DOI: 10.22122/jims.v39i646.14380 Published by Vesnu Publications

مجله دانشکده پزشکی اصفهان سال سی و نهم/شماره‌ی ۶۴۶/هفته‌ی دوم دی ۱۴۰۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۵/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۸/۹ تاریخ چاپ: ۱۴۰۰/۱۰/۱۴

مروری بر عوامل محیطی گسترش ویروس کرونا و نقش نیروهای بهداشتی در پیشگیری آن

مرضیه اکبری[۱]، روح‌اله دهقانی[۲]، فاطمه حمامیان زواره[۱]

مقاله مروری

چکیده

مقدمه: ویروس کرونا (Coronavirus) دارای قابلیت انتقال بالایی بوده، راه‌های متنوعی برای انتقال آن مطرح است. نیروهای بهداشتی باید همه‌ی راه‌های احتمالی انتقال را مورد توجه قرار دهند. بنابراین، مطالعه حاضر با هدف بررسی نقش عوامل محیطی در گسترش ویروس کرونا انجام گرفت.

روش‌ها: این مطالعه به صورت مروری سیستماتیک به انجام رسید. مقالات، ابتدا با توجه به عنوان مرتبط با اهداف پژوهش انتخاب شده، سپس چکیده مقالات مطالعه و مقالات مرتبط تفکیک شدند. در نهایت با بررسی کامل مقالات، پژوهش‌های مرتبط با اهداف این مطالعه انتخاب گردید. در مجموع، تعداد ۲۴۵ منبع مرور و در نهایت، ۶۳ منبع انتخاب شد.

یافته‌ها: ویروس کرونا از مسیرهای مختلف ممکن است منتقل شود. سطوح بی جان، آب و فاضلاب، هوا و دست‌های آلوده از این نظر اهمیت دارد. ویروس کرونا ممکن است روزها تا هفته‌ها در آب آلوده به مدفوع ناقل ویروس کرونا باقی بماند. بیشترین غلظت ویروس کرونا در هوای اتاق بیمارهای آلوده به ویروس بوده است. ویروس کرونا تا مدت‌ها در آب آلوده به مدفوع ناقل کرونا باقی می‌ماند و ممکن است به افراد دیگر از این طریق منتقل شود.

نتیجه‌گیری: برای جلوگیری از شیوع ویروس کرونا، تهویه‌ی مناسب، ضدعفونی اماکن عمومی، رعایت فاصله‌ی اجتماعی، توجه به بهداشت آب و پسماند و بهداشت فردی باید مورد توجه قرار گیرد. توجه به امر پیشگیری، دغدغه‌ی اصلی نیروهای بهداشتی است و به نقش این نیروها به عنوان اهرم اصلی در پیشگیری باید بیشتر توجه شود.

واژگان کلیدی: بهداشت؛ ویروس کرونا؛ انتقال؛ تأثیرات محیطی

ارجاع: اکبری مرضیه، دهقانی روح‌اله، حمامیان زواره فاطمه. **مروری بر عوامل محیطی گسترش ویروس کرونا و نقش نیروهای بهداشتی در پیشگیری آن.** مجله دانشکده پزشکی اصفهان ۱۴۰۰؛ ۳۹ (۶۴۶): ۸۰۷-۷۹۸.

مقدمه

سازمان جهانی بهداشت (World Health Organization یا WHO) در ۱۱ مارس سال ۲۰۲۰ میلادی، ویروس کرونا را به عنوان یک بیماری همه‌گیر اعلام کرد (۱). تحت تأثیر این بیماری، زندگی عادی مردم، اقتصاد جهان و سیستم آموزشی به طور باور نکردنی مختل شده است (۲). همچنین، نظام ارایه‌ی خدمات سلامت در ایران و بسیاری از کشورهای جهان در سال ۲۰۲۰ میلادی، با یکی از بحرانی‌ترین شرایط تاریخ خود مواجه شد (۳). اگرچه دانش فعلی ما در مورد این بیماری هنوز در حال پیشرفت است، اما درک بهتر از مسیرهای انتقال کروناویروس، از جمله مؤثرترین روش‌های پیشگیری و مهم‌تر از همه، سبب کاهش خطر انتقال در محیط‌های مختلف می‌باشد (۴). روش‌های اصلی انتشار ویروس شامل قطرات تنفسی، مایعات بدن، دهانی- مدفوع، تماس مستقیم و انتقال از طریق سطوح محیطی می‌باشد (۵).

نیروهای بهداشتی نقش مهمی در رهبری مسایل محیطی به ویژه در سطح محلی دارند. آن‌ها یک گروه قابل اعتماد از پیام‌رسان‌ها هستند که دانش زیست محیطی و همچنین، تأثیرات آن بر سلامتی را درک می‌کنند (۶). وظیفه‌ی نیروهای بهداشت محیط، کنترل همه‌ی عواملی است که اثر سویی بر پایدار ماندن سلامت انسان می‌گذارند. این مورد شامل بیماری‌های زیادی می‌شود که از طریق آب، هوا، مواد غذایی و بسیاری از عوامل محیطی دیگر سلامت انسان را تهدید می‌کنند. برای رسیدن به این هدف، بهره‌گیری از اصول مهندسی و دانش زیست محیطی به منظور کنترل، اصلاح و بهبود عوامل فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک محیط، جهت حفظ و ارتقای سلامتی و رفاه و

۱- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده‌ی بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران

۲- استاد، مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت و گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده‌ی بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کاشان،کاشان، ایران

نویسنده‌ی مسؤول: روح‌اله دهقانی: استاد، مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت و گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده‌ی بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کاشان،کاشان، ایران

Email: dehghani37@yahoo.com

آسایش انسان ضرورت می‌یابد (۷). در حال حاضر، شیوع کرونا به یک تهدید بالینی برای جمعیت عمومی و کارکنان مراقبت‌های بهداشتی در سراسر جهان تبدیل شده است. با این حال، دانش بشری در مورد راه‌های انتقال و نحوه‌ی گسترش این ویروس در جوامع به روشنی تعریف نشده است. بنابراین، شناخت ویژگی‌های کلیدی این ویروس در جوامع و شرایط مختلف به ویژه راه‌های انتقال آن در محیط‌های مختلف، اهمیت فراوانی دارد (۸). درک بهتر از مسیرهای انتقال محیطی ویروس کرونا، می‌تواند توجه نیروهای بهداشتی را به مؤثرترین روش‌های پیشگیری متمرکز کند و مهم‌تر از همه، خطر انتقال را در محیط‌های مختلف جامعه کاهش دهد (۴). بنابراین، پژوهش حاضر با هدف بررسی نقش عوامل محیطی در گسترش ویروس کرونا و نقش نیروهای بهداشتی در پیشگیری از آن انجام گردید.

