

Airborne particulate matter and increased risk of COVID-19 infection

Atena Rafieepour^{1,2} , GholamReza Masoumi^{3,4,5} , Mansour Rezazadeh Azari⁶ ,
Arezoo Dehghani^{7*} 

1- PhD, Department of Occupational Health, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2- Student Research Committee, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

3- Health in Emergencies and Disasters Department, School of Health Management and Information Services, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

4- Emergency Management Research Center, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

5- Health in Emergency and Disaster Research Center, University of Social Welfare and Rehabilitation, Tehran, Iran

6- Department of Occupational Health, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

7- PhD candidate in Health in Emergencies and Disaster, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Abstract

Background and Aims: Particulate matter are effective factors in the spread of viruses, fungi and bacteria that can affect the prevalence of epidemics. In this study, we surveyed the effects of particulate matter on the number of COVID-19 patients in Iranian cities.

Materials and Methods: The levels of air pollution in different cities of Iran were evaluated based on the official report of Iranian Department of Environment. The relationship between air pollution and the prevalence of affected COVID-19 patients in different cities was reviewed and analyzed.

Results: The results showed that COVID-19 were prevalent in cities with the highest level of air pollution in fourteen days before the observed rise in the number of affected cases.

Conclusion: The increase in the rate of COVID-19 patients in dusty cities in Iran emphasized that particulate matter may be effective in the increasing number of COVID-19 patients. Further studies on the effect of airborne pollutants on the prevalence of epidemics are thus recommended.

Keywords: Particulate Matter, Sand Storm, Patients, COVID-19

Please Cite this article as: Rafieepour A, Masoumi GR, Rezazadeh Azari M, Dehghani A. Airborne particulate matter and increased risk of COVID-19 infection. *Journal of Health in the Field*. 2020; 8(3):1-7.

* **Corresponding Author:** PhD candidate in Health in Emergencies and Disaster, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Email: dehghani.am64@gmail.com

DOI: <http://doi.org/10.22037/jhf.v8i3.32241>

Received: 13 September 2020

Accepted: 23 January 2021

آلاینده‌های ذره‌ای هوا برد و خطر افزایش در نرخ ابتلا به Covid-19

آتنا رفیعی پور^{۱،۲}، غلامرضا معصومی^{۳،۴،۵}، منصور رضازاده آذری^۶، آرزو دهقانی^۷

- ۱- دکترای تخصصی، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
- ۲- کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
- ۳- متخصص طب اورژانس، گروه سلامت در بلایا و فوریت‌ها، دانشکده مدیریت اطلاع رسانی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
- ۴- مرکز تحقیقات مدیریت اورژانس، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
- ۵- مرکز تحقیقات سلامت در بلایا و فوریت‌ها، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، تهران، ایران
- ۶- گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
- ۷- دانشجوی دکترای سلامت در بلایا و فوریت‌ها، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

چکیده

زمینه و اهداف: آلاینده‌های ذره‌ای از عوامل مؤثر در انتشار ویروس‌ها، قارچ‌ها و باکتری‌ها می‌باشند که می‌توانند در ابتلا به همه‌گیری‌ها تأثیر بگذارند. در مطالعه حاضر به بررسی تأثیر آلاینده‌های ذره‌ای بر نرخ ابتلا به بیماری Covid-19 در شهرهای ایران پرداخته شد.

مواد و روش‌ها: وضعیت آلودگی هوا در شهرهای مختلف ایران بر اساس گزارش رسمی سازمان حفاظت محیط زیست قابل دسترس در پایگاه اطلاعاتی سامانه پایش کیفی هوای شهر بررسی شد و ارتباط آن با وضعیت شهرستان‌های مختلف از نظر آمار مبتلایان به Covid-19 مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که بیشترین آمار مبتلایان به Covid-19 در شهرستان‌هایی با بالاترین نرخ آلودگی هوا برد در چهارده روز قبل از افزایش در نرخ مبتلایان مشاهده می‌شود.

