

بررسی تعداد موارد مرگ و میر، بیماری انسداد مزمن ریوی و انفارکتوس میوکاردیال حاد ناشی از مواجهه با آلاینده دی اکسید گوگرد در شهر تهران طی سالهای ۹۳-۸۴

مجید کرمانی^۱ (Ph.D)، محسن دولتی^{۱*} (M.Sc)، احمد جنیدی جعفری^۲ (Ph.D)، روشنگ رضایی کلانتری^۲ (Ph.D)

۱- مرکز تحقیقات تکنولوژی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

۲- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

چکیده

هدف: آلودگی هوا تاثیرات نامطلوبی بر سلامت انسان داشته و باعث به وجود آمدن پیامدهای بهداشتی مختلف از جمله مرگ و بیماری‌های قلبی عروقی و تنفسی می‌شود. بنابراین مطالعه حاضر با هدف مطالعه تعداد کل مرگ، مرگ قلبی عروقی و تنفسی، انفارکتوس میوکاردیال حاد و بیماری انسداد مزمن ریوی ناشی از مواجهه با دی اکسید گوگرد در تهران با استفاده از مدل (AirQ) طی سالهای ۹۳-۸۴ انجام شد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه از نوع توصیفی مقطعی می‌باشد. ابتدا داده‌های ساعتی طی سالهای ۹۳-۸۴ از شرکت کنترل کیفیت هوای شهر تهران و اداره کل محیط زیست تهران دریافت گردید. سپس طبق معیارهای WHO، اعتبارسنجی گردیده و شاخص‌های آماری مورد نیاز جهت کمی‌سازی اثرات بهداشتی در اکسل محاسبه گردید. در نهایت کمی‌سازی اثرات بهداشتی با استفاده از نرم‌افزار انجام گرفت.

یافته‌ها: میانگین سالیانه غلظت SO₂ طی سالهای ۹۳-۸۴ به ترتیب ۴۴، ۸۶، ۸۹، ۱۱۲، ۸۲، ۸۱، ۵۹، ۵۱، ۴۰ و ۳۹ میکروگرم بر مترمکعب بود. تعداد موارد کل مرگ ناشی از مواجهه با SO₂ در مجموع دهه گذشته ۸۸۳۶ نفر و مجموع تعداد موارد مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی عروقی و تنفسی در دهه گذشته ۷۳۳۵ و ۱۹۱۵ نفر و مجموع تعداد موارد انسداد مزمن ریوی و انفارکتوس میوکاردیال حاد ۱۸۰۶ و ۳۴۷۸ نفر طی سالهای ۹۳-۸۴ محاسبه شد. نتیجه‌گیری: آلودگی هوا باعث مرگ و بیماری تعداد زیادی از مردم گردید. بدین ترتیب بایستی اقداماتی از قبیل، سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی جهت کاهش و مدیریت آلودگی هوا صورت گیرد.

واژه‌های کلیدی: آلودگی هوا، میزان مرگ و میر، انفارکتوس قلبی، بیماری انسداد مزمن ریوی، دی اکسید گوگرد،

ایران

مقدمه

امروزه آلودگی هوا و پیامدهای بهداشتی ناشی از مواجهه با آلاینده‌های گازی، به عنوان یکی از مشکلات بهداشتی عمده تلقی می‌گردد که مطالعات متعدد حاکی از اثرات بهداشتی فراوانی از جمله مرگ و میر و بیماری‌های مختلف به

ویژه بیماری‌های قلبی عروقی و تنفسی می‌باشد [۱-۷]. بیماری‌های قلبی عروقی یکی از عوامل اصلی مرگ و میر در جهان می‌باشد [۸]. کشورهای با درآمد کم و متوسط سالیانه هزینه زیادی را به علت بیماری‌های غیرواگیر به ویژه بیماری‌های قلبی عروقی متحمل می‌شوند [۹]. بر اساس

طی یک روند ده ساله با استفاده از مدل و نرم افزار AirQ مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع توصیفی-مقطعی بوده و از مدل نرم‌افزاری AirQ 2.2.3 جهت ارزیابی اثرات سوء آلاینده دی اکسید گوگرد بر روی سلامتی شهروندان شهر تهران استفاده شد. به منظور ارزیابی اثرات آلاینده‌های مختلف هوا بر روی سلامتی انسان، مدل‌های مختلفی وجود دارند که اکثراً از نوع آماری-اپیدمیولوژیکی می‌باشند و داده‌های کیفیت هوا را در فواصل غلظت با پارامترهای اپیدمیولوژیکی مانند خطر نسبی، بروز پایه و جزء منتسب تلفیق نموده و حاصل کار را به صورت مرگ و میر نمایش می‌دهند [۲۳]. یکی از این مدل‌ها، نرم‌افزار AirQ 2.2.3 می‌باشد که در آن اطلاعات مربوط به ارتباط تماس- پاسخ داده‌های مواجهه جمعیت ترکیب شده و حد اثرات بهداشتی مورد انتظار برآورد می‌گردد. این نرم‌افزار، یک نرم‌افزار تخصصی است که کاربر را قادر می‌سازد تا اثرات بالقوه ناشی از تماس یک آلاینده خاص بر انسان را در یک ناحیه شهری و دوره زمانی خاص ارزیابی نماید. نرم‌افزار AirQ از دو بخش مجزا تشکیل شده است که در بخش اول تعداد موارد بیماری و فوت منتسب به آلودگی هوا (بر مبنای برآوردهای خطرات از مطالعات Time Series) برآورد شده و مرحله دوم مربوط به برآورد اثرات تماس طولانی‌مدت با استفاده از روش جداول عمر (بر مبنای برآورد خطرات از مطالعات Cohort) می‌باشد [۲۴]. در ابتدا اطلاعات مربوط به آلاینده از سازمان‌های حفاظت محیط زیست و شرکت کنترل کیفیت هوا شهر تهران اخذ گردید که این اطلاعات در قالب فایل Microsoft Excel و به صورت داده‌های ساعتی بودند. به منظور انجام آنالیزهای آماری و استفاده از داده‌های خام، بایستی اعتبار این داده‌ها مورد بررسی قرار می‌گرفت که بدین منظور از معیارهای ذکر شده توسط سازمان بهداشت جهانی (WHO) استفاده گردید. برخی از این معیارها عبارتند از نسبت بین تعداد داده‌های معتبر برای دو فصل (فصل گرم و