روش‌ها

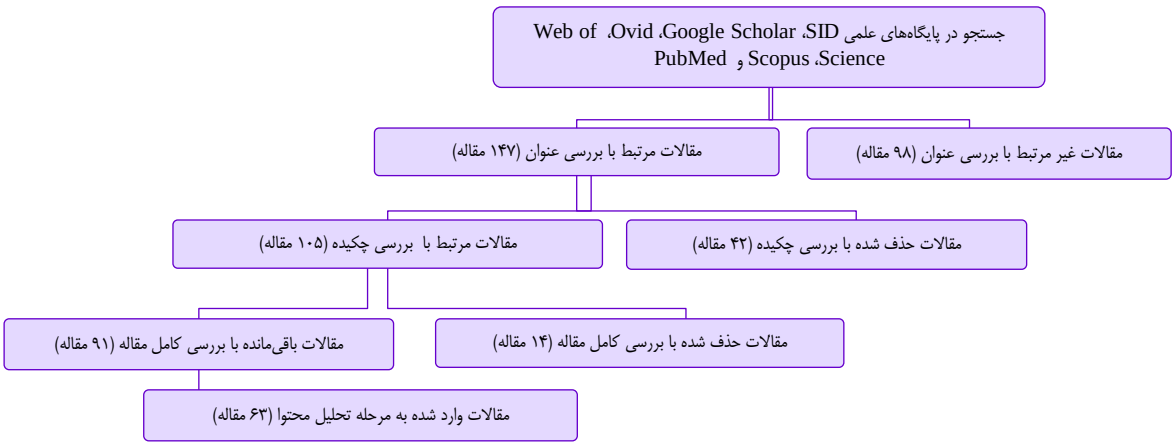
این مطالعه به صورت مروری سیتماتیک در ارتباط با ویروس کرونا و راه‌های احتمالی انتقال در ارتباط با عوامل محیطی انجام شد. بدین ترتیب، جستجو در پایگاه‌های علمی Scientific Information Database (SID)، Google Scholar، Ovid، Web of Science، Scopus و PubMed صورت گرفت. در استراتژی جستجو، ابتدا کلید واژه‌های جستجو شامل نقش عوامل محیطی زنده و غیر زنده، زباله و پسماند، آب، فاضلاب و هوا در انتقال عوامل ویروسی و کووید ۱۹، نقش احتمالی حشرات در انتقال کرونا و نقش نیروهای بهداشتی در جلوگیری از گسترش کرونا توسط پژوهشگران انتخاب گردید و مورد جستجو قرار گرفت. در گام بعدی، لیست کاملی از رفرنس همه‌ی مقالات تهیه و عنوان مقالات توسط محققان بررسی گردید و منابعی که غیر مرتبط با هدف طرح بودند، حذف شد. مقالات همایشی به دلیل این که کیفیت مناسبی نداشتند و حاوی داده‌های ارزشمندی نبودند، از فرایند پژوهش حذف شدند. مقالات پژوهشی اصیل، مروری، کمی و کیفی انتخاب شدند. در نهایت، موارد و محتوای مورد نظر از مقالات انتخاب شده از سال ۱۹۸۲ تا ۲۰۲۱ استخراج گردید.

در مجموع، ۲۴۵ منبع مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت، ۶۳ منبع با تأکید بر اهداف و پرسش‌های مطالعه انتخاب گردید. شکل ۱ چگونگی گزینش مقالات مورد بررسی را نشان می‌دهد.

یافته‌ها

۱- راه‌های انتقال ویروس کرونا

الف. انتقال محیطی از سطوح بی‌جان: سطوح بی جان مهم‌ترین راه برای انتقال ویروس کرونا به شمار می‌روند. بسته به ماهیت سطح، pH، دما و رطوبت نسبی محیط اطراف، مدت زمان ماندگاری ویروس بر روی سطوح از ۱ تا ۹ روز متغیر است (۱۰-۹). بنابراین، آلودگی سطوح، منبع بالقوه‌ی انتقال ویروسی است. همان‌طور که پس از انتقال ویروس آنفلوانزا نوع A از سطوح به دست‌ها، این ویروس ۵ دقیقه زنده می‌ماند (۱۱). van Doremalen و همکاران در مطالعه‌ی خود دریافتند که ویروس کرونا در مس و مقوا پایدارتر از پلاستیک و فولاد ضد زنگ است. همچنین، این ویروس تا ۷۲ ساعت بعد در این سطوح شناسایی شد. عمر متوسط ویروس کرونا در این سطوح، ۰/۷ ساعت برای مس، ۳/۵ ساعت برای مقوا، ۵/۶ ساعت برای فولاد ضد زنگ و ۶/۸ ساعت برای پلاستیک برآورد گردید. آن‌ها بیان کردند که ویروس کرونا می‌تواند ساعت‌ها تا روزها در سطوح زنده بماند (۱۲). Ong و همکاران نیز در بیمارستانی در سنگاپور، سطح کاسه‌ی توالت، سینک، دستگیره و جلوی کفش را آزمایش کردند و مشاهده نمودند که نمونه‌ها مثبت و آلوده به ویروس می‌باشند (۱۳).



شکل ۱. فلوچارت چگونگی گزینش مقالات مورد بررسی در پژوهش

SID: Scientific Information Database

بنابراین، جلوگیری از شیوع این ویروس در محل‌های عمومی و مراقبت‌های بهداشتی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. همچنین، انتقال ویروس کرونا از سطوح خشک آلوده به مخاط بینی، چشم‌ها یا دهان امکان‌پذیر است (۱۵-۱۴). تحقیق انجام شده در بیمارستان دانشگاه نبراسکا نیز نشان داد که در سطح رایانه‌های شخصی، عینک، تلفن همراه (۸۳/۳ درصد)، کنترل تلویزیون (۶۴/۷ درصد) و توالت (۸۱/۰ درصد) اتاق بیماران، ویروس کرونا وجود دارد (۱۶).

دستگیره‌ی درب، دکمه‌های آسانسور، تلفن‌های همراه و وسایل حمل و نقل عمومی، آلوده‌ترین سطوح برای انتقال این بیماری به شمار می‌روند (۱۷). در پژوهش صورت گرفته در چین نیز وجود ویروس کرونا در سطوح مختلف به ویژه توالت تأیید شد (۱۸). شکل ۲ مسیرهای احتمالی انتقال ویروس کرونا از محیط را نشان می‌دهد.

شکل ۲. مسیرهای احتمالی انتقال ویروس کرونا از محیط

ب. انتقال ویروس از طریق هوا: نتایج مطالعات اخیر حاکی از آن است که ویروس کرونا نه تنها از طریق ناقل‌های احتمالی ویروس بر روی سطوح، بلکه در هوا از طریق ذرات معلق، آئروسل و بیوآئروسل‌ها نیز قابل انتقال است (۲۰-۱۹). تحقیقات گذشته‌نگر صورت گرفته در زمینه‌ی ویروس کرونا در بیمارستان Prince of Wales هنگ‌کنگ، مراکز درمانی در تورنتو کانادا، هواپیماها و شیوع شبه ویروس نوروواک (Norwalk) در بین کودکان مدرسه‌ای نشان می‌دهد که ویروس‌ها از طریق هوا نیز قابل انتقال هستند (۲۵-۲۱). van Doremalen و همکاران در پژوهش خود عنوان کردند که ویروس کرونا در شرایط آزمایشگاهی، حداقل ۳ ساعت در آئروسل‌ها فعال است و ویروس در هوا ساعت‌ها زنده می‌ماند (۱۲). مطالعات در بیمارستان‌ها و مراکز درمانی چین نشان داد که بیشترین غلظت ویروس کرونا در هوای اتاق بیمارهای آلوده به ویروس بوده است (۲۶). نمونه‌های هوا در بزرگ‌ترین بیمارستان ایران که از فاصله‌ی ۲ تا ۵ متری تخت بیماران آلوده به ویروس کرونا گرفته شد، عاری از این ویروس بود (۲۷).

