

## نقش آلاینده دی‌اکسید گوگرد در مرگ‌های ناشی از بیماری‌های قلبی-عروقی و تنفسی در شهر کرمانشاه

سحر گراوندی  
گروه پرستاری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم پزشکی تهران، تهران، ایران  
غلامرضا گودرزی  
گروه مهندسی بهداشت محیط، عضو مرکز تحقیقات و فناوری های زیست محیطی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز  
فرهاد سلطانی  
گروه بیهوشی، عضو مرکز تحقیقات درد، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز  
شکراله سلمانزاده  
گروه عفونی، عضو مرکز تحقیقات عفونی گرمسیری، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز  
علی قمیشی  
گروه بیهوشی، عضو مرکز تحقیقات درد، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز  
اله زلتنی  
دانشگاه علمی کاربردی شهرداری اهواز  
زهرا اصلانی  
گروه عفونی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز  
محمدجواد محمدی\*  
کمیته تحقیقات دانشجویی، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز  
\*عده‌دار مکاتبات: اهواز، بلوار گلستان، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، دانشکده بهداشت، شماره تلفن: 09355439707.  
Email: Mohamadi.m@ajums.ac.ir

دریافت: 1394/7/16  
پذیرش: 1394/8/12

زمینه: مدل‌های تعیین اثرات بهداشتی بیشتر از نوع آماری-اپیدمیولوژیکی هستند که داده‌های کیفیت هوا را در فواصل غلظت با پارامترهای اپیدمیولوژیکی نظیر خطر نسبی، بروز پایه و جزء متناسب تلفیق نموده و حاصل کار را به صورت مرگ و میر نمایش می‌دهد. هدف از مطالعه حاضر ارزیابی تأثیر آلاینده دی‌اکسید گوگرد در مرگ‌های ناشی از بیماری‌های قلبی-عروقی و تنفسی در شهر کرمانشاه است.

روش‌ها: این مطالعه تحلیلی در سال 1390 در شهر کرمانشاه انجام شد. در مرحله اول داده‌های مورد نیاز به صورت خام از اداره کل حفاظت محیط زیست استان کرمانشاه و سازمان هواشناسی گردآوری گردید و پس از پردازش داده‌ها توسط نرم‌افزار EXCEL به صورت فایل ورودی به مدل درآمده و اثرات بهداشتی محاسبه گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که میانگین غلظت سالانه آلاینده دی‌اکسید گوگرد در هوای شهر کرمانشاه  $103 \mu\text{g}/\text{m}^3$  می‌باشد. با توجه به نتایج حاصل تعداد کل مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی-عروقی متناسب به دی‌اکسید گوگرد برابر 295 نفر و تعداد کل مرگ ناشی از بیماری‌های تنفسی 48 نفر در جمعیت 1 میلیون نفری شهر کرمانشاه بوده است.

نتیجه‌گیری: بالا بودن تعداد موارد مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی-عروقی و تنفسی می‌تواند با غلظت بالای دی‌اکسید گوگرد و یا شاید تداوم روزهای با غلظت بالا در شهر کرمانشاه قابل توجیه باشد.

کلیدواژه‌ها: ارزیابی، دی‌اکسید گوگرد، مرگ قلبی-عروقی، مرگ تنفسی، شهر کرمانشاه

## The cardiovascular and respiratory deaths attributed to sulfur dioxide in Kermanshah

**Background:** Statistical-epidemiological models are mostly used to determine the health effects. These models combine the air quality data at intervals of concentrations with epidemiological parameters such as relative risk, baseline incidence and attributable proportion and display the results as morbidity and mortality. The purpose of this study was to evaluate the cardiovascular and respiratory deaths attributed to sulfur dioxide in Kermanshah, Iran.

**Method:** This analytical study was conducted in Kermanshah in 2011. First, SO<sub>2</sub> data were obtained from Kermanshah department of environment and meteorology organization. Then, after processing by EXCEL software, the data were converted into input file to the Air Q model, and health effects were evaluated. **Results:** The results of this study showed that the annual mean of SO<sub>2</sub> concentration in Kermanshah was 103  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . According to the research findings, the total cumulative number of cardiovascular and respiratory deaths attributed to exposure to SO<sub>2</sub> was 295 and a total of 48 persons died due to respiratory diseases.

**Conclusion:** The high rate of deaths due to cardiovascular and respiratory diseases can be attributed to high concentration of SO<sub>2</sub> or perhaps continued high-concentration days in Kermanshah city.

