

## بررسی شاخص کیفیت هوا و کمی سازی میزان مرگومیر ناشی از مواجهه با ذرات معلق کمتر از ۲/۵ میکرون شهر بوکان در سال ۱۳۹۴

مجید کرمانی<sup>۱</sup>، خالد آذر شب<sup>۲\*</sup>، محسن دولتی<sup>۳</sup>، منصور قادر پوری<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

<sup>۲</sup> مرکز تحقیقات تکنولوژی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

<sup>۳</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست، دانشکده برق، کامپیوتر و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران غرب، تهران، ایران

<sup>۴</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران  
<sup>۵</sup> استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی لرستان، خرم‌آباد، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۲/۱۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۶/۲۰

### چکیده

**زمینه و هدف:** هجوم ریزگردها به شمال غرب ایران از دهه اخیر به صورت تهدیدی جدی برای سلامت و اقتصاد مردم منطقه تبدیل شده است و خسارت جانی و مالی زیادی را ایجاد می‌کند. هدف از این تحقیق، کمی سازی میزان مرگومیر ناشی از ذرات معلق کمتر از ۲/۵ میکرون شهر بوکان در سال ۱۳۹۴ با استفاده از نرم افزار AirQ 2,2,3 می‌باشد. **مواد و روش ها:** این مطالعه توصیفی-تحلیلی در شهر بوکان انجام شد. سنجش غلظت ذرات PM 2.5 توسط دستگاه MPI01M مانیتور بتامیرایی در طول سال ۱۳۹۴ به صورت ۲۴ ساعته انجام شد و در مجموع داده‌های ۳۲۱ روز توسط دستگاه ثابت سنجش آلودگی هوای شهر ثبت شده است. اطلاعات هواشناسی از جمله سرعت و جهت باد و رطوبت نسبی از اداره هواشناسی اخذ گردید. نرم‌افزار با استفاده از داده‌های پردازش شده توسط اکسل، خطر نسبی، نرخ بروز پایه و جز منتسب را محاسبه نموده، نتیجه کار را به صورت مرگومیر نشان می‌دهد. **یافته‌ها:** بر اساس آمار ایستگاه سنجش آلودگی هوا بیشترین غلظت ساعتی PM 2.5 ۴۰۰/۵۲ میکروگرم بر مترمکعب ثبت شده و تعداد کل مرگ ناشی از تماس با PM 2.5 در سال ۹۴، ۵۰ نفر بوده است. **نتیجه‌گیری:** تعداد مرگومیر ناشی از مواجهه با آلاینده PM 2.5 در اثر هجوم ریزگردها، لزوم اقدامات فوری و اساسی را برای رفع مشکل گردوغبار، همچنین به‌کارگیری تمامی امکانات و رسانه‌های عمومی در راستای آموزش مردم در خصوص نحوه برخورد با این پدیده خطرناک را می‌طلبد.

**کلمات کلیدی:** گردوغبار، بوکان، مرگومیر، PM 2.5 و Air Q

## مقدمه

یکی از مهم‌ترین معضلات زیست‌محیطی که بسیاری از کشورهای جهان با آن روبرو هستند، معضل آلودگی هوا می‌باشد. آلودگی هوا به دلیل ایجاد آثار نامطلوب بر سلامت بشر، یکی از مهم‌ترین نگرانی‌های بهداشتی است.<sup>۱</sup> بر اساس گزارش سازمان جهانی بهداشت، ۲۴٪ بار کلی بیماری‌ها با عوامل قابل اصلاح زیست‌محیطی نسبت داده می‌شود که یکی از این عوامل، مواجهه با آلودگی هواست.<sup>۳</sup> تحقیقات علمی انجام‌شده طی دو دهه اخیر نشان داده است که ذرات، از آلاینده‌های اصلی از دیدگاه مخاطرات بهداشت عمومی و سلامت می‌باشند. سازمان جهانی بهداشت برآورد نموده است که هزینه سالیانه صرف شده برای بخش سلامت و بهداشت ناشی از آلودگی هوا در اتریش، فرانسه و سوئیس حدود ۳۰ میلیارد پوند بوده و مرگ‌های ناشی از آلودگی هوا معادل ۶٪ از کل مرگومیر است. تنها در ایالات متحده آمریکا، هزینه بهداشتی سالیانه غلظت بالای ذرات ۲۳ میلیارد پوند برآورد شده است.<sup>۴</sup> ذرات با قطر کوچک‌تر و مساوی ۲/۵ میکرون به‌صورت جدی بر سلامتی تأثیر گذاشته، مرگ ناشی از بیماری‌های تنفسی، قلبی و عروقی و سرطان ریه را افزایش می‌دهد. در مواجهه‌های طولانی‌مدت باعث افزایش ۶٪ مرگومیر به ازای افزایش هر ۱۰ میکروگرم بر مترمکعب در غلظت آن می‌شود. به ازای همین میزان افزایش بیماری‌های قلبی، عروقی با میزان ۱۲٪ و سرطان ریه به میزان ۱۴٪ افزایش می‌یابد.<sup>۵</sup> همچنین گردوغبار باعث آلودگی آب آشامیدنی و در نتیجه بیماری‌های گوارشی از این طریق می‌گردد.<sup>۶</sup> بیشترین درصد تأثیر ناشی از وقوع پدیده گردوغبار، حساسیت چشم‌ها، بینی، حلق و غفونت‌های دستگاه تنفسی، سردرد، تهوع و واکنش آلرژیک است. همچنین مرگومیر انسان‌ها در اثر بیماری‌های قلبی - عروقی و تنفسی می‌باشد. بیماری‌های مزمن