ج. انتقال از طریق مواد غذایی و آب: اگرچه انتقال از طریق بسته‌بندی مواد غذایی آلوده امکان‌پذیر است، اما انتقال این ویروس از طریق مصرف مواد غذایی هنگامی که غذا خوب پخته شود، گزارش نشده است (۴). آب آشامیدنی کلردار نیز تحت تأثیر ویروس کرونا قرار نمی‌گیرد. با این وجود، تحقیقات آزمایشگاهی نشان داده است که ویروس کرونا ممکن است روزها تا هفته‌ها در آب آلوده به مدفوع ناقل ویروس کرونا باقی بماند. روش‌های متداول تصفیه‌ی آب مبتنی بر فیلتراسیون و گندزدایی از جمله کلرزنی و اشعه‌ی ماورای بنفش، می‌توانند ویروس کرونا را غیر فعال کنند (۲۹-۲۸). ویروس کرونا در دمای ۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد، ۲ روز در آب زنده مانده است (۳۰). وجود ویروس در منابع آب به عوامل اساسی مانند درجه‌ی حرارت، نور خورشید و وجود ترکیبات آلی وابسته است که ویروس می‌تواند جذب آن‌ها شود و خود را در برابر نور خورشید محافظت کند. وجود سایر میکروارگانیسم‌های آنتاگونیست نیز می‌تواند بر بقای آن در منابع آب تأثیر بگذارد (۳۱). شواهد آشکاری در مورد میزبانی ویروس فلج اطفال و مایکوباکتریوم توسط Acanthamoeba وجود دارد. این یک واقعیت کاملاً ثابت شده است که از طریق آب آشامیدنی، واحدهای تهویه‌ی هوا، واحدهای دندانپزشکی و دیالیز، محلول‌های لنز تماسی و شستشوی چشم و استخرهای کلردار و بدون کلر به طور مستقیم (از طریق دهان، بینی و چشم) در معرض Acanthamoeba قرار می‌گیریم. Matin در گزارش خود این پاتوژن را میزبانی برای ویروس کرونا دانست و در رابطه با انتقال این ویروس به وسیله‌ی Acanthamoeba در آب احساس خطر کرد (۳۲).

د. انتقال از فاضلاب: حدود ۸۰ درصد آب مورد استفاده در مناطق شهری به فاضلاب تبدیل می‌شود (۳۳). مدفوع، ادرار و استفراغ، از جمله ناقلان مهم بیماری می‌باشند که می‌توانند وارد فاضلاب شوند (۳۰). وجود ویروس کرونا در فاضلاب گزارش شده است و این ویروس پس از خارج شدن از بدن انسان، تا چند روز در محیط زنده می‌ماند (۳۴). اولین اطلاعات مربوط به ویروس کرونا در فاضلاب در اروپا توسط مؤسسه ملی بهداشت عمومی و محیط زیست هلند (National Institute for Public Health and the Environment یا RIVM) گزارش شده است (۳۵). در استرالیا، هلند، ایالات متحده‌ی آمریکا و فرانسه نیز وجود این ویروس در فاضلاب تأیید شده است (۳۶). در ایران نیز ۹ نمونه از ۲۴ نمونه‌ی فاضلاب خام استان اصفهان از نظر وجود کرونا ویروس، مثبت بودند (۳۷). ویروس کرونا حداقل چهار روز در خلط، مدفوع و ادرار زنده می‌ماند (۳۵، ۴). بر اساس

مطالعه‌ای، در دمای ۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد، ویروس کرونا ۱/۶ روز در فاضلاب زنده مانده است (۳۰). گفته می‌شود که ویروس کرونا قادر به زنده ماندن برای چندین روز در فاضلاب‌های تصفیه نشده و برای مدت زمان طولانی‌تری در مناطق با درجه‌ی حرارت پایین است. ضروری است که تحقیقات بیشتری انجام شود؛ چرا که تخمین زده می‌شود حدود۱/۸ میلیارد نفر در سراسر جهان از منابع آب آشامیدنی آلوده به فاضلاب استفاده می‌کنند (۳۶). حتی زنده ماندن ویروس کرونا بین ۱۷ تا ۳۱ روز در مدفوع گزارش شده است (۳۸).

ه. انتقال احتمالی از طریق حشرات: هر ارگانیسمی که با مدفوع انسان در تماس است یا از آن تغذیه می‌کند، می‌تواند در انتقال ویروس کرونا نقش داشته باشد. در نتیجه، نقش حشرات مانند مگس‌های خانگی و سوسری در انتقال ویروس کرونا مهم است (۳۹). بسیاری از حشرات به طور طبیعی توسط طیف وسیعی از ویروس‌ها آلوده می‌شوند و بیماری‌های ویروسی را منتقل می‌کنند که باعث مرگ و میر قابل توجهی در انسان می‌شود. انتقال مکانیکی ویروس‌ها از جمله ویروس کرونا توسط اعضای بدن حشرات، در تماس با سطوح آلوده ممکن است رخ دهد (۴۰). این در حالی است که Dicke و همکاران گزارش کردند که خطر انتقال ویروس کرونا از طریق حشرات خونخوار بسیار کم است؛ چرا که ویروس‌های تأثیرگذار بر انسان، به طور کلی بر روی حشرات تأثیر نمی‌گذارد؛ به استثنای آربوویروس‌ها که فقط حشرات مکنده‌ی خون ناقل آن می‌باشند (۴۱) (جدول۱).

۲- پیش‌گیری و کنترل ویروس کرونا

الف. استفاده از ماسک و حفظ فاصله‌ی اجتماعی: با پوشیدن ماسک‌های جراحی، حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد قطرات و بخش بزرگی از آئروسل‌ها، به ویژه از اطراف ماسک از فرد به محیط منتشر می‌شود. با استفاده از ماسک N_{95}، ۵ درصد قطرات و آئروسل‌ها از فرد به محیط منتشر خواهد شد. هیچ‌کدام از این ماسک‌ها برای جلوگیری کامل از انتشار ویروس کرونا تضمین نمی‌شوند. از این‌رو، به ویژه در محیط‌های داخلی، فاصله‌گذاری اجتماعی اهمیت دارد (۴۲). مشخص شده است که برای نیروهای بهداشتی، ماسک‌ها خطر ابتلا به عفونت را تا حدود ۷۰ درصد کاهش می‌دهد (۴۳). موضوع اصلی که به صورت تجربی مشاهده شده است، حفظ فاصله‌ی اجتماعی می‌باشد؛ چرا که این ویروس از فرد آلوده به طور مستقیم قابل انتقال است (۴۴). نتایج یک مطالعه‌ی گذشته‌نگر حاکی از آن بود که در یک هواپیما، انتقال از طریق هوا از یک فرد آلوده به مسافران، تا هفت ردیف صندلی جلوتر اتفاق افتاده است که این امر نشان می‌دهد ویروس کرونا می‌تواند در مسافت بیش از ۱ متر به صورت افقی حرکت کند (۴۲). اخبار جهانی نیز نشان می‌دهد که در چین، کره‌ی جنوبی و برخی از کشورها، استفاده از ماسک و حفظ فاصله‌ی حداقل ۱ متری توسط شهروندان اجباری شده است (۴۵، ۲۶).

