

کرونا ویروس و آب و پساب : مطالعه مروری آماری بر روی تحقیقات انجام

گرفته قبل و بعد از شیوع جهانی کووید ۱۹

حامد کلاتری^۱، پرستو نظری^۲، اکرم فخری^۳

چکیده

کرونا ویروس در حال حاضر مهمترین معضل جهانی به حساب می آید که در کشور های مختلف دنیا بروز پیدا کرده است. سیستم های آبی می تواند نقش اساسی در انتقال کرونا داشته باشد و این مسئله در گذشته و حال مورد بررسی قرار گرفته است. در این تحقیق حدود ۱۱۰ مقاله از منابع معتبر علمی استخراج شده و از بین آنها حدود ۵۰ مقاله کاملا مرتبط با موضوع کرونا و آب مورد بررسی کامل قرار گرفتند و جدیدترین نتایج و نتایج حاصل در سال های قبل، مورد واکاوی قرار گرفتند و نهایتا نتایج این واکاوی نشان داد که روش های بررسی شده در حوزه اثرات متقابل کرونا ویروس و آب (در حوزه تشخیص، انتقال و جداسازی) نمی تواند در مورد کووید ۱۹ کاملا اثر گذار بوده و باید مطالعات بسیار بیشتری در حوزه خود کووید ۱۹ و اکثرا به صورت میدانی انجام شود تا بتوان مطابق با روش های

¹ تحقیق و توسعه شرکت نوین پاک شرق و مشاور شرکت های دانش بنیان معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری در حوزه بیوتکنولوژی

² تحقیق و توسعه شرکت نوین پاک شرق

³ تحقیق و توسعه شرکت نوین پاک شرق

WBE در حوزه آب و کووید ۱۹ روش های استاندارد را آماده و به جامعه جهانی ارائه کرد. همچنین از نظر آماری، اهمیت مطالعات بررسی شده پس از شیوع جهانی کووید ۱۹ در انتهای سال ۲۰۱۹، نسبت به دوره های قبل از آن مقایسه شد که مشخص شد.....

۱- مقدمه

کرونا ویروس ها برای سالیان دراز به عنوان یکی از عوامل بیماری های شبیه به سرماخوردگی شناخته می شدند که می توانستند عفونت های تنفسی را ایجاد کنند. اما در سال ۲۰۰۳ شرایت اورژانسی که با اپیدمی این گونه با بیماری SARS خود را نشان داد، مشخص کرد که کرونا ویروس می تواند باعث بیماری های بسیار جدی و حتی کشنده شود. در همان اوایل بررسی مشخص شد که عامل اتیولوژیکی SARS با گونه های قبلی فرق داشته و یکی نیست. (Dorsten.2003). مسیرهای انتقال نیز از طریق قطرات و آئروسول های هوا از شخص به شخص بود. (کاسانوا؛ ۲۰۲۰).

اما به یکباره در سال ۲۰۱۹ اپیدمی که در انتها به یک پاندمی تبدیل شد، در دنیا بروز کرد که علایم بسیار متنوع و متغیری حتی نسبت به SARS داشت. در واقع، از ابتدای دوره جهانی شدن، بیماری-COVID-19 اولین بیماری همه گیر است که با چنین شیوع گسترده و قابل توجهی رواج دارد. این شرایط اضطراری جهانی همه کشورهای جهان را دچار سردرگمی کرده است.

همچنین بروز عفونت نیز در مناطقی که دارای تولید ناچیزی هستند و منابع محدودی برای مهار همه گیر و سیستمهای مراقبت های بهداشتی وجود دارد، مسئله ای نگران کننده تر است. در این زمینه، جامعه علمی نه تنها باید به جنبه سلامت توجه داشته باشند بلکه به ناچار جنبه زیست محیطی را نیز در نظر بگیرند. در حقیقت، باید به مطالعات عمیق تر با هدف شناسایی دقیق سیستم های نظارت و تجزیه و تحلیل دقیق برای شناسایی سریع انتشار ویروس های بالقوه از طریق محیط های آبی، اهمیت اساسی داده شود.

