ارمغان دانش، مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی یاسوج
دوره ۲۷، شماره۵، آذر و دی ۱۴۰۱(شماره پی در پی ۱۵۴)

مقاله پژوهشی

بررسی اثرات بهداشتی آلودگی هوا در شهر یاسوج در سال۱۳۹۵ با استفاده از مدل +AirQ

امین حسینی مطلق[۱]، سبا ضرابی[۲]، سهیلا رضایی[۳]، ارسلان جمشیدی[۳*]

[۱]واحد توسعه و تحقیقات بالینی بیمارستان شهید بهشتی، دانشگاه علوم پزشکی یاسوج، یاسوج، ایران، [۲]گروه بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی یاسوج، یاسوج، ایران، [۳] مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت، دانشگاه علوم پزشکی یاسوج، یاسوج

تاریخ وصول: ۱۴۰۱/۰۴/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۲۱

چکیده

زمینه و هدف: آلودگی هوا یکی از مهم‌ترین عوامل خطر سلامت در دنیا و از عوامل عمده مرگ و میر و ناتوانی در جهان است. طبق گزارش سازمان جهانی بهداشت در سال ۲۰۱۲، سالانه حدود ۳/۷ میلیون نفر در جهان در اثر آلودگی هوا می‌میرند. هدف از این مطالعه تعیین و بررسی اثرات بهداشتی آلودگی هوا در شهر یاسوج در سال۱۳۹۵ با استفاده از مدل +AirQ بود.

روش بررسی: در این مطالعه توصیفی ـ تحلیلی که در سال ۱۳۹۹انجام شد، غلظت‌های ساعتی آلاینده‌های ذرات با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون، اُزن و دی اکسید نیتروژن در ایستگاه پایش شهر یاسوج از سازمان محیط زیست و اطلاعات مربوط به فشار و دما مربوط به سال ۱۳۹۵ از سازمان هواشناسی استان اخذ شد. اعتبار سنجی داده‌های کیفیت هوا مطابق متدولوژی APHEKOM و WHO انجام شد و میانگین مختص به هر آلاینده محاسبه و فایل نهایی داده‌های مورد نظر پس از پردازش وارد مدل شد. در نهایت جمعیت سالانه ویژه شهر، جمعیت در معرض خطر و بروز پایه برای هر پیامد بهداشتی تهیه و وارد مدل شد. در پایان نتایج به صورت جداول مرگ و میر به وسیله مدل نمایش داده شد. داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از آزمون‌های آماری کولموگروف اسمیرنوف، تعقیبی و کروسکال والیس تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها: غلظت متوسط آلاینده‌های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون، دی‌اکسید نیتروژن و اُزن به ترتیب ۱۳/۹۱±۲۱/۶۸ میکرو گرم بر مترمربع ۲۶/۸۸±۲۵/۴۱ میکروگرم بر متر مربع و ۶/۹۲±۲۵/۶۹ میکرو گرم بر مترمربع بود. مقدارSOM اُزن هم ۸۳/۱۷ بود. در مورد اثرات بلندمدت در سال ۱۳۹۵، جزء منتسب و تعداد موارد منتسب مرگ و میر طبیعی ناشی از دی‌اکسیدنیتروژن از آلاینده‌های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون کمتر بود که به ترتیب ۶/۰۱ و ۶/۷۹ درصد از مرگ و میر را به خود اختصاص داده است. تعداد کل مرگ و میر که به وسیله آلاینده‌های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون و دی‌اکسیدنیتروژن ایجاد شده است، به ترتیب ۲۳ و ۲۰ مورد بوده است. **اُزن** اثری بر روی مرگ و میر تنفسی نداشت(صفرمورد). در مورد مرگ و میر طبیعی بیشترین و کم‌ترین جزء منتسب به ترتیب در آلاینده‌های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون و اُزن مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: برخلاف تأثیر ناچیز آلاینده اُزن و عدم انتساب مرگ و میر به این آلاینده، برای سایر آلاینده‌ها مثل آلاینده‌های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون و دی‌اکسید نیتروژن اثراتی بر تعداد مرگ و میر مشاهده شد که این اثرات می‌تواند هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیمی برای شهر مورد مطالعه ایجاد کند.

واژه‌های کلیدی: ذرات معلق، اُزن، دی‌اکسید نیتروژن، آلودگی هوا، +AirQ

***نویسنده مسئول: ارسلان جمشیدی،** یاسوج، دانشگاه علوم پزشکی یاسوج، مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت
Email: jamshidi_a@yahoo.com

مقدمه

عوامل آلوده کننده هوا در شهرهای بزرگ می‌تواند منشاء انسانی یا طبیعی داشته باشد. عوامل انسانی آن شامل آتش سوزی، فعالیت‌های صنعتی، ترافیک و غیره می‌باشد(۲ و۱). آلودگی هوا جزء ده عامل مهم افزایش مرگ و میر در دنیا شناخته شده است؛به طوری که میزان مرگ و میر ناشی از آن، از ۸۰۰ هزار نفر در سال ۲۰۰۰ به ۱/۳ میلیون نفر در سال ۲۰۱۰ رسیده است و در این میان، ٦٥ درصد این مرگ و میرها به قاره آسیا اختصاص دارد(۳).

بار جهانی بیماری‌ها(GBD) و بانک جهانی به ترتیب آلودگی هوا را به عنوان پنجمین و چهارمین ریسک فاکتور جهانی معرفی کرده‌اند(٤). هر ساله تعداد زیادی از جمعیت جهان در اثر بیماری‌های قلبی و عروقی، تنفسی و سرطان ریه ناشی از آلودگی هوا در سراسر دنیا دچار مرگ یا عوارض جدی می‌شوند(٥ و۱). آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا پنج آلاینده اصلی را به عنوان آلاینده‌های معیار هوا معرفی نموده است. این آلاینده‌ها عبارتند از؛ مونواکسید کربن، دی‌اکسیدنیتروژن، ذرات معلق، دی‌اکسید گوگرد، اُزن(۷ و٦) که به طور مستقیم یا غیرمستقیم بر سلامت انسان و محیط زیست اثر می‌گذارند(۸).

از آنجایی که استفاده از نرم‌افزار AirQ+ برای ارزیابی اثرات بهداشتی آلودگی هوا محدود است و طبق جستجوهای حاضر تاکنون مطالعه‌ای برای کمی‌سازی اثرات بهداشتی منتسب به چندین آلاینده هوا با استفاده از این نسخه از مدل در شهر یاسوج وجود نداشته است، بررسی چند آلاینده هوا از جمله آلاینده های با قطر کمتر از ۲/٥ میکرون، دی‌اکسید نیتروژن، اُزن برای ارزیابی اثرات بهداشتی یک تصویر بهتری از اثرات بهداشتی که آلودگی هوای آزاد ایجاد می‌کند، به ما می‌دهد. از طرفی برخلاف تصوراتی که در رابطه پاک بودن هوای یاسوج وجود دارد، طبق اطلاعات دریافتی از سازمان محیط زیست استان در سال‌های گذشته، بعضی از ماهها حتی شاخص کیفیت هوا، هوای بسیار ناسالم را نشان می‌دهد؛ بنابراین کمی سازی اثرات بهداشتی آلاینده‌های هوا لازم است.

مدل‌های کمی‌سازی غلظت آلاینده‌ها و تعیین اثرات بهداشتی، بیشتر از نوع آماری– اپیدمیولوژیک هستند که داده‌های کیفیت هوا را در فواصل غلظت با پارامترهای اپیدمیولوژیکی مانند خطر نسبی، بروز پایه و جزء منتسب تلفیق نموده و نتیجه به صورت مرگ و میر نمایش داده می‌شود(۹). در سال‌های اخیر چندین ابزار برای انجام ارزیابی اثرات بهداشتی آلودگی هوا توسعه داده شده است که شامل AirQ2.2.3، BenMAP، CMAQ می‌باشند. مدل AirQ+ برای ارزیابی اثرات بهداشتی مواجهه کوتاه مدت و بلند مدت آلودگی هوای داخل و خارج ساختمان توسعه داده شد که شامل؛ روابط مواجهه، پاسخ و خطر است که در پژوهش‌های جدید اپیدمیولوژیک گزارش شده است(۱۱و۱۰).