نتیجه‌گیری: افزایش در نرخ مبتلایان به Covid-19 در شهرهای آلوده به گرد و غبار نشان می‌دهد که آلاینده‌های ذره‌ای هوا برد ممکن است بر افزایش در آمار مبتلایان به Covid-19 مؤثر باشد. مطالعات بیشتر در زمینه بررسی تأثیر آلاینده‌های هوا برد بر نرخ شیوع همه‌گیری‌ها توصیه می‌شود.

کلید واژه‌ها: آلاینده‌های ذره‌ای، طوفان شن، بیماران، Covid-19

* نویسنده مسئول: ایران، تهران، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشجوی دکترای سلامت در بلایا و فوریت‌ها.

Email: dehghani.am64@gmail.com

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۶/۲۳

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۱۱/۰۴

مقدمه

شد که به سرعت به استان‌های همجوار منتشر شد و در نهایت در شهرهای مختلف شیوع پیدا کرد و بر طبق آمار ارائه شده از سوی وزارت بهداشت و درمان و آموزش پزشکی تا تاریخ ۲۰ مهرماه ۱۳۹۹ بیش از پانصد هزار نفر به این بیماری مبتلا شده‌اند [۱۰].

عدم رعایت بهداشت فردی و تماس با سطوح آلوده به ترشحات تنفسی فرد مبتلا به عنوان عامل مستقیم شیوع ویروس معرفی شده است [۱۱]؛ اما بررسی متون در خصوص بیماری‌های همه‌گیر قبلی در این خانواده از ویروس‌ها نشان می‌دهد که باید به روش‌های انتقال غیرمستقیم ویروس‌ها نیز توجه جدی شود. مطالعات نشان می‌دهند که ویروس‌های شبه آنفولانزا می‌توانند در اثر پرتاب مایعات مخاطی بر روی غبار سطوح ته‌نشین شوند و پس از تبخیر مایع مخاطی و بزاق و به دنبال برخی فعالیت‌های ثانویه یا پدیده‌های جوی نظیر وزش باد به حالت هوابرد تبدیل شوند [۱۲، ۱۳]. به نظر می‌رسد تعلیق ذرات گرد و غبار حامل ویروس در هوا می‌تواند احتمال مواجهه افراد با ویروس را افزایش دهد و به عنوان یک عامل انتشار بیماری عمل کند [۶]. از این رو در این مطالعه تلاش شده است تا به بررسی تأثیر آلاینده‌های ذره‌ای هوابرد ناشی از وقوع پدیده طوفان شن بر افزایش آمار مبتلایان به Covid-19 در شهرهای مختلف ایران پرداخته شود و با مروری بر مطالعات انجام شده در زمینه تأثیر آلاینده‌های ذره‌ای بر انتقال Covid-19، به نقش آنها در افزایش نرخ ابتلا به بیماری‌های همه‌گیر اشاره شود.

مواد و روش‌ها

وقوع پدیده طوفان شن و وضعیت آلودگی ذره‌ای هوا در استان‌های مختلف کشور ایران در شروع پیک دوم بیماری Covid-19 بر اساس گزارش رسمی سامانه پایش کیفی هوای

آلودگی هوا از پارامترهای مؤثر بر سطح سلامت جامعه می‌باشد که از پیامدهای آن می‌توان به افزایش در نرخ مرگ‌ومیر ناشی از بیماری‌های قلبی-عروقی و تنفسی اشاره کرد [۱]. سازمان بهداشت جهانی مرگ‌ومیر سالانه ۴/۶ میلیون نفر را در نتیجه بیماری‌های مرتبط با کیفیت پایین هوا گزارش می‌کند [۱]. شیوع خشکسالی در سالیان اخیر به دلیل افزایش بهره‌برداری از زمین‌های زراعی، خشکی منابع آبی و فرسودگی بافت خاک منجر به شکل‌گیری پدیده طوفان شن در جهان شده است که به کاهش کیفیت هوا دامن زده است [۲]. ذرات گردوغبار عمدتاً حاوی ذرات سیلیس، آلاینده‌های مختلف بیولوژیکی مانند ویروس‌ها، قارچ‌ها و باکتری‌ها و ذرات فلزی هوابرد هستند که مواجهه با آنها مشکلات بهداشتی متعددی را ایجاد می‌کند [۳، ۴]. تأثیر آلاینده‌های ذره‌ای بر شیوع بیماری‌های همه‌گیر موضوع نسبتاً جدیدی است که توسط محققین مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که وجود آلودگی‌های هوابرد در انتشار بیماری‌های مسری نظیر آنفولانزا و سرعت گسترش اپیدمی‌ها تأثیرگذار است [۵-۷].