یک عنصر محیطی اضافی که باید در نظر گرفته شود، مربوط به مصرف دارو برای درمان بیماری کووید ۱۹ است، که می تواند منجر به آزاد شدن خطرناک مواد سمی در بدن افراد دریافت کننده دارو شود. تا به امروز، راندمان حذف این آلاینده های جدید از فاضلاب ها از طریق تصفیه های عملی امکان پذیر نبوده است. بنابراین، تحقیقات آینده باید روی سرنوشت محیطی این آلاینده ها تمرکز داشته باشد و باید تأثیر درمان های سوم (مانند فرآیندهای اکسیداسیون پیشرفته) در حذف آنها را ارزیابی کند. (ریس و همکاران، ۲۰۲۰)

مقاله حاضر به بررسی مروری مطالعات تحقیقاتی بر روی کرونا ویروس ها در حوزه آب و پساب، قبل و بعد از شیوع جهانی در سال ۲۰۱۹ پرداخته و در نهایت میزان زنده ماندن و مقاومت ویروس در آب و پساب و پارامترهای موثر بر این زنده ماندن و همچنین روش های شناسایی و حذف ویروس از آب و پساب را بررسی می کند و در نهایت کیفیت مطالعات انجام گرفته در این حوزه را مورد بررسی قرار می دهد.

۲- روش انجام مطالعه

برای این مطالعه تنها بررسی مقالات مختلف در نمایه های معتبر بین المللی انجام گرفت. برای این کار از کلید واژه های ارائه شده در جدول زیر استفاده شده است.

جدول ۱. کلیدواژه های مورد بررسی برای جستجوی مقالات مرتبط

نوع جستجو	کلید واژه ها
در عنوان یا چکیده	Corona virus + water
در عنوان یا چکیده	Corona virus + wastewater
در عنوان یا چکیده	SARS+ wastewater
در عنوان یا چکیده	MERS+ wastewater

در عنوان یا چکیده	MERS+ water
در عنوان یا چکیده	SARS+ water
در عنوان یا چکیده	Covid 19+ wastewater
در عنوان یا چکیده	Covid 19+ water

با توجه به جدول بالا تنها مقالاتی مورد جستجو قرار گرفتند که هر دو زمینه کلید واژه ای در عنوان و یا چکیده حضور داشت. دیتابیس های مورد بررسی در این کار عبارت بودند از: Web of Science، Pub Med، Elsevier، Springer، researchgate و Wiley.

۳- نتایج و بحث در مورد آنها

۳-۱- مطالعات انجام گرفته بر انواع ویروس ها (زنده مانی، حضور و تشخیص)

قبل از شیوع جهانی کووید ۱۹

قبل از شیوع جهانی کرونا ویروس در انتهای سال ۲۰۱۹، دو شیوع با درگیری کمتر در سال های ۲۰۰۳ (SARS) و ۲۰۱۲ (MERS) در دنیا اتفاق افتاد که البته دو مورد قبلی بسیار خفیف تر و کم اثرتر از کووید ۱۹ بودند. بنابراین از سال ۲۰۰۳ تا کنون جهان با سه بروز اساسی در حوزه کرونا ویروس ها مواجه بوده است. اما تحقیقاتی که در این مدت بر روی انواع کرونا ویروس در حوزه آب و پساب انجام شده است در این دوره ها با هم متفاوت است. در این بخش به تحقیقاتی که از سال ۲۰۰۳ تا قبل از کووید ۱۹ در مورد حضور کرونا ویروس ها در آب و پساب انجام شده است پرداخته می شود.

در پژوهشی که Gundy و همکاران در سال ۲۰۰۸ انجام دادند به بررسی زنده مانی ویروس های مختلف در آب شهری و پساب پرداخته شد. نتایج زنده مانی در جدول زیر آمده است. در این جدول

منظور از T99 زمان مورد نیاز (روز) برای از بین رفتن ۹۹٪ ویروس و T99.9 روزهای مورد نیاز برای از بین رفتن ۹۹/۹٪ ویروس است.

جدول ۱: زنده مانی ویروس های مطالعه شده در آب های شهر و پساب

پساب ثانویه		نوع آب										نام ویروس
		پساب اولیه بدون فیلتر 23C		پساب اولیه فیلتر شده‌دمای 23C		آب شهر فیلتر شده در دمای 4C		آب شهر بدون فیلتراسون دمای 23C		آب شهر فیلتر شده در دمای 23C		
T99.9	T99.9	T99.9	T99.9	T99.9	T99.9	T99.9	T99.9	T99.9	T99.9	T99.9	T99.9	
2.77	1.85	3.54	2.36	2.35	1.57	588	392	12.1	8.09	10.1	6.76	HCoV ^f
2.42	1.62	2.56	1.71	2.40	1.60	130	87.0	12.5	8.32	10.1	6.76	FIPV ⁵
5.74	3.83	10.9	7.27	35.5	23.6	203	135	71.3	47.5	64.9	43.3	PV-1 ⁶