یکی از نزدیک‌ترین مدل‌ها به مدل AirQ+ مدل BenMAP می‌باشد که اساسی‌ترین تفاوت این مدل با مدل حاضر این است که نرم افزار ارزیابی بهبود کیفیت هوا می‌باشد و برخلاف مدل AirQ+ به دنبال خسارت مالی و جانی یا بیماری نیست؛ بلکه نتایج حاصل از منافع به دست آمده از بهبود کیفیت هوا را تحلیل می‌کند(همانند طرح زوج و فرد)، این مدل هم‌چنین تمام ویژگی‌های مدل CMAQ را دارد و علاوه بر آن با توجه به اندازه‌گیری آلاینده‌های محدود در CMAQ قادر است کلیه آلاینده‌های معیار هوا را اندازه‌گیری کند که مهم‌ترین حسن این مدل می‌باشد. این مدل جدیدترین نسخه AirQ می‌باشد و از معتبرترین روش‌های کمی‌سازی اثرات آلودگی هوا است که در سال ۲۰۱٦ به وسیله دفتر اروپایی محیط زیست و سلامت WHO ارایه شده است. این مدل بر مبنای روش ارزیابی خطر بر اساس اصول آماری و اپیدمیولوژیکی می‌باشد و می‌تواند اثرات بالقوه ناشی از مواجهه با یک آلاینده خاص را در یک منطقه مشخص و طی دوره زمانی خاص ارزیابی کند(۱٤-۱۲). این نرم افزار قادر است مواجهه‌های بلندمدت و کوتاه مدت با چندین آلاینده شامل؛ اُزن، دی اکسیدنیتروژن، ذرات معلق و BC(Carbon black) را مورد بررسی قرار دهد و هم‌چنین می‌تواند اثرات آلودگی هوای خانگی ناشی از مصرف سوخت جامد به استثنای مونواکسید کربن را ارزیابی کند(۱۵). لذا هدف از این مطالعه تعیین و بررسی اثرات بهداشتی آلودگی هوا در شهر یاسوج در سال ۱۳۹۵ با استفاده از مدل AirQ+ بود.

روش بررسی

این مطالعه توصیفی ـ تحلیلی که در سال ۱۳۹۹انجام شد، شامل دو بخش می‌باشد: بخش اول آن کمی‌سازی اثرات بهداشتی آلاینده‌های هوا می‌باشد و برای این هدف از مدل AirQ+ استفاده می‌شود و هدف از بخش دوم مطالعه تعیین میزان تغییرات زمانی(مقایسه بین غلظت آلاینده در فصل، ماه، روز و ساعات مختلف در طول سال) آلاینده‌های معیار هوا می‌باشد. مطالعه حاضر در شهر یاسوج، واقع در جنوب شرقی استان کهگیلویه و بویراحمد انجام گرفته است. این شهر در ناحیه کوهپایه قرار دارد و شیب عمومی آن از طرف شمال شرق به جنوب غرب می‌باشد. متوسط ارتفاع شهر حدود ۱۹۱۵ از سطح دریا می‌باشد که این رقم در بالاترین نقاط شهر تا ۲۰۰۰ متر و در پایین‌ترین نقاط ۱۸۳۰ متر از سطح دریا متفاوت می‌باشد و شیب شهر در ارتفاعات تند شمالی و شرقی بین ۲۵-۱۵ درصد است. در قسمت جنوب غربی شهر شیب متوسط حدود ٤ درصد و در قسمت شرقی شهر شیب متوسط در حدود ٥ درصد است. رشته کوه‌های دنا و زاگرس به عنوان محدود کننده گسترش شهر در جهت شمال و شرق می‌باشد.

جامعه مورد مطالعه به دو دسته تقسیم می‌شود: دسته اول، مردم و ساکنین شهر یاسوج می‌باشند که تحت تأثیر آلاینده‌های هوا قرار دارند و

دسته‌ی دوم، آلاینده‌های معیار شهر یاسوج در سال ۱۳۹۵ که شامل داده‌های ساعتی ذرات معلق، اُزن و دی‌اکسید ازت هست که شرط ورود هر یک از داده‌های آلاینده‌های مذکور اندازه‌گیری آن‌ها به وسیله دستگاه‌های استاندارد و مطابق با معیارهای استاندارد هست، حجم نمونه در این مطالعه کل داده‌های آلاینده‌های معیار در طی سال ۱۳۹۵ بود. سیستم پایش آلودگی هوای استان دارای دو ایستگاه سنجش و اندازه‌گیری است که هر کدام دارای ۵ آنالیزور بوده و ۷ آلاینده اصلی آلودگی هوا را اندازه‌گیری می‌کنند. آلاینده‌های اصلی سنجش شده به وسیله ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوای استان شامل؛ PM_{10}، SO_2، NO، NOX، دی اکسید نیتروژن، CO و اُزن می‌باشد. مدل آنالیزورها Enviro technology ساخت انگلستان می‌باشند. این ایستگاه‌ها مجهز به سیستم پایش لحظه‌ای و آنلاین بوده و هر یک ساعت میانگین آلاینده‌های هوا را ثبت و ضبط می‌کنند. ایستگاه شهر گچساران در سال ۱۳۸۲ و ایستگاه شهر یاسوج در سال ۱۳۸۳ راه‌اندازی شده‌اند. عملکرد ایستگاه‌ها به این شکل است که هر آنالیزور به طور مداوم هوای بیرون را مکش کرده و هوای مکش شده را از فیلترهای بخصوصی عبور می‌دهد، سپس از روی فیلترها نمونه‌برداری نموده و میزان آلاینده را بر حسب واحد اندازه‌گیری مشخصی به واحد ثبت و ضبط می‌دهد واحد ثبت و ضبط پس از میانگین‌گیری برای هر ساعت یک عدد را ثبت و به خروجی خود می‌دهد. ایستگاه‌های شهر یاسوج و گچساران در حال حاضر در حال فعالیت بوده و به طور مداوم میزان آلاینده‌های هوا را ثبت و ضبط می‌کنند. سیستم پایش آنلاین در حال فعالیت بوده و بعضی مواقع به دلیل قطع برق یا اینترنت و نوع نرم افزار نصب شده (حساس به قطعی برق و اینترنت) قطع می‌گردد، ولی اطلاعات بر روی ایستگاه ثبت و ضبط می‌گردند و از بین نمی‌روند. واحدهای اندازه‌گیری هر آنالیزور به صورت ذیل می‌باشد؛ PM_{10}: ذرات گرد و غبار کمتر از ۱۰ میکرون بر حسب میکروگرم بر متر مکعب، آلاینده‌های SO_2: دی اکسید گوگرد، NO: مونواکسید نیتروژن، NOX: اکسیدهای نیتروژن، دی اکسید نیتروژن: دی اکسید نیتروژن، اُزن: اُزن(بر حسب قسمت در بیلیون)(میکروگرم برلیتر) و CO: مونو اکسید کربن (بر حسب قسمت در میلیون) است. داده‌های مربوط به غلظت سه آلاینده معیار هوا شامل؛ دی‌اکسید نیتروژن، ذرات معلق کمتر از ۱۰ میکرون، (جهت به دست آوردن ذرات معلق کمتر از ۲/۵ میکرون) و اُزن در طول سال‌های ۱۳۹۶ـ۱۳۹۰ از سازمان حفاظت محیط‌زیست شهر یاسوج اخذ گردید که پس از اعتبار سنجی داده‌ها سال ۱۳۹۵ جهت پردازش و آنالیز انتخاب شد. داده‌های هواشناسی از سازمان هواشناسی یاسوج اطلاعات دما و فشار سال ۱۳۹۵ جمع‌آوری گردید.