همچنین، فاصله‌ی مناسب اجتماعی، یک سیاست موفقیت‌آمیز برای مقابله با ویروس کرونا با کاهش میزان مرگ و میر و کاهش موارد بستری شدن بیماران در فنلاند، ایسلند، دانمارک و نروژ بوده است (۴۶). فاصله‌ی اجتماعی حداقل ۱ متر، به شدت با استفاده از ماسک و عینک محافظ ارتباط دارد؛ البته فاصله‌ی ۲ متری می‌تواند مؤثرتر باشد. اگرچه شواهد محدود است، اما استفاده‌ی بهینه از ماسک‌های صورت به ویژه ماسک‌های تنفسی N_{95} یا مشابه و ماسک‌های پنبه‌ای یا جراحی ۱۶-۱۲ لایه در جامعه و محافظت از چشم با عینک محافظ توصیه می‌شود (۴۷). ارتباط زیادی بین ابتلا به ویروس کرونا و آلودگی هوا وجود دارد. در شهرهایی که کیفیت هوا ضعیف است، احتمال افزایش ابتلا به این ویروس به دلیل تأثیرات آلودگی هوا بر انسان بیشتر می‌باشد. قرار گرفتن طولانی مدت در معرض آلودگی هوا، می‌تواند باعث تضعیف سیستم ایمنی بدن شود و احتمال ابتلا به ویروس کرونا را افزایش دهد (۳۵).

ب. بهداشت دست و ضد عفونی کردن سطوح: WHO دستورالعمل‌های لازم برای مقابله با این بیماری از جمله شستن مداوم دست‌ها، عادات بهداشتی، فاصله‌ی اجتماعی تا آزمایش‌های تشخیص، مراقبت از بیمار در داخل خانه و نظارت اپیدمیولوژیک را صادر کرده است (۴۸). بهداشت دست به منظور کاهش شیوع کرونا حیاتی است. شستشوی خوب دست با آب و صابون و همچنین، ژل ضد عفونی‌کننده مؤثر است (۴). شستن دست با صابون برای دهه‌ها در محیط‌های کم‌درامد تبلیغ شده، اما به دلیل عدم دسترسی به آب و صابون و شستشوی دست، حداقل پیشرفت را داشته است. با وجود ویروس کرونا، ضروری است نیروهای بهداشت محیط برای آموزش و ترویج این راه‌حل پیشگیری مهم، ساده و مؤثر تلاش نمایند (۷).

ویروس کرونا دارای پوشش لیپیدی است که با استفاده از ضد عفونی‌کننده‌هایی همچون اشعه‌ی ماورای بنفش، الکل ۷۵-۶۲ درصد، پراکسید هیدروژن ۰/۵ درصد یا سدیم هیپوکلریت ۰/۱ درصد در مدت ۱ دقیقه غیر فعال می‌شود (۴۹، ۱۸). در مراکز درمانی مختلف، آب ژاول، الکل، اشعه‌ی ماورای بنفش، پراکسید هیدروژن و سایر مواد ضد عفونی‌کننده در برابر ویروس کرونا استفاده می‌شود. در بین این مواد، آب ژاول بیشترین کاربرد را دارد (۵۰). همچنین، استفاده از ضد عفونی‌کننده‌ی حاوی ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر کلر در مدت زمان کمتر از ۳۰ دقیقه، برای محیط، هوا، کف و سطح میزها، چهار بار در روز توصیه می‌شود (۳۵). توصیه‌ی WHO در این شرایط، شستن یا ضد عفونی کردن دست‌ها به ترتیب با صابون یا ضد عفونی‌کننده‌ی الکلی ۶۰ درصد است (۵۱). اثر ضد عفونی‌کننده در غیر فعال کردن ویروس با استفاده از طیف وسیعی از محصولات تمیزکننده در سطوح مختلف، می‌تواند متفاوت باشد. از جمله عوامل مؤثر بر فرایند گندزدایی می‌توان به نوع ماده‌ی ضد عفونی‌کننده، رقت آن، زمان

جدول ۱. انتقال ویروس کرونا از محیط‌های مختلف بر اساس مطالعات گزارش شده

راه انتقال	منابع	یافته‌ی اشاره شده در تحقیق
انتقال محیطی از سطوح بی‌جان	Kampf (۹) و Pradhan و همکاران (۱۰)	زمان ماندگاری ویروس بر روی سطوح از ۱ تا ۹ روز متغیر است.
	van Doremalen و همکاران (۱۲)	ویروس کرونا در مس و مقوا پایدارتر از پلاستیک و فولاد ضد زنگ است. همچنین، ویروس تا ۷۲ ساعت بعد در این سطوح شناسایی شد. عمر متوسط ویروس کرونا در این سطوح: ۰/۷ ساعت برای مس، ۳/۵ساعت برای مقوا، ۵/۶ ساعت برای فولاد ضد زنگ و ۶/۸ ساعت برای پلاستیک اندازه‌گیری شد. این ویروس می‌تواند ساعت‌ها تا روزها در سطوح زنده بماند.
	Santarpia و همکاران (۱۶)	در بیمارستان دانشگاه نبراسکا در سطح رایانه‌های شخصی، عینک، تلفن همراه (۸۳/۳ درصد)، کنترل تلویزیون (۶۴/۷ درصد) و توالت (۸۱/۰ درصد) اتاق بیماران ویروس کرونا وجود داشته است.
	Fiorillo و همکاران (۱۷)	دستگیره‌ی درب، دکمه‌های آسانسور، تلفن‌های همراه و وسایل حمل و نقل عمومی، آلوده‌ترین سطوح برای انتقال ویروس کرونا هستند.
از طریق هوا	Morawska and Cao (۲۰) و van Doremalen و همکاران (۱۲)	قطرات کوچک در هوا (حاوی ویروس) می‌توانند تا فاصله‌ی ده‌ها متر از مکانی که سرچشمه گرفته‌اند، انتقال یابند. ویروس کرونا در شرایط آزمایشگاهی حداقل ۳ ساعت در آئروسل‌ها فعال است و ویروس در هوا ساعت‌ها زنده می‌ماند.
	Zhong و همکاران (۲۶)	در بیمارستان‌ها و مراکز درمانی چین، بیشترین غلظت ویروس کرونا در هوای اتاق بیمارهای آلوده به ویروس بوده است.
	فریدی و همکاران (۲۷)	نمونه‌های هوا که از فاصله‌ی ۲ تا ۵ متری تخت بیماران آلوده به ویروس کرونا گرفته شده بود، عاری از این ویروس بوده‌اند.
از طریق مواد غذایی	Vardoulakis و همکاران (۴)	انتقال از طریق بسته‌بندی مواد غذایی آلوده امکان‌پذیر است.
از طریق آب	Ji و همکاران (۳۰)	در دمای ۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد، ویروس کرونا ۲ روز در آب زنده می‌ماند.
	Matin (۳۲)	Acanthamoeba میزبانی برای ویروس کرونا بود و انتقال این ویروس به وسیله‌ی Acanthamoeba در آب امکان‌پذیر است.
از طریق فاضلاب	Bandala و همکاران (۳۶)	در استرالیا، هلند، ایالات متحده‌ی آمریکا و فرانسه نیز وجود این ویروس در فاضلاب تأیید شده است.
	قلی‌پور و همکاران (۳۷)	۹ نمونه از ۲۴ نمونه‌ی فاضلاب خام استان اصفهان از نظر وجود ویروس کرونا مثبت بوده است.
	Vardoulakis و همکاران (۴) و Barcelo (۳۵)	ویروس کرونا حداقل چهار روز در خلط، مدفوع و ادرار زنده می‌ماند.
	Ji و همکاران (۳۰)	در دمای ۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد، ویروس کرونا ۱/۶ روز در فاضلاب زنده مانده است.
	Zheng و همکاران (۳۸)	زنده ماندن ویروس کرونا بین ۱۷ تا ۳۱ روز در مدفوع گزارش شده است.
از طریق حشرات	Dehghani و کثیری (۳۹)	هر ارگانیسمی که با مدفوع انسان در تماس است، می‌تواند در انتقال ویروس کرونا نقش داشته باشد. در نتیجه، نقش حشرات مانند مگس‌های خانگی و سوسری در انتقال ویروس کرونا مهم است.
	Dicke و همکاران (۴۱)	خطر انتقال ویروس کرونا از طریق حشرات خونخوار بسیار کم است؛ چرا که ویروس‌هایی که بر انسان تأثیر می‌گذارند، به طور کلی بر روی حشرات اثر ندارند؛ به استثنای آربوویروس‌ها که فقط حشرات مکنده‌ی خون ناقل آن می‌باشند.

