ORIGINAL ARTICLE

Assessment of Air Quality Index and Health Impact of PM_{10}, $PM_{2.5}$ and SO_2 in Yazd, Iran

Mehdi Mokhtari[1],
Mohammad Miri[2],
Amir Mohammadi[2],
Hassan Khorsandi[3],
Yaghoub Hajizadeh[4],
Ali Abdolahnejad[2]

[1] Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, Environmental Health Research Centre, Faculty of Public Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
[2] PhD Student in Environmental Health Engineering, Environmental Health Research Centre, Faculty of Public Health, Yazd University of Medical Sciences, Yazd, Iran
[3] Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Public Health, Urima Uinversity of Medical Sciences, Urmia, Iran
[4] Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

(Received July 3, 2015 Accepted October 7, 2015)

Abstract

Background and purpose: In the past two decades, epidemiological studies have shown that outdoor air pollution lead to increase in respiratory symptoms, cardiovascular diseases, chronic bronchitis and mortality. This study aimed to estimate AQI index and the risk of cardiovascular and respiratory diseases and premature mortality caused by PM_{10}, $PM_{2.5}$ and SO_2 in Yazd, 2013-2014.

Materials and methods: In this ecological-descriptive study the air quality was assessed using AQI index. The health impact assessment of PM_{10}, $PM_{2.5}$ and SO_2 was obtained by AirQ software.

Results: According to the results, PM_{10} was the main cause of hospital admissions (n=460) and premature death (n=283) while SO_2 was observed as the least effective pollutant involving 0.29% hospitalization and 9 premature death. The days with unhealthy air quality (AQI >100) was estimated less than 10 percent per year. The highest values of AQI were observed in spring and summer. PM_{10} was responsible for high AQI in 11 months and O_3 was only responsible in first week of April.

Conclusion: The AirQ showed high rates of premature death, cardiovascular and respiratory diseases associated with PM_{10} and $PM_{2.5}$ in Yazd. Unhealthy air quality in some days could be due to fuel combustion, wind, dust, and air dryness.

Keywords: Air pollution, health impact, mortality, air quality

J Mazandaran Univ Med Sci 2015; 25(132): 14-23 (Persian).

Archive of SID

www.SID.ir

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره بیست و پنجم شماره ۱۳۱ آذر سال ۱۳۹۴ (۲۳-۱۴)

برآورد شاخص کیفیت هوا و مخاطرات بهداشتی منتسب به PM_{10}، $PM_{2.5}$ و SO_2 در هوای شهر یزد

مهدی مختاری[۱]
محمد میری[۲]
امیر محمدی[۲]
حسن خرسندی[۳]
یعقوب حاجی زاده[۴]
علی عبداله نژاد[۲]

چکیده

سابقه و هدف: مطالعات اپیدمیولوژیک در دو دهه گذشته نشان می‌دهد، آلودگی هوا منجر به افزایش نارسایی‌های تنفسی، بیماری‌های قلبی عروقی، برونشیت مزمن و حتی مرگ و میر می‌شود. هدف این مطالعه برآورد شاخص کیفیت هوا (Air Quality Index (AQI) و موارد ریسک ابتلا به بیماری‌های تنفسی، قلبی عروقی و مرگ زودرس ناشی از PM_{10}، $PM_{2.5}$ و SO_2 شهر یزد در سال ۱۳۹۲ بوده است.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه اکولوژیک کیفیت بهداشتی هوا با شاخص AQI و اثرات بهداشتی PM_{10}، $PM_{2.5}$ و SO_2 با نرم افزار AirQ مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها: از بین سه آلاینده PM_{10}، $PM_{2.5}$ و SO_2، بیش‌ترین موارد بستری در بیمارستان و تعداد موارد مرگ زودرس منتسب به PM_{10} ۴۶۰ و ۲۸۳ مورد و کم‌ترین درصد نسبت منتسب و تعداد موارد مرگ زودرس منتسب به SO_2، ۰/۲۹ درصد و ۹ مورد به دست آمد که بیان‌کننده اثرات کوتاه مدت تماس با سه آلاینده هوا می‌باشد. کیفیت بهداشتی هوا در کم‌تر از ۱۰ درصد روزهای سال، ناسالم (AQI>۱۰۰) تعیین گردید. به‌طوری که بیش‌ترین مقدار AQI در فصول بهار و تابستان بود و آلاینده مسئول در ۱۱ ماه PM_{10} و فقط در هفته اول فروردین ماه O_3 بود.

استنتاج: مرگ زودرس کل و بیماری‌های تنفسی و قلبی عروقی منتسب به PM_{10}، $PM_{2.5}$ در شهر یزد بر اساس تحلیل نرم افزار AirQ قابل توجه می‌باشد. هم‌چنین کیفیت ناسالم هوای یزد در برخی روزهای سال می‌تواند ناشی از احتراق سوخت، وزش باد، ریزگردها و خشکی هوا باشد.

واژه های کلیدی: آلودگی هوا، اثرات بهداشتی، مرگ و میر، کیفیت هوا

مقدمه

در قرن حاضر آلودگی هوا و اثرات بهداشتی آن یکی از چالش‌های مهم جهان و ایران است. حضور آلاینده‌های هوا در غلظت‌های بسیار کم و در کم‌تر از محدوده استاندارد نبایستی اثرات سوئی بر سلامت انسان داشته باشد ولی این مقادیربرای گروه‌های جمعیتی حساس می‌تواند مضر باشد(۱).