تنفسی، سرطان ریه، بیماری‌های قلبی و حتی آسیب سایر ارگان‌های بدن می‌باشد. گردوغبار در درازمدت باعث تغییر خلق‌وخوی ساکنین می‌گردد و آستانه تحمل را پایین می‌آورد و پرخاشگری و افسردگی نیز از دیگر اثرات آن می‌باشد.<sup>۷</sup> در اکتبر ۲۰۱۳، IARC (آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان) فارغ از اندازه و ترکیب شیمیایی ذرات معلق هوای آزاد را جزو گروه ۱ مواد سرطان‌زا برای انسان تقسیم‌بندی نمود.<sup>۸</sup> معمولاً ذرات معلقه توسط هوا در رنج ۵۰۰-۰۰۱ میکرون هستند که بخش عمده آن‌ها در رنج ۱۰-۱ میکرون می‌باشند.<sup>۹</sup> ذرات ریز ۲/۵ - ۰/۱ میکرون همراه ذرات بسیار ریز تحت عنوان PM 2.5 (دارای قطر کوچک‌تر و مساوی ۲/۵ میکرون) شناخته می‌شوند که به دلیل قابلیت نفوذ به آلئول‌ها به‌عنوان ذرات قابل استنشاق شناخته می‌شوند. خشک‌سالی‌های چندساله اخیر با برداشت‌های بی‌رویه از منابع آبی کشورهای خاورمیانه و توسعه سدسازی توسط کشورهای منطقه از جمله ترکیه بر روی سرشاخه‌های اصلی رودخانه‌های بزرگی چون دجله و فرات و عدم رعایت حق آبه تالاب‌های پایین‌دست سدها باعث خشک شدن آن‌ها و اراضی پایین‌دست سدها شده است. همچنین جنگ و ناامنی در خاورمیانه بخصوص سوریه و عراق و تضعیف حکومت‌های مرکزی آن‌ها باعث تخریب گسترده محیط‌زیست و گسترش بیابان‌زایی گردیده است. که پیامد آن ایجاد توفان‌های گردوغبار در منطقه خاورمیانه بخصوص کشورهای عراق و ایران شده است، که این ذرات گردوغبار مشکلات زیادی برای مردم این مناطق وجود آورده است. استان‌های غرب، شمال غرب و جنوب غربی ایران به دلیل نزدیکی و هم‌جواری با کانون‌های انتشار گردوغبار در خاورمیانه از جمله بیابان‌های سوریه، عراق و عربستان همواره در معرض تهدید گردوغبار هستند بطوریکه سازمان حفاظت محیط‌زیست سازمان ملل (UNEP) در گزارشی، وقوع

نگرفته است تا اثرات گردوغبار بر سلامت، اقتصاد و محیط‌زیست مشخص شود. هدف اصلی این تحقیق برآورد میزان مرگ‌ومیر ناشی از ذرات کمتر از ۲/۵ میکرون متناسب به طوفان‌های گردوغبار در شهر بوکان با استفاده از نرم‌افزار Air Q 2,2,3 ( این نرم‌افزار توسط سازمان بهداشت جهانی برای برآورد اثرات بهداشتی ناشی از آلودگی هوا توصیه شده است) می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

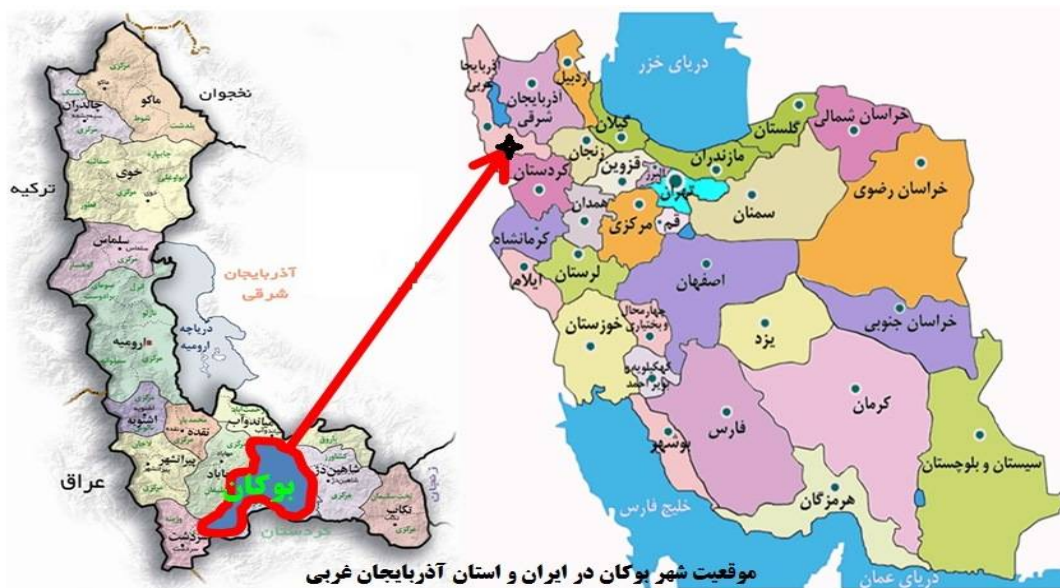
این مطالعه توصیفی - تحلیلی به صورت مقطعی در شهر بوکان انجام شد این شهر با جمعیت بالغ بر ۱۷۴۰۰۰ نفر در شمال غرب ایران و در جنوب استان آذربایجان غربی با طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۱۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۱ دقیقه شمالی واقع شده است (شکل ۱). بوکان چسبیده به استان کردستان و به فاصله ۸۵ کیلومتر از مرز ایران با عراق قرار دارد بطوریکه اکثر طوفان‌های گردوغبار که از غرب و شمال غرب از کشورهای سوریه و عراق وارد ایران می‌شود این شهر را تحت تأثیر قرار داده است. به استناد داده‌های ثبت شده توسط ایستگاه سنجش آلودگی هوای شهر بوکان که توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست نصب شده است در مواقع بروز گردوغبار میزان ذرات به چندین برابر استاندارد رسیده است. با بررسی سوابق موجود در اداره حفاظت محیط‌زیست بوکان مشخص گردید که وقوع پدیده گردوغبار از اوایل اسفندماه هرسال می‌باشد. این تحقیق با استفاده از داده‌های ثبت شده توسط ایستگاه سنجش آلودگی هوای شهر بوکان واقع در ضلع شمالی میدان استقلال بوکان با طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۱۲/۴۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۰/۲۷ دقیقه شمالی واقع شده است. که توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست با رعایت ضوابط و استانداردهای سازمان حفاظت محیط‌زیست آمریکا از جمله رعایت فاصله از موانع طبیعی و مصنوعی، معابر، منابع تولیدکننده آلودگی

