پاییز و زمستان ۱۳۸۸ ، شماره ۷۴-۷۵ ، صفحه ۳۷ تا ۴۷

www.SID.ir

فصلنامه علمی- پژوهشی طب و تزکیه
پاییز و زمستان ۱۳۸۸- شماره ۷۴-۷۵

برآورد تعداد مرگهای قلبی و تنفسی منتسب به آلودگی هوای شهر تهران بر حسب ذرات (۱۳۸۵)

دکتر احمد جنیدی جعفری[۱]،
دکتر علیرضا ظهور[۲]، دکتر روشنک رضایی[۳]، مهندس شیدا ملک افضلی[۴]، آزاده سیف[۵]

چکیده

سابقه و هدف: آلودگی هوا در شهرهای جهان، مخلوط پیچیده ای از اجزای سمی و عمدتاً محصول فرایندهای احتراق می باشد؛ ذرات (Particulate Matter: PM) عضو همیشه حاضر این مخلوط هستند. علی رغم طیف وسیع اثرات PM بر سلامت احتمالاً مهمترین اثر بهداشتی آن اثر بر مرگ و میر می باشد. هدف مطالعه حاضر برآورد تعداد مرگ های ناشی از بیماریهای قلبی- تنفسی منتسب به آلودگی هوای شهر تهران در افراد بالای ۳۰ سال درسال ۱۳۸۵ بوده است.

مواد و روش ها: پس از جمع آوری اطلاعات جمعیت، مرگ و میر و غلظت ذرات در شهر تهران از مراکز مربوطه، برای محاسبات آماری و بررسی توزیع موارد فوق از نرم افزار های آماری Excel و SPSS استفاده گردید. موارد فوت منتسب به کمک نرم افزار AirQ برآورد گردیده اند.

یافته ها: غلظت $PM_{2.5}$ به عنوان شاخص آلودگی هوا در طرح حاضر برابر $۳۴/۱۱\ \mu g/m^3$ در سال ۸۵ بوده است. این میزان با استفاده از نسبت $PM_{2.5}:PM_{10}$ معادل ۰/۵ و میانگین روزانه غلظت PM_{10} به دست آمد. بر اساس نتایج برآورد ها تعداد مرگ منتسب به آلودگی ذرات ۵۲۸۸ (۷۵۰۸ -۲۳۶۰: CI۹۵٪) مورد یا حدود ۳۹/۹۰ درصد از کل مرگ های قلبی تنفسی افراد بالای ۳۰ سال در شهر تهران در سال ۸۵ برآورد گردید.

نتیجه گیری:نتایج آزمونهای حساسیت نشان داد که برآوردهای حاصل از فرضیات مختلف در مورد حداکثر غلظت و غلظتزمینه $PM_{2.5}:PM_{10}$ و شکل تابع غلظت پاسخ در محدوده فواصل اطمینان برآورد شده قرار دارد.

واژه های کلیدی: آلودگی هوا، مرگ و میر، بیماریهای قلبی - تنفسی، ذرات معلق، تهران

۱- دانشیار و عضو هیأت علمی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی ایران
۲- استاد و عضو هیأت علمی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی ایران
۳- استادیار و عضو هیأت علمی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی ایران
۴- کارشناس ارشد مهندسی محیط زیست، دفتر سلامت محیط و کار
۵- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی ایران

Archive of SID

طب و تزکیه
فصلنامه علمی - پژوهشی
پاییز و زمستان ۱۳۸۸- شماره ۷۴-۷۵

مقدمه

طی ۱۵- ۱۰ سال گذشته تعداد مطالعات اثرات بهداشتی آلودگی هوا افزایش چشم گیری داشته است و اکنون به خوبی پذیرفته شده است که مواجهه با آلودگی هوا با طیف وسیعی از اثرات بهداشتی حاد و مزمن از اختلالات جزئی فیزیولوژیکی گرفته تا مرگ ناشی از بیماریهای تنفسی و قلبی عروقی مرتبط می باشد [۲،۳،٤]. آلودگی هوا در شهرهای جهان، مخلوط پیچیده ای از اجزای سمی است که عمدتاً محصول فرایندهای احتراق می باشند و ذرات (Particulate Matter: PM) عضو همیشه حاضر این مخلوط هستند[٥].PM مخلوطی از ذرات مایع و جامد با اندازه ها و ترکیب شیمیایی مختلف می باشد. در شهرهای بزرگ غالباً بزرگترین منابع PM را احتراق سوخت در منابع متحرک (مثل ماشین ها ، کامیونها و اتوبوسها) و منابع ثابت (نظیر تأسیسات نیرو و دیگهای بخار) تشکیل می دهند. البته منابع دیگری نظیر گرد و خاک جاده ها، سوزاندن بیو مس، فرایند های تولید در کارخانجات و آلاینده های اولیه ناشی از موتورهای دیزلی نیز در تولید آنها سهم دارند[٦]. اثرات بهداشتی بسیاری مرتبط با تماس با PMگزارش شده است که از جمله می توان به مرگ و میر، سرطان ریه، بستری شدن در بیمارستان به علت بیماریهای قلبی عروقی و تنفسی، مراجعه به اورژانس و مطب پزشک، وخیم شدن علائم تنفسی، غیبت از مدرسه و محل کار، محدود شدن فعالیتها، برونشیت حاد و مزمن و... اشاره نمود. اما احتمالاً اثرات آن برمرگ و میر مهمترین آنها می باشد[۷]. بسیاری از مطالعات در سراسر جهان ارتباط بین مرگ و میر غیر تصادفی روزانه و ذرات را در هوای محیط نشان داده اند[۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳]. مطالعات همه گیر شناسی در اروپا و سراسر جهان طی دهه گذشته نشان داده اند که میانگین های یک روزه و چند روزه غلظت PM هر دو با کل مرگ و میر و مرگ و میر قلبی - تنفسی مرتبط هستند [۱٤، ۱٥، ۱٦، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰]. به نظر می رسد ذرات - PM_{10} (ذرات کوچکتر از ۱۰ میکرون)، $PM_{2.5}$ (ذرات کوچکتر از ۲/٥ میکرون)، دوده سیاه و سولفاتها - بیشترین ارتباط را با مرگ ومیر و شیوع بیماری داشته باشند[٦]. مطالعات گروهی[1] انجام گرفته نشان داده اند که تماس طولانی مدت با PM منجر به کاهش قابل توجهی در امید زندگی می شود این کاهش امید زندگی بطور عمده ناشی از مرگ و میر مربوط به بیماری قلبی - تنفسی و سرطان ریه می باشد [۲۱]. اعتقاد بر این است که $PM_{2.5}$ نسبت به PM_{10} تهدید سلامتی بزرگتری باشد چرا که احتمال رسوب ذرات کوچکتر در اعماق پایین تر ریه بیشتر است. به علاوه مطالعات نشان داده اند که ذرات کوچک تا این اندازه قادرند به داخل ساختمان نفوذ کنند[٦]. $PM_{2.5}$ سلامت را بطور جدی تحت تأثیر قرار داده و مرگهای ناشی از بیماریهای قلبی، تنفسی و سرطان ریه را افزایش می دهد[٦، ۲۲]. برآورد های سازمان جهانی بهداشت نشان می دهند سالانه حدود ۸۰۰,۰۰۰ مرگ زودرس ناشی از بیماریهای مرتبط با آلودگی هوا در جهان اتفاق می افتد[٥]. برآورد تعداد موارد فوت منتسب به آلودگی هوا بر مبنای روش « ارزیابی خطر»[2] انجام می گیرد[٦، ۲۳]. بر اساس این روش ارزیابی کمی اثرات بهداشتی آلودگی هوای خارج ساختمان برای یک شهر یا ناحیه مشخص با استفاده از PM_{10} و $PM_{2.5}$ بر چهار جزء استوار است [٦]:

