مجله ایمنی زیستی
دوره ۱۴، شماره ۳، پائیز ۱۴۰۰
ISSN ۲۷۱۶-۹۸۰۴ الکترونیکی، ISSN ۲۷۱۷-۰۶۳۲ چاپی

اهمیت تشخیص ویروس COVID-19 در فاضلاب

20.1001.1.27170632.1400.14.3.1.2

سینا نجاری[۱]، محمد درودیان*[۲]، محمد اجوری[۳] و بیژن امیدی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد،گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
۲- استادیار، گروه علوم سلولی و مولکولی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
۳- رئیس آزمایشگاه، دپارتمان کنترل کیفی آب، شرکت آزمون سلامت آسا، آزمایشگاه آسا، تهران ، ایران
mdoroudi@tcd.ie

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۱۳، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۲۳
صفحه ۱۸-۱

چکیده

کروناویروس‌ها عامل بیماری‌هایی مانند سندرم تنفسی خاورمیانه و سندرم تنفسی حاد شدید هستند. ویروس SARS-CoV-2 که موجب COVID-19 و پاندمی در جریان است، ابتدا در ووهان چین شناسایی شد. SARS-CoV-2 به‌طور عمده در دستگاه تنفسی عفونت ایجاد می‌کند و منجر به عفونت در دیگر اعضای بدن می‌شود. برای نمونه، علائم دستگاه گوارشی به‌طور گسترده‌ای در بیماران مبتلا به COVID-19 گزارش شده است. مطالعات متعدد در سراسر دنیا مشخص کرده‌اند که SARS-CoV-2 در مدفوع قابل ردیابی است و ممکن است با خطر انتقال ویروس مرتبط باشد. وجود SARS-CoV-2 در مدفوع انسان و انتقال به سیستم فاضلاب یکی از نگرانی‌های بهداشت عمومی است. بنابراین اپیدمیولوژی مبتنی‌بر فاضلاب می‌تواند نقشی اساسی در تشخیص زودهنگام شیوع COVID-19 در مناطق شهری و روستایی داشته باشد. این روش در مقایسه با روش‌های مرسوم تشخیص ویروس پیشنهاد شده است زیرا می‌تواند به سرعت SARS-CoV-2 موجود در فاضلاب را حتی یک هفته قبل از مشاهده علائم در یک جمعیت شناسایی کند. در این مطالعه ابتدا بر اهمیت نظارت و غربالگری سیستم فاضلاب برای کنترل همه گیری COVID-19 و سپس بر روی پروتکل‌ها و فاکتورهای مورد نیاز برای حذف و ضدعفونی فاضلاب از ویروس برای تأمین آب سالم و حفاظت از بهداشت محیط تمرکز شده است.

واژه‌های کلیدی: اپیدمیولوژی مبتنی‌بر فاضلاب، رهگیری ویروس، فاضلاب، پساب، SARS-CoV-2

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-08-17]
[DOR: 20.1001.1.27170632.1400.14.3.1.2]

مقدمه

سازمان بهداشت جهانی (WHO: World Health Organization)، COVID-19 را که در نتیجه عفونت ویروسی SARS-CoV-2 ایجاد می‌شود، یکی از بزرگترین و پرآسیب‌ترین همه‌گیری‌های جهانی دریک قرن اخیر اعلام کرده است. این همه‌گیری جهانی نه تنها از نظر تعداد کشته‌شدگان، بلکه از نظر موارد متعددی شامل، هزینه‌های هنگفت بر سیستم سلامت کشورها جهت درمان بیماران مبتلا، عدم توانایی رسیدگی مناسب به مبتلایان بیماری‌های دیگر به‌دلیل مشغله و ملاحظه‌های حفاظتی سیستم درمان، فرسایش و افت کارایی کادر درمانی به دلیل افزایش ساعت کاری در مراکز درمان و تنش‌های روانی مرتبط به کار درمان، کاهش بی‌سابقه رشد اقتصادی و افزایش نرخ بیکاری در تمامی کشورهای درگیر به‌دلیل قوانین سخت‌گیرانه قرنطینه اهمیت دارد. سندرم تنفسی حاد شدید که توسط SARS-CoV-2 ایجاد می‌شود، در درجه اول سیستم تنفسی بیماران را تحت تأثیر قرار می‌دهد. با این‌حال، COVID-19 دارای طیف وسیعی از علائم است و با علائم دستگاه گوارش به‌طور گسترده‌ای در میان بیماران گسترش می‌یابد. علاوه‌بر این، بخش قابل توجهی از افراد آلوده بدون علامت هستند یا علائم خفیفی دارند اما هنوز هم می‌توانند ویروس را منتقل کنند (Tang et al. 2021).

در طی شیوع فعلی این بیماری شواهد نشان می‌دهد که ۳۵٪ بیماران دارای علائم گوارشی مانند اسهال، درد شکم و استفراغ هستند، اگرچه در مقایسه با علائم تنفسی کمتر مشاهده می‌شود (Amoah et al. 2020). مطالعات متعدد در سراسر دنیا مشخص کرده‌اند که SARS-CoV-2 در مدفوع قابل ردیابی است و احتمالا این امر می‌تواند با خطر عفونت همراه باشد. بنابراین غربالگری فاضلاب و پساب می‌تواند برای شناسایی زودهنگام شیوع COVID-19 در جامعه کارآمد باشد (Ahmed et al. 2020; Baldovin et al. 2021; Mousazadeh et al. 2021).

اپیدمیولوژی مبتنی‌بر فاضلاب به‌عنوان ابزاری مفید برای ارزیابی، پیش‌بینی و مدیریت شیوع بیماری شناخته شده است این مفهوم به‌طور عمده مبتنی‌بر کشف، استخراج و تجزیه و تحلیل ترکیبات بیولوژیکی و شیمیایی است (Schlosser et al. 2001).

نظارت بر فاضلاب و اپیدمیولوژی مبتنی‌بر فاضلاب مدت زیادی است که برای کمک به نظارت اپیدمیولوژیک گسترده‌تر بر بیماری‌های عفونی و اقداماتی برای کاهش بیماری مانند طرح

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-08-17]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1400.14.3.1.2]

جهانی ریشه‌کنی فلج اطفال استفاده می‌شود (Asghar et al. 2014).

با گذشت زمان، محققان تخصص خود را برای کمک به توسعه روش‌های استاندارد آزمایش فاضلاب برای ویروس فلج اطفال جمع‌آوری و مقایسه کردند تا به یک روش جامع برسند (Matrajt et al. 2018). همچنین از نظارت محیطی برای سایر عفونت‌ها مانند حصبه (Hill et al. 2021) استفاده شده تا با استفاده از تکنیک‌های مدل‌سازی به ارزیابی و تفسیر این تلاش‌ها کمک شود (Wang et al. 2020). اپیدمیولوژی مبتنی‌بر فاضلاب همچنین به‌طور معمول بر داروهای مجاز و غیرقانونی و انواع آلاینده‌های شیمیایی مضر برای سلامتی انسان، نظارت دارد (Choi et al. 2018).

در این روش پس از شناسایی محل (جغرافیایی) درگیر، می‌توان اقدام به انجام آزمایش از افراد آن منطقه کرد، سپس افراد دیگری که با بیماران در ارتباط بوده‌اند، قرنطینه می‌شوند و به این صورت، می‌توان به راحتی از شیوع بیشتر ویروس در جامعه جلوگیری کرد (D'Amico et al. 2020). بنابراین اپیدمیولوژی مبتنی‌بر فاضلاب برای هشدار زودهنگام شیوع COVID-19 به‌طور بالقوه موثر است (Adelodun et al. 2020).

نگرانی از همه‌گیری‌ها در صنعت آب و فاضلاب دارای دو جنبه حفظ سلامت کارکنان، به‌خصوص در مشاغل کلیدی و حساس به‌منظور پایداری در بهره‌برداری تاسیسات، و نگرانی از انتقال عامل بیماری‌زا توسط آب، فاضلاب، پساب و لجن است. سازمان بهداشت جهانی در سال ۲۰۱۹ اعلام کرد که حداقل ۲ میلیارد نفر از منابع آب آشامیدنی آلوده به مدفوع استفاده می‌کنند (WHO. 2019).

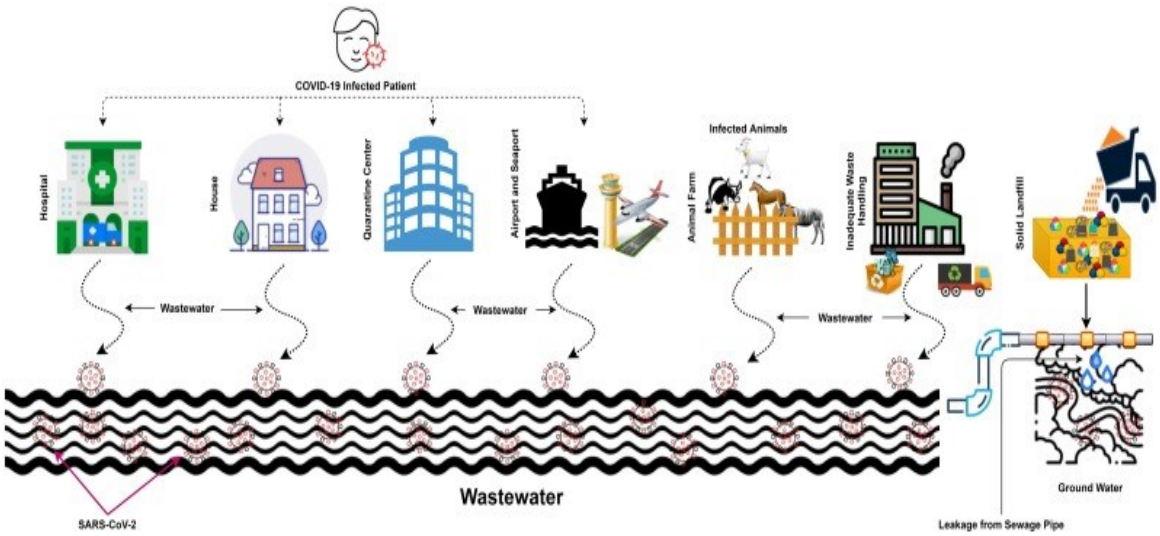
بنابراین نیاز به تصفیه کارآمد آب و فاضلاب اهمیت زیادی دارد که در این مقاله نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱- ارزیابی آب و فاضلاب به عنوان منبع بالقوه انتقال SARSCoV-2

پساب و فاضلاب تخلیه‌شده از بیمارستان‌ها و تأسیسات قرنطینه، فرودگاه‌ها، بنادر دریایی و ساختمان‌های مسکونی منابع بالقوه SARS-CoV-2 هستند که می‌توانند به داخل آب وارد شوند. بنابراین به‌طور بالقوه، یکی دیگر از منابع مهم ورود آلودگی ویروسی به محیط آب، می‌تواند نشت از لوله های فاضلاب باشد (شکل ۱) (Ihsanullah et al. 2021).

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-08-17]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1400.14.3.1.2]



شکل ۱- منابع و مسیرهای بالقوه SARS-CoV-2 در سیستم های آب (Ihsanullah et al. 2021).

مطالعات گزارش کرده‌اند که ویروس‌ها می‌توانند هفته‌ها در آب و فاضلاب عفونی به‌عنوان عوامل بیماری‌زا فعال باقی بمانند (Ahmed et al. 2020; Naddeo and Liu, 2020) و برای احتیاط، تصفیه‌خانه‌های فاضلاب باید به عنوان مسیرهای بالقوه انتقال در نظر گرفته شوند (Ihsanullah et al. 2021).

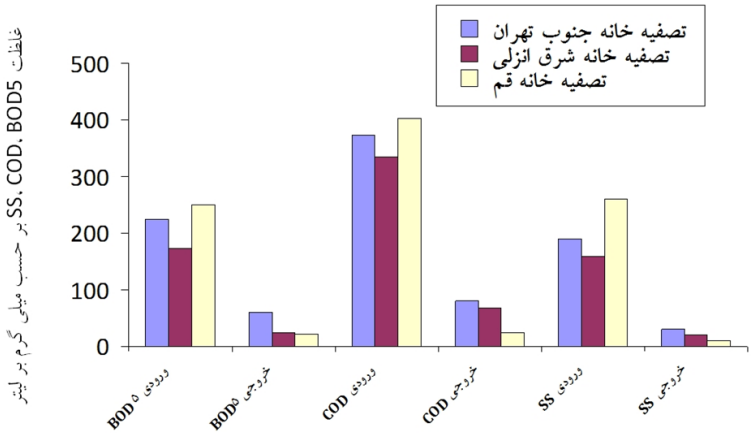
وجود همزمان ویروس‌های مختلف کرونا در یک محیط ممکن است بستر مناسبی برای شناسایی جهش‌های مختلف ویروس باشد (Amoah et al. 2020) و بر این اساس محققین ۵۱ جهش جدید را در فاضلاب‌های هلند و بلژیک شناسایی کردند که قبلاً گزارش نشده بود (Izquierdo-Lara et al. 2021). گزارش‌های قبلی حاکی از آن بود که بقای SARS-CoV-2 در یک محیط آبی به شدت به ویژگی‌های فاضلاب بستگی دارد (Amoah et al. 2020; Ihsanullah et al. 2021). اسیدیته، دما، وجود باکتری‌های آنتاگونیست (antagonist)، مواد آلی، نور خورشید و اکسیدان‌ها ممکن است بر بقای SARS-CoV-2 در محیط آبی تأثیر بگذارد (Ihsanullah et al. 2021).

اکسیژن‌خواهی بیوشیمیایی (BOD5; biochemical oxygen demand)، اکسیژن‌خواهی شیمیایی (COD; chemical oxygen demand) و مواد جامد معلق (SS; suspended solids) از مهمترین شاخص‌های سنجش کیفیت فاضلاب است که کمیّت مواد جامد معلق و مواد آلی را

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-08-17]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1400.14.3.1.2]

نشان می‌دهد (Nasseri et al. 2021). مواد جامد معلق و مواد آلی موجود در آب می‌توانند از ویروسی که به این ذرات جذب می‌شود، محافظت کرده و موجب فعال بودن ویروس به مدت چند روز شوند (Barcelo. 2020). به همین دلیل ناصری و همکاران فاکتورهای مهمی مانند BOD5، COD و SS را در ورودی و خروجی سه تصفیه‌خانه فاضلاب اندازه‌گیری کردند. ترکیبات فاضلاب ورودی و خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب تهران، شرق انزلی و شماره ۳ قم در (شکل۲) شرح داده شده است. مقادیر بالای BOD5، COD و SS می‌تواند دلیل وجود آر.ان.ای SARS-COV-2 در خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب تهران باشد (Nasseri et al. 2021).



شکل ۲- ترکیبات ورودی و خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب تهران، شرق انزلی و شماره ۳ قم (Nasseri et al. 2021)

در تصفیه‌خانه فاضلاب شرق انزلی، از بین دو نمونه فاضلاب جمع‌آوری شده در فاضلاب خام (ورودی) طی یک دوره دو هفته‌ای، دو نمونه (۱۰۰٪) با استفاده از روش PCR برای آر.ان.ای SARS-CoV-2 مثبت بودند. علاوه‌بر این، نتایج چهار نمونه خروجی تصفیه‌شده با ضدعفونی‌کننده کلر در شرق انزلی در ۲۰ آوریل ۲۰۲۰ و در ۲ مه ۲۰۲۰ نشان داد که هیچ یک از این نمونه‌ها برای آر.ان.ای SARS-CoV-2 مثبت نبودند (Naddeo and Liu, 2020).

نتایج حاصل از نمونه‌های فاضلاب خام جمع‌آوری شده از تصفیه‌خانه شماره ۳ قم برای آر.ان.ای SARS-CoV-2 مثبت بود. با این‌حال، چهار نمونه خروجی تصفیه‌شده با کلر طی یک دوره دو هفته‌ای نشان داد که این نمونه‌ها منفی بودند (Nasseri et al. 2021). علاوه‌بر این، ورتز

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-08-17]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1400.14.3.1.2]

و همکاران ۲۳ نمونه فاضلاب خام و ۸ نمونه تصفیه‌شده از سه فاضلاب اصلی شهر پاریس را جمع‌آوری کرد. نتایج آنها نشان داد که تمام نمونه های فاضلاب خام برای SARS-CoV2 مثبت بودند و علاوه‌بر این، آنها گزارش کردند که شش نمونه از هشت نمونه فاضلاب تصفیه‌شده نیز بر اساس نتایج آزمایش PCR (آزمایش واکنش زنجیره‌ای پلیمراز) مثبت بودند (Wurtzer et al. 2020). گروه دیگری در همان سال گزارش کرده‌اند که بار ویروسی پساب فاضلاب تصفیه‌شده نسبت به نمونه‌های فاضلاب خام حدود ۱۰۰ برابر کمتر است (Wurtzer et al. 2020).

از بین دو نمونه فاضلاب جمع‌آوری‌شده در ورودی‌های یک تصفیه‌خانه فاضلاب واقع در جنوب تهران طی یک دوره دو هفته‌ای، هر دو نمونه (۱۰۰٪) برای آر.ان.ایِ SARS-CoV-2 توسط PCR مثبت بود. علاوه‌بر این، دو نمونه خروجی پس از ضدعفونی با کلر و دو نمونه پس از ضدعفونی با اشعه ماوراء بنفش در طی یک دوره دو هفته‌ای جمع‌آوری شد و نتایج بررسی بر روی این نمونه‌ها نشان داد که فقط دو نمونه جمع‌آوری‌شده از واحد ضدعفونی‌شده با کلر مثبت بود (Nasseri et al. 2021). علاوه‌بر این، شرچان و همکاران وجود آر.ان.ایِ SARS-CoV-2 در نمونه‌های فاضلاب تصفیه‌نشده و تصفیه‌شده در جنوب لوئیزیانا (Louisiana) را مورد مطالعه قرار دادند. آر.ان.ایِ SARS-CoV-2 در دو نمونه از ۱۵ نمونه فاضلاب با استفاده از PCR شناسایی شد (Sherchan et al. 2020).

تحقیقات قبلی گزارش کرد که ۲۲% نمونه‌های جمع‌آوری‌شده (دو نمونه از ۹ نمونه) از تصفیه‌خانه فاضلاب در جنوب کوئینزلند (Queensland) برای آر.ان.ایِ SARS-CoV-2 مثبت بودند (Ahmed et al. 2020). با توجه به این مطالعات، روش‌های معمول به‌طور ۱۰۰ درصد برای حذف ویروس کافی نیست و نیاز به راهکار های جدید دارد که در ادامه شرح داده شده است.

مدیریت مناسب لجن تصفیه‌خانه‌های فاضلاب نیز ضروری است زیرا لجن این تصفیه‌خانه‌ها می‌تواند حاوی ویروس‌های فعال باشد (Barcelo. 2020; Lund and Rønne, 1973; Sherchan et al. 2020).

به‌عنوان مثال، در مطالعه‌ای گزارش شده است که دو ویروس HCoV-229E و HCoV-HKU1 که متعلق به خانواده کروناویروس‌ها هستند، در biosolid B تولیدشده (نام یک لجن فاضلاب تصفیه‌شده است که مطابق با دستورالعمل‌های سازمان حفاظت از محیط زیست ایالات متحده

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-08-17]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1400.14.3.1.2]

آمریکا به‌عنوان کود استفاده می‌شود) در یک مرکز تصفیه فاضلاب در ایالات متحده شناسایی شده است (Bibby et al. 2019).

در یکی از مقالات منتشرشده در مجله پزشکی نیوانگلند SARS-CoV-2 با SARS-CoV مقایسه شده است. محققان دریافتند که SARS-CoV-2 مانند SARS-COV، در ذرات معلق در هوا نیز باقی می‌ماند (Van Doremalen et al. 2020). اگرچه داده‌های محدودی در مورد بقای SARS-CoV-2 در آب وجود دارد اما از آن جایی که این دو ویروس در آئروسل رفتار مشابهی دارند، احتمال رفتار مشابه آنها در آب و فاضلاب نیز احتمالاً زیاد است. پیش‌بینی می‌شود ویروس SARS-CoV مطالعه‌شده در آب لوله‌کشی با دمای ۴ درجه سلسیوس فیلترشده بسیار پایدار است.

همچنین مشخص شده است که این ویروس به مدت ۶ روز در دمای اتاق در مدفوع فعال مانده و تا ۳ روز همچنان در فاضلاب قابل شناسایی است (Van Doremalen et al. 2020). بنابراین، در هنگام شیوع COVID-19، استفاده از فاضلاب تصفیه‌نشده و حتی فاضلاب تصفیه‌شده در آبیاری کشاورزی تهدیدی جدی برای تمام افراد جامعه، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه است (Nasseri et al. 2021).

گاندی و همکاران اطلاعاتی در مورد SARS-COV در آب و فاضلاب تهیه کرده و گزارش کردند که بقای ویروس به شدت به دما و سطح مواد آلی بستگی دارد جدول (۱) (Gundy et al. 2009).

جدول ۱- زمان بقای SARS-COV در آب لوله‌کشی و فاضلاب بر حسب روز (Gundy et al. 2009).

ویروس	پساب اولیه فیلترنشده ۲۳ درجه سلسیوس	پساب اولیه فیلترشده ۲۳ درجه سلسیوس	آب لوله‌کشی‌شده فیلترشده ۴ درجه سلسیوس	آب لوله‌کشی‌شده فیلترنشده ۴ درجه سلسیوس	آب لوله‌کشی‌شده فیلترشده ۲۳ درجه سلسیوس	پساب تصفیه بیولوژیکی
HCoV	۴	۳	۵۸۸	۱۲	۱۰	۳

ارزیابی خطرات ذرات آئروسل و ذرات معلق در هوا برای جوامع اطراف و کارگران تصفیه‌خانه فاضلاب ضروری است و به‌طور کلی، استفاده از ماسک و شیلد صورت را باید برای کارگران تصفیه‌خانه‌هایی که به‌صورت دستی غربالگری را انجام می‌دهند، اجباری کرد. تشکیل آئروسل در حین تصفیه فاضلاب باید به‌عنوان منبع بالقوه انتقال ویروس به دقت بررسی شود (Ihsanullah

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-08-17]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1400.14.3.1.2]

et al. 2021). آئروسل‌های ویروسی حاصل از نشت لوله فاضلاب در مجتمع باغ‌های انگلستان در هنگ کنگ به‌عنوان مسیر انتقال ویروس های کرونا در طی شیوع SARS-CoV در سال ۲۰۰۳ شناسایی شد (Hata and Honda, 2020).

۲- روش‌های تشخیص و تعیین کمّی ویروس کرونا در فاضلاب

شناسایی سریع و قرنطینه به موقع افراد آلوده بسیار مهم است. با اینحال، دوره نهفتگی طولانی مدت ۱۴ روز برای بروز علائم آلودگی به ویروس و انتقال آن در غیاب علائم و نشانه‌های بالینی به گسترش سریع آن کمک کرده است. این در حالی است که در برخی از شهرها که از یک اپیدمی شدید رنج می‌برند، به افرادی که علائم خفیف دارند، دستور داده می‌شود که در خانه بمانند تا از تراکم بالای بیمار در بیمارستان‌ها جلوگیری شود. در چنین مواردی، مقیاس واقعی یک اپیدمی ممکن است دست کم گرفته شود، زیرا افراد مبتلا به عفونت‌های بالقوه به عنوان موارد تاییدشده گزارش نمی‌شوند. بنابراین نظارت بر SARS-CoV-2 در فاضلاب می‌تواند ابزاری قدرتمند برای بررسی به موقع میزان همه‌گیری COVID-19 و شناسایی ویروس در یک منطقه خاص باشد شناسایی و تعیین کمی SARS-CoV-2 در آب و فاضلاب یک مرحله اساسی اما چالش‌برانگیز برای ردیابی بیماری عفونی است. با توجه به ماهیت پیچیده ماتریس فاضلاب، انتخاب روش‌های جدید و همچنین ابزارهای دقیق و مقرون به صرفه برای تجزیه و تحلیل نمونه‌های فاضلاب حاوی ویروس ضروری است (Hata and Honda, 2020).

تشخیص آر.ان.ای SARS-COV-2 در فاضلاب به‌طور عمده از طریق تکنیک‌های مولکولی که شامل روش‌های مبتنی‌بر PCR مانند واکنش زنجیره‌ای رونویسی معکوس-پلیمراز (RT-PCR) و PCR دیجیتالی (dPCR) است، انجام می‌گیرد. این امر از طریق تقویت بخش‌هایی از ژنوم ویروس به دست می‌آید (Corman et al. 2020).

تشخیص مولکولی آر.ان.ای ویروس شامل مراحل اصلی زیر است که به شرح زیر است:

۱- آماده‌سازی نمونه: ذخیره و آماده‌سازی مناسب نمونه‌های فاضلاب به دقیق بودن اندازه‌گیری آر.ان.ای SARS-COV-2 کمک می‌کند که شامل مراحل ذیل است.

- ذخیره‌سازی: نمونه‌ها را باید بلافاصله پس از جمع‌آوری در دمای ۴ درجه سلسیوس در یخچال قرار داد و در صورت امکان، آنها را در

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-08-17]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1400.14.3.1.2]

مدت ۲۴ ساعت پردازش کرد. اگر امکان پردازش در ۲۴ ساعت وجود نداشته باشد، باید نمونه‌ها را در دمای منفی ۷۰ درجه سلسیوس منجمد کرد.

• همگن‌سازی: باید فاضلاب مایع و نمونه‌های لجن اولیه برای پردازش به خوبی مخلوط شوند. همگن‌سازی می‌تواند شامل روش‌هایی برای تجزیه جامدات فاضلاب و ذرات ویروس مانند سونیکاسیون (استفاده از انرژی صوت برای همگن کردن ذرات درون یک نمونه) باشد.

• شفاف‌سازی: شفاف‌سازی نمونه با حذف جامدات بزرگ می‌تواند به مرحله تغلیظ کمک کند. با حذف مواد جامد همچنین آر.ان.اِی SARS-COV-2 چسبیده به آن حذف می‌شود. بنابراین باید از فیلترهایی با منافذ بزرگ (۵ میکرومتر یا بزرگتر) استفاده کرد.

۲-تغلیظ ویروس: تغلیظ نمونه‌های فاضلاب می‌تواند آر.ان.اِی SARS-COV-2 تشخیص را بهبود بخشد. با توجه به غلظت کم ویروس در فاضلاب، چندین گزینه برای متمرکز کردن ذرات ویروسی برای تجزیه و تحلیل استفاده می‌شود که شامل تحلیل مستقیم نمونه‌های فاضلاب و پساب فیلترنشده با استفاده از پلی اتیلن گلیکول (PEG)، از طریق پالایش با استفاده از فیلترهای ۰/۲ میکرون (Wang et al. 2020)، اولترافیلترها (Ahmed et al. 2020; Medema et al. 2020; Wurtzer et al. 2020) و فوق سانتریفیوژها (Medema et al. 2020) است.

هنگام انتخاب روش تغلیظ ویروس، عوامل زیر را باید در نظرگرفت:

• نوع نمونه: موثرترین روش برای تغلیظ نمونه‌های فاضلاب تصفیه‌نشده، استفاده از فیلترها و برای لجن اولیه، سانتریفیوژها است.

• حجم زیاد: حجم نمونه فاضلاب بزرگ تصفیه‌نشده ممکن است نیاز به تقسیم نمونه قبل از فیلتراسیون (به دلیل سرعت فیلتراسیون کُند) یا استفاده از PEG (به دلیل محدودیت حجم سانتریفیوژ) داشته باشد. حجم نمونه‌های بزرگتر از ۵ لیتر ممکن است نیازمند به روش‌های متمرکز مانند اولترافیلتراسیون داشته باشد.

• زمان پردازش نمونه: انتخاب روش تغلیظ با زمان پردازش روش و در دسترس بودن پرسنل آزمایشگاه محدود می‌شود. فیلتراسیون نمونه‌های فاضلاب کدر ممکن است چندین ساعت طول بکشد.

• در دسترس بودن تجهیزات آزمایشگاهی: حجم سانتریفیوژ و ظرفیت نیرو، و همچنین در دسترس بودن واحدهای فیلتراسیون غشایی، انتخاب روش را محدود می‌کند.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-08-17]

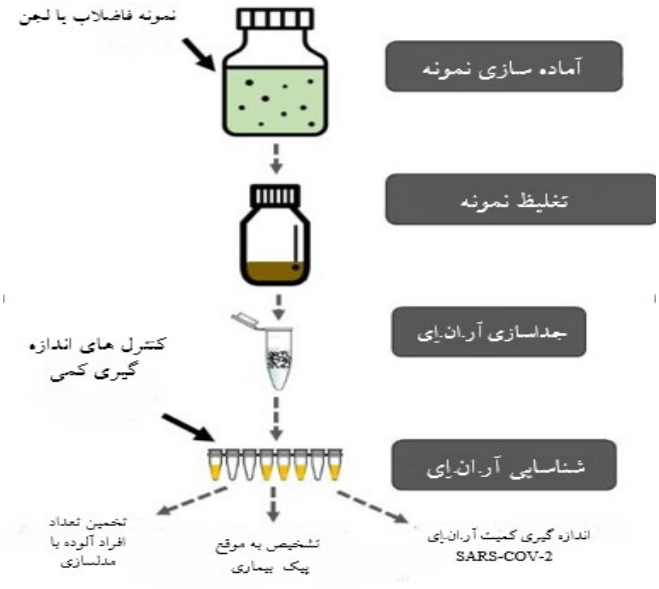
[DOR: 20.1001.1.27170632.1400.14.3.1.2]

۳- جداسازی آر.ان.اِی ویروس: به‌طور کلی، استخراج اسید نوکلئیک یک مرحله اساسی در جداسازی آر.ان.اِی SARS-COV-2 از فاضلاب است. فاضلاب مخلوطی پیچیده با موادی است که با روش‌های تشخیص ویروس تداخل دارند، بنابراین هنگام انتخاب روش استخراج آر.ان.اِی موارد ذیل را باید در نظر گرفت:

• باید یک پروتکل مناسب برای استخراج اسید نوکلئیک از نمونه‌های محیطی را انتخاب کرد. برای جداسازی باید از کیت‌های تجاری استفاده کرد. رایج‌ترین کیت‌های استخراج عبارتند از: RNeasy PowerMicrobiome، Biomerieux Nuclisens و PowerFecal Pro (Amoah et al. 2020).

• از تخریب آر.ان.اِی استخراج‌شده به‌دلیل چرخه‌های متعدد انجماد و ذوب در لوله‌های جداگانه و ذخیره آنها در دمای منفی ۷۰ درجه سلسیوس یا کمتر جلوگیری کرد.

۴- شناسایی آر.ان.اِی ویروس: شناسایی آر.ان.اِی ویروس استخراج‌شده از فاضلاب با مجموعه‌ای از پرایمرها انجام می‌شود. پرایمرهایی که غشا و کپسید ویروس را هدف می‌گیرند، برای شناسایی آر.ان.اِی ویروس مناسب هستند (Larsen et al. 2020). مراحل تشخیص مولکولی آر.ان.اِی ویروس در شکل۳ به‌طور خلاصه نمایش داده شده است (CDC 2021).



شکل۳- مراحل تشخیص مولکولی آر.ان.ای ویروس (CDC 2021).

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-08-17]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1400.14.3.1.2]

تکنیک مولکولی دیگری که برای تشخیص ویروس کرونا در نمونه‌های بالینی و فاضلاب استفاده می‌شود، روش (dPCR) است. این روش در مقایسه با RT-PCR برای نمونه‌های محیطی دقیق‌تر است. تعیین کمیت آر.ان.اِی ویروس در فاضلاب با استفاده از تکنیک‌های مولکولی، پتانسیل استفاده از فاضلاب برای تجزیه و تحلیل بروز عفونت در جمعیت را نشان می‌دهد (Ahmed et al. 2020; Medema et al. 2020).

چندین مطالعه کاربرد مدل‌های اپیدمیولوژی مبتنی‌بر فاضلاب را برای شناسایی نقاط آلوده به COVID-19 و تخمین تعداد افراد آلوده نشان داده است (Ahmed et al. 2020; Gonzalez et al. 2020; Hart and Halden, 2020). در یکی از این مطالعات پژوهشگران به مدت ۱۰ هفته فاضلاب منطقه نیوهیون (New Haven) را که خود شامل فاضلاب چند منطقه مختلف آمریکا است به‌صورت روزانه مورد آزمایش قرار دادند و با این روش شیوع ویروس کرونا در یک منطقه را یک هفته سریع‌تر از روش های دیگر شناسایی کردند. متخصصان تاکید دارند موادی که به‌عنوان فاضلاب از یک خانه خارج می‌شود حاوی ویروس‌ها، باکتری‌ها و عوامل بیماری‌زایی است که افراد آن خانه به آن مبتلا هستند. در این روش حتی افراد مبتلا به کرونا که علائم بیماری را نشان نداده‌اند نیز قابل شناسایی هستند و پس از این آزمایش می‌توان نسبت به آلوده بودن یک منطقه به ویروس کرونا آگاهی یافت. این روش سریع‌تر از سایر روش‌های رهگیری می‌تواند ویروس کرونا را تشخیص دهد (Dhama et al. 2021).

اهمیت نظارت بر فاضلاب با توانایی آن در تشخیص سطح پایین ویروس‌ها مشخص می‌شود. این می‌تواند هنگامی اتفاق بیفتد که به دنبال راهکارهای بهداشت عمومی، تعداد موارد آلوده در حال کاهش است، که در مورد نمونه‌های موفق مانند برنامه‌های ریشه‌کن‌سازی ویروس فلج‌اطفال اتفاق افتاده است (Kitajima et al. 2020). تجزیه و تحلیل ویروسی فاضلاب امکان بیشتری برای شناسایی ویروس‌های جدید قبل از شناسایی بالینی آنها و اقدامات پیشگیرانه و تخصیص منابع به مناطق بالقوه آسیب دیده را در یک جامعه فراهم می‌کند (Bibby et al. 2019). یک مطالعه اخیر کمیت آر.ان.اِی SARS-CoV-2 موجود در فاضلاب تصفیه‌نشده یک منطقه را بررسی کرد. بر اساس نتایج این مطالعه می‌توان تعداد افراد آلوده در حوضه آبریز را از طریق شبیه‌ساز کامپیوتری مونت کارلو (Monte Carlo) تخمین زد. این مدل دامنه متوسط ۱۷۱ تا ۱۰۹۰ فرد آلوده در حوضه

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-08-17]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1400.14.3.1.2]

آبریز را تخمین زد، که با مشاهدات بالینی مطابقت منطقی داشت (Ahmed et al. 2020). مطالعات اخیر و سایر اقدامات در بسیاری از نقاط جهان ممکن است به مدل سازی اپیدمیولوژیک شیوع SARS-CoV-2 در جوامع کمک کند. همچنین به عنوان یک هشداردهنده به جوامعی که سعی در کاهش انتشار عفونت دارند، کمک می‌کند (Kitajima et al. 2020). نظارت بر تغییرات نسبی غلظت آر.ان.اِی SARS-CoV-2 در ورودی تصفیه‌خانه فاضلاب در طی زمان می‌تواند ابزاری مفید برای هشدار سریع انتشار ویروس در جمعیت باشد (Hart and Halden, 2020). علاوه‌بر این، نظارت بر فاضلاب تخلیه‌شده از فرودگاه‌ها و بنادر دریایی بین‌المللی امکان تشخیص زودهنگام ورود ویروس به یک کشور را فراهم می‌کند (Ihsanullah et al. 2021). اپیدمیولوژی مبتنی‌بر فاضلاب به عنوان ابزاری مهم برای ردیابی انتشار گردش ویروس‌ها در یک جامعه، فراهم آوردن فرصت‌هایی برای تخمین شیوع، تنوع ژنتیکی و توزیع جغرافیایی آنها است (Kitajima et al. 2020). اگرچه اپیدمیولوژی مبتنی‌بر فاضلاب نمی‌تواند جایگزینی برای آزمایش بالینی باشد، اما می‌تواند به‌عنوان یک سیستم هشداردهنده اولیه نشان‌دهنده حضور افراد آلوده در یک جامعه خاص به‌عنوان مثال منطقه، شهر یا کشور باشد (Hart and Halden, 2020).

۳- تجزیه و تحلیل مکانیسم از بین بردن و تصفیه SARSCoV-2 در آب و فاضلاب

تکنیک‌های سنتی تصفیه برای حذف ویروس‌ها از فاضلاب شامل فیلترهای شن، تصفیه کلر، غیرفعال‌سازی همراه با اشعه ماورا بنفش، تصفیه ازن، تصفیه میکروبی و سیستم‌های لاگون (lagon) (حوضچه‌هایی برای دریافت، نگهداری و تصفیه فاضلاب) است (Al-Attabiet al. 2019; Schlosser et al. 2001). یک مطالعه اخیر اظهار داشت که راهکار ضدعفونی کنونی توصیه‌شده توسط WHO برای غیرفعال کردن SARS-CoV-2 در آب کافی نیست (Al-Attabiet al. 2019). همچنین باید بررسی شود که آیا فعال بودن SARS-CoV-2 در فاضلاب بر روند تصفیه سایر آلاینده‌ها تأثیر می‌گذارد (Ihsanullah et al. 2021). برخی از گزارش‌های منتشرشده حاکی از آن است که ویروس‌های کرونا به دمای بالا و اکسیدان‌هایی مانند کلر بسیار حساس هستند (Naddeo and Liu, 2020). تکنیک‌های دیگر مانند اکسیداسیون، انعقاد و از بین بردن فوتوکاتالیستی (photocatalyst) ویروس نیز باید

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-08-17]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1400.14.3.1.2]

مورد بررسی قرار گیرد تا تصفیه موثر برای غیرفعال‌سازی SARS-CoV-2 در آب تعیین شود (Ihsanullah et al. 2021). پژوهشگران اعلام کردند که ویروس SARS-CoV-2 می‌تواند با استفاده از کلر، اشعه ماورا بنفش، گرما و اتانول به‌طور موثر غیرفعال شود (Rajnik et al. 2021). با توجه به نتایج نمونه‌های خروجی تصفیه‌خانه جنوب تهران، ضدعفونی‌کننده ماورابنفش عملکرد بهتری از ضدعفونی‌کننده کلر دارد و برای ضدعفونی موثر کلر، اپراتور تصفیه‌خانه فاضلاب باید غلظت کلر باقی‌مانده آزاد را به ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر یا بیشتر افزایش دهد و در مدت زمان ۳۰ دقیقه در pH کمتر از ۸ قرار گیرد. این نتایج با دستورالعمل فنی گزارش‌شده توسط WHO در سوم مارس ۲۰۲۰ مطابقت دارد (Nasseri et al. 2021; WHO and United Nations Children's, 2020). اسیدیته و دمای آب نیز بر قدرت اثرگذاری کلر موثر است و گندزدایی موثر، بیشتر در دماهای بالا و pH پایین اتفاق می‌افتد (Askarhalvaie et al. 2020). بر اساس یک مطالعه اخیر، ضدعفونی‌کننده ماورابنفش دارای مزایای بی‌شماری از جمله عدم تولید محصولات جانبی، زمان ماندگاری کوتاه و تاثیر بر طیف وسیعی از ویروس‌های مقاوم در مقایسه با ضدعفونی‌کننده کلر است (Bourouache et al., 2019).

۴- سایر تأثیرات COVID-19 بر روی آب

یکی از مهمترین نگرانی‌های زیست‌محیطی مرتبط با همه‌گیری COVID-19، استفاده بیش از حد از مواد ضدعفونی‌کننده است (Ihsanullah et al. 2021). گزارش‌های اخیر نشان می‌دهد که ۲۰۰۰ تن مواد ضدعفونی‌کننده در سیستم‌های فاضلاب شهر ووهان چین از ۲۹ ژانویه تا ۱۸ فوریه ۲۰۲۰ وارد شده است. این امر نه تنها تهدیدی بالقوه برای محیط زیست دریایی است بلکه می‌تواند منابع آب آشامیدنی را نیز آلوده کند. مطالعه دیگر تخمین زده است که استفاده بیش از حد از مواد ضدعفونی‌کننده و شستشوی مکرر دست می‌تواند مصرف آب آشامیدنی را تا۲۰٪ افزایش دهد و منجر به تولید فاضلاب بیشتر شود (Baldovin et al. 2021). علاوه‌بر این، استفاده از ماسک، دستکش و سایر وسایل حفاظت فردی منجر به تولید مقدار زیادی زباله در محیط شده است. بنابراین باید هر چه سریعتر راهکارهایی برای مدیریت صحیح پسماندها تدوین شود تا از اثرات زیست‌محیطی آنها کاسته شود (Ihsanullah et al. 2021).

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-08-17]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1400.14.3.1.2]

نتیجه‌گیری

طراحی راهکارهای گوناگون و انجام مطالعات اپیدمیولوژی مبتنی‌بر فاضلاب به پیشگیری و کنترل بیماری کمک خواهد کرد. آر.ان.اِی SARS-COV-2 چند روز تا یک هفته قبل از شروع علائم در مدفوع قابل تشخیص است. نظارت بر فاضلاب می‌تواند شیوع COVID-19 را حتی قبل از آزمایش فردی و بستری شدن در بیمارستان پیش‌بینی کند. علاوه‌بر این، نظارت و پایش منظم فاضلاب برای ردیابی عوامل مختلف بیماری‌زای قابل انتقال از طریق آب، حتی پس از پایان همه‌گیری بیماری کرونا، برای حفظ سلامت عمومی و مقابله با دیگر تهدیدها ضروری به نظر می‌رسد. اقدامات بهداشتی کافی نیز برای جلوگیری از گسترش بیشتر این ویروس لازم است. اپیدمیولوژی مبتنی‌بر فاضلاب و نظارت بر آن می‌تواند مکمل مکانیسم‌های دیگر نظارت برای درک شیوع بیماری باشد و در مقایسه با روش‌های دیگر مقرون به صرفه است. به‌طور خلاصه، همه‌گیری مداوم این فرصت را به مهندسان محیط زیست و دانشمندان می‌دهد تا بتوانند نقشی مسئولانه برای کنترل گسترش احتمالی ویروس از طریق آب داشته باشند. توسعه تکنیک‌های استاندارد موثر برای تشخیص و کمّی‌سازی، ارزیابی فناوری های تصفیه آب موجود و توسعه سیستم‌های جدید موثر برای از بین بردن SARS-CoV-2 از آب چالش های اساسی و زمینه‌های تحقیقاتی گسترده‌ای را پیش روی محققین قرار می‌دهد و علاوه‌بر این، درک مکانیسم بقا و از بین رفتن ویروس در محیط آبی و توسعه تکنیک‌های کم‌هزینه و سازگار با محیط زیست برای حذف ویروس از دیگر فرصت‌های با ارزش است که برای محققان فراهم می‌سازد. چنین تحقیقاتی با ارائه راهکارهای متنوع می‌تواند ریسک‌هایی را در بر داشته باشد که بایستی رویکردهای مدیریت ریسک‌ها، با در نظر گرفتن کل چرخه آب از منابع حوضه‌های رودخانه‌ها، اقیانوس‌ها، تا تخلیه فاضلاب و استفاده مجدد از آب در نظر گرفته شود. برای رسیدن به این هدف بایستی محققان مختلفی از چند رشته متفاوت شامل مهندسان آب، میکروبیولوژیست‌ها، شیمیدان ها و کارشناسان بهداشت عمومی برای رفع این چالش‌ها و حفاظت از محیط‌های آبی با هم همکاری کنند.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-08-17]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1400.14.3.1.2]

References فهرست منابع

Adelodun B, Ajibade FO, Ibrahim RG, Bakare HO and Choi K-S. 2020. Snowballing transmission of COVID-19 (SARS-CoV-2) through wastewater: Any sustainable preventive measures to curtail the scourge in low-income countries? Science of the Total Environment. 742: 140680.

Ahmed W, Angel N, Edson J, Bibby K, Bivins A, O'Brien JW, Choi PM, Kitajima M, Simpson SL, Li J. 2020. 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. Science of the Total Environment. 728: 138764.

Al-Attabi R, Rodriguez-Andres J, Schütz JA, Bechelany M, Des Ligneris E, Chen X, Kong L, Morsi YS, Dumee LF. 2019. Catalytic electrospun nano-composite membranes for virus capture and remediation. Separation and Purification Technology. 229: 115806.

Amoah ID, Kumari Sh, Bux F. 2020. Coronaviruses in wastewater processes: source, fate and potential risks. Environment International. 143: 105962.

Askarhalvaie B, Omidi B, Ajouri MR. 2020. Evaluation of Health and Control of Swimming Pool Water against SARS-CoV-2 Corona Virus (COVID-19). Journal of Biosafety. 13(2): 75-92. (In Farsi with English abstract)

Asghar H, Diop OM, Weldegebriel G, Malik F, Shetty S, El Bassioni L, Akande AO, Al Maamoun E, Zaidi S, Adeniji AJ. 2014.'Environmental surveillance for polioviruses in the Global Polio Eradication Initiative. The Journal of Infectious Diseases. 210: S294-S303.

Baldovin T, Amoruso I, Fonzo M, Buja A, Baldo V, Cocchio S, Bertoncello C. 2021. SARS-CoV-2 RNA detection and persistence in wastewater samples: An experimental network for COVID-19 environmental surveillance in Padua, Veneto Region (NE Italy). Science of the Total Environment. 760: 143329.

Barcelo D. 2020. An environmental and health perspective for COVID-19 outbreak: meteorology and air quality influence, sewage epidemiology indicator, hospitals disinfection, drug therapies and recommendations. Journal of Environmental Chemical Engineering. 8: 104006.

Bibby K, Crank K, Greaves J, Li X, Wu Z, Hamza IA, Stachler E. 2019. Metagenomics and the development of viral water quality tools. NPJ Clean Water. 2: 1-13.

Bourouache M, R Mimouni A Ait Alla, Hamadi F, El Boulani A, Bihadassen B. 2019. Bacteriological and physicochemical quality of treated wastewater of the Mzar treatment plant. Applied Water Science. 9: 86.

Choi PM, Tscharke BJ, Donner E, O'Brien JW, Grant SC, Kaserzon SL, Mackie R, O'Malley E, Crosbie ND, Thomas KV. 2018. Wastewater-based epidemiology biomarkers: past, present and future. TrAC Trends in Analytical Chemistry. 105: 453-69.

Corman VM, Landt O, Kaiser M, Molenkamp R, Meijer A, Chu DK, Bleicker T, Brünink S, Schneider J, Schmidt ML. 2020. Detection of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) by real-time RT-PCR. Eurosurveillance. 25: 2000045.

D'Amico F, Baumgart DC, Danese, S, Peyrin-Biroulet L. 2020. Diarrhea during COVID-19 infection: pathogenesis, epidemiol ogy, prevention, and management. Clinical Gastroenterology and Hepatology. 18: 1663-72.

Dhama K, Patel SK, Yatoo MI, Tiwari R, Sharun K, Dhama J, Natesan S, Malik YS, Singh KP, Harapan H. 2021. SARS-CoV-2 existence in sewage and wastewater: A global public health concern? Journal of Environmental Management. 280: 111825.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-08-17]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1400.14.3.1.2]

Gonzalez R, Curtis K, Bivins A, Bibby K, Weir MH, Yetka K, Thompson H, Keeling D, Mitchell J, Gonzalez D. 2020. COVID-19 surveillance in Southeastern Virginia using wastewater-based epidemiology. Water Research. 186: 116296.

Gundy PM, Gerba CP, Pepper IL. 2009. Survival of coronaviruses in water and wastewater. Food and Environmental Virology. 1: 10-14.

Hart OE, Halden RU. 2020. Computational analysis of SARS-CoV-2/COVID-19 surveillance by wastewater-based epidemiology locally and globally: Feasibility, economy, opportunities and challenges. Science of the Total Environment. 730: 138875.

Hata A, Honda R. 2020. Potential sensitivity of wastewater monitoring for SARS-CoV-2: comparison with norovirus cases. In.: ACS Publications. 6451-6452.

Hill K, Zamyadi A, Deere D, Vanrolleghem PA, Crosbie ND. 2021. SARS-CoV-2 known and unknowns, implications for the water sector and wastewater-based epidemiology to support national responses worldwide: early review of global experiences with the COVID-19 pandemic. Water Quality Research Journal. 56: 57-67.

Ihsanullah I, Bilal M, Naushad M. 2021. Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) in water environments: Current status, challenges and research opportunities. Journal of Water Process Engineering. 39: 101735.

Izquierdo-Lara R, Elsinga G, Heijnen L, Munnink BBO, Schapendonk CM, Nieuwenhuijse D, Kon M, Lu L, Aarestrup FM, Lycett S. 2021. Monitoring SARS-CoV-2 circulation and diversity through community wastewater sequencing, the Netherlands and Belgium. Emerging Infectious Diseases. 27: 1405.

Kitajima M, Ahmed W, Bibby K, Carducci A, Gerba CP, Hamilton KA, Haramoto E, Rose JB. 2020. SARS-CoV-2 in wastewater: State of the knowledge and research needs. Science of the Total Environment. 739: 139076.

Larsen DA, Wigginton KR. 2020. Tracking COVID-19 with wastewater. Nature Biotechnology. 38: 1151-53.

Lund E, Rønne V. 1973. On the isolation of virus from sewage treatment plant sludges. Water Research. 7: 863-71.

Matrajt G, Naughton B, Bandyopadhyay AS, Meschke JS. 2018. A review of the most commonly used methods for sample collection in environmental surveillance of poliovirus. Clinical Infectious Diseases. 67: S90-S97.

Medema G, Heijnen L, Elsinga G, Italiaander R, Brouwer A. 2020. 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. Environmental Science and Technology Letters. 7(7): 511-516.

Mousazadeh M, Ashoori R, Paital B, Kabdaşlı I, Frontistis Z, Hashemi M, Sandoval MA, Sherchan S, Das K, Emamjomeh MM. 2021. Wastewater based epidemiology perspective as a faster protocol for detecting coronavirus RNA in human populations: a review with specific reference to SARS-CoV-2 virus. Pathogens. 10: 1008.

Naddeo V, Liu H. 2020. Editorial Perspectives: 2019 novel coronavirus (SARS-CoV-2): what is its fate in urban water cycle and how can the water research community respond? Environmental Science: Water Research and Technology. 6: 1213-16.

Nasseri S, Yavarian J, Baghani AN, Azad TM, Nejati A, Nabizadeh R, Hadi M, Jandaghi NZS, Vakili B, Vaghefi SKA. 2021. The presence of SARS-CoV-2 in raw and treated wastewater in 3 cities of Iran: Tehran, Qom and Anzali during coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak. Journal of Environmental Health Science and Engineering. 19: 573-84.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-08-17]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1400.14.3.1.2]

CDC. 2021. Wastewater Surveillance Testing Methods. Centers for Disease Control and Prevention. Available at: https://www.cdc.gov/healthywater/surveillance/wastewater-surveillance/testing-methods.html.

Rajnik M, Cascella M, Cuomo A, Dulebohn SC, Di Napoli R. 2021. Features, Evaluation, and Treatment of Coronavirus (COVID-19). In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. Available at: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554776/.

Schlosser O, Robert C, Bourderioux C, Rey M, De Roubin M. 2001. Bacterial removal from inexpensive portable water treatment systems for travelers. Journal of Travel Medicine. 8: 12-18.

Sherchan SP, Shahin S, Ward LM, Tandukar S, Aw TG, Schmitz B, Ahmed W, Kitajima M. 2020. First detection of SARS-CoV-2 RNA in wastewater in North America: a study in Louisiana, USA. Science of the Total Environment. 743: 140621.

Tang L, Liu M, Ren B, Wu Z, Yu X, Peng C, Tian J. 2021. Sunlight ultraviolet radiation dose is negatively correlated with the percent positive of SARS-CoV-2 and four other common human coronaviruses in the US. Science of the Total Environment. 751: 141816.

Van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, Holbrook MG, Gamble A, Williamson BN, Tamin A, Harcourt JL, Thornburg NJ, Gerber SI. 2020. Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1. New England Journal of Medicine. 382: 1564-67.

Wang W, Xu Y, Gao R, Lu R, Han K, Wu G, Tan W. 2020. Detection of SARS-CoV-2 in different types of clinical specimens. Jama. 323: 1843-44.

Wang Y-J, Deering A.J, Kim H-J. 2020. The occurrence of shiga toxin-producing E. coli in aquaponic and hydroponic systems. Horticulturae. 6: 1.

WHO. 2019. Drinking-water. World Health Organization. Available at: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water.

WHO, and Fund United Nations Children's. 2020. Water, sanitation, hygiene and waste management for COVID-19: technical brief, 03 March 2020. In. Geneva: World Health Organization. Available at: https://apps.who.int/iris/handle/10665/331305.

Wurtzer S, Marechal V, Mouchel J-M, Moulin L. 2020. Time course quantitative detection of SARS-CoV-2 in Parisian wastewaters correlates with COVID-19 confirmed cases. MedRxiv.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-08-17]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1400.14.3.1.2]

The Importance of SARS-CoV-2 Detection in Wastewater

Sina Najari[1], Mohammad Doroudian[*2], Mohammad Reza Ajouri[3], Bijan Omidi[3]

1- MSc Student, Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, Kharazmi University, Tehran, Iran.

2- Assistant of Professor, Department of Cell and Molecular Biology, Faculty of Biological Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.

2- Department of Water Quality Control, Azmoon Salamat ASA, Tehran, Iran.

mdoroudi@tcd.ie

Abstract

Coronaviruses cause diseases such as the Middle East respiratory syndrome and acute respiratory syndrome. SARS-CoV-2, which causes COVID-19 and ongoing pandemic, was first identified in Wuhan, China. SARS-CoV-2 mainly infects the respiratory tract leading to infect other organs. Gastrointestinal symptom, for instance, have been widely reported in patients with COVID-19. In fact, numerous investigations have shown that SARS-CoV-2 can be detected in feces and this may be associated with the risk of viral transmission. The presence of SARS-CoV-2 in human feces and transmission in the sewage system is a public health concern. Therefore, wastewater-based epidemiology can play a critical role in the early detection of COVID-19 outbreaks in rural and urban areas. Compared to conventional viral detection methods, it has been suggested that SARS-CoV-2 can be rapidly detected in sewage even one week before observing the symptom in a population. In this study, we first focus on the importance of sewage system monitoring and screening to control the COVID-19 pandemic and the required protocols and factors to remove and to disinfect wastewater from the virus to provide safe water recycling and environmental health protection.

Keywords: Wastewater-Based Epidemiology, Virus Interception, Wastewater, Sewage, SARS-CoV-2.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2025-08-17]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1400.14.3.1.2]