نتایج این تحقیق نشان می دهد که کورونا ویروس هادر مقایسه با PV-1 نسبت به دما حساس تر هستند و تفاوت قابل توجهی بین زنده مانی PV-1 و coronaviruses در فاضلاب وجود دارد. این ممکن است بخشی از این واقعیت باشد که ویروس های غشادار^۷ (ویروس هایی که با لایه چربی یا پروتئین احاطه شده اند) در محیط نسبت به ویروس های بدون غشا پایداری کمتری دارند. کرونا ویروس ها با سرعت بسیار در فاضلاب می میرند (با کاهش ۹۹/۹٪ در ۲-۳ روز)، که قابل مقایسه با داده های بقای SARS-CoV است. زنده مانی کرونا ویروس در فاضلاب اولیه، کمی طولانی تر از فاضلاب ثانویه است که احتمالاً به دلیل وجود سطح بالاتر مواد جامد معلق است که باعث محافظت از غیرفعال شدن می شوند. PV-1 بطور قابل توجهی طولانی تر از کرونا ویروس زنده ماند، و نیاز به ۱۰ روز برای از بین رفتن در فاضلاب اولیه و ۵

⁴ Human coronavirus 229E

⁵ feline infectious peritonitis virus

⁶ poliovirus 1

⁷ Enveloped viruses

روز در فاضلاب ثانویه است. این مطالعه نتیجه گرفته است که انتقال کروناویروس‌ها کمتر از اترو ویروس‌ها^۸ در محیط آبی است، به دلیل این که کرونا ویروس‌ها با سرعت بیشتری در آب و فاضلاب در دمای محیط غیرفعال می‌شوند.

در مطالعه وانگ و همکاران (۲۰۰۵) به منظور مطالعه و ماندگاری کرونا ویروس وابسته به سندرم حاد تنفسی (SARS-Cov) در آب، مدفوع و ادرار و غیر فعال کردن فعالیت این ویروس در فاضلاب با هیپوکلریت سدیم و کلرید دی اکسید، نتایج آزمایش نشان داد که این ویروس به مدت ۲ روز در فاضلاب بیمارستانی، خانگی و آب دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد می‌تواند زنده بماند. همچنین در فاضلاب با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و در مدفوع ۳ روز و در ادرار به مدت ۱۷ روز زنده بماند. برای غیرفعال کردن این ویروس می‌توان از ماده شیمیایی دی اکسید کلر استفاده کرد. دمای بالا می‌تواند در کنترل این ویروس نقش داشته باشد (Wang et al, 2005).

در مطالعه دیگری میزان زنده ماندن جنس‌های خانواده کروناویروس (ویروس گاستروانتریت TGEV) و (ویروس هپاتیت دریایی MHV) در آب‌های مختلف شامل (آب معمولی با pH= 6، آب دریاچه pH= 7.5، آب شرب، آب مخصوص آبیاری گیاه و آب فاضلاب) در شرایط آزمایشگاهی انجام شد. نتایج این تحقیق نشان داد که

- در آب متعارف (دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد) کاهش ۹۹/۹ درصدی هر ویروس TGEV و

MHV را به ترتیب ۳۳ و ۲۶ روز بعد از آزمایش شاهد بودیم

- در آب با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، هر دو ویروس بعد از ۴۹ روز به طور معنی داری کاهش

یافتند

⁸enteroviruses

- در آب دریاچه با دمای ۲۵ درجه سانتی گراد کاهش ۹۹/۹ درصدی TGEV و MHV را به ترتیب در ۱۳ و ۱۰ روز بعد از انجام آزمایش داشتیم.

- در آب دریاچه دمای ۴ درجه سانتیگراد، کاهش TGEV در ۱۴ روز مشاهده شد اما میزان ویروس دوم در همین مدت زمان کاهش معنی داری نداشت

- در آب فاضلاب دمای ۲۵ درجه، TGVH و MHV به میزان ۹۹/۹ درصد به ترتیب در ۱۴ و ۱۰ روز کاهش داشتند

- در آب فاضلاب دمای ۴ درجه، TGVH و MHV به میزان ۹۹/۹ درصد به ترتیب ۷۳ و ۱۰۵ روز کاهش داشتند.

نتایج آزمایش بیان میکند که جنس های کرونا ویروس مورد مطالعه می تواند برای مدت طولانی در انواع آبها (شامل آب متعارف، آب سطحی، آب فاضلاب) حضور داشته باشند و درجه حرارت آب بر میزان زنده مانی این ویروس ها موثر است. حضور جنسهای مختلف کرونا ویروس در این آزمایش بیان کرد که گونه SARS-coV که سبب بیماری در انسان می شود میتواند در آب حضور داشته باشد و برای انسان مشکل ساز شود (Casaniva et al., 2009).

بنابراین با توجه به این دو مورد می توان دو پارامتر مهم در زنده مانی ویروس را استخراج کرد که عبارتند از: حضور مواد و بقایای آلی و دما.