مولف مسئول: امیر محمدی- یزد: دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، دانشکده بهداشت، گروه مهندسی بهداشت محیط E-mail: mohammadiurm@gmail.com
۱. استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط،مرکز تحقیقات محیط زیست، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران
۲. دانشجوی PhD بهداشت محیط، مرکز تحقیقات محیط زیست، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران
۳. دانشیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، ارومیه، ایران
۴. استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
تاریخ دریافت : ۱۳۹۴/۴/۱۲ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات : ۱۳۹۴/۶/۳۱ تاریخ تصویب : ۱۳۹۴/۷/۱۵

Archive of SID
www.SID.ir

در سال‌های اخیر آلودگی ناشی از احتراق سوخت به صورت چشمگیری کاهش یافته است و مهم‌ترین نگرانی‌های بهداشتی هوای شهرها مربوط به آلاینده های نوظهور مانند ازن، NO_2 و تغییر در توزیع و اندازه ذرات معلق هوا است(۲). مطالعات اپیدمیولوژیک در دو دهه گذشته نشان می‌دهد آلودگی هوا در فضای آزاد منجر به روند افزایش نارسایی‌های تنفسی، بیماری‌های قلبی عروقی، برونشیت مزمن و حتی مرگ و میر شده است(۳) مرگ و میر جهانی مرتبط با آلودگی هوا در سال ۲۰۰۰ نزدیک به یک میلیون نفر و در سال ۲۰۱۰ تقریبا ۱/۳ میلیون نفر گزارش شده است که بیش‌تر از ۵۰ درصد این مرگ و میر مربوط به قاره آسیا می‌باشد(۴، ۵). از طرفی مکانیسم‌های بیولوژیکی آلاینده‌هایی که بر سلامتی انسان اثر گذار هستند، به وضوح شناسایی نشده است و احتمالاً ناشی از پتانسیل اکسید کنندگی آلاینده‌ها از دو مسیر، به صورت اثرات مستقیم بر اجزای سلولی راه‌های هوایی و از طریق اکسیداسیون مسیرهای فعال داخل سلولی است(۶). گزارشات سازمان بهداشت جهانی نشان می‌دهد ذرات کوچک‌تر از ۱۰ میکرون و SO_2 عامل بیماری‌های تنفسی و قلبی عروقی مانند اسم، برونشیت، حمله‌های قلبی، تداخل عملکرد ریه و مرگ و میر است هم‌چنین در برخی شهرهای اروپایی مرگ و میر ناشی از ذرات کوچکتر از ۱۰ میکرون به ازای هر ۱۰ میکروگرم در مترمکعب افزایش غلظت، منجر به افزایش ۶ درصدی مرگ و میر می‌شود(۷).

امروزه به دلیل ناهمگن بودن و تنوع آلاینده‌های هوا، سازمان حفاظت محیط زیست افزون بر تعیین محدوده استاندارد مجزا برای هر آلاینده از شاخص‌هایی برای بیان گزارش کیفیت روزانه هوا استفاده می‌کند این شاخص‌ها عموم مردم را از کیفیت هوا به لحاظ پاک یا آلوده بودن آگاه می‌سازد(۸). معمول‌ترین شاخص، شاخص کیفیت هوا (Air Quality Index : AQI) می‌باشد که برای پنج آلاینده اصلی هوا شامل ذرات معلق، دی اکسید ازت، دی اکسید گوگرد، مونواکسید کربن و ازن محاسبه می گردد(۹). در سال‌های اخیر با روند صنعتی شدن و افزایش تعداد وسائط نقلیه، کیفیت هوای شهرها در ایران روند کاهشی داشته است. بر اساس نتایج حاصل از مطالعه کرمانی و همکاران در سال ۱۳۹۰، مقادیرشاخص AQI در شهرهای بزرگ ایران مانند تهران، اصفهان، اراک، مشهد و تبریز در بیش‌تر از ۸۰ روز از سال بیش‌تر از مقادیر استاندارد مجاز سازمان محیط زیست ایران بوده است. هم‌چنین عامل اصلی آلودگی این شهرها ذرات کوچک‌تر از ۱۰ میکرون گزارش شده است(۱۰). مطالعه خرسندی و همکاران در سال ۱۳۹۰ در شهر ارومیه نشان داد که شاخص AQI در ۲۵ روز از سال بالاتر از حد استاندارد بوده است و ذرات معلق سهم اصلی را به عنوان آلاینده مسئول داشته است(۵).

تحقیقات انجام شده در برخی از شهرهای بزرگ دنیا مانند پکن چین(۱۱)، دهلی هند(۸، ۱۲) و برخی شهرهای کشور مالزی(۱۳) حاکی از آلودگی هوا در بیش از ۸۰ درصد روزهای سال بوده است و آلاینده مسئول در بیش‌تر روزها ذرات کم‌تر از ۱۰ میکرون شناسایی گردیده است. این شهرها از لحاظ استقرار صنایع، تردد وسائط نقلیه و جمعیت شرایطی مشابه کلان شهرهای ایران داشته و اغلب آلودگی هوا در آن ها ناشی از صنایع و ترافیک شهری می‌باشد. شهر یزد در کویر مرکزی ایران دارای جمعیتی بالغ بر ۵۵۰۰۰۰ نفر می‌باشد. این شهر یکی از مهم‌ترین شهرهای صنعتی ایران بوده دارای بیش از ۳۰۰۰ واحد صنعتی در اطراف خود می‌باشد که پتانسیل آلودگی هوا را داراست(۱۴). هم‌چنین وزش باد در بعضی از روزهای سال با حمل ریز گردها شدت این آلودگی‌ها را چندین برابر افزایش می‌دهند.