۱. ارزیابی تماس با آلودگی PM (PM_{10} و $PM_{2.5}$) در هوای محیط با استفاده از ایستگاه های پایش ثابت موجود یا برآورد از طریق مدلها. برای تعیین موارد قابل انتساب یا مزایای بالقوه کاهش عامل خطر تا مقداری مشخص لازم است یک غلظت مبنا یا «هدف» تعیین و انتخاب گردد.

۲. تعیین ابعاد گروه های جمعیتی در معرض PM_{10} و $PM_{2.5}$ و اثر بهداشتی مورد نظر.

۳. تعیین میزان بروز اثر بهداشتی مورد نظر در جامعه مورد مطالعه (مثلاً میزان مرگ و میر به علت خاص در جمعیت بر حسب تعداد موارد فوت در ۱۰۰۰ نفر)

٤. کاربرد معادلات و توابع تماس - پاسخ از متون مطالعات همه گیر شناسی که غلظت های PM_{10} و $PM_{2.5}$ محیط را با اثر بهداشتی انتخابی مرتبط می سازند و

1- Cohort
2- Risk Assessment

Archive of SID
www.SID.ir

www.SID.ir

محاسبه جزء قابل انتساب (AF)[۳] . مطالعات همه گیر شناسی عمدتاً مواجهه با آلودگی هوا را بر مبنای غلظت های محیطی برآورد می کنند. بنا براین بهتر است به جای واژه تماس- پاسخ از عبارت غلظت- پاسخ برای توصیف معادلات یا توابع خطر استفاده گردد[٦]. مطالعه انجمن سرطان آمریکا که توسط Pope و همکاران در سال ۲۰۰۲ در زمینه آلودگی هوای شهری و مرگ و میر انجام گرفته است[٢٤]، تا به امروز بزرگترین مطالعه کوهورت آلودگی هوا و متوسط مرگ و میر طولانی مدت بوده است. در این مطالعه روابط غلظت - پاسخ برای مرگ و میر قلبی- تنفسی بر حسب $PM_{2.5}$ بیان شده اند.

تهران از نظر آلودگی هوا یکی از آلوده ترین پایتختهای جهان بشمار می رود. سالانه حدود ۱/۵ میلیون تن مواد آلاینده در تهران تولید می شوند و احاطه تهران توسط کوه ها درسمت شرق و شمال و عدم کفایت باد در پراکنده سازی آلاینده ها موجب تجمع آنها بر فراز شهر می شود. همچنین ارتفاع بالای تهران از سطح دریا کمک به احتراق ناقص سوخت ها می نماید که این خود بر مشکلات آلایندگی می افزاید[۲۵]. نتایج مطالعات پیشین نشان می دهند که منوکسید کربن و ذرات معلق بیشترین غلظت آلاینده ها را در شهر تهران دارا می باشند[۲٦]. همچنین بر اساس طرح جامع ارزیابی اقتصادی خسارات وارده بر سلامتی، حاصل از آلودگی هوای تهران[۲۸] در سال۱۳۸۲، بیشترین ارتباط بین کل مرگ و میر و ذرات آلاینده مشاهده گردیده است. نتایج مطالعه برآورد بار جهانی بیماری های ناشی از آلودگی هوا توسط سازمان جهانی بهداشت نشان می دهند که ۸۹٪ از کل مرگ های منتسب به آلودگی هوا مربوط به مرگ های ناشی از بیماری های قلبی- تنفسی بوده اند[۲۹]. داده های ثبت شده موارد فوت در منابع اطلاعاتی سازمان بهشت زهرا نشان می دهند که حدود ٤۳٪ از کل مرگ های غیرتصادفی اتفاق افتاده در سال ۱۳۸۵ مربوط به علت های قلبی- تنفسی می شده است[۳۰]. همچنین بر اساس اطلاعات ثبت شده بهشت زهرا (س) بیش از ۹۰٪ فوت های قلبی- تنفسی اتفاق افتاده در شهر تهران مربوط به افراد بالای ۳۰ سال می شده است[۳۰]. بنابراین مطالعه حاضر با هدف برآورد تعداد مرگ های ناشی از بیماریهای تنفسی و قلبی منتسب به آلودگی هوای شهر تهران در افراد بالای ۳۰ سال در سال ۱۳۸۵ به انجام رسیده است. $PM_{2.5}$ به عنوان شاخص آلودگی هوا به کار رفته است.