گزارش سال ۲۰۱۲ سازمان جهانی بهداشت سالانه حدود ۳/۷ میلیون نفر در جهان در اثر آلودگی هوا جان خود را از دست می‌دهند [۱۰]. امروزه بسیاری از شهرهای مهم ایران با مشکل وضعیت نامطلوب کیفیت هوا مواجه هستند در بسیاری از کلان شهرهای کشور به خصوص شهر تهران کیفیت هوا در وضعیت مناسبی قرار ندارد [۱۱-۱۴]. اکسید گوگرد یکی از آلاینده‌های معیار پایش آلودگی هواست که عمدتاً از مصرف سوخت‌های فسیلی، نیروگاه‌ها و ترافیک شهری وارد جو می‌گردد و جزء آلاینده‌های مسئول در بسیاری از شهرهای بزرگ است [۱۵]. این آلاینده در ترکیب با مواد معلق و رطوبت اثرات سینرژیستی دارد و زیان‌بارترین اثرات بهداشتی مرتبط با آلودگی هوا را ایجاد می‌نماید، که از جمله می‌توان به حوادث ناگواری چون حادثه دره میوز بلژیک، دونورا و لندن اشاره نمود [۱۶]. آژانس بین‌المللی در سال ۱۹۹۲ در تحقیقی در رابطه با سرطان دی اکسید گوگرد را جزء مواد کارسینوژن دسته‌بندی نمود [۱۷]. مطالعاتی که در دانشگاه اریزونا بر روی خون صورت پذیرفت نشان داد میزان DNA به وسیله SO₂ کاهش می‌یابد و در کروموزوم‌ها تغییراتی ایجاد می‌شود، همین‌طور لنفوسیت‌ها در اثر مواجهه با این آلاینده از بین رفته و مقاومت بدن در برابر بیماری‌های عفونی کاهش می‌یابد [۱۸]. دهقانی (۱۳۸۷) در مطالعه‌ای با بررسی عناصر اقلیمی و آلاینده‌های هوای شیراز با مرگ و میر ناشی از بیماری‌های قلبی و تنفسی، نشان داد میان مرگ و میر ناشی از آلاینده SO₂، دمای هوا و فشار هوا ارتباط معنی‌داری وجود دارد [۱۹]. در مطالعه‌ای که توسط Wu et al در سال ۲۰۱۵ صورت گرفت ارتباط بین مواجهه با دی اکسید گوگرد و بیماری دستگاه تنفسی فوقانی نشان داده شد [۲۰]. شهر تهران از کلان شهرهای بزرگ ایران می‌باشد که میزان آلودگی در این شهر روز به روز افزایش یافته و شدیدتر می‌شود [۲۱، ۲۲]. با توجه به این که میزان اثرات بهداشتی ناشی از آلودگی هوا به این آلاینده به صورت علمی بررسی نشده است، در این تحقیق اثرات آلاینده SO₂ بر روی سلامتی شهروندان کلان‌شهر تهران

جهت تعیین جمعیت در معرض در هر سال نیز که به منظور تخمین اثرات بهداشتی آلاینده مورد نیاز می‌باشند از اطلاعات مربوط به جمعیت از مرکز آمار ایران اخذ گردید. در نهایت با وارد کردن داده‌های پردازش شده در نرم‌افزار Air Q نتایج به صورت جزء منتسب، تعداد موارد مرگ و میر، مرگ در اثر بیماری‌های قلبی عروقی و تنفسی ناشی از تماس با آلاینده O_3 به دو صورت جدول و نمودار ارائه گردید. جهت محاسبه اثرات و پیامدهای بهداشتی در برنامه Air Q می‌توان از دو روش عمل نمود: ۱- استفاده از مقادیر پیش‌فرض WHO برای بروز پایه و خطر نسبی (با فواصل اطمینان ۹۵٪) این مقادیر با اجرای برنامه به طور خودکار نمایش داده می‌شوند. ۲- جایگزینی مقادیر پیش‌فرض با برآوردهای شخصی از بروز پایه و خطر نسبی (فواصل اطمینان ۹۵٪) با استفاده از مطالعات همه‌گیرشناسی منطقه‌ای و کشوری [۲۶]. به علت تفاوت زیادی که در هرم سنی ایران و اروپا وجود دارد نمی‌توان از داده‌های پیش‌فرض خود نرم‌افزار استفاده کرد چراکه مختص جامعه اروپایی است. بدین منظور با استفاده از بررسی متون‌های صورت گرفته ریسک‌های نسبی محاسبه شده برای کشور ایران و شهر تهران مطابق جدول ۱ در این مطالعه استفاده گردید [۲۸، ۲۷]. موقعیت شهر تهران در شکل ۱ نمایش شده است.

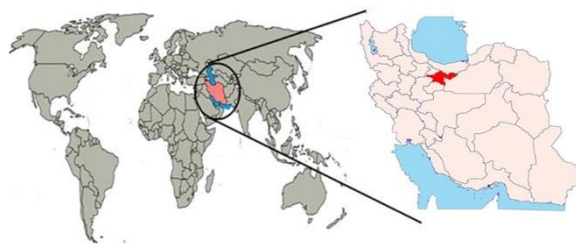
سرد) نباید بیش از ۲ باشد، جهت دستیابی به مقادیر متوسط یک ساعته از داده‌های با زمان متوسط کوتاه‌تر می‌بایست حداقل ۷۵٪ داده‌های معتبر وجود داشته باشند، جهت دستیابی به مقادیر متوسط متحرک (Moving Average) هشت ساعته از داده‌های یک ساعته می‌بایست حداقل ۷۵٪ داده‌های یک ساعته (حداقل ۱۸ ساعت) وجود داشته و دارای اعتبار باشند و غیره [۲۵]. بعد از کنار گذاشتن داده‌های غیرمعتبر، داده‌های معتبر بایستی وارد نرم‌افزار شوند. اما بایستی توجه نمود که این داده‌ها بر حسب واحد حجمی - حجمی (ppm) می‌باشند و از آن‌جا که در نرم‌افزار AirQ تعیین اثرات سوء سلامتی در ارتباط با جرم آلاینده استنشاقی می‌باشد، داده‌های مربوط با در نظر گرفتن شرایط دمایی، فشار و با کمک نرم‌افزار Microsoft Excel تبدیل واحد شده و بر حسب واحد حجمی - وزنی ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) نوشته شدند. پس از تبدیل واحد، با استفاده از نرم‌افزار اکسل مراحل پردازش اولیه (شامل حذف، شیت‌بندی آلاینده و یکسان‌سازی زمانی برای برآورد متوسط) و پردازش ثانویه (شامل نوشتن کد، محاسبه میانگین و اصلاح شرط) صورت گرفته و در نهایت شاخص‌های آماری مورد نیاز شامل میانگین سالیانه، میانگین فصل گرم، میانگین فصل سرد، صدک ۹۸، ماکزیمم سالیانه، ماکزیمم فصل گرم و فصل سرد در هر یک از سال‌های مورد مطالعه، محاسبه گردید.