جهت انجام آنالیزهای آماری و استفاده از داده‌های خام، سازمان بهداشت جهانی و هم‌چنین مطالعه آفکوم معیارهایی را برای داده‌های خام ارایه دادند که جهت کمی‌سازی اثرات آلاینده‌های هوا

می‌بایست بر اساس این معیارها، داده‌های خام را مورد پردازش قرار داد. در صورت عدم رعایت این معیارها نتایج به دست آمده فاقد اعتبار کافی خواهند بود، در این مطالعه اعتبار سنجی بر اساس این معیارها انجام گرفت. در این قسمت آمارهای توصیفی غلظت‌های ساعتی شامل؛ حداقل غلظت، حداکثر غلظت، میانگین و درصد تکمیل محاسبه شد. ایستگاه مورد نظر در سال ۱۳۹۵ را که بیش از ۷۵ درصد داده لازم را داشت مورد استفاده قرارداده شد. اعتبار سنجی داده‌ها باعث ایجاد پایگاه‌های داده استاندارد و عاری از غلظت‌های غیرمنطقی(از جمله اعداد منفی) می‌شود. همان گونه که گفته شد در این مطالعه یک ایستگاه در دسترس بود و اگر تعداد ایستگاه بیشتر بود، طی فرآیند معتبرسازی داده‌ها ایستگاه‌هایی انتخاب می‌شدند که شاخص مواجهه جمعیت بودند. هشت معیار دفتر اروپاییWHO (آفکوم) جهت انتخاب ایستگاه‌ها: هدف به دست آوردن غلظتی که نمایانگر مواجهه جمعیت با آلودگی هوا است، ایستگاه‌ها به گونه‌ای انتخاب شدند که غلظت زمینه‌ای(Background) را اندازه‌گیری کنند. به عبارتی برای pm_{10} و آلاینده‌های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون: ایستگاه‌های زمینه‌ای شهری(Urban background) و برای اُزن ایستگاه‌های شهری و حومه شهری انتخاب شدند. از غلظت‌های ثبت شده در ایستگاه‌های صنعتی و ترافیکی استفاده نشد. ایستگاه‌هایی انتخاب شدند که حداقل در طول سال ۷۵درصد داده معتبر داشته‌اند.

از آنجایی که در مورد داده‌های با دوره زمانی کوتاهتر از میانگین استفاده کرد، لذا لازم بود ۷۵درصد از آن داده‌ها معتبر باشد، در غیر این صورت، میانگین موردنظر اعتبار لازم را نداشت. تلاش شد برای حداقل ۲ ایستگاه تا شاخص بهتری از مواجهه جمعیت شهر با آلودگی هوا در مطالعه باقی باشد. هم‌چنین سعی شد تا معیارهای هشت گانه سازمان بهداشت جهانی هم لحاظ شود.

کمی‌سازی آلاینده‌های هوا با استفاده از نرم‌افزار $AirQ^{+}$ انجام شد. این نرم‌افزار به وسیله دفتر اروپایی محیط‌زیست و سلامت سازمان بهداشت جهانی در ماه می سال ۲۰۱۶ برای ارزیابی اثرات بهداشتی مواجهه کوتاه‌مدت و بلندمدت آلودگی هوای داخل و خارج ساختمان توسعه داده شد. در این نرم‌افزار اطلاعات مربوط به ارتباط تماس- پاسخ با داده‌های مواجهه جمعیت ترکیب شده و حد اثرات بهداشتی مورد انتظار برآورد می‌گردد. این نرم‌افزار از دو بخش مجزا تشکیل‌شده است: برآورد تعداد موارد بیماری و فوت منتسب به آلودگی هوا(بر مبنای برآوردهای خطرات از پژوهش‌های سری‌های زمانی) و برآورد اثرات تماس طولانی مدت با استفاده از روش جداول عمر(بر مبنای برآورد خطرات از پژوهش‌های کهورت). کاربر باید داده‌های مربوط به تماس یا مواجهه جمعیت(داده‌های جمعیت، میزان بروز پیامد بهداشتی مورد نظر و داده‌های کیفیت هوا) را در نرم‌افزار وارد نماید.

داده‌های جمعیتی: داده‌های جمعیتی مورد نیاز شامل؛ جمعیت کل، جمعیت ۰ تا ۵ سال، جمعیت بالای

۲۵ سال و جمعیت بالای ۳۰ سال برای پیامدهای بهداشتی مختلف بود که با مراجعه به واحد آمار معاونت بهداشت استان اطلاعات لازم به دست آمد. پیامدهایی که به وسیله نرم‌افزار AirQ+ کمی‌سازی می‌شوند به شرح زیر می‌باشند.

اثرات بلندمدت برای آلاینده‌ی، آلاینده‌های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون شامل کل موارد مرگ و میر (تمام علت‌ها) برای افراد بالای ۳۰ سال، مرگ به علت ALRI (Acute lower Respiratory Infections) (زیر ۵ سال)، مرگ به علت COPD (Chronic obstructive pulmonary disease) (بالای ۳۰ سال)، مرگ به علت سرطان ریه(بالای ۳۰ سال)، مرگ به علت IHD (Ischemic Heart Diseases) (بالای ۲۵ سال)، مرگ به علت سکته مغزی(بالای ۲۵ سال). اثرات بلندمدت برای آلاینده‌ی PM_{10} شامل؛ بروز برونشیت مزمن در بزرگسالان، شیوع برونشیت در کودکان، مرگ و میر نوزادان زودرس (تمام علل) و اثرات بلندمدت برای آلاینده‌ی دی‌اکسیدنیتروژن شامل، مرگ به علت تمام علل، شیوع علایم برونشیت در کودکان مبتلابه آسم و اثرات بلندمدت برای آلاینده اُزن شامل، مرگ به علت بیماری‌های تنفسی بود.

اثرات کوتاه‌مدت برای آلاینده‌های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون شامل؛ مراجعات بیمارستانی: بیماری‌های قلبی ـ عروقی، مراجعات بیمارستانی: بیماری‌های تنفسی، مرگ(همه علل) بزرگ‌سالان بالاتر از ۳۰ سال و کاهش روزهای فعالیت و برای آلاینده‌ی PM_{10}شامل بروز علایم آسم در کودکان مبتلا به آسم و برای آلاینده دی اکسید نیتروژن شامل، مراجعات بیمارستانی، بیماری‌های تنفسی(ماکزیمم روزانه میانگین ۲٤ ساعته) و مراجعات بیمارستانی، بیماری‌های تنفسی(ماکزیمم میانگین ۱ ساعته) و مرگ به تمام علل بود. اثرات کوتاه مدت برای آلاینده اُزن شامل؛ مراجعات بیمارستانی: بیماری‌های قلبی عروقی، مراجعات بیمارستانی: بیماری‌های تنفسی، محدودیت فعالیت روزانه جزئی، مرگ: بیماری‌های قلبی، مرگ به تمام علل، مرگ: بیماری‌های تنفسی بود.

اثر آلاینده‌ها بر سلامت انسان که به صورت دو پیامد بهداشتی مرگ و میر و بروز و شیوع بیماری‌های زیر در نظر گرفته شد. مرگ و میر بر حسب تعداد یا میزان مرگ‌ها(در هر ۱۰۰۰۰۰ نفر جمعیت) برای دوره زمانی مورد نظر. این مورد می‌تواند شامل کل مرگ و میر(تمام علت‌ها) برای افراد بالای ۳۰ سال، مرگ به علت ALRI (زیر ۵ سال)، مرگ به علت COPD(بالای ۳۰ سال)، مرگ به علت سرطان ریه(بالای ۳۰ سال)، مرگ به علت IHD(بالای ۲۵ سال)، مرگ و میر نوزادان، مرگ و میر قلبی برای تمام سنین و مرگ و میر ناشی از بیماری‌های تنفسی برای تمام سنین باشد. بروز و شیوع بیماری‌ها بر حسب تعداد موارد یا نسبت‌ها(در هر ۱۰۰۰۰۰ نفر جمعیت) برای دوره زمانی مورد نظر. این مورد می‌تواند شامل؛ بستری به علت بیماری‌های تنفسی، بستری به علت بیماری‌های قلبی و عروقی، بروز برونشیت مزمن در بزرگسالان و شیوع برونشیت در کودکان باشد. در ابتدا باید یک آنالیز جدید ایجاد شود و سپس با

مشخص کردن پارامترهایی نظیر این که آلاینده مربوط به هوای داخل منزل یا محیط بیرون است، نوع اثرات(کوتاه‌مدت و بلندمدت)، موقعیت مکانی، نوع آلاینده و نوع ارزیابی آنالیز آغاز شود. آلودگی هوا به‌صورت یکی از آلاینده‌های(آلاینده‌های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون،PM_{10}، دی اکسید نیتروژن و اُزن) در این مطالعه در نظر گرفته شد. لازم به ذکر است که نرم‌افزار قابلیت کمی‌سازی اثرات بهداشتی آلاینده‌ی کربن سیاه را نیز دارد که در حال حاضر داده‌های این آلاینده در ایستگاه‌های سنجش کیفیت هوا اندازه‌گیری نمی‌شود.