در مطالعه دیگری که در سال ۲۰۱۶ انجام شده است، بررسی زنده مانی، حضور و احیای دوباره دو ویروس یکی عفونت زا و دیگری فاقد عفونت زایی در آب فاضلاب، انجام گرفت. نتایج نشان داد که در آب فاضلاب، میزان زنده مانی ویروس Q6 و MHV به ترتیب ۷ و ۱۳ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد

مشاهده شد و با کاهش دمای آب به ۱۰ درجه سانتیگراد، میزان زنده ماندن این دو ویروس به ترتیب ۲۸ و ۳۶ ساعت بود. دمای پایین سبب پایداری بیشتر این ویروس ها در آب فاضلاب میشود.

میزان عفونت‌زایی این ویروس‌ها در آب فاضلابی که مواد جامد و معلق آن گرفته شده بود کمتر از آب فاضلاب بدون تصفیه شدن بود. برای ویروس MHV به میزان ۴۷ درصد و برای ویروس Q6 به میزان ۷۷ درصد بود. بعد از جداسازی مواد جامد از فاضلاب، این دو ویروس بعد از ۳ روز غلظتشان به طور معنی داری در آب مورد مطالعه کاهش نشان داد و این بیان می‌کند که ذرات معلق موجود در آب در زنده مانی این ویروس ها در آب فاضلاب نقش دارند.

میزان احیای این ویروس‌ها در آب فاضلاب، با سه روش مدل سازی شد، و مدل‌های شبیه سازی نشان دادند که بیش از ۷۰ درصد ویروس‌های عفونی تکامل یافته می‌توانند در آب فاضلاب احیا شوند. نتایج کلی این تحقیق بیان کرد که ویروس‌هایی مانند انفلوانزا یا کرونا ویروس در انسان مشکل ساز میباشند و گونه‌هایی از این ویروس ها میتوانند تکامل یافته و ویژگی‌هایی از خود بروز دهند که به زنده مانی و بیماری‌زایی این ویروس کمک کند (Ye et al., 2016).

در بررسی دیگری اثرات مدیریت چرای گاو بر میزان فسفر و حضور ویروس در روان آب‌های شبیه سازی شده و بر روی مدفوع گاوها آزمایشاتی به مدت دو سال در سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ در ایالت آیوا انجام شد و با روش TR-qPCR جداسازی ویروس انجام شد. نتایج نشان داد که از بین سه ویروس مورد مطالعه BEV، BRV و BCV، در هر دو سال فقط ویروس BEV در آب شبیه سازی شده و مدفوع گاو وجود داشت (جدول ۱) که مقدار آن هم در ماه‌های مختلف متفاوت بود (Schwarte et al., 2011).

جدول ۲: میزان بقای ویروس در آب

تیمار	۲۰۰۸		۲۰۰۹	
	ژوئن	اگوست	ژوئن	اگوست

اشرشیا کولی	.	.	.	.	.	.
Bovine Coronavirus (BCV)	.	۱(۱/۱)	.	.	.	.
Bovine enterovirus (BEV)	.	.	.	.	.	.
Bovin rotavirus (BRV)	۴(۴/۴)	۲۶(۲۸/۸)	۳۷(۴۱/۱)	۳۵(۳۸/۹)	۱۷(۱۸/۹)	۱۲(۱۳/۳)

تعداد نمونه گیری = ۹۰ راس گاو

در همین راستا در سال های قبل از شیوع جهانی کووید ۱۹ در سال ۲۰۱۹، مطالعات دیگری انجام گرفته است که در جدول زیر نتایج مربوط به حضور ویروسهای مختلف و کروناویروس در آب و پساب در مهم ترین این تحقیقات آورده شده است.