بیماری همه‌گیر جهانی که در اواخر سال ۲۰۱۹ در ووهان چین کشف شد و سپس به سرعت در سطح جهان گسترش پیدا کرد، در نتیجه انتشار گونه جدیدی از کرونا ویروس‌ها ایجاد شد که با عناوین SARS-CoV-2، coronavirus، یا Covid-19 نامگذاری شده است. این گروه از ویروس‌ها نوع جدیدی از بیماری‌های شبه آنفولانزا را ایجاد کردند که از سرعت سرایت و اثرگذاری بیشتری برخوردار است [۸]. سازمان جهانی بهداشت (WHO) در روز ۳۰ ژانویه رسماً شیوع یک بیماری همه‌گیر را به کشورهای جهان اعلام کرد که در تاریخ ۱۱ فوریه به نام Covid-19 نامگذاری شد [۹]. بیماری Covid-19 در ایران برای اولین بار در تاریخ ۳۰ بهمن ۱۳۹۹ با شناسایی دو بیمار در شهر قم گزارش

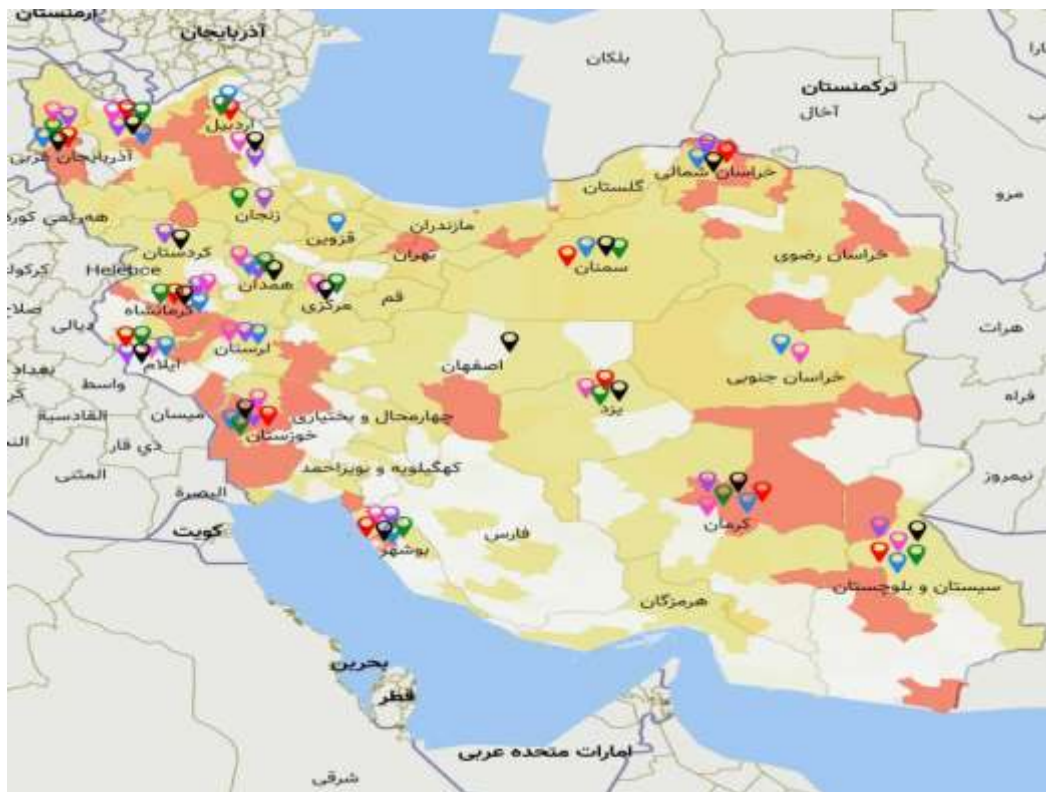
کشور استخراج گردید که دسترسی به داده های مندرج در آن در راستای شفافیت اطلاع رسانی دولت برای کلیه محققین امکان پذیر می باشد [۱۴]. وضعیت شهرهای مختلف از نظر آمار مبتلایان به بیماری Covid-19 بر اساس گزارش رسمی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی در سامانه ماسک مشخص گردید. در سامانه ماسک میزان آلودگی شهرهای مختلف از نظر نرخ ابتلا به بیماری Covid-19 با درجه بندی هایی به رنگ های سفید (بی خطر)، زرد (هشدار) و قرمز (پرخطر) نشان داده می شود که دسترسی به داده های آن با توجه به تدابیر کنترلی مصوب از سوی دولت جمهوری اسلامی ایران برای عموم مردم امکان پذیر است. ارتباط میان وقوع طوفان شن و وضعیت شهرهای مختلف از نظر آمار ابتلا به Covid-19 بر اساس اخبار ارائه شده از سوی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی کشور بررسی شد. همچنین مطالعات منتشر شده با محوریت بررسی نقش آلاینده های ذره ای بر شیوع بیماری های همه گیر در موتورهای جستجوگر Scholar، Google، Magiran، SID، Pubmed بررسی شد و از یافته های محققین دیگر در راستای تقویت فرضیه نقش آلاینده های ذره ای در افزایش آمار مبتلایان به بیماری Covid-19 استفاده شد.