برای تعیین میزان اثر بهداشتی بر مبنای فرضیه نسبت خطر منتسب به آلودگی هوا از شاخص‌های اثر خطر نسبی(RR) و بروز پایه پیامد بهداشتی(BI) استفاده شد. خطر نسبی پیامد بهداشتی انتخابی به کمک توابع تماس ـ پاسخ به دست آمده از پژوهش‌های اپیدمیولوژیک مشتق شده است. در این مطالعه محاسبه RR مبتنی بر فرمول $RR(X) = e^{\beta(X-X_0)}$ که در فرمول پیش‌فرض مدل AirQ$^+$ بود. در این فرمول X، X0 و β نشان‌گر غلظت میانگین آلاینده در شهر مورد نظر هستند. بروز پایه پیامد بهداشتی(BI) عبارت است از تعداد وقوع پیامد بهداشتی به ازای هر ۱۰۰ هزار نفر جمعیت در معرض خطر. در این مطالعه داده‌های مربوط به بروز پایه مربوط به سال ۱۳۹۵ با مراجعه به معاونت بهداشت استان اخذ شد. جزء منتسب یا نسبت منتسب(AP) بخشی از پیامد بهداشتی است که می‌توان آن را مرتبط با مواجهه جمعیتی خاص(با فرض وجود ارتباط احتمالی بین تماس و پیامد بهداشتی بدون تأثیر مخدوش کننده عمده بر این ارتباط) طی یک دوره زمانی مشخص دانست. مقدارRR که از فرمول قبل به دست می‌آید، طبق فرمول AP=RR-1/RR برای محاسبه جزء منتسب به کار گرفته شد. با دانستن میزان بروز پیامد بهداشتی انتخابی(B) در جامعه موردنظر، میزان منتسب به تماس جمعیت(تعداد موارد در واحد جمعیت)(BE) به کمک فرمول BE=AP×B قابل محاسبه خواهد بود. در این فرمولB: میزان بروز پایه پیامد بهداشتی در هر واحد جمعیت(۱۰۰ هزار نفر) است. در یک جمعیت با اندازه N این میزان را می‌توان به تعداد موارد برآورد شده منتسب به تماس NE را طبق فرمول NE=BE×N تبدیل نمود که در آن N: جمعیت در معرض خطر است.

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS و آزمون‌های کولموگروف اسمیرنوف، تعقیبی و کروسکال والیس تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها

در مورد مقایسه غلظت آلاینده‌ها در زمان‌های مختلف ابتدا نرمال بودن با توجه به نرمال نبودن داده‌ها جهت مقایسه میانگین غلظت آلاینده‌ها به تفکیک فصول، ماه، روز و ساعت از آزمون کراسکال والیس استفاده گردید. نتایج آزمون نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین میانگین تمامی آلاینده‌های مورد بررسی در این مطالعه در فصول سال و ماه‌های سال

و ساعت‌ها وجود دارد و تنها در روزهای سال اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید، در نهایت آزمون تعقیبی برای فصل و ماه انجام گرفت. بر اساس نتایج آزمون تعقیبی(Post Hoc) برای فصول مختلف در دو آلاینده دی‌اکسید نیتروژن و اُزن تنها بین میانگین غلظت‌ها در فصل پاییز و زمستان ارتباط معنی‌داری وجود نداشت.

غلظت متوسط آلاینده‌های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون، دی‌اکسید نیتروژن و اُزن به ترتیب؛ ۲۱/٦۸، ۲۵/٤۱ و ۲۵/٦۹ میکروگرم بر متر مربع بود. مقدارSOM اُزن ۵ هم ۸۳/۱۷ بود. در مورد اثرات بلندمدت متوسط سالانه غلظت آلاینده‌های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون ۲/۱ برابر بالاتر از رهنمود WHO یعنی ۱۰ میکروگرم بر متر مکعب بوده است. غلظت متوسط دی اکسید نیتروژن پایین‌تر از رهنمود WHO(٤۰ میکروگرم بر متر مکعب) بود(۱٦). چنین معادلی(غلظت سالانه) برای اُزن وجود ندارد(۹)، به همین دلیل نتیجه‌ای برای اُزن متصور نیست.

تعداد موارد منتسب همان‌طور که قبلاً گفته شد متناسب با جزء منتسب می‌باشد، یعنی ٦/۷۹ درصد از موارد مرگ به تمام علل یعنی ۲۳ مورد در جمعیت در معرض خطر ذکرشده منتسب به این آلاینده می‌باشد که این عدد در جمعیت در معرض خطر ۱۰۰ هزار نفر ۳٦/۵۱ مورد است.

در خصوص پیامد مرگ به علت عفونت حاد تنفسی(ALRI) در کودکان ۵ـ۰ سال خطر نسبی۱/۱۳، جزء منتسب ۱۲/۰٤ درصد، تعداد کل موارد منتسب در ۱۰۰ هزار نفر جمعیت در معرض خطر صفر مورد است. در مورد بیماری مزمن انسدادی ریه شاخص‌های خطر نسبی (۱/۱۰ درصد)، جزء منتسب (۹/٦۵ درصد)، موارد منتسب به آلاینده‌های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون(صفر) و تعداد موارد منتسب در ۱۰۰ هزار نفر جمعیت(۰/۷۷) برآورد گردیده است. در خصوص پیامد مرگ ناشی از سرطان ریه (LC) در بزرگسالان ۳۰+ سال، خطر نسبی ۱/۱۳، جزء منتسب ۱۲/۰٤ درصد، تعداد کل موارد منتسب صفر مورد و تعداد موارد منتسب در ۱۰۰ هزار نفر جمعیت در معرض خطر ۰/٤۸ مورد است. در مورد مرگ به علت بیماری‌های قلبی در بزرگسالان(۲۵+ سال)، خطر نسبی ۱/۲۲ جزء منتسب ۱۸/٤ درصد، تعداد کل موارد منتسب ۱۰ مورد و تعداد موارد منتسب در ۱۰۰ هزار نفر جمعیت در معرض خطر ۱۲/۰۲ درصد مورد است(جدول ۱).

برای آلاینده دی‌اکسید نیتروژن و مرگ ناشی از تمام علل در بزرگسالان بالای ۳۰ سال، جمعیت در معرض خطر ٦۱۹۳۱ نفر و بروز پایه ۵۳۸ برآورد شد. خطر نسبی ۱/۰٦، جزء منتسب ٦/۰۱ درصد، تعداد کل موارد منتسب ۲۰ مورد و تعداد موارد منتسب در ۱۰۰ هزار نفر جمعیت در معرض خطر ۳۲/۳۱ درصداست(جدول ۲).

در مورد آلاینده اُزن و مرگ به علت بیماری‌های تنفسی در افراد بالای ۳۰ خطر نسبی نزدیک به ۱(RR=۱/۰۰۰۳) مقادیرAP و تعداد موارد منتسب به تماس با اُزن ناچیز و به ترتیب ۰/۰٤ درصد و صفر مورد بود.

در بررسی اثرات کوتاه مدت آلاینده‌ها میانگین غلظت **آلاینده‌های** با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون در سال ۱۳۹۵ در شهرستان یاسوج ۲۱/٦۸ میکروگرم بر متر مکعب یعنی بالاتر از رهنمود WHO می‌باشد. در مورد مرگ به تمام علل منتسب به آلاینده‌های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون، خطر نسبی ۱/۰۱٤ و ۱/٤٤ درصد از مرگ به تمام علل یعنی ۵ مورد منتسب به این آلاینده می‌باشد. در مورد اثرات کوتاه مدت بهداشتی دی‌اکسید نیتروژن یعنی مرگ به تمام علل، خطر نسبی ۱/۰۰٤، جزء منتسب ۰/٤٤ درصد، تعداد موارد منتسب ۱ مورد و این تعداد در ۱۰۰ هزار نفر جمعیت در معرض خطر ۲/۳۷ مورد بود. در مورد اثرات کوتاه مدت بهداشتی اُزن یعنی مرگ به تمام علل منتسب اُزن، خطر نسبی۱/۰۰۰۰۸، جزء منتسب ۰/۰۱ درصد، تعداد موارد منتسب صفر مورد و این تعداد در ۱۰۰ هزار نفر جمعیت در معرض خطر ۰/۰٤ مورد بود.

