

کمی سازی اثرات ناشی از آلاینده‌ی ازن بر سلامت مردم در هوای کلان‌شهر تبریز با استفاده از مدل AIRQ

محمد قنبری قوزیکلی^{۱*}، محمد مسافری^۲، کاظم ندافی^۳

تاریخ دریافت 1393/01/25 تاریخ پذیرش 1393/03/30

چکیده

پیش‌زمینه و هدف: اثرات بهداشتی ناشی از آلودگی هوا روزبه‌روز افزایش یافته و نگرانی‌های زیادی را به همراه دارد. ازن تروپوسفری یکی از آلاینده‌هایی است که عمدتاً از طریق تنفس وارد بدن می‌شود. این گاز می‌تواند عوارض تنفسی نظیر کاهش ظرفیت ریه، آسم، احتقان بینی و عوارض دیگری همچون احساس سوزش در چشم و کاهش ایمنی بدن در مقابل بیماری‌های عفونی را در پی داشته باشد. به لحاظ اینکه تبریز (واقع در شمال غرب ایران) یکی از شهرهای بزرگ آلوده ایران می‌باشد در این مطالعه اثرات بهداشتی ناشی از آلاینده ازن تروپوسفری در آن مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: داده‌های یک‌ساله مربوط به دستگاه‌های سنجش آلاینده‌های هوای مستقر در نقاط مختلف شهر تبریز، به‌صورت خام از اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان آذربایجان شرقی دریافت گردید. پس از پردازش اولیه، تبدیل واحدهای حجمی به وزنی با اعمال دما و فشار، پردازش ثانویه و فیلترینگ نهایی، داده‌ها وارد نرم‌افزار AirQ2.2.3 شده و در نهایت اثرات بهداشتی ناشی از مواجهه با گاز ازن (از جمله میزان مرگ‌ومیر، بیمارهای ریوی، قلبی و عروقی) محاسبه گردید.

یافته‌ها: مقدار خطر نسبی، درصد جزء یا نسبت منتسب و تعداد موارد کل مرگ منتسب به ازن با استفاده از مدل در حد متوسط به ترتیب ۱/۰۰۴۶، ۲/۳۸۵۶ درصد و ۳۵۰ نفر برآورد گردید. حداکثر متوسط یک‌ساعته سالیانه و صدک ۹۸ گاز ازن تروپوسفری در هوای شهر تبریز به ترتیب ۶۳/۲۱ و ۹۹/۰۶ میکروگرم در مترمکعب است.

بحث و نتیجه‌گیری: ۲/۴ درصد متوسط موارد مرگ طبیعی، ۱/۰۲ درصد مرگ قلبی عروقی، ۰/۲۷ درصد موارد مرگ ناشی از بیماری تنفسی، ۰/۳ درصد پذیرش بیمارستانی بر اثر بیماری تنفسی منتسب به گاز ازن با غلظت بالای ۱۰ میکروگرم در مترمکعب می‌باشد. این مطالعه نشان داد آلودگی هوای کلان‌شهر تبریز تا حدودی با آلودگی هوای پایتخت ایران برابری کرده و توجه هرچه بیشتر مسئولین ذی‌ربط برای اعمال اقدامات پیشگیرانه و کنترلی را می‌طلبد.

واژه‌های کلیدی: ازن، مدل AirQ، کمی سازی، اثرات بهداشتی

مجله پزشکی ارومیه، دوره بیست و پنجم، شماره ششم، ص ۵۳۰-۵۲۱، شهریور ۱۳۹۳

آدرس مکاتبه: تبریز، آخر خیابان ثقه‌الاسلام، مرکز بهداشت استان آذربایجان شرقی، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تلفن: ۰۴۱۱-۲۳۳۰۲۹۸

Email: MGhanbary@razi.tums.ac.ir

مقدمه

سازمان جهانی بهداشت و سایر گروه‌ها و انجمن‌ها، استفاده از داده‌ها و اطلاعات این مطالعات را در شکل‌گیری خط‌مشی‌ها و سیاست‌های زیست‌محیطی آغاز کرده‌اند. برآورد کمی اثرات آلودگی هوا بر روی بهداشت عمومی را می‌توان از آن جمله نام برد (۸-۱۰) که در میان اعضاء و گروه‌های مختلف سیاسی و تصمیم‌گیر به شدت رو به افزایش یافته و برآوردها می‌تواند

امروزه بحث آلودگی هوا یک موضوع مهم در ارتباط با بهداشت و سلامتی انسان‌ها مطرح است. مطالعات اپیدمیولوژیکی بیش از یک دهه گذشته در اروپا و سراسر جهان، افزایش مرگ‌ومیر و بیماری‌های مرتبط با آلودگی هوا را نشان می‌دهد (۱، ۲). همچنان که شواهد اثرات بهداشتی ناشی از آلودگی هوا روزبه‌روز رو به افزایش گذاشته است (۳-۷)، دولت‌های اروپایی و

^۱ دانشجوی دکتری تخصصی مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران (نویسنده مسئول)

^۲ دانشیار دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تبریز

^۳ استاد دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

- اثرات ازن را به شرح زیر می‌توان خلاصه کرد:
- ۱- تغییرات در بافت‌های تنفسی بدن شامل نایژه- نایزک، تنگی نفس و فیبری شدن جدار در تماس طولانی‌مدت با غلظت بین ۰/۲ تا ۱ پی پی‌ام.
 - ۲- تغییر در عملکرد ریه در تماس با غلظت ۰/۳ پی پی‌ام در مدت ۲ ساعت.
 - ۳- حساسیت در برابر عفونت‌های باکتریایی در مواجهه ۳ ساعته با ۰/۸ پی پی‌ام.
 - ۴- تأثیر بر حجم هوای خروجی که با فشار بر ریه‌ها خارج می‌شود.
 - ۵- تغییر در ساختمان پروتئین ریه بعد از یک ساعت تماس با غلظت ۱ پی پی‌ام.
 - ۶- تغییرات بیوشیمیایی در ریه و سایر اعضا پس از ۴ ساعت تماس با غلظت ۳ تا ۶ پی پی‌ام.