**Keywords:** Evaluation, sulfur dioxide, cardiovascular mortality, respiratory mortality, Kermanshah

Sahar Geravandi  
Dept. of Nursing, Tehran Medical Sciences Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Gholamreza Goudarzi  
Dept. of Environmental Health Engineering, Environmental Technologies Research Center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

Farhad Soltani  
Dept. of Anesthesiology, Faculty of Medicine, Pain Research Center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

Shokrolah Salmanzadeh  
Dept. of Infectious Diseases, Infectious and Tropical Diseases Research Center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

Ali Ghomeishi  
Dept. of Anesthesiology, Faculty of Medicine, Pain Research Center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

Elahe Zalaghi  
Dept. of Environmental Health, Applied sciences Training Center, Ahvaz Municipality, Ahvaz, Iran.

Zahra Aslani  
Dept. of Tropical Infectious Diseases, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

Mohammadjavad Mohammadi\*  
Student Research Committee, Dept. of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

\*Corresponding author:  
Dept. of Environmental Health Engineering, School of Public Health and Environmental Technologies Research Center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran. Tel: +98 9355439707, Email: Mohamadi.m@ajums.ac.ir

Received: September 28, 2015  
Accepted: November 03, 2015

## مقدمه

طبق برآوردهای سازمان بهداشت جهانی هر سال 800000 نفر در اثر بیماری‌های قلبی-عروقی، تنفسی و سرطان ریه ناشی از آلودگی هوا در سرتاسر دنیا دچار مرگ زودرس می‌شوند، تقریباً 150000 نفر از این تعداد مرگ در جنوب آسیا رخ می‌دهد (6-1). مدل‌های تعیین اثرات بهداشتی بیشتر از نوع آماری-اپیدمیولوژیکی هستند که داده‌های کیفیت هوا را در فواصل غلظت با پارامترهای اپیدمیولوژیکی نظیر خطر نسبی، بروز پایه و جزء متناسب تلفیق نموده و حاصل کار را به صورت مرگ و میر نمایش می‌دهد (7-11). اکسیدهای گوگرد در میان آلاینده‌های انسان ساخت هوا گسترده‌ترین و بیشترین مطالعات را به خود اختصاص داده‌اند. بیش از 80 درصد دی‌اکسید گوگرد عمدتاً از مصرف سوخت‌های فسیلی به دست بشر وارد جو می‌شود که از این مقدار سهم نیروگاه‌های برق حدود 85 درصد و سهم خودروها تنها 2 درصد است (12 و 13). دی‌اکسید گوگرد، گازی است بی‌رنگ که بر روی سطوح بسیاری از مواد جامد و ذرات هوا واکنش انجام می‌دهد، غیرقابل انفجار است و بویی خفه‌کننده دارد و تقریباً دو برابر هوا وزن دارد (12). در آب و نیز قطرات باران حل می‌شود و به تری‌اکسید گوگرد و نهایتاً اسید سولفوریک تبدیل می‌گردد. همچنین تخمین زده می‌شود که این آلاینده به‌طور متوسط بین 2-4 روز در هوا باقی بماند (14-17). از منابع غیراحتراقی تولید اکسیدهای گوگرد می‌توان به پالایشگاه‌های نفت، کارخانه‌های ذوب مس و کارخانه‌های سیمان اشاره کرد. ایالات متحده، روسیه و چین نیمی از کل دی‌اکسید گوگرد انسان ساخت را از طریق نیروگاه‌ها وارد جو نیمکره شمالی می‌سازند و تولید دی‌متیل‌سولفید توسط فیتوپلانکتون‌ها به‌عنوان مهم‌ترین منبع طبیعی و رهاسازی و تبدیل آن به دی‌اکسید گوگرد در جو نیمکره جنوبی حکایت از یک تقسیم جغرافیایی میان منابع انسان ساخت و طبیعی این آلاینده در کره زمین دارد (14-18). از اثرات اکسیدهای گوگرد می‌توان

به تنگ شدن راه‌های هوایی تنفس، اسپاسم برونش، سوزش چشم و مجاری تنفسی، کاهش کارایی تنفسی و تنگی نفس، کم شدن عمق تنفس، کاهش سیستم دفاعی ریه و در نهایت تشدید عوارض قلبی و عروقی و تنفسی اشاره کرد (19-22). این ماده در غلظت‌های 1-5 پی‌پی‌ام مدت 10 دقیقه در بعضی از افراد آسمی منجر به علائم مشخص تنگی نفس می‌شود که به معالجه برونکودیلاتاسیون نیاز خواهد داشت. با غلظت 0/5-1 پی‌پی‌ام در 10 دقیقه فرد دچار اشکال در تنفس می‌شود (14-17). در غلظت 0/3 پی‌پی‌ام در 120 دقیقه علائم ریوی مشاهده نشده است (14). مطالعاتی که در دانشگاه آریزونا انجام شده نشان می‌دهد در بررسی خون، میزان DNA به‌وسیله دی‌اکسید گوگرد کاهش یافته و در کروموزوم‌ها تغییراتی بوجود آمده است. همچنین دیده شده است که لنفوسیت‌ها از بین می‌روند و مقاومت بدن در برابر بیماری‌های عفونی کاهش می‌یابد (16). رهنمود کیفیت هوا از سوی سازمان بهداشت جهانی  $20\mu\text{g}/\text{m}^3$  برای دی‌اکسید گوگرد تحت عنوان میانگین 24 ساعته (روزانه) ارایه شده است (16). شهر کرمانشاه با جمعیتی در حدود 843117 نفر در غرب ایران واقع شده است و در حال حاضر از مراکز صنعتی غرب ایران محسوب می‌گردد. در سال‌های اخیر به دلیل بروز پدیده گرد و غبار و تأثیر هم‌افزایی آن در افزایش غلظت سایر آلاینده‌ها از جمله دی‌اکسید گوگرد به‌عنوان یکی از شهرهای آلوده ایران به‌شمار می‌رود (23).

## مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر کمی‌سازی و مقایسه اثرات بهداشتی آلاینده دی‌اکسید گوگرد در شهر کرمانشاه مبتنی بر استفاده از مدل می‌باشد. برای استخراج داده‌ها از اطلاعات موجود در اداره کل حفاظت محیط زیست در سال 1390 استفاده شده است. بدین ترتیب که در مرحله اول داده‌های مورد نیاز به صورت خام از اداره کل حفاظت محیط زیست و سازمان هواشناسی کرمانشاه گردآوری گردید،

توابع تماس - پاسخ به دست آورد.

با دانستن میزان بروز پایه پیامد بهداشتی انتخابی (I) در جامعه مورد نظر، میزان متناسب به تماس جمعیت (یا تعداد موارد در واحد جمعیت) (IE) به صورت زیر قابل محاسبه خواهد بود (2 و 26-28):

$$IE = I \times AP$$

در یک جمعیت با اندازه N این میزان را می توان به تعداد موارد برآورد شده متناسب به تماس (NE) تبدیل نمود:

$$N \times NE = IE$$

کاربر می تواند به جای تعیین میزان بروز پایه پیامد بهداشتی، از آمار محلی استفاده نماید. در نتیجه میزان بروز پیامد در جمعیت که در معرض مواجهه قرار ندارد (INE) را می توان برآورد نمود (2 و 26-28):

$$INE = I - IE = I \times (1 - AP)$$

علاوه بر کل موارد متناسب می توان توزیع تعداد موارد متناسب را بر حسب فواصل (Intervals) غلظت آلاینده برآورد نمود. با دانستن خطر نسبی در سطح خاصی از غلظت آلاینده و میزان بروز در جمعیت تماس نیافته میزان بروز اضافی (I+(c)) و تعداد موارد اضافی (N+(c)) در یک گروه تماس c از روابط زیر قابل محاسبه خواهد بود:

$$INE \times P(c) + (c) = (RR(c)-1)$$

تمامی فرمولهای فوق بر این فرض استوار است که برآورد به کاررفته در این آنالیز از نظر تمام مخدوش کننده های احتمالی کنترل شده است. با قراردادن فواصل اطمینان برآورد خطر نسبی در فرمول، می توان حدود بالا و پایین برآورد جزء متناسب و محدوده تعداد موارد متناسب به مواجهه مورد انتظار را تعیین نمود. البته در عمل عدم قطعیت اثر (محدوده اثرات برآورد شده) به علت خطاهای ارزیابی مواجهه و عدم قطعیت های غیرآماري تابع غلظت - پاسخ، بزرگ تر می باشند.

ویژگی منطقه مطالعاتی: شهر کرمانشاه در قسمت مرکزی استان کرمانشاه با موقیعت 47 درجه و 4 دقیقه شرقی و 19 درجه و 34 دقیقه شمالی قرار دارد، نوع

