REVIEW ARTICLE

Environmental Factors Affecting the Incidence, Infection and Mortality Rates of COVID-19: A Systematic Review

Mohammad Ali Zazouli[1],
Yalda Hashempour[2],
Zabihollah Yousefi[1],
Alireza Ala[3]

[1] Professor, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Public Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
[2] Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Public Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
[3] PhD Student in Environmental Health Engineering, Health Sciences Research Center, Addiction Institute, Student Research Committee, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

(Received May 30, 2021 ; Accepted September 28, 2021)

Abstract

Background and purpose: Environmental factors can play a role in incidence, infection, and mortality rates of Coronavirus disease (COVID-19). In this study, we performed a systematic review of environmental factors affecting the incidence, infection, and mortality rates of COVID-19.

Materials and methods: In this review, articles, case studies, and official reports were searched in electronic databases, including PubMed, Scopus, Web of Science, Google Scholar, Magiran, and Scientific Information Database (SID) using the following keywords: COVID-19, Environmental factors, Air pollution, Temperature and humidity, Water and wastewater, and Coronavirus. Studies on the relationship between environmental factors affecting infection and mortality rates of COVID-19 published until July 2021 were selected. Qualitative evaluation of articles was performed using the STROBE checklist.

Results: Out of 62 articles found 30 were reviewed. Air pollution, temperature, humidity, water, wastewater, and waste could play a role in incidence, infection, and mortality rates of COVID-19. Environmental control was found to be effective in preventing the spread of infection and reducing the mortality rate of COVID-19. Improving environmental performance could be of great benefit in preventing the spread of many diseases, particularly the COVID-19 pandemic.

Conclusion: Ensuring global environmental performance is essential to protect all countries against COVID-19 and other public health hazards. Meanwhile, more investment in research and development is needed.

Keywords: COVID-19, environmental factors, air pollution, temperature, humidity, water and wastewater

J Mazandaran Univ Med Sci 2021; 31 (202): 179-195 (Persian).

* **Corresponding Author: Alireza Ala -** Health Sciences Research Center, Addiction Institute, Student Research Committee, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran (E-mail: ala_alireza@yahoo.com)

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

مجلـــه دانشـــگاه عـــلـــوم پـــزشـــکـــی مـــازنـــدران
دوره سی و یکم شماره ۲۰۲ آبان سال ۱۴۰۰ (۱۹۵-۱۷۹)

عوامل محیطی تاثیر گذار بر میزان ابتلا، عفونت و مرگ و میر ناشی از بیماری کووید-۱۹: یک مطالعه مرور سیستماتیک

محمدعلی ززولی[۱]
یلدا هاشم پور[۲]
ذبیح الله یوسفی[۱]
علیرضا علا[۳]

چکیده

سابقه و هدف: عواملی محیطی در میزان ابتلا، عفونت و مرگ و میر ناشی از بیماری کووید-۱۹ می توانند نقش داشته باشند. در این مطالعه یک بررسی سیستماتیک از مطالعات اثر بخشی عوامل محیطی تاثیرگذار بر میزان ابتلا، عفونت و مرگ و میر ناشی از بیماری کووید-۱۹ انجام شد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه با مرور سیستماتیک مقالات منتشر شده موجود، مطالعات موردی واطلاعات مختلف ازگزارش‌ها و وب سایت‌های رسمی با جستجو در پایگاه‌های اطلاعاتی PubMed، Scopus، Web Of Science، Google Scholar، Magiran و Scientific Information Database(SID) باکلید واژه‌های Covid-19، Environmental factors، Air pollution، Temperature and humidity، Water and wastewater و Coronaviros تا جولای ۲۰۲۱ در زمینه ارتباط بین فاکتورهای محیطی تاثیرگذار بر عفونت و مرگ و میر ناشی از کووید-۱۹ انجام شده است. ارزیابی کیفی مقالات با استفاده از چک لیست STROB انجام شد.

یافته‌ها: از مجموع ۶۲ مقاله جستجو شده در نهایت ۳۰ مقاله بررسی شد. هر یک از عوامل آلودگی هوا، دما، رطوبت، آب، فاضلاب و پسماند می‌توانند در میزان ابتلا، عفونت و مرگ و میر ناشی از بیماری کووید-۱۹ نقش داشته باشند. تجزیه و تحلیل اطلاعات موجود، بر نقش موثر کنترل عوامل محیطی در جلوگیری از شیوع و کاهش میزان ابتلا، عفونت و مرگ و میر ناشی از آن بر بیماری کووید-۱۹ تاکید دارد. بهبود عملکرد محیطی در جهان یکی از بهترین و موثرترین راه‌های پیشگیری از همه‌گیری بیماری، به ویژه در مورد کووید-۱۹ در حال حاضر است.

استنتاج: اطمینان از بهبود عملکرد محیطی در جهان برای محافظت کشورها از جمعیت خود برای مقابله با کووید-۱۹ و محافظت از جمعیت در برابر سایر خطرات بهداشت عمومی ضروری است. لازم است سرمایه‌گذاری بیش‌تری در تحقیق و توسعه انجام شود.

واژه های کلیدی: کووید-۱۹، عوامل محیطی، آلودگی هوا، دما، رطوبت، آب و فاضلاب

مقدمه

ظهور کووید-۱۹ تهدیدهای جدی برای بهداشت عمومی در جهان ایجاد کرده است(۱). با توجه به این‌که انتقال سندرم تنفسی حاد شدید کروناویروس ۲ (SARS-CoV-2) از انسان به انسان بیش‌تر زمانی اتفاق

مولف مسئول: علیرضا علا –ساری: کیلومتر ۱۷ جاده فرح آباد، مجتمع دانشگاهی پیامبر اعظم، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، پژوهشکده اعتیاد E-mail: ala_alireza@yahoo.com
۱. استاد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت ،دانشگاه علوم پزشکی مازندران ، ساری، ایران
۲. استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت ،دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۳. دانشجوی دکتری مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، پژوهشکده اعتیاد، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
تاریخ دریافت : ۱۴۰۰/۳/۹ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات :۱۳۹۹/۳/۲۵ تاریخ تصویب :۱۴۰۰/۷/۶

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

می‌افتد که افراد در مرحله کمون بیماری هستند یا حامل هستند و هیچ علامتی ندارند، بنابراین، نقش عوامل و شرایط محیطی مانند دما، رطوبت، سرعت باد و همچنین غذا، آب و فاضلاب، هوا، پسماند، حشرات، سطوح بی‌جان و دست‌ها در انتقال کووید-۱۹ مهم است و در مطالعات مختلف در سراسر جهان مورد بحث قرار گرفت(۲). درحال حاضر، آلودگی هوا به‌عنوان بزرگ‌ترین عامل محیطی بیماری و مرگ زودرس در جهان شناخته شده است. این بر ایمنی بدن تأثیر می‌گذارد و افراد را در برابر عوامل بیماری زا آسیب‌پذیرتر می‌کند. لذا این فرضیه مطرح شده که آلودگی هوا می‌تواند هم به عنوان ناقل عفونت و هم به عنوان عامل بدترکننده تاثیر بیماری کووید-۱۹ بر سلامتی عمل کند(۳). مطالعات اخیر کووید-۱۹ در چندین کشور ارتباط بین آلودگی هوا و میزان مرگ و میر را مشخص کرد(۴). با توجه به حضور RNA ویروسی SARS-CoV-2 در مدفوع و بزاق بیماران آلوده، مطالعات، حضور آن را در فاضلاب خام، لجن اولیه و آب رودخانه‌ها نیز نشان داد. بنابراین سیستم فاضلاب می‌تواند یک مسیر احتمالی شیوع ویروس باشد(۵). وجود و تشخیص ژن‌ها در سیستم فاضلاب یک مورد قوی برای نظارت بر محیط زیست و کنترل شیوع بیماری در همه‌گیری کووید-۱۹ است(۶). باتوجه به افزایش تولید کلی زباله های بالینی در طول بیماری همه‌گیر کووید-۱۹(۸،۷). عدم مدیریت صحیح مواد زائد جامد در طول بیماری همه‌گیر کووید-۱۹، می‌تواند در افزایش شیوع و موارد ابتلا به ویروس کرونا از طریق انتشار آن در جامعه نقش مهمی داشته باشد(۹).

در مطالعه‌ای که با هدف بررسی ارتباط بین مرگ و میر بیماری کرونا ویروس کووید-۱۹ (۲۰۱۹) و پارامترهای آب و هوا در ووهان چین انجام شده است، یک واحد افزایش در محدوده دمای روزانه تنها با ۲/۹۲ درصد افزایش مرگ و میر ناشی از کووید-۱۹ همراه بود. این مطالعه نشان می‌دهد که تغییر دما و رطوبت نیز می‌تواند عوامل مهمی در میزان ابتلا، عفونت و مرگ و میر ناشی از بیماری کووید-۱۹ باشد(۱۰). اگرچه بسیاری از مطالعات ارتباط مشابهی بین دما با شیوع کووید-۱۹ پیدا کرده‌اند، اما از طرفی انتشار اطلاعات متفاوت در برخی موارد از مطالعات مختلف ایجاب می‌کند برای درک بهتر مکانیسم‌های انتقال کووید-۱۹، مطالعات بیش‌تر در مورد اثرات مطلق رطوبت و دما در انتقال کووید-۱۹ انجام شود(۱۱). تأثیرات بهداشتی و اقتصادی شیوع کووید-۱۹ در مناطق مختلف متفاوت است، زیرا عوامل اجتماعی، اقتصادی، بهداشتی و زیست محیطی نیز از نظر مکانی متغیر هستند(۱).