در جدول شماره ۱ غلظت‌های ازن مسبب ۵ درصد کاهش FEV₁، نشان داده شده است. مقدار رهنمود کیفیت هوا برای میانگین ۸ ساعته ازن $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ تعریف شده است. همچنین سطح اول هدف موقت (میان‌مدت) (IT-1) برای ازن $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ است که اثرات ناشی از این میزان به صورت اختلال در کارکرد ریه و التهاب آن برای جوانان ورزشکار در آزمایش‌های اتاقک کنترل شده به ثبت رسیده است. اثرات مشابهی هم در اردوهای تابستانی به‌ویژه در بچه‌های در حال ورزش دیده شده است (۱۷-۱۹). همچنین در تحقیق انجام‌یافته در تهران ملاحظه شد که به ازای هر $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ افزایش در غلظت ازن تروپوسفری میزان خطر مرگ ناشی از مواجهه با آن ۰/۵۱ درصد افزایش نشان می‌دهد (۱۶).

جدول (۱): غلظت‌های ازن مسبب ۵ درصد کاهش FEV₁ برحسب (۱۷)ppb

وضع	۲ ساعت	۲ ساعت	۶/۶ ساعت	۲/۵ ساعت
انسان	ملايم	شدید	ملايم	خیلی شدید
معمولی	۳۰۰	۲۵۰	۷۰	۱۶۰
حساس	۱۵۰-۱۰۰	۱۲۰-۸۰	-	-

شهر تبریز با جمعیتی بالغ بر یک و نیم میلیون نفر، چهارمین شهر پرجمعیت ایران پس از شهرهای تهران، مشهد و اصفهان محسوب می‌گردد. این شهر به دلیل وجود بسیاری از کارخانه‌های مادر و بزرگ صنعتی در آن و ورود بیش از ظرفیت خودروهای

اطلاعات مهمی را در اختیار مقامات و تصمیم گیران بهداشتی قرار دهد (۱۱، ۱۲). ازن یک اکسیدان بسیار قوی است که شاخص اکسیدان‌های فوتوشیمیایی بوده و به‌عنوان آلاینده ثانویه در هوا مطرح است. ازن از طریق تمیزکننده‌های هوا^۱، لامپ‌های UV، ماشین‌های فتوکپی و پرینترهای لیزری در محیط‌های بسته تولید و منتشر می‌شود ولی در اتمسفر به‌وسیله واکنش‌های فوتوشیمیایی در حضور نور خورشید و آلاینده‌های پیش ساز نظیر اکسیدهای نیتروژن (NO_x) و ترکیبات آلی فرار (VOC_s) به وجود می‌آید. بزرگ‌ترین منابع انتشار این پیش سازها نیروگاه‌های با سوخت زغال سنگ و بخش حمل‌ونقل می‌باشد. ازن همچنین با NO_x واکنش می‌دهد و پس از تخریب به سمت زمین نشست می‌یابد. به نظر می‌رسد غلظت ازن با سایر انواع اکسیدان‌های فوتوشیمیایی سمی منتشره از منابع مشابه مثل پراکسی استیل نیترات، اسید نیتریک و پراکسید هیدروژن ارتباط داشته باشد. غلظت ازن در شهرها متغیر بوده و معمولاً وابسته به اشعه خورشید و غلظت NO₂ می‌باشد. در بعضی شهرهای اروپایی غلظت یک‌ساعته بالاتر از ۰/۱۸ پی پی‌ام بوده است. اقدامات کنترلی برای تعدیل میزان ازن تروپوسفری عمدتاً بر انتشار گازهای پیش ساز ازن متمرکز است. (۱۳-۱۵).

راه ورود ازن به بدن بیشتر از طریق تنفس بوده و معمولاً حدود ۴۰ درصد آن در بینی و حنجره جذب‌شده و ۶۰ درصد آن به عمق ریه نفوذ می‌کند. حقایق زیر در مورد دریافت ازن بر دستگاه تنفسی به اثبات رسیده است:

- ۱) ازن می‌تواند در هر قسمت از بافت ریه نفوذ کند که خود، بستگی به غلظت اولیه آن دارد.
 - ۲) حداکثر دوز در سطوح بافت در منطقه بین نایژه و حبابچه‌ها می‌باشد.
 - ۳) جزء مختصری از ازن وارد خون می‌شود.
 - ۴) افزایش کمی در مقدار برداشت روی نای و نایژه‌ها (تراکتوبرونشیا) اثر کمی داشته ولی اثر محسوسی روی قسمت اصلی ریه دارد (۱۵، ۱۶).
- به‌طور کلی دو مکانیسم برای تأثیر ازن شناخته شده است:
- الف- اکسیداسیون گروه سولفیدریل، آمینواسیدها، آنزیم‌ها، کوآنزیم‌ها، پروتئین‌ها و پپتیدها
- ب- اکسیداسیون اسیدهای چرب اشباع نشده به پراکسیدهای اسید چرب

غشاها هم از پروتئین و هم چربی تشکیل شده‌اند و به همین دلیل هدف مناسبی برای حمله ازن هستند.

¹ Air cleaners

این کمی‌سازی با استفاده از نرم‌افزار Air Quality Health Impact Assessment (AirQ) انجام شد. این نرم‌افزار توسط دفتر اروپایی محیط‌زیست و سلامت سازمان بهداشت جهانی در سال ۲۰۰۴ ارائه و در کمی‌سازی اثرات بهداشتی آلودگی هوا کاربرد دارد. نرم‌افزار از دو مدول کمی‌سازی و جداول عمر تشکیل شده است که در این مطالعه از مدول کمی‌سازی استفاده شده است. در کاربرد مدل برای محاسبه جزء منتسب (AP)^۱ از خطر نسبی (RR)^۲ و بروز پایه (BI)^۳ برای هر پیامد بهداشتی استفاده می‌گردد. با این توصیف فرض شده است که یک ارتباط علیتی میان تماس یا مواجهه و پیامد بهداشتی وجود دارد و عوامل مداخله‌کننده تأثیری بر این ارتباط ندارند.