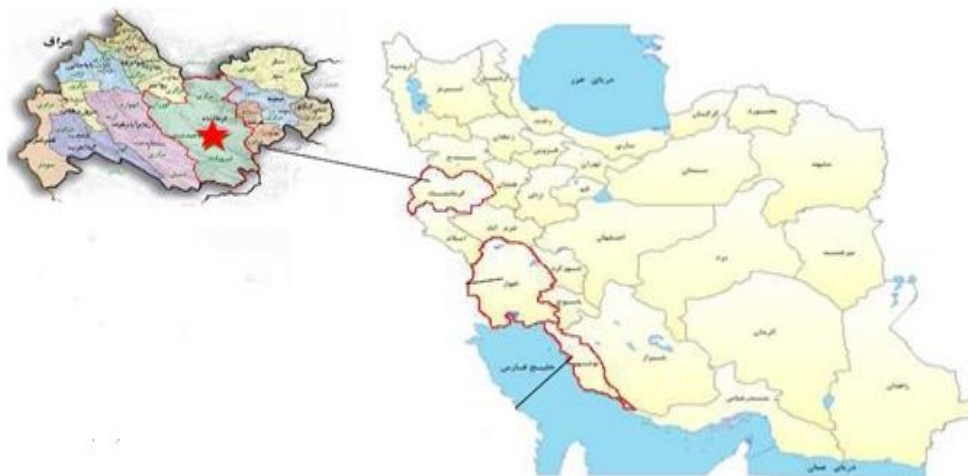
در مرحله بعد این داده ها توسط نرم افزار EXCEL پردازش گردید و داده های پردازش شده به صورت فایل ورودی به مدل AIR Q داده شد. به منظور ایجاد این فایل مراحل مختلف تصحیح دما و فشار، انطباق واحد با مدل، پردازش اولیه، پردازش ثانویه، نوشتن کد، محاسبه میانگین روزانه بر مبنای کدگذاری، اصلاح شرط، فیلترینگ اولیه و فیلترینگ ثانویه اجرا شد. مدل AIR Q به عنوان یک ابزار معتبر و قابل اعتماد به منظور برآورد اثرات کوتاه مدت آلاینده های هوا توسط سازمان بهداشت جهانی معرفی شده است. جهت محاسبه و برآورد اثرات بهداشتی آلاینده مورد نظر شاخص هایی مانند جزء متناسب و خطر نسبی مورد نیاز است (1، 24 و 25). لازم به ذکر است که جهت محاسبه این شاخص ها نیاز به انجام مطالعات کوهورت چندین ساله می باشد، که متأسفانه به دلیل نبود چنین مطالعاتی در کرمانشاه و حتی در ایران از مقادیر محاسبه شده این شاخص ها برای منطقه خاورمیانه توسط سازمان جهانی بهداشت استفاده گردید.

جزء متناسب یا نسبت متناسب، بخشی از پیامد بهداشتی است که می توان 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 (2 و 26-28). با توجه به این که مدل مورد نظر از مقادیر خطر نسبی و جزء متناسب جهت انجام برآوردها استفاده می نماید، اثرات سایر عوامل مداخله کننده از جمله شیوه زندگی، تغذیه، تحرک و دخانیات در مرگ های مذکور در نتایج حاصل تأثیری ایجاد نکرده و مدل تعداد موارد مربوط به این پیامدها را به طور اختصاصی ارایه می کند. این جزء با استفاده از فرمول زیر قابل محاسبه است:

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

که در آن RR(c)، خطر نسبی پیامد بهداشتی در گروه c یا گروه مورد نظر و P(c)، نسبت جمعیت گروه c یا گروه مورد نظر است.

خطر نسبی پیامد بهداشتی انتخابی را می توان به کمک



شکل 1- نقشه منطقه مطالعاتی (کرمانشاه)

جدول 1- غلظت‌های دی اکسید گوگرد بر حسب میکروگرم در متر مکعب برای استفاده در مدل (کرمانشاه- 1390)

غلظت (دی اکسید گوگرد)	کرمانشاه
متوسط سالیانه	103/02
متوسط تابستان	46/64
متوسط زمستان	161/60
صدک 98 سالیانه	401/17
حداکثر سالیانه	625/18
حداکثر تابستان	157/10
حداکثر زمستان	625/18

جدول 2- برآورد شاخص‌های خطر نسبی، جزء منتسب و موارد منتسب به دی اکسید گوگرد برای مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی - عروقی (BI=497) و مرگ ناشی از بیماری‌های تنفسی (BI=66) (کرمانشاه- 1390)

