_{2.5}$ Concentration in Mashhad, Iran, in 2013. *J Rafsanjan Univ Med Sci* 2016; 15(5): 389-98. [Farsi]

1- MSc, Dept. of Environmental Health, Health Science Research Center, Faculty of Health, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

- PhD Student of Environmental Health, Dept. of Health Enginearing, Faculty of Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

(Corresponding Author): Tel: (0353) 8209114, Fax: (0353) 8209119, E-Mail:zyabonyadi@yahoo.com

2- Professor, Dept. of Environmental Health, Faculty of Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

3- Associate Professor, Dept. of Environmental Health, Faculty of Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1395.15.5.2.5]