جدول ۱. مقادیر ریسک‌های نسبی و بروز پایه استفاده شده در نرم‌افزار Air Q برای آلاینده SO_2 (۲۲ و ۲۳)

پایه بهداشتی	بروز پایه (BI)	RR (95% CI) per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ SO_2
↔ مرگ ناشی از بیماری قلبی عروقی	۲۳۱	۱/۰۰۸ (۱/۰۰۲-۱/۰۱۲)
↔ کل موارد مرگ	۵۴۳/۵	۱/۰۰۴ (۱/۰۰۳-۱/۰۰۴۸)
↔ مرگ ناشی از بیماری تنفسی	۴۸/۴	۱/۰۱ (۱/۰۰۶-۱/۰۱۴)
↔ بستری ناشی از COPD	۱۰۱/۴	۱/۰۰۴۴ (۱-۱/۰۱۱)
↔ بستری ناشی از انفارکتوس میو کاردیال حاد	۱۳۲	۱/۰۰۶۴ (۱/۰۰۲۶-۱/۰۱۰۱)

نتایج

نتایج حاصل از این مطالعه شامل پارامترهای آماری غلظت گوگرد دی‌اکسید در کلان‌شهر تهران در طی سال‌های ۹۳-۸۴ و نتایج حاصل از خروجی نرم‌افزار به صورت جداول و نمودارها در این بخش گردید. در ابتدا پس از اعتبارسنجی



شکل ۱. موقعیت شهر تهران در نقشه ایران

AirQ، تعداد موارد اضافی و جزء متناسب به SO_2 برای کل مرگ، مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی-عروقی و تنفسی و بستری در بیمارستان به علت انسداد مزمن ریوی و سکته قلبی، برآورد شده و با در نظر گرفتن خطر نسبی حد وسط در جدول ۳ نمایش داده شده‌اند. مدل AirQ برای تمامی اثرات بهداشتی مورد نظر، نموداری را در مقابل اصل غلظت آلاینده رسم می‌کند که بیانگر تاثیرات بهداشتی آلاینده در تماس با غلظت‌های مختلف آلاینده می‌باشد. با توجه به بالا بودن تعداد نمودارها، تنها به آوردن نمودارهای سال ۹۳ (شکل ۲) بسنده گردید. همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شده است، در هر نمودار سه منحنی وجود دارد که این منحنی‌ها بر اساس خطرهای نسبی (حد بالا، حد وسط و حد پائین) رسم گردید.

داده‌های دریافتی از شرکت کنترل کیفیت هوا و سازمان محیط زیست، مطابق معیارهای WHO، تعداد ایستگاه‌های دارای داده‌های معتبر برای آنالیز در شهر تهران مربوط به SO_2 در سال‌های ۸۹-۸۴ از کل ۱۱ ایستگاه مستقر در سال ۸۴، ۱۴ ایستگاه مستقر در سال ۸۵، ۱۴ ایستگاه مستقر در سال ۸۶، ۱۵ ایستگاه مستقر در سال ۸۷، ۱۸ ایستگاه مستقر در سال ۸۸، ۳۷ ایستگاه مستقر در سال ۸۹، ۳۶ ایستگاه مستقر در سال ۹۰، ۴۲ ایستگاه مستقر در سال ۹۱، ۳۵ ایستگاه مستقر در سال ۹۲ و ۳۳ ایستگاه مستقر در سال ۹۳ به ترتیب به ترتیب ۶، ۶، ۸، ۷، ۱۱، ۱۳، ۸، ۱۹، ۶ و ۷ ایستگاه معتبر شناخته شد. پس از پردازش اولیه و ثانویه داده‌های خام، شاخص‌های مورد نیاز برای مدل محاسبه و تعیین شد که در جدول ۲ ارائه شده است. بر اساس نتایج حاصل از نرم‌افزار

جدول ۲: شاخص‌های مورد نیاز برای بررسی اثرات SO_2 و نسبت متوسط غلظت سالیانه بر حسب $(\mu g/m^3)$

پارامتر	۸۴	۸۵	۸۶	۸۷	۸۸	۸۹	۹۰	۹۱	۹۲	۹۳
متوسط سالیانه	۴۴	۸۶	۸۹	۱۱۲	۸۲	۸۱	۵۹	۵۱	۴۰	۳۹
متوسط فصل سرد	۴۹	۱۱۴	۱۳۱	۱۰۲	۱۰۱	۸۵	۶۷	۵۴	۴۳	۴۳
متوسط فصل گرم	۳۹	۵۹	۴۹	۱۲۲	۶۴	۷۸	۵۱	۴۸	۳۷	۳۵
صدک ۹۸ سالیانه	۱۰۱	۲۱۳	۲۰۸	۲۰۷	۱۴۶	۱۶۵	۹۵	۷۵	۶۸	۶۸
حداکثر سالیانه	۱۲۳	۳۳۰	۲۵۸	۳۱۲	۱۸۱	۲۱۹	۱۱۰	۹۰	۸۱	۹۴
حداکثر فصل سرد	۱۲۳	۳۳۰	۲۵۸	۳۱۲	۱۸۱	۲۱۹	۱۱۰	۹۰	۸۱	۹۴
حداکثر فصل گرم	۵۹	۱۱۸	۸۵	۲۰۶	۱۰۳	۱۲۱	۸۴	۶۷	۵۴	۵۳