یافته ها

روند شیوع بیماری در ایران از تاریخ ۱۱ فروردین تقریباً به صورت کاهشی گزارش شد و مجدداً در تاریخ ۱۶ اردیبهشت ماه رشد در آمار مبتلایان مشاهده شد [۱۵]. افزایش مجدد در آمار مبتلایان به خصوص در برخی از شهرهای کشور ایران مشاهده شد که بیشترین میزان آلودگی گردوغبار را در ۱۴ روز قبل گزارش کرده بودند. بر طبق گزارش سامانه پایش کیفی هوای کشور ایران، از تاریخ ۱ فروردین ۱۳۹۹ تا ۵ مرداد ماه ۲۹ پدیده

طوفان گردوغبار و آلودگی هوا در ۱۲ استان ایران رخ داده است که استان های خوزستان، سیستان و بلوچستان، کرمان، کرمانشاه و آذربایجان بیشترین روزهای آلودگی با گردوغبار را گزارش کرده اند (شکل ۱). نکته قابل تأمل در خصوص استان هایی با بیشترین تعداد روزهای آلوده، افزایش در آمار مبتلایان به کرونا در ۱۴ روز بعد می باشد که بر اساس اعلام رسمی اخبار وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، این استان ها را در مرحله هشدار و در وضعیت قرمز نشان می دهد. استان خوزستان در تاریخ ۲۸ اردیبهشت ۱۳۹۹ بیشترین نرخ مبتلایان جدید را گزارش کرد. این در حالی بود که بیشترین غلظت آلاینده های ذره ای و بیشترین تعداد روزهای آلوده در این استان و به دلیل همجواری با بیابان های کشور عراق و شروع فصل گرم گزارش شد [۱۶].