مواد و روشها

این پژوهش یک مطالعه توصیفی - تحلیلی می باشد. برای محاسبه تعداد مرگ های ناشی از بیماریهای قلبی- تنفسی از نرم افزار Air Quality Health Impact Assessment software (AirQ) استفاده شده است[۳۱]. این نرم افزار توسط دفتر بن مرکز اروپایی محیط زیست و سلامت WHO در سال ۲۰۰٤ ارائه گردیده و در محاسبه کمی اثرات آلودگی هوا کاربرد دارد. طراحی نرم افزار AirQ بر مبنای روش « ارزیابی خطر» می باشد [۳۱]. جزء منتسب و تعداد موارد اضافی فوت منتسب به غلظت آلاینده، توسط نرم افزار برآورد می گردد. برای محاسبات آماری و توزیع داده های آلودگی هوا، جمعیت و مرگ و میر از نرم افزار های آماری Excel و SPSS استفاده شده است. خطر های نسبی بر اساس توابع غلظت- پاسخ برگرفته از مطالعه کوهورت انجمن سرطان آمریکا (ACS) و با استفاده از میانگین روزانه غلظت $PM_{2.5}$ محاسبه گردیده اند.[٢٤]. محاسبات با فرض وجود رابطه خطی در محدوده ۷/۵ - ۵۰ $\mu g/m^3$ ، بین خطر مرگ و غلظت $PM_{2.5}$ انجام گرفته شد[۵].

- گرد آوری اطلاعات

میانگین روزانه PM_{10} بر اساس داده های اندازه گیری شده سال ۱۳۸۵ از ۵ ایستگاه سنجش آلودگی هوا در مناطق شمالی، غربی،شرقی، جنوبی و مرکزی (آزادی، سرخه حصار، قلهک، بهمن و فاطمی) تهران که از سازمان حفاظت محیط زیست و شرکت کنترل کیفیت هوای تهران اخذ شدند، محاسبه گردید. نسبت $PM_{2.5}$:PM_{10} برای کشورهای آسیایی ۰/۵ توصیه شده است [٦].

در مورد مرگ جهت دسترسی به تمام موارد عملاً

3- Attributable Fraction (AF)

Archive of SID

فصلنامه علمی - پژوهشی طب و تزکیه
پاییز و زمستان ۱۳۸۸ - شماره ۷۴-۷۵

سرشماری صورت گرفته است. داده های مربوط به کلیه متوفیان که طی سالهای ۸۵- ۸۱ در شهر تهران فوت نموده بودند و در دفاتر بهشت زهرا ثبت شده اند به همراه اطلاعاتی نظیر سن، جنس، علت و تاریخ فوت از این سازمان اخذ گردید. ثبت علت فوت در دفاتر بهشت زهرا بر مبنای گواهی فوت صورت می گیرد.

جمعیت ساکن شهر تهران به تفکیک سن و جنس بر اساس سرشماری عمومی سال ۱۳۸۵ [۳۲]و برای سالهای قبل از آن با استفاده از سرشماری عمومی سال ۱۳۷۵ و برآورد نرخ رشد به طریق تصاعد هندسی محاسبه گردید. با استفاده از داده های مرگ و جمعیت میزان بروز مرگ ناشی از بیماریهای قلبی تنفسی در جمعیت ۳۰ ساله و بالاتر تعیین شد[۳۳].

- محاسبه خطر نسبی

برای تعیین خطر نسبی مرگ و میر قلبی تنفسی فرمول لگاریتم - خطی زیر مورد استفاده قرار گرفته است[۲٤]:

$$RR = [(X+1)/(X_0+1)]^{\beta} \qquad (۱)$$

β: اثر برآورد شده PM بر مرگ و میر قلبی- تنفسی و برابر ۰/۱۵۵۱(۰/۲۵٤۱- ۰/۰۵٦۲٤ =۹۵٪CI)

X: میانگین سالانه غلظت $PM_{2.5}$ می باشد (۱واحد به واژه های X در فرمول اضافه شده تا اطمینان حاصل شود تابع لگاریتمی در X= 0 تعریف شده است)[٦].

برای نشان دادن اثرات شکل تابع غلظت - پاسخ، اگر فرض شود که مرگ به صورت خطی با غلظت ارتباط دارد RR عبارت خواهد بود[٦]:

$$RR = \exp[\beta(X - X_0)] \qquad (۲)$$

β: برابر ۰/۰۰۸۹۳ (۰/۰۱٤٦٤- ۰/۰۰۳۲۲ =۹۵٪CI) [٦].