یافته‌ها

تعداد روزهای آلودگی متناظر با غلظت آلاینده ازن، متوسط حداکثر یک‌ساعته سالیانه و میانگین حداکثر غلظت یک‌ساعته آن در زمستان و تابستان در تمامی ایستگاه‌ها و در آن دسته از ایستگاه‌هایی که بالاترین و پایین‌ترین غلظت را نشان داده‌اند محاسبه و در جدول شماره ۲ آورده شده است. به‌نحوی که ابتدا شاخص‌های موردنیاز مدل از داده‌های خام کیفیت هوا استخراج و سپس پیامدهای بهداشتی مرتبط با هر آلاینده توسط مدل موردمحاسبه قرار گرفته است. بر اساس جدول شماره ۱، حداکثر متوسط یک‌ساعته سالیانه ازن در مجموع ایستگاه‌های سنجش آلاینده‌های هوای شهر تبریز ۶۲/۲۱ میکروگرم در مترمکعب بوده و بیشترین مقدار مربوط به ایستگاه راسته کوچه واقع در مرکز و کمترین مقدار مربوط به ایستگاه باغشمال واقع در جنوب شرقی شهر می‌باشد.

جدول (۲): شاخص‌های موردنیاز مدل برای ازن برحسب

میکروگرم در مترمکعب			
پارامتر	راسته	باغشمال	تبریز
	کوچه	(کمترین)	
	(بیشترین)		
متوسط حداکثر ۱ ساعته سالیانه	۷۱/۹	۴۸/۶۱	۶۳/۲۱
متوسط حداکثر ۱ ساعته تابستان	۷۵/۹۷	۵۱/۲۹	۶۶/۸۲
متوسط حداکثر ۱ ساعته زمستان	۷۲/۴۶	۴۷/۲۹	۶۷/۰۵
صدک ۹۸ (یک‌ساعته سالیانه)	۱۴۳/۷۱	۸۰/۱۱	۹۹/۰۶

جدید به چرخه تردد شهری، به‌عنوان دومین شهر آلوده پس از تهران به‌شمار می‌رود. از طرف دیگر باوجود تغییرات دمایی زیاد در جو تروپوسفر در سال‌های اخیر و رشد فزاینده دما در آن، نگرانی‌هایی را در رابطه با آلاینده‌های هوا به‌ویژه آلودگی‌های مرتبط با گاز ازن می‌تواند به همراه داشته باشد. فلذا با توجه به اهمیت بهداشتی موضوع در این مطالعه به کمی‌سازی و بررسی اثرات بهداشتی ناشی از آلاینده ازن در هوای کلان‌شهر تبریز پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

در این کمی‌سازی اثر آلودگی هوا به بررسی وضعیت آلودگی هوای شهر تبریز در قالب چارچوب تعریف شده پرداخته شده است. بدین منظور از مدل AirQ 2.2.3 در این مطالعه استفاده گردیده است. اطلاعات مربوط به ازن به‌صورت فایل اکسل از سازمان حفاظت محیط‌زیست استان آذربایجان شرقی دریافت گردید. اطلاعات اخذشده دربرگیرنده ۶ ایستگاه سنجش آلودگی هوای موجود در شهر تبریز به نام‌های آبرسان، باغشمال، مرکز بهداشت، حکیم نظامی، راه‌آهن و راسته کوچه بود که به دلیل ایجاد وقفه طولانی‌مدت در ثبت داده‌ها و به حدنصاب نرسیدن آن، اطلاعات در سه ایستگاه آبرسان، مرکز بهداشت و حکیم نظامی بالاجبار داده‌های مربوط به آن‌ها کنار گذاشته‌شده و درواقع بررسی‌های لازم بر اساس داده‌های سه ایستگاه سنجش آلودگی هوا به نام‌های باغشمال، راه‌آهن و راسته کوچه انجام یافت. از آنجاکه ایستگاه‌های سنجش آلودگی سازمان حفاظت محیط‌زیست فاقد حس‌گر دما بودند از سازمان هواشناسی استان اطلاعات دمایی کل روزهای سال دریافت گردید.

به‌منظور تهیه فایل ورودی مدل از داده‌های خام، مراحل مربوط به تصحیح دما و فشار برای انطباق با واحد موردنیاز مدل (جرم به حجم)، پردازش اولیه و پردازش ثانویه به ترتیب صورت گرفت.

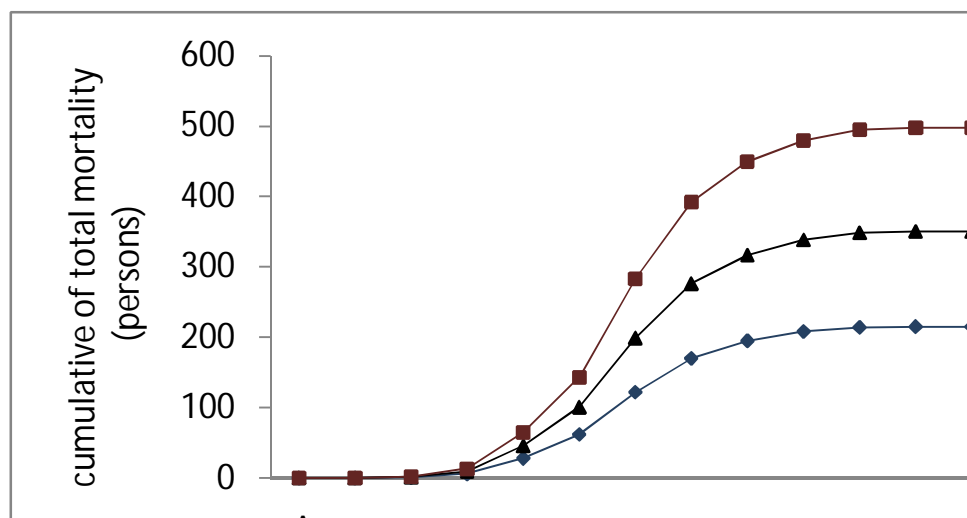
برای کمی‌سازی اثرات بهداشتی ناشی از مواجهه با گاز ازن، تعداد روزهای آلودگی متناظر با غلظت ازن، متوسط و حداکثر سالیانه و میانگین غلظت آلاینده در زمستان و تابستان در تمامی ایستگاه‌ها و در آن دسته از ایستگاه‌هایی که بالاترین و پایین‌ترین غلظت را نشان داده‌اند محاسبه گردید.