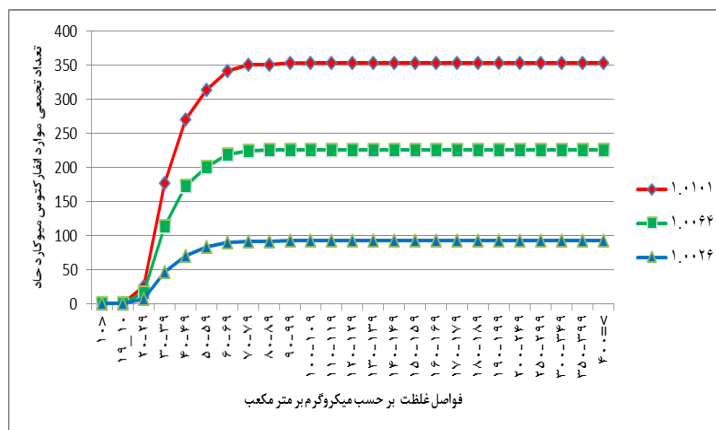
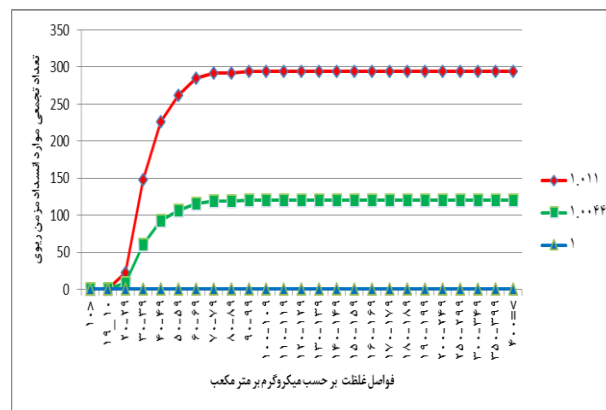
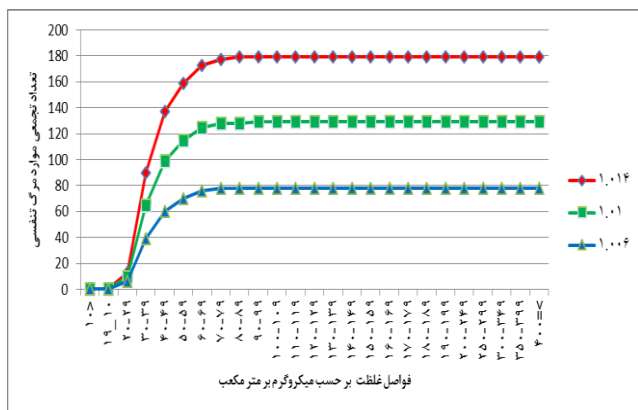
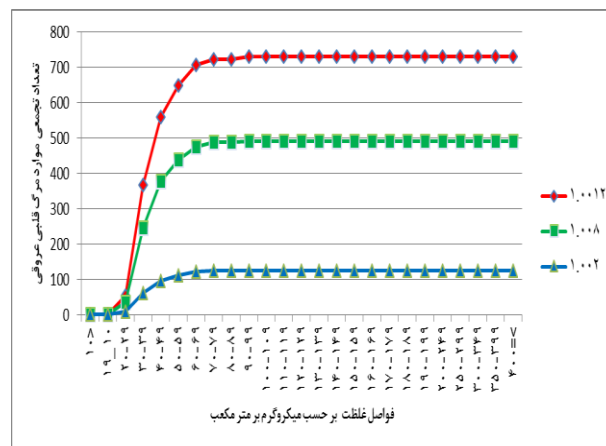
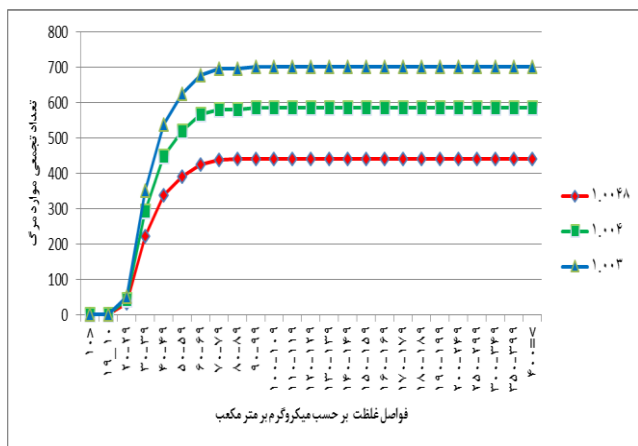
نسبت متوسط غلظت سالیانه SO_2 به مقادیر استاندارد

استاندارد A = $20 (\mu g/m^3)$	۲/۲۲	۴/۳۲	۴/۴۹	۵/۶۳	۴/۱۳	۴/۰۷	۲/۹۸	۲/۵۸	۲/۰۲	۱/۹۶
استاندارد B = $78 (\mu g/m^3)$	۰/۵۶	۱/۱	۱/۱۵	۱/۴۴	۱/۰۶	۱/۰۴	۰/۷۶	۰/۶۶	۰/۵۱	۰/۵

A : استاندارد ایران (مصوب ۱۳۸۸) B : استاندارد ملی کیفیت هوای آزاد EPA

جدول ۳- مقادیر برآورد شده برای تعداد موارد اضافی و جزء متناسب آلاینده SO_2 برای کل پیامدهای خروجی

پیامد بهداشتی	۸۴	۸۵	۸۶	۸۷	۸۸	۸۹	۹۰	۹۱	۹۲	۹۳
تعداد موارد کل مرگ	۵۹۲	۱۲۴۶	۱۴۳۶	۵۷۴	۱۳۵۱	۶۹۸	۹۴۲	۸۱۰	۶۰۲	۵۸۵
جز متناسب (٪)	۱/۳۴	۲/۷۵	۳/۱۳	۱/۲۳	۲/۸۵	۱/۴۵	۱/۹۴	۱/۶۴	۱/۲	۱/۱۵
تعداد موارد مرگ به علت بیماری قلبی عروقی	۴۹۷	۱۰۱۳	۱۱۸۴	۴۸۲	۱۱۱۷	۵۸۴	۷۸۵	۶۷۷	۵۰۵	۴۹۱
جز متناسب (٪)	۲/۶۵	۵/۳۷	۶/۰۷	۲/۴۳	۵/۵۵	۲/۸۷	۳/۸۱	۳/۲۳	۲/۳۸	۲/۲۸
تعداد موارد مرگ به علت بیماری تنفسی	۱۳۰	۲۶۸	۳۰۸	۱۲۶	۲۸۷	۱۵۳	۲۰۵	۱۷۷	۱۳۲	۱۲۹
جز متناسب (٪)	۳/۲۹	۶/۶۲	۷/۴۸	۳/۰۳	۶/۷۷	۳/۵۷	۴/۷۱	۴/۰۱	۲/۹۶	۲/۸۳
بستری شدن ناشی از بیماری	۱۲۱	۲۵۵	۲۹۳	۱۱۷	۲۷۶	۱۴۳	۱۹۳	۱۶۶	۱۲۳	۱۱۹
جز متناسب (٪)	۱/۴۷	۳/۰۲	۳/۴۶	۱/۳۵	۳/۱۳	۱/۶	۲/۱۳	۱/۸	۱/۳۲	۱/۲۶
بستری شدن ناشی از بیماری انفارکتوس میوکارد حاد	۲/۱۳	۴/۳۴	۴/۹۲	۱/۹۶	۴/۴۹	۲/۳۱	۳/۰۷	۲/۶	۱/۹۱	۱/۸۳
جز متناسب (٪)	۲/۱۳	۴/۳۴	۴/۹۲	۱/۹۶	۴/۴۹	۲/۳۱	۳/۰۷	۲/۶	۱/۹۱	۱/۸۳



