

برآورد و کمی سازی اثرات بهداشتی منتسب به آلاینده NO<sub>2</sub> در هوای شهر ارومیهحسن خرسندی<sup>۱</sup>، سیما کریم زاده<sup>۲</sup>، مینا آقائی<sup>۳</sup>، حجت کارگر<sup>۴</sup>، سعید موسوی مغانجوی<sup>۵</sup>

تاریخ دریافت ۱۳۹۴/۰۹/۱۰ تاریخ پذیرش ۱۳۹۴/۱۱/۱۵

## چکیده

**پیش‌زمینه و هدف:** ایجاد تغییر در بافت‌های کلیه، کبد و قلب و کاهش مصونیت در برابر بیماری‌های عفونی از عوارض مهم دی‌اکسید نیتروژن هوا می‌باشند. از این‌رو، مطالعه حاضر باهدف کمی سازی و برآورد اثرات بهداشتی منتسب به NO<sub>2</sub> در شهر ارومیه در سال ۱۳۹۲ انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه توصیفی-تحلیلی، اثرات بهداشتی و میزان مرگ‌ومیر منتسب به NO<sub>2</sub> بر اساس غلظت آلاینده و مواجهه افراد، پس از اعتبارسنجی غلظت‌های ساعتی آن با معیارهای WHO و پردازش‌های اولیه و ثانویه لازم، توسط نرم‌افزار استاندارد AirQ2.2.3 برآورد شدند.

**یافته‌ها:** این مطالعه نشان داد که متوسط غلظت سالیانه NO<sub>2</sub> در سال ۱۳۹۲ در شهر ارومیه تقریباً ۲/۲ برابر استاندارد ملی و رهنمود WHO می‌باشد. میزان کل مرگ منتسب به NO<sub>2</sub> در هوای شهر ارومیه حدود ۸۹ مورد، تعداد تجمعی مرگ بیماران قلبی-عروقی ۵۰ مورد و تعداد بستری در بیمارستان به علت بیماری انسداد مزمن ریوی حدود ۱۴ نفر در سال ۱۳۹۲ برآورد گردیدند.

**نتیجه‌گیری:** با عنایت به اثرات بهداشتی منتسب به آلاینده NO<sub>2</sub> در هوای شهر ارومیه، مدیریت کنترل آلودگی هوا و مهندسی ترافیک در این کلان‌شهر ضروری به نظر می‌رسد.

**واژگان کلیدی:** آلودگی هوا، ارومیه، دی‌اکسید نیتروژن، بیماری قلبی و عروقی، انسداد مزمن ریوی، مدل AirQ

مجله پزشکی ارومیه، دوره بیست و ششم، شماره دوازدهم، ص ۱۰۶۲-۱۰۵۴، اسفند ۱۳۹۴

آدرس مکاتبه: تهران، دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده بهداشت، تلفن: ۰۹۱۴۹۵۴۳۹۶۸

Email: Aghaei.mina11@yahoo.com

## مقدمه

از آلودگی هوای شهری نشان می‌دهد که حدود ۳ درصد مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی-ریوی و ۱ درصد مرگ ناشی از عفونت‌های حاد تنفسی در کودکان زیر ۵ سال به آلودگی هوا نسبت داده می‌شوند؛ که این مقادیر حدود ۰/۸ میلیون (۱/۲ درصد) مرگ‌ومیر زودرس را شامل می‌شود (۲). بسیاری از مطالعات اپیدمیولوژیکی در دهه‌های اخیر شواهدی فراهم آورده که مواجهه طولانی مدت و کوتاه‌مدت با آلاینده‌های هوا موجب عقب‌ماندگی ذهنی کودکان، اختلالات تنفسی، حملات حاد قلبی، عوارض عصبی و بینایی، کم‌خونی، افزایش مرگ‌ومیر ناشی از سکت‌های قلبی و مغزی، جهش‌های ژنی و سقط‌جنین و مرگ‌ومیر می‌شود (۱، ۳).

آلودگی هوا به‌عنوان یکی از پیامدهای توسعه شهرنشینی، افزایش فعالیت‌های صنعتی و مصرف فزاینده سوخت‌های فسیلی، علاوه بر تخریب محیط و ضررهای اقتصادی، جزء ۱۰ عامل مهم افزایش مرگ‌ومیر در دنیا شناخته شده است. به‌طوری‌که میزان مرگ‌ومیر ناشی از آن، از ۸۰۰ هزار نفر در سال ۲۰۰۰ به ۱/۳ میلیون نفر در سال ۲۰۱۰ رسیده است که در این میان، ۶۵ درصد این مرگ‌ومیرها به قاره آسیا اختصاص دارد (۱).