بررسی اجمالی افزایش در نرخ مبتلایان در شهرهای آلوده به گردوغبار در کشور ایران نشان می دهد که وجود تندبادهای شن و غلظت بالای آلاینده های ذره ای در هوا ممکن است اثر مثبت و مستقیمی بر نرخ شیوع بیماری Covid-19 داشته باشد. انتقال Covid-19 از طریق تماس مستقیم با مخاط آلوده به این ویروس بسیار مورد توجه است و اقدامات بهداشت عمومی قابل ملاحظه ای برای حذف انتقال از طریق تماس با سطوح آلوده و ملاقات با افراد بیمار طرح ریزی و اجرا شده است. اما نکته قابل توجه در موضوع انتقال بیماری های همه گیر، روش های ثانویه ای است که کمتر مورد توجه قرار می گیرد. از روش های انتقال ثانویه می توان به حضور آلاینده های ذره ای هوا برد اشاره کرد که اخیراً مورد توجه محققین قرار گرفته است. تأثیر ذرات گرد و غبار بر انتشار ویروس آنفولانزا در زمان همه گیری بیماری توسط Liu و Su گزارش شد [۵، ۶]. بررسی اپیدمیولوژیک ۶ ساله در پکن نشان داد که آلاینده های هوا، خطر ابتلا به بیماری های تنفسی مانند آنفولانزا را افزایش می دهد [۱۷].



شکل ۱- همزمانی شیوع بیماری Covid-19 و وقوع پدیده ریزگرد در استانهای مختلف ایران: مورخ ۱۲ اردیبهشت لغایت ۱۷ اردیبهشت ۱۳۹۹

Figure 1- Simultaneous prevalence of Covid-19 disease and occurrence of airborne particulate matters in provinces of Iran: May 01, 2020 to May 06, 2020

راهنمای شکل شماره (۱)		
شاخص آلودگی هوا به تفکیک روز از ۱۲ اردیبهشت لغایت ۱۷ اردیبهشت		سطح بندی شیوع Covid-19 بر اساس اطلاعات وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی ایران
رنگ قرمز آلودگی هوا در ۱۵ اردیبهشت ۱۳۹۹	رنگ مشکی آلودگی هوا در ۱۲ اردیبهشت ۱۳۹۹	شهرهای سبز: بی خطر بدون شیوع کووید ۱۹
رنگ صورتی آلودگی هوا در ۱۶ اردیبهشت ۱۳۹۹	رنگ سبز آلودگی هوا در ۱۳ اردیبهشت ۱۳۹۹	شهرهای سفید: کم خطر و با شیوع کم کووید ۱۹
رنگ بنفش آلودگی هوا در ۱۷ اردیبهشت ۱۳۹۹	رنگ آبی آلودگی هوا در ۱۴ اردیبهشت ۱۳۹۹	شهرهای زرد: با شیوع متوسط کووید ۱۹
		شهرهای قرمز: مناطق پرخطر با شیوع بالا کووید ۱۹

حساسیت ۱۵٪ و CI معادل ۲٪ در حدود ۸٪ افزایش می‌یابد [۲۳]. Dutheil و همکاران نیز در مطالعه خود عنوان کردند که آلودگی هوا می‌تواند بر افزایش شیوع آلودگی ویروس Covid-19 موثر باشد [۲۴]. در گزارش مرکز Società Italiana di Medicina Ambientale و محققین ایتالیایی نیز غلظت بالای آلودگی‌های ذره‌به‌هوا در شمال ایتالیا، عامل احتمالی شیوع بالای ویروس Covid-19 در این مناطق معرفی شد [۲۵، ۲۶].

علاوه بر آن افزایش دما با آغاز فصل گرما به خصوص در استان‌های گرمسیر کشور ایران مانند خوزستان و سیستان و بلوچستان منجر به کاهش رطوبت جو و افزایش غلظت ذرات در هوا می‌شود که در برخی مطالعات به تأثیر کمبود رطوبت بر افزایش بقای ویروس آنفلوآنزا و تسهیل انتقال آن نیز اشاره شده است [۵]. از طرف دیگر فاکتور افزایش دما یک عامل محدود کننده در استفاده از وسایل حفاظت فردی به خصوص در افراد سازش نیافته یا افراد در معرض ریسک مانند افراد مسن، زنان باردار و افراد دچار اضافه وزن هستند [۲۷] و این موضوع می‌تواند تمایل به استفاده از وسایل حفاظت فردی یا رعایت پروتکل‌های بهداشتی را در زمان بروز همه‌گیری‌ها کاهش دهد.