شکل ۲. رابطه تعداد تجمعی موارد مرگ و بستری شدن ناشی از مواجهه با گوگرد دی اکسید در برابر فواصل غلظت در سال ۹۳

است که ۴/۴۹ و ۵/۶۳ برابر استاندارد هوای پاک ایران می‌باشد. این متوسط در شهر تهران در همه سال‌ها از حد مجاز فراتر بوده و چندین برابر مقادیر استاندارد و رهنمودی می‌باشد. مقایسه متوسط غلظت ۲۴ ساعته دی اکسید گوگرد در سال‌های مورد مطالعه با مقادیر رهنمودی WHO ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) نشان می‌دهد، در تمامی روزهای سال متوسط غلظت روزانه دی اکسید گوگرد از حد مجاز فراتر رفته است. طی سال‌های ۹۳-۸۴ طبق رهنمود WHO متوسط غلظت روزانه SO_2 در تمامی روزهای سال از مقدار استاندارد فراتر

بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر غلظت دی اکسید گوگرد در شهر تهران طی یک روند ده ساله آنالیز و با استانداردها مقایسه شد و در نهایت اثرات بهداشتی متناسب به این آلاینده کمی‌سازی و برآورد گردید. استاندارد هوای پاک ایران در خصوص متوسط غلظت سالیانه دی اکسید گوگرد $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد متوسط غلظت سالیانه دی اکسید گوگرد در سال ۸۶ و ۸۷ بیش‌ترین مقدار و به ترتیب $89 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و ۱۱۲ بوده

سال اخیر به خود اختصاص داده‌اند. میزان کل مرگ و میر منتسب به آلاینده SO_2 ، در مجموع دهه گذشته ۸۸۳۶ مورد را به خود اختصاص داده است. میزان کل مرگ و میر ناشی از بیماری‌های قلبی-عروقی منتسب به آلاینده SO_2 ، در مجموع دهه گذشته ۷۳۳۵ مورد را به خود اختصاص داده است. هم‌چنین میزان کل مرگ و میر ناشی از بیماری‌های تنفسی منتسب به SO_2 ، در مجموع دهه گذشته ۱۹۱۵ مورد را به خود اختصاص داده است. در مطالعه انجام شده توسط Jeong در سال ۲۰۱۳ در کره شاخص خطر نسبی $1/0.04$ برای کل مرگ با میزان بروز پایه $380/5$ در هر ۱۰۰ هزار نفر 0.3% افزایش خواهد یافت. هم‌چنین با در نظر گرفتن شاخص خطر نسبی $1/0.08$ و میزان بروز پایه $84/5$ در هر ۱۰۰ هزار نفر جمعیت خطر مرگ‌های قلبی عروقی منتسب به آلاینده SO_2 به ازای افزایش $10 \mu g/m^3$ غلظت SO_2 0.5% ، با در نظر گرفتن شاخص خطر نسبی $1/0.1$ و میزان بروز پایه $28/8$ در هر ۱۰۰ هزار نفر جمعیت خطر مرگ‌های تنفسی منتسب به آلاینده SO_2 به ازای افزایش $10 \mu g/m^3$ غلظت SO_2 0.5% افزایش خواهد یافت [۲۹]. مطالعه انجام شده توسط Katsouyanni et al در ۱۲ شهر اروپایی نشان داد افزایش $50 \mu g/m^3$ دی اکسید گوگرد باعث افزایش ۳ درصدی در مرگ و میر روزانه می‌گردد [۳۰].

در مطالعه حاضر در سال ۹۲ نشان داد تعداد موارد کل مرگ منتسب به SO_2 ، ۶۰۲ مورد با جز منتسب $1/2$ می‌باشد و تعداد موارد مرگ قلبی عروقی منتسب به SO_2 ، $505/6$ مورد با جز منتسب $2/38$ می‌باشد و تعداد موارد مرگ تنفسی منتسب به SO_2 $132/7$ ، مورد با جز منتسب $2/96$ می‌باشد که در مقایسه با مطالعه ندافی و همکاران در سال ۹۲ تعداد موارد کل مرگ منتسب به SO_2 675 ، مورد با جز منتسب $1/35$ و تعداد موارد مرگ قلبی عروقی 567 مورد با جز منتسب $2/67$ و تعداد موارد مرگ تنفسی 147 با جز منتسب $3/31$ بوده که مشخص شد نتایج مطالعات با یکدیگر مطابقت دارند [۳۱]. در مطالعه دیگری که توسط Lipmann et al در شهر دیتوریت آمریکا انجام شد ارتباط بین سطح دی اکسید