-تعیین غلظت مرجع، حداقل غلظت و حداکثر غلظت یا رفرنس و آزمون های حساسیت

غلظت مرجع برابر میانگین غلظت سالانه $PM_{2.5}$ بر اساس رهنمود سازمان جهانی بهداشت[۳٤] ($۱۰\mu g/m^3$) در نظر گرفته شد و اثرات بهداشتی به ازای مقادیر بالاتر از آن برآورد گردید. در مورد مبنا فرض گردید حداکثر غلظت برابر $۵۰\ \mu g/m^3$ باشد که در مورد ۲ آزمون حساسیت حداکثر غلظت به میزان $۳۰\ \mu g/m^3$ محدود گردید. همچنین در مورد مبنا غلظت زمینه برابر $۷/۵\ \mu g/m^3$ [٤] فرض شده است که این فرض در موارد ۳، ٤، ٦ و ۹ آزمون حساسیت با فرض نیم و دوبرابر $۷/۵\ \mu g/m^3$ (۳ و $۱۵\ \mu g/m^3$) مورد بررسی قرار گرفته است. در مورد مبنا بنا به توصیه WHO نسبت $PM_{2.5}$: PM_{10} معادل ۰/۵ اختیار شده است[٦] و با فرض اینکه نسبت فوق نزدیک به میزان برآورد شده برای کشورهای توسعه یافته یعنی ۰/٦۵ باشد[٦]، طی موارد ۵، ٦، ۸ و ۹ آزمون حساسیت به بررسی تأثیر این نسبت در میزان برآورد های انجام گرفته پرداخته شده است. در مورد مبنا برآورد خطر نسبی بروز مرگ قلبی تنفسی با استفاده از تابع لگاریتم خطی (رابطه شماره۱) انجام گرفته است. برآورد تعداد موارد فوت منتسب به آلودگی هوا با استفاده از تابع خطر نسبی خطی (رابطه شماره۲) در موارد ۷، ۸ و ۹ آزمون حساسیت مورد بررسی قرار گرفته است.

یافته ها

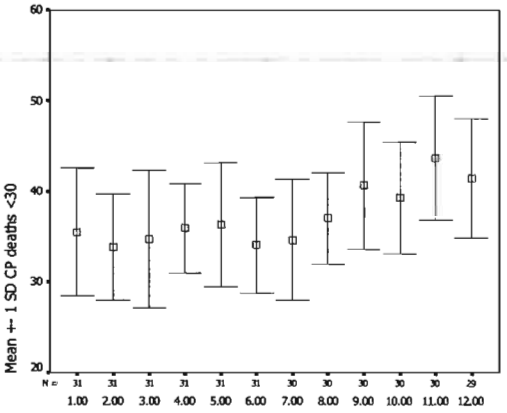
بر اساس نتایج سرشماری سال ۱۳۸۵ جمعیت شهری ساکن شهر تهران ۷،۸۷۰،۰۰۰ نفر گزارش گردیده است[۳۲]. از این تعداد حدود ۳،۷۰۰،۰۰۰ نفر افراد ۳۰ ساله و بالاتر بودند. همچنین در سال ۱۳۸۵ مجموعاً ۳۱،۵٦۱ مورد مرگ به علل غیر تصادفی گزارش شده است[۳۰]. بر اساس داده های دوره ۵ ساله از سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۵ فوتهای ناشی از بیماریهای قلبی تنفسی در افراد بالای ۳۰ سال بطور متوسط ٤۰ مورد در روز بوده است. نمودار ۱ میانگین و انحراف معیار تعداد موارد فوت ناشی از بیماری های قلبی و تنفسی در افراد بالای ۳۰ سال را به تفکیک ماه های سال ۱۳۸۵ نشان می دهد.

٤- حداقل میزان مشاهده شده در مطالعه ACS

Archive of SID

فصلنامه علمی - پژوهشی
طب و تزکیه
پاییز و زمستان ۱۳۸۸- شماره ۷۴-۷۵

www.SID.ir



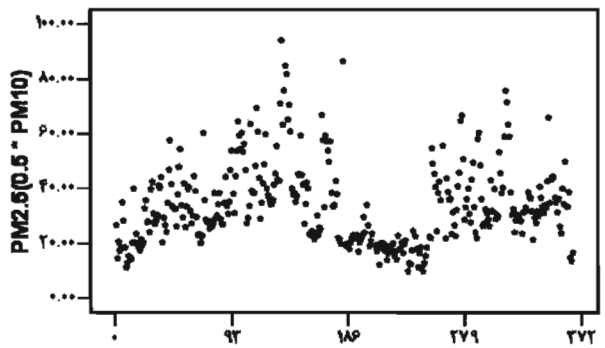
نمودار شماره۱: میانگین و انحراف معیار تعداد موارد فوت ناشی از بیماری های قلبی- تنفسی افراد بالای ۳۰ سال در ماه های سال(۱۳۸۵)

بر اساس اطلاعات موجود بطور متوسط سالانه ۱٤,٥٨٦ مورد مرگ ناشی از بیماریهای قلبی تنفسی در افراد بالای ۳۰ سال اتفاق می افتد و میزان بروز مرگ های ناشی از بیماریهای قلبی تنفسی در این افراد ، ٤۱٦ مورد مرگ در ۱۰۰,۰۰۰ نفر در سال برآورد می گردد. تعداد موارد مرگ قلبی- تنفسی در افراد بالای ۳۰ سال در سال ۱۳۸۵ معادل ۱۳,٥۲۲ مورد بوده است. میانگین روزانه PM_{10} در سال ۱۳۸۵، $\mu g/m^3$ ۷۸/۲۲ به دست آمد. با فرض اینکه ۵۰ درصد PM_{10} را ذرات ریز یا $PM_{2.5}$ تشکیل داده اند، میانگین غلظت $PM_{2.5}$ معادل $\mu g/m^3$ ۳۹/۱۱ برآورد گردید. نمودار شماره ۲ پراکندگی ذرات کوچکتر از ۱۰ میکرون را نشان می دهد.

جدول ۱ مقادیر میانگین غلظت روزانه $PM_{2.5}$ را برای سال ۸۵ نشان می دهد.نتایج بیانگر آن است که میانگین غلظت $PM_{2.5}$ در تابستان بیشترین مقدار معادل $\mu g/m^3$ ٤٤/٤٦ و کمترین مقدار مربوط به پائیز و معادل $\mu g/m^3$ ۲٤/٤۱ می باشد.

همبستگی خطی بین غلظت ذرات با مرگ های ناشی از بیماری های قلبی- تنفسی محاسبه گردید و ضریب همبستگی $r=۰/۰٤٦$ با $P_{value}<۰/۰۵$ به دست آمد.