تماس، اسیدیته/ قلیایی بودن محصول، درجه‌ی حرارت، رطوبت هوا و مواد مزاحم اشاره کرد. در همه‌ی موارد، فرایند گندزدایی باید شامل یک مرحله تمیز کردن اولیه با آب و مواد شوینده باشد تا آلودگی‌ها و سایر مواد آلی از بین برود (۴). استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها به ویژه داکسی‌سایکلین و آموکسی‌سیلین برای بیماران مبتلا به کرونا در بیمارستان‌های انگلستان، منجر به وارد شدن باقی‌مانده‌ی آن در رودخانه‌های این کشور یا آب‌های ساحلی از طریق فاضلاب‌های بیمارستانی شده است (۵۲).

ج. *کنترل حشرات:* حذف ناقلان مکانیکی احتمالی مانند سوسری‌ها و مگس‌های خانگی در مکان‌های عمومی و خانه‌های مسکونی مهم است. روش‌های کنترل مگس‌های خانگی و سوسری‌ها شامل بهبود بهداشت محیط مانند قرار دادن زباله در کیسه‌های سربسته

و سطل‌های زباله با درب، توجه به بهداشت مکان‌های دفن و توالت‌ها، سیستم‌های دفع فاضلاب مناسب و جلوگیری از تجمع کود دامی در مجاورت مناطق مسکونی است (۵۳). نصب صفحات ضد زنگ یا پلاستیک روی درب‌ها، پنجره‌ها و هواکش‌ها، پوشاندن ظروف غذا و استفاده از طعمه‌های مسموم، تله‌های سبک و چسبناک نیز از جمله روش‌های کنترل فیزیکی و مکانیکی این حشرات می‌باشد (۵۴).

د. مدیریت زباله‌های تولیدی: تخمین زده می‌شود که ۱/۵۶ میلیارد ماسک در سال ۲۰۲۰ وارد اقیانوس شده است که تهدید جدی برای حیات وحش دریایی و اکوسیستم‌ها می‌باشد (۳۰). زباله‌های آلوده به ویروس کرونا، نوعی زباله‌ی عفونی محسوب می‌گردد که باید به درستی مدیریت شود، اما نگرانی جدی در مورد مصرف و مدیریت زباله‌های مرتبط با محصولات پلاستیکی همچون ماسک و تجهیزات حفاظت فردی (Personal protective equipment یا PPE) وجود دارد. ارتباط روشن با عموم مردم، گامی اساسی در جهت عملکردهای سالم مدیریت پسماندهای عفونی بالقوه در طی بیماری همه‌گیر کرونا است. مؤسسه ملی بهداشت، پسماندهای خانگی تولید شده در مکان‌های قرنطینه را به عنوان زباله‌های عفونی عنوان کرده است. بنابراین، یک روش دقیق مدیریت پسماند باید در این زمینه اجرا شود. این مواد زاید باید توسط اشخاص و تجهیزات مخصوص جمع‌آوری و در دمای ۴- درجه‌ی سانتی‌گراد به زباله‌سوزها منتقل شود (۵۵-۵۶).

ه. تصفیه‌ی آب و فاضلاب: در فرایند تصفیه‌ی فاضلاب، تصفیه‌ی اولیه به دلیل اندازه‌ی ویروس کرونا برای از بین بردن آن مؤثر نمی‌باشد، اما فیلتراسیون غشایی و فرایند جذب در لجن فعال، ویروس کرونا را حذف می‌کند (۳۰). علاوه بر این، استفاده از ابزارهای مانیتورینگ برای تصفیه‌خانه‌های فاضلاب به منظور شناسایی هرگونه افزایش بار در ویروس که ممکن است با شیوع یا ظهور مجدد پس از اقدامات کنترل به منظور جلوگیری از گسترش بیماری همراه باشد، توصیه شده است. در برخی از کشورهای در حال توسعه یا در مناطق روستایی کشورهای پیشرفته، چنین روش‌های تصفیه‌ی فاضلاب رایج نیست و همین امر سبب گسترش بیشتر ویروس کرونا در این مناطق می‌شود (۳۶). در سیستم تصفیه‌ی آب نیز باید ضد عفونی کردن با کلر و اشعه‌ی ماورای بنفش مورد توجه قرار گیرد که این امر خود سبب افزایش محصولات جانبی (Disinfection by-products یا DBP) در آب می‌شود و حیات آبزیان را به خطر می‌اندازد (۳۰).

۳- نیروهای بهداشتی و همه‌گیری کرونا

نقش اصلی نیروهای بهداشتی، محافظت از مردم در برابر خطرات زیست محیطی، بلایا و شیوع بیماری است (۵۷). موفقیت در این همه‌گیری، مستلزم شناخت، سرمایه‌گذاری و حمایت از نیروهای بهداشتی می‌باشد. بنابراین، ضروری است که آن‌ها به خوبی آموزش دیده باشند. همچنین، وسایل و ابزارهای لازم مانند تجهیزات حمل و نقل، ارتباطات، تجهیزات حفاظتی و وسایل آموزشی جهت تعامل با جوامع خود برای آن‌ها فراهم گردد (۷). استراتژی‌های مهم به منظور بهبود عملکرد نیروهای بهداشتی در شرایط بحرانی همچون شیوع کرونا، باید سریع و هماهنگ باشد (۴۸). نیروهای بهداشت محیط در شرایط همه‌گیری مانند کرونا، با انجام اموری همچون بازدید و بازرسی موقت از مشاغل و محل‌های کار، آموزش و توانمندسازی کارفرمایان و کارمندان در مورد اقدامات برای ادامه‌ی فعالیت‌های ایمن، ردیابی فعالیت‌های مشکوک (به طور مثال ردیابی بیماری‌های منتقل شونده از طریق غذا)، جمع‌آوری نمونه‌ها، نظارت بر استانداردهای کنترل عفونت در بیمارستان‌ها، خانه‌های سالمندان و مراکز بهداشتی- درمانی، ارزیابی خطرات بهداشتی و بازرسی از مکان‌های عمومی، نقش مهمی را ایفا می‌کنند (۵۷). از جمله وظایف مهم نیروهای بهداشتی در بحران کرونا در چین، ضد عفونی کردن مکان‌های عمومی، مدیریت زباله‌ها، نظارت بر تصفیه‌ی آب و فاضلاب، مدیریت بهداشت گروه‌های کلیدی جامعه مانند دانش‌آموزان و افراد مسن گزارش شده است (۵۸). در استرالیا نیز آزمایش‌های گسترده، محدودیت‌های فردی و اجتماعی، ممنوعیت سفر و فاصله‌ی اجتماعی تا حد زیادی در مهار ویروس کرونا موفق عمل کرده؛ البته از لحاظ اقتصادی، هزینه‌ی بالایی را متحمل شده است. همچنین، محدودیت‌های اعمال شده با تغییر الگوها و رفتارهای روزمره، موجب بهبود در زمینه‌های دیگر شده است (۴).