خشک‌سالی در پهنه‌های رسوبی و ریزدانه حوضه‌های آبریز موجود در غرب و جنوب غرب ایران و کشورهای همسایه همچون عراق را با کاهش رطوبت سطحی و زیرسطحی همچنین از بین رفتن پوشش‌های گیاهی، مهم‌ترین علل تشکیل پدیده گردوغبار دانست. همچنین عوامل انسانی همچون احداث سدهای عظیم بر روی رودهای منتهی به حوضه‌های آبریز بین‌النهرین را از دیگر عوامل تأثیرگذار بر این واقعه برشمرد (UNEP 2001). ریزگردها با ورود به جریان‌های جوی به غرب و شمال غرب ایران وارد شده و گاهی تا مرکز کشور جابجا می‌شوند. بوکان یکی از شهرهای شمال غربی ایران است که در طی سالیان اخیر تحت تأثیر پدیده گردوغبار بوده است. شهر بوکان با وسعت ۱۸۵۰ هکتار و جمعیت ۱۷۴۰۰۰ نفر یکی از شهرهای کردنشین جنوب آذربایجان غربی است که اقتصاد آن بیشتر بر پایه کشاورزی و خدمات می‌باشد. یکی از مشکلات زیست محیطی شهر بوکان آلودگی هوای ناشی از ورود گردوغبار از کشورهای همسایه غربی ایران از جمله عراق و سوریه و تردد خودروهای سنگین از داخل شهر به دلیل قرارگیری شهر در مسیر جاده اصلی شمال غرب، غرب و جنوب غربی ایران به خاطر عدم وجود جاده کمربندی می‌باشد. این جاده یکی از پرترددترین جاده‌های شمال غرب ایران می‌باشد بطوریکه بوکان را به پل ارتباطی شمال غرب، غرب و جنوب غربی ایران تبدیل نموده است و به دلیل عدم وجود خطوط راه‌آهن در مسیر شمال غرب، غرب و جنوب غرب ترانزیت از طریق جاده و از این مسیر انجام می‌شود. در دهه اخیر شهر بوکان به کرات تحت تأثیر پدیده گردوغبار با منشأ بیابانی، از منابع مذکور قرار گرفته است. بر اساس آمار ایستگاه سنجش آلودگی هوای اداره حفاظت محیط‌زیست بوکان میزان PM 2.5 در ۱۴۹ روز از سال ۱۳۹۴ بیشتر از حد مجاز بوده است. با وجود اهمیت موضوع گردوغبار و اثرات نامطلوب آن بر زندگی بیش از نیمی از مردم ایران هنوز در این زمینه، تحقیقات کاربردی کافی صورت

بررسی شاخص کیفیت هوا و کمی سازی میزان مرگومیر ناشی از مواجهه با ذرات معلق کمتر از ۲/۵ میکرون شهر بوکان در سال ۱۳۹۴

حاصل از سنجش غلظت ذرات معلق تهیه شد. همچنین با توجه به عدم وجود مقادیر اسمی خطر نسبی و بروز پایه در شهرهای مختلف کشور، در این مطالعه از مقادیر استفاده شده در مطالعات انجام شده مشابه ایران استفاده شد.<sup>۹</sup> برخی از این مقادیر به عنوان پیش فرض توسط نرم افزار با توجه به مطالعات متاآنالیز اروپایی پیشنهاد شده است. برای رسم نمودار از نرم افزار EXCEL 2010 استفاده شد. جمعیت شهر بوکان به استناد سرشماری سال ۱۳۹۰، ۱۷۰۶۰۰ نفر و به استناد آمار مرکز بهداشت شهرستان بوکان در سال ۱۳۹۴، ۱۷۴۰۰۰ نفر بود. همچنین میزان مرگومیر در سال مذکور ۹۰۷ نفر بود که از این تعداد، ۶۷ نفر در اثر تصادفات کشته شدند (مرکز آمار مرکز بهداشت شهرستان بوکان). کلیه داده ها مطابق دستورالعمل سازمان بهداشت جهانی وارد نرم افزار Air Q 2,2,3، 2,2,3، نموده، جز منتسب و موارد مرگومیر مرتبط با PM 2.5 استخراج گردید.