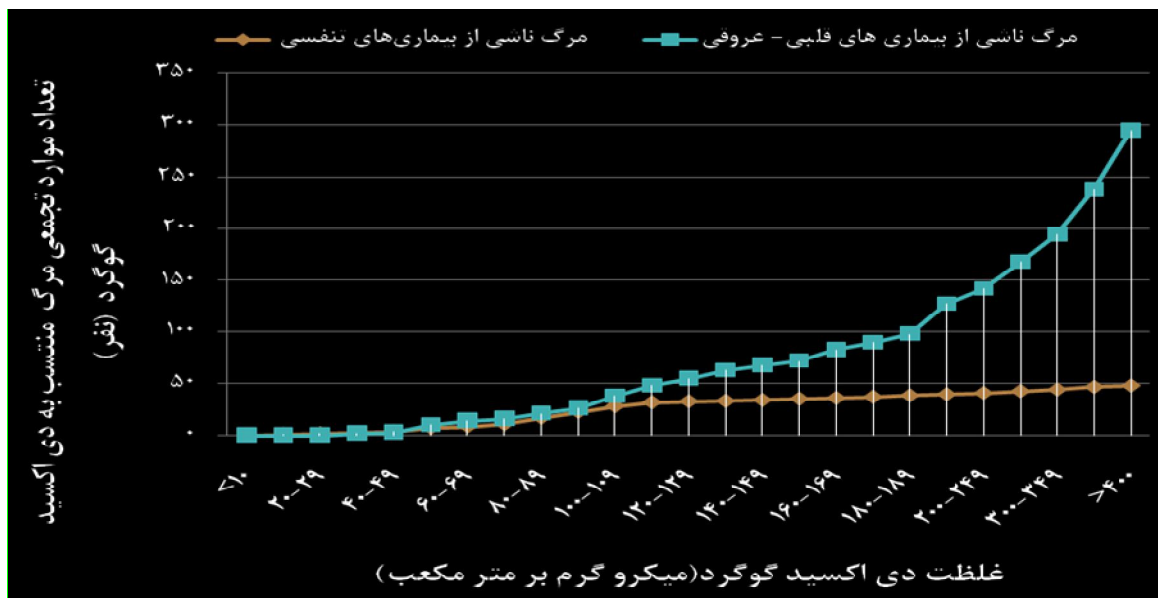
برآورد	شاخص	
	خطر نسبی (حد وسط)	درصد جزء منتسب (تجمعی تعداد موارد (نفر))
مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی- عروقی	1/008	7/0367
مرگ ناشی از بیماری‌های تنفسی	1/01	8/6438

اقلیم آن نیمه خشک و استپی خنک بوده و فیزیوگرافی آن دشتی-کوهپایه‌ای و ارتفاع آن از سطح دریا 1374 متر است (29-31) (شکل 1).

### یافته‌ها

غلظت دی اکسید گوگرد در شهر کرمانشاه به صورت متوسط سالیانه، متوسط تابستان، متوسط زمستان، صدک 98 سالیانه، حداکثر سالیانه، حداکثر تابستان و حداکثر زمستان در سال 1390 برآورد شد (جدول 1).

تعداد موارد مرگ قلبی - عروقی منتسب به دی اکسید گوگرد در بروز پایه برابر با 497 در یکصد هزار نفر در شهر کرمانشاه برابر 294 نفر در سال 1390 برآورد گردیده است (جدول 2). همچنین درصد جزء منتسب خطر نسبی و تعداد تجمعی موارد مرگ تنفسی در حد وسط در شهر کرمانشاه برابر با 48 نفر می‌باشد (جدول 2). تعداد تجمعی موارد پیامد بهداشتی متأثر از غلظت آلاینده مرتبط، در بحث کمی‌سازی ترسیم و در زیر نشان داده شده است (شکل 2). سیر صعودی موارد مرگ قلبی عروقی در برابر فواصل غلظت دی اکسید گوگرد در شهر کرمانشاه در غلظت‌های 30-180 میکروگرم یکنواخت بوده و در غلظت بیشتر از 190 میکروگرم به یکباره افزایش می‌یابد و در غلظت‌های بیشتر از 300 مجدد روند یکنواخت افزایشی پیدا می‌کند (شکل 2). مرگ و میر



شکل 2- تعداد تجمعی موارد مرگ قلبی-عروقی و موارد مرگ تنفسی ناشی از دی‌اکسید گوگرد در برابر فواصل غلظت (کرمانشاه - 1390)

ناشی از بیماری‌های تنفسی با افزایش غلظت دی‌اکسید گوگرد در شهر کرمانشاه در غلظت‌های 30-100 میکروگرم یکنواخت بوده و در غلظت بیشتر از 100 میکروگرم به یکباره افزایش می‌یابد و در غلظت‌های بیشتر از 140 مجدد روند یکنواخت افزایشی پیدا می‌کند (شکل 2).

**بحث**

نتایج نشان داد که تعداد موارد مرگ قلبی-عروقی متناسب به دی‌اکسید گوگرد در بروز پایه برابر با 497 در یکصد هزار نفر حدود 295 نفر در سال 1390 برآورد گردیده است. به‌ازاء هر  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$  افزایش غلظت دی‌اکسید گوگرد، میزان خطر مرگ قلبی-عروقی 0/8 درصد افزایش می‌یابد. شایان ذکر است 46 درصد موارد مرگ قلبی در روزهایی رخ داده است که غلظت دی‌اکسید گوگرد از  $190\mu\text{g}/\text{m}^3$  تجاوز ننموده است. تعداد موارد مرگ تنفسی برآورد شده در سال 1390 متناسب به دی‌اکسید گوگرد در شهر کرمانشاه 48 نفر بوده است. مقدار خطر نسبی حدوداً برآورد شده با قطعیت پائین برابر با 8/64 (5/37) در CI=0/05 و 11/69 در