بحث

راه‌های انتقال ویروس کرونا از طریق محیط بر اساس تحقیقات انجام شده شامل هوا، سطوح، آب، فاضلاب، حشرات، زباله‌های عفونی و بسته‌بندی مواد غذایی می‌باشد. انتقال از طریق هوا و آئروسل‌ها، مهم‌ترین راه انتقال محیطی محسوب می‌شود (۱۲). پس از انتقال هوایی، سطوح اهمیت دارند؛ چرا که ماندگاری این ویروس در سطوح مختلف گزارش شده است (۱۵-۱۴، ۱۰). مواجهه‌ی افراد در طول روز با سطوح مختلف بسیار زیاد است. حتی حشرات ناقل (۳۹) و همچنین، زباله‌های عفونی با آلوده کردن سطوح، به طور غیر مستقیم عامل انتقال می‌باشند (۵۶-۵۵). بسته‌بندی مواد غذایی نیز از جمله‌ی سطوح آلوده می‌تواند باشد (۴). هنگام سرفه، عطسه یا بازدم افراد آلوده، قطرات تنفسی حاوی ویروس کرونا آزاد می‌شود. بیشتر این ذرات ویروسی روی سطوح و اجسام مجاور سقوط می‌کنند؛ در حالی که برخی دیگر ممکن است به صورت آئروسل در هوا شناور شوند. افراد مستعد می‌توانند با لمس سطوح یا اشیای آلوده و سپس

لمس دهان، بینی یا چشم‌های خود یا با استنشاق آئروسل‌های مملو از عوامل بیماری‌زا در هوا، به بیماری کرونا مبتلا شوند. ویروس می‌تواند برای مدت طولانی در هوا و سطوح زنده و عفونی باقی بماند (۵۹). همچنین، ویروس‌هایی که به طور اختصاصی به عنوان ویروس‌های روده‌ای شناخته نمی‌شوند، اما از طریق مدفوع هم ممکن است دفع شوند، مانند کروناویروس می‌توانند در سیستم‌های فاضلاب ردیابی شوند (۳۷).

ماندگاری ویروس کرونا در مدفوع، خلط، استفراغ و ادرار نیز گزارش شده است که می‌توانند از منابع آلوده‌کننده‌ی آب و فاضلاب باشند. بنابراین، توجه به امر تصفیه کاملاً ضروری است (۳۵، ۳۰، ۴). با توجه به فقدان داده‌ها به منظور انجام اقدامات لازم جهت کنترل محیطی علیه کروناویروس بر اساس تجزیه و تحلیل کمی، اتخاذ تصمیم مناسب برای به حداقل رساندن عوامل محیطی داخلی که باعث این عفونت می‌شوند، مهم است (۶۰). شستن دست‌ها با آب و صابون، ضد عفونی کردن دست‌ها با الکل در مواقع ضروری، حفظ فاصله‌ی اجتماعی، خودداری از لمس صورت، پوشاندن دهان و بینی هنگام سرفه و عطسه، اجتناب از سیگار کشیدن و سایر فعالیت‌هایی که باعث ضعف ریه می‌شود، اجتناب از مسافرت غیر ضروری و دور ماندن از تجمعات، نکات بسیار ساده، اما پرکاربردی هستند که باید توسط نیروهای بهداشتی به افراد آموزش داده شوند و بر این امور نظارت داشته باشند (۶۱). بر اساس نتایج پژوهشی در تهران، مشخص شد که بیشترین PPE مورد استفاده در بین نیروهای بهداشتی، ماسک‌های جراحی و N_{95} و کمترین آن مربوط به استفاده از عینک محافظ و محافظ صورت بوده است. کمبود تجهیزات و وقت، عدم نظارت و آگاهی کم افراد، از جمله دلایل اصلی استفاده نکردن از PPE گزارش شده است (۶۲). به کارگیری روش‌های پیشگیری با کمک نیروهای متخصص در این حوزه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۶۳).

یکی از محدودیت‌های مطالعه‌ی حاضر این بود که تحقیقات وسیعی در ارتباط با موضوع پژوهش وجود نداشت. از جمله نقاط قوت مطالعه می‌توان به بررسی طیف وسیعی از پایگاه داده‌ها و انتخاب مقالات گوناگون برای انجام تحقیق اشاره کرد.

نتیجه‌گیری

تهویه‌ی بهتر در فضاهای داخلی وسایل حمل و نقل عمومی، باید به عنوان یک اقدام پیشگیرانه در نظر گرفته شود؛ چرا که می‌تواند قطرات تنفسی و ذرات معلق در هوا را کاهش دهد. با توجه به نتایج به دست آمده، تمام اقدامات لازم شامل افزایش میزان تهویه، استفاده از تهویه‌ی طبیعی، به حداقل رساندن تعداد افراد در محیط یکسان، رعایت فاصله‌ی اجتماعی، بهداشت آب، بهداشت پسماند، بهداشت فردی و استفاده از ماسک باید مورد توجه قرار گیرد. کلیه‌ی اماکن عمومی و وسایل به ویژه مناطقی که تهویه‌ی نامناسب دارند از جمله آسانسور، توالت عمومی، اتاق انتظار و زیرزمین باید هوادهی، تمیز و ضد عفونی و روزانه ضد عفونی شوند. در سیستم تصفیه‌ی آب باید تا حد امکان ضد عفونی کردن با کلر و اشعه‌ی ماورای بنفش مورد توجه قرار گیرد. برای تصفیه‌ی فاضلاب نیز ضد عفونی‌کننده‌ی اکسیداسیون شیمیایی با اشعه‌ی ماورای بنفش استفاده گردد. همچنین، جلوگیری از رشد و تکثیر حشرات از جمله مگس‌های خانگی و سوسری به عنوان ناقلان احتمالی این ویروس، باید مورد توجه قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

تحقیق حاضر با شناسه‌ی اخلاق IR.KAUMS.REC.1400.026 در دانشگاه علوم پزشکی کاشان تصویب گردید. بدین وسیله از مسؤولان مربوطه و کلیه‌ی افرادی که در انجام این مطالعه همکاری نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

References

1. Bera B, Bhattacharjee S, Shit PK, Sengupta N, Saha S. Significant impacts of COVID-19 lockdown on urban air pollution in Kolkata (India) and amelioration of environmental health. Environ Dev Sustain 2020; 1-28. [Epub ahead of print].
2. Tian H, Liu Y, Li Y, Wu CH, Chen B, Kraemer MUG, et al. An investigation of transmission control measures during the first 50 days of the COVID-19 epidemic in China. Science 2020; 368(6491): 638-42.
3. Heidari M. The necessity of knowledge management in novel coronavirus (COVID-19) Crisis. Depiction of Health 2020; 11(2): 94-7. [In Persian].
4. Vardoulakis S, Sheel M, Lal A, Gray D. COVID-19 environmental transmission and preventive public health measures. Aust N Z J Public Health 2020; 44(5): 333-5.
5. Nicola M, O'Neill N, Sohrabi C, Khan M, Agha M, Agha R. Evidence based management guideline for the COVID-19 pandemic - Review article. Int J Surg 2020; 77: 206-16.
6. Perkowitz RM, Speiser M, Rehr RC, DeJarnett N. Environmental health leadership on climate solutions amidst COVID-19. J Environ Health 2020; 83(1): 38-40.
7. Morse T, Chidziwisano K, Musoke D, Beattie TK, Mudaly S. Environmental health practitioners: A key cadre in the control of COVID-19 in sub-Saharan Africa. BMJ Glob Health 2020; 5(7): e003314.
8. Farnoosh G, Alishiri G, Hosseini Zijoud SR, Dorostkar R, Jalali Farahani A. Understanding the severe acute respiratory syndrome coronavirus 2