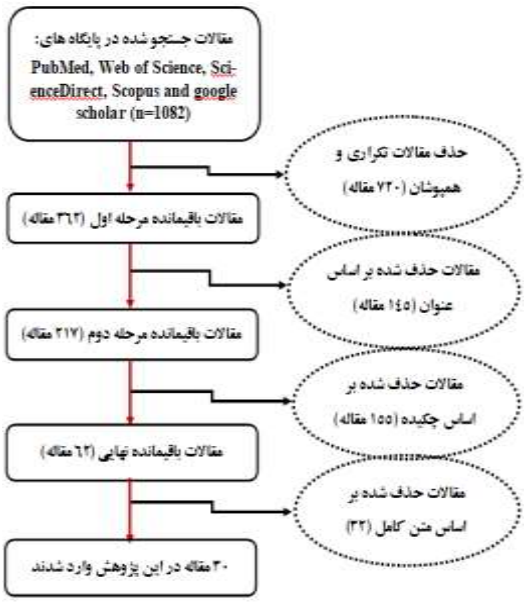
مطالعه شاخص‌های آسیب‌پذیری نشان می‌دهد مناطقی که از لحاظ اقتصادی و معضلات زیست محیطی برجسته‌تر هستند در برابر مشکل کووید-۱۹ با مشکلات مهمتری روبرو خواهند شد(۱۲). مطالعات کووید-۱۹ مبتنی بر چشم انداز زیست محیطی می‌تواند بینش جدیدی در مورد پیشگیری و کنترل همه‌گیری ایجادکند و هزینه اقتصادی کووید-۱۹ را در مناطقی با شیوع گسترده یا سطح اقتصادی پایین به حداقل برساند. بنابراین با توجه به اهمیت تاثیر عوامل محیطی بر ابعاد مختلف بیماری کووید-۱۹ سعی شده است در این پژوهش نتایج مطالعات انجام شده پس از بررسی نظام‌مند و تجزیه تحلیل به‌صورت منسجم و متمرکز ارائه شود تا اطلاعات کاربردی و راهبردی مناسب را در اختیار مخاطبین قرار دهد. بدیهی است مطالعات در زمینه بیماری کووید-۱۹ نیاز به توسعه دارد.

مواد و روش ها

مطالعه حاضر یک مطالعه مرور نظام مند در مورد عوامل محیطی تاثیر گذار بر میزان ابتلا، عفونت و مرگ و میر ناشی از بیماری کووید-۱۹ می‌باشد. این مطالعه با مرور مقالات منتشر شده موجود، مطالعات موردی و اطلاعات مختلف از گزارش‌ها و وب سایت‌های رسمی انجام شده است. مقالات علمی از طریق ابزارهای الکترونیکی با جستجو درپایگاه‌های اطلاعاتی Pubmed،

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

Scopus، Web Of Science، Google Scholar، Magiran، Scientific Information Database (SID) با کلید واژه‌های Covid-19، Waste، Environmental factors، humidity Temperature and ،Air pollution، Water and wastewater، Coronaviros و معادل فارسی آن‌ها بودکه از اکتبر ۲۰۱۹ تا جولای ۲۰۲۱ به صورت سیستماتیک جمع‌آوری شد. نسخه‌های تکراری از نتایج جستجوی اولیه حذف شدند. از تعداد زیادی مطالعات، این مطالعه داده‌ها و اطلاعات مربوط به عوامل محیطی تاثیرگذار بر میزان ابتلا، عفونت و مرگ و میر ناشی از COVID-19 را جمع‌آوری، ارائه و اهداف مطالعه را برآورده می‌کند. طبق نتایج جستجو در پایگاه‌های مذکور، ۱۰۸۲ مقاله وارد فرایند مطالعه شدند که در مرحله اول تعداد ۷۲۰ مقاله به‌دلیل تکراری بودن حذف گردیدند. سپس ۱۴۵ مقاله به علت عنوان‌های نامرتبط از پژوهش خارج شدند. براساس چکیده، ۲۱۷ مقاله بررسی شدند که تعداد ۱۵۵ مقاله حذف گردید. سپس ۶۲ مقاله کامل تهیه و بررسی شدند که در نهایت ۳۰ مقاله وارد پژوهش گردیدند (فلوچارت شماره ۱).



فلوچارت شماره ۱: فلوچارت مراحل ورود مطالعات به فرایند

خصوصیات مطالعات وارد شده به پژوهش حاضر در چهار بخش (آلودگی هوا، شرایط محیطی، آب- فاضلاب و پسماند) ارائه شده است. گزارش این مرور سیستماتیک بر اساس بیانیه پریسما PRISMA ارائه شده است. معیار ورود مقالات به مطالعه ارائه متن کامل مطالعه در مورد حداقل یکی از عوامل محیطی تاثیرگذار بر میزان ابتلا، عفونت و مرگ و میر ناشی از بیماری کووید-۱۹ بود.

نتایج جستجوی آنلاین وارد نرم‌افزار EndNote X7.7.1 (تامسون رویترز، کانادا) شد. مقالات دارای نتایج مبهم از مطالعه خارج شد. همچنین مقاله‌های تکراری مشخص شدند. سپس منابع براساس عنوان، چکیده و متن کامل براساس معیارهای ورودی و خروجی شرح داده شده در بالا غربالگری شدند. هر گونه مغایرت مورد بحث و بررسی قرار گرفت و با اجماع برطرف شد. بررسی عنوان مطالعه و متن کامل مطالعه‌ها از نظر معیارهای ورود و خروج و همچنین ارزیابی کیفیت و اعتبارسنجی مقاله‌های انتخاب شده با استفاده از چک لیست STROBE توسط ۲ نفر از نویسندگان مقاله حاضر به‌طور جداگانه انجام شد. چک لیست STROBE دارای ۲۲ آیتم با امتیاز کل ۳۰ می‌باشد. مقالات با حداقل ۱۵ امتیاز، با کیفیت در نظر گرفته شدند. از مجموع ۶۲ مقاله جستجو شده در نهایت ۳۰ مقاله بررسی شد. مقالات مورد بررسی از انوع مقالات مشاهده‌ای توصیفی (مقطعی، اکولوژیک) و تحلیلی (مورد- شاهدی و کوهورت) بود.

یافته‌ها

این مطالعه بر روی ۳۰ مقاله منتشر شده در این زمینه انجام شده است. یافته‌ها براساس خصوصیات مطالعات وارد شده به پژوهش حاضر در چهار بخش (آلودگی هوا، شرایط محیطی، آب- فاضلاب و پسماند) ارائه شده است. در مقالاتی که وارد مطالعه شده است، آلودگی هوا (۱۱ مقاله)، دما و رطوبت (۱۰ مقاله) و آب و فاضلاب (۹ مقاله) بررسی شده‌اند.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

آلودگی هوا

مطالعات اخیر در چندین کشور نشان داده است که بین آلـودگی هـوا و بیمـاری کوویـد-۱۹ ارتبـاط وجـود دارد(۴). ذرات معلـق در قطـر کمتـر از ۲/۵ میکرومتـر ($PM_{2.5}$) یکی از عوامل اصلی ابتلا به موارد کوویـد-۱۹ در انگلیس بود، زیرا افزایش ۱ متر مکعب در متوسطبلند مدت $PM_{2.5}$ با افزایش ۱۲ درصـدی کوویـد-۱۹ همـراه بود(۴). همچنین در مطالعه اولیه در ایالات متحده امریکـا نشان داده شده است که $PM_{2.5}$با مـرگ و میـر کوویـد-۱۹ ارتباط دارد(۱۳). به علاوه، اخیراً نشان داده شد که ذرات معلق در هـوا (PM) باعـث افـزایش قابلیـت زنـده مانـدن SARS-CoV-2 می‌شود، که نشان می‌دهد انتقال مسـتقیم عوامل بیماری‌زای میکروبی از طریق هوا اتفاق مـی افتـد و فرصـت آلـودگی در منـاطق آلـوده بسـیار افـزایش می‌یابد(۱۴). نتایج نشان می‌دهد که زیست آئروسل‌هـای عفونی می‌تواننـد تـا ۶ فـوت حرکـت کننـد(۲) بنـابراین، مطرح شده است که آلودگی هوا بـه‌طـور مسـتقیم بـا بـه خطر انداختن پاسخ ایمنی ریه‌ها بـه عفونـت، یـا بـه‌طـور غیرمستقیم با تشدید بیماری‌های تنفسی یا قلبـی عروقـی، به شدت به کووید-۱۹ کمـک کنـد(۱۷-۱۵). در مطالعـه Zhu et al (2020) که با هدف تعیین ارتبـاط بـین ذرات $PM_{2.5}$، PM_{10} و NO_2 در ۱۲۰ شهر چین انجام شد نشان داده شده است کـه افـزایش ۱۰ میکروگرم/متـر مکعـب $PM_{2.5}$ و PM_{10} و NO_2 جداگانه هر یـک بـه ترتیـب بـا ۲/۲۴، ۱/۷۶ و ۶/۹۴ درصد افزایش موارد جدید روزانـه تاییـد شـده بیمـاری کوویـد-۱۹ همـراه بـوده اسـت(۱۸). نتایج مطالعه Xiao Wu (2020) در ایالات متحده نشـان داده است که افزایش تنها یک میکروگرم بر متر مکعـب در $PM_{2.5}$ با افزایش ۸ درصدی نرخ مرگ و میر ناشی از کوویـد-۱۹ همـراه بـوده اسـت(۱۳). سـطح ازن، اکسـید نیتروژن و دی اکسید نیتروژن به طور قابل توجهی همـراه با تراکم جمعیـت بـا مـرگ ناشـی از کوویـد-۱۹ همـراه است(۴).