انجام شده است. سنجش غلظت ذرات معلق هوا PM 2.5 توسط دستگاه MP101M مانیتور بتا میرایی ساخت کشور فرانسه انجام شد. سنجش غلظت ذرات PM 2.5 در طول سال ۱۳۹۴ از اول فروردین تا ۲۹ اسفند ۱۳۹۴ و به صورت ۲۴ ساعته ثبت شد. در مجموع داده های ۳۲۱ روز در سال ۱۳۹۴، توسط دستگاه ثابت سنجش آلودگی هوای شهر بوکان ثبت شده است. اطلاعات هواشناسی از جمله سرعت و جهت باد و رطوبت نسبی از اداره هواشناسی بوکان اخذ گردید. در این تحقیق برای کمی سازی پیامدهای بهداشتی منتسب به ذرات PM 2.5 در شهر بوکان از نرم افزار ارزیابی پیامدهای بهداشتی آلودگی هوا (Air Q 2,2,3) استفاده شد. این نرم افزار به منظور برآورد اثرات کوتاه مدت مواجهه با آلاینده های هوا بر سلامت ساکنین یک منطقه و در یک دوره زمانی معین، توسط WHO تهیه و عرضه شده است. ابتدا پارامترهای مورد نیاز (میانگین و حداکثر سالانه، فصلی و روزانه، صدک ۹۸٪، طبقه بندی غلظت ذرات معلق) بر اساس دستورالعمل نرم افزار استفاده از داده های



**شکل ۱:** موقعیت شهر بوکان و استان آذربایجان غربی

**یافته‌ها**

در این مطالعه اساس کمی سازی مرگ‌ومیر با کاربرد نرم‌افزار Air Q 2,2,3 تعیین گردیده است در جدول شماره ۱ آمار آلاینده PM<sub>2.5</sub> به تفکیک غلظت ثبت شده ایستگاه سنجش آلودگی هوای شهر بوکان در سال ۱۳۹۴ ارائه شده است. حداکثر غلظت ساعتی PM<sub>2.5</sub> برابر ۴۰۰/۵۲ میکروگرم بر مترمکعب در روز ۱۴ خرداد ثبت شده است. داده‌های پردازش شده توسط نرم‌افزار EXCEL در جدول ۲ آمده است. برآورد شاخص‌های خطر نسبی جزء متناسب و موارد مرگ‌ومیر

اضافی متناسب به PM<sub>2.5</sub> در جدول ۳ و شکل ۲ ذکر گردیده است. نتایج شاخص کیفیت هوای شهر بوکان (AQI) به تفکیک هرماه هرسال ۱۳۹۴ در جدول ۴ آورده شده است. همچنین بر اساس یافته‌های ایستگاه سنجش آلودگی هوای شهر بوکان در طول سال ۱۳۹۴، ۱۵۶ روز کیفیت هوای بوکان بالاتر از حد مجاز (AQI > ۱۰۰) بوده است. همچنین مشخص گردید که بیشترین تعداد روزهای دارای آلودگی هوا در جریان ماه‌های خرداد، مهر و مرداد به ترتیب به میزان ۲۳، ۲۱ و ۱۹ روز بوده است.

**جدول ۱:** آمار آلاینده PM<sub>2.5</sub> به تفکیک غلظت ثبت شده ایستگاه سنجش آلودگی هوای شهر بوکان در سال ۱۳۹۴

ردیف	میانگین غلظت روزانه PM <sub>2.5</sub> برحسب میکرون	تعداد روز	ردیف	میانگین روزانه غلظت PM <sub>2.5</sub> برحسب میکرون	تعداد روز
۱	<۱۰	۵	۱۱	۱۰۰-۱۰۹	۳
۲	۱۰-۱۹	۳۴	۱۲	۱۱۰-۱۱۹	۱
۳	۲۰-۲۹	۸۹	۱۳	۱۲۰-۱۲۹	۱
۴	۳۰-۳۹	۷۸	۱۴	۱۳۰-۱۳۹	۰
۵	۴۰-۴۹	۶۶	۱۵	۱۴۰-۱۴۹	۰
۶	۵۰-۵۹	۲۲	۱۶	۱۵۰-۱۵۹	۰
۷	۶۰-۶۹	۶	۱۷	۱۶۰-۱۶۹	۲
۸	۷۰-۷۹	۸	۱۸	۱۷۰-۱۷۹	۰
۹	۸۰-۸۹	۲	۱۹	۱۸۰-۱۸۹	۲
۱۰	۹۰-۹۹	۲۲	۲۰	۱۹۰-۱۹۹	۰
مجموع کل داده‌ها		۳۲۱			

\* لازم به ذکر است در سال ۱۳۹۴ به دلیل نقص فنی آمار PM<sub>2.5</sub> در ۴۴ روز ثبت نشده است.