به مفهوم یک درصد افزایش خطر مرگ تنفسی به ازاء  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$  افزایش غلظت دی‌اکسید گوگرد می‌باشد. هر چند خطر نسبی این پیامد در قیاس با مرگ قلبی-عروقی بالاتر است اما به‌دلیل پایین بودن شاخص بروز پایه برای مرگ‌های تنفسی، کاهش میزان تجمعی تعداد موارد مرگ این پیامد بهداشتی نسبت به مرگ قلبی-عروقی دور از انتظار نیست. در شکل 2 مشاهده می‌گردد که با روند مشاهده‌شده در پیامد مرگ قلبی-عروقی نیز همخوانی دارد. همچنین در شکل 2 در قرائت خطر نسبی یک افزایش شیب ناگهانی (پرش) در رده غلظت  $110-100\mu\text{g}/\text{m}^3$  مشاهده می‌گردد. بررسی منطقه مطالعاتی نشان داد که غلظت آلاینده دی‌اکسید گوگرد در هوا در شهر کرمانشاه با میانگین سالانه  $103\mu\text{g}/\text{m}^3$  غلظت بالایی را در سال 1390 به خود اختصاص داده‌اند. همچنین بررسی‌ها نشان داد که غلظت آلاینده دی‌اکسید گوگرد در زمستان بیشتر از تابستان می‌باشد که این می‌تواند به‌دلیل سردی هوا در کرمانشاه و مصرف بیشتر سوخت فسیلی در زمستان باشد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق تقریباً 7/03 درصد مرگ‌های قلبی-عروقی و 8/64 درصد علت مرگ‌های تنفسی

می‌باشد (35). گودرزی و همکاران نیز در سال 2012 نشان دادند که حدود 8/5 درصد کل مرگ‌های قلبی-عروقی و مرگ‌های تنفسی ناشی از غلظت‌های بیش از 20 میکروگرم بر متر مکعب بوده است (25).

### نتیجه‌گیری

براساس نتایج به‌دست آمده در این مطالعه بالا بودن درصد مرگ‌های قلبی-عروقی و تنفسی متناسب به دی‌اکسید گوگرد می‌تواند به‌دلیل میانگین بالاتر یا تداوم روزهای با غلظت بالای دی‌اکسید گوگرد باشد. با توجه به این امر توصیه می‌شود که در روزهایی که به دلایل مختلف غلظت دی‌اکسید گوگرد بالاتر از حد استاندارد است مردم بویژه گروه‌های حساس (کودکان، افراد مسن و زنان باردار) از حضور در محیط‌های رو باز خودداری نمایند. متأسفانه به‌دلیل نبود بانک‌های اطلاعاتی و نبود مقادیر شاخص‌های مورد نیاز، در این مطالعه از مقادیر محاسبه‌شده سازمان جهانی بهداشت (خاورمیانه) استفاده شد. لذا جهت برآورد واقعی مقادیر اثرات بهداشتی آلاینده‌های هوا (شاخص‌های خطر نسبی، بروز پایه و جزء متناسب) به مطالعه‌های همه‌گیرشناسی نیاز است.

### تشکر و قدردانی

از معاونت توسعه پژوهش و فناوری دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز جهت تأمین هزینه‌های این مطالعه قدردانی می‌شود.

### References

- Goudarzi G, Geravandi S, Vosoughi M, Mohammadi MJ, sadat Taghavirad S. Cardiovascular deaths related to carbon monoxide exposure in Ahvaz, Iran. *Iranian J Health, Safety & Environ* 2014;1(3):126-31.
- Goudarzi G, Mohammadi MJ, Ahmadi Angali K, Mohammadi B, Soleimani Z, Babaei A, et al. [Estimation of number of cardiovascular death, myocardial infarction and Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) from NO<sub>2</sub> exposure using Air Q Model in Ahvaz city during 2009 (Persian)]. *Iranian Journal of Health and Environment* 2013;6(1):91-102.
- Kampa M, Castanas E. Human health effects of air pollution. *J Environ pollution* 2008;151(2):362-7.
- Lipsett MJ, Ostro BD, Reynolds P, Goldberg D, Hertz A, Jerrett M, et al. Long-term exposure to air pollution and cardiorespiratory disease in the California teachers study cohort. *Am J Resp Critl Care Med* 2011;184(7):828-35.