مرجع	روش تشخیص ویروس	روش تغلیظ ویروس	نوع آب	هدف مطالعه	نام ویروس
Derbyshire and Brown (1978)	محیط کشت سلول های EBK و PK	جذب سطحی بر روی پلی الکترولیت PE-60 و فیلتراسیون غشایی	مدفوع گاوی و خوکی و اثر آن بر آب زهکشی، سطحی و زیر زمینی	جداسازی و تشخیص ویروس های حیوانی از مدفوع، آب و خاک	انتر و ویروس خوکی، آدنوویروس خوکی، کروانا ویروس
Fan et al. (2010)	طیف بینی رامان توسعه سطحی (SERS)	سانتریفیوژ در ۳۶۰۰۰ دور در دقیقه برای ۳ ساعت، جمع آوری و دیالیز سوپرناتانت در محلول نمکی بافر فسفات	آب مقطر با مایه تلقیح	شناسایی ویروس های با منشا آبی و غذایی از طریق روش طیف بینی رامان توسعه سطحی	نورو ویروس گونه MNV4، آدنوویروس گونه MAD، پاروویروس گونه MVM، روتاویروس میمونی گونه SA11، کورونوویروس گونه MHV، سندای ویروس گونه کانتل و هرپروویروس گونه MCMV
Bibby et al. (2011)	توالی یابی Pyroshotgun با استفاده از شیمی تیتانیوم و روش PCR	ته نشینی اولیه و هضم غیرهوازی مزوفیلی، آب زدایی از طریق تراکم و عبور از فیلتر ۰/۴۵ میکرومتری برای جداسازی باکتری ها و	لجن فاضلاب	ارائه روشی برای توصیف تنوع ویروس های بیماری زای انسانی در ژنوم چند نسل از ویروس	طیفی از ویروس های بیماریزای انسانی شامل آدنوویروس، کورونوویروس، هپاتیت A، نوروویروس، روتاویروس، راینو ویروس

		سلول های یوکاریوت و ...			
Bibby and Peccia (2013)	توالی یابی Pyroshotgun PCR و روش	پیش از آب زدایی، نمونه ها بر روی یخ قرار داده شدند، در طی ۲۴ ساعت از نمونه برداری آنالیز ته نشینی باسیل های روده ای و کولیفازها، همچنین استخراج ویروس با استفاده از فیلتر انجام گردید. نمونه ها با استفاده از روش نشاسته دوگانه، کشت شده و در دمای ۴۴/۵ درجه آنکوبه شدند.	لجن فاضلاب	توصیف تنوع ویروس انسانی در فاضلاب و بررسی خطرات عفونی استفاده از آن برای مصارف کشاورزی	طیفی از ویروس های بیماریزای انسانی شامل آدنوویروس، کروناویروس، هپاتیت A، نوروویروس، روتاویروس، راینو ویروس
Abd-Elmaksoud et al. (2014)	qPCR و کشت تی فلاسک	جذب سطحی روی پشم شیشه، رقیق سازی با بافر PEG بازی، رسوب	آب مقطر با مایع تلقیح با دبی ۱ لیتر بر دقیقه	بررسی راندمان فیلتر پشم شیشه برای تغلیظ	روتاویروس گاوی، ویروس اسهال گاوی نوع ۱ (BVDV1)، ویروس اسهال گاوی نوع ۲ (BVDV2)، پولیو ویروس (sabin)، اشرفیشیا کولی، کامپیلوباکتر
Schwartz et al, 2011. J. Environ. Qual. 40:1303-1313	RT-qPCR	-	روان آب شبیه سازی شده و مدفوع گاو (Simulated runoff)	ارزیابی اثرات مدیریت چرا، رسوب و فسفر و ویروس	Bovine CoV

			(and cow feces		
Blanco et al. 2019. Food and Environmental Virology: 11:184– 192	RT-qPCR	پشم شیشه بهینه سازی شده در مطالعه آزمایشی با استفاده از TEGV	آب سطحی (آب کانال) بیمارستان	برای بررسی کارآیی روش بهینه سازی شده در تشخیص ویروس ها (HAV و coronavirus) به صورت طبیعی محیط	Wild-type alpha/beta CoV (Alphacoronavirus (Betacoronavirus
Wang et al. 2005 Journal of Virological Methods 126: 171- 177.	TR-PCR (-RNA extraction - Primer design for assay of SARS-CoV nucleic acid - Detection of SARS-CoV by RT- PCR - Detection of the PCR product	کشت سلولی 6 VEROE	فاضلاب بیمارستانی و فاضلاب شهری	-ماندگاری کروناویروس وابسته به سندرم تنفسی حاد (SARS-CoV) در مدفوع ، ادرار و آب. -غیرفعال کردن SARS- CoV در فاضلاب با هیپوکلریت سدیم و کلرید دی اکسید	SARS-CoV
Corsi et al, 2014. Science of the Total Environment 490: 849-860.	PCR RT-qPCR و میله های هیدرولیزی LightCycler480 برای ویروس انسانی از	فیلتر پشم شیشه و پلی اتیلن گلایکول	حوضه آبخیز فاضلاب شهری فاضلاب روستایی	- حضور و تنوع ویروس ها در سه مکان حوضه آبخیز رودخانه میلواکی ، فاضلاب شهری و فاضلاب روستایی	ویروس انسان شامل ۱- Adenovirus (۴۰ درصد) ۲- GI norovirus (۱۰ درصد)