1- Attributable Proportion

2- Relative Risk

3- Based Incidence

نمودار شماره ۱ تعداد موارد فوتی ناشی از تماس با گاز ازن را در فواصل غلظتی تعیین شده ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) نشان می‌دهد.



نمودار (۱): تعداد تجمعی کل موارد مرگ ناشی از O_3 در برابر فواصل غلظت

در حد وسط به ترتیب $1/0.046$ ، $2/3856$ درصد و 350 نفر برآورد شده است.

طبق جدول شماره ۳، مقدار خطر نسبی، درصد جزء یا نسبت متناسب و تعداد موارد کل مرگ متناسب به ازن با استفاده از مدل

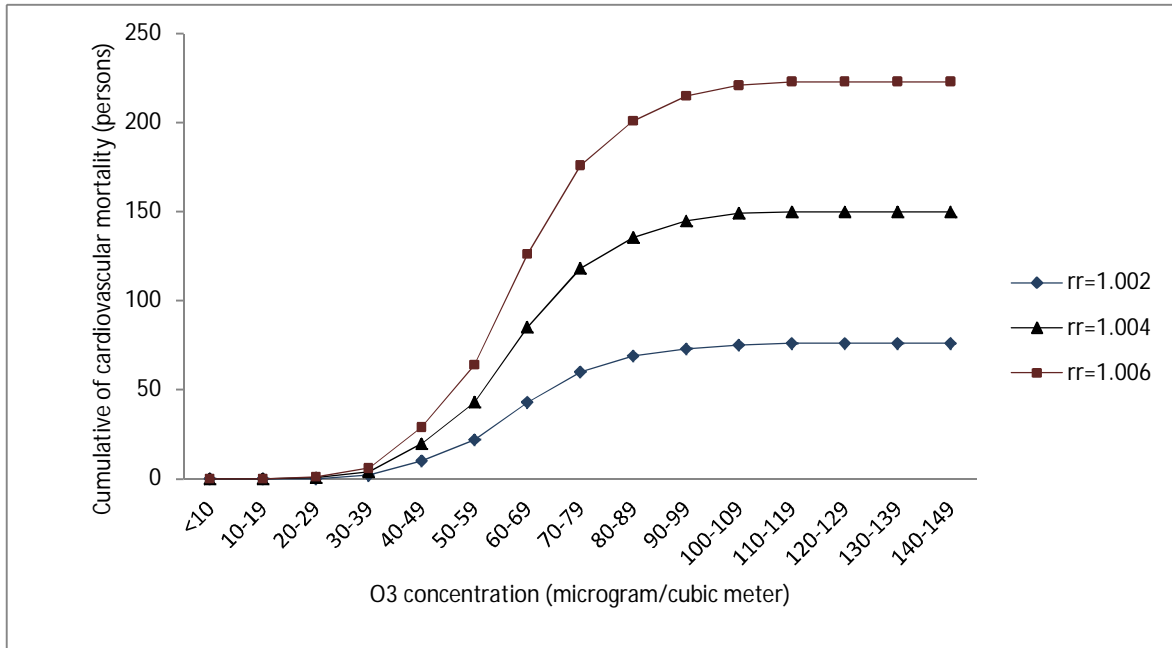
جدول (۳): برآورد خطر نسبی، جزء متناسب و موارد متناسب به ازن بر اساس پیامد بهداشتی موردنظر

Estimated number of excess cases (persons)	Estimated AP (%)	RR (High)	برآورد	پیامد بهداشتی
۲۱۵/۳	۱/۴۶۵۸	۱/۰۰۲۸	پائین	کل مرگ‌ها (BI ^۱ =۱۰۱۳)
۳۵۰/۴	۲/۳۸۵۶	۱/۰۰۴۶	حد میانی	
۴۹۷/۶	۳/۳۸۷۷	۱/۰۰۶۶	بالا	
۷۵/۸	۱/۰۵۱۴	۱/۰۰۰۲	پائین	مرگ قلبی عروقی (BI=۴۹۷)
۱۵۰	۲/۰۸۰۹	۱/۰۰۰۴	حد میانی	
۲۲۲/۶	۳/۰۸۹۲	۱/۰۰۰۶	بالا	
۱۹/۹	۲/۰۸۰۹	۱/۰۰۰۴	پائین	مرگ تنفسی (BI=۶۶)
۳۹	۴/۰۷۷	۱/۰۰۰۸	حد میانی	
۵۷/۴	۵/۹۹۳۳	۱/۰۰۱۲	بالا	
۱۷	۱/۱۵۵۳	۱/۰۰۰۲۲	پائین	بیماری مزمن انسداد ریوی (COPD) (BI=101,4)
۴۴	۲/۹۸۹۳	۱/۰۰۰۵۸	حد میانی	
۶۹/۹	۴/۷۵۶۵	۱/۰۰۰۹۴	بالا	