بر اساس اسناد منتشرشده توسط سازمان جهانی بهداشت (WHO)، یافته‌های حاصل از ارزیابی بار جهانی بیماری‌های ناشی

<sup>۱</sup> دانشیار مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت و گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه

<sup>۲</sup> کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه

<sup>۳</sup> کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

<sup>۴</sup> کارشناس بهداشت محیط، معاونت بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی ارومیه

<sup>۵</sup> کارشناس ارشد مهندسی محیط زیست، مرکز تحقیقات زیست محیطی استان آذربایجان غربی

<sup>1</sup> World Health Organization

نشان می‌دهد که کیفیت بهداشتی هوای شهر ارومیه در ۲۵ روز از سال ۱۳۹۰ از حد استاندارد تجاوز کرده بود. بر این اساس، کیفیت هوا در ۱۷ روز غیربهداشتی برای گروه‌های حساس، در ۳ روز به صورت غیربهداشتی، در ۳ روز خیلی غیربهداشتی و ۲ روز در رده خطرناک بود (۱).

هدف از این مطالعه، کمی سازی اثرات بهداشتی و برآورد تعداد کل مرگ، مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی-عروقی و تعداد موارد پذیرش در بیمارستان به علت بیماری انسداد مزمن ریوی منتسب به آلاینده دی‌اکسید نیتروژن در سال ۱۳۹۲ با استفاده از مدل AirQ<sup>۲</sup> در شهر ارومیه می‌باشد.

### مواد و روش کار

مدل AirQ یکی از معتبرترین روش‌های کمی سازی اثرات آلودگی هوا بر مبنای روش "ارزیابی خطر" بر اساس اصول آماری-اپیدمیولوژیکی می‌باشد که توسط دفتر اروپایی محیط‌زیست و سلامت WHO در سال ۲۰۰۴ ارائه شده است. این مدل کاربر را قادر می‌سازد تا اثرات بالقوه ناشی از تماس با یک آلاینده مشخص را بر انسان در یک ناحیه شهری معین طی دوره زمانی خاص ارزیابی نماید (۱۳).

در این مطالعه توصیفی-تحلیلی مقطعی که باهدف کمی سازی و مقایسه اثرات بهداشتی آلاینده دی‌اکسید نیتروژن در شهر ارومیه در سال ۱۳۹۲ با استفاده از مدل AirQ انجام شد، داده‌های خام مربوط به غلظت ساعتی آلاینده مذکور از اداره کل محیط‌زیست استان آذربایجان غربی اخذ گردید. این داده‌ها پس از اعتبار سنجی با معیارهای WHO و پردازش اولیه (شیت بندی آلاینده و یکسان سازی زمانی برای برآورد متوسط) و پردازش ثانویه (کد نویسی، محاسبه و تبدیل واحد میانگین غلظت از  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  و  $\text{ppb}$  به  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  و اصلاح شرایط دما و فشار بر اساس معادله گازهای کامل) در محیط اکسل، به منظور برآورد اثرات بهداشتی و میزان مرگ‌ومیر منتسب به آن‌ها بر اساس غلظت آلاینده و مواجهه افراد، به داده‌های مورد استفاده در نرم‌افزار AirQ2.2.3 تبدیل شدند.

در مرحله بعدی، شاخص‌های آماری مورد نیاز جهت کمی سازی اثرات بهداشتی  $\text{NO}_2$  شامل میانگین سالیانه، میانگین تابستانی، میانگین زمستانی، صدک ۹۸، ماکزیمم سالیانه، ماکزیمم فصل گرم و ماکزیمم فصل سرد غلظت آلاینده در سال ۱۳۹۲ محاسبه شدند. جمعیت در معرض آلودگی بر اساس جمعیت شهر ارومیه در سرشماری مرکز آمار ایران برای سال ۱۳۹۰ و با در نظر گرفتن نرخ رشد محاسبه شد. میزان کل مرگ، تعداد تجمعی مرگ بیماران قلبی-عروقی و تعداد بستری در بیمارستان به علت بیماری انسداد

دی‌اکسید نیتروژن، گازی خورنده و اکسیدان قوی به رنگ قرمز متمایل به قهوه‌ای است که به راحتی در غلظت بیش از  $1 \text{ppm}$  قابل رؤیت است. باین وجود، اثرات سم‌شناسی و اپیدمیولوژی  $\text{NO}_2$  بر انسان کاملاً شناخته شده نیست. این گاز، محرک مجاری تحتانی تنفسی است و مخاطرات محیطی آن، عمدتاً ناشی از اثرات تنفسی آن است. سمیت آن چندین برابر  $\text{NO}$  است بطوریکه تماس دوساعته‌ای آن با غلظت  $15 \text{ppm}$  باعث ایجاد تغییرات در بافت‌های کلیه، کبد و قلب می‌شود. کاهش وزن، کاهش مصونیت در برابر بیماری‌های عفونی نیز از عوارض آلودگی به دی‌اکسید ازت می‌باشد (۵،۴). اشخاص سالم در تماس با غلظت‌های  $5-10 \text{ppm}$  از  $\text{NO}_2$  برای مدت ۱۰-۱۵ دقیقه دچار ناهنجاری‌هایی در مسیر تنفسی می‌شوند (۴). در غلظت‌های موجود در اتمسفر،  $\text{NO}_2$  به صورت بالقوه تحریک کننده می‌باشد. دی‌اکسید نیتروژن علاوه بر تشکیل ازن فتوشیمیایی، در سطح زمین دارای اثرات بهداشتی ویژه‌ای است که اثرات مستقیم آن شامل صدمه به غشای سلولی بافت ریه و نیز محدود کردن مسیر عبور هوا می‌باشد که افراد مبتلا به آسم، تحت تأثیر این اثرات حاد قرار می‌گیرند. اثرات غیرمستقیم دی‌اکسید نیتروژن، بروز آدم یا پر شدن فضاهای بین سلولی با مایعات است که ممکن است در بخش‌های عفونی شده بدن رخ دهد (۶). وسایط نقلیه موتوری از منابع عمده انتشار آن در هوا می‌باشند (۵،۶).