**جدول ۲:** غلظت PM<sub>2.5</sub> برای استفاده در مدل ایستگاه سنجش آلودگی هوای شهر بوکان

پارامتر	غلظت برحسب میکروگرم بر مترمکعب
متوسط سالیانه	۳۸/۳۵
متوسط فصل گرم (شش ماهه اول)	۴۱/۶۲
متوسط فصل سرد (شش ماهه دوم)	۳۵/۳۰
حداکثر سالیانه	۱۸۶/۶۷

بررسی شاخص کیفیت هوا و کمی سازی میزان مرگومیر ناشی از مواجهه با ذرات معلق کمتر از ۲/۵ میکرون شهر بوکان در سال ۱۳۹۴

۱۸۶/۶۷	حداکثر فصل گرم
۱۲۲/۸۱	حداکثر فصل سرد
۱۰۴/۷۶۲	صدم ۹۸ سالیانه

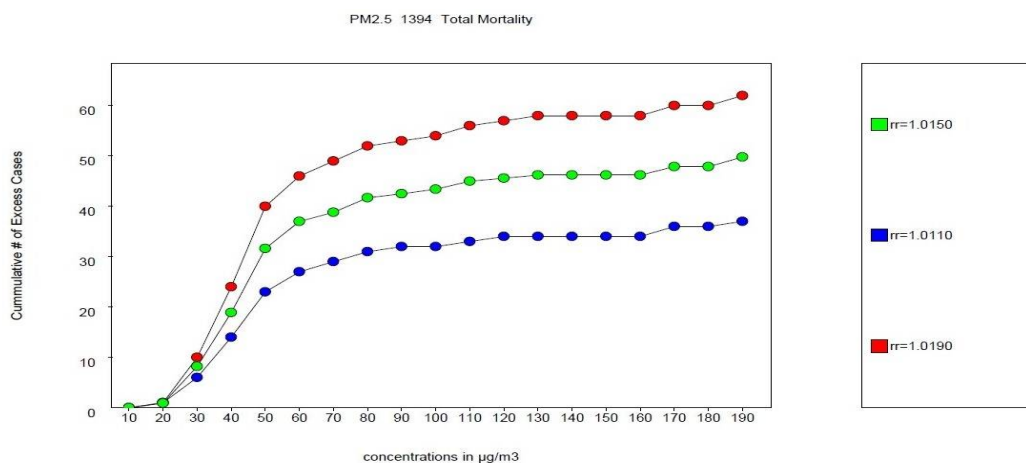
**جدول ۳:** برآورد شاخص های خطر نسبی جزء منتسب و موارد منتسب به PM2.5 برای مرگومیر اضافی

پیامد بهداشتی	بروز پایه	میانگین خطر نسبی به ازای هر ۱۰ میکرون افزایش غلظت آلاینده PM2.5	جزء منتسب	تعداد موارد مرگ اضافی
مرگومیر	۵۴۳/۵	۱/۰۱۵ (۱/۰۱۱-۱/۰۱۹)	۴/۰۷۴۶	۴۹/۸

**جدول ۴:** نتایج محاسبه روزانه شاخص کیفیت هوا (AQI) به تفکیک هرماه در سال ۱۳۹۴ شهر بوکان

شاخص	۰-۵۰	۵۱-۱۰۰	۱۰۱-۱۵۰	۱۵۱-۲۰۰	۲۰۱-۳۰۰	۳۰۱-۵۰۰	مجموع داده های ثبت شده
ماه	پاک	سالم	برای افراد حساس	ناسالم	بسیار ناسالم	خطرناک	
فروردین	۲	۲۲	۰	۱	۴	۰	۲۹
اردیبهشت	۰	۲۰	۸	۲	۰	۰	۳۰
خرداد	۰	۸	۱۸	۲	۲	۱	۳۱
تیر	۳	۴	۱۲	۲	۲	۰	۲۳
مرداد	۱	۷	۱۳	۵	۱	۰	۲۷
شهریور	۴	۲	۸	۱	۰	۰	۱۵
مهر	۰	۶	۱۹	۱	۰	۱	۲۷
آبان	۰	۲۶	۵	۰	۰	۰	۳۱
آذر	۱	۸	۱۴	۰	۰	۰	۲۳
دی	۰	۲۴	۶	۱	۰	۰	۳۱
بهمن	۰	۱۵	۱۱	۲	۰	۰	۲۸
اسفند	۰	۱۶	۱۳	۰	۰	۱	۳۰
جمع کل**	۱۱ روز	۱۵۸	۱۲۷	۱۷	۹	۳	۳۲۵

\*\* لازم به ذکر است در سال ۱۳۹۴ به دلیل نبود آمار AQI ۴۰ روز محاسبه نشده است.



AirQ - Air quality and health impact assessment tool  
WHO European Centre for Environment and Health

شکل ۲: برآورد تعداد تجمعی موارد مرگ منتسب به PM2.5 توسط مدل در شهر بوکان در سال ۱۳۹۴

## بحث

به استناد نتایج حاصل از این مطالعه و محاسبه روزانه شاخص کیفیت هوا (AQI) مشخص گردید که شهر بوکان در سال ۱۳۹۴، ۱۱ روز هوای پاک، ۱۵۸ روز هوای سالم و در ۱۵۶ روز AQI بالاتر از عدد ۱۰۰ (ناسالم) بوده است (جدول ۴).