رفته است که دلیل آن رهنمود بسیار سخت‌گیرانه WHO می‌باشد. طبق استاندارد ایران ($100 \mu g/m^3$) طی سال‌های ۹۰-۸۴ تعداد دفعاتی که غلظت روزانه SO_2 در شهر تهران از استاندارد ایران رهنمود WHO فراتر رفته است به ترتیب ۴، ۸۲، ۱۳۷، ۲۵۰، ۹۴، ۶۷ و ۶ می‌باشد. در سال‌های از سال ۹۳-۹۱ هیچ کدام از روزهای سال غلظت روزانه SO_2 در شهر تهران از حد استاندارد فراتر نرفته است. علت پایین بودن نسبی مرگ منتسب به SO_2 از رده خارج کردن اتوبوس‌های دیزلی فرسوده و ممنوعیت تردد خودروهای سنگین از جمله کامیون‌ها در سطح شهر در طول روز می‌باشد. زیرا منبع اصلی دی اکسید گوگرد موتور خودروهای دیزلی می‌باشد. در اکثر روزهای سال در شهر تهران توزیع غلظت SO_2 و بیش‌ترین درصد مواجهه افراد با این آلاینده در این سال‌ها، در محدوده $49 \mu g/m^3$ - 40 است و با توجه به نتایج خروجی نرم‌افزار مشخص می‌گردد که بیش‌ترین تعداد موارد مرگ و بستری شدن ناشی از بیماری اسناد مزمن ریوی و موارد سکته قلبی نیز در همین رده از غلظت رخ داده است. با توجه به جدول ۱ و با در نظر گرفتن شاخص خطر نسبی $BI=543/5$ (RR= $1/0.04$) برای کل مرگ با میزان بروز پایه $380/5$ در هر ۱۰۰ هزار نفر 0.4% افزایش خواهد یافت هم‌چنین با در نظر گرفتن شاخص خطر نسبی $BI=231$ (RR= $1/0.08$) و میزان بروز پایه $84/5$ در هر ۱۰۰ هزار نفر 0.4% افزایش خواهد یافت هم‌چنین با در نظر گرفتن شاخص خطر نسبی $BI=48/4$ (RR= $1/0.1$) و میزان بروز پایه $28/8$ در هر ۱۰۰ هزار نفر جمعیت خطر مرگ‌های تنفسی منتسب به آلاینده SO_2 به ازای افزایش $10 \mu g/m^3$ غلظت SO_2 0.8% ، با در نظر گرفتن شاخص خطر نسبی $BI=48/4$ (RR= $1/0.1$) و میزان بروز پایه $28/8$ در هر ۱۰۰ هزار نفر جمعیت خطر مرگ‌های تنفسی منتسب به آلاینده SO_2 به ازای افزایش $10 \mu g/m^3$ غلظت SO_2 0.1% افزایش خواهد یافت. همان‌طور که در جدول ۳ نشان می‌دهد تجمعی تعداد موارد کل مرگ منتسب به آلاینده SO_2 در شهر تهران، طی سال‌های ۹۳-۸۴ را نشان می‌دهد که این نتایج به‌دست آمده حاکی از آن است که این آلاینده هوا در بیش‌ترین مورد در سال ۸۶ حدود $2/13$ و بیش‌ترین میزان مرگ و میر ۹۲ با $1/2$ موارد مرگ کم‌ترین میزان مرگ نسبت به SO_2 را در ده

تهران طی دهه گذشته می‌باشد. غلظت بالای گوگرد دی اکسید باعث افزایش مرگ و میر و ایجاد بیماری‌های قلبی-عروقی و تنفسی در میان مردم شهر تهران طی دهه اخیر گردیده است. کمی‌سازی اثرات متناسب به آلودگی هوا میزان تأثیرپذیری افراد جامعه را از آلاینده‌های هوا، به‌طور مشخص تبیین می‌نماید و شرایط بحرانی کیفیت هوا را نشان می‌دهد. مدل AirQ یکی از معتبرترین مدل‌های پیشنهادی توسط WHO می‌باشد که می‌توان از آن جهت ارزیابی اثرات بهداشتی متناسب به آلاینده‌های هوا استفاده کرد و با دستیابی به نتایج حاصل از این مدل راه‌کارهای مدیریتی مناسبی را برای مناطق مختلف با توجه به منابع آلودگی و اجزای آن در نظر گرفت. از کاستی‌های مطالعه و مدل مورد استفاده می‌توان به عدم برآورد اثرات سینرژیستی آلاینده‌ها و عدم وجود تعداد ایستگاه‌های سنجش آلاینده‌های هوا در برخی نقاط شهر اشاره نمود.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از طرح تحقیقاتی با عنوان ارزیابی اثرات بهداشتی آلودگی هوای کلان شهر تهران بر تعداد موارد مرگ و میر و بیماری‌های قلبی-عروقی و تنفسی و تحلیل شاخص‌های کیفیت هوا طی سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۸۴، مصوب دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی ایران در سال ۱۳۹۳، به کد ۲۵۴۵۵ می‌باشد که با حمایت معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی ایران اجرا شده است. نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از همکاری مسئولین محترم شرکت کنترل کیفیت شهر تهران و اداره کل محیط زیست استان تهران در خصوص جمع‌آوری اطلاعات تشکر و قدردانی نمایند.

منابع

[1] Kermani M, Dowlati M, Jonidi Ja'fari A, Rezaei Kalantari R, Sadat Sakhaei F. Effect of air pollution on the emergency admissions of cardiovascular and respiratory patients, using the air quality model: a study in Tehran, 2005-2014. Health Emerg Dis Quart 2016; 1: 137-146. (Persian).

[2] Raa'ee Shakteia H, Motesaddi Zarandi S, Zazouli MA, Yazdani Cheratee J, Hosseinzade F, Dowlati M. Study

گوگرد و اثرات بهداشتی بر سلامت انسان نشان داده شد [۳۲]. در مطالعه انجام شده توسط Labelle et al در کانادا در سال ۲۰۱۵ ارتباط میان سطوح روزانه دی اکسید گوگرد و پذیرش‌های بیمارستانی نشان داده شد [۳۳]. جنیدی و همکاران با کمی‌سازی بیماری و مرگ‌های قلبی و عروقی متناسب به آلاینده SO₂ هوای شهر تبریز در سال ۱۳۹۰ تعداد جمعی موارد مرگ را ۱۰۸ نفر و تعداد موارد مرگ قلبی و عروقی متناسب به SO₂ را ۱۰۵ نفر برآورد کرده‌اند [۳۴]. اژدرپور و همکاران با بررسی تأثیر آلودگی بر بیماری‌های قلبی، تنفسی، فوت و تصادفات در شهرستان شیراز در سال ۹۰ نشان دادند که بین بیماری‌های قلبی و SO₂ رابطه معنی‌داری وجود دارد [۳۵]. در مطالعه‌ای که توسط Wu et al در سال ۲۰۱۵ صورت گرفت ارتباط بین مواجهه با دی اکسید گوگرد و بیماری دستگاه تنفسی فوقانی نشان داده شد [۳۶].

مطالعه انجام شده توسط Sunyer et al بر روی ارتباط سطح غلظت روزانه دی اکسید گوگرد با پذیرش بیمارستانی بیماران قلبی عروقی در نشان داد میزان ۰/۷٪ افزایش در بیماران قلبی عروقی با افزایش هر ۱۰ μg/m³ گوگرد دی اکسید در افراد زیر ۶۵ سال و ۱/۳٪ در افراد بالای ۶۵ سال اتفاق می‌افتد [۳۷].