نتیجه‌گیری

توجه به بررسی نتایج مطالعات صورت گرفته نشان می‌دهد که آلاینده‌های ذره‌ای هوا بر می‌تواند زمان تعلیق ویروس کرونا و امکان مواجهه با آن را افزایش دهد و از این رو در شهرهای آلوده با غلظت بالای گرد و غبار احتمال ماندگاری طولانی مدت بیماری قابل پیش بینی خواهد بود که فاکتورهای جوی نظیر افزایش دما و کاهش رطوبت در مناطق گرمسیر با کاهش تمایل به استفاده از وسایل حفاظت فردی همراه است که ممکن است بر شدت انتقال ویروس مؤثر باشد. از این رو توجه به این

کوئی و همکاران نیز در سال ۲۰۰۳ نقش آلودگی ذره‌ای هوا بر را در انتقال ویروس SARS تأیید کردند [۷]. Li و همکاران در مطالعه خود نشان دادند که ۷۹٪ بیماران Covid-19 در نتیجه تماس با افراد بدون علامت و فاقد نشانه‌های سرفه یا عطسه آلوده شده‌اند که احتمال انتقال ویروس از طریق ذرات هوا بر ناشی از گفتگو را مورد توجه قرار می‌دهد [۱۸]. از طرف دیگر Asadi و همکاران نشان دادند که صحبت‌های محاوره‌ای نقش قابل ملاحظه‌ای در نرخ انتشار ذرات هوا بر دارند که متناسب با فرکانس صحبت کردن و میزان بلندی صدای مکالمه تغییر می‌کند و در هر ثانیه در حدود ۵۰ ذره را در فضا آزاد می‌کند که می‌تواند افراد را در معرض ویروس‌های بیماری‌های همه‌گیر قرار دهد [۱۹]. Shao و همکاران نیز حضور کسر قابل توجهی از ذرات هوا بر را در نتیجه تنفس طبیعی و ارتباط آن با عمق تنفس را نشان دادند و نقش تهویه را در کاهش غلظت ویروس نشان دادند [۲۰]. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که ذرات ویروس Covid-19 موجود در هوای بازدم می‌توانند برای مدت یک ساعت به صورت معلق در هوا باقی بمانند [۲۱]. ذرات ویروس منتشر شده از تنفس می‌توانند بر سطح ذرات هوا بر قابل استنشاق ته‌نشین شده و برای مدت طولانی‌تر در فضا به صورت معلق باقی بمانند و ریسک مواجهه را افزایش دهند. در همین راستا و همکاران در مطالعه خود، وجود ذرات Covid-19 را بر روی ذرات هوا بر با ابعاد ۲/۵ میکرون در هوای نمونه برداری شده از یک محیط بیمارستانی نشان دادند [۲۲].

بحث

Wu و همکاران در مطالعه اخیر خود به بررسی تأثیر آلودگی هوا بر شیوع ویروس Covid-19 در آمریکا پرداختند و به این نتیجه رسیدند که به ازای ۱ میکروگرم بر مترمکعب افزایش در غلظت ذرات ۲/۵PM نرخ ابتلا به کرونا ویروس با اطمینان ۹۵٪، درجه

ذره‌ای هوابرد بر افزایش آمار مبتلایان به Covid-19 نیاز به مطالعات بیشتری دارد که می‌تواند به عنوان یک موضوع نوین توسط محققین دیگر مورد بررسی دقیق‌تر قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

در این پژوهش از سازمان هواشناسی که اطلاعات به روز و برخط بروز آلودگی هوا و ریزگردها را به صورت دسترسی آزاد در سامانه پایش کیفی هوای کشور در اختیار محققین قرار داده است، تشکر و قدردانی می‌گردد.