در مطالعه‌ای که در شهر تهران در سال ۱۳۸۵ صورت گرفت، از بین آلاینده‌های هوا، غلظت  $\text{NO}_2$  با فوت‌شدگان بیماری قلبی-تنفسی ارتباط معنی داری داشت (۷). در سیدنی استرالیا، بین موارد اورژانسی بیماران قلبی-عروقی و دی‌اکسید نیتروژن، ارتباط معنی داری مشاهده شده است (۸). در شهر لندن، افزایش ۲/۷ درصد پذیرش بیماران قلبی-عروقی، ناشی از تماس با دی‌اکسید نیتروژن گزارش شده است (۹). گودرزی و همکاران با در نظر گرفتن شاخص خطر نسبی حد واسط، تعداد موارد مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی-عروقی منتسب به  $\text{NO}_2$  را حدود ۱۹ نفر در شهر اهواز برآورد کردند که ۷۲ درصد تعداد موارد تجمعی مرگ قلبی-عروقی در اثر تماس با  $\text{NO}_2$  طی یک سال مربوط به غلظت کم‌تر از ۹۰ میکروگرم بر مترمکعب نسبت داده شده است (۱۰). در شیراز، افزایش غلظت روزانه دی‌اکسید نیتروژن با افزایش میزان بستری شدن ناشی از بیماری انسداد مزمن ریوی ارتباط معنی داری نشان داده است (۱۱). شهر ارومیه با جمعیتی بیش از ۷۰۸۰۰۰ نفر، در شمال غربی ایران واقع شده است که عمدتاً تحت تأثیر جریان‌های هوایی مرطوب اقیانوس اطلس و مدیترانه‌ای بوده و به‌عنوان یکی از کلان‌شهرهای ایران محسوب می‌شود (۱۲). نتایج حاصل از شاخص کیفیت هوا

<sup>2</sup> Air Quality Health Impact Assessment

در طول سال ۱۳۹۲ بر اساس رهنمود اختصاصی WHO، شاخص-های آماری برای ورود به نرم افزار AirQ مطابق جدول ۱ محاسبه شدند. بر این اساس، نسبت بین تعداد داده‌های معتبر برای دو فصل گرم و سرد نباید بیش از ۲ باشد و حداقل ۷۵ درصد غلظت ساعتی دی‌اکسید نیتروژن در طول شبانه‌روز (۱۸ ساعت از ۲۴ ساعت) موجود باشد.

مزمین ریوی ناشی از تأثیر NO<sub>2</sub> در سال ۱۳۹۲ توسط نرم‌افزار AirQ برآورد شدند.

### یافته‌ها

#### الف) محاسبه شاخص‌های آماری:

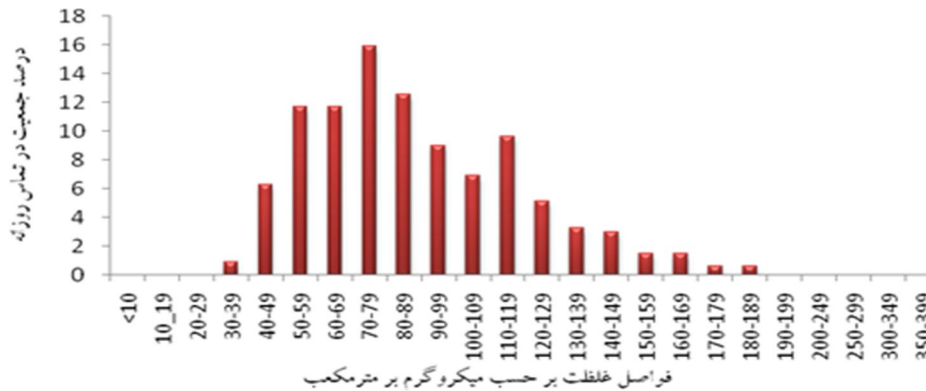
بعد از اعتبار سنجی غلظت‌های ساعتی NO<sub>2</sub> هوای شهر ارومیه

**جدول (۱): میانگین شاخص‌های آماری NO<sub>2</sub> در هوای شهر ارومیه در سال ۱۳۹۲ جهت ورود به مدل AirQ**

آلاینده	میانگین سالیانه	میانگین فصل سرد	میانگین فصل گرم	صدک	حداکثر سالیانه	حداکثر فصل سرد	حداکثر فصل گرم
NO <sub>2</sub>	۸۸/۸۰	۱۰۶/۵۶	۷۰/۸۲	۹۸	۱۶۳/۶۲	۱۸۸/۸۲	۱۱۷/۱۳

است. شکل ۲، درصد جمعیت در تماس روزانه با هر رده از غلظت دی‌اکسید ازت را نشان می‌دهد.