متناسب به دی‌اکسید گوگرد می‌باشد. بررسی‌های انجام‌شده توسط لیو و همکاران نشان داد که در معرض قرار گرفتن با آلاینده دی‌اکسید گوگرد در زمان بارداری سبب ایجاد سختی در تنفس می‌شود (1/01-1/19)% افزایش در OR = 1/09 و CI=0/95 به ازای هر  $0/5\mu\text{g}/\text{m}^3$  (32). بالا بودن مقادیر اندازه‌گیری‌شده در این مطالعه می‌تواند به‌دلیل غلظت بالای دی‌اکسید گوگرد در این شهر باشد. مقایسه کار با مطالعات مشابه نشان داد که بر اساس مطالعه محمدی و همکاران در سال 1388 در اهواز از کل مرگ و میرها در سال 1388، 3/25 درصد (معادل 157 نفر) به‌علت مرگ قلبی متناسب به دی‌اکسید گوگرد و 4/03 درصد (معادل 26 نفر) به‌علت مرگ تنفسی متناسب به دی‌اکسید گوگرد بوده است (33). این مقادیر از نتایج مطالعه حاضر پایین‌تر می‌باشد که به‌دلیل پایین‌تر بودن غلظت دی‌اکسید گوگرد در اهواز می‌باشد. گودرزی و همکاران در مطالعه‌ای در تهران در سال 1386، جز متناسب برای مرگ‌های قلبی و مرگ‌های تنفسی در غلظت‌های بالای 10 میکروگرم بر متر مکعب دی‌اکسید گوگرد را به ترتیب معادل 6/35 و 7/82 درصد محاسبه نمودند (34). که با توجه به بالا بودن غلظت دی‌اکسید گوگرد در تهران این مقادیر قابل توجیه می‌باشد. سینور و همکاران در سال 2003، اثرات دی‌اکسید گوگرد را بر سلامتی در اروپا بررسی کردند که نتیجه آن افزایش 0/7 درصدی موارد مراجعه به‌دلیل بیماری‌های قلبی عروقی با افزایش 10 میکروگرم بر متر مکعب بود که در مقایسه با نتایج این مطالعه بسیار کم‌تر

5. Zalaghi E, Goudarzi G, Geravandi S, Salmanzadeh S, Mohammadi MJ. [An estimation of respiratory deaths and COPD related to SO<sub>2</sub> pollutant in Tabriz, northwest of Iran (2011) (Persian)]. *Razi Journal of Medical Sciences* 2015;22(131):44-50.
6. Mohammadi MJ, Godini H, Khak MT, Daryanoosh SM, Dobaradaran S, Goudarzi G. An Association Between Air Quality and COPD in Ahvaz, Iran. *Jundishapur J Chronic Dis Care* 2015;4(1):e26621.
7. Krzyzanowski M, Cohen A, Anderson R. Quantification of health effects of exposure to air pollution. *Occup Environ Med* 2002;59(12):791-3.
8. Goudarzi G, Geravandi S, Mohammadi MJ, Ghomaishi A, Salmanzadeh S. Cardiovascular death, Respiratory mortality and Hospital Admissions Respiratory Disease related to PM<sub>10</sub> Exposure in Ahvaz, Iran. *Iranian J Health, Safety & Environ* 2014;1(4):159-65.
9. Geravandi S, Neisi AK, Goudarzi G, Vosoughi Niri M, Mohammadi MJ. [Estimation of cardiovascular and respiratory deaths related to ozone exposure in Ahvaz, during 2011 (Persian)]. *Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences* 2015;13(11):1073-82.
10. Geravandi S, Goudarzi G, Babaei AA, Takdastan A, Mohammadi MJ, Vosoughi Niri M, et al. Health Endpoint Attributed to Sulfur Dioxide Air Pollutants. *Jundishapur J Health Sci* 2015;7(3):e29377.
11. Goudarzi G, Geravandi S, Saeidimehr S, Mohammadi MJ, Vosoughi Niri M, Salmanzadeh S, et al. [Estimation of health effects for PM<sub>10</sub> exposure using of Air Q model in Ahvaz City during 2009 (Persian)]. *Iranian Journal of Health and Environment* 2015;8(1):117-26.
12. Geravandi S, Goudarzi G, Mohammadi MJ, Taghavirad SS, Salmanzadeh S. Sulfur and Nitrogen Dioxide Exposure and the Incidence of Health Endpoints in Ahvaz, Iran. *Health Scope* 2015;4(2):e24318.
13. Taghavirad S, Davar H, Mohammadi MJ. The a study on concentration of BETX vapors during winter in the department of ports and shipping located in one of the southern cities of Iran. *Inte J Cur Life Sci* 2014;4(9):5416-20.
14. Howe T, Woltz S. Symptomology and relative susceptibility of various ornamental plants to acute airborne sulfur dioxide exposure. *Proc Fla State Hort Soc* 198194(12):1027-30.
15. Meng Z. Oxidative damage of sulfur dioxide on various organs of mice: sulfur dioxide is a systemic oxidative damage agent. *Inhal Toxic* 2003;15(2):181-95.
16. Organization WH, Europe Whorof. Air quality guidelines: global update 2005: particulate matter, ozone, nitrogen dioxide, and sulfur dioxide: World Health Organization; 2006.
17. Rogers JF, Thompson SJ, Addy CL, McKeown RE, Cowen DJ, Decouflé P. Association of very low birth weight with exposures to environmental sulfur dioxide and total suspended particulates. *Am J Epid* 2000;151(6):602-13.
18. Zallaghi E, Geravandi S, Nourzadeh Haddad M, Goudarzi G, Valipour L, Salmanzadeh S, et al. Estimation of Health Effects Attributed to Nitrogen Dioxide Exposure Using the AirQ Model in Tabriz City, Iran. *Health Scope* 2015;4(4):e30164.
19. Goudarzi G, Geravandi S, Salmanzadeh S, Mohammadi MJ, Zallaghi E. The Number of Myocardial Infarction and Cardiovascular Death Cases Associated with Sulfur Dioxide Exposure in Ahvaz, Iran. *Arch Hyg Sci* 2014;3(3).
20. Goudarzi G, Geravandi S, Foruozaandeh H, Babaei AA, Alavi N, Niri MV, et al. Cardiovascular and respiratory mortality attributed to ground-level ozone in Ahvaz, Iran. *Environ Monit Assess* 2015;187(8):1-9.
21. Goudarzi G, Geravandi S, Mohammadi MJ, Salmanzadeh S, Vosoughi M, Sahebalzamani M. The relationship between air pollution exposure and chronic obstructive pulmonary disease in Ahvaz, Iran. *Chronic Dis J* 2015;3(1):14-20.
22. Goudarzi G, Geravandi S, Mohammadi MJ, Vosoughi M, Angali KA, Zallaghi E, et al. Total number of deaths and respiratory mortality attributed to particulate matter (PM<sub>10</sub>) in Ahvaz, Iran during 2009. *Int J Environ Health Eng* 2015;4(1):33.
23. Geravandi S, Goudarzi G, Vosoughi M, Mohammadi MJ, Salmanzadeh S, Zallaghi E. Relationship between Particulate matter less than 10 microns exposures and health effects on humans in Ahvaz, Iran. *Arch Hyg Sci* 2015;4(2):23-32.
24. Geravandi S, Mohammadi MJ, Goudarzi Gh AAK, Neisi A, Zalaghi E. [Health effects of exposure to particulate matter less than 10 microns (PM<sub>10</sub>) in Ahvaz (Persian)]. *Journal of Qazvin University of Medical Sciences* 2014;18(5):45-53.
25. Goudarzi G, Geravandi S, Salmanzadeh S, Mohammadi MJ, Zallaghi E. The number of myocardial infarction and cardiovascular death cases associated with sulfur dioxide exposure in ahvaz, iran. *Arch Hyg Sci* 2014;3(3):112-9.
26. Zallaghi E, Goudarzi G, Geravandi S, Mohammadi MJ, Vosoughi Niri M, Vesyi E. [Estimating the prevalence of cardiovascular and respiratory diseases due to particulate air pollutants in Tabriz air (Persian)]. *Scientific Journal of Ilam University of Medical Sciences* 2014;22(1):84-91.