جدول ۱: برآورد خطر نسبی، جزء منتسب و موارد منتسب به آلاینده های منتخب در مرگ به تمام علل بالغین بالای ۳۰ سال در ٦۱۹۳۱ نفر در معرض خطر(بلند مدت)

			بلند مدت			
آلاینده	علت	میانگین	بروز	خطر نسبی	جزء منتسب	منتسب در صد هزار	کل موارد منتسب
الاینده های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون	TOTAL	۲۱/٦۸	۵۳۸	۱/۰۷(۱/۰٤-۱/۰۹)	٦/۷۹(٤/٤۸-۸/۸۹)	۳٦/۵۱	۲۳(۱۵-۳۰)
الاینده های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون	COPD	۲۱/۸	۸	۱/۱۰(۱/۰٤-۱/۱۹)	۹/٦۵(۳/۸۵-۱٦/٤۵)	۰/۷۷(۰/۳۱-۱/۳۲)	۰(۰-۱)
الاینده های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون	LC	۲۱/٦۸	٤	۱/۱۳(۱/۰۲-۱/۲۳)	۱۲/۰٤(۲/٦۱-۱۹/۱۵)	۰/٤۸(۰/۱-۰/۷۷)	؟.....
الاینده های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون	IHD	۲۱/٦۸	٦۵	۱/۲۲(۱/۱٤-۱/۳۲)	۱۸/٤۹(۱۲/۸-۲٤/٤۵)	۱۲/۰۲(۸/۳۲-۱۵/۸۹)	۱۰(۱۷-۳۰)
دی اکسید نیتروژن	TOTAL	۲۵/٤۱	۵۸۳	۱/۰٦(۱/۰۲-۱/۱۰)	٦/۰۱(۲/۸٦_۹/۱۲)	۳۲/۳۱(۱۵/۳۸-٤۹/۰٦)	20(10-30) ۲۰(۱۰-۳۰)
اُزن	COPD	۰/۲۷	٤	۱(۱/۰۰۰۱-۱/۰۰۰٦)	۰/۰٤(۰/۰۱-۰/۰۷)	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱

جدول ۲: برآورد خطر نسبی، جزء منتسب و موارد منتسب به آلاینده‌های منتخب در مرگ به تمام علل بالغین بالای ۳۰ سال در ٦۱۹۳۱ نفر در معرض خطر (کوتاه مدت)

			کوتاه مدت				
آلاینده	علت	میانگین	بروز	خطر نسبی	جزء منتسب	منتسب درصد هزار	کل موارد منتسب
الاینده های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون	TOTAL	۲۱/٦۸	**۵۳۸**	**۱/۰۱٤(۱/۰۰۵_۱/۰۲۳)**	**۱/٤٤(۰/۵۳_۲/۳۵)**	**۷/۷٦(۲/۸۵_۱۲/٦۷)**	**۵(۲_۸)**
الاینده های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون	COPD	۲۱/٦۸	**۸**	-	–	–	–
الاینده های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون	LC	۲۱/٦۸	**٤**	-	–	–	–
الاینده های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون	IHD	۲۱/٦۸	**٦۵**	-	–	–	–
دی اکسید نیتروژن	TOTAL	**۲۵/٤۱**	**۵۳۸**	**۱/۰۰٤ (۱/۰۰۲_۱/۰۰٦)**	**۰/٤٤(۰/۲٦_۰/٦۲)**	**۲/۳۷(۱/٤۰_۳/۳٤)**	**۱(۱_۲)**
اُزن	COPD	**۰/۲۷**	**٤**	**۱(۱_۱)**	**۰/۰۱(۰/۰_۰/۰۱)**	**۰/۰٤(۰/۰۲_۰/۰٦)**	**۰(۰)**

بحث

عوامل آلوده کننده هوا در شهرهای بزرگ می‌تواند منشاء انسانی یا طبیعی داشته باشد. عوامل انسانی آن شامل آتش سوزی، فعالیت‌های صنعتی، ترافیک و غیره می‌باشد و این آلودگی هوا جزء ده عامل مهم افزایش مرگ و میر در دنیا شناخته شده است(۳ـ۱). هدف از این مطالعه تعیین و بررسی اثرات بهداشتی آلودگی هوا در شهر یاسوج در سال۱۳۹۵ با استفاده از مدل AirQ+ بود.

نتایج مربوط به آلاینده‌ها با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون و دی‌اکسید نیتروژن فقط برای غلظت‌های بالاتر از رهنمود WHO و مقادیر اُزن فقط برای مقادیر بالاتر از ۳۵ یک قسمت در بیلیون محاسبه شد. غلظت متوسط برای هر چهار آلاینده یک روند افزایشی داشته است، ضمن آن که مقادیر هر چهار آلاینده بالاتر از حد استانداردهای پیشنهادی سازمان جهانی بهداشت بوده است. در تحلیل روند بلند مدت، متوسط سالانه غلظت آلاینده‌های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون بالاتر از حد مجاز تعیین شده به وسیله سازمان بهداشت جهانی و غلظت متوسط دی‌اکسیدنیتروژن پایین‌تر بود(۱۶). چنین معادلی (غلظت سالانه) برای اُزن و جود ندارد(۹)، به همین دلیل نتیجه‌ای برای اُزن گزارش نشده است. این یافته‌ها با نتایج سایر پژوهش‌های مشابه داخلی و خارجی هم‌خوانی دارد. کریمی و همکاران نشان داده‌اند که متوسط سالانه غلظت آلاینده‌های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون و دی‌اکسیدنیتروژن در سال‌های۱۳۹۵ــ۱۳۹۳ روند افزایشی بالاتر از رهنمودهای WHO داشته است(۱۷). هوپکه و همکاران گزارش کردند در شهرهای ایران غلظت آلاینده‌های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون در فاصله زمانی ۲۰۱۶ــ۲۰۱٤ روندی افزایشی داشته است(۱۸). دستور پور و همکاران در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که غلظت متوسط اُزن و دی‌اکسیدنیتروژن در سال فاصله سال‌های ۲۰۱۵ـ۲۰۰۸ روندی افزایشی داشته است(۱۹).

در مورد موارد مرگ منتسب به آلاینده‌های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون در افراد بالای ۳۰ سال، یافته‌های مطالعه نشان داد که حدود هفت درصد از موارد مرگ به تمام علل یعنی ۲۳ مورد در جمعیت، منتسب به این آلاینده بود که رقم میزان استاندارد شده منتسب برای جمعیت برای این آلاینده ۳٦/۵ در یکصد هزار نفر برآورد شده است. در مورد موارد مرگ منتسب به آلاینده‌های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون در کودکان زیر پنج سال تعداد کل موارد منتسب صفر مورد و میزان موارد منتسب در یکصد هزار نفر جمعیت در معرض خطر صفر بوده است. مهم‌ترین دلیل بروز این یافته، جمعیت کم این زیر گروه سنی در مطالعه بوده است. در مورد موارد مرگ برای بیماری مزمن انسدادی ریه منتسب به آلاینده‌های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون در افراد بالای سی سال، یافته‌های مطالعه نشان داد که جزء منتسب حدود ۱۰ درصد و موارد منتسب صفر است. میزان موارد مرگ منتسب به مواجهه کمتر از یک مورد در صد هزار نفر جمعیت برآورد شده است. در مورد شاخص مرگ به علت سرطان ریه(LC) در بزرگسالان بالای سی سال، خطر نسبی ۱/۱۳، جزء منتسب حدود دوازده درصد، تعداد کل موارد منتسب صفر مورد و

تعداد موارد منتسب در یک میلیون نفر جمعیت در معرض خطر حدود ۵ مورد بود. در مورد مرگ قلبی ـ عروقی بزرگسالان، خطر نسبی ۱/۲۲ جزء منتسب ۱۸/٤ درصد، تعداد کل موارد منتسب ۱۰ مورد و تعداد موارد منتسب در ۱۰۰ هزار نفر جمعیت در معرض خطر ۱۲ مورد بود. این ارقام قابل توجه از منظر سلامت عمومی است.