بر اساس نتایج به دست آمده از نرم افزار AirQ پیش بینی می شود حدود ۵۳۸۸ مورد مرگ (فواصل اطمینان ۹۵٪ : ۷۵۰۸ - ۲۳٦۰) ناشی از بیماریهای قلبی تنفسی در بزرگسالان منتسب به آلودگی هوابا PM باشد که



نمودار شماره۲: پراکندگی ذرات کوچکتر از ۱۰ میکرون بر حسب غلظت ($\mu g/m^3$) در برابر روزهای سال ۱۳۸۵

Archive of SID

طب و توانبخشی
فصلنامه علمی - پژوهشی
پاییز و زمستان ۱۳۸۸- شماره ۷۴-۷۵

جدول شماره۱: مقادیر میانگین ، حداقل و حداکثر غلظت روزانه $PM_{2.5}$ در سال ۸۵ ($\mu g/m^3$)

	فصل	تعداد روز	حداقل روزانه ($\mu g/m^3$)	حد اکثر روزانه ($\mu g/m^3$)	میانگین روزانه ($\mu g/m^3$)	انحراف معیار استاندارد
سال ۱۳۸۵	بهار	۹۳	۱۱/۱۲	۶۰/۴۱	۳۰/۷۷	۱۰/۲۰
	تابستان	۹۱	۱۹/۳۹	۹۴/۱۶	۴۴/۴۶	۱۶/۹۳
	پاییز	۸۱	۹/۶۹	۶۴/۹۴	۲۴/۴۱	۱۱/۳۳
	زمستان	۸۹	۱۳/۴۴	۷۵/۷۱	۳۶/۸۰	۱۲/۱۲
	کل	۳۵۴	۹/۶۹	۹۴/۱۶	۳۴/۱۱	۱۴/۸۲

این مقدار حدود ۳۹/۹۰ درصد کل مرگ های قلبی تنفسی افراد بالای ۳۰ سال را در شهر تهران شامل می گردد. حساسیت برآوردها نسبت به شکل تابع غلظت - پاسخ، انتخاب غلظت زمینه $PM_{2.5}$ و نسبت $PM_{10}:PM_{2.5}$ بررسی گردید. جدول ۲ آزمونهای حساسیت و فرضیات مربوط به هر مورد را نشان می دهد.

جدول ۳ نتایج برآورد تعداد موارد فوت ناشی از بیماری های قلبی تنفسی را در شهر تهران برای سال ۱۳۸۵ نشان می دهد. نتایج نشان داد که برآورد شماره ۳ با ۷۲۰۰ مورد بیشترین موارد اضافی فوت را برآورد می کند.

جدول شماره۲: آزمون های حساسیت در برآورد تعداد موارد فوت منتسب به آلودگی هوای تهران(سال ۸۵)

	شکل تابع غلظت - پاسخ	شرایط	خطر نسبی مرگ قلبی تنفسی (حدود اطمینان ۹۵ ٪)
مورد مبنا	لگاریتم - خطی	حداکثر غلظت $PM_{2.5}$ برابر $50\ \mu g/m^3$ نسبت $PM_{10}:PM_{2.5}$ برابر ۰/۵ غلظت زمینه $PM_{2.5}$ برابر $7/5\ \mu g/m^3$	۱/۲۴۶(۱/۰۸۳-۱/۴۳۴)
۲	لگاریتم - خطی	حداکثر غلظت $PM_{2.5}$ برابر $30\ \mu g/m^3$	۱/۲۴۶(۱/۰۸۳-۱/۴۳۴)
۳	لگاریتم - خطی	غلظت زمینه $PM_{2.5}$ برابر $3\mu g/m^3$	۱/۴۰۱(۱/۱۳۰-۱/۷۳۷)
۴	لگاریتم - خطی	غلظت زمینه $PM_{2.5}$ برابر $15\mu g/m^3$	۱/۱۳۰(۱/۰۴۵-۱/۲۲۰)
۵	لگاریتم - خطی	نسبت $PM_{10}:PM_{2.5}$ برابر ۰/۶۵	۱/۲۹۷(۱/۱۰۰-۱/۵۳۰)
۶	لگاریتم - خطی	نسبت $PM_{10}:PM_{2.5}$ برابر ۰/۶۵ غلظت زمینه $PM_{2.5}$ برابر $15\mu g/m^3$	۱/۱۷۵(۱/۰۶۰-۱/۳۰۳)
۷	خطی	شرایط مبنا	۱/۲۶۸(۱/۰۹۰-۱/۴۷۶)
۸	خطی	نسبت $PM_{10}:PM_{2.5}$ برابر ۰/۶۵	۱/۳۹۰(۱/۱۲۶-۱/۷۱۵)
۹	خطی	نسبت $PM_{10}:PM_{2.5}$ برابر ۰/۶۵ غلظت زمینه $PM_{2.5}$ برابر $15\mu g/m^3$	۱/۳۰۰(۱/۱۰۰-۱/۵۳۷)

Archive of SID

فصلنامه علمی-پژوهشی طب و تزکیه
پاییز و زمستان ۱۳۸۸- شماره ۷۴-۷۵

www.SID.ir

جدول شماره ۳: نتایج برآورد تعداد موارد فوت منتسب به آلودگی هوای تهران در سال ۱۳۸۵ و آزمونهای حساسیت

مورد	خطر نسبی	نسبت $PM_{2.5}$،PM_{10}	تعداد موارد اضافی فوت (نفر در سال)	
			موارد فوت	حدود اطمینان ۹۵٪
(برآورد مبنا)	۱/۲۴۶	۰/۵	۵۳۸۸	۲۳۶۰-۷۵۰۸
۲	۱/۲۴۶	۰/۵	۴۹۱۴	۲۰۹۸-۶۹۷۷
۳	۱/۴۰۱	۰/۵	۷۲۰۰	۳۴۰۰-۹۵۲۶
۴	۱/۱۳۰	۰/۵	۳۴۰۴	۱۳۷۶-۵۰۰۰
۵	۱/۲۹۷	۰/۶۵	۶۰۶۰	۲۷۲۸-۸۲۸۳
۶	۱/۱۷۵	۰/۶۵	۴۲۵۹	۱۷۸۲-۶۱۴۰
۷	۱/۲۶۸	۰/۵	۵۶۹۴	۲۵۱۵-۷۸۶۸
۸	۱/۳۹۰	۰/۶۵	۷۰۹۲	۳۳۲۲-۹۴۱۶
۹	۱/۳۰۰	۰/۶۵	۶۱۰۳	۲۷۵۸-۸۳۳۲