مطالعه‌ای در انگلیس نشـان داده اسـت کـه افـزایش فقط ۱ متر مکعب ازن در میانگین دراز مدت بـا افـزایش ۴/۵ درصدی از موارد کووید-۱۹ و همین میزان افزایش در اکسیدهای نیتروژن تقریبا با ۲ درصد بیش‌تر از مـوارد ابـتلا بـه کوویـد-۱۹ همـراه اسـت. اگرچـه سـطح ازن نمی‌تواند به‌طور قابل تـوجهی میـزان عفونـت در سـطوح فردی را پیش‌بینی کنـد، لـیکن بـه‌طـور قابـل تـوجهی بـا مـرگ و میـر در سـطح منطقـه همـراه بـود(۴). ازجملـه متغیرهایی‌که ارتباط مستقیم با مرگ و میـر ناشـی از بیمـاری کرونـا دارد، PM_{10}، $PM_{2.5}$ و NO_2 هسـتند(۱۹). قـرار گرفتن کوتاه مدت و بلند مدت در معرض SO_2 منجر به افزایش خطر کووید-۱۹ می‌شود. قـرار گـرفتن در معـرض آلودگی هوا تأثیر قابل توجهی بر همه‌گیری کوویـد-۱۹ دارد و نیاز به تحقیقات بیشتری بـرای بررسـی بیشـتر ایـن موضوع دارد(۲۰). خلاصه شواهد نقش آلـودگی هـوا بـر شیوع کووید-۱۹ در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

دما و رطوبت

دما می‌تواند بر گسـترش کوویـد-۱۹ تـأثیر بگـذارد (۲۹، ۳۰). در مطالعـه‌ای نشـان داده شـده اسـت کـه افزایش دما می‌تواند تعداد موارد کوویـد-۱۹ را کـاهش دهد(۳۲،۳۱) در مطالعه‌ای در چین نقش رطوبت مطلق بـر میزان انتقال و شیوع کووید-۱۹ در سراسر چین بررسـی شـده و نتـایج آن نشـان داده اسـت کـه اگرچـه رطوبـت مطلـق و دمـا بـا رشـد نمـایی محلـی کوویـد-۱۹ در استان‌های چین و سایر کشـورهای آسـیب دیـده ارتبـاط دارد و رطوبت مطلق و دما توانستند به ترتیب یک رابطه مثبـت و یـک رابطـه منفـی جزئـی ایجـاد نماینـد، لـیکن تغییـرات آب و هـوا بـه تنهـایی (یعنـی افـزایش دمـا و رطوبت بـا رسـیدن مـاه هـای بهـار و تابسـتان بـه نیمکـره شمالی) لزوماً منجر به کـاهش تعـداد مـوارد کوویـد-۱۹ بـدون اجـرای مـداخلات گسـترده بهداشـت عمـومی نمی‌شود(۳۳).

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

جدول شماره ۱: خلاصه شواهد نقش آلودگی هوا بر شیوع کووید-۱۹

نویسندگان/سال	کشور	اهداف	نتیجه گیری	مرجع
Travaglio M et al., 2020	انگلستان	رابطه بین آلودگی هوا و کووید-۱۹ در انگلیس	افزایش ازن و دی اکسیدهای نیتروژن در میانگین دراز مدت با افزایش موارد کووید-۱۹ همراه است	(۴)
Wu, X et al., 2020.	ایالات متحده	بررسی قرارگرفتن در معرض آلودگی هوا و مرگ و میر کووید-۱۹ در ایالات متحده	ذرات معلق در قطر کمتر از ۲/۵ میکرومتر ($PM_{2.5}$) با مرگ و میر کووید-۱۹ ارتباط مثبت دارد	(۱۳)
Wax RS et al., 2020,	کانادا	ملاحظات مهم مربوط به کنترل های محیطی و توصیه‌های عملی برای تیم‌های مراقبت	آئروسل ها در شرایط خاصی در انتقال کووید-۱۹دخیل هستند	(۲۱)
Van Doremalen N et al., 2020	انگلستان	آئروسل و مقایسه پایداری کرونا ویروس ها	کروناویروس در ذرات معلق به مدت ۳ ساعت باقی می ماند، ثبات SARS-CoV-2 در شرایط تجربی مورد آزمایش مشابه SARS-CoV-1 بود	(۲۲)
Brandt EB et al., 2020	امریکا	تجزیه و تحلیل مقطعی آلودگی هوا، اختلاف نژادی و مرگ و میر ناشی از کووید-۱۹	پیوندهای بالقوه بین قرار گرفتن در معرض آلودگی هوا و شدت کووید-۱۹ وجود دارد	(۲۳)
Conticini E EB et al., 2020	ایتالیا	آیا می توان آلودگی هوا را عامل بسیار مهمی از میزان مرگبار SARS-CoV-2 در شمال ایتالیا دانست؟	سطح بالای آلودگی در شمال ایتالیا باید به عنوان یک عامل اضافی از میزان بالای کشندگی ثبت شده در آن منطقه در نظر گرفته شود	(۱۶)
Dutheil F et al., 2020	فرانسه	آیا آلودگی هوا به عنوان یک فاکتور تاثیرگزار بر بیماری کووید-۱۹ است؟	آلودگی هوا به طور مستقیم یا به طور غیرمستقیم به شدت کووید-۱۹ کمک می کند	(۲۴)
Beloconi, A et al., 2021	سراسر اروپا	مدل سازی فضایی-زمانی تغییرات در معرض آلودگی هوا مرتبط با اقدامات قرنطینه کووید-۱۹ در سراسر اروپا	اقدامات صورت گرفته برای مقابله با ویروس در اروپا به ترتیب متوسط غلظت سطح NO_2 و $PM_{2.5}$ را ۲۹/۵ درصد (۹۵٪ فاصله اطمینان: ۲۸/۱٪، ۳۰/۹٪) و ۲۵/۹٪ (۳۳/۶٪، ۲۸/۱٪) کاهش داد	(۲۵)
Bowe, B et al., 2021	امریکا	بررسی ارتباط آلودگی هوا با ذرات ریز محیطی و خطر بستری شدن در افراد مثبت کووید-۱۹	قرار گرفتن در معرض سطوح بالاتر PM2.5 با افزایش خطر بستری شدن در افراد آلوده به کووید-۱۹ همراه بود	(۲۶)
Khan, Y. A.., 2021	پاکستان	خطر مرگ و میر ناشی از کووید-۱۹و آلودگی هوا در پاکستان	بین احتمال مرگ و میر ناشی از کووید-۱۹ و آلودگی هوا ارتباط وجود دارد. افزایش PM10 به طور مستقل با مرگ و میر ناشی از ویروس کرونا مرتبط است	(۲۷)
Ho, C. C et al., 2021	ایتالیا	ارزیابی اثرات کوتاه مدت و بلند مدت آلودگی هوا بر خطر و مرگ و میر کووید-۱۹ در Lombardy و Veneto در ایتالیا	قرار گرفتن در معرض آلودگی هوا تأثیر قابل توجهی بر همه گیری کووید-۱۹ دارد	(۲۸)

اگرچه بیماری کووید-۱۹ ممکن است که فصلی نباشد، لیکن مطالعات نشان داده است که محدوده‌ای از دما و رطوبت وجود دارد که به ویژه برای انتقال کووید-۱۹ مناسب است. در مطالعه سجادی و همکاران ذکر شده است که مناطقی از کره خاکی که همه‌گیری کووید-۱۹ را تجربه کرده‌اند، در حوالی ماه‌های اپیدمی ابتدا آب و هوای خنک و با رطوبت کم برخوردار بوده‌اند. به‌طور خاص، آن‌ها محدوده‌ی دمای ۱۱-۵ درجه سانتی‌گراد (۵۲-۴۱)°F و یک رطوبت خاص بین ۳ تا ۶ گرم در کیلوگرم را شناسایی کردند(۳۵،۳۴). مطالعه آزمایشگاهی نشان داد که SARS-CoV-2 در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد بسیار پایدار است، اما به گرما حساس است. با افزایش دما تا ۷۰ درجه سانتی‌گراد، ویروس غیرفعال می‌شود(۳۶). دمای بالا و رطوبت بالا به ترتیب انتقال کووید-۱۹ را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد(۳۷). تجزیه و تحلیل شهرهای دارای تغییرات دمایی گسترده همبستگی منفی و معنی‌دار بین پارامتر دما با انتقال کووید-۱۹ (P=۰/۰۴۲) را نشان داد اما با رطوبت نسبی همبستگی معنی‌داری نداشت (P =۰/۱۹۸)(۳۶). زمان غیرفعال‌سازی ویروس از ۱۴ روز در ۲۲ درجه سانتی‌گراد، به ۲ روز در ۳۷ درجه سانتی‌گراد، به ۳۰ دقیقه در ۵۶ درجه سانتی‌گراد و ۵ دقیقه در ۷۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسد(۳۸). در مطالعه‌ای نشان داده شده است که موارد اوج انتشار کووید-۱۹ در دمای متوسط ۲۶ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۵۵ درصد رخ داده است. بیش‌ترین تعداد موارد در دامنه دمای متوسط ۲۶ درجه سانتی‌گراد تا ۲۸ درجه سانتیگراد و در محدوده رطوبت ۵۵ تا ۶۵ درصد جمع شد. درجه حرارت بالا و رطوبت بالا به‌ترتیب میزان انتقال‌کووید-۱۹ را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد(۳۷). دربرخی از مطالعات هیچ ارتباطی بین رطوبت و دما و انتقال کووید-۱۹ مشاهده نشد. مثال اصلی، در این مورد کشور ایران است که کووید-۱۹ حتی در محیط گرم به اوج رسید. یکی از مطالعات شواهدی را نشان می‌دهد که دما می‌تواند با تأثیر بر تحرک انسان برگسترش کووید-۱۹ موثر باشد(۳۹). رطوبت نسبی محیط نقش مهمی در محاسبه طول عمر قطرات دارد. کاهش عمر قطرات زمانی رخ می‌دهد که رطوبت نسبی محیط زیر ۳۷ درصد تنظیم شود. هنگامی که رطوبت نسبی محیط بیش از ۳۷ درصد باشد، دمای محیط بالاتر (۳۰ درجه سانتی‌گراد) منجر به طول عمر بیش‌تر قطرات برای همان قطر قطره اولیه در نظرگرفته