References:

- 1- Cohen AJ, Brauer M, Burnett R, Anderson HR, Frostad J, Estep K, et al. Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015. *The Lancet* 2017; 389(10082):1907-18.
- 2- Kamarehie B, Ghaderpoori M, Jafari A, Karami M, Mohammadi A, Azarshab K, et al. Estimation of health effects (morbidity and mortality) attributed to PM10 and PM2.5 exposure using an Air Quality model in Bukan city, from 2015-2016 exposure using air quality model. *Environmental Health Engineering and Management Journal* 2017; 4(3):137-42.
- 3- Anderson JO, Thundiyil JG, Stolbach A. Clearing the air: a review of the effects of particulate matter air pollution on human health. *Journal of Medical Toxicology* 2012; 8(2):166-75.
- 4- Soleimani Z, Teymouri P, Bolorani AD, Mesdaghinia A, Middleton N, Griffin DW. An overview of bioaerosol load and health impacts associated with dust storms: A focus on the Middle East. *Atmospheric Environment*. 2020; 223:117187. doi.org/10.1016/j.atmosenv.2019.117187
- 5- Su W, Wu X, Geng X, Zhao X, Liu Q, Liu T. The short-term effects of air pollutants on influenza-like

موضوعات می‌تواند در تصمیم‌گیری سیاست‌گزاران برای اعمال اقدامات بهداشت عمومی مؤثر در مناطق پرخطر به لحاظ آلودگی جوی و یا شهرستان‌های گرمسیر کمک کننده باشد. تعطیلی موقت فعالیت‌های صنعتی یا عمرانی مولد آلودگی، اجتناب از تردهای غیرضروری، آموزش شیوه صحیح استفاده از وسایل حفاظت فردی و همچنین ارائه نمودن تسهیلات رفاهی می‌تواند به عنوان یک راه حل موقتی برای جلوگیری از شیوع بیشتر ویروس Covid-19 در نظر گرفته شود. از محدودیت‌های مطالعه حاضر عدم دسترسی به تعداد دقیق مبتلایان در هر شهر بنابر مصوبه وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی بود و بنابراین به نظر می‌رسد با توجه به چند وجهی بودن عوامل مؤثر بر میزان انتشار بیماری‌های همه‌گیر تصمیم‌گیری در خصوص تأثیر آلاینده‌های

illness in Jinan, China. *BMC Public Health* 2019; 19(1):1-12.

6- Liu X-X, Li Y, Qin G, Zhu Y, Li X, Zhang J, et al. Effects of air pollutants on occurrences of influenza-like illness and laboratory-confirmed influenza in Hefei, China. *International Journal of Biometeorology* 2019; 63(1):51-60.

7- Cui Y, Zhang Z-F, Froines J, Zhao J, Wang H, Yu S-Z, et al. Air pollution and case fatality of SARS in the People's Republic of China: an ecologic study. *Environmental Health* 2003; 2 (1):1-5.

8- Shah B, Modi P, Sagar SR. In silico studies on therapeutic agents for COVID-19: Drug repurposing approach. *Life Sciences* 2020:117652. doi.org/10.1016/j.lfs.2020.117652

9- Herrmann J-M. Heterogeneous photocatalysis: fundamentals and applications to the removal of various types of aqueous pollutants. *Catalysis Today* 1999; 53(1):115-29.

10- Alhakimi G, Studnicki LH, Al-Ghazali M. Photocatalytic destruction of potassium hydrogen phthalate using TiO₂ and sunlight: application for the treatment of industrial wastewater. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry* 2003; 154(2-3):219-28.