نتایج این مطالعه نشان داد که میزان PM<sub>2.5</sub> در ماه‌های خرداد، مهر، مرداد و تیر در بدترین وضعیت از نظر هوای تنفسی قرار داشت. همچنین بر اساس نتایج به دست آمده از ایستگاه سنجش آلودگی هوای شهر بوکان، طوفان‌های گردوغبار عمدتاً در فصل بهار و تابستان و با توالی کمتر در پاییز و زمستان رخ می‌دهد. بررسی اثرات کوتاه‌مدت بهداشتی آلاینده فصل گرم در شهر بوکان نشان داد میزان مرگ‌ومیر اضافی ناشی از مواجهه با PM<sub>2.5</sub> در شهر بوکان با جمعیت ۱۷۴۰۰۰ نفر با برآورد حد متوسط خطر نسبی ۴۹/۸ نفر بود و با توجه به آمار مرگ‌ومیر شهر بوکان در سال مورد مطالعه که ۹۰۷ نفر و فوت ناشی از تصادفات ۶۷ نفر بوده است، شاید بتوان گفت از بین مرگ‌های غیر اتفاقی بوکان در سال ۱۳۹۴، حدود ۵۰ نفر یعنی ۵/۹۵٪ آن مرتبط با PM<sub>2.5</sub> در غلظت‌های

بالای ۱۰ میکرون هوا باشد. هرچند نتایج تأثیر PM<sub>2.5</sub> بر سلامت با صرف نظر کردن از اثر سایر آلاینده‌ها و مقادیر خطر نسبی مورد استفاده که به دلیل عدم مطالعه خطر نسبی آلاینده در جمعیت مورد مطالعه حاصل شده است. نتایج حاصل از تحقیقات صورت گرفته در خصوص اثرات آلودگی هوا بر سلامت انسان در نقاط مختلف دنیا متفاوت است، اما چیزی که در همه این مطالعات مشترک است این است که ذرات معلق بیشترین اثرات زیان‌بار را بر سلامت و بهداشت جامعه به خود اختصاص داده‌اند، دلیل اختلاف در نتایج در نقاط مختلف دنیا می‌تواند به دلیل اختلاف در غلظت آلاینده، زمان تماس، منشأ، شرایط جوی و اقلیمی منطقه، ویژگی‌های فردی و ... باشد. مختاری و همکاران در سال ۱۳۹۲ نشان دادند که مرگ زودرس کل و بیماری‌های تنفسی و قلبی - عروقی منتسب به PM<sub>2.5</sub> و PM<sub>10</sub> در شهر یزد بر اساس تحلیل نرم‌افزار Air Q قابل توجه است. همچنین کیفیت ناسالم هوای یزد در برخی روزهای سال می‌تواند ناشی از احتراق سوخت، وزش باد، ریزگردها و خشکی هوا باشد بطوریکه بیشترین مقدار AQI در فصول بهار و تابستان بود.<sup>۹</sup> ارفعی نیا و همکاران دریافتند که در اکثر فصول در هر ۳ شهر تهران، اصفهان و شیراز، آلاینده

بیماری‌های تنفسی، قلبی-عروقی و سرطان ریه را افزایش می‌دهد و در مواجهه طولانی مدت باعث افزایش ۶٪ مرگومیر به ازای افزایش هر ۱۰ میکروگرم بر مترمکعب در غلظت آن می‌شود. به ازای همین میزان افزایش بیماری‌های قلبی - عروقی به میزان ۱۲٪ و سرطان ریه نیز به میزان ۱۴٪ افزایش می‌یابد.<sup>۵</sup> همچنین مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که طوفان‌های گردوغبار باعث افزایش ۱/۷٪ مرگومیر می‌گردند.<sup>۱۳</sup> شاهسونی و همکاران دریافتند، ذرات تولیدکننده گردوغبار تا ارتفاع ۶ کیلومتر صعود و تا مسافت ۶۰۰۰ کیلومتر انتقال یافته و دید افقی را به ۱۰۳ تا ۱۰۴ متر کاهش می‌دهند. غبار اتمسفری مانع از نفوذ نور خورشید و کاهش تولیدات کشاورزی به میزان ۵ تا ۳۰٪ گردید و منجر به افزایش شیوع بیماری‌ها از جمله مننژیت، تب دره و آسم و بیماری‌های ویروسی، صدمه به DNA سلول‌های پوست و ریه می‌گردد. به ازای افزایش هر ۱۰ میکروگرم بر مترمکعب در غلظت ذرات معلق کوچک‌تر از ۱۰ میکرون، در زمان پدیده گردوغبار میزان مرگومیر ۱٪ افزایش می‌یابد.<sup>۱۴</sup> در مجموع با توجه به نتایج تحقق حاضر و سایر مطالعات صورت گرفته در رابطه با آلودگی هوا و کمی سازی اثرات بهداشتی<sup>۱۵-۲۲</sup> عدم توجه به وضعیت نامطلوب موجود، موجب افزایش روزافزون بیماری‌ها با مراجعه افراد به مراکز درمانی و در موارد حاد بستری شدن و حتی مرگ افراد حساس چون کودکان و سالمندان و بیماران مستعد و از طرفی باعث تعطیلی مراکز آموزشی، مراکز تولید و غیره می‌شود که خود خسارات اقتصادی زیادی را به جامعه تحمیل می‌کند.

### نتیجه گیری

با توجه به اینکه در ۱۵۶ روز از سال ۱۳۹۴ کیفیت هوای شهر بوکان بالاتر از حد مجاز بوده است ( $AQI > 100$ ) که در تمامی این روزها آلاینده مسئول ذرات معلق بوده‌اند که به