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

شـده مـی‌شـود(۴۰). آب و هـوای تابسـتان را نمـی‌تـوان جایگزینی برای وضع سیاست‌های کاهش در نظر گرفت، اما دمای پایین پاییز و زمستان ممکن است منجر بـه افـزایش شدت انتقـال در غیـاب مـداخلات سیاسـت یـا تغییـرات رفتاری شود(۴۱). خلاصه شواهد نقش دما و رطوبـت بـر شیوع کووید- در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

آب و فاضلاب

بقای CoVs در آب بیش‌تر به انواع آب (آب شـیر، آب تصفیه‌شده، فاضلاب، آب دریاچه، فاضـلاب خـانگی، فاضلاب بیمارستان، فاضلاب تصفیه شده) بسـتگی دارد. دما، مقدار و نوع ماده ضدعفونی‌کننده، مواد آلی، وجود میکروارگانیسمهای آنتاگونیست و همچنین قـرار گـرفتن در معـرض نـور خورشـید و اشـعه مـاورای بـنفش در باقیمانـده ویـروس در آب و فاضـلاب تـاثیر دارد(۴۷). میکروارگانیسم‌های آنتاگونیسم در محیط هـای آب نیـز می‌توانند بر ماندگاری CoVs و افـزایش میـزان غیرفعـال سازی ویروس‌ها تأثیر بگذارند(۴۸،۴۹). کرونا ویروس‌هـا در آب فاقد مواد جامد زودتر غیـر فعـال مـی‌شـوند ایـن نشان می‌دهد که مواد جامد موجود در آب مـی‌تواننـد از آن‌ها محافظت کنند(۵۰،۵۱). گمان می‌رود کـه پایـداری ویروس می‌تواند از طریق محبوس شدن باکتری‌هایی که در بیوفیلم‌ها در سیستم لوله‌کشی وجود دارد، ادامـه یابـد و بنابراین از طریق انتقال با هوادهی دوش وارد خانه‌هـای فردی شود(۵۲). حضور SARSCoV-2 در آب آشامیدنی همچنان یک نگرانی عمـده بـرای بخـش آب اسـت. در کشورهایی که سیستم آبرسانی بسیار پیشـرفته‌ای دارنـد، غلبه بر مراحل موجـود فیلتراسـیون و ضـد عفـونی بـرای ویروس‌هـا دشـوار اسـت. بـرعکس، در کشـورهایی کـه سیستم تصفیه آب برای از بـین بـردن ویـروس‌هـا مجهـز نیست، حضور آن ناشناخته است(۵۳). سـاختار مولکـولی CoVها بر ماندگاری ویـروس در محیط‌هـای آب تـأثیر می‌گذارد. در حقیقت، کرونا ویـروس‌هـا، ویـروس‌هـای پوششی هستند کـه بـا غشـای چربـی (دو لایـه) مشـخص می‌شوند(۵۴).

به طور کلی، تأمین آب سالم و بهداشتی می‌تواند از هرگونه بیماری عفونی (از جمله کووید-۱۹) محافظـت کند(۵۵). با توجه بـه محـدودیت‌هـای اقتصـادی و عملـی غربالگری پزشکی برای بیماری کووید-۱۹ که به شدت در سراسر جهان مورد توجه قرار گرفته است، دانشمندان اکنون به اپیدمیولوژی مبتنی بر فاضلاب (WBE) به‌عنوان ابـزاری بالقـوه برای ارزیابـی و مدیریت بیماری همه‌گیر

جدول شماره ۲:خلاصه شواهد نقش دما و رطوبت بر شیوع کووید-۱۹

نویسندگان/سال	کشور	اهداف	نتیجه گیری	مرجع
Chen, L. D l., 2020	آمریکا	اثرات دما و رطوبت محیط بر طول عمر قطرات -عطسه بازدم با انتقال ویروس کووید-۱۹	دمای محیط و رطوبت نسبی محیط اثرات بالقوه بر روی قطرات حامل ویروس دارند. برای دمای محیط ۳۰ درجه سانتیگراد ، رطوبت نسبی محیط بحرانی حدود ۵۵،۷ درصد است	(۴۰)
Smith, T. P et al., 2021	آمریکا	ارزیابی ارتباط دما ، رطوبت ، اشعه ماوراء بنفش و تراکم جمعیت با تخمین میزان انتقال SARS-CoV-2	دمای پایین و تراکم جمعیت بیشتر با افزایش SARS-CoV-2ارتباط دارد. دمای پایین پاییز و زمستان ممکن است منجر به افزایش شدت انتقال در غیاب مداخلات سیاست یا تغییرات رفتاری شود	(۴۱)
Haque, S. E et al., 2020	بنگلادش	بررسی ارتباط بین دما،رطوبت و شیوع کووید-۱۹ در بنگلادش	دمای بالا و رطوبت بالا به ترتیب انتقال کووید-۱۹ را به میزان قابل توجهی کاهش می دهد	(۳۷)
Mozumder SI et al., 2021	آمریکا	اثر دما، رطوبت نسبی بر شیوع و کنترل کووید-۱۹	بین انتقال کووید-۱۹ با دما همبستگی منفی وجود داشت(P=۰/۰۷۹) اما با رطوبت نسبی همبستگی نسبتاً ناچیزی داشت(P=۰/۱۹۸). تعدادکل مرگ‌ومیرها درکشورهای با دمای پایین در مقایسه با کشورهای با دمای بالا بیشتر بود	(۳۶)
Kumar Ve et al., 2020	هند	بررسی نگرانی های محیطی بیماری کووید-۱۹	زمان غیرفعال سازی ویروس با افزایش دما کاهش پیدا می کند. هیچ ارتباطی بین رطوبت و دما و انتقال کووید-۱۹ مشاهده نشد	(۴۲)
Shao W et al., 2020	چین	ارتباط بین تحرک انسان و دما با انتقال کووید-۱۹	دما می تواند با تأثیر بر تحرک انسان بر گسترش کووید-۱۹ موثر باشد	(۴۳)
Kumar G et al., 2020	هند	تجزیه و تحلیل همبستگی بین پارامترهای هواشناسی و همه گیری کووید-۱۹در پایتخت مالی هند ، بمبئی	پارامترهای رطوبت نسبی و فشار از بین همه پارامترهای مهم دیگر (به دست آمده از روش اسپیرمن) بیشترین تأثیر را بر تعداد فعال موارد کووید-۱۹ داشته است. کووید-۱۹ ارتباط منفی با سرعت باد و رطوبت مطلق نشان داد	(۴۴)
Lin, Shaowei et al., 2020	چین	آیا پارامترهای هواشناسی و کیفیت هوا بر انتقال کووید-۱۹ تأثیر می گذارد یا خیر؟	دما و فشار هوا و تهویه کارآمد قابلیت انتقال کووید-۱۹ را کاهش می دهد. حداکثر دمای روزانه ، سرعت باد و فشار هوا با قابلیت انتقال کووید-۱۹رابطه معکوس دارند	(۴۵)
Adekunle, I A et al., 2020	آفریقا	بررسی تأثیر شاخص های هواشناسی در رشد یا کاهش انتشار بیماری زایی کووید-۱۹ در آفریقا	میانگین دما و رطوبت نسبی با منحنی رشد کووید-۱۹ در آفریقا رابطه معکوس دارد	(۴۶)

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

روی آورده‌اند. تحلیل و مدل‌سازی محاسباتی برای بررسی امکان سنجی، اقتصاد، فرصت‌ها و چالش‌های مرتبط با عفونت‌های فعال ویروس کرونا به‌صورت محلی و جهانی با استفاده از WBE امکان‌پذیر است. نظارت بر فاضلاب از لحاظ SARS-CoV-2 یک معیار سنجش اپیدمیولوژیکی مفید است که می‌تواند به ردیابی شیوع و اطلاع‌رسانی به سیاست‌گزاران سلامت کمک کند(۵۶). اپیدمیولوژی مبتنی بر فاضلاب (WBE) قابلیت استفاده در پایش SARS-CoV-2 را به عنوان ابزاری حساس برای مطالعه روند مکانی و زمانی گردش ویروس در جمعیت دارد(۵۷). حتی قبل از شروع و تاخت وتاز بیماری کووید-۱۹، محققان اسپانیایی در مارس ۲۰۱۹ این ویروس را در نمونه‌های فاضلاب بارسلونا پیدا کردند(۷). نتایج تحقیق Wu وهمکاران نشان داد که افراد تازه آلوده بارهای ویروسی قابل توجهی به فاضلاب وارد می‌کنند و بیش‌تر این ریزش‌ها در اوایل عفونت قبل از شروع علائم تنفسی که معمولاً به عنوان معیارهای آزمایش است و قبل از این‌که فرد به‌دنبال مراقبت‌های بهداشتی و آزمایش باشد رخ می‌دهد(۵۸). خلاصه شواهد نقش آب و فاضلاب بر شیوع کووید-۱۹ در جدول شماره ۳ ارائه شده است.

پسماند

نتایج جستجو در قسمت پسماند،مقالات مرتبط با موضوع تحقیق را تامین نکرد. به نظر می‌رسد در این بخش به توسعه در تحقیقات نیاز است، لیکن با توجه به اهمیت پسماندهای پزشکی مرتبط با بیماری کووید-۱۹ به بیان نتایج برخی از مطالعات انجام شده پرداخته شده است. تولید انواع مختلف پسماند به‌طور غیر مستقیم نگرانی‌های زیست محیطی را ایجاد می‌کند(۶۵).