27. 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.
28. Zallaghi E, Goudarzi G, Haddad MN, Moosavian SM, Mohammadi MJ. Assessing the Effects of Nitrogen Dioxide in Urban Air on Health of West and Southwest Cities of Iran. *Jundishapur J Health Sci* 2014;6(4):e23469.
29. Akramipour R, Rezaei M, Rahimi Z. Prevalence of iron deficiency anemia among adolescent schoolgirls from Kermanshah, Western Iran. *J Hematology* 2008;13(6):352-5.
30. Clarke JJ, Clark BD. Kermanshah: an Iranian provincial city. 1st ed. Durham : University of Durham 1969; 137-138.
31. Saccani E, Allahyari K, Beccaluva L, Bianchini G. Geochemistry and petrology of the Kermanshah ophiolites (Iran): Implication for the interaction between passive rifting, oceanic accretion, and OIB-type components in the Southern Neo-Tethys Ocean. *J Gond Res* 2013;24(1):392-411.
32. Liu S, Krewski D, Shi Y, Chen Y, Burnett RT. Association between gaseous ambient air pollutants and adverse pregnancy outcomes in Vancouver, Canada. *Environ Health Perspect* 2003;111(14):1773.
33. Mohammadi MJ. [Studied hygienic effects of air pollution in town Ahvaz in 2009 with model Air Q (Persian)]. MSc thesis in environmental health. Ahvaz: Public Health Faculty, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences 2009; 72-107.
34. Goudarzi G, Nadafi K, Mesdaghiniya 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 (Persian)]. PhD thesis in environmental health. Tehran: Public Health Faculty, Tehran University of Medical Sciences 2007; 54-96.
35. Sunyer J, Ballester F, Le Tertre A, 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). *Europ Heart J* 2003;24(8):752-60.