بحث ونتیجه گیری

نتایج تعیین همبستگی خطی نشان داد که همبستگی ضعیف اما معنی داری ($r=۰/۰۴۶$ و با $P_{value}<۰/۰۵$) بین غلظت ذرات و تعداد کل مرگ های قلبی-تنفسی مشاهده می شود. بر اساس نتایج به دست آمده اثرات آلودگی هوا در شهر تهران قابل توجه می باشد به طوریکه حدود ۱۷/۱۱٪ (۵۳۸۸ مورد) از کل مرگ های طبیعی یا غیر تصادفی (۳۱,۵۶۱ مورد در سال ۸۵) و ۳۹/۹۰ درصد (۵۳۸۸ مورد در سال ۸۵) از کل مرگ های قلبی - تنفسی در افراد بالای ۳۰ سال (۱۳,۵۲۲مورد در سال ۸۵) را می توان به آلودگی هوا نسبت داد. مطالعه سازمان جهانی بهداشت توسط Cohen و همکاران در سال ۲۰۰۴ [۵] نشان دادند تنها ۳٪ موارد فوت در سراسر جهان می تواند منتسب به آلودگی هوای ذرات باشد. یکی از موارد محتمل در بدست آمدن چنین برآورد های بزرگی می تواند بدثبتی علل فوت در گواهی فوت باشد. نکته مهم اینجاست که محاسبات انجام گرفته تنها مربوط به مرگ و میر ناشی از بیماریهای قلبی تنفسی در اثر مواجهه با PM بودند. یعنی تنها یک زیر مجموعه از پیامدهای سوء برآورد شده اند و بعنوان مثال برآوردهای اثرات PM بر آسم و بستری شدن در بیمارستان صورت نگرفته اند. اگرچه مدارک زیادی در دست میباشد که وجود این اثرات را تأیید می کنند[۳۶، ۳۷، ۳۸]. این در حالی است که تاکنون مطالعات بسیاری با هدف تعیین حد آستانه ایجاد اثرات سوء برای PM انجام گرفته اند، با این حال هیچ یک از مطالعات نتوانسته اند حد آستانه ای پیشنهاد کنند[۶]. با توجه به محدودیت های موجود در زمینه اسناد مربوط به فرضیات تحقیق در رابطه با حداکثر غلظت $PM_{2.5}$ ، غلظت زمینه $PM_{2.5}$ ، نسبت $PM_{2.5}$ به PM_{10} و شکل تابع غلظت- پاسخ، آزمون های حساسیت برای فرضیات مبنا انجام گرفتند. مطالعات انجام گرفته در ایالات متحده آمریکا غلظت زمینه PM_{10} را $8-10\ \mu g/m^3$ پیشنهاد می کنند. در حالیکه غلظت زمینه $PM_{2.5}$ ممکن است $3-5\ \mu g/m^3$ باشد[۶]. معمولاً فرض می شود مقدار X۰ غلظت زمینه $PM_{2.5}$ در شهر یا کشور باشد و یا آن را برابر کمترین غلظت مشاهده شده در مطالعه Pope و همکاران[۲۴]، یعنی $7/5\ \mu g/m^3$ در نظر می گیرند که با توجه به مشخص نبودن غلظت زمینه برای این آلاینده در شهر تهران، فرض $7/5\ \mu g/m^3$