هنگام شیوع بیماری‌های واگیردار، زباله‌های ایجاد شده از مراکز درمانی به‌طور تصاعدی افزایش می‌یابد. در نتیجه در مدیریت پسماند پزشکی باید مراقبت‌های ویژه‌ایی لحاظ گردد تا از تأثیرات نگران‌کننده آن جلوگیری شود(۶۶). یک بیمار COVID-19 می‌تواند

جدول شماره ۳:خلاصه شواهد نقش آب و فاضلاب بر شیوع کووید-۱۹

نویسندگان/سال	کشور	اهداف	نتیجه گیری	مرجع
Ahmed et al., 2020	استرالیا	کمی سازی SARS-CoV-2 در فاضلاب	دو تشخیص مثبت در یک دوره شش روزه	(۵۹)
Lodder W, de Roda Husman AM., 2020	هلند	هفته ای یک بار ۱۰ لیتر از فاضلاب انسانی جمع آوری شده در فرودگاه آمستردام	فاضلاب می تواند یک سیستم نظارت حساس و هشدار سریع باشد	(۵۵)
Medema et al., 2020	هلند	نمونه فاضلاب هفت شهر در هلند از لحاظ حضور SARS-CoV-2مورد بررسی قرار گرفتند	ژن N1 در فاضلاب شش سایت و ژن N3 و E به ترتیب در ۵ و ۴ سایت شناسایی شدند	(۶۰)
Wu et al., 2020	امریکا	نمونه برداری از تصفیه خانه فاضلاب ماساچوست	تیترهای ویروسی در فاضلاب با موارد جدید کووید-۱۹ که از نظر بالینی تشخیص داده شده ارتباط دارند	(۵۸)
Wu et al., 2020	امریکا	نمونه برداری از فاضلاب شهری در ماساچوست و بررسی RNA ویروس SARS-CoV-2 از لحاظ ژن N در دوره ۱۸ تا ۲۵ مارس ۲۰۲۰ با روش RT-qPCR	تشخیص SARS-CoV-2 با سانگر توالی محصول PCR از ژن S تأید شد. تیترهای ویروسی مشاهده شده بر اساس موارد تایید شده بالینی در ماساچوست از ۲۵ مارس به طور قابل توجهی بالاتر از حد انتظار بود	(۶۱)
Nemudryi et al., 2020	امریکا	استفاده از روش RT-qPCR برای نظارت بر فاضلاب از لحاظ RNA ویروس SARS-CoV-2 طی یک دوره زمانی ۷۴ روزه در شهر Bozeman ایالت ماتانا	ما نشان می دهیم که تغیر در غلظت RNA SARS-CoV-2 به دنبال شروع علائم جمع آوری شده توسط مصاحبه گذشته نگر از بیماران است اما مقدم بر نتایج آزمایش بالینی است. از فاضلاب می توان به عنوان یک پروکسی برای نظارت بر شیوع ویروس در جامعه استفاده کرد	(۵۶)
Wurtzer et al., 2020	فرانسه	تجزیه و تحلیل کمی دوره SARS-CoV-2 با روش RT-qPCR در نمونه های فاضلاب خام جمع آوری شده ازچندین تصفیه خانه فاضلاب در پاریس دوره مطالعه ۵ مارس تا ۲۳ آوریل ۲۰۲۰ بود (دوره قرنطینه در فرانسه از ۱۷ مارس)	افزایش واحدهای ژنومی در فاضلاب خام همراه با افزایش موارد کووید-۱۹ در سطح منطقه. ژنوم ویروسی قبل از رشد گسترده اپیدمی (حدود ۸ مارس) شناسایی شد	(۶۲)
Randazzo et al., 2020	اسپانیا	نظارت بر وقوع SARS-CoV-2 از ۱۲ مارس تا ۱۴ آوریل سال ۲۰۲۰ در نمونه های آب پساب ورودی، پساب ثانویه و ثالثه از شش تصفیه خانه فاضلاب بزرگ در منطقه Murcia	مشاهده RNA ویروس SARS-CoV-2 در نمونه‌های فاضلاب تصفیه نشده، دو نمونه پساب ثانویه مثبت (۲ از ۱۸ نمونه) و همه نمونه های پساب ثالثه منفی (۰ از ۱۲). تشخیص SARS-CoV-2 در فاضلاب در مراحل اولیه انتشار کووید-۱۹ به عنوان شاخص اولیه عفونت در یک جمعیت خاص اهمیت دارد	(۶۳)
La Rosa et al., 2020	ایتالیا	دوازده نمونه فاضلاب بین فوریه و آوریل سال ۲۰۲۰ از تصفیه خانه فاضلاب در میلان و رم جمع آوری شد	از ۱۲ نمونه ۶ نمونه مثبت بود. یکی از نتایج مثبت در یک نمونه فاضلاب میلان جمع آوری شده چند روز پس از اولین مورد گزارش شده از SARS-CoV-2 ایتالیایی بود	(۵۷)
Rimoldi et al., 2020	ایتالیا	نمونه های خام و تصفیه شده از سه تصفیه خانه فاضلاب در میلان ایتالیا برداشت شدند	تست PCR نمونه های فاضلاب خام مثبت شنددر حالی که نمونه های پساب تصفیه شده همیشه منفی بودند	(۶۴)

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

روزانه ۳/۴ کیلوگرم پسماند ناشی از مراقبت‌های بهداشتی تولید کند(۶۷). حذف پسماندهای پزشکی تولید شده از مراکز بهداشتی-درمانی، بیمارستان‌ها و حتی منازلی که به درمان بیماران کووید-۱۹ می‌پردازند نیز نیازمند توجه ویژه‌ای است. زیرا این پسماندها می‌توانند ناقلان احتمالی عفونت SARS-COV-2 باشند. نتایج یک مطالعه نشان داد که تاخیر ۷۲ ساعته (طول عمر احتمالی کووید-۱۹ در محیط) در جمع‌آوری و دفع پسماند از خانه‌های آلوده و تأسیسات قرنطینه برای کنترل شیوع ویروس بسیار مهم است(۶۸).

زمان زنده ماندن SARS-CoV-2 بر روی سطوح سخت و پلاستیکی حدودا تا سه روز است که نشان می‌دهد مواد زائد بیماران کووید-۱۹ ممکن است حاوی ویروس کرونا و منبعی برای گسترش عفونت باشند(۶۹). پروژه های بازیافت در شهرهای مختلف به دلیل بیماری همه گیر متوقف شده‌اند و مقامات نگران احتمال سرایت کووید-۱۹ به مراکز بازیافت هستند. مدیریت پسماند در کشورهای آسیب دیده اروپایی محدود شده است. به عنوان مثال، ایتالیا جداسازی و مرتب‌سازی پسماند توسط افراد آلوده را ممنوع کرد. مدیریت گسترده پسماند در طی همه‌گیری به‌دلیل ماهیت پراکنده موارد و افراد آسیب دیده،فوق العاده دشوار است(۷۰). شیوع سریع بیماری کووید-۱۹ باعث افزایش استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مثل ماسک شده است. عدم مدیریت تجهیزات حفاظت فردی (PPE) استفاده شده در مراکز درمانی برای جلوگیری از شیوع کووید-۱۹ می‌تواند منجر به عفونت غیرمستقیم شود(۷۱). مدیریت نادرست پسماندهای بهداشتی به انتقال ویروس کووید -۱۹ کمک می‌کند. شیوه‌های مدیریت صحیح، مسائل مربوط به محل دفن زباله و گسترش بیشتر ویروس را کاهش می‌دهد(۷۲).

بحث

تجزیه و تحلیل‌های اکولوژیکی نشان می‌دهد که زندگی در مناطقی با سطوح بالاتری از آلودگی هوای ذرات معلق ($PM_{2.5}$) با خطر بالاتری از پیامدهای نامطلوب کووید-۱۹ همراه است. در مطالعه‌ای که با تنظیم مدل‌هایی برای ویژگی‌های همه گیری انجام شده بود افزایش ذرات $PM_{2.5}$(1.9µg/m3) با افزایش ۱۰ درصدی خطر بستری شدن در بیمارستان همراه بود(۲۱). مواجهه مزمن با سطوح بالاتر $PM_{2.5}$ همچنین با اختلالات سیستم ایمنی بدن (پاسخ ناسازگار سیستم ایمنی) همراه است(۲۴- ۲۲). از آن‌جا که کووید-۱۹ می‌تواند توسط آئروسل‌ها منتقل شود و مسافت معینی را در امتداد جریان‌های هوا طی کند، بنابراین منجر به انتقال طولانی مدت بیماری می‌شود(۳۳،۳۲). اثرات آلودگی شدید هوا توسط ذرات ریز ($PM_{2.5}$ و PM_{10})، ازن سطح زمین (O3) و نیتروژن دی اکسید (NO2) می‌تواند به میزان بالای انتشار ویروس SARS-CoV-2 و شدت بیماری همه‌گیر بیماری کروناویروس (COVID-19) کمک کند(۷۳). نتایج تحقیقات نشان می دهد انتشار NO_2در هوا با میزان ابتلا و مرگ و میر کووید-۱۹ارتباط مثبت دارد(۷۴). علاوه براین‌که ذرات معلق موجود در هوا در اندازه‌های $PM_{2.5}$,$PM_{0.1}$ و PM_{10} می‌توانند به عنوان حامل ذرات کروناویروس نقش داشته باشند، در اثر قرار گرفتن در معرض آلودگی این ذرات توام با سایرگازهای آلوده‌کننده هوا مانند ازن (O3)، دی اکسید نیتروژن (NO2)، مونوکسید کربن (CO)، ترکیبات آلی فرار (VOCs)، هیدروکربن‌های معطر چند حلقه‌ای (PAHs) و غیره که اغلب درکلان شهرهای پرجمعیت و آلوده مشاهده می‌شود(۸۰-۷۵)، به علت خصوصیات سطوح ذرات و اثرات هم افزایی یا سینرژیسم (Synergism) با ایجاد استرس اکسیداتیو و آشفتگی و اختلال در وضعیت طبیعی ناشی از تولید رادیکال‌های آزاد منجر به تولید اثرات سمی و آسیب به تمامی اجزاء و ساختارهای درون‌سلولی، آسیب رساندن به سیستم قلبی تنفسی و ایمنی بدن و تغییر مقاومت میزبان در برابر عفونت‌های ویروسی و باکتریایی، می‌توانند حساسیت به مرگ و میر و عفونت‌های تنفسی را افزایش دهند(۸۳-۸۱). پیشرفت‌های اخیر در مطالعات