	کشت سلولی با استفاده از RD, BGMK, Caco-) (2			مطالعه ارتباط ویروس با شرایط هیدرولوژیکی و آب و هوایی به منظور حداقل رساندن قرار گیری انسان در برابر ویروس ناشی از آب	۳-Enterovirus (٪ ۸) ۴-Rotavirus (٪ ۸)
Alexyuk et al., 2017 VirusDis 28: 18-25.	بعد از استخراج نوکلئیک اسید در آزمایشگاه، نیاز به تشخیص ژنوم بود که با استفاده از پروتکل GenoscopeIllumina) (protocol انجام شد	بعد از استخراج نوکلئیک اسید در آزمایشگاه، نیاز به تشخیص ژنوم بود که با استفاده از پروتکل GenoscopeIllumina) (protocol انجام شد	رودخانه، دریاچه مخزن آب	میزان حضور انواع ویروس ها در آب منطقه Ile-Balkhash قزاقستان	Coronaviridea Reoviridae Herpesviridae (در هر سه نوع آب مورد مطالعه، میزان فراوانی کروناویروس به میزان ۰/۰۰۹-۰/۰۰۲ درصد مشاهده شد)
Casanova ti al., 2009 Water Research 43: 1893-1898.	آزمایش زنده مانی برای هر ویروس: ۵ میلی لیتر از استوک ویروس را به ۴۵ میلی لیتر آب مورد مطالعه اضافه کرده که در دمای ۲۳-۲۵ درجه قرار داده و سپس دمای ۴درجه و میزان زنده مانی ویروس اندازه گیری شد.	ابتدا تهیه محیط کشت و کشت دو ویروس مدنظر که ویروس TGEV کشت سلولی در اندام تناسلی خوگ انجام شده و MHV با کشت سلولی تومور مغزی	آب متعارف (pH 6.0) آب دریاچه (pH 7.5) آب شرب آب مخصوص آبیاری گیاه آب فاضلاب	مطالعه میزان زنده مانی دو گروه از راسته ویروس کرونا شامل (ویروس گاستروانتریت TGEV) (ویروس هپاتیت دریایی MHV)	(ویروس گاستروانتریت TGEV) (ویروس هپاتیت دریایی MHV)

<p>Ye et al., 2016 Sci. Technol. 50 (10), 5077-5085</p>	<p>۵ درصد با PEG ۵ درصد با اولتراسانتریفیوژ ۲۵ درصد با اولترافیلتراسیون</p>	<p>پلی اتیلن گلايکول اولتراسانتریفیوژ اولترافیلتراسیون (جهت مدلسازی احیای ویروس در آب)</p>	<p>فاضلاب</p>	<p>بررسی میزان زنده مانده، بقای ویروس در آب فاضلاب</p>	<p>MHV استراین A59</p>
---	---	--	---------------	--	----------------------------

۲-۳- مطالعات انجام گرفته بر ویروس کووید ۱۹ (زنده مانی، حضور و

تشخیص) پس از شیوع جهانی کووید ۱۹ در انتهای سال ۲۰۱۹

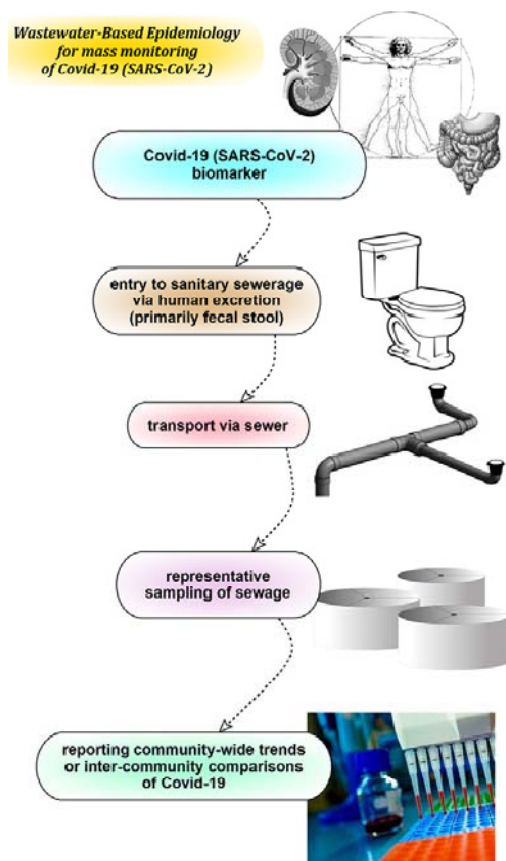
با شروع بیماری کرونا کووید ۱۹ در انتهای سال ۲۰۱۹ در چین و شیوع سریع آن در دنیا در اوایل سال

۲۰۲۰، تحقیقات زیادی در حوزه آب و کرونا انجام شد. در ادامه این تحقیقات، که با کلید واژه های

"کرونا" و "آب" و "پساب"، در عنوان مقاله جستجو و استخراج شده بود، آورده می شود.