مسئول ذرات معلق بوده است. عمده‌ترین آلاینده در هوای شهر تهران، ذرات معلق PM 2.5 بوده است.<sup>۱۰</sup> از دلایل افزایش ذرات معلق در هوای شهرها، طوفان‌های گردوغبار است که در طی سالهای اخیر از مناطق غرب و جنوب غربی وارد ایران می‌شود. این طوفان‌های گردوغبار تا چند سال گذشته صرفاً در فصول بهار و تابستان دیده می‌شد ولی امروزه در اکثر ماه‌های سال این پدیده دیده می‌شود که علاوه بر نواحی جنوب غربی کشور، بیشتر مناطق ایران را تحت تأثیر قرار می‌دهد. تحقیقات علمی انجام گرفته طی دو دهه اخیر، نشان داده است که از دیدگاه مخاطرات بهداشت عمومی و سلامت، ذرات از آلاینده‌های اصلی می‌باشند. سازمان جهانی بهداشت برآورد نموده است که سالیانه ۵۰۰۰۰۰ نفر بر اثر مواجهه با ذرات معلق هوا بر دچار مرگ زودرس می‌شوند.<sup>۴</sup> محققان چینی در سال ۲۰۰۷ تأثیر نمونه‌های جمع‌آوری شده از ذرات PM 2.5 ناشی از گردوغبار آسیایی را بر DNA سلول‌های ماکروفاژ و ریه موش آزمایش کردند و نتایج آن تحقیق نشان داد که عصاره این ذرات باعث تخریب DNA این سلول‌ها می‌گردد.<sup>۱۱</sup> در سال ۲۰۰۵ آنتی پپتر وجود ارتباط بین بیماری‌های قلبی و ذرات معلق هوا را با استناد به مدارک اپیدمیولوژیکی بیان نمود. بر اساس نتایج این تحقیق ارتباط تنگاتنگی بین تغییرات روزانه غلظت‌های ذرات معلق هوای آزاد و مرگومیر ناشی از بیماری‌های قلبی - عروقی، پذیرش بیمارستانی، تشدید علائم بیماران دچار بیماری‌های قلبی - عروقی و واکنش‌های زودرس فیزیولوژیکی وجود دارد.<sup>۱۲</sup> در تحقیقاتی که توسط سازمان جهانی بهداشت در برلین، کپنهاگ و رم صورت گرفته است، ذرات کوچک‌تر، مساوی ۱۰ میکرون خطر مرگ تنفسی در کودکان زیر یک سال را افزایش داده، بر عملکرد شش‌ها اثر گذاشته و آسم را تشدید نموده و باعث بروز علائم تنفسی دیگر مثل سرفه و برونشیت در کودکان می‌شود.<sup>۵</sup> همچنین ثابت شد که ذرات PM 2.5 به صورت جدی بر سلامتی تأثیر گذاشته و مرگ ناشی از



فنی خودروها، توسعه ناوگان حمل و نقل عمومی، فرهنگسازی و توسعه تجهیزات اندازه‌گیری آلاینده هوا می‌تواند در کاهش آلودگی هوا و اثرات زیان‌بار آن مؤثر باشد.

### تشکر و قدردانی

بدین وسیله از زحمات رئیس اداره حفاظت محیط‌زیست بوکان و مسئول ایستگاه سنجش آلودگی هوای شهر بوکان و رئیس اداره هواشناسی شهرستان بوکان که در انجام این تحقیق همکاری نمودند تشکر می‌شود.

ترتیب ذرات معلق کمتر از ۲/۵ میکرون با ۱۴۱ روز (۸۸٪) و ذرات کمتر از ۱۰ میکرون با ۱۹ روز (۱۲٪) آلاینده مسئول بودند همچنین مشخص گردید که عامل اصلی آلودگی هوای شهر بوکان در طی سال ۱۳۹۴ ذرات معلق کمتر از ۲/۵ میکرون ناشی از گردوغبار بود. به دلیل اثرات زیان‌بار ذرات معلق بر روی سلامت افراد جامعه بخصوص کودکان و سالمندان، آموزش نحوه مواجهه مردم با پدیده آلودگی هوا، اطلاع‌رسانی دقیق و شفاف در طوفان‌های گردوغبار، شناسایی و کنترل منابع انتشار آلاینده‌های هوا، توسعه فضای سبز شهری، جلوگیری از تخریب منابع طبیعی، کنترل و نظارت دقیق بر مراکز معاینه