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

مکانیسم‌های مرتبط با ناراحتی راه هوایی که به آلاینده‌های هوا نسبت داده می شود نشان می‌دهد که آلاینده‌های ناشی از احتراق می‌توانند با ایجاد تغییرات ژنتیکی سبب شوند تا ژن‌های پلی‌مورفیسم (Polymorphism) در مسیرهای آنتی‌اکسیدانی و التهاب راه‌های هوایی بتوانند واکنش‌ها را در برابر آلودگی هوا تغییر دهند و جهش‌های ویروسی جدیدی را از طریق درگیر ساختن پروتئین‌های غیرساختاری یا پروتئین‌های ساختاری مانند پروتئینS ایجاد کنند که می‌تواند به تغییر شکل و تکامل همه‌گیری کووید-۱۹کمک کند(۸۴،۷۳). مطالعات بیش‌تری برای شفاف‌سازی بیش‌تر نقش آلودگی هوا در طول بیماری همه‌گیر کووید-۱۹مورد نیاز است.

مطالعات اپیدمیولوژیک و آزمایشگاهی نشان داد که نمی‌توان تأثیر دمای محیط بر زنده ماندن و انتقال ویروس کرونا را نادیده گرفت(۴۳،۴۲). برخی مطالعات ارتباط بین دما و ویروس کرونا را کشف کرده‌اند. اما نتیجه گیری بحث برانگیز است. بنابراین، اگرچه دما با سرعت انتقال کووید-۱۹ ارتباط منفی دارد، لیکن مردم باید توجه بیش‌تری به اقدامات کنترلی داشته باشند زیرا در هنگام بالا رفتن بیش از حد مجاز دما، مردم بیش‌تر بیرون می‌روند. این نتایج می‌تواند تا حدی دلیل عدم جلوگیری از کووید-۱۹ در برخی از کشورها با افزایش گرمای هوا را توضیح دهد(۴۸).

در مطالعه ای نشان داده شده است که اگر حداقل دمای هوای محیط ۱ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد، تعداد تجمعی ویروس کووید-۱۹، ۰/۸۶ درصد کاهش می‌یابد(۲). مانند دیگر مطالعات قبلی(۸۵،۷۳) نتایج این مطالعه نیز نشان می‌دهد که علارقم ارتباط کووید-۱۹ با تغییرات آب و هوایی در فصول مختلف سال این ارتباط صرفا جهت توقف ویروس کرونا در فصل گرم کافی نیست. میانگین دما و سرعت متوسط باد با منحنی رشد کووید-۱۹ در آفریقا رابطه معکوس دارد. مطالعه ای در آفریقا نشان داد که رطوبت نسبی هیچ ارتباط آماری معنی‌داری با منحنی مواجهه و پاسخ کووید-۱۹ در آفریقا ندارد(۵۶). در مطالعه‌ای که در مورد نقش پارامترهای هواشناسی وعوامل کیفیت هوا در کووید-۱۹ درچین انجام شد. نشان داده شده است که غلظت بالای مونوکسید کربن یک عامل خطر است، در حالی که دمای بالاتر، افزایش فشار هوا و تهویه بهتر ممکن است قابلیت انتقال ویروس کرونا را کاهش دهد(۵۷). در بررسی مطالعات مختلف(۸۶،۷۴،۷۳) ما دریافتیم که انتقال سریع بیماری کووید-۱۹ و موارد مثبت جدید روزانه تایید شده و مرگ و میر با سطوح بالای آلودگی هوا با PM_{10} و NO_2، دمای متوسط روزانه هوا و شدت سرعت باد مرتبط است.

بر اساس آخرین شواهد،وجود ویروس کرونا در فاضلاب تأیید شده است، اما شواهدی مبنی بر انتقال آن از طریق فاضلاب یا آب آشامیدنی آلوده وجود ندارد(۲). نظارت بر فاضلاب برای شناسایی SARS-CoV-2 می‌تواند به عنوان یک سیستم هشداردهنده اولیه باشد که به مردم هشدار می‌دهد که چه زمان و کجا عفونت شیوع پیدا می‌کند و آیا ویروس دوباره در جوامع ظاهر می‌شود یا خیر. آب پاک مهمترین منبع برای مبارزه با عفونت در مراکز پرجمعیت در سراسر جهان است. تضمین دسترسی به آب با کیفیت خوب ضرورت دارد،به همین دلیل لازم است اقدامات فوری برای اطمینان از تأمین آب با کیفیت در مکان هایی که مدیریت نمی شوند،انجام شود(۶۷). از طریق فاضلاب خطر انتشار احتمالی ویروس SARS-CoV-2 به آب‌های سطحی وجود دارد(۷۲). ویروس به‌دلیل ماهیت بسیار عفونی و مقاومت در برابر فناوری‌های متداول تصفیه آب و فاضلاب، خطرات زیادی را به همراه دارد(۷۳). اطمینان از عملکرد کامل تصفیه آب آشامیدنی و فاضلاب برای مقابله با کووید-۱۹ و محافظت از جمعیت در برابر سایر خطرات بهداشت عمومی ضروری است. بقای SARS-CoV-2 در رسانه‌های محیطی، از جمله فاضلاب و آب آشامیدنی ناشناخته مانده است(۶۷). وجود RNA ویروسی در فاضلاب یک هشدار اولیه است که نیاز به تصفیه موثر فاضلاب را برای جلوگیری از شیوع

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

SARS-CoV-2 درآینده نشان می‌دهد(۵). مرگ و میر و بیماری‌های مرتبط با همه‌گیری فعلی کووید-۱۹ مستلزم انجام تحقیقات بسیار متمرکز بر نقش محیط‌هایی مانند فاضلاب و آب‌های سطحی در انتقال بیماری است. پسماندهای پزشکی و پسماندهای خانگی مربوط به افراد آلوده به کووید-۱۹، کلینیک‌های تب، بخش‌های ایزوله، اتاق‌های معاینه ویژه و آزمایشگاه‌های پزشکی، به ویژه آزمایشگاه‌های آزمایش اسید نوکلئیک باید به‌عنوان پسماندهای پزشکی مرتبط با کووید-۱۹ و همراه با برچسب چاپ شده با"عفونت کووید-۱۹" تلقی شوند. زیرا این پسماندها احتمال حمل عوامل بیماری زا را بسیار افزایش می‌دهند. همچنین، باید برخی سطل‌های زباله های پزشکی با علامت مشخص در مناطق عمومی بیمارستان برای جمع‌آوری ماسک‌های زائد قرار داده شود. این پسماندهای عفونی باید در کیسه‌های زباله پزشکی دو لایه بسته بندی شده و سطح کیسه ها قبل از قرار دادن آن‌ها در سطل زباله‌های پزشکی که دارای پوشش هستند با اسپری مواد ضدعفونی‌کننده حاوی کلر استریل شوند و در نهایت توسط کارکنان آموزش دیده به عنوان زباله‌های پزشکی عمومی دفع شوند. نمونه‌ها یا محلول‌های نگهدارنده حاوی عوامل بیماری زا در آزمایشگاه باید ابتدا مهر وموم شده و بسته‌بندی شوند. سپس، آن‌ها را قبل از قرار دادن آن‌ها در سطل زباله‌های پزشکی، در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد، به مدت ۱۱۰ دقیقه استریلیزه کنند(۸۴). با توجه به سازگاری جهانی با تغییرات رفتاری واجتماعی در مواجهه با چالش‌های کووید-۱۹، خدمات شهری مانند جمع‌آوری و مدیریت پسماند نیاز به تغییر در عملیات دارند تا نقش مهمی در کاهش شیوع بیماری‌های عفونی داشته باشند(۱۱). هیچ سند واحدی شامل تمام استراتژی‌های مدیریت پسماندهای مراقبت‌های بهداشتی که توسط کشورهای مختلف در طول شیوع کووید-۱۹ اتخاذ شده باشد وجود ندارد(۷۲) و علی‌رغم این‌که WHO دستورالعمل‌های خاصی را برای مدیریت زباله‌های جامد مراقبت‌های بهداشتی تدوین کرده است اما در طول این همه‌گیری، کشورهای مختلف اقدامات متفاوتی را برای رسیدگی به زباله‌های جامد مراقبت‌های بهداشتی انجام داده‌اند(۷۲). لذا در صورت عدم مقابله با موج عظیم پسماند پزشکی در بحبوحه کووید-۱۹ به احتمال زیاد جهان در معرض خطر بیش‌تر محیط زیست و سلامت عمومی قرار می‌گیرد.