بررسی تغییرات میانگین سالیانه آلاینده NO<sub>2</sub> نشان داد که میزان این آلاینده در شهر ارومیه در سال ۱۳۹۲ حدود ۲/۲۲ برابر حداکثر مقدار پیشنهادی سازمان جهانی بهداشت (۴۰ µg/m<sup>3</sup>)



شکل ۲: درصد جمعیت در تماس روزانه با رده‌های مختلف غلظت NO<sub>2</sub> در شهر ارومیه در سال ۱۳۹۲

بالا (خطر نسبی ۹۵ درصد) در جدول ۳ و شکل‌های ۳ تا ۵ توسط نرم‌افزار AirQ برآورد و کمی سازی شده‌اند. شاخص‌های خطر نسبی (RR=Relative Risk) و میزان بروز پایه مورد استفاده در این مطالعه در جدول ۲ ارائه شده است.

#### ب) کمی سازی

اثرات آلاینده NO<sub>2</sub> بر سلامت انسان به صورت پیامدهای بهداشتی مرگ (تمام مرگ‌ها به‌غیر از تصادفات)، مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی عروقی، مرگ ناشی از بیماری انسداد مزمن ریوی در سه شاخص خطر نسبی پایین (خطر نسبی ۵ درصد)، مرکزی و

**جدول (۲): ریسک‌های نسبی با فاصله اطمینان ۹۵ درصد و میزان بروز پایه مورد استفاده (۱۶-۱۴)**

اثرات بهداشتی	بروز (در ۱۰۵ نفر)	RR (95% CI) per 10 µg NO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>
کل مرگ‌ومیر	۵۴۳/۵	۱/۰۰۳ (۱/۰۰۲-۱/۰۰۴)*
مرگ	۲۳۱	۱/۰۰۴ (۱/۰۰۳-۱/۰۰۵)
بیماری	۱۰۱/۴	۱/۰۰۲۶(۱/۰۰۰۶-۱/۰۰۴۴)

\* نشان‌دهنده حد بالا و پایین خطر نسبی

<sup>1</sup> Chronic obstructive pulmonary disease

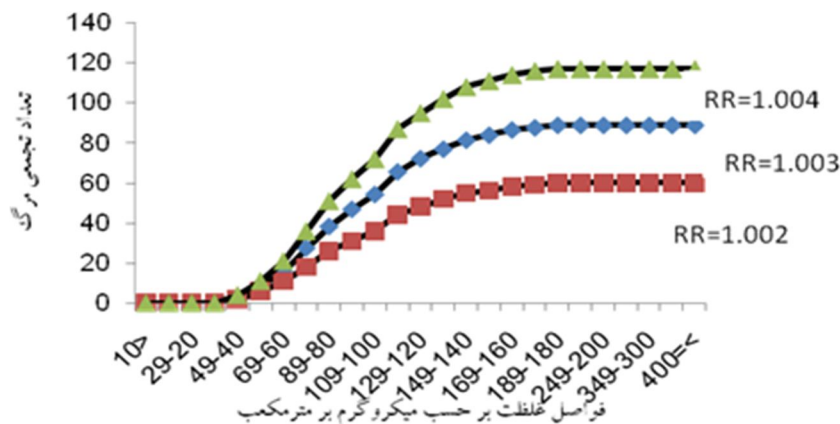
میزان کل مرگ، مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی - عروقی (CVD) و میزان بستری در بیمارستان به علت بیماری انسداد مزمن ریوی (COPD) متناسب به  $\text{NO}_2$  در جدول ۳ برآورد شده‌اند.

**جدول (۳):** تعداد موارد و درصد مرگ، مرگ ناشی از CVD، موارد بستری ناشی از COPD متناسب به آلاینده  $\text{NO}_2$  هوای شهر

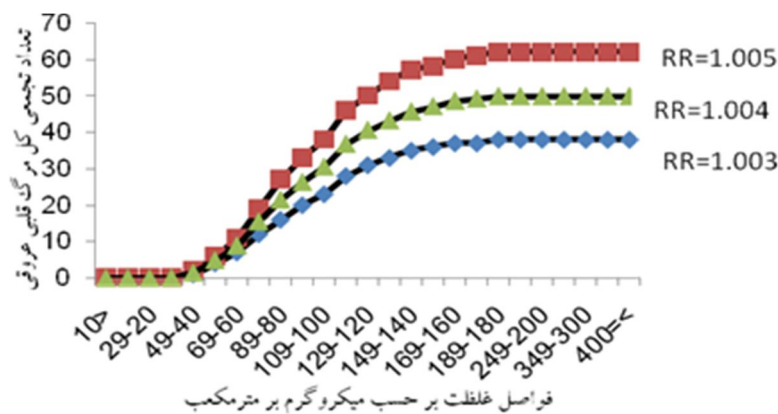
ارومیه در سال ۱۳۹۲

تعداد موارد مرگ	درصد متناسب (AP)	شاخص خطر نسبی RR (95% CI) per $\text{NO}_2$ $10\mu\text{g}/\text{m}^3$	متوسط
۸۸/۷	۲/۳۰	۱/۰۰۳	متوسط
۵۹/۶	۱/۵۴	۱/۰۰۲	پایین
۱۱۷/۳	۳/۰۴	۱/۰۰۴	بالا
تعداد موارد مرگ ناشی از CVD			
۴۹/۹	۳/۰۴۹	۱/۰۰۴	متوسط
۳۷/۷	۲/۳۰	۱/۰۰۳	پایین
۶۱/۹	۳/۷۸	۱/۰۰۵	بالا
تعداد موارد بستری ناشی از COPD			
۱۴/۴	۲	۱/۰۰۲۶	متوسط
۳/۴	۰/۴۶۹	۱/۰۰۰۶	پایین
۲۴	۳/۳۴	۱/۰۰۴۴	بالا

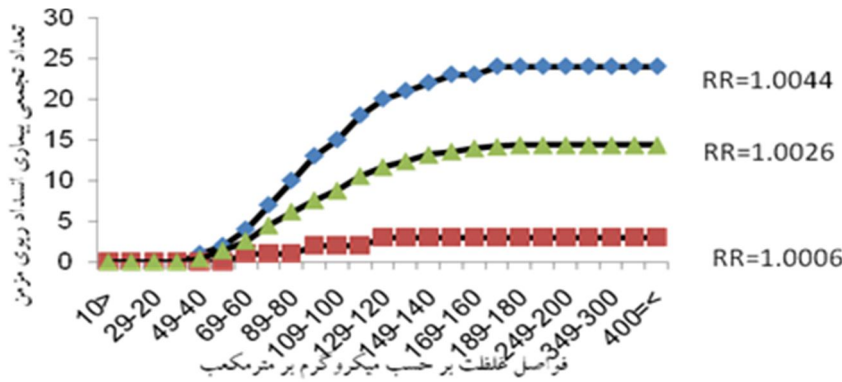
نمودارهای خروجی از نرم‌افزار AirQ در سه شاخص خطر نسبی پایین (خطر نسبی ۵ درصد)، مرکزی و بالا (خطر نسبی ۹۵ درصد)، در شکل‌های ۳ تا ۵ نشان داده شده است.



شکل (۳): تعداد تجمعی کل موارد مرگ متناسب به غلظت‌های مختلف  $\text{NO}_2$  در هوای شهر ارومیه در سال ۱۳۹۲



شکل (۴): تعداد تجمعی موارد مرگ قلبی عروقی متناسب به غلظت‌های مختلف  $\text{NO}_2$  در هوای شهر ارومیه در سال ۱۳۹۲



شکل (۵): تعداد تجمعی موارد بستری در بیمارستان به علت بیماری انسداد مزمن ریوی منتسب به غلظت‌های مختلف NO<sub>2</sub> در هوای شهر ارومیه در سال ۱۳۹۲

### بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه، تعداد موارد کل مرگ، مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی عروقی، همچنین تعداد موارد بستری در بیمارستان به علت بیماری انسداد مزمن ریوی منتسب به آلاینده دی‌اکسید نیتروژن در شهر ارومیه در سال ۱۳۹۲ با استفاده از مدل AirQ کمی سازی و برآورد گردیده است. مطالعه حاضر همانند بسیاری از مطالعات مشابه انجام شده مؤید تأثیر نامطلوب دی‌اکسید نیتروژن بر سلامت انسان است. رهنمود سالیانه و ساعتی دی‌اکسید نیتروژن طبق استانداردهای سازمان جهانی بهداشت ۴۰ و ۲۰۰ میکروگرم بر مترمکعب می‌باشد (۱۸،۱۷).

بررسی غلظت دی‌اکسید نیتروژن در شهر ارومیه در سال ۱۳۹۲ نشان داد که میانگین سالیانه NO<sub>2</sub> حدود ۲/۲۲ برابر استاندارد WHO بود.

برابر مطالعه حاضر، با افزایش هر ۱۰ میکروگرم بر مترمکعب غلظت NO<sub>2</sub>، خطر مرگ‌های قلبی-عروقی منتسب به آن، ۰/۴ درصد و خطر کل مرگ، ۰/۳ درصد و میزان بستری در بیمارستان به علت COPD حدود ۰/۲۶ درصد در سال ۱۳۹۲ افزایش یافته‌اند.

نتایج حاصل از جدول ۳ گویای این واقعیت است که با در نظر گرفتن بروز پایه ۵/۴۳ در یک صد هزار نفر، تعداد تجمعی موارد مرگ منتسب به آلاینده دی‌اکسید نیتروژن، در شاخص خطر نسبی مرکزی حدود ۸۹ مورد بوده است که حدود ۲/۳۰ درصد از کل مرگ‌های شهر ارومیه در سال ۱۳۹۲ را به خود اختصاص داده است. طبق بررسی‌های انجام شده توسط Kunzli، آلودگی هوا مسئول ۶ درصد کل مرگ‌ها یا بیش از ۴۰۰۰۰ مورد مرگ در سال در اتریش، فرانسه و سوئده بود (۱۹). در کمی سازی اثرات بهداشتی منتسب به آلاینده‌های هوا در شهر تهران که توسط ندافی و همکاران انجام شد، میزان کل مرگ منتسب به آلاینده NO<sub>2</sub>، ۱۰۵۰ مورد در شهر

تهران برآورد شد که این میزان، حدود ۲/۲ درصد از کل مرگ‌های شهر تهران (به غیر مرگ‌های ناشی از تصادفات) را به خود اختصاص داده بود (۱۶). بر اساس نتایج مطالعه‌ی گودرزی و همکاران در تعیین اثرات بهداشتی آلاینده دی‌اکسید نیتروژن با استفاده از مدل AirQ، تقریباً ۳/۴ درصد همه موارد کل مرگ‌های تنفسی و قلبی-عروقی شهر تهران، به غلظت‌های بیش از ۶۰ میکروگرم بر مترمکعب نسبت داده شد (۲۰).

با توجه به جدول ۳، تعداد تجمعی مرگ منتسب به NO<sub>2</sub> در هوای شهر ارومیه در سه شاخص نسبی پایین، حد واسط و بالا به ترتیب ۶۰، ۸۹ و ۱۱۷ نفر می‌باشد. همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود در شهر ارومیه تقریباً ۵۳ درصد موارد مرگ‌ومیر منتسب به دی‌اکسید نیتروژن، در غلظت‌های کم‌تر از ۱۰۰ میکروگرم بر مترمکعب رخ داده است و در این میان، بیشترین درصد مرگ‌ومیر منتسب به آلاینده دی‌اکسید نیتروژن در سال ۱۳۹۲ در غلظت ۷۰ تا ۷۹ میکروگرم اتفاق افتاده است. مطابق شکل‌های ۴ و ۵ بر مبنای شاخص خطر نسبی مرکزی، بیشترین موارد مرگ قلبی-عروقی و بستری به علت بیماری COPD به غلظت بین ۷۰ تا ۷۹ میکروگرم بر مترمکعب نسبت داده شده است.

برآوردهای انجام‌یافته در این مطالعه بدون محاسبه تأثیر سینرژیستی سایر آلاینده‌ها بر اثرات دی‌اکسید نیتروژن انجام شده‌اند چراکه یکی از محدودیت‌های برآورد اثرات بهداشتی منتسب به آلاینده‌های هوا از طریق اغلب مدل‌های متداول، عدم محاسبه تأثیر سینرژیستی سایر آلاینده‌ها است.

زلفی و همکاران که اثرات بهداشتی آلاینده دی‌اکسید نیتروژن را در دو شهر بوشهر و کرمانشاه برآورد و کمی سازی کردند، به ترتیب ۴ و ۳ درصد کل موارد مرگ قلبی-عروقی و تنفسی شهرهای بوشهر و کرمانشاه را به غلظت‌های NO<sub>2</sub> بیش از ۴۰ میکروگرم بر مترمکعب

نسبت دادند (۱۳).

نسبت خودرو به جمعیت در شهر ارومیه، قریب به ۳۰۰ خودرو به ازای هر هزار نفر جمعیت است که حدود ۱/۵ برابر متوسط کشوری می‌باشد. این موضوع یکی از عوامل اصلی انتشار ۲/۲۲ برابری دی‌اکسید نیتروژن در هوای شهر ارومیه در مقایسه با رهنمود سازمان جهانی بهداشت است. با این شرایط، پیش‌بینی اثرات بهداشتی منتسب به آن به‌عنوان یکی از موضوعات قابل توجه زیست‌محیطی محسوب می‌شود. بر اساس نتایج این مطالعه، میزان ۲/۳ درصد از کل مرگ‌ها، ۵۰ مورد از مرگ بیماران قلبی-عروقی و ۱۴ مورد بستری در بیمارستان به علت بیماری انسداد مزمن ریوی در سال ۱۳۹۲ بر مبنای شاخص خطر نسبی حد واسطه، به دی‌اکسید نیتروژن هوا نسبت داده شد. در این میان درصد قابل‌توجهی از عوارض ناشی از این آلاینده به غلظت‌های بین  $70-89 \mu\text{g}/\text{m}^3$  نسبت داده شده است. از این رو، مدیریت کنترل آلودگی هوای این کلان‌شهر خصوصاً مهندسی ترافیک ضروری به نظر می‌رسد.

### تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از طرح تحقیقاتی "برآورد اثرات بهداشتی آلودگی هوای شهر ارومیه در سال ۱۳۹۳" در مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی ارومیه می‌باشد. بدین‌وسیله از حمایت‌های مالی معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی ارومیه و همکاری اداره کل محیط‌زیست و اداره کل هواشناسی استان آذربایجان غربی در خصوص تهیه اطلاعات اولیه تشکر و قدردانی می‌نماید.

طبق جدول و شکل ۴، تعداد تجمعی مرگ قلبی-عروقی ناشی از تماس با آلاینده  $\text{NO}_2$  در شاخص خطر نسبی حد واسطه در شهر ارومیه در سال ۱۳۹۲ حدود ۵۰ مورد برآورد گردید که ۲۵ درصد آن به غلظت‌های  $70-89 \mu\text{g}/\text{m}^3$  نسبت داده می‌شود. در این نمودار، رده‌های غلظت  $70-120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  سیر افزایشی محسوس‌تری نسبت به سایر فواصل غلظتی داشته و تقریباً ۷۴ درصد موارد مرگ قلبی-عروقی در غلظت‌های زیر  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  برآورد گردید. با در نظر گرفتن شاخص خطر نسبی مرکزی، فراوانی تجمعی بستری در بیمارستان به علت بیماری انسداد مزمن ریوی ۱۴ مورد برآورد گردید.

در مطالعه انجام‌گرفته در کانادا توسط Richard و همکارانش در سال ۱۹۹۹ میزان بستری در بیمارستان به علت بیماری COPD، حدود ۸ مورد بود که ۴۰/۴ درصد آن ناشی از تماس با آلاینده دی‌اکسید نیتروژن برآورد شده بود (۲۱). در مطالعه انجام‌شده توسط گودرزی و همکاران در شهر اهواز در سال ۱۳۸۸، موارد تجمعی مرگ قلبی‌عروقی و بیماری مزمن انسداد ریوی با توجه به برآورد حد مرکزی خطر نسبی در اثر تماس با دی‌اکسید نیتروژن طی یک سال به ترتیب ۱۹ و ۷ نفر بودند (۲۲). در مطالعه انجام‌شده در پنج کلان‌شهر ایران نیز، دی‌اکسید نیتروژن بیشترین اثرات سوء را در شهرهای اصفهان و مشهد داشت که دلیل آن برخی موارد همچون افزایش ترافیک شهری و مصرف بالای سوخت، بالا بودن تعداد خودروها می‌باشد (۲۳). در این مطالعه، تعداد تجمعی موارد مرگ منتسب به آلاینده  $\text{NO}_2$ ، در شهرهای مشهد، تبریز، شیراز، اصفهان و اراک به ترتیب ۲۸۳، ۱۰۱، ۱۱۴، ۱۶۵ و ۶۰ مورد برآورد گردید.

### References:

1. Khorsandi H, Amini Tapouk F, Kargar H, Mousavi S. Investigation of air quality in the air of Urmia city based on AQI Index. *Urmia Med j* 2012; 23(7): 767-775. (Persian)
2. Martuzzi M, Mitis F, Iavarone I, Serinelli, M. Health Impact of  $\text{PM}_{10}$  and Ozone in 13 Italian Cities. WHO Europe, 2006. see information in: <http://www.euro.who.int/pubrequest>
3. Ghorbani M, Yunesian. Research projects in air pollution epidemiological. *Iran J Epidemiol* 2010; 5(4): 44-52. (Persian)
4. Naddafi K, Air pollution, first volume, Noavarane elm publication 2009. (Persian)
5. Tiwary A, Colls J. Air pollution: measurement, modelling & mitigation [Internet]. CRC Press; 2009 [cited 2016 Mar 12]. Available from: <http://eprints.soton.ac.uk/354523/>
6. Ghiyaseddin M. Air pollution, Sources, effects and control. Tehran: University of Tehran Publication; 2006. (Persian)
7. Mohammadi H. The relationship between climate and air pollutants of Tehran with deaths caused by cardiovascular disease. *Geographical Res* 2006, 58, 47-66.

8. Jalaludin B, Morgan G, Lincoln D, Sheppard V, Simpson R, Corbett S. Associations between ambient air pollution and daily emergency department attendances for cardiovascular disease in the elderly (65+ years), Sydney, Australia. *J Expo Sci Environ Epidemiol* 2006;16(3):225-37.
9. Poloniecki J, Atkinson R, Ponce de Leon A. Daily time series for cardiovascular hospital admissions and previous day's air pollution in London, UK. *Occup Environ Med* 1997; 54; 353-540.
10. Goudarzi G, Mohammadi MJ, Ahmadi Angali K, Mohammadi B, Soleimani Z, Babaei A.A, Neisi A, Geravandi S. Estimation of Number 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. *Iran J Health Environ* 2013; 6: 1.
11. Gharechahi E, Mahvi AH, Amini H, Nabizade R, Akhlaghi AA, Shamsipour M, Yunesian M, Health impact assessment of air pollution in Shiraz, Iran: a two-part study. *J Environ Health Sci Engineering* 2013;11:11.
12. Gasmati B, Manafi M, Dorostcar J, Karimi M, Cargar B. Western Azerbaijan province study. Tehran: Education Ministry; 2012. (Persian)
13. Zalaghi E. Survey of health Effects of Air Pollution Ahvaz, Bushehr and Kermanshah with Use of AIRQ Model. (Dissertation). Ahvaz: Islamic Azad University, Science and Research Branch, Ahvaz, Iran; 2010. (Persian)
14. Fattore E. Human health risk in relation to air quality in two municipalities in an industrialized area of Northern Italy. *Environ Res* 2011. 111(8): 1321-7.
15. Samoli E, Aga E, Touloumi G, Nisiotis K, Forsberg B, Lefranc A, et al. Short-term effects of nitrogen dioxide on mortality: an analysis within the APHEA project. *Eur Respir J* 2006; 27, 1129-38.
16. Naddafi K. Health impact assessment of air pollution in megacity of Tehran, Iran. *Iran J Environ Health Sci Engin* 2012. 9(1): 1-7.
17. World Health Organization. WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide: Summary of risk assessment, Global update. World Health Organization 2005. (Available at: [www.euro.who.int/document/e90038.pdf](http://www.euro.who.int/document/e90038.pdf)); p:16-7.
18. Kermani M. Investigation of TSP and PM10 concentration and their components in air around the Shariati hospital. (Dissertation). Tehran: school of public health, Tehran University of medical sciences; 2002-2003. (Persian)
19. KuEnzli N. Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment. *Lancet* 2000. 356(9232): 795-801.
20. Goudarzi G, Naddafi 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. (Dissertation). Tehran: Tehran University of Medical Sciences; 2007. (Persian)
21. Burnett RT, Smith-Doiron M, Stieb D, Cakmak S, Brook JR. Effects of particulate and gaseous air pollution on cardiorespiratory hospitalizations. *Arch Environ Health: Int J* 1999;54(2):130-9.
22. Goudarzi G, Mohammadi MJ, Ahmadi K, Mohammadi B, Soleimani Z, Babaei A, Neissi A, Geravand S. Estimation of Number 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. *Iran J Health Environ* 2013;6(1). (Persian)
23. Bahrami Asl F, Kermani M, Aghaei M, Karimzadeh S, Salahshour Arian S, Shahsavani A, et al.

Estimation of Diseases and Mortality Attributed to  
NO2 pollutant in five metropolises of Iran using AirQ

model in 2011-2012. J Mazandaran Univ Med Sci  
2015; 25(121): 239-49. (Persian)



## ESTIMATION AND QUANTIFICATION OF HEALTH EFFECTS ATTRIBUTED TO NO<sub>2</sub> POLLUTANT IN THE AIR OF URMIA, IRAN

Hassan Khorsandi<sup>1</sup>, Sima Karimzade<sup>2</sup>, Mina Aghaei<sup>3\*</sup>, Hojat Kargar<sup>4</sup>, Saeed Mousavi Moghanjooghi<sup>5</sup>

Received: 1 Dec , 2015; Accepted: 4 Feb , 2016

### Abstract

**Background & Aims:** Nitrogen dioxide can cause changes in the tissues of kidney, liver, and heart and also may weaken the immune system against infectious diseases. Thus, the present study was conducted with the aim of quantifying and estimating health effects attributed to NO<sub>2</sub> pollutant in Urmia city in 2013.

**Materials & Methods:** In this descriptive-analytical study, after validating the hourly concentration of NO<sub>2</sub> according to the standards of WHO along with required primary and secondary processing, the health effects and related mortality rates were estimated by the standard software of AirQ2.2.3 based on the pollutant concentration and the exposure of people.

**Results:** The results of this study indicated that the average annual concentration of NO<sub>2</sub> in Urmia city was approximately 2.2 times greater than national standards and WHO guidelines. The total mortality, the cumulative number of mortality due to CVD, and the cumulative number of HA-COPD were estimated to be 89, 50, and 14 cases in 2013, respectively.

**Conclusion:** With regard to the health effects attributed to nitrogen dioxide pollutants in the air of Urmia city, the management of air pollution control and traffic engineering is absolutely necessary for this metropolis.

**Keywords:** Air pollution, Urmia, Nitrogen dioxide, Cardiovascular disease, Chronic obstructive pulmonary disease, AirQ model

**Address:** Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

**Tel:** +989149543968

**Email:** Aghaei.mina11@yahoo.com

SOURCE: URMIA MED J 2016; 26(12): 1062 ISSN: 1027-3727

<sup>1</sup> Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Public Health, Urmia University of Medical Sciences, Urmia, Iran

<sup>2</sup> Master in Environmental Health Engineering, Faculty of Public Health, Urmia University of Medical Sciences, Urmia, Iran

<sup>3</sup> Master in Environmental Health Engineering, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran (Corresponding Author)

<sup>4</sup> B.Sc. in Environmental Health, Deputy Of Health, Urmia University of Medical Sciences, Urmia, Iran

<sup>5</sup> Master in Environmental Engineering, Environmental Research Center of West Azerbaijan, Urmia, Iran