این مطالعه با هدف ارزیابی اثرات بهداشتی ناشی از ذرات معلق کوچکتر از ۱۰ میکرون و SO_2 در شهر یزد در سال ۱۳۹۲ انجام گرفته است تا موارد ریسک ابتلا به

Archive of SID

www.SID.ir

بیماری‌های مرتبط با این آلاینده‌ها و مرگ- میر ناشی ازآن‌ها برآورد گردد هم‌چنین تعداد روزهای ناسالم سالیانه و آلاینده مسئول آن نیز تعیین گردد.

مواد و روش ها

محدوده زمانی و نوع مطالعه

این مطالعه از نوع توصیفی اکولوژیکی انجام شده است داده های مورد نیاز برای ارزیابی اثرات بهداشتی و تعیین شاخص AQI شامل PM_{10} ، $PM_{2.5}$ ،NO_2، SO_2، CO و O_3 بود که با مراجعه به اداره کل حفاظت محیط زیست استان یزد، داده‌های یک‌ساله از فروردین تا اسفند ۱۳۹۲ دریافت گردید. در شهر یزد چهار ایستگاه آنلاین نمونه‌برداری از آلاینده‌های شاخص هوا وجود دارد ولی چندین سال است که فقط یک ایستگاه، واقع در سه راه تعاون یزد با مختصات جغرافیایی (Y:۳۱/۸۵۸ ، X:۵۴/۳۶۱)، فعال است لذا در مطالعه حاضر داده‌های مورد نیاز از یک ایستگاه پایش هوا دریافت شده است.

کاربرد نرم افزار AirQ *برای تعیین اثرات بهداشتی* PM_{10}, $PM_{2.5}$ *و* SO_2

در این مطالعه مطابق روش پیشنهادی سازمان بهداشت جهانی(۱۵)، ارزیابی اثرات بهداشتی آلاینده‌های PM_{10}, $PM_{2.5}$ و SO_2 با استفاده از نرم افزار (AirQ 2.2.3) انجام گرفت. این نرم افزار برای تخمین اثرات انتشاره آلاینده‌ها در اتمسفر بر روی سلامتی انسان در یک دوره معین و مکان خاص طراحی شده است و در سایت سازمان بهداشت جهانی به نشانی زیر قابل دسترسی می‌باشد (http://www.euro.who.int/eprise/main/WHO/Progs/AIQ/activities/20050223_5).

اساس محاسبات در این برنامه شامل این موارد است: ۱) بر مبنای تخمین مخاطرات از مطالعات هم گروهی برای تخمین اثرات دراز مدت آلاینده‌ها استفاده می‌شود. ۲) بر مبنای تخمین مخاطرات از مطالعات سری زمانی برای تخمین موارد مرگ و ناخوشی منتسب به آلاینده‌های هوا استوار است. این برنامه در اصل برای بهداشت محیط اروپای مرکزی تهیه شده بود ولی با اصلاح ضرایب آن در همه جای دنیا قابل کاربرد می‌باشد. ضرایب مربوط به میزان بروز پایه برای اثر بهداشتی منتسب از روی توزیع فراوانی گروه‌های سنی استخراج شد و از آن‌جا که توزیع سنی جمعیت ایران جوانتر از اروپا بوده لذا مقادیر کوچکتر تعیین شده‌اند (جدول شماره ۱) (۱۵). در این برنامه نسبت منتسب (AP:Attributable Proportion) مطابق فرمول شماره (۱) به دست می‌آید که مرتبط با مواجهه جمعیتی خاص طی یک دوره زمانی مشخص می‌باشد:

فرمول (۱) :

$$AP = SUM\ \{[RR(c)-1]\times p(c)\}/SUM\ [RR(c)\times p(c)]$$

جدول شماره۱: خطر نسبی (RR) با فاصله اطمینان ۹۵ درصد و میزان بروز پایه مورد استفاده در این مطالعه

پیامد بهداشتی		بروز پایه (BI)	خطر نسبی با فاصله اطمینان ۹۵٪ برای هر ۱۰ $\mu g/m^3$ افزایش غلظت آلاینده [RR (95% CI) per 10 $\mu g/m^3$]		
			PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2
مرگ و میر	کل مرگ ها	۵۴۳/۵	۱/۰۰۶ (۱/۰۰۴-۱/۰۰۸)	۱/۰۱۵ (۱/۰۱۱- ۱/۰۱۹)	۱/۰۰۴ (۱/۰۰۳-۱/۰۰۴۸)
	مرگ های قلبی عروقی	۲۳۱	۱/۰۰۹ (۱/۰۰۵-۱/۰۱۳)	-	۱/۰۰۸ (۱/۰۰۲-۱/۰۱۲)
	مرگ ناشی از بیماریهای تنفسی	۴۸/۴	۱/۰۱۳ (۱/۰۰۵-۱/۰۲۰)	-	۱/۰۱ (۱/۰۰۶-۱/۰۱۴)
ناخوشی و بیماری	بستری شدن در بیمارستان به علت بیماری های تنفسی	۱۲۶۰	۱/۰۰۸ (۱/۰۰۴۸-۱/۰۱۱۲)	-	-
	بستری شدن در بیمارستان به علت بیماری های قلبی عروقی	۴۳۶	۱/۰۰۹ (۱/۰۰۶-۱/۰۱۳)	-	-

Archive of SID
www.SID.ir

در این فرمول RR(c) خطر نسبی پیامد بهداشتی در گروه مورد نظر، P(c) نسبت جمعیت گروه مورد نظر می باشد. با دانستن میزان بروز پایه (IB) در جامعه می‌توان میزان منتسب به تماس جمعیت (IE) را با فرمول شماره (۲) محاسبه نمود:

فرمول شماره ۲ : $IE= I \times AP$

سرانجام با فرمول شماره (۳) در یک جمعیت به اندازه N این میزان را می توان به تعداد موارد براورد شده منتسب به تماس (NE) تبدیل نمود.