Archive of SID

طب و تزکیه
فصلنامه علمی پژوهشی
پاییز و زمستان ۱۳۸۸ - شماره ۷۴-۷۵

انتخاب گـردید. در مـورد مبنا بنا به توصیه WHO نسبت PM_{10} : $PM_{2.5}$ معادل ۰/۵ اختیار شده است[٦]. از آنجا که بیش از ۷۰ درصد آلودگی ذرات در شهر تهران مربوط به وسایط نقلیه می باشد[۳۵]، احتمال می رود این نسبت برای شهر تهران بزرگتر از ۰/۵ باشد یعنی سهم بیشتری از ذرات کوچکتر از ۱۰ میکرون را $PM_{2.5}$ به خود اختصاص داده باشد. بنابراین با فرض اینکه نسبت فوق نزدیک به میزان برآورد شده برای کشورهای توسعه یافته یعنی ۰/٦۵ باشد[٦]، طی آزمون های حساسیت، تأثیر این نسبت در برآورد مبنا بررسی شده است. بر اساس مطالعه Pope و همکاران، توصیه میشود که برای تعیین خطر نسبی مرگ و میر قلبی تنفسی رابطه لگاریتم - خطی شماره ۱ مورد استفاده قرار گیرد[۲٤] که با استفاده از رابطه خطی شماره ۲ تأثیر شکل تابع در برآورد های تعداد موارد فوت منتسب مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمونهای حساسیت نشان داد که برآوردهای حاصل از فرضیات مختلف در مورد حداکثر غلظت وغلظت زمینه $PM_{2.5}$، نسبت PM_{10} :$PM_{2.5}$ و شکل تابع غلظت- پاسخ، در محدوده فواصل اطمینان برآورد شده قرار دارند. بنابراین می توان گفت برآورد مبنا حساس ترین انتخاب نسبت به تابع غلظت پاسخ و غلظت زمینه بوده است. در کنار موارد مذکور عدم قطعیت های دیگری نیز وجود دارند. ازجمله اصلی ترین عدم قطعیت ها انتخاب مطالعه خاص و توابع غلظت - پاسخ به کار رفته در ارزیابی خطر و قابلیت کاربرد آنها می باشد. مطالعات کوهورت که طی آنها جمعیت های بزرگ و مرگ و میر آنها به مدت چند سال مورد پایش قرار می گیرد، می توانند نسبت به مطالعات توالی زمانی برآوردهای کامل تری از اثرات آلودگی هوا بر مرگ و میر فراهم آورند[۲۳]. در حال حاضر تنها ۳ مطالعه کوهورت توسط Dockery، Pope و Abbey [۳۹، ٤۰، ٤۱] انجام گرفته اند. Pope و همکاران در سال ۲۰۰۲ مطالعه خویش را در سال ۱۹۹۵[۲٤و٤۰] با استفاده از داده های پایش ۱٦ ساله (از سال ۱۹۹۸) بسط دادند که تا به امروز بزرگترین مطالعه کوهورت آلودگی هوا و متوسط مرگ و میر طولانی مدت بوده است. مطالعات فوق بطور گسترده ای در ارزیابی اثرات بهداشتی آلودگی هوا بکار گرفته شده اند. قابلیت انتقال برآوردهای اثر مرگ و میر حاصل از مطالعات کوهورت در ایالات متحده به دیگر جوامع غیر آمریکایی بر این مبنا توجیه پذیر است که: (۱) این برآوردها تنها مدارک موجود در حال حاضر می باشند. (۲) تنها برآوردهایی هستند که از نظر تئوریکی و نظری قابل توجیه می باشند[۲۳]. عدم قطعیت دیگر مطرح مربوط به حضور هم زمان آلاینده ها می باشد. این احتمال وجود دارد که علاوه بر PM، آلاینده های همبسته دیگر نیز در ایجاد اثرات برآورد شده، نقش داشته باشند[۷]. از آنجا که بسیاری از آلاینده ها از منابع معمول (مثل احتراق سوخت) ناشی می شوند، کاربرد PM بعنوان یک شاخص برای مخلوطی از آلاینده ها منطقی ولی محافظه کارانه است. آلاینده های دیگر که همبستگی با PM ندارند نیز دارای اثرات بهداشتی قابل اثباتی هستند که در محاسبات وارد نشده اند. ارزیابی تماس بویژه اینکه آیا شبکه پایش یا سنجش کنونی PM_{10} و $PM_{2.5}$ بیان کننده جمعیت کل بودند یا خیر؟ نیز یک منبع عدم قطعیت به شمار می رود. بررسی جامع شبکه از نظر تعداد، شرایط و محل های استقرار ایستگاه های سنجش لازم می باشد.

پیشنهاد می شود تمرکز مطالعات بعدی تماس بر فراهم آوردن برآوردهای بهتری از غلظت های محیطی و مشخصات آلودگی خارج ساختمان (از جمله توزیع منابع مختلف و گستره توزیع PM) قرار گیرد. در زمینه بررسی های همه گیر شناسی، به ویژه اثرات غیر کشنده آلودگی هوا در کشور و سطح منطقه محدودیت وجود دارد. لازم است به منظور تهیه برآوردهای اختصاصی- سنی بیماری، مطالعات همه گیر شناسی مرگ و میر و بیماری ها طرح ریزی و اجرا گردند. همچنین به منظور داشتن برآورد های دقیق تر و ایجاد قابلیت قیاس با نتایج بدست آمده ازسایر مطالعات، اصلاح سیستم ثبت علت فوت در جهت انطباق با سیستم های بین المللی، یک نیاز اساسی محسوب می شود.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع :

[1] Ostro, B., A research for a threshold in the relation sheep of air pollution to mortality: a reanalysis of data on London winters. Environmental Health Prospects, 58 (1984):397-399

[2] Anonymous, Health effects of outdoor air pollution. Part 1. Committee of the Environmental and Occupational Health Assembly of the American Thoracic Society. American Journal of Respiratory and Critical Care Mediccine, 153(1996a):3-50

[3] Anonymous, Health effects of outdoor air pollution. Part 2. Committee of the Environmental and Occupational Health Assembly of the American Thoracic Society. American Journal of Respiratory and Critical Care Mediccine, 153(1996b):477-498)

[4] Health Effects Institute, Understanding the health effects of components of the particulate matter mix : progress and next steps. HEI Perspectives. Health Effects Institute, Boston, MA (2002).

[5] Cohen, A J, et al., the Global Burden of Disease Due to Outdoor Air Pollution. Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A, 68(2005):1-7

[6] Ostro, B., Outdoor air pollution, Assessing the Environmental Burden of Disease at national and local levels .Environmental Burden of Disease Series, No.5 WHO, Geneva, (2004)

[7] World Health organization, Health Aspects of Air Pollution with Particulate Matter, Ozone and Nitrogen Dioxide .Bonn, Germany, (2003).

[8] Goldberg, S., Mark, Burnett, et al., The Associations between Daily Mortality and Ambient Air Particle Pollution in Montreal, Quebec. Environmental Research, 86 Section A (2001): 26 – 36

[9] Dockery, D. W., and Pope, C. A., III. Acute respiratory effects of particulate air pollution. Annul. Rev. Public Health1 5(1994): 107-132.

[10] Goldberg, M. S. Particulate air pollution and daily mortality: Who is at risk? J.Aerosol Med. 9 (1996): 43-53.

[11] Schwartz, J. Particulate air pollution and daily mortality: A synthesis. Public Health Rev. 19 (1991): 39-60.

[12] Schwartz, J. Air pollution and daily mortality in Birmingham, Alabama. Am. J. Epidemiol. 137 (1993): 1136-1147.

[13] Zmirou, D., Schwartz, J., et al. Time-series analysis of air pollution and cause-specific mortality. Epidemiology 9(1998): 495-503.