در تحلیل اثرات آلاینده دی‌اکسیدنیتروژن یافته‌های مطالعه حاکی از آن است که در پیامد بهداشتی مرگ به تمام علل در بزرگسالان بالای ۳۰ سال، خطر نسبی نزدیک به یک و جزء منتسب حدود ٦ درصد، تعداد کل موارد منتسب بیست مورد و تعداد موارد منتسب در یکصدهزار نفر جمعیت در معرض خطر ۳۲/۳۱ است. که این ارقام در مقایسه با آلاینده پیشگفت قابل توجه‌تر است. پیامد قابل بررسی در تحلیل اثرات اُزن در این بخش، مرگ به علت بیماری‌های تنفسی در افراد بالای سی سال بود که با توجه به خطر نسبی نزدیک به ۱(RR= ۱/۰۰۰۳) مقادیر AP و تعداد موارد منتسب به تماس با اُزن ناچیز و به ترتیب ۰/۰٤ درصد و صفر مورد می‌باشد. در مجموع جزء منتسب و تعداد موارد منتسب در مورد تمام علل مرگ و میر ناشی از دی اکسید نیتروژن در سال ۱۳۹۵ از آلاینده‌های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون کمتر بود. تمام موارد مرگ ایجاد شده در اثر آلاینده‌های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون و دی اکسید نیتروژن به ترتیب ۲۳ و ۲۰ و کل تعداد مرگ ناشی از COPD، LC ، ALRI و IHD قابل انتساب به آلاینده‌های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون به ترتیب؛ صفر، صفر، صفر و ۱۰ مورد بوده است. در مجموع غلظت اُزن اثری بر روی مرگ تنفسی را نشان نداده است.

در مطالعه‌ای که میری و همکاران در شهر مشهد انجام دادند، نتایج نشان داد که آلاینده‌های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون بیشترین اثر را بر سلامتی ساکنین این شهر دارد که این نتیجه با نتایج مطالعه حاضر در شهر یاسوج هم‌خوانی دارد (۲۰). کریمی و همکاران در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که جزء منتسب و تعداد موارد منتسب مرگ و میر طبیعی ناشی از دی اکسید نیتروژن در سال‌های اول و دوم مطالعه از آلاینده‌های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون بیشتر بود که به ترتیب حدود ۳۹ و ٤۱ درصد از مرگ و میر را به خود اختصاص داده است؛ در حالی که در سال سوم مطالعه مرگ و میر کل ناشی از آلاینده‌های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون(۳٤ درصد) نسبت به دی اکسید نیتروژن(۱٤/۳۹ درصد) بالاتر بود. هم‌چنین همانند مطالعه حاضر اثر اُزن بر روی مرگ و میر تنفسی خیلی پایین بود(۱۷). هم‌چنین در مطالعه‌ای به وسیله هادئی و همکاران میانگین جزء منتسب و تعداد موارد مرگ و میر سرطان ریه منتسب به آلاینده‌های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون در اهواز به ترتیب حدود ۲۵ درصد و ۲۳ مورد تخمین زده شد(۲۱). در مطالعه‌ای دیگر از هادئی و همکاران گزارش شد که تعداد مرگ و میر IHD ناشی از مواجهه بلندمدت با آلاینده‌های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون در ۱۰ شهر ایران در رنج ٦٦۰ مورد و این تعداد در صد هزار نفر

جمعیت در معرض خطر ۹۳ مورد بوده است(۲۲). هم‌چنین در مطالعه فریدی و همکاران در شهر تهران انجام شد، نتایج نشان داد مرگ و میر ناشی از(IHD) بیشترین درصد مرگ و میر ناشی از قرار گرفتن در معرض طولانی مدت آلاینده‌های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون را به خود اختصاص داده است که در مطالعه حاضر نیز این پیامد بعد از مرگ و میر به تمام علل بیشترین تعداد مرگ را داشته است(۲۳).

در مطالعه‌ای که بهرامی اصل و همکاران با استفاده از مدل Air Q در شهر همدان انجام دادند، بیش از ۱/۷ درصد از مرگ و میر کل به آلاینده دی اکسید نیتروژن نسبت داده شد و موارد مرگ و میر اضافی برای این آلاینده ۵۲ نفر بود. هم‌چنین در این مطالعه در مجموع مرگ ومیر قلبی_ عروقی سهم بیشتری نسبت به مرگ و میر تنفسی داشته است که در مطالعه حاضر نیز به همین شکل بوده است(۲٤). این نتایج با نتایج مطالعه حاضر به دست آوردیم منطبق می‌باشد، تفاوت اندکی هم اگر وجود دارد به دلیل رویکردهای مختلفی می‌باشد که برای تخمین مواجهه جمعیت استفاده کردیم. ایستگاه پایش ما در این مطالعه بیشتر از ۷۵ درصد داده داشتند که این امر باعث شده اعتبار نتایج حاضر شده است.

در تحلیل اثرات کوتاه مدت میانگین غلظت آلاینده‌های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون ۲۱/٦۸ میکروگرم بر متر مکعب یعنی بالاتر از رهنمود WHO می‌باشد. در مورد مرگ به تمام علل منتسب به آلاینده‌های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون خطر نسبی ۱/۰۱٤ و ۱/٤٤ درصد از مرگ به تمام علل یعنی ۵ مورد منتسب به این آلاینده می‌باشد.

در مورد اثرات کوتاه‌مدت تنها پیامد بهداشتی منتسب به آلاینده دی‌اکسید نیتروژن در این مطالعه یعنی مرگ به تمام علل خطر نسبی نزدیک به یک، جزء منتسب ۰/٤٤ درصد، تعداد موارد منتسب یک مورد و این تعداد در یکصد هزار نفر جمعیت در معرض خطر کمی بیش از دو مورد بود. در مورد اثرات کوتاه‌مدت مرگ به تمام علل منتسب اُزن خطر نسبی به طور تقریبی یک، جزء منتسب ۰/۰۱ درصد، تعداد موارد منتسب صفر مورد و این تعداد در یکصد هزار نفر جمعیت در معرض خطر ۰/۰٤ مورد بود. در مورد اثرات کوتاه مدت به طور خلاصه در مورد مرگ و میر طبیعی بیشترین و کم‌ترین جزء منتسب به ترتیب در آلاینده‌های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون و اُزن مشاهده شد. این نتایج با نتایج مطالعه‌ای که کریمی در شهر اهواز انجام داده بود، هم‌خوانی دارد(۱۷). هوپکه و همکاران در مطالعه‌ای گزارش کرده است حدود ۳/۵ تا ۵ درصد از مرگ و میر طبیعی در شهر اهواز به مواجهه با آلاینده‌های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون منتسب می‌باشد(۱۸). در مطالعه‌ای که گودرزی در زمینه برآورد موارد مرگ در اثر بیماری‌های قلبی_ عروقی ناشی از مواجهه با اُزن در شهر اهواز انجام داد، نتایج نشان داد تعداد موارد مرگ ناشی از بیماری قلبی- عروقی در اثر تماس با اُزن طی یکسال ۱٤۲ نفر بوده که ٦۷ درصد این تعداد مربوط به غلظت کمتر از ۱۲۰ میکروگرم بر متر مکعب می‌باشد که تفاوت نتایج

حاضر با این نتایج ممکن است به دلیل میانگین بالاتر اُزن و یا شاید تداوم روزهای با غلظت بالا در شهر اهواز باشد(۲۵). زیرا غلظت اُزن در مطالعه حاضر در اکثر روزها بالا نبوده است. علاوه بر این ما در این مطالعه بیشترین و کم‌ترین تعداد مرگ و میر به ترتیب مربوط به آلاینده‌های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون و اُزن بود. درمجموع ۵ ، ۱ و صفر مورد از مرگ و میر، به ترتیب ناشی از آلاینده‌های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون، دی‌اکسید نیتروژن و اُزن بود و هیچ مورد مرگ و میر تنفسی در سال ۱۳۹۵ در این مطالعه برای اُزن تخمین زده نشد. در مطالعه هوپکه و همکاران در شهرهای ایران تعداد کل مرگ و میر طبیعی ناشی از مواجهه کوتاه‌مدت با ذرات ریز ۳۳۸ مورد بود(۱۸). هم‌چنین در پژوهش‌های دیگر در شهر اهواز جزء منتسب و تعداد مرگ‌های تنفسی ناشی از اُزن حدود ٦ درصد و هم‌چنین ۱۷۳ مورد به ترتیب بوده است(۲۵). همان‌طور که قبلاً اشاره کردیم مقدار بالاتر این مقادیر در مطالعه آن‌ها به دلیل استفاده از مدل دیگری(AirQ 2.2.3) بوده است و هم‌چنین میزان خطر نسبی، دوره مطالعه و مواجهه جمعیت با مطالعه حاضر تفاوت داشته است.