در پایان می توان نتیجه گرفت که عوامل محیطی بر میزان شیوع، عفونت و مرگ و میر ناشی از بیماری همه‌گیر کووید-۱۹ تاثیر گذار است. اگرچه تا کنون اطلاعات کافی و معتبر در مورد میزان تاثیر هر یک آن عوامل به تنهایی وجود ندارد. اما در مطالعات متعددی ارتباط کووید-۱۹ با عوامل محیطی به اثبات رسیده است و حتی در بسیاری موارد کنترل عوامل محیطی یکی از موثرترین راه‌های پیشگیری و کنترل کووید-۱۹ پیشنهاد شده است.با توجه به این‌که ویروس با افزایش دما تا ۷۰ درجه سانتی‌گراد غیرفعال می‌شود، با افزایش دما ماندگاری ویروس کرونا کم‌تر می‌شود. آلودگی هوا به صورت مستقیم و یا غیرمستقیم به شدت بیماری کووید-۱۹کمک کرده و باعث افزایش مرگ و میر ناشی از آن می‌گردد. فاضلاب و پسماند حاوی ویروس کرونا در صورت عدم مدیریت صحیح می‌توانند باعث آلودگی محیط و منابع آب شده و بدین ترتیب به گسترش بیماری کووید-۱۹ کمک کند. لذا اطمینان از بهبود عملکرد تصفیه آب آشامیدنی و فاضلاب و مدیریت پسماند برای مقابله با کووید-۱۹ و محافظت از جمعیت در برابر سایر خطرات بهداشت عمومی ضروری است.

سپاسگزاری

این مطالعه در دانشگاه علوم پزشکی مازندران با کد اخلاق IR.MAZUMS.REC.1400.9238 مورد تصویب قرار گرفته است. از مرکز تحقیقات علوم بهداشتی و اعتیاد و همچنین از کمیته تحقیقات دانشجویی، معاونت محترم تحقیقات و فن‌آوری دانشگاه علوم پزشکی مازندران نهایت تشکر و سپاسگزاری را دارد.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

References

1. Das A, Ghosh S, Das K, Basu T, Dutta I, Das M. Living environment matters: Unravelling the spatial clustering of COVID-19 hotspots in Kolkata megacity, India. Sustain Cities Soc 2021; 65: 102577.
2. Eslami H, Jalili M. The role of environmental factors to transmission of SARS-CoV-2 (COVID-19). AMB Express 2020; 10(1): 92.
3. Copat C, Cristaldi A, Fiore M, Grasso A, Zuccarello P, Santo Signorelli S, et al. The role of air pollution (PM and NO2) in COVID-19 spread and lethality: a systematic review. Environ Res 2020; 110129.
4. Travaglio M, Yu Y, Popovic R, Selley L, Leal NS, Martins LM. Links between air pollution and COVID-19 in England. Environ Pollut 2021; 268: 115859.
5. Mohapatra S, Menon NG, Mohapatra G, Pisharody L, Pattnaik A, Menon NG, et al. The novel SARS-CoV-2 pandemic: Possible environmental transmission, detection, persistence and fate during wastewater and water treatment. Sci Total Environ 2021; 765: 142746.
6. Kumar M, Patel AK, Shah AV, Raval J, Rajpara N, Joshi M, et al. First proof of the capability of wastewater surveillance for COVID-19 in India through detection of genetic material of SARS-CoV-2. Sci Total Environ 2020; 746: 141326.
7. Nikolaenko D. SARS-CoV-2 and the water environment: discovery of the pathogen in the sample dated March 12, 2019 in Barcelona and its interpretation. Environ Epidemiol 2020.
8. Yu H, Sun X, Solvang WD, Zhao X. Reverse logistics network design for effective management of medical waste in epidemic outbreaks: Insights from the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in Wuhan (China). Int J Environ Res Public Health 2020; 17(5): 1770.
9. Li AY, Hannah TC, Durbin JR, Dreher N, McAuley FM, Marayati NF, et al. Multivariate analysis of black race and environmental temperature on COVID-19 in the US. Am J Med Sci 2020; 360(4): 348-356.
10. Ma Y, Zhao Y, Liu J, He X, Wang B, Fu S, et al. Effects of temperature variation and humidity on the death of COVID-19 in Wuhan, China. Sci Total Environ 2020; 724: 138226.
11. de León-Martínez LD, de la Vega LDL, Palacios-Ramírez A, Rodriguez-Aguilar M, Flores-Ramírez R. Critical review of social, environmental and health risk factors in the Mexican indigenous population and their capacity to respond to the COVID-19. Sci Total Environ 2020; 733: 139357.
12. Sarkar A, Chouhan P. COVID-19: District level vulnerability assessment in India. Clin Epidemiol Glob Health 2021; 9: 204-215.
13. Wu X, Nethery RC, Sabath BM, Braun D, Dominici F. Exposure to air pollution and COVID-19 mortality in the United States. medRxiv 2020; 7.
14. Setti L, Passarini F, De Gennaro G, Barbieri P, Perrone MG, Borelli M, et al. SARS-Cov-2RNA found on particulate matter of Bergamo in Northern Italy: first evidence. Environ Res 2020; 188: 109754.
15. Brandt EB, Beck AF, Mersha TB. Air pollution, racial disparities, and COVID-19 mortality. J Allergy Clin Immunol 2020; 146(1): 61-63.
16. Cnticini E, Frediani B, Caro D. Can atmospheric pollution be considered a co-

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

factor in extremely high level of SARS-CoV-2 lethality in Northern Italy? Environ Pollut 2020; 261: 114465.

17. Dutheil F, Baker JS, Navel V. COVID-19 as a factor influencing air pollution? Environ Pollut 2020; 263: 114466.
18. Xie J, Zhu Y. Association between ambient temperature and COVID-19 infection in 122 cities from China. Sci Total Environ 2020; 724: 138201.
19. Dettori M, Pittaluga P, Busonera G, Gugliotta C, Azara A, Piana A, et al. Environmental risks perception among citizens living near industrial plants: a cross-sectional study. Int J Environ Res Public Health 2020; 17(13): 4870.
20. Ho C-C, Hung S-C, Ho W-C. Effects of short- and long-term exposure to atmospheric pollution on COVID-19 risk and fatality: analysis of the first epidemic wave in northern Italy. Environ Res 2021; 199: 111293.
21. Wax RS, Christian MD. Practical recommendations for critical care and anesthesiology teams caring for novel coronavirus (2019-nCoV) patients. Can J Anaesth 2020; 67(5): 568-576.
22. 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. N Engl J Med 2020; 382(16): 1564-1567.
23. Brandt EB, Beck AF, Mersha TB. Air pollution, racial disparities, and COVID-19 mortality. J Allergy Clin Immunol 2020; 141(6): 61-63.
24. Dutheil F, Baker JS, Navel V. COVID-19 as a factor influencing air pollution? Environ Pollut 2020; 263: 114466.
25. Beloconi A, Probst-Hensch NM, Vounatsou P. Spatio-temporal modelling of changes in air pollution exposure associated to the COVID-19 lockdown measures across Europe. Sci Total Environ 2021; 787: 147607.
26. Bowe B, Xie Y, Gibson AK, Cai M, van Donkelaar A, Martin RV, et al. Ambient fine particulate matter air pollution and the risk of hospitalization among COVID-19 positive individuals: Cohort study. Environ Int 2021; 154: 9.
27. Khan YA. Risk of mortality due to COVID-19 and air pollution in Pakistan. Environ Sci Pollut Res Int 2021; 1-10.
28. Ho CC, Hung SCE, Ho WC. Effects of short- and long-term exposure to atmospheric pollution on COVID-19 risk and fatality: analysis of the first epidemic wave in northern Italy. Environ Res 2021; 199: 11293.
29. Vickers NJ. Animal communication: when i'm calling you, will you answer too? Curr Biol 2017; 27(14): R713-R715.
30. Tobías A, Molina T. Is temperature reducing the transmission of COVID-19? Environ Res 2020; 186: 109553.
31. Mandal CC, Panwar MS. Can the summer temperatures reduce COVID-19 cases? Public health 2020; 185: 72-79.
32. Rabaan AA, Al-Ahmed SH, Haque S, Sah R, Tiwari R, Malik YS, et al. SARS-CoV-2, SARS-CoV, and MERS-COV: a comparative overview. Infez Med 2020; 28(2): 174-184.
33. Luo W, Majumder M, Liu D, Poirier C, Mandl K, Lipsitch M, et al. The role of absolute humidity on transmission rates of the COVID-19 outbreak. Medrexiv 2020.
34. Shokouhi M, Miralles-Wilhelm F, Anthony Amoroso M. Temperature humidity, and latitude analysis to predict potential spread and seasonality for COVID-19. 2020; 679364.
35. Bashir MF, Ma B, Komal B, Bashir MA, Tan D, Bashir M. Correlation between climate

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

indicators and COVID-19 pandemic in New York, USA. Sci Total Environ 2020; 728: 138835.