دایتون (۲۰۲۰) در مطالعه مروری خود بر روی زنده مانی جمعیت های مختلف کووید ۱۹ بررسی هایی را

انجام داده است.



در این مطالعه دایتون، بر اساس WBE (اپیدمیولوژی بر پایه پساب) که کار مطالعاتی نزدیک به ۲۰ سال از

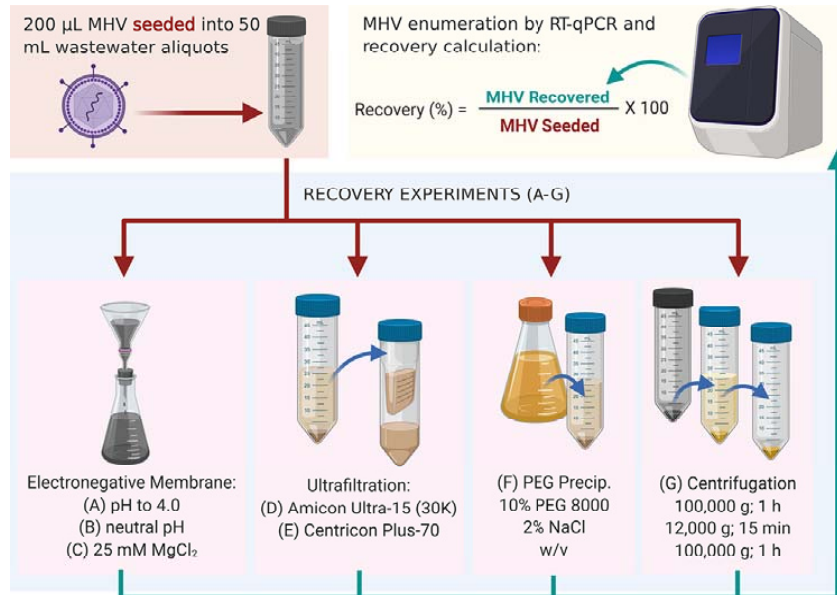
متخصصان و دانشمندان علوم محیط زیست است، به بررسی راه کارهای مقابله و جلوگیری از ویروس

کووید ۱۹ پرداخته است. در واقع دایتون این مرجع علمی را به عنوان راهکاری برای جلوگیری از شیوع و معضلات کووید ۱۹ از دیدگاه محیط زیستی و آب در نظر دارد.

یکی از مهم ترین موارد مورد بررسی در این پژوهش این است که چگونه و با چه سیستم تحقیق و توسعه ای می توان WBE را در راستای مقابله با کووید ۱۹ توسعه و پیشرفت داد. در واقع دولت های مختلف می توانند با توجه به توصیه های WBE و توسعه این تحقیقات بر منابع قابل دسترسی در پیشگیری از کووید ۱۹ بیفزایند.

در بررسی میزان حضور SAR-CoV2 در آب های فاضلاب و میزان بیماری زایی این ویروس، تحقیقی در سال ۲۰۲۰ انجام شد و حضور این ویروس با روش PCR و استخراج DNA انجام شد. نتایج نشان داد که میزان و تراکم ویروس در آب فاضلاب بالا می باشد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که با توجه با میزان آلودگی آب های فاضلاب به این ویروس، اقدامات پیشگیرانه و بهداشتی باید قبل از ایجاد اپیدمی این ویروس انجام شود تا بتوان سبب کاهش حضور این ویروس در آب شد (Wu et al., 2020).

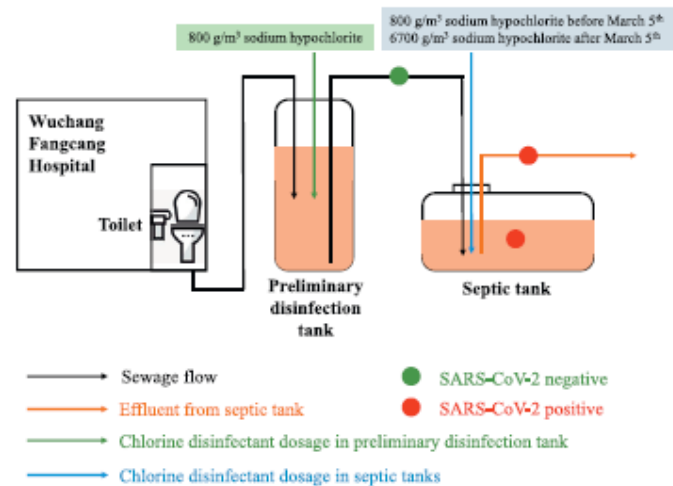
در مطالعه دیگری احمد و همکاران (۲۰۲۰) با استفاده از داده های موجود در WBE به عنوان بخشی از روش های در حال پیشرفت برای تشخیص کووید ۱۹ استفاده کردند. در واقع روش های تغلیظ جمعیت میکروبی یکی از روش های معمول در مدیریت پساب های محیط زیستی است. با استفاده از این روش ها می توان کووید ۱۹ را نیز مورد بررسی و ردیابی قرار داد. در این کار از ویروس هپاتیت مورین (به عنوان سوروگیت کووید ۱۹) برای تست و بررسی استفاده شده است. شماتیک فرایند استفاده شده در این تحقیق در شکل زیر مشاهده می شود.