تحقیق انجام شده توسط et al HATZAKIS در رابطه با ارتباط اثرات آلودگی هوا با میزان مرگ در شهر آتن کشور یونان نشان داد میان غلظت روزانه دی اکسید گوگرد و وقوع مرگ و بیماری ارتباط مستقیم وجود دارد [۳۸].

مطالعه انجام شده توسط DERRJENNIC بر روی بررسی اثرات کوتاه مدت آلودگی هوا با دی اکسید گوگرد و مرگ و میر در فرانسه نشان داد ارتباط مستقیم و معناداری میان غلظت روزانه دی اکسید گوگرد و مرگ‌های ناشی از بیماری تنفسی وجود دارد [۳۹].

نتایج مطالعه حاضر به روشنی نشان‌دهنده وضعیت آلودگی هوا در شهر تهران بود. ارزیابی اثرات و پیامدهای آلاینده‌های موجود در هوا به‌ویژه آلاینده‌های گازی از جمله دی اکسید گوگرد بر سلامت انسان نشان از شرایط بهداشتی نامناسب شهر

- [17] Moridi S, Kazemnejad A, Effati M. Relationship between concentration of inhaled pollutants, sulfur dioxide and nitrogen dioxide and spontaneous abortion. *Razi Med Sci* 2012; 19: 1-10. (Persian).
- [18] Gilbert R. *Statistical methods for environmental pollution monitoring*. New York: Van Nostrand Reinhold; 1987.
- [19] Dehghani M, Anushiravani A, Hashemi H, Shamsedini N. Survey on Air pollution and cardiopulmonary mortality in Shiraz from 2011 to 2012: an analytical-descriptive study. *Int J Prev Med* 2014; 5: 734-740. (Persian).
- [20] Wu Y, Zhao F, Qian X, Xu G, He T, Shen Y, Cai Y. [Relationship between sulfur dioxide pollution and upper respiratory outpatients in Jiangbei, Ningbo]. *Wei Sheng Yan Jiu* 2015; 44: 565-569.
- [21] Kermani M, Dowlati M, Fallah Jokandan S, Aghaei M, Bahrami Asl F, Karimzadeh S. Evaluation of cardiovascular and respiratory mortality attributed to atmospheric SO₂ and CO using AirQ model. *Environ Health Eng Manag J* 2017; 4: 101-108. (Persian).
- [22] Kermani M, Dowlati M, Jonidi Jafari A, Rezaei Kalantari R. Health impact caused by exposure to particulate matter in the air of Tehran in the past decade. *Tehran Univ Med J* 2017; 74: 885-892. (Persian).
- [23] Nunnari G, Dorling S, Schlink U, Cawley G, Foxall R, Chatterton T. Modelling SO₂ concentration at a point with statistical approaches. *Environ Modell Software* 2004; 19: 887-905.
- [24] WHO. *Quantification of the Health Effects of Exposure to Air Pollution*. Report of a WHO Working Group, Bilthoven. Netherlands: European Centre for Environment and Health November 2000 Contract No.: EUR/01/5026342.
- [25] Gharehchahi E, Mahvi AH, Amini H, Nabizadeh R, Akhlaghi AA, Shamsipour M, Yunesian M. Health impact assessment of air pollution in Shiraz, Iran: a two-part study. *J Environ Health Sci Eng* 2013; 11: 11.
- [26] Fattore E, Paiano V, Borgini A, Tittarelli A, Bertoldi M, Crosignani P, Fanelli R. Human health risk in relation to air quality in two municipalities in an industrialized area of Northern Italy. *Environ Res* 2011; 111: 1321-1327.
- [27] 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.
- [28] Naddafi K, Hassanvand MS, Yunesian M, Momeniha F, Nabizadeh R, Faridi S, Gholampour A. Health impact assessment of air pollution in megacity of Tehran, Iran. *Iranian J Environ Health Sci Eng* 2012; 9: 1-7.
- [29] Jeong SJ. The Impact of Air Pollution on Human Health in Suwon City. *J Air Waste Manag Assoc* 2013; 7: 227-233.
- [30] Katsouyanni K, Touloumi G, Spix C, Schwartz J, Balducci F, Medina S, et al. Short-term effects of ambient sulphur dioxide and particulate matter on mortality in 12 European cities: results from time series data from the APHEA project. *Air Pollution and Health: a European Approach*. *BMJ* 1997; 314: 1658-1663.
- [31] Goudarzi G NK, Mesdaghinia A. Quantification of health effects of air pollution in Tehran and determining the impact of a comprehensive program to reduce air pollution in Tehran on the third axis. Tehran, Iran 2007. (Persian).
- [32] Lippmann M, Arthur N, Burnett R. Association of Particulate Matter Components with Daily Mortality and Concentration of particulate matter with aerodynamic diameter less than 10 micron (PM₁₀) in the metro underground transport system of Tehran. *J Mazandaran UMS*. 2017; 27: 166-79.
- [3] Kermani M, Aghaei M, Gholami M, Bahrami asl F, Karimzade SA, Falah S, Dolati M. Estimation of mortality attributed to PM_{2.5} and CO exposure in eight industrialized cities of Iran during 2011. *Iran Occup Health J* 2016; 13: 49-61. (Persian).
- [4] Kermani M, Dowlati M, Jonidi Jafari A, Rezaei Kalantari R. Estimation of mortality, acute myocardial infarction and chronic obstructive pulmonary disease due to exposure to O₃, NO₂, and SO₂ in ambient air in Tehran. *J Mazandaran Univ Med Sci* 2016; 26: 96-107. (Persian).
- [5] Fallah jokandan S, Kermani M, Aghaei M, Dolati M. Estimation the number of mortality due to cardiovascular and respiratory disease, Attributed to pollutants O₃, and NO₂ in the Air of Tehran. *J Health Res Commun* 2016; 1: 1-11. (Persian).
- [6] Kermani M, Jonidi Jafari A, Roshanak Rezaei R, Sakhaei F, Kahe T, Dowlati M. Evaluation of chronic obstructive pulmonary disease attributed to atmospheric O₃, NO₂ and SO₂ in Tehran city, from 2005 to 2014. *Iran J Health Safety Environ* 2017; 4: 758-766. (Persian).
- [7] Motesaddi Zarandi S, Raei Shaktaie H, Yazdani Cheratee J, Hosseinzade F, Dowlati M. Evaluation of PM_{2.5} concentration and determinant parameters on its distribution in Tehran's metro system in 2012. *J Mazandaran Univ Med Sci* 2013; 22: 36-46. (Persian).
- [8] Bagheri M, Talepasand S, Rahimian Booger I. Comparison of psychological risk factors among patients with and without myocardial infarction relapses. *Koomesh* 2014; 15: 154-161. (Persian).
- [9] Hazavehei MM, Dashti S, Moeini B, Faradmal J, Shahrabadi R, Yazdi Ah. Factors related to self-care behaviors in hypertensive individuals based on Health Belief Model. *Koomesh* 2015; 17: 37-44. (Persian).
- [10] WHO. *World health organization. Burden of disease from Ambient Air Pollution for 2012*. Geneva: World health statistics Geneva, Switzerland. <http://www.who.int/2012>.
- [11] Kermani m, Dowlati M, Jonidi Jaffari A, Rezaei Kalantari R. Comparative investigation of air quality health in Tehran metropolis based on air quality index over a period of five years (2011-2015). *J Health Res Commun* 2016; 2: 28-36. (Persian).
- [12] Kermani M, Fallah jokandan s, Aghaei M, Dowlati M. Estimation of cardiovascular death, myocardial infarction and chronic obstructive pulmonary disease (COPD) attributed to PM and SO₂ in the air of Tehran metropolis. *J Res Environ Health* 2016; 2: 116-126. (Persian).
- [13] Kermani M, Aghaei M, Bahramiasl F, Gholami M, Fallah Jokandan S, Dolati M, Karimzadeh S. Estimation of cardiovascular death, myocardial infarction and chronic obstructive pulmonary disease (COPD) attributed to SO₂ exposure in six industrialized metropolises of Iran. *Razi J Med Sci* 2016; 23: 12-21. (Persian).
- [14] Kermani M, Fallah Jokandan S, Aghaei M, Bahrami Asl F, Karimzadeh S, Dowlati M. Estimation of the number of excess hospitalizations attributed to sulfur dioxide in Six major cities of Iran. *Health Scope* 2016; 5: e38736. (Persian).
- [15] Ghiyathaddin M. *Air pollution and its effects*. Tehran Univ Med Sci. (Persian).
- [16] Cassee FR, Campbell A, Boere AJF, McLean SG, Duffin R, Krystek P, et al. The biological effects of subacute inhalation of diesel exhaust following addition of cerium oxide nanoparticles in atherosclerosis-prone mice(). *Environ Res* 2013; 115: 1-10.