- 11 -Lin Y-H, Liu C-H, Chiu Y-C. Google searches for the keywords of “wash hands” predict the speed of national spread of COVID-19 outbreak among 21 countries. *Brain, Behavior, and Immunity* 2020; 87:30-32.
- 12- Veillette M, Knibbs LD, Pelletier A, Charlebois R, Lecours PB, He C, et al. Microbial contents of vacuum cleaner bag dust and emitted bioaerosols and their implications for human exposure indoors. *Applied and Environmental Microbiology* 2013; 79(20):6331-6.
- 13- Wei J, Zhou J, Cheng K, Wu J, Zhong Z, Song Y, et al. Assessing the risk of downwind spread of avian influenza virus via airborne particles from an urban wholesale poultry market. *Building and Environment* 2018; 127:120-6.
- 14- Ramachandran P, Lee CY, Doong R-A, Oon CE, Thanh NTK, Lee HL. A titanium dioxide/nitrogen-doped graphene quantum dot nanocomposite to mitigate cytotoxicity: synthesis, characterisation, and cell viability evaluation. *RSC Advances* 2020; 10(37):21795-805.
- 15- Guo Q, Zhou C, Ma Z, Yang X. Fundamentals of TiO₂ photocatalysis: concepts, mechanisms, and challenges. *Advanced Materials* 2019; 31(50):1901997. doi.org/10.1002/adma.201901997
- 16- Islamic Republic News Agency. Available at: <https://www.irna.ir/news/>. code news: 83788767 May 21, 2020 (In Persian).
- 17- Feng C, Li J, Sun W, Zhang Y, Wang Q. Impact of ambient fine particulate matter (PM_{2.5}) exposure on the risk of influenza-like-illness: a time-series analysis in Beijing, China. *Environmental Health* 2016; 15(1):1-12.
- 18- Li R, Pei S, Chen B, Song Y, Zhang T, Yang W, et al. Substantial undocumented infection facilitates the rapid dissemination of novel coronavirus (SARS-CoV-2). *Science* 2020; 368(6490):489-93.
- 19- Asadi S, Wexler AS, Cappa CD, Barreda S, Bouvier NM, Ristenpart WD. Aerosol emission and superemission during human speech increase with voice loudness. *Scientific Reports* 2019; 9(1):1-10.
- 20- Shao S, Zhou D, He R, Li J, Zou S, Mallery K, et al. Risk assessment of airborne transmission of COVID-19 by asymptomatic individuals under different practical settings. *Journal of Aerosol Science* 2020; 105661. doi.org/10.1016/j.jaerosci.2020.105661
- 21- Van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, Holbrook MG, Gamble A, Williamson BN, et al. Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1. *New England Journal of Medicine* 2020; 382(16):1564-7.
- 22- Nor NSM, Wai YC, Ibrahim N, Rashid ZZ, Mustafa N, Abd Hamid HH, et al. Particulate matter (PM_{2.5}) as a potential SARS-CoV-2 carrier. *Nature Portfolio* 2020; 11:2508. doi.org/10.1038/s41598-021-81935-9.
- 23- Wu X, Nethery RC, Sabath BM, Braun D, Dominici F. Exposure to air pollution and COVID-19 mortality in the United States: A nationwide cross-sectional study. medRxiv. 2020;6(45):32511651. doi.org/10.1101/2020.04.05.20054502
- 24- Dutheil F, Baker JS, Navel V. COVID-19 as a factor influencing air pollution? *Environmental Pollution (Barking, Essex: 1987)* 2020; 263:114466. doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114466
- 25- Setti L, Passarini F, De Gennaro G, Di Gilio A, Palmisani J, Buono P, et al. Position Paper Relazione circa l'effetto dell'inquinamento da particolato atmosferico e la diffusione di virus nella popolazione. SIMA-Società Italiana di Medicina Ambientale; 2020. http://www.simaonlus.it/wpsima/wp-content/uploads/2020/03/COVID19_Position-Paper_Relazione-circa-l'effettodell'inquinamento-da-particolato-atmosferico-e-la-diffusione-divirus-nella-popolazione.pdf. Accessed 29 March 2020. 2020.
- 26- Piazzalunga-Expert A. Evaluation of the potential relationship between Particulate Matter (PM) pollution and COVID-19 infection spread in Italy. mimeo; 2020. access <https://www.guapo-air.org/en/resource-center/health-impacts/evaluation-potential-relationship-between-particulate-matter-pm>.
- 27- Morabito M, Messeri A, Crisci A, Pratali L, Bonafede M, Marinaccio A. Heat warning and public and workers' health at the time of COVID-19 pandemic. *Science of The Total Environment* 2020; 738:140347. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140347