شکل ... روش جدیدی برای تغلیظ ویروس کرونا با استفاده از روش های پیشنهادی در WBE

در تحقیق دیگری که ژانگ و همکاران (۲۰۲۰) انجام داده اند، بررسی هایی را بر روی غیر فعال کردن بقایای RNA ویروسی در فاضلاب انجام دادند. در واقع شیوع پنومونی COVID-19 (SARS-CoV-2) نگرانی های مربوط به غیرفعال شدن موثر سندرم شدید تنفسی حاد-2 (SARS-CoV-2) در فاضلاب پزشکی توسط ضد عفونی کننده ها را ایجاد می کند. در واقع بررسی های این گروه نشان می دهد که روش های مرسوم مورد اشاره WHO نمی تواند سپتیک تانک های بیمارستانی را کاملاً از حضور بقایای ویروسی کووید ۱۹ پاک کند. در این مطالعه، محققان حضور RNA ویروسی SARS-CoV-2 در مخازن سپتیک بیمارستان **کابین ووجانگ** را ارزیابی کردند و سطح بالایی از RNA ویروسی را بعد از ضد عفونی کردن با سدیم هیپوکلریت، مشاهده کردند. ویروس های جامانده در ذرات مدفوع ممکن است در مخازن سپتیک رها شوند و به عنوان یک منبع ثانویه SARS-CoV-2 رفتار کنند و به طور بالقوه در گسترش آن از طریق خطوط لوله کشی نقش داشته باشند. استراتژی ضد عفونی توصیه شده فعلی (کلر آزاد ۰.۵۵ میلی گرم در لیتر پس از حداقل ۳۰ دقیقه پیشنهاد شده توسط سازمان بهداشت جهانی؛ کلر آزاد بالاتر از ۶.۵ میلی گرم در لیتر پس از تماس ۱.۵ ساعته توسط مراکز کنترل و

پیشگیری از بیماری های چین) باید به طور کامل ارزیابی شود. نتایج تحقیقاتی نشان داد که اگر از غلظت های بالاتر هیپوکلریت سدیم استفاده شود می توان این بقایا را حذف کرد اما مشکلات وابسته به غلظت بالای این ماده می تواند وجود داشته باشد. در شکل زیر روش پیشنهادی گروه برای حذف بقایای ویروسی آورده شده است.



شکل ...

ریس و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه خود اثرات مخرب مستقیم و غیر مستقیم مقاومت ویروس کووید ۱۹ را در مخازن آبی مورد بررسی قرار دادند. هدف از این مطالعه، ارائه یک مقاله مروری کامل درباره پیامدهای احتمالی مستقیم / غیرمستقیم در کیفیت محفظه های آبی به دلیل شیوع اخیر SARS-CoV-2 است. با این هدف، تأثیرات زیست محیطی عمدتاً مربوط به دو مورد هستند: (۱) تداوم حضور ویروس در پساب و فاضلاب و (۲) سرنوشت احتمالی در محفظه های آبی داروهای مورد آزمایش برای بیماران آلوده به SARS CoV-2. از آنجا که انتشار SARS-CoV-2 بسیار جدید و مربوط به اواخر سال ۲۰۱۹ می باشد و عدم وجود مطالعات خاص در مورد این سویه، میزان ماندگاری ویروس در فاضلاب ها، پارامترهای مؤثر بر پایداری و همچنین روش های تشخیص به گروه کرونا ویروس های عمومی ارجاع شده است. با این حال، گزارش مفصل حاضر دانش به روزی در مورد این موضوع است که منبع مفیدی برای مطالعات

بیشتر با محوریت تحقیقات عمیق تر بر رفتار SARS-CoV-2 در محیط می باشد. چنین دیدگاهی نه تنها برای کنترل انتشار ویروس قابل توجه است، بلکه یک نکته مهم برای شناسایی تغییرات تولید شده با کیفیت محیط