در مقایسه غلظت آلاینده‌ها با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون در زمان‌های مختلف، میزان سطح معنی‌داری بین غلظت در روزهای مختلف برای آلاینده‌های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون در آزمون کروسکال والیس بیشتر از ۰/۰۱ می‌باشد، بنابراین بین غلظت این آلاینده در روزهای مختلف تفاوت معنی داری وجود نداشت، اما تفاوت‌ها بین غلظت در فصل‌ها، ماه‌ها و ساعت‌های مختلف معنی‌دار بود. نتایج آزمون تعقیبی نشان داد تفاوت معنی‌داری از لحاظ غلظت آلاینده‌ها با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون بین تمام فصل‌های مختلف سال وجود دارد. برای ماه‌های مختلف نیز در بسیاری از موارد تفاوت معنی‌داری از لحاظ غلظت آلاینده‌های با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون وجود دارد. به‌عنوان‌مثال در مقایسه ماه فروردین با یازده ماه دیگر سال به جز فروردین و آذر و فروردین و بهمن، بین این ماه با سایر ماه‌ها معنی‌داری وجود دارد، این نتایج برای آلاینده PM10 نیز صدق می‌کند.

در زمینه مقایسه غلظت اُزن در زمان‌های مختلف، میانگین غلظت در فصل‌ها، ماه‌ها و ساعت‌های مختلف با همدیگر اختلاف معنی‌داری دارند، بین غلظت اُزن در روزهای مختلف تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، زیرا میزان سطح معنی داری آزمون کروسکال والیس بیشتر از ۰/۰۱ به‌دست‌آمده است. با توجه به نتایج آزمون تعقیبی تفاوت معنی‌داری از لحاظ غلظت اُزن بین فصل‌های بهار و تابستان، بهار و پاییز و بهار و زمستان وجود داشت و تنها بین دو فصل پاییز و زمستان تفاوت معنی‌دار وجود مشاهده نشد. هم‌چنین در مقایسه دو به دوی ماه‌های سال در تمام طول سال به جز ماه های فروردین و آبان (و بالعکس)، مهر و بهمن(و بالعکس)، آبان و دی (و بالعکس) که بین آنها ارتباط معنی‌داری دیده نشد، در مابقی ماه‌های سال معنی‌داری وجود داشت.

در مقایسه غلظت دی اکسید نیتروژن در

زمان‌های مختلف، میانگین غلظت دی‌اکسیدنیتروژن در فصل‌ها، ماه‌ها و ساعت‌های مختلف با همدیگر اختلاف معنی‌اداری دارند، اما بین غلظت دی اکسید نیتروژن در روزهای مختلف هفته تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. نتایج مربوط به آزمون تعقیبی نشان داد که تفاوت معنی داری از لحاظ غلظت دی‌اکسید نیتروژن در فصل‌های پاییز و زمستان وجود ندارد، اما در مابقی فصول سال این تفاوت قابل مشاهده است. میزان سطح معنی‌داری برای ماه‌های مختلف نیز نشان داد بین اکثر ماه‌های نیمه اول سال معنی‌داری وجود دارد و این موضوع برای ماه‌های نیمه دوم سال صدق نمی کند. به‌طور مثال تفاوت معنی‌داری ازلحاظ غلظت دی‌اکسید نیتروژن بین ماه‌های فروردین و سایر ماه‌های سال به جز فروردین و تیر وجود دارد. بهتر است موارد ثبت شده یکی از بیماری‌ها و یا مرگ‌های تعیین شده در نرم‌افزار AirQ+ منتسب به آلاینده‌های هوا، از سازمان‌هایی نظیر پزشکی قانونی یا ثبت احوال استخراج و با خروجی حاصل از مدل مقایسه گردد، بدین ترتیب میزان صحت و قابل اعتماد بودن مدل با شرایط منطقه تعیین می‌گردد.

از محدودیت‌های این مطالعه کمی‌سازی اثرات بهداشتی، این بود که فقط سالی که در آن ایستگاه دارای داده‌های معتبر بود، مدنظر قرار گرفت و به علت عدم دسترسی به خطر نسبی در کشور ایران، از خطر نسبی پیش‌فرض نرم‌افزار در محاسبات استفاده گردید. لذا با توجه به این که پیش‌نیاز کمی‌سازی، محاسبه بار بیماری‌های منتسب به آلودگی هوا و برآورد اثرات بهداشتی آلاینده‌های هوا، وجود شاخص‌های اپیدمیولوژیکی است؛ محاسبه این شاخص‌ها به متخصصین امر پیشنهاد می‌گردد.

نتیجه‌گیری

برخلاف تأثیر ناچیز آلاینده ازن و عدم انتساب مرگ و میر به این آلاینده برای سایر آلاینده‌ها مثل pm2.5 و no2 اثراتی بر تعداد مرگ و میر مشاهده شد که این اثرات می‌تواند هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیمی برای شهر مورد مطالعه ایجاد کند. از طرفی با توجه به رشد جمعیت و پیرو آن وسایل نقلیه که خود عامل مهم انتشار آلاینده‌ها می‌باشند و هم‌چنین هم جواری استان کهگیلویه و بویراحمد به استان های غرب و جنوب غرب کشور لازم است با طراحی و اجرای استراتژی‌ها و عملیات کنترل آلودگی هوا، هم از اثرات بهداشتی و هم خسارت‌های اقتصادی جلوگیری کرد.

تقدیر و تشکر

این مقاله بر گرفته از پایان نامه مقطع کارشناسی ارشد رشته مهندسی بهداشت محیط با کد اخلاق IR.YUMS.REC.1399.194 از دانشگاه علوم پزشکی یاسوج می‌باشد و با حمایت مالی این دانشگاه انجام شد.

REFERENCES

1.Geravandi S, Mohammadi M, Goudarzi G, Ahmadi Angali K, Neisi A, Zalaghi E. Health effects of exposure to particulate matter less than 10 microns (PM10) in Ahvaz. J Qazvin Univ Med Sci 2014; 18(5): 45-53.

2.Vienneau D, Perez L, Schindler C, Lieb C, Sommer H, Probst-Hensch N, et al. Years of life lost and morbidity cases attributable to transportation noise and air pollution: A comparative health risk assessment for Switzerland in 2010. International Journal of Hygiene and Environmental Health 2015; 218(6): 514-21.

3.Khorsandi H, Amini Tapok F, Cargar H, Mousavi Moughanjogi S. Study of Urmia city air quality according to the air quality index (AQI). Urmia Medical Journal 2013; 23(7): 767-75.

4.Abubakar I, Tillmann T, Banerjee A. Global, regional, and national age-sex specific all-cause and cause-specific mortality for 240 causes of death, 1990-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013 Lancet 2015; 385(9963): 117-71.

5.Dobaradaran S, Geravandi S, Goudarzi G, Idani E, Salmanzadeh S, Soltani F, et al. Determination of cardiovascular and respiratory diseases caused by PM10 exposure in Bushehr, 2013. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences 2016; 26(139): 42-52.

6.Emamgholipoor Sefiddashti S, Akbari Sari A, Ghazanfari S. The Impact of Air Pollution on Emergency Admissions of Heart Attack Cases in Tehran: 2007-2012. Health and Development Journal 2015; 4(3): 190-9.