[36] Wu Y, Zhao F, Qian X, Xu G, He T, Shen Y, Cai Y. [Relationship between sulfur dioxide pollution and upper respiratory outpatients in Jiangbei, Ningbo]. *Wei Sheng Yan Jiu* 2015; 44: 565-569.

[37] Sunyer J, Ballester F, Tertre AL, Atkinson R, Ayres JG, Forastiere F, et al. The association of daily sulfur dioxide air pollution levels with hospital admissions for cardiovascular diseases in Europe (The Aphea-II study). *Eur Heart J* 2003; 24: 752-760.

[38] Hatzakis A, Katsouyanni K, Kalandidi A, Day N, Trichopoulos D. Short-term effects of air pollution on mortality in athens. *Int J Epidemiol* 1986; 15: 73-81.

[39] Derriennic F, Richardson S, Mollie A, Lellouch J. Short-term effects of sulphur dioxide pollution on mortality in Two French cities. *Int J Epidemiol* 1989; 18: 186-197.

Morbidity in Urban Populations. Boston: Health Effects Institute;2000.

[33] Labelle R, Brand A, Buteau S, Smargiassi A. Hospitalizations for Respiratory Problems and Exposure to Industrial Emissions in Children. *Environment and Pollution* .2015; 4: 77-85..

[34] Joneidi Jafari A, Atabi F, Talebipour P, Malak Afzali S. Quantification of cardiovascular and respiratory diseases and deaths attributed to urban air pollutants SO₂ Tabriz by AIR Q model in 2012. *Sec Nat Confer Air Poll Noise Sharif Univ* 2013. (Persian).

[35] Azhdarpour A, Soleimani A, Khademi S, Z. S. The impact of air pollution on cardiovascular diseases, respiratory, death and accidents in the city of Shiraz during 2012-2013. *Nat Confer Environ Health Tabriz Univ* 2013. (Persian).

Number of mortality, chronic obstructive pulmonary disease and acute myocardial infarction due to exposure to sulfur dioxide in Tehran, during 2005-2014

Majid Kermani (Ph.D)^{1,2}, Mohsen Dowlati (M.Sc)^{*1}, Ahmad Jonidi Jafari (Ph.D)^{1,2}, Roshanak Rezaei Kalantari (Ph.D)^{1,2}

1. *Research Center for Environmental Health Technology, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran*

2. *Dept. of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran*

(Received: 1 Jan 2017; Accepted: 7 Aug 2017)

Introduction: Air pollution has adverse effects on human health and causes various health endpoints including mortality, cardiovascular and respiratory diseases. Therefore, the aim of this study was to investigate number of total mortality, cardiovascular and respiratory mortality, acute myocardial infarction and chronic obstructive pulmonary disease due to exposure to sulfur dioxide in Tehran during 2005-2014 was performed.

Materials and Methods: This is a descriptive-cross sectional study. At the beginning, hourly data during 2005-2014 were taken from Tehran environmental protection agency and Air Quality Control Company. Then, according to the WHO validated guidelines and statistical parameters, quantifying health effects were calculated in Excel. Finally, assessment of health effects with the software was performed.

Results: Annual average concentrations for SO₂ was 44, 86, 89, 112, 82, 81, 59, 51, 40 and 39 µg/m³ during 2005-2014, respectively. The number of total mortality caused by exposure to SO₂ in the past decade was 8836, total number of cardiovascular and respiratory mortality in the past decade was 7335 and 1915, and total number of chronic obstructive pulmonary disease and acute myocardial infarction in the past decade was 1806 and 3478 people in 2005-2014 years.

Conclusion: Air pollution, especially sulfur dioxide leads to mortality and morbidity in a lot of people. According to the results of this study actions, policies, planning and management to reduce air pollution preparedness of hospitals and health centers, educating the public should be accomplished.

Keywords: Air Pollution, Mortality, Myocardial Infarction, Chronic Obstructive Pulmonary Disease, Sulfur Dioxide, Iran

* Corresponding author. Tel: +98 9124840377

mohsendowlati.69@gmail.com