(SARS-CoV-2) and coronavirus disease (COVID-19) based on available evidence - a narrative review. J Mil Med 2020; 22(1): 1-11. [In Persian].
9. Kampf G. Potential role of inanimate surfaces for the spread of coronaviruses and their inactivation with disinfectant agents. Infection Prevention in Practice 2020; 2(2): 100044.
10. Pradhan D, Biswasroy P, Kumar NP, Ghosh G, Rath G. A review of current interventions for COVID-19 prevention. Arch Med Res 2020; 51(5): 363-74.
11. Bean B, Moore BM, Sterner B, Peterson LR, Gerding DN, Balfour HH. Survival of influenza viruses on environmental surfaces. J Infect Dis 1982; 146(1): 47-51.
12. 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): 1564-7.
13. Ong SWX, Tan YK, Chia PY, Lee TH, Ng OT, Wong MSY, et al. Air, surface environmental, and personal protective equipment contamination by severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) from a symptomatic patient. JAMA 2020; 323(16): 1610-2.
14. Kampf G, Todt D, Pfaender S, Steinmann E. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. J Hosp Infect 2020; 104(3): 246-51.
15. Otter JA, Donskey C, Yezli S, Douthwaite S, Goldenberg SD, Weber DJ. Transmission of SARS and MERS coronaviruses and influenza virus in healthcare settings: the possible role of dry surface contamination. J Hosp Infect 2016; 92(3): 235-50.
16. Santarpia JL, Rivera DN, Herrera V, Morwitzer MJ, Creager H, Santarpia GW, et al. Transmission potential of SARS-CoV-2 in viral shedding observed at the University of Nebraska Medical Center. medRxiv 2020.
17. Fiorillo L, Cervino G, Matarese M, D'Amico C, Surace G, Paduano V, et al. COVID-19 Surface persistence: A recent data summary and its importance for medical and dental settings. Int J Environ Res Public Health 2020; 17(9): 3132.
18. Luo L, Liu D, Zhang H, Li Z, Zhen R, Zhang X, et al. Air and surface contamination in non-health care settings among 641 environmental specimens of 39 COVID-19 cases. PLoS Negl Trop Dis 2020; 14(10): e0008570.
19. Jia P, Dong W, Yang S, Zhan Z, Tu, Lai S. Spatial lifecourse epidemiology and infectious disease research. Trends Parasitol 2020; 36(3): 235-8.
20. Morawska L, Cao J. Airborne transmission of SARS-CoV-2: The world should face the reality. Environ Int 2020; 139: 105730.
21. Marks PJ, Vipond IB, Regan FM, Wedgwood K, Fey RE, Caul EO. A school outbreak of Norwalk-like virus: evidence for airborne transmission. Epidemiol Infect 2003; 131(1): 727-36.
22. Li Y, Huang X, Yu IT, Wong TW, Qian H. Role of air distribution in SARS transmission during the largest nosocomial outbreak in Hong Kong. Indoor Air 2005; 15(2): 83-95.
23. Xiao S, Li Y, Wong TW, Hui DSC. Role of fomites in SARS transmission during the largest hospital outbreak in Hong Kong. PLoS One 2017; 12(7): e0181558.
24. Yu IT, Wong TW, Chiu YL, Lee N, Li Y. Temporal-spatial analysis of severe acute respiratory syndrome among hospital inpatients. Clin Infect Dis 2005; 40(9): 1237-43.
25. Olsen SJ, Chang HL, Cheung TY, Tang AF, Fisk TL, Ooi SP, et al. Transmission of the severe acute respiratory syndrome on aircraft. N Engl J Med 2003; 349(25): 2416-22.
26. Zhong BL, Luo W, Li HM, Zhang QQ, Liu XG, Li WT, et al. Knowledge, attitudes, and practices towards COVID-19 among Chinese residents during the rapid rise period of the COVID-19 outbreak: a quick online cross-sectional survey. Int J Biol Sci 2020; 16(10): 1745-52.
27. Faridi S, Niazi S, Sadeghi K, Naddafi K, Yavarian J, Shamsipour M, et al. A field indoor air measurement of SARS-CoV-2 in the patient rooms of the largest hospital in Iran. Sci Total Environ 2020; 725: 138401.
28. World Health Organization, United Nations Children's Fund (UNICEF). Water, sanitation, hygiene, and waste management for the COVID-19 virus: Interim guidance, 19 March 2020. Geneva, Switzerland: WHO; 2020.
29. Casanova L, Rutala WA, Weber DJ, Sobsey MD. Survival of surrogate coronaviruses in water. Water Res 2009; 43(7): 1893-8.
30. Ji B, Zhao Y, Wei T, Kang P. Water science under the global epidemic of COVID-19: Bibliometric tracking on COVID-19 publication and further research needs. J Environ Chem Eng 2021; 9(4): 105357.
31. Eslami H, Jalili M. The role of environmental factors to transmission of SARS-CoV-2 (COVID-19). AMB Express 2020; 10(1): 92.
32. Matin A. Acanthamoeba; a potential reservoir for environmental transmission of COVID-19 with public health significance: Pros and cons. The Open Microbiology Journal 2020; 14(1.(
33. Dehghani R, Miranzadeh M, Mazaheri Tehrani A, Akbari H, Iranshahi L, Zeraatkar A. Evaluation of raw wastewater characteristic and effluent quality in Kashan Wastewater Treatment Plant. Membr Water Treat 2018; 9(4): 273-8.
34. Mao K, Zhang H, Yang Z. Can a paper-based device trace COVID-19 sources with wastewater-based epidemiology? Environ Sci Technol 2020; 54(7): 3733-5.
35. Barcelo D. An environmental and health perspective for COVID-19 outbreak: Meteorology and air quality influence, sewage epidemiology indicator, hospitals disinfection, drug therapies and recommendations. J Environ Chem Eng 2020; 8(4): 104006.
36. Bandala ER, Kruger BR, Cesarino I, Leao AL, Wijesiri B, Goonetilleke A. Impacts of COVID-19 pandemic on the wastewater pathway into surface water: A review. Sci Total Environ 2021; 774: 145586.
37. Gholipour S, Rabbani D, Nikaeen M. Presence of coronavirus, enterovirus and adenovirus in municipal wastewater as indicators of the prevalence of associated viral infections in the community. J Mazandaran Univ Med Sci 2021; 31(197): 44-54. [In Persian].