### References

- Chen B, Kan H. Air pollution and population health: a global challenge. *Environ Health Prev Med* 2008; 13(2):94-101.
- Araban M. Association between air pollution and low birth weight in women referring to Tehran hospitals 2008, in Midwifery (Dissertation). Tehran: Shahid Beheshti University of Medical Sciences; 2008. [In Persian]
- Prüss-Üstün A, Corvalán C. Preventing disease through healthy environments. Towards an estimate of the environmental burden of disease. 2010; WHO Library Cataloguing-in-Publication Data, ISBN 92 4 159382 2.
- Colls J. Air pollution. 2th Ed. Taylor & Francis Inc. 2003.
- Houthuijs D, Breugelmans O, Hoek G, Vaskovi E, Mihalikova E, Pastuszka JS, et al. PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> concentrations in Central and Eastren Europe: results from the Cesar study. *Atmos Environ* 2001; 35(15): 2757-71.
- Kellogg CA, Griffin DW, Garrison VH, Peak KK, Royall N, Smith RR, et al. Characterization of aerosolized bacteria and fungi from desert dust events in Mali, West Africa. *Aerobiologia* 2004; 20(2):99-110.
- Griffin DW, Kellogg CA. Dust storms and their impact on ocean and human health: dust in Earth's atmosphere. *Eco Health* 2004; 1(3):284-95.
- Loomis D, Grosse Y, Lauby-Secretan B, Gissassi FE, Bouvard V, Benbrahim-Tallaa L, et al. The Carcinogenicity of outdoor air pollution. *Lancet Oncol* 2013; 14(13):1262-63.
- Mokhtari M, Miri M, Mohammadi A, Khorsandi H, Hajizadeh Y, Abdolahnejad A. Assessment of Air Quality Index and Health Impact of PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> and SO<sub>2</sub> in Yazd, Iran. *J Mazandaran U Med Sci* 2015; 25(132):14-23 [In Persian]
- Arfaeinia H, Kermani M, Aghaei M, Bahrami Asl F, Karimzadeh S. Comparative investigation of health quality of air in Tehran, Isfahan and Shiraz metropolises in 2011-2012. *J Health Field* 2014 (1): 37-44. [In Persian]
- Ziqiang M, Quanxi Z. Damage effects of dust storm PM<sub>2.5</sub> on DNA in alveolar macrophages and lung cells of rats, *Food Chem Toxicol* (2007); 45(8):1368-1374.
- Peters A. Particulate matter and heart disease: Evidence from epidemiological studies, *Toxicol Appl Pharmacol* 2005; 1(207):477-80.
- Hua NP, Kobayashi F, Iwasaka Y, Shi GY, Naganuma T. Detailed identification of desert-originated bacteria carried by Asian dust storms to Japan, *Aerobiologia* 2007; 23(4):291-8.
- Shahsavani A, Yarahmadi M, Jafarzade Haghhighifard N, Naimabadie A, Mahmoudian M, Saki H, et al. Dust Storms effects on health and the environment. *JNKUMS* 2011; 2(4): 45-56. [In Persian]
- Kermani M, Dowlati M, Jonidi Jaffari A, Rezaei Kalantari R. Estimation of Mortality, Acute Myocardial Infarction and Chronic Obstructive Pulmonary Disease due to Exposure to O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, and SO<sub>2</sub> in Ambient Air in Tehran. *J Mazandaran U Med Sci*. 2016; 26(138): 96-107. [In Persian]
- Soleimani Z, Parhizgari N, Dehdari Rad H, Akhoond MR, Kermani M, Bagherian Marzouni M, Goudarzi H, Goudarzi G. Normal and dusty days comparison of

- culturable indoor airborne bacteria in Ahvaz, Iran. *Aerobiologia* (2015); 31:127-141.
17. Bahrami Asl F, Kermani M, Aghaei M, Karimzadeh S, Salahshour S, Shahsavani A, *et al.* Estimation of Diseases and Mortality Attributed to NO<sub>2</sub> pollutant in five metropolises of Iran using AirQ model in 2011-2012. *J Mazandaran U Med Sci* 2015; 24(121): 239-249. [In Persian]
18. Fallah Jokandan S, Kermani M, Aghaei M, Dowlati M. Estimation the Number of Mortality Due to Cardiovascular and Respiratory disease, Attributed to pollutants O<sub>3</sub>, and NO<sub>2</sub> in the Air of Tehran. *JHRC*. 2016; 1(4):1-11.
19. 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
20. 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*. e38736.
21. 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 SO<sub>2</sub> in the air of Tehran metropolis. *JREH*. 2016; 2(2):116-26.
22. Motesaddi Zarandi S, Raei Shaktaie H, Yazdani Cheratee J, Hosseinzade F, Dowlati M. Evaluation of PM<sub>2.5</sub> Concentration and Determinant Parameters on its Distribution in Tehran's Metro System in 2012. *J Mazandaran U Med Sci* 2013; 22(2):37-46.
- 23.

## A Survey of Air Quality Index and Quantification of Cardiovascular Mortality due to Exposure to Particulate Matter Smaller than 2.5 Micron in Boukan in 2015

Majid Kermani<sup>1,2</sup>, Khaled Azarshab<sup>3\*</sup>, Mohsen Dowlati<sup>4</sup>, Mansour Ghaderpoori<sup>5</sup>

1. Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
2. Research Center for Environmental Health Technology, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
3. M.S. Student of Environmental Engineering, School of Electrical, Computer and Environmental Engineering, West Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
4. M.S. Student of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
5. Department of Environmental Health Engineering, School of Health and Nutrition, Lorestan University of Medical Sciences, Khorramabad, Iran

\* E-mail: kh.azarshab@yahoo.com

Received: 8 May 2017 ; Accepted: 11 Sep. 2017

### ABSTRACT

**Background:** The influx of dust to the North West of Iran during past decade has become a serious threat to the health and economy of the region and has created many human and financial damages. So, the aim of this study is to quantifying cardiovascular mortality resulted from exposure to Particulate matter smaller than 2.5 micron in Bokeran in 2015 using Air Q software.

**Methods:** This descriptive-analytic study was carried out in Bokeran. The measurement of PM<sub>2.5</sub> Concentration was done using MP101M Device around the clock in 2015, which yielded data collected for 321 days. Meteorological data, including wind speed and direction, and relative humidity were obtained from office of Meteorology. The software, using data processed with Excel, calculated Relative Risk, baseline incidence and attributable proportion and showed the output in terms of mortality.

**Results:** Based on the statistics of air pollution monitoring station, maximum hourly PM<sub>2.5</sub> concentration was 400.52 micrograms per cubic meter and the number of total mortality attributed to exposure to PM<sub>2.5</sub> in 2015 was 50 cases.

**Conclusion:** The number of total mortality attributed to exposure to PM<sub>2.5</sub> resulted from the influx of dust, necessitates immediate action to solve the dust problem, as well as dissemination of all facilities and information through public media in order to educate people about how to deal with this dangerous phenomenon.

**Keywords:** Dust, Bokeran, Mortality, PM<sub>2.5</sub>, AirQ model