7.Geravandi S, Goudarzi G, Yari AR, Idani E, Yousefi F, Soltani F, et al. An estimation of COPD cases and respiratory mortality related to Ground-Level Ozone in the metropolitan Ahvaz during 2011. Archives of Hygiene Sciences 2016; 5(1): 15-21.

8.Clarke K, Kwon HO, Choi SD. Fast and reliable source identification of criteria air pollutants in an industrial city. Atmospheric Environment 2014; 95: 239-48.

9.Organization WH. 7 million premature deaths annually linked to air pollution. World Health Organization, Geneva, Switzerland. 2014.

10.Burnett RT, Pope III CA, Ezzati M, Olives C, Lim SS, Mehta S, et al. An integrated risk function for estimating the global burden of disease attributable to ambient fine particulate matter exposure. Environmental Health Perspectives 2014; 122(4): 397-403.

11.World Health Organization. Health Risks of Air Pollution in Europe (HRAPIE). WHO, Copenhagen, 2013.

Henschel S, Chan G, World Health Organization. Health risks of air pollution in Europe-HRAPIE project: new emerging risks to health from air pollution-results from the survey of experts.

12.Khorsandi H, Karimzadeh S, Aghaei M, Kargar H, Mousavi Moughanjogi S. estimation and quantification of health effects attributed to no2 pollutant in the air of urmia, Iran. The Journal of Urmia University of Medical Sciences 2016; 26(12): 1054-62.

13.Leili M, Bahrami Asl F, Hesam M, Molamahmoudi M, Salahshour Arian S. Estimation of diseases and mortality attibuted to atmospheric no2 and so2 using airq model in hamadan city, Iran. Avicenna Journal of Clinical Medicine 2017; 23(4): 314-22.

14.Zallaghi E, Goudarzi G, Geravandi S, Mohammadi MJ. Epidemiological indexes attributed to particulates with less than 10 micrometers in the air of Ahvaz City during 2010 to 2013. Health Scope 2014; 3(4): e22276

15.Fatjizadeh MKA. An overview of the use of AirQ + software in estimating the costs of air pollution. international and national conference on Environmental health, 2019.

16.World Health Organization. Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide: Global update, Summary of risk assessment, 2005.

17.Karimi A, Shirmardi M, Hadei M, Birgani YT, Neisi A, Takdastan A, et al. Concentrations and health effects of short-and long-term exposure to PM2. 5, NO2, and O3 in ambient air of Ahvaz city, Iran (2014–2017). Ecotoxicology and Environmental Safety 2019; 180: 542-8.

18.Hopke PK, Nazari SSH, Hadei M, Yarahmadi M, Kermani M, Yarahmadi E, et al. Spatial and temporal trends of short-term health impacts of PM2. 5in Iranian cities; A modelling approach (2013â 2016). Aerosol and Air Quality Research 2018; 18(2): 497-504.

19.Dastoorpoor M, Goudarzi G, Khanjani N, Idani E, Aghababaeian H, Bahrampour A. Lag time structure of cardiovascular deaths attributed to ambient air pollutants in Ahvaz, Iran, 2008-2015. Int J Occup Med Environ Health 2018; 31(4): 459-73.

20.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. Environmental Research 2016; 151: 451-7.

21.Hadei M, Hashemi Nazari SS, Yarahmadi E, Kermani M, Yarahmadi M, Naghdali Z. Estimation of lung cancer mortality attributed to long-term exposure to pm2.5 in 15 iranian cities during 2015 - 2016; an airq+ modeling. Journal of Air Pollution and Health. 2017; 2(1): 19-26

22.Hadei M, Hashemi Nazari SS, Yarahmadi M, Kermani M, Farhadi M, Shahsavani A. Estimation of gender-specific lung cancer deaths due to exposure to PM2. 5 in 10 cities of Iran during 2013-2016: A modeling approach. International Journal of Cancer Management 2017; 10(8): e10235

23.Faridi S, Shamsipour M, Krzyzanowski M, Künzli N, Amini H, Azimi F, et al. Long-term trends and health impact of PM2. 5 and O3 in Tehran, Iran, 2006–2015. Environment International 2018; 114: 37-49.

24.Asl FB, Leili M, Vaziri Y, Arian SS, Cristaldi A, Conti GO, et al. Health impacts quantification of ambient air pollutants using AirQ model approach in Hamadan, Iran. Environmental Research 2018; 161: 114-21.

25.Goudarzi G, Geravandi S, Foruozandeh H, Babaei AA, Alavi N, Niri MV, et al. Cardiovascular and respiratory mortality attributed to ground-level ozone in Ahvaz, Iran. Environmental Monitoring and Assessment 2015; 187(8): 487.

Armaghane-danesh, Yasuj University of Medical Sciences Journal (YUMSJ)

Original Article

Investigation of Health Effects of Air Pollution in Yasuj, Iran, in 2016 Using AirQ+ Model

Hossaini Motlagh A[1], Zarrabi S[2], Rezaei S[3], Jamshidi A[3*]

[1]Clinical Research Development Unit Beheshti Hospital, Yasuj University of Medical Sciences, Yasuj, Iran, [2]Department of Environmental Health, Yasuj University of Medical Sciences, Yasuj, Iran, [3]Research Center for Social Factors Affecting Health,Yasuj University of Medical Sciences, Yasuj, Iran

Received: 06 Jul 2022 Accepted: 12 Sep 2022

Abstract:

Background & aim: Air pollution is one of the most important health risk factors in the world and one of the major causes of death and disability in the world. According to the report of the World Health Organization in 2012, about 3.7 million people in the world die due to air pollution. The purpose of the present study was to determine and investigate the health effects of air pollution in Yasuj city in 2015 using the AirQ+ model.

Methods: In the present descriptive-analytical study conducted in 2019, the hourly concentrations of particulate pollutants with a diameter of less than 2.5 microns, ozone and nitrogen dioxide in the monitoring station of Yasuj, Iran, from the environmental organization and related pressure and temperature information was obtained from the meteorological organization of the province in 2015. Validation of air quality data was done according to APHEKOM and WHO methodology, and the average specific to each pollutant was calculated and the final data file was entered into the model after processing. Finally, the city-specific annual population, the population at risk and the base incidence for each health outcome were prepared and entered into the model. At the end, the results were displayed in the form of mortality tables by the model. Collected data were analyzed using Kolmogorov Smirnov, Post hoc and Kruskal Wallis statistical tests.

Results: The average concentration of pollutants with a diameter of less than 2.5 microns, nitrogen dioxide and ozone were 21.68±13.91, 25.41±26.88, 25.41±6.92 and 25.69±6.92 micrograms/square meter, respectively. It was micrograms per square meter. The value of SOM weight 5 was also 17.83. Regarding the long-term effects in 2015, the attributed component and the number of attributed cases of natural deaths caused by nitrogen dioxide from pollutants with a diameter of less than 2.5 microns were less, which accounted for 6.01 and 6.79% of deaths, respectively. The total number of deaths caused by pollutants with a diameter of less than 2.5 microns and nitrogen dioxide were 23 and 20, respectively. Ozone had no effect on respiratory mortality (zero cases). In the case of natural mortality, the highest and lowest attributed components were observed in pollutants with a diameter of less than 2.5 microns and ozone, respectively.

Conclusion: Contrary to the insignificant effect of ozone pollutant and the non-attribution of deaths to this pollutant, for other pollutants such as pollutants with a diameter of less than 2.5 microns and nitrogen dioxide, effects on the number of deaths were observed, and these effects may impose direct and indirect costs on the city.

Keywords: Suspended particles, Ozone, Nitrogen dioxide, Air pollution, AirQ+

***Corresponding author: Jamshidi A.** Research Center for Social Factors Affecting Health, Yasuj University of Medical Sciences, Yasuj, Iran
Email: jamshidi_a@yahoo.com

Please cite this article as follows: Hossaini Motlagh A, Zarrabi S, Rezaei S, Jamshidi A. Investigation of Health Effects of Air Pollution in Yasuj, Iran, in 2016 Using AirQ+ Model. Armaghane-danesh 2022; 27(5): 590-606.