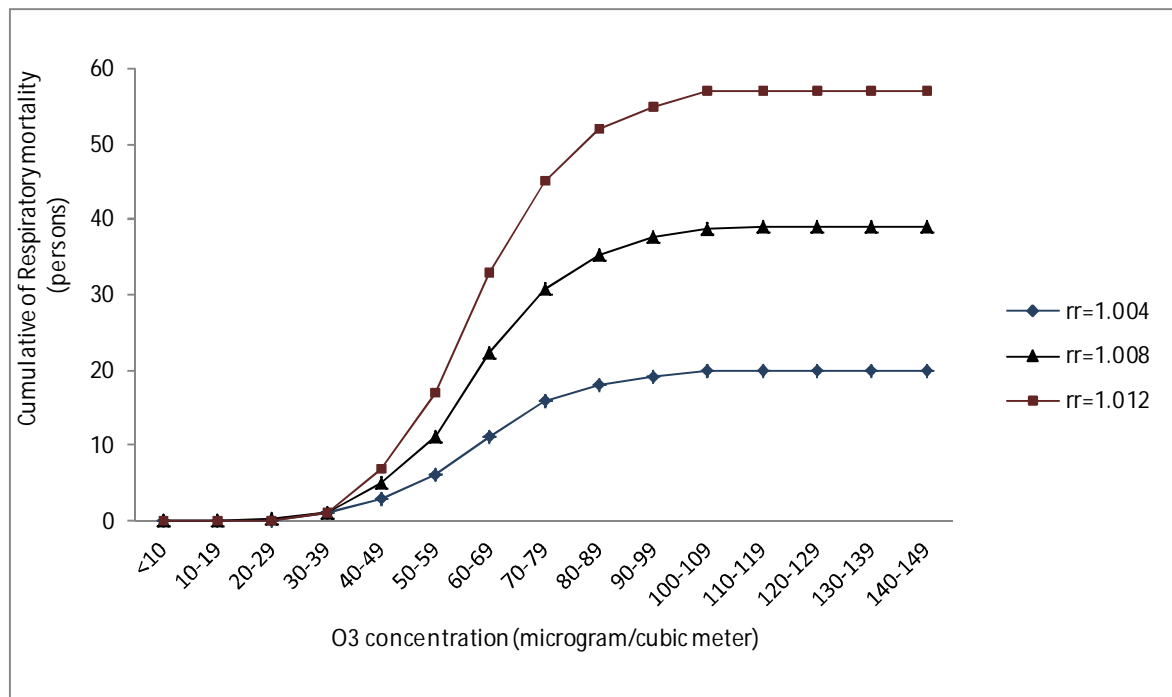
^۱ - Base Incidence

نشان می‌دهد. همچنین نمودار شماره ۴ تعداد تجمعی موارد مراجعه به بیمارستان به علت عارضه COPD ناشی از مواجهه با گاز ازن را نمایان می‌سازد.

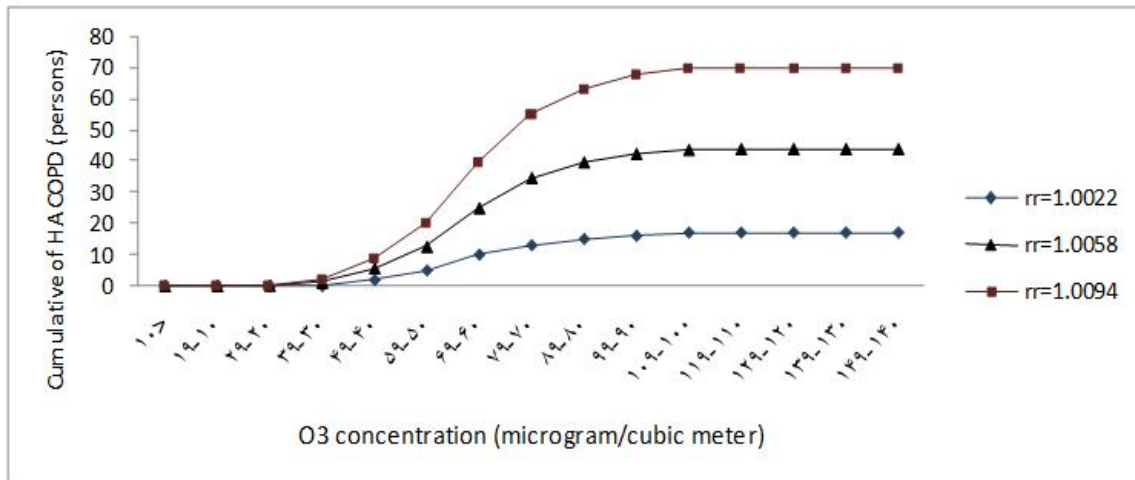
نمودارهای شماره ۲ و ۳ به ترتیب تعداد موارد مرگ به علت عارضه قلبی عروقی و موارد فوتی به دلیل بیماری تنفسی ناشی از تماس با گاز ازن را در فواصل غلظتی مشخص شده ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$)



نمودار (۲): تعداد تجمعی موارد مرگ قلبی عروقی ناشی از O₃ در برابر فواصل غلظت



نمودار (۳): تعداد تجمعی موارد مرگ تنفسی ناشی از O₃ در برابر فواصل غلظت



نمودار (۴): تعداد تجمعی موارد مراجعه به بیمارستان به علت COPD ناشی از O₃ در برابر فواصل غلظت

بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج حاصله مشخص گردید که حداکثر متوسط یک‌ساعته سالیانه، فصول تابستان و زمستان و صدک ۹۸ گاز ازن تروپوسفری در هوای شهر تبریز به ترتیب ۶۳/۲۱، ۶۶/۸۲، ۶۷/۰۵ و ۹۹/۰۶ میکروگرم در مترمکعب می‌باشد. این مقادیر در مطالعه اخیر صورت گرفته در شهر اهواز به ترتیب ۷۲/۶۲، ۸۴/۳۸، ۶۰/۵۱ و ۱۲۱/۴۴ میکروگرم در مترمکعب گزارش شده است (۲۰). حد بالا^۱ و پایین^۲ خطر نسبی برای کل مرگ ناشی از در معرض قرارگیری با ازن با غلظت مشخص شده در شهر تبریز در فاصله اطمینان^۳ ۹۵ درصد، به ترتیب برابر ۱/۰۰۲۸ و ۱/۰۰۶۶ بوده و تعداد موارد تجمعی کل مرگ با توجه به برآورد حد متوسط خطر نسبی (۱/۰۰۴۶) در اثر تماس با ازن طی یک سال حدوداً ۳۵۰ نفر می‌باشد. با این توصیف که برای جمعیت حدود یک و نیم میلیون نفری شهر تبریز انتظار می‌رود کل مرگ غیر تصادفی در سال حدوداً ۱۴۶۸۸ نفر باشد که به‌غیر از این تعداد، ۳۵۰ نفر مرگ نیز به ازن با غلظت بالای ده میکروگرم در مترمکعب نسبت داده می‌شود. به‌عبارت‌دیگر انتظار می‌رود جدا از کل مرگ غیر تصادفی در شهر تبریز، تعداد ۳۵۰ نفر مرگ منتسب به ازن بالای ده میکروگرم در مترمکعب نیز وجود داشته باشد. بنابراین بر اساس این مدل مرگ‌های ناشی از گاز ازن تروپوسفری در شهر تبریز در سال مورد مطالعه تقریباً ۲/۴ درصد کل مرگ‌ها می‌باشد. در مطالعه صورت گرفته در سال ۱۳۸۶، این مقدار معادل ۲/۲ درصد کل مرگ به وقوع پیوسته در شهر تهران بوده است (۱۷). همچنین در مطالعه گودرزی و همکاران در سال ۱۳۹۰، موارد مرگ منتسب به

ازن بالای ده میکروگرم در مترمکعب در شهر اهواز با استفاده از این مدل تعداد ۲۷۶ نفر برآورد گردیده است (۲۰). از محدودیت‌های این پژوهش می‌توان به این موضوع اشاره کرد که در برآوردهای مدل (همانند سایر مطالعات انجام‌یافته با استفاده از این روش) فرض شده است که یک ارتباط علیتی میان تماس با آلاینده مورد مطالعه و پیامد بهداشتی آن وجود داشته و عوامل مداخله‌کننده تأثیری بر این ارتباط ندارند.

به ازای هر $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ افزایش در غلظت ازن، میزان خطر مرگ حدوداً ۰/۴۵ درصد افزایش می‌یابد. بیش از ۹۵ درصد از کل مرگ‌ها در روزهایی رخ داده که غلظت ازن از $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ تجاوز نموده است و بیشترین تعداد تلفات (حدود ۲۸ درصد) در رده غلظتی $70-60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ به وقوع پیوسته است چراکه بیشترین تعداد روزهای تماس با ازن (۹۹ روز) مربوط به این فاصله غلظتی بوده و شیب زیاد منحنی در نمودار شماره ۱ تأییدی بر بالاتر بودن تعداد مرگ این ناحیه از غلظت در مقایسه با سایر نواحی می‌باشد. در تحقیق انجام‌یافته در تهران ملاحظه شد که به ازای هر $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ۱۰ افزایش در غلظت ازن میزان خطر مرگ ۰/۵۱ درصد افزایش‌یافته و حدود ۹۰ درصد از کل مرگ‌ها در روزهایی رخ داده که غلظت ازن از $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ تجاوز نکرده بود و بیشترین تعداد تلفات (حدود ۲۰ درصد) در رده غلظتی $60-50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ به وقوع پیوسته بود (۱۷). با مقایسه نتایج این مطالعه با نتایج حاصل از مطالعه انجام‌گرفته در تهران ملاحظه می‌گردد که نتایج این دو تحقیق نزدیک به هم و تا حدودی مشابه می‌باشد فلذا می‌توان گفت که آلودگی هوای کلان‌شهر تبریز با آلودگی پایتخت ایران تا حدودی برابری می‌کند.

با توجه به رابطه زیر، تعداد موارد کل مرگ ناشی از مواجهه با آلاینده ازن در طول سال مورد مطالعه برای شهر تبریز با جمعیت

¹- overestimate

²- underestimate

³- Confidence interval

۱۴۴۳۲۲۹ نفر حدوداً معادل ۲۴ نفر به ازای هر یکصد هزار نفر تعیین می‌گردد.

رابطه ۱: $(M_t / P_t) \times 100000$

M_t : تعداد کل موارد مرگ در اثر مواجهه با ازن

P_t : تعداد کل جمعیت

واحد: تعداد موارد مرگ در یکصد هزار نفر

$$350/4 = 10^5 \times 1443229 \div 24/3$$

همچنین بر اساس جدول و نمودار شماره ۲، حد بالا و پایین خطر نسبی برای مرگ قلبی عروقی در فاصله اطمینان ۹۵ درصد به ترتیب برابر ۱/۰۰۲ و ۱/۰۰۶ بوده و تعداد موارد تجمعی مرگ قلبی عروقی با توجه به برآورد حد وسط خطر نسبی (۱/۰۰۴) در اثر تماس با ازن طی یک سال ۱۵۰ نفر می‌باشد که بیش از ۹۶ درصد این تعداد مربوط به غلظت کمتر از $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ است. در مطالعه گودرز و همکاران در شهر اهواز، تعداد موارد تجمعی مرگ قلبی عروقی منتسب به ازن بالای ده میکروگرم در مترمکعب در سال ۱۳۹۰، ۱۱۸ نفر بوده است (۲۰). همچنین بیشترین تلفات ناشی از تماس با ازن در تبریز با ۴۲ مورد مرگ قلبی عروقی در رده غلظتی $70-60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ به وقوع پیوسته است. بدیهی است خطر نسبی معادل یک در ردیف غلظت کمتر از $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ به مفهوم عدم وجود اثر شناخته شده و محسوس برای این رده از غلظت است.

شاخص تعداد موارد مرگ قلبی عروقی ناشی از در معرض قرارگیری شهروندان تبریزی با گاز ازن تروپوسفری در طول سال مورد مطالعه بیش از ۱۰ نفر به ازای هر یکصد هزار نفر می‌باشد.