[14] Schwartz, J. Air pollution and hospital admissions for heart disease in eight US counties. Epidemiology, 10 (1999):17-22

[15] Schwartz, J. Assessing confounding, effect modification, and thresholds in the association between ambient particles and daily deaths. Environmental Health Perspectives,108(6) (2000):563-568

[16] Burnett RT, Brook JE, et al.,. Associations between particulate- and gas- phase components of urban air pollution and daily mortality in eight Canadian cities. Inhalation Toxicology, 12(2000):15-39.

[17] Katsouyanni, K, Touloumi G, et al., Confounding and effect modification in the short-term effects of ambient particles on total mortality: results from 29 European cities within the APHEA2 project. Epidemiology, 12:521-531(2001)

[18] Samet JM, Zeger SL, Dominici F, et al., The National Morbidity, Mortality, and Sir Pollution Study.Part II: Morbidity and mortality from air

فصلنامه علمی - پژوهشی طب و تزکیه
پاییز و زمستان ۱۳۸۸ - شماره ۷۴-۷۵

Archive of SID

طب و تزکیه
فصلنامه علمی، پژوهشی
پاییز و زمستان ۱۳۸۸- شماره ۷۴-۷۵

pollution in the United States.Health Effects Institute, 94(2) (2000a):5-79

[19] Samet JM, Dominici F, Zeger SL, et al., Fine particulate air pollution and mortality in 20 US cities, 1987 – 1994. New England Journal of Medicine, 343 (24) (2000b):1742-1749

[20] Dominici F, McDermott A, Zeger SL, Samet SM., the use of generalized additive models in time-series strides of air pollution and health. American Journal of Epidemiology, 156(2002):193-203

[21] Centers for Disease Control (CDC), Air Pollution and Respiratory Health Branch. http://www.cdc.gov/nceh/pubcatns/1994/cdc/brosures/air-pollu.htm last accessed in March 2007

[22] Anderson HR. et al., Meta- analysis of time series studies and panel studies of particulate matter (PM) and Ozone (O3). Report of a WHO task group. Copenhagen, WHO Regional office for Europe, (2004)

[23] WHO, Quantification of health effects of exposure to air pollution. Report of a WHO Working Group, Bilthoven, Netherlands: (2001)

[24] Pope CAIII, et al., Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. Journal of the American Medical Association, 287(2002): 1132-1141

[۲۵] مسجدی، محمد رضا و همکاران، ارتباط بین آلودگی هوا و بیماریهای قلبی- تنفسی در تهران. دومین همایش آلودگی هوا و اثرات آن بر سلامت، تهران : اسفند ماه ۱۳۸۵

[۲۶] اژدر پور ، ابوالفضل - اصیلیان، حسن، بررسی تحلیلی آلاینده های شاخص آلودگی هوا تهران در سال ۱۳۸٤ . دومین همایش آلودگی هوا و اثرات آن بر سلامت، تهران، اسفند ماه ۱۳۸۵

[۲۷] حسامی، زهره - آویشن ، مریم، چالشهای توسعه پایدار در مبحث آلودگی هوای شهر تهران با تأکید بر بخش حمل و نقل. دومین همایش آلودگی هوا و اثرات آن بر سلامت ، تهران ، اسفند ماه ۱۳۸۵

[۲۸] یونسیان، مسعود- هلاکویی نائینی، کورش- اصغری، فریبا و همکاران، « طرح جامع ارزیابی اقتصادی خسارات وارده بر سلامتی، حاصل از آلودگی هوای تهران بزرگ». کمیته سلامت، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، مهرماه ۱۳۸۲

[29] Cohen, AJ., Anderson, HR., Ostro, B.. Mortality impacts of urban air pollution (2004). In: Ezzati M, Lopez AD, Rodgers A, Murray CJL, eds. comparative quantification of health risks: global and regional burden of disease attributable to selected major riskfactors. World Health Organization, Geneva Vol 2.

[۳۰] شهرداری تهران، سازمان بهشت زهرا(س)، « اطلاعات ثبت شده موارد فوت بر اساس گواهی فوت متوفیان «. ۱۳۸٦

[31] WHO, Air Quality Health Impact Assessment Tool, Version2.2, WHO European Centre for Environment and Health (1999-2004): http://www.euro.who.int/air

[۳۲] مرکز آمار ایران، http://www.sci.org.ir

[۳۳] کاظم، محمد- ملک افضلی، حسین- نهاپتیان، وارتگس، روشهای آماری و شاخصهای بهداشتی. سلمان، چاپ دهم، تهران : پاییز ۱۳۷۸

[34] WHO. Air qualitry guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, Global update(2005). World Health Organization,Geneva

[۳۵] شرکت کنترل کیفیت هوا، گزارشات موجود، ۱۳۸۵

[36] Barnett AG, Williams GM, Schwartz J., et al. Air pollution and child respiratory health: a case-crossover study in Australia and New Zealand. Am J Respir Crit Care Med, 171(2005):1272–8.

Archive of SID

www.SID.ir

[37] Lee JT, Kim H, Song H, Hong YC, Cho YS, Shin SY, et al. Air pollution and asthma among children in Seoul, South Korea. Epidemiology 13(2002):481–4.

[38] Lin M, Chen Y, Burnett RT, Villeneuve PJ, Krewski D. The influence of ambient coarse particulate matter on asthma hospitalization in children: case-crossover and time-series analysis. Environ Health Perspect 110 (2002): 578–81.

[39] Dockery, DW.,et al. An association between air pollution and mortality in six United States cities.New English journal for medicine, 329(1993):1753-1759

[40] Pope, CA., III.., et al. Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of United States adults. American journal of respiratory and critical care medicine, 151(1995):669-674

[41] Abbey,DE.,et al .Long-term inhalable particles and other air pollutants related to mortality in nonsmokers. American journal of respiratory and critical care medicine, 159 (1999):373-382

فصلنامه علمی پژوهشی
طب و تزکیه
پاییز و زمستان ۱۳۸۸- شماره ۷۴-۷۵

Archive of SID