38. Zheng S, Fan J, Yu F, Feng B, Lou B, Zou Q, et al. Viral load dynamics and disease severity in patients infected with SARS-CoV-2 in Zhejiang province, China, January-March 2020: Retrospective cohort study. BMJ 2020; 369: m1443.
39. Dehghani R, Kassiri H. A brief review on the possible role of houseflies and cockroaches in the mechanical transmission of coronavirus disease 2019 (COVID-19). Arch Clin Infect Dis 2019; 15(COVID-19): e102863.
40. Dangalle C. Insect vectors of human viral diseases: Can they transmit COVID-19? Sri Lankan Journal of Biology 2021; 6(1): 3-14.
41. Dicke M, Eilenberg J, Falcao Salles J, Jensen AB, Lecocq A, Pijlman GP, et al. Edible insects unlikely to contribute to transmission of coronavirus SARS-CoV-2. J Insects Food Feed 2020; 6(4): 333-9.
42. Jayaweera M, Perera H, Gunawardana B, Manatunge J. Transmission of COVID-19 virus by droplets and aerosols: A critical review on the unresolved dichotomy. Environ Res 2020; 188: 109819.
43. Li Y, Liang M, Gao L, Ayaz AM, Uy JP, Cheng C, et al. Face masks to prevent transmission of COVID-19: A systematic review and meta-analysis. Am J Infect Control 2021; 49(7): 900-6.
44. Dalton CB, Corbett SJ, Katelaris AL. Pre-emptive low cost social distancing and enhanced hygiene implemented before local COVID-19 transmission could decrease the number and severity of cases. Med J Aust 2020. [Preprint].
45. World Health Organizations. Advice for the public: Coronavirus disease (COVID-19) [Online]. [cited 2021 Oct 1]; Available from: URL: https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public
46. Amiri A. Role of social distancing in tackling COVID-19 during the first wave of pandemic in Nordic region: Evidence from daily deaths, infections and needed hospital resources. Int J Nurs Sci 2021; 8(2): 145-51.
47. Chu DK, Akl EA, Duda S, Solo K, Yaacoub S, Schunemann HJ. Physical distancing, face masks, and eye protection to prevent person-to-person transmission of SARS-CoV-2 and COVID-19: A systematic review and meta-analysis. Lancet 2020; 395(10242): 1973-87.
48. Diaz dL-M, de la Sierra-de la Vega, Palacios-Ramirez A, Rodriguez-Aguilar M, Flores-Ramirez 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.
49. Abramowicz JS, Basseal J. WFUMB Position Statement: How to perform a safe ultrasound examination and clean equipment in the context of COVID-19. Chicago, IL: WFUMB Safety Committee; 2020.
50. Sharafi SM, Ebrahimpour K, Nafez A. Environmental disinfection against COVID-19 in different areas of health care facilities: A review. Rev Environ Health 2021; 36(2): 193-8.
51. Mahmood A, Eqan M, Pervez S, Alghamdi HA, Tabinda AB, Yasar A, et al. COVID-19 and frequent use of hand sanitizers; human health and environmental hazards by exposure pathways. Sci Total Environ 2020; 742: 140561.
52. Comber SDW, Upton M, Lewin S, Powell N, Hutchinson TH. COVID-19, antibiotics and One Health: A UK environmental risk assessment. J Antimicrob Chemother 2020; 75(11): 3411-2.
53. Reuben R, Gyar SD, Danladi M. COVID-19: Probable involvement of insects in the mechanical transmission of novel coronavirus (2019-nCoV). Microbes and Infectious Diseases 2020; 1(3): 111-7.
54. Ismail M, Verma A, Abdulkadir A, Kumar A, Dhawan D, Bolya K, et al. Possible mechanical transmission of SARS-CoV-2 causing COVID-19 by insects: Infection, prevention, implications, and control. Open Journal of Medical Microbiology 2020; 10(2): 89-101 .
55. Mihai FC. Assessment of COVID-19 waste flows during the emergency state in Romania and related public health and environmental concerns. Int J Environ Res Public Health 2020; 17(15.(
56. Cesaro A, Pirozzi, F. About the effects of Covid-19 on solid waste management. TeMA - Journal of Land Use, Mobility and Environment 2020 (Special): 59-66.
57. Ryan BJ, Swienton R, Harris C, James JJ. Environmental health workforce - essential for interdisciplinary solutions to the COVID-19 pandemic. Disaster Med Public Health Prep 2020; 1-3. [Epub ahead of print].
58. Shi XM. The critical role of environmental health and disinfection in the prevention and control of COVID-19 pandemic. Zhonghua Yu Fang Yi Xue Za Zhi 2020; 54(9): 918-22. [In Chinese.[
59. Yang C, Wang J. Modeling the transmission of COVID-19 in the US - A case study. Infect Dis Model 2021; 6: 195-211.
60. Azuma K, Yanagi U, Kagi N, Kim H, Ogata M, Hayashi M. Environmental factors involved in SARS-CoV-2 transmission: Effect and role of indoor environmental quality in the strategy for COVID-19 infection control. Environ Health Prev Med 2020; 25(1): 66.
61. Hedayatzadeh SH, Bashir Khodaparasti R, Bagheri Gara Bollagh H, Eynali M. Unknown disease management (COVID-19) in the world: A review study Seid Hessam-aldin Hedayatzadeh. Quarterly Journal of Nursing Management 2020; 9(2): 20-32. [In Persian].
62. Nasrabadi AN, Shali M, Ghorbani A, Matourypour P, Harati Khalilabad T. Challenges with healthcare workers' protection during the COVID-19 pandemic in Iran. Br J Oral Maxillofac Surg 2021; 59(3): e114-e117.
63. Dehghani R. Human, environment and disease. Tehran, Iran: Farmanesh Publications; 2014. p. 400. [In Persian].

DOI: *10.22122/jims.v39i646.14380* *Published by Vesnu Publications*

Journal of Isfahan Medical School **Vol. 39, No. 646, 2nd Week, January 2022**

Received: 02.08.2021 Accepted: 31.10.2021 Published: 12.01.2022

A Review of Environmental Factors for the Spread of Coronavirus and the Role of Expert Healthcare Workers in Prevention

Marzieh Akbari[1], Rouhullah Dehghani[2], Fatemeh Hammamian-Zavareh[1]

Review Article

Abstract

Background: Coronavirus has a high transmissibility, and there are various ways to transmit it. Health forces must consider all possible routes of transmission. Therefore, the present study aimed to investigate the role of environmental factors in the spread of coronavirus.

Methods: This study was a systematic review. The articles were first selected according to the title related to the research objectives; then the abstract of the study articles and related articles were separated. Finally, after a thorough review of the articles, research related to the objectives of this study was selected. A total of 245 review sources were selected, and finally 63 sources were entered the study.

Findings: The coronavirus can be transmitted in different ways. Inanimate surfaces, water and sewage, air, and contaminated hands are important in this regard. The corona virus may remain in the contaminated water of the carrier for days to weeks. The highest concentration of corona virus was in the room air of infected patients. The coronavirus stays in the water contaminated with the corona carrier for a long time, and may be transmitted to other people.

Conclusion: Proper ventilation, disinfection of public places, observance of social distance, attention to water and waste hygiene, and personal hygiene should be considered to prevent the spread of coronavirus. Attention to prevention is the main concern of healthcare workers, and more attention should be paid to the role of them as the main lever in prevention.

Keywords: Health; Coronavirus; Transmission; Environmental impacts

Citation: Akbari M, Dehghani R, Hammamian-Zavareh F. **A Review of Environmental Factors for the Spread of Coronavirus and the Role of Expert Healthcare Workers in Prevention.** J Isfahan Med Sch 2022; 39(646): 798-807.

1- Department of Environmental Health, School of Health, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, Iran
2- Professor, Social Determinants of Health Research Center AND Department of Environmental Health, School of Health, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, Iran
Corresponding Author: Rouhullah Dehghani, Professor, Social Determinants of Health Research Center AND Department of Environmental Health, School of Health,Kashan University of Medical Sciences, Kashan, Iran; Email: dehghani37@yahoo.com