رابطه ۲: $(M_{ct} / P_t) \times 100000$

M_{ct} : تعداد موارد مرگ قلبی عروقی در اثر مواجهه با ازن

P_t : تعداد کل جمعیت

واحد: تعداد موارد مرگ در یکصد هزار نفر

$$150 = 10^5 \times 1443229 \div 10/4$$

با توجه به جدول شماره ۴ و نمودار شماره ۳، مقدار خطر نسبی برای مرگ تنفسی^۱ ناشی از ازن در حد مرکزی ۱/۰۰۸ (حد پایینی یا در $CI=0/05$ معادل ۱/۰۰۴ و ۱/۰۱۲ در $CI=0/95$) برآورد گردیده است. بر همین اساس، تعداد تجمعی موارد مرگ تنفسی ۳۹ نفر (۲۰ نفر در حد پایینی و ۵۷ نفر در حد بالایی در $CI=0/95$) محاسبه گردیده است. موارد مرگ ناشی از عارضه

تنفسی در خروجی نتایج مطالعه صورت گرفته در اهواز معادل ۳۱ نفر بوده است (۲۰).

شاخص تعداد موارد مرگ مرتبط با عارضه تنفسی ناشی از مواجهه با ازن در این شهر تقریباً معادل ۳ نفر به ازای هر یکصد هزار نفر می‌باشد.

رابطه ۳: $(M_{nt} / P_t) \times 100000$

M_{nt} : تعداد موارد مرگ تنفسی در اثر مواجهه با ازن

P_t : تعداد کل جمعیت

واحد: تعداد موارد مرگ در یکصد هزار نفر

$$39 = 10^5 \times 1443229 \div 2/7$$

برای موارد مراجعه در اثر بیماری مزمن انسداد ریوی (HA COPD) شاخص خطر نسبی با قاطعیت علمی قابل قبول برابر با ۱/۰۰۵۸ (۱/۰۰۲۲) در حد پایینی یا $CI=0/05$ و ۱/۰۰۹۴ در حد بالایی یا $CI=0/95$ و درصد نسبت منتسب برابر با ۲/۹۸۹۳ (۱/۱۵۵۳) در $CI=0/05$ و ۴/۷۵۶۵ در حد بالایی یعنی در فاصله اطمینان ۰/۹۵) برآورد گردیده است. در حالی که در مطالعه اخیر شهر اهواز درصد نسبت منتسب برای موارد مراجعه در اثر بیماری مزمن انسداد ریوی معادل ۳/۵۲ (۱/۳۶) در $CI=0/05$ و ۵/۵۸ در $CI=0/95$ بود و تعداد موارد پذیرش بیمارستانی ناشی از آن ۳۵ نفر برآورد گردیده بود (۲۰). همچنین با توجه به نمودار شماره ۴، تعداد موارد تجمعی این عارضه ۴۴ نفر (۱۷ نفر در حد پایینی و ۷۰ نفر در حد بالایی در $CI=0/95$) بوده و این در حالی است که بیش از ۹۶ درصد مراجعات سرپایی بیماری مزمن انسداد ریوی منتسب به ازن مربوط به روزهایی است که غلظت آن از $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ تجاوز ننموده و تا غلظت $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ هیچ‌گونه مورد مراجعه در اثر بیماری مزمن انسداد ریوی در طول یک سال مورد مطالعه در شهر تبریز صورت نگرفته است. در تحقیق انجام یافته در تهران به ازای هر $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ افزایش غلظت ازن میزان خطر این بیماری ۰/۸۶ درصد (۰/۴۴) درصد در $CI=0/05$ و ۱/۳ درصد در $CI=0/95$ (افزایش نشان می‌داد؛ و تعداد موارد تجمعی این عارضه ۲۹۹ نفر (۱۵۶ نفر در $CI=0/05$ و ۴۴۶ نفر در $CI=0/95$) بوده و این در حالی است که ۹۳ درصد مراجعات سرپایی بیماری مزمن انسداد ریوی منتسب به ازن مربوط به روزهایی بود که غلظت آن از $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ فراتر نرفته بود (۱۷).

به ازای هر $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ افزایش در غلظت ازن، میزان خطر مرگ حدوداً ۰/۴۵ درصد افزایش می‌یابد. در تحقیق انجام یافته در

² Hospital Admission COPD (HA COPD)

¹ Respiratory mortality

مسئولین ذی‌ربط برای اعمال اقدامات پیشگیرانه و کنترلی در این خصوص می‌باشد.

تشکر و قدردانی

از زحمات اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان آذربایجان شرقی در سنجش آلاینده‌های هوا و ثبت اطلاعات آن در شهر تبریز صمیمانه تشکر و سپاسگزاری می‌گردد.

تهران نیز این نتیجه حاصل شد که به ازای هر $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ افزایش در غلظت ازن میزان خطر مرگ $0/51$ درصد افزایش داشته است. با مقایسه نتایج این دو بررسی ملاحظه می‌گردد که نتایج تقریباً نزدیک به هم بوده و آلودگی هوای کلان‌شهر تبریز تا حدودی با آلودگی پایتخت ایران برابری می‌کند. بنابراین آلودگی هوای شهر تبریز به‌عنوان یک مشکل جدی تلقی گردیده و نیازمند توجه

References:

- Samet JM, Zeger SL, Dominici F, Curriero F, Coursac I, Dockery DW, et al. The National Morbidity, Mortality, and Air Pollution Study. Part II: Morbidity and mortality from air pollution in the United States. *Res Rep Health Eff Inst* 2000;94(Pt 2):5-70.
- Air quality guidelines for Europe [Internet]. 2000 [cited 2014 Aug 24]. Available from: <http://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/air-quality-guidelines-for-europe>
- Gehr P, Muhlfeld C, Rothen-Rutishauser B, Blank F. Particle – Lung Interactions, *Lung Biology in Health and Disease*; 2000;143:3-85.
- Ghaneyan MT, Ghanizadeh G. Air pollution - sources, effects and control. Tehran: Tehran University Press; 2006. (Persian)
- Zolfaghari H, Abedzadeh H. Analysis of synoptic systems in the West Iran dust. *J Geogr Dev* 2005; 3(6):173-87. (Persian)
- Bateson TF, Schwartz J. Who is sensitive to the effects of particulate air pollution on mortality: A case crossover analysis of effect modifiers. *Epidemiology* 2004; 15(2):131-2.
- Izzotti A, Parodi S, Quaglia A, Fare C, Vercelli M. The relationship between urban air pollution and shortterm mortality: Quantitative and qualitative aspects. *Eur J Epidemiol* 2000; 16(11):1027-34.
- Schwartz J. The distributed lag between air pollution and daily deaths. *Epidemiology* 2000; 11(3):320-6.
- Sunyer J, Basagana X, Belmonte J, Anto JM. Effect of nitrogen dioxide and ozone on the risk of dying in patients with severe asthma, *Thorax* 2002; 57(8):687-93.
- Pelliccioni A, Tirabassi T. Air dispersion model and neural network: A new perspective for integrated models in the simulation of complex situations. *Environ Model Software* 2006; 21(4):539-46.
- WHO. Quantification of health effects of exposure to air pollution. Report of a WHO working group, World Health Organization, Beethoven, Netherlands, 2001.
- WHO. Air quality guidelines for Europe, 2nd edition, Copenhagen. World Health Organization Regional Office for Europe, WHO Regional Publications, European Series, 2000. No. 91.
- Sanhueza PA, Reed GD, Davis WT, Miller TL. An environmental decision-making tool for evaluating ground-level ozone-related health effects. *J Air Waste Manag Assoc* 2003;53(12):1448-59.
- Colls J. *Air Pollution*, 2nd ed. London and New York: Spon Press; 2006. p 12-40, 103-140.
- Heinsohn RJ, Kabel RL. Sources and control of Air pollution. New Jersey: Prentice Hall; 1999. P 652-66.
- Goudarzi G, Naddaf K, Mesdaghinia AR. Quantifying the health effects of air pollution in Tehran and determines the third axis of the comprehensive plan to reduce air pollution in

- Tehran. (PhD Thesis). Tehran: Tehran University of Medical Sciences; 2009. (Persian)
17. Lende R, Huygen C, Jansen-Koster EJ, Knijpstra S, Peset R, Visser BF, et al. A temporary decrease in the ventilatory function of an urban population during an acute increase in air pollution. *Bull Physiopathol Respir (Nancy)* 1975;11(1):31-43.
18. Pires JCM, Sousa SIV, Pereira MC, Alvim Ferraz MCM, Martins FG. Management of air quality monitoring using principal component and cluster analysis- Part 2: CO, NO₂ and O₃. *ATMOS ENVIRON* 2008;42(6):1261-74.
19. Barros N, Borrego C, Toll I, Soriano C, Jiménez P, Baldasano JM. Urban photochemical pollution in the Iberian Peninsula: Lisbon and Barcelona airsheds. *J Air Waste Manag Assoc* 2003;53(3):347-59.
20. Zallaghi E, Alavi N, Mohammadi MJ, Saki A, Babaei AA, Goudarzi G. Cardiopulmonary Mortalities and Chronic Obstructive Pulmonary Disease Attributed to the O₃ Air Pollutant. *Arch Hug Sic* 2013; 2(2):41-51.

QUANTIFICATION OF THE HEALTH EFFECTS OF EXPOSURE TO OZONE IN TABRIZ BY USING AIRQ MODEL

Mohammad Ghanbari Ghozikali^{1*}, Mohammad Mosaferi², Kazem Nadafi³

Received: 14 Apr, 2014; Accepted: 20 Jun, 2014

Abstract

Background & Aims: Health effects of air pollution have increased recently and there are a lot of concerns. Troposphere ozone is a pollutant that mainly enters the body through the respiration. This gas cause respiratory complications (reduced lung capacity, asthma, and nasal congestion), eye burning sensation, and failure of immune defense against infectious diseases. This study was conducted to examine the hygienic effects of ozone pollution in Tabriz since it is one of the polluted Iranian metropolises.

Materials & Methods: Ozone data were taken from the Department of Environment Office of East Azerbaijan Province in Tabriz (TDOE). Conversion between volumetric and gravimetric units (correction of temperature and pressure), processing and filtering were implemented. The hygienic effects resulting from exposure to ozone gas (such as mortality rates, Respiratory diseases, cardiovascular diseases and COPD) were estimated using Air Quality Model in Tabriz.

Results: The results of this study showed that the relative risk (RR) attributed proportion (AP) and cumulative of total mortality made by the ozone were 350 persons respectively in Tabriz. O₃ (1 hour average) and 98th percentile of ozone was 63.21 and 99.06 µg/m³ respectively. About 2.4% of the cardiovascular mortalities, 0.27% of respiratory mortalities and 0.3% of the patient's hospitalization suffering from the chronic pulmonary clogging have been attributed to more than 10 micrograms per cubic meter of the ozone concentrations in Tabriz.

Conclusion: This study showed for 10 µg/m³ increase in ozone concentration, the risk of mortality increased about 0.45%. Also the results of other studies showed ozone pollution in metropolitan of Tabriz is approximately equal with Tehran. Therefore, air pollution in Tabriz must be considered as a serious problem and requires the attention of the decision makers for the control of it. The higher ozone pollutant value can depict mismanagement in urban air quality.

Keywords: Ozone, Air Quality (Air Q) Model, Quantification, Health effects

Address: Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

Tel: +98 411 2330298

Email: MGhanbary@razi.tums.ac.ir

SOURCE: URMIA MED J 2014; 25(6): 530 ISSN: 1027-3727

¹ PhD Student of Environmental Health Engineering, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran (Corresponding Author)

² Associate Professor, Environmental Health Engineering Department, National Public Health Management Center (NPMC), School of Health, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

³ Professor, Environmental Health Engineering Department, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran