

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](https://doi.org/10.1001.1.27170632.1400.14.3.1.2)

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 وهان 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 مبتنی بر 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 همه‌گیری 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 مبتنی بر فاضلاب، رهگیری ویروس، فاضلاب، پساب، SARS-CoV-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 پراسیب‌ترین همه‌گیری‌های جهانی در یک 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 به دلیل 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 به دلیل 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 این حال، COVID-19 دارای طیف وسیعی از علائم است و با علائم دستگاه گوارش به طور گسترده‌ای در میان بیماران گسترش می‌یابد. علاوه بر 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 احتمالاً 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 مبتنی بر فاضلاب به عنوان ابزاری مفید برای ارزیابی، پیش‌بینی و مدیریت شیوع بیماری شناخته شده است این مفهوم به طور عمده مبتنی بر کشف، استخراج و تجزیه و تحلیل ترکیبات بیولوژیکی و شیمیایی است (Schlosser et al. 2001).

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

"نجاری و همکاران، اهمیت تشخیص ویروس COVID-19 در فاضلاب"

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.

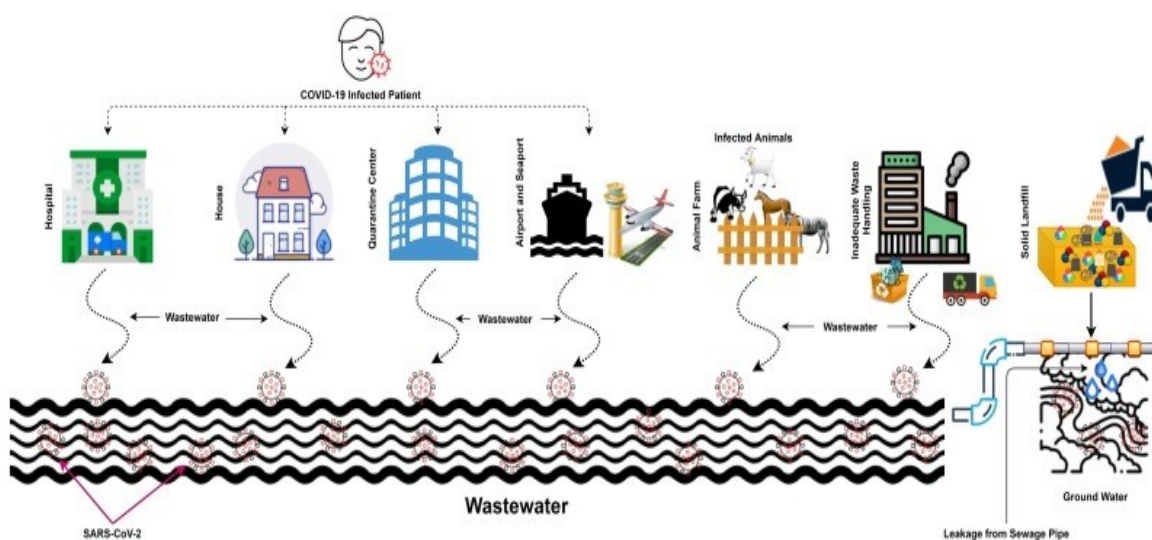
۱- ارزیابی آب و فاضلاب به عنوان منبع بالقوه انتقال SARS-CoV-2

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 لوله‌های فاضلاب باشد (شکل ۱) (Ihsanullah et al. 2021).

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 حصه (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 مبتنی بر 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 بیماراران 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 مبتنی بر فاضلاب برای هشدار زودهنگام شیوع COVID-19 به‌طور بالقوه موثر است (Adelodun et al. 2020).



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

حاکی از آن بود که بقای SARS-CoV-2 در یک محیط آبی به شدت به ویژگی های فاضلاب بستگی دارد (Amoah et al. 2020; Ihsanullah et al. 2021). اسیدیته، دما، وجود باکتری های آنتاگونیست (antagonist)، مواد آلی، نور خورشید و اکسیدان ها ممکن است بر بقای SARS-CoV-2 در محیط آبی تأثیر بگذارد (Ihsanullah et al. 2021).

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

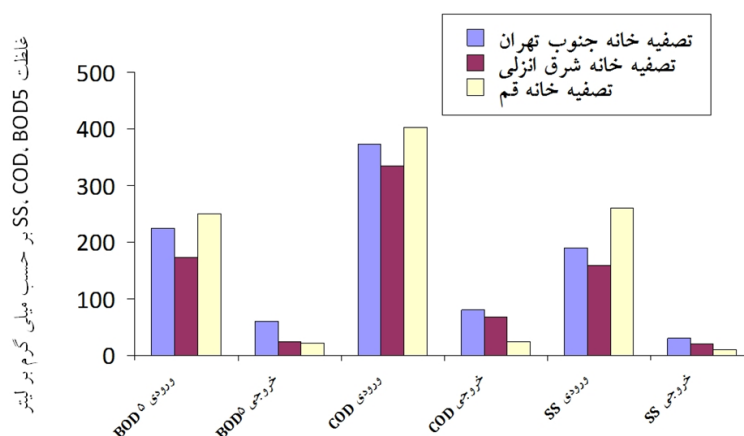
مطالعات گزارش کرده اند که ویروس ها می توانند هفته ها در آب و فاضلاب عفونی به عنوان عوامل بیماری زا فعال باقی بمانند (Ahmed et al. 2020; Naddeo and Liu, 2020) و برای احتیاط، تصفیه خانه های فاضلاب باید به عنوان مسیرهای بالقوه انتقال در نظر گرفته شوند (Ihsanullah et al. 2021).

وجود همزمان ویروس های مختلف کرونا در یک محیط ممکن است بستر مناسبی برای شناسایی جهش های مختلف ویروس باشد (Amoah et al. 2020) و بر این اساس محققین ۵۱ جهش جدید را در فاضلاب های هلند و بلژیک شناسایی کردند که قبلاً گزارش نشده بود (Izquierdo-Lara et al. 2021). گزارش های قبلی

"نجاری و همکاران، اهمیت تشخیص ویروس COVID-19 در فاضلاب"

تصفیه‌خانه فاضلاب اندازه‌گیری کردند. ترکیبات فاضلاب ورودی و خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب تهران، شرق انزلی و شماره ۳ قم در (شکل ۲) شرح داده شده است. مقادیر بالای BOD₅، COD و SS می‌تواند دلیل وجود آ.ان.ای SARS-CoV-2 در خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب تهران باشد (Nasseri et al. 2021).

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



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

آ.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 آ.ان.ای SARS-CoV-2 مثبت بود. با این حال، چهار نمونه خروجی تصفیه‌شده با کلر طی یک دوره دو هفته‌ای نشان داد که این نمونه‌ها منفی بودند (Nasseri et al. 2021). علاوه بر این، ورتز

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 آ.ان.ای SARS-CoV-2 مثبت بودند. علاوه بر این، نتایج چهار نمونه خروجی تصفیه‌شده با ضد عفونی‌کننده کلر در شرق انزلی در ۲۰ آوریل ۲۰۲۰ و در ۲ مه ۲۰۲۰ نشان داد که هیچ یک از این نمونه‌ها برای

و همکاران ۲۳ نمونه فاضلاب خام و ۸ نمونه تصفیه شده از سه فاضلاب اصلی شهر پاریس را جمع آوری کرد. نتایج آنها نشان داد که تمام نمونه های فاضلاب خام برای SARS-CoV2 مثبت بودند و علاوه بر این، آنها گزارش کردند که شش نمونه از هشت نمونه فاضلاب تصفیه شده نیز بر اساس نتایج آزمایش PCR (آزمایش واکنش زنجیره ای پلیمرز) مثبت بودند (Wurtzer et al. 2020). گروه دیگری در همان سال گزارش کرده اند که بار ویروسی پساب فاضلاب تصفیه شده نسبت به نمونه های فاضلاب خام حدود ۱۰۰ برابر کمتر است (Wurtzer et al. 2020).

از بین دو نمونه فاضلاب جمع آوری شده در ورودی های یک تصفیه خانه فاضلاب واقع در جنوب تهران طی یک دوره دو هفته ای، هر دو نمونه (۱۰۰٪) برای آ.ان.ای SARS-CoV-2 توسط PCR مثبت بود. علاوه بر این، دو نمونه خروجی پس از ضد عفونی با کلر و دو نمونه پس از ضد عفونی با اشعه ماوراء بنفش در طی یک دوره دو هفته ای جمع آوری شد و نتایج بررسی بر روی این نمونه ها نشان داد که فقط دو نمونه جمع آوری شده از واحد ضد عفونی شده با کلر مثبت بود (Nasseri et al. 2021). علاوه بر این، شرچان و همکاران وجود آ.ان.ای SARS-CoV-2

در نمونه های فاضلاب تصفیه نشده و تصفیه شده در جنوب لوئیزیانا (Louisiana) را مورد مطالعه قرار دادند. آ.ان.ای 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٪ نمونه های جمع آوری شده (دو نمونه از ۹ نمونه) از تصفیه خانه فاضلاب در جنوب کوئینزلند (Queensland) برای آ.ان.ای SARS-CoV-2 مثبت بودند (Ahmed et al. 2020). با توجه به این مطالعات، روش های معمول به طور ۱۰۰ درصد برای حذف ویروس کافی نیست و نیاز به راهکار های جدید دارد که در ادامه شرح داده شده است. مدیریت مناسب لجن تصفیه خانه های فاضلاب نیز ضروری است زیرا لجن این تصفیه خانه ها می تواند حاوی ویروس های فعال باشد (Barcelo. 2020; Lund and Rønne, 1973; Sherchan et al. 2020).

به عنوان مثال، در مطالعه ای گزارش شده است که دو ویروس HCoV-229E و HCoV-HKU1 که متعلق به خانواده کروناویروس ها هستند، در biosolid B تولید شده (نام یک لجن فاضلاب تصفیه شده است که مطابق با دستورالعمل های سازمان حفاظت از محیط زیست ایالات متحده

"نجاری و همکاران، اهمیت تشخیص ویروس COVID-19 در فاضلاب"

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 تصفیه نشده و حتی فاضلاب تصفیه شده در آبیاری کشاورزی تهدیدی جدی برای تمام افراد جامعه، به ویژه 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).

آمریکا به عنوان کود استفاده می شود) در یک مرکز تصفیه فاضلاب در ایالات متحده شناسایی شده است (Bibby et al. 2019).

در یکی از مقالات منتشر شده 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 می ماند (Van Doremalen et al. 2020). اگرچه داده های محدودی در مورد بقای SARS-CoV-2 در آب وجود دارد اما از آن جایی که این دو ویروس در آئروسول رفتار مشابهی دارند، احتمال رفتار مشابه آنها در آب و فاضلاب نیز احتمالاً زیاد است. پیش بینی می شود ویروس SARS-CoV مطالعه شده در آب لوله کشی با دمای ۴ درجه سلسیوس فیلتر شده بسیار پایدار است.

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

ویروس	پساب اولیه فیلتر نشده	پساب اولیه فیلتر شده	آب لوله کشی شده	آب لوله کشی شده	پساب تصفیه
	۲۳ درجه سلسیوس	۲۳ درجه سلسیوس	فیلتر شده	فیلتر نشده	بیولوژیکی
	۴	۳	۴ درجه سلسیوس	۴ درجه سلسیوس	۲۳ درجه سلسیوس
HCov	۴	۳	۵۸۸	۱۲	۱۰
					۳

تصفیه خانه هایی که به صورت دستی غربالگری را انجام می دهند، اجباری کرد. تشکیل آئروسول در حین تصفیه فاضلاب باید به عنوان منبع بالقوه انتقال ویروس به دقت بررسی شود (Ihsanullah

ارزیابی خطرات ذرات آئروسول و ذرات معلق در هوا برای جوامع اطراف و کارگران تصفیه خانه فاضلاب ضروری است و به طور کلی، استفاده از ماسک و شیلد صورت را باید برای کارگران

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

۲- روش‌های تشخیص و تعیین کمی 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 مبتنی بر PCR مانند واکنش زنجیره‌ای رونویسی معکوس-پلیمراز (RT-PCR) و PCR دیجیتال (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

"نجاری و همکاران، اهمیت تشخیص ویروس COVID-19 در فاضلاب"

Ahmed et al. 2020; Medema et al. 2020;)

(Wurtzer et al. 2020) و فوق سانتیفریوژها

(Medema et al. 2020) است.

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

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

- حجم زیاد: حجم نمونه فاضلاب بزرگ تصفیه‌نشده ممکن است نیاز به تقسیم نمونه قبل از فیلتراسیون (به دلیل سرعت فیلتراسیون کند) یا استفاده از PEG (به دلیل محدودیت حجم سانتیفریوژ) 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 سانتیفریوژ و ظرفیت نیرو، و همچنین در دسترس بودن واحدهای فیلتراسیون غشایی، انتخاب روش را محدود می‌کند.

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 آران‌ای SARS-COV-2 چسبیده به آن حذف می‌شود. بنابراین باید از فیلترهایی با منافذ بزرگ (۵ میکرومتر یا بزرگتر) استفاده کرد.

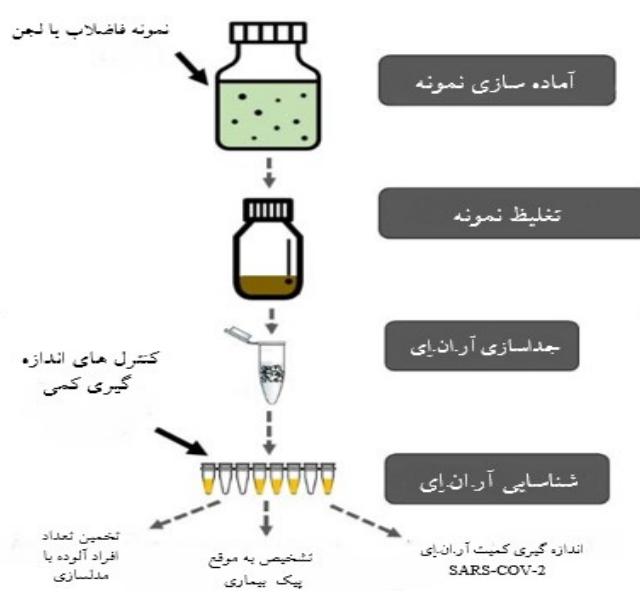
۲- تغلیظ ویروس: تغلیظ نمونه‌های فاضلاب می‌تواند آران‌ای SARS-COV-2 تشخیص را بهبود بخشد. با توجه به غلظت کم ویروس در فاضلاب، چندین گزینه برای متمرکز کردن ذرات ویروسی برای تجزیه و تحلیل استفاده می‌شود که شامل تحلیل مستقیم نمونه‌های فاضلاب و پساب فیلترنشده با استفاده از پلی اتیلن گلیکول (PEG)، از طریق پالایش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

• از تخریب آر.ان.ای استخراج شده به دلیل 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.ای ویروس: شناسایی آر.ان.ای ویروس استخراج شده از فاضلاب با مجموعه‌ای از پرایمرها انجام می‌شود. پرایمرهایی که غشا و کپسید ویروس را هدف می‌گیرند، برای شناسایی آر.ان.ای ویروس مناسب هستند (Larsen et al. 2020). مراحل تشخیص مولکولی آر.ان.ای ویروس در شکل ۳ به‌طور خلاصه نمایش داده شده است (CDC 2021).

۳- جداسازی آر.ان.ای ویروس: به‌طور کلی، استخراج اسید نوکلئیک یک مرحله اساسی در جداسازی آر.ان.ای 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.ای 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: Biomerieux، RNeasy PowerMicrobiome، Nuclisens و PowerFecal Pro (Amoah et al. 2020).



شکل ۳- مراحل تشخیص مولکولی آر.ان.ای ویروس (CDC 2021).

"نجاری و همکاران، اهمیت تشخیص ویروس COVID-19 در فاضلاب"

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 فلج اطفال 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 کمیست آر.ان.ای 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

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 کمیست آر.ان.ای 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 مبتنی بر 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 روش‌های 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

خاص به عنوان مثال منطقه، شهر یا کشور باشد (Hart and Halden, 2020).

۳- تجزیه و تحلیل مکانیسم از بین بردن و تصفیه SARS-CoV-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 (lagoon) (حوضچه‌هایی برای دریافت، نگهداری و تصفیه فاضلاب) است (Al-Attabet al. 2019; Schlosser et al. 2001). یک مطالعه اخیر اظهار داشت که راهکار ضد عفونی کنونی توصیه شده توسط WHO برای غیرفعال کردن SARS-CoV-2 در آب کافی نیست (Al-Attabet 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 منتشر شده 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

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 آران‌ای 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). علاوه بر این، نظارت بر فاضلاب تخلیه شده از فرودگاه‌ها و بندر دریایی بین‌المللی امکان تشخیص زودهنگام ورود ویروس به یک کشور را فراهم می‌کند (Ihsanullah et al. 2021). اپیدمیولوژی مبتنی بر 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 مبتنی بر فاضلاب نمی‌تواند جایگزینی برای آزمایش بالینی باشد، اما می‌تواند به عنوان یک سیستم هشداردهنده اولیه نشان‌دهنده حضور افراد آلوده در یک جامعه

"نجاری و همکاران، اهمیت تشخیص ویروس COVID-19 در فاضلاب"

ضد عفونی کننده کلر است (Bourouache et al., 2019).

۴- سایر تأثیرات COVID-19 بر روی آب

یکی از مهمترین نگرانی‌های زیست محیطی مرتبط با همه گیری COVID-19، استفاده بیش از حد از مواد ضد عفونی کننده است (Ihsanullah et al. 2021). گزارش های اخیر نشان می دهد که ۲۰۰۰ تن مواد ضد عفونی کننده در سیستم های 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 می تواند منابع آب آشامیدنی را نیز آلوده کند. مطالعه دیگر تخمین زده است که استفاده بیش از حد از مواد ضد عفونی کننده و شستشوی مکرر دست می تواند مصرف آب آشامیدنی را تا ۲۰٪ افزایش دهد و منجر به تولید فاضلاب بیشتر شود (Baldovin et al. 2021). علاوه بر 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 زیست محیطی آنها کاسته شود (Ihsanullah et al. 2021).

مورد بررسی قرار گیرد تا تصفیه موثر برای غیرفعال سازی SARS-CoV-2 در آب تعیین شود (Ihsanullah et al. 2021). پژوهشگران اعلام کردند که ویروس SARS-CoV-2 می تواند با استفاده از کلر، اشعه ماورا بنفش، گرما و اتانول به طور موثر غیرفعال شود (Rajnik et al. 2021). با توجه به نتایج نمونه های خروجی تصفیه خانه جنوب تهران، ضد عفونی کننده ماورابنفش عملکرد بهتری از ضد عفونی کننده کلر دارد و برای ضد عفونی موثر کلر، اپراتور تصفیه خانه فاضلاب باید غلظت کلر باقی مانده آزاد را به ۰/۵ میلی گرم در لیتر یا بیشتر افزایش دهد و در مدت زمان ۳۰ دقیقه در pH کمتر از ۸ قرار گیرد. این نتایج با دستورالعمل فنی گزارش شده توسط WHO در سوم مارس ۲۰۲۰ مطابقت دارد (Nasser 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 می افتد (Askarhalvaie et al. 2020). بر اساس یک مطالعه اخیر، ضد عفونی کننده ماورابنفش دارای مزایای بی شماری از جمله عدم تولید محصولات جانبی، زمان ماندگاری کوتاه و تاثیر بر طیف وسیعی از ویروس های مقاوم در مقایسه با

نتیجه گیری

طراحی راهکارهای گوناگون و انجام مطالعات اپیدمیولوژی مبتنی بر فاضلاب به پیشگیری و کنترل بیماری کمک خواهد کرد. آ.ان.ای SARS-COV-2 چند روز تا یک هفته قبل از شروع علائم در مدفوع قابل تشخیص است. نظارت بر فاضلاب می تواند شیوع COVID-19 را حتی قبل از آزمایش فردی و بستری شدن در بیمارستان پیش بینی کند. علاوه بر این، نظارت و پایش منظم فاضلاب برای ردیابی عوامل مختلف بیماری زای قابل انتقال از طریق آب، حتی پس از پایان همه گیری بیماری کرونا، برای حفظ سلامت عمومی و مقابله با دیگر تهدیدها ضروری به نظر می رسد. اقدامات بهداشتی کافی نیز برای جلوگیری از گسترش بیشتر این ویروس لازم است. اپیدمیولوژی مبتنی بر فاضلاب و نظارت بر آن می تواند مکمل مکانیسم های دیگر نظارت برای درک شیوع بیماری باشد و در مقایسه با روش های دیگر مقرون به صرفه است. به طور خلاصه، همه گیری مداوم این فرصت را به مهندسان محیط زیست و دانشمندان می دهد تا بتوانند نقشی مسئولانه برای کنترل گسترش احتمالی ویروس از

طریق آب داشته باشند. توسعه تکنیک های استاندارد موثر برای تشخیص و کمی سازی، ارزیابی فناوری های تصفیه آب موجود و توسعه سیستم های جدید موثر برای از بین بردن SARS-CoV-2 از آب چالش های اساسی و زمینه های تحقیقاتی گسترده ای را پیش روی محققین قرار می دهد و علاوه بر این، درک مکانیسم بقا و از بین رفتن ویروس در محیط آبی و توسعه تکنیک های کم هزینه و سازگار با محیط زیست برای حذف ویروس از دیگر فرصت های با ارزش است که برای محققان فراهم می سازد. چنین تحقیقاتی با ارائه راهکارهای متنوع می تواند ریسک هایی را در بر داشته باشد که بایستی رویکردهای مدیریت ریسک ها، با در نظر گرفتن کل چرخه آب از منابع حوضه های رودخانه ها، اقیانوس ها، 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، میکروبیولوژیست ها، شیمیدان ها و کارشناسان بهداشت عمومی برای رفع این چالش ها و حفاظت از محیط های آبی با هم همکاری کنند.

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, Omid 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, Amoroso I, Fonzo M, Buja A, Baldo V, Cocchio S, Bertoncetto 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, Tschärke 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, epidemiology, 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.

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.

"نجاری و همکاران، اهمیت تشخیص ویروس COVID-19 در فاضلاب"

- 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*.

The Importance of SARS-CoV-2 Detection in Wastewater

Sina Najari¹, Mohammad Doroudian^{*2}, Mohammad Reza Ajouri³, Bijan Omid³

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.