فرمول شماره ۳ : $NE= IE \times N$

ارزیابی تماس

داده‌های یک ساله $PM_{10-2.5}$ و SO_2 مطابق دستورالعمل سازمان بهداشت جهانی ابتدا توسط نرم‌افزار MS excel طی دو مرحله پردازش شدند و غلظت دو آلاینده در فواصل $10\ \mu g/m^3$ به صورت روزانه طبقه‌بندی شدند سپس میانگین، حداکثر فصلی و سالیانه به‌همراه صدک ۹۸ سالیانه دو آلاینده استخراج گردید. جمعیت شهر یزد هم به تفکیک سنی از مرکز آمار ایران دریافت شد که ۵۶۰۰۰۰ نفر بود(۱۶). سرانجام این داده‌ها را مطابق دستورالعمل سازمان بهداشت جهانی وارد نرم افزار نموده جزء منتسب (AP) و موارد مرگ و بیماری مرتبط با PM_{10} و SO_2 استخراج گردید.

تعیین شاخص AQI

به منظور بررسی شاخص روزانه AQI در سال ۱۳۹۲ پنج آلاینده شاخص $CO , SO_2, NO_2, PM_{10}, O_3$ از اداره کل محیط زیست یزد دریافت شد برای محاسبه AQI بر اساس رهنمود مرکز سلامت محیط و کار ایران از طریق نرم افزار اکسل به صورت روزانه محاسبه و برای اعتبار سنجی برخی از نتایج از نرم افزار آنلاین در سایت EPA (http://airnow.gov/index.=resources.conc_aqi_calc cfm?action) استفاده شد.

یافته ها

در این مطالعه اساس کمی سازی مرگ و میر، ناخوشی با کاربرد نرم افزار AirQ میسر گردیده است. در جدول شماره ۲ نتایج حاصل از پردازش دو مرحله‌ای داده‌ها توسط نرم افزار اکسل نشان داده شده است که

جدول شماره ۲: مقادیر غلظت SO_2 , PM_{10} و $PM_{2.5}$ بر حسب ($\mu g/m^3$) در ۲۴ ساعت در ماه های مختلف سال

ماه	غلظت PM_{10}			غلظت $PM_{2.5}$			غلظت SO_2		
	میانگین	حداکثر	حداقل	میانگین	حداکثر	حداقل	میانگین	حداکثر	حداقل
فروردین	۹۴	۲۱۸	۳۷	۵۶	۱۳۱	۲۲	۷	۱۸	۱
اردیبهشت	۱۳۱	۷۳۱	۴۶	۷۹	۴۳۸	۲۸	۶	۱۲	۲
خرداد	۱۲۶	۲۹۷	۵۵	۷۶	۱۷۸	۳۳	۱۲	۲۸	۳
تیر	۱۱۶	۳۹۶	۶۷	۷۰	۲۳۷	۴۰	۱۷	۲۸	۱۰
مرداد	۱۰۲	۱۹۰	۵۷	۶۳	۱۱۴	۳۴	۴۳	۲۳	۳
شهریور	۱۰۰	۱۵۰	۶۰	۶۱	۹۰	۳۶	۱۸	۲۷	۷
مهر	۱۱۰	۱۹۱	۵۶	۶۶	۱۱۴	۳۴	۲۰	۳۱	۱۰
آبان	۸۹	۱۴۵	۳۴	۵۳	۸۷	۲۰	۲۳	۴۳	۹
آذر	۸۴	۸۴	۴۵	۵۰	۵۰	۲۷	۱۹	۴۱	۴
دی	۸۵	۱۵۳	۲۷	۵۱	۹۲	۱۶	۲۷	۳۳	۲۵
بهمن	۱۰۰	۷۳۱	۲۸	۶۲	۴۳۸	۱۸	۲۶	۳۲	۲۴
اسفند	۹۹	۲۱۴	۴۰	۶۰	۱۲۸	۲۴	۲۳	۲۶	۱۹
سالیانه	۱۰۳	۷۳۱	۲۷	۶۲	۴۳۸	۱۶	۲۰	۴۳	۱
صدک ۹۸		۲۱۴			۱۲۸			۳۳	
میانگین ۲۴ ساعت غلظت PM_{10}								۵۰	
میانگین ۲۴ ساعت غلظت $PM_{2.5}$				بر اساس رهنمود های WHO				۲۰	
میانگین ۲۴ ساعت غلظت SO_2								۲۵	

Archive of SID

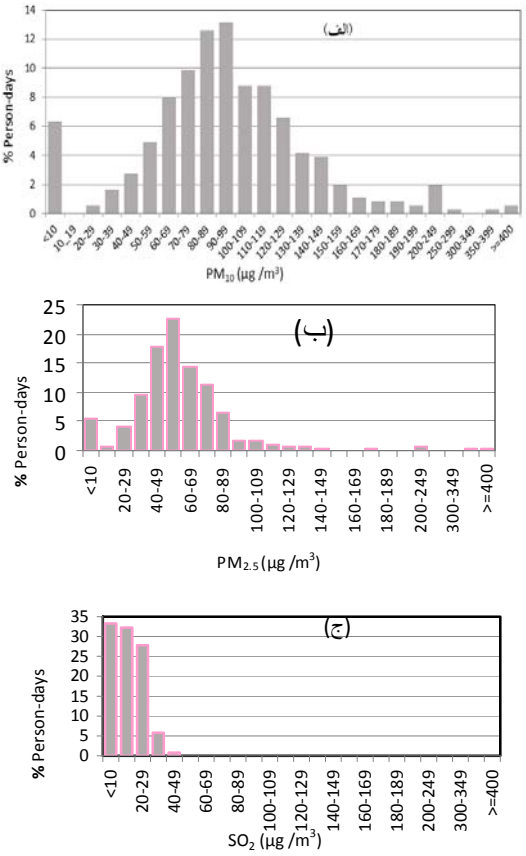
www.SID.ir

حاوی مقادیر غلظت SO_2 , PM_{10} و $PM_{2.5}$ برحسب ($\mu g /m^3$) در ۲۴ ساعت ماه‌های سال می‌باشد. این داده‌ها برای ارزیابی اثرات بهداشتی دو آلاینده توسط نرم افزار AirQ مورد نیاز بود.

تصویر شماره ۱ الف – ج درصد زمانی مواجهه افراد با غلظت‌های مختلف SO_2 و $PM_{10-2.5}$ را نشان می‌دهد. این داده‌ها برای ارزیابی اثرات کوتاه مدت تماس استفاده شدند. ذرات PM_{10} با غلظت‌های ۸۰ تا $\mu g /m^3$ ۱۲۰ و SO_2 با غلظت‌های ۲۰ تا $\mu g /m^3$ ۳۰ بیش‌ترین درصد زمان تماس را به خود اختصاص داده‌اند. بالاترین درصد زمان تماس $PM_{2.5}$ در مقادیر ۴۰ تا $\mu g /m^3$ ۷۰ بوده است. در جدول شماره ۳ درصد نسبت مناسب و تعداد موارد مرگ و میر زودرس منتسب به SO_2 و $PM_{10-2.5}$ نشان داده شده است که بیان‌کننده اثرات کوتاه مدت تماس با سه آلاینده هوا می‌باشد. هم‌چنین به لحاظ بالا بودن مقادیر ذرات معلق کوچک‌تر از ۱۰ میکرون تعداد موارد مرتبط با مورتالیتی و موربیدتی بیش‌تر از SO_2 می‌باشد. ممکن است ۲۸۳ مورد مرگ زودرس و ۴۶۰ مورد بیماری بستری در بیمارستان بر اثر بیماری‌های تنفسی ناشی از ذرات کوچک‌تر ۱۰ میکرون (PM_{10}) باشد. در طول یک سال ۲۴۹۵ مورد مرگ غیر اتفاقی در یزد به ثبت رسیده است. لذا تعداد احتمالی مرگ زود رس ناشی از ذرات کوچک‌تر ۱۰ میکرون در حدود ۱۱ درصد کل مرگ و میر شهر یزد در سال ۱۳۹۲ می‌باشد. در تصویر شماره ۲ الف –ب شاخص کیفیت هوا و آلاینده مسئول ارائه شده است. این تصویر نشان دهنده ناسالم بودن کیفیت هوا در تابستان می‌باشد و آلاینده مسئول به جز فروردین ماه ذرات کوچک‌تر از ۱۰ میکرون بوده است و در برخی روزهای فروردین آلاینده مسئول ازن می باشد.

بحث

بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه در شهر یزد غلظت ۲۴ ساعته $PM_{10-2.5}$ و غلظت SO_2 در بیش‌تر از



تصویر شماره ۱: درصد روزهایی که مردم شهر یزد در مواجهه با مقادیر مختلف SO_2، PM_{10} و $PM_{2.5}$ بوده اند

تصویر شماره ۲: الف) مقادیر شاخص AQI در ماه های مختلف سال. ب) آلاینده مسئول در شرایط AQI >۵۰

www.SID.ir

جدول شماره ۳: درصد نسبت منتسب و تعداد موارد مرگ و میر منتسب به PM_{10} , SO_2 و $PM_{2.5}$

پیامد بهداشتی	PM_{10}		$PM_{2.5}$		SO_2	
در حد وسط خطر نسبی	نسبت منتسب (AP) درصد	تعداد موارد اضافی	نسبت منتسب (AP) درصد	تعداد موارد اضافی	نسبت منتسب (AP) درصد	تعداد موارد اضافی
کل مرگ	۴/۹	۲۸۳	۶/۹	۲۱۲	۰/۲۹	۹
مرگ های قلبی عروقی	۷/۳	۹۴	–	–	۰/۵۹	۸
مرگ ناشی از بیماریهای تنفسی	۱۰	۳۸	–	–	۰/۷	۲
بستری شدن در بیمارستان به علت بیماری های تنفسی	۶/۵	۴۶۲	–	–	–	–
بستری شدن در بیمارستان به علت بیماری های قلبی عروقی	۷/۳	۱۷۸	–	–	–	–

۲۰۰ روز از سال فراتر از رهنمود مجازسازمان جهانی بهداشت بوده است (تصویر شماره ۱). هم‌چنین میانگین و حداکثر غلظت ماهیانه PM_{10} تقریباً ۲ و ۱۴/۵ برابر رهنمود سازمان جهانی بهداشت و حداکثر غلظت ماهیانه SO_2 و میانگین ماهیانه $PM_{2.5}$ دو برابر رهنمود سازمان جهانی بهداشت در سال ۱۳۹۲ به دست آمد جدول شماره ۲ که حاکی از مخاطرات بهداشتی می‌باشد. بررسی اثرات کوتاه مدت بهداشتی آلاینده های هوا در شهر یزد نشان داد. بیش‌ترین اثرات بهداشتی در ساکنین یزد با جمعیت ۵۶۰۰۰۰ نفر می‌تواند مرتبط با PM_{10} و $PM_{2.5}$ باشد. مطابق جدول شماره ۳ بیش‌ترین تعداد کل مرگ تجمعی با برآورد حد متوسط خطر نسبی، ۴۹۵ نفر بودو با توجه به آمار مرگ و میر شهر یزد در سال مورد مطالعه که ۲۴۹۵ نفر بوده است شاید بتوان گفت از بین مرگ‌های غیر اتفاقی یزد در یکسال حدود ۴۹۵ مورد (۱۹/۸ درصد) آن مرتبط باPM_{10} و $PM_{2.5}$ در غلظت‌های بالای $\mu g /m^3$ ۱۰ هوا باشد. بیش‌ترین بیماری‌های تنفسی هم منتسب به PM_{10} می‌باشد هر چند با وجود مغشوش گرهای مختلف که در تحلیل نرم افزار AirQ لحاظ نشداند با اطمینان قطعی نمی‌توان این نتایج را گزارش نمود. اما تا حدودی نتایج مطالعات اپیدمیولوژیک انجام شده در دیگر نقاط جهان با مطالعه حاضر مطابقت داشت و نمی توان مخاطرات بهداشتی ذرات کوچک‌تر از ۱۰ میکرون هوا را نادیده گرفت. بر اساس گزارشات سازمان جهانی بهداشت در سال ۲۰۰۰ آمار مرگ زود رس سالیانه ناشی از ذرات ریز هوای آزاد در جهان به طور متوسط ۸۰۰۰۰۰ نفر بوده که ۳۴۸۰۰۰ نفر آن مربوط به اروپا بوده است(۱۸،۱۷). در مطالعه‌ای که در شهر Tallinn کشور استونی انجام گرفت ۲۹۶ مرگ زود رس منتسب به ذرات ۲/۵ میکرون در جمعیت ۳۹۰۰۰۰ شهر گزارش شد در این مطالعه مرکز شهر و خیابان‌های شلوغ از پتانسیل خطر بیش‌تری برای بیماری‌های تنفسی و مرگ زودرس برخوردار بوده‌اند و هم‌چنین افرادی که محل زندگی یا کار آن‌ها در این مناطق شهر بوده در معرض تماس بیش‌تری نسبت به راننده گان و دیگر ساکنین قرار داشتند و گروه‌های حساس شامل بیماران تنفسی، قلبی و عروقی، کهنسالان بیش‌ترین مخاطرات بهداشتی را در بین جمعیت دارا هستند(۱۷). در مطالعه‌ای که در مناطق صنعتی در شمال ایتالیا انجام گرفت مرگ زودرس ۸ مورد در یکسال برای جمعیت ۲۴۰۰۰ نفر و $PM_{2.5}$ آلاینده با پتانسیل خطرزایی بالا گزارش شد و O_3 و NO_2 در رتبه پایین قرار داشتند(۲). مطالعه‌ای که در تهران با چهار آلاینده شاخص هوا (SO_2, NO_2 , O_3 و PM_{10}) با نرم افزار AirQ انجام شد، PM_{10} بیش‌ترین مرگ تجمعی زودرس و بیماری های تنفسی را بخود اختصاص داد(۱۵). مطالعه اثرات بهداشتی آلاینده‌های تبریز و شیراز نیز حاکی از پتانسیل بالای PM_{10} برای مرگ و میر و بیماری‌زایی بود(۱۹، ۲۰). نتایج تحقیقات انجام شده در شهرهای اصفهان، مشهد، اراک، تبریز و شیراز نشان می‌دهد مرگ و میر منتسب به NO_2 در مشهد بالاترین تعداد را داشته است(۲۱). از نقاط ضعف این مطالعات می‌توان به عدم بررسی اثرات سینرژیستی آلاینده‌ها اشاره نمود در حالی‌که اثرات بهداشتی تشدیدکنندگی برخی آلایندها مانند ذرات و دی اکسید گوگرد به صورت توام غیر قابل چشم پوشی است. در

Archive of SID

www.SID.ir

شهر یزد به لحاظ وزش باد و خشکی هوا، ذرات معلق غلظت بالایی در طول سال دارد و استقرار صنایع تولید و انتشار ذرات سمی را افزایش می‌دهد. میانگین و حداکثر ۲۴ ساعته PM_{10} در ماه‌های مختلف سال برابر۱۰۳ و ۷۳۱$\mu g/m^3$ به‌دست آمد. در مطالعات محققین میانگین سالیانه غلظت ذرات PM_{10} و $PM_{2.5}$ در شهرهای یزد (۱۰۳ و ۶۲$\mu g/m^3$)، اراک (۷۸ و ۲۸$\mu g/m^3$)، تهران (۹۰ و ۴۲$\mu g/m^3$)، تبریز (۸۵ و ۳۹$\mu g/m^3$)، شیراز (PM_{10} برابر ۱۰۲$\mu g/m^3$) و اهواز (۳۵۸ و ۶۵$\mu g/m^3$) گزارش شده است که حاکی از بالا بودن این آلاینده‌ها در یزد و اهواز می‌باشد که منشائ اصلی آن را به ریزگردهای خاکی نسبت می‌دهند و در شهرهای تهران، شیراز و تبریز منشاء ذرات از نوع نسبتاً سمی و ناشی از احتراق است(۱۵،۲۴-۲۰). با وجود ۳۰۰۰ واحد صنعتی در یزد مقادیری از ذرات از طریق احتراق تولید می شود و می تواند دارای پتانسیل سمیت باشد. نتایج نشان داد در ۱۲۶ روز غلظت SO_2 بیش‌تر از رهنمود WHO بوده است. با توجه به این‌که منشائ تولید SO_2 در هوا احتراق سوخت می‌باشد بنابراین احتراق سوخت در صنایع و وسائط نقلیه از عوامل آلودگی هوا می‌باشد و مقادیری از ذرات هوا نیز منتسب به احتراق می‌باشد. در شهرهای بزرگ ایران میانگین غلظت به دلیل فعالیت‌های صنعتی و تردد وسائط نقلیه بالا می باشد به عنوان مثال در سال‌های اخیر در تهران و شیراز بالاتر از ۸۰$\mu g/m^3$ بوده است(۱۵،۲۰).

در یزد موارد مرگ تجمعی SO_2 برابر ۹ مورد برآورد شد و موارد بیماری مرتبط با آن به‌دست نیامد ولی در مقایسه، شهرهای تهران و شیراز موارد مرگ بیش‌تری داشته و دارای موارد بیماری منتسب به SO_2 نیز بودند(۱۵،۲۰). ولی در حالت کلی ذرات PM_{10} و $PM_{2.5}$ دارای مخاطرات نسبی (RR) بالایی بوده و غلظت بیش‌تری نسبت به SO_2 داشته لذا مرگ زودرس و بیماری‌های منتسب به SO_2 کم‌تر از PM_{10} و $PM_{2.5}$ می‌باشد. کیفیت بهداشتی هوا در یزد بر اساس شاخص AQI در اکثر روزهای سال، کیفیت متوسط داشته است ولی در کم‌تر از ۱۰ درصد ماه‌های سال دارای وضعیت ناسالم بوده است. هم‌چنین بیش‌ترین مقدار AQI در بهار و تابستان به دست آمد که با توجه به وزش باد، ریزگردها و خشکی هوا قابل توجیه می‌باشد. آلاینده مسئول در ۱۱ ماه PM_{10} بوده و فقط در هفته اول فروردین ماه ازن آلاینده مسئول بوده است. دلیل آن می‌تواند تغییرات فصلی و شدت تابش اشعه خورشید باشد. در ایران بش‌ترین موارد ملانوما در شهرهای کویری ثبت شده است که بالا بودن ازن در فصول گرم سال می‌تواند نشان دهنده دوز بالای تابش اشعه UV باشد(۲۵).کیفیت بهداشتی هوا مطابق شاخص AQI در اکثر شهرهای ایران مانند ارومیه، تبریز، اراک و اهواز در شرایط متوسط (AQI <۱۰۰) قرار دارد ولی در تهران و مشهد اکثر روزهای سال کیفیت هوا در شرایط ناسالم گزارش شده است(۱۰). در شهرهای سردسیر و صنعتی ایران منشائ آلودگی هوا احتراق سوخت می‌باشد و در فصول سرد سال با وارونگی دمایی و سوزاندن سوخت برای گرمایش مناطق مسکونی آلودگی هوا را تشدید می‌کند. در شهرهای کویری ایران عامل اصلی آلودگی هوا ریزگردهای با منشائ خاکی می‌باشد که همراه وزش باد در طول سال در هوا انتشار می‌آبند. این مطالعه با استفاده از نرم افزار AirQ و برآورد با خطر نسبی ۹۵درصد نشان داد، مرگ زود رس کل و بیماری‌های تنفسی و قلبی عروقی منتسب به ذرات کوچک‌تر از ۱۰ میکرون در شهر یزد قابل توجه می‌باشد و از بین مرگ‌های غیر اتفاقی یزد در یکسال حدود ۴۹۵ مورد یعنی ۱۹/۸ درصد آن مرتبط با PM_{10} و $PM_{2.5}$ در غلظت‌های بالای ۱۰ $\mu g/m^3$ هوا می‌باشد ولی موارد مرگ زودرس منتسب به SO_2 در حدود ۹ مورد به دست آمد لذا عامل اصلی مورتالیتی و موربیدیتی ناشی از آلاینده‌های هوا در یزد ذرات PM_{10} و $PM_{2.5}$ می‌باشد. بررسی کیفیت هوای یزد مطابق رهنمود مرکز سلامت محیط و کار ایران نشان داد در اکثر روزهای

Archive of SID
www.SID.ir

سال دارای کیفیت متوسط بوده است ولی در کم‌تر از ۱۰ درصد ماه‌های سال دارای وضعیت ناسالم. (AQI>۱۰۰) می‌باشد. هم‌چنین بیش‌ترین مقدار AQI در روزهای بهار و تابستان به دست آمد. در هفته اول فروردین آلاینده مسئول O_3 بود و در بقیه روزهای سال PM_{10} آلاینده مسئول در هوای یزد شناسایی شد. پیشنهادات زیر برای بهبود کیفیت هوای یزد و کاهش مرگ های زودرس یا بیماری‌های مرتبط ارائه می گردد: منشاء تولید ذرات کم‌تر از ۱۰ میکرون و SO_2 در یزد مورد بررسی قرار گرفته وکنترل ذرات کم‌تر از ۱۰ میکرون و SO_2 در محل تولید انجام گیرد. از وسایل حفاظت فردی مانند عینک آفتابی، پوشش مناسب و ماسک در روزهای آلوده یا شدیدا آفتابی استفاده گردد هم‌چنین آموزش و اطلاع رسانی به طور مستمر انجام بگیرد.

سپاسگزاری

این تحقیق زیر نظر مرکز تحقیقات محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی یزد انجام گرفته است. نویسندگان مقاله از همکاری اساتید محترم پژهشکده محیظ زیست دانشگاه علوم پزشکی تهران جهت راهنمایی در خصوص نرم‌افزار AirQ و مسئولین محترم اداره کل حفاظت محیط زیست یزد در جمع‌آوری داده‌ها و کلیه همکارانی که ما را یاری نموده‌اند، تقدیر و تشکر می‌نمایند.

References

1. Downs SH, Schindler C, Liu LJ, Keidel D, Bayer-Oglesby L, Brutsche MH, et al. Reduced exposure to PM10 and attenuated age-related decline in lung function. N Engl J Med 2007; 357(23): 2338-2347.
2. Fattore E, Paiano V, Borgini A, Tittarelli A, Bertoldi M, Crosignani P, et al. Human health risk in relation to air quality in two municipalities in an industrialized area of Northern Italy. Environmental research 2011; 111(8): 1321-1327.
3. De Meij A, Thunis P, Bessagnet B, Cuvelier C. The sensitivity of the CHIMERE model to emissions reduction scenarios on air quality in Northern Italy. Atmospheric Environment 2009; 43(11):1897-1907.
4. Wong CM, Vichit-Vadakan N, Kan H, Qian Z. Public Health and Air Pollution in Asia (PAPA): a multicity study of short-term effects of air pollution on mortality. Environ Health Perspect 2008; 116(9): 1195-1202.
5. Khorsandi H, Amini Tapok F, Cargar H, Mousavi Moughanjogi S. Study of Urmia cityair pollution according to air quality (AQI). Urmia Medical Journal 2013; 23(7): 767-775.
6. Glinianaia SV, Rankin J, Bell R, Pless-Mulloli T, Howel D. Particulate air pollution and fetal health: a systematic review of the epidemiologic evidence. Epidemiology 2004; 15(1): 36-45.
7. Krzyzanowski M, Bundeshaus G, Negru M L, Salvi MC. Particulate matter air pollution: how it harms health. World Health Organization, Fact sheet EURO/04/05, Berlin, Copenhagen, Rome. 2005; 4: 14.
8. Kumar A, Goyal P. Forecasting of daily air quality index in Delhi. Sci Total Environ 2011; 409(24): 5517-5523.
9. Van den Elshout S, Léger K, Nussio F. Comparing urban air quality in Europe in real time: A review of existing air quality indices and the proposal of a common alternative. Environ Int 2008; 34(5): 720-726.
10. Kermani M, Bahrami Asl F, Aghaei M, Arfaeinia H, Karimzadeh S, Shahsavani A.

Archive of SID
www.SID.ir

Comparative investigation of air quiality index (AQI) for six industerial cities of Iran. Urmia Medical Journal 2014; 25(9): 810-819.

11. Mu H, Otani S, Okamoto M, Yokoyama Y, Tokushima Y, Onishi K, et al. Assessment of Effects of Air Pollution on Daily Outpatient Visits using the Air Quality Index. Yonago Acta Med 2014; 57(4): 133-136.
12. Mohan M, Kandya A. An analysis of the annual and seasonal trends of air quality index of Delhi. Environ Monit Assess 2007; 131(1-3): 267-277.
13. Ahmad A, Hashim M, Hashim N, Ayof MN, Budi AS. The use of remote sensing and GIS to estimate Air Quality Index (AQI) Over Peninsular Malaysia. GIS development. 2006: pp 5. Published in: (Map Malaysia 2006). Available at: http://geospatialworld. net/Paper/Application/ArticleView.aspx?aid= 663#. Accessed May 2, 2006.
14. Industry, Mine and Trade Organization of Yazd Province. Available at: http://yzd. mimt.gov.ir/. Accessed Sebtember 16, 2015.
15. 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 J Environ Health Sci Eng 2012; 9(1): 28.
16. Statistical Centre of Iran. Available at: http://www.amar.org.ir. Accessed Sebtember 16, 2015.
17. Orru H, Teinemaa E, Lai T, Tamm T, Kaasik M, Kimmel V, et al. Health impact assessment of particulate pollution in Tallinn using fine spatial resolution and modeling techniques. Environ Health 2009; 8: 7.
18. Ghanbari Ghozikali M, Mosaferi M, Nadafi K. Quantification of thehealth effects of exposure to Ozone in Tabriz by using AIRQ model. Urmia Medical Journal 2014; 25(6): 521-530.
19. Gharehchahi E, Mahvi AH, Amini H, Nabizadeh R, Akhlaghi AA, Shamsipour M, et al. Health impact assessment of air pollution in Shiraz, Iran: a two-part study. J Environ Health Sci Eng 2013; 11(1): 11.
20. Bahrami Asl F, Kermani M, Aghaei M, Karimzadeh S, Arian SS, Shahsavani A, et al. Estimation of Diseases and Mortality Attributed to NO2 pollutant in five metropolises of Iran using AirQ model in 2011-2012. J Mazandaran Univ Med Sci 2015; 24(121): 239-249.
21. Fazelinia F, Khodabandehlou AA, Rafati L, Mahvi AH. Investigation of Air Quality Index and PM10 and PM2. 5 in Arak. IJHS 2013; 1(3): 12-17.
22. Gholampour A, Nabizadeh R, Naseri S, Yunesian M, Taghipour H, Rastkari N, et al. Exposure and health impacts of outdoor particulate matter in two urban and industrialized area of Tabriz, Iran. J Environ Health Sci Eng 2014; 12: 27.
23. Shahsavani A, Naddafia K, Jafarzade Haghighifard N, Mesdaghinia A, Yunesian M, Nabizadeh R ,et al. The evaluation of PM 10, PM 2.5, and PM 1 concentrations during the Middle Eastern.
24. Dust (MED) events in Ahvaz, Iran, from April through September 2010. Journal of Arid Environments 2012; 77: 72-83.
25. Noorbala MT, Mohammadi S, Noorbala M. Cutaneous Malignant Melanoma in Central Iran: A 20-Year Study. Iran Red Crescent Med J 2013; 15(8): 690-694.

Archive of SID
www.SID.ir