36. Mozumder M, Amin MSA, Uddin MR, Talukder MJ. Coronavirus COVID-19 outbreak and control: effect of temperature, relative humidity, and lockdown implementation. Arch Pédiatr 2021; 28(2): 111-116.
37. Haque SE, Rahman M. Association between temperature, humidity, and COVID-19 outbreaks in Bangladesh. Environ Sci Policy 2020; 114: 253-255.
38. Kumar V, Singh SB, Singh S. COVID-19: Environment concern and impact of Indian medicinal system. J Environ Chem Eng 2020; 8(5): 104144.
39. Askari SG, Khatbasreh M, Ehrampoush MH, Sheikhha MH, Eslami H, Taghavi M, et al. The relationship between environmental exposures and hormonal abnormalities in pregnant women: An epidemiological study in Yazd, Iran. Women Birth 2018; 31(3): e204-e209.
40. Chen LD. Effects of ambient temperature and humidity on droplet lifetime - A perspective of exhalation sneeze droplets with COVID-19 virus transmission. Int J Hyg Environ Health 2020; 229: 113568.
41. Smith TP, Flaxman S, Gallinat AS, Kinosian SP, Stemkovski M, Unwin HJT, et al. Temperature and population density influence SARS-CoV-2 transmission in the absence of nonpharmaceutical interventions. Proc Natl Acad Sci USA 2021; 118(25): e2019284118.
42. Kumar V, Singh SB, Singh S. COVID-19: Environment concern and impact of Indian medicinal system. J Environ Chem Eng 2020; 8(5): 104144.
43. Shao W, Xie J, Zhu Y. Mediation by human mobility of the association between temperature and COVID-19 transmission rate. Environ Res 2021; 194: 110608.
44. Kumar G, Kumar RR. A correlation study between meteorological parameters and COVID-19 pandemic in Mumbai, India. Diabetes Metab Syndr 2020; 14(6): 1735-1742.
45. Lin S, Wei D, Sun Y, Chen K, Yang L, Liu B, et al. Region-specific air pollutants and meteorological parameters influence COVID-19: A study from mainland China. Ecotoxicol Environ Saf 2020; 204: 111035.
46. Adekunle IA, Tella SA, Oyesiku KO, Oseni IO. Spatio-temporal analysis of meteorological factors in abating the spread of COVID-19 in Africa. Heliyon 2020; 6(8): e04749.
47. Zazooli M-A, Hashempour Y. A Review of the Stability of Coronaviruses in Different Environments. J Mazandaran Univ Med Sci 2021; 31(195): 141-155 (Persian).
48. Rzeżutka A, Cook N. Survival of human enteric viruses in the environment and food. FEMS Microbiol Rev 2004; 28(4): 441-453.
49. Howie R, Alfa M, Coombs K. Survival of enveloped and non-enveloped viruses on surfaces compared with other micro-organisms and impact of suboptimal disinfectant exposure. J Hosp Infect 2008; 69(4): 368-376.
50. Gundy PM, Gerba CP, Pepper IL. Survival of coronaviruses in water and wastewater. Food Environ Virol 2009; 1(1): 10-14.
51. Casanova L, Rutala WA, Weber DJ, Sobsey MD. Survival of surrogate coronaviruses in water. Water Res 2009; 43(7): 1893-1898.
52. García-Ávila F, Valdiviezo-Gonzales L, Cadme-Galabay M, Gutiérrez-Ortega H, Altamirano-Cárdenas L, Zhindón-Arévalo C, et al. Considerations on water quality and the use of chlorine in times of SARS-CoV-2 (COVID-19) pandemic in the community. Case Studies in Chemical and Environmental

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

Engineering 2020; 2: 100049.

53. Langone M, Petta L, Cellamare C, Ferraris M, Guzzinati R, Mattioli D, et al. SARS-CoV-2 in water services: presence and impacts. Environ Pollut 2021; 268: 115806.
54. Weiss SR, Navas-Martin S. Coronavirus pathogenesis and the emerging pathogen severe acute respiratory syndrome coronavirus. Microbiol Mol Biol Rev 2005; 69(4): 635-664.
55. Lodder W, de Roda Husman AM. SARS-CoV-2 in wastewater: potential health risk, but also data source. Lancet Gastroenterol Hepatol 2020; 5(6): 533-534.
56. Nemudryi A, Nemudraia A, Wiegand T, Surya K, Buyukyoruk M, Cicha C, et al. Temporal detection and phylogenetic assessment of SARS-CoV-2 in municipal wastewater. Cell Rep Med 2020; 1(6): 100098.
57. La Rosa G, Iaconelli M, Mancini P, Ferraro GB, Veneri C, Bonadonna L, et al. First detection of SARS-CoV-2 in untreated wastewaters in Italy. Sci Total Environ 2020; 736: 139652.
58. Wu F, Xiao A, Zhang J, Moniz K, Endo N, Armas F, et al. SARS-CoV-2 titers in wastewater foreshadow dynamics and clinical presentation of new COVID-19 cases. Medrxiv 2020: 06.
59. Ahmed W, Angel N, Edson J, Bibby K, Bivins A, O'Brien JW, et al. First confirmed detection of SARS-CoV-2 in untreated wastewater in Australia: a proof of concept for the wastewater surveillance of COVID-19 in the community. Sci Total Environ 2020; 728: 138764.
60. Medema G, Heijnen L, Elsinga G, Italiaander R, Brouwer A. Presence of SARS-Coronavirus-2 RNA in sewage and correlation with reported COVID-19 prevalence in the early stage of the epidemic in the Netherlands. Sci Total Environ 2020; 7(7): 511-516.
61. Wu F, Zhang J, Xiao A, Gu X, Lee WL, Armas F, et al. SARS-CoV-2 titers in wastewater are higher than expected from clinically confirmed cases. Msystems 2020; 5(4): e00614-620.
62. Wurtzer S, Waldman P, Ferrier-Rembert A, Frenois-Veyrat G, Mouchel J-M, Boni M, et al. Several forms of SARS-CoV-2 RNA can be detected in wastewaters: implication for wastewater-based epidemiology and risk assessment. Water Res 2021; 198: 117183.
63. Randazzo W, Truchado P, Cuevas-Ferrando E, Simón P, Allende A, Sánchez G. SARS-CoV-2 RNA in wastewater anticipated COVID-19 occurrence in a low prevalence area. Water Res 2020; 181: 115942.
64. Rimoldi SG, Stefani F, Gigantiello A, Polesello S, Comandatore F, Mileto D, et al. Presence and infectivity of SARS-CoV-2 virus in wastewaters and rivers. Sci Total Environ 2020; 744: 140911.
65. Schanes K, Dobernig K, Gözet B. Food waste matters-A systematic review of household food waste practices and their policy implications. Journal of Cleaner Production 2018; 182: 978-991.
66. Ramteke S, Sahu BL. Novel coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic: considerations for the biomedical waste sector in India. Case Studies in Chemical and Environmental Engineering 2020; 2: 100029.
67. Bank AD. Managing infectious medical waste during the COVID-19 pandemic. 2020.
68. Nghiem LD, Morgan B, Donner E, Short MD. The COVID-19 pandemic: considerations for the waste and wastewater services sector. Case Studies in Chemical and Environmental Engineering 2020; 1: 100006.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

69. Chin A, Chu J, Perera M, Hui K, Yen H-L, Chan M, et al. Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions. Lancet Microbe 2020; 1(1): e10
70. Qu G, Li X, Hu L, Jiang G. An imperative need for research on the role of environmental factors in transmission of novel coronavirus (COVID-19). Environ Sci Technol 2020; 54(7): 3730-3732.
71. Rhee S-W. Management of used personal protective equipment and wastes related to COVID-19 in South Korea. Waste Manag Res 2020; 38(8): 820-824.
72. Das AK, Islam MN, Billah MM, Sarker A. COVID-19 pandemic and healthcare solid waste management strategy-A mini-review. Sci Total Environ 2021; 778: 146220.
73. Zoran MA, Savastru RS, Savastru DM, Tautan MN, Baschir LA, Tenciu DV. Exploring the linkage between seasonality of environmental factors and COVID-19 waves in Madrid, Spain. Process Saf Environ Prot Process Saf Environ 2021; 152: 583-600.
74. Linares C, Culqui D, Belda F, López-Bueno JA, Luna Y, Sánchez-Martínez G, et al. Impact of environmental factors and Sahara dust intrusions on incidence and severity of COVID-19 disease in Spain. Effect in the first and second pandemic waves. Environ Sci Pollut Res Int 2021; 28(37): 51948-51960.
75. Penache MC, Zoran M, editors. Temporal patterns of surface ozone levels in relation with radon (^{222}Rn) and air quality. Proceedings of the 10th Jubilee International Conference of the Balkan Physical Union. 2018 Aug 6–30 Sofia, Bulgaria: AIP Conf Proc; 2018.
76. Penache MC, Zoran M, (eds). Seasonal trends of surface carbon monoxide concentrations in relation with air quality. Proceedings of the 10th Jubilee International Conference of the Balkan Physical Union. AIP Conference Proceedings 2075 (1): 130007; 2018 Aug 6–30 Sofia, Bulgaria: AIP Conf Proc; 2018.
77. Li Y, Huang X, Yu I, Wong T, Qian H. Role of air distribution in SARS transmission during the largest nosocomial outbreak in Hong Kong. Indoor Air 2005; 15(2): 83-95.
78. Li X, Ma Y, Wang Y, Liu N, Hong Y. Temporal and spatial analyses of particulate matter (PM10 and PM2. 5) and its relationship with meteorological parameters over an urban city in northeast China. Atmos Res 2017; 198: 185-193.
79. Wu C, Chen X, Cai Y, Zhou X, Xu S, Huang H, et al. Risk factors associated with acute respiratory distress syndrome and death in patients with coronavirus disease 2019 pneumonia in Wuhan, China. JAMA Intern Med 2020; 180(7): 934-943.
80. Zoran M, Savastru D, Tautan M, Baschir L. Use of satellite data for land surface radiative parameters retrieval of Bucharest metropolitan zone. J Optoelectron Adv Mater 2019; 21(7-8): 470-483.
81. Martelletti L, Martelletti P. Air pollution and the novel Covid-19 disease: a putative disease risk factor. SN comprehensive Clinical Medicine 2020; 2(4): 383-387.
82. Cohen J, Kupferschmidt K. Countries test tactics in ‘war’against COVID-19. Science 2020; 367(6484): 1287-1288.
83. Romano S, Perrone M, Becagli S, Pietrogrande M, Russo M, Caricato R, et al. Ecotoxicity, genotoxicity, and oxidative potential tests of atmospheric PM10 particles. Atmos Environ 2020; 221: 117085.
84. Bakadia BM, Boni BOO, Ahmed AAQ, Yang G. The impact of oxidative stress damage induced by the environmental stressors on COVID-19. Life Sci 2021; 264: 118653.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]

85. Liu X, Huang J, Li C, Zhao Y, Wang D, Huang Z, et al. The role of seasonality in the spread of COVID-19 pandemic. Environ Res 2021; 195: 110874.
86. Coccia M. Effects of the spread of COVID-19 on public health of polluted cities: results of the first wave for explaining the dejà vu in the second wave of COVID-19 pandemic and epidemics of future vital agents. Environ Sci Pollut Res Int 2021; 28(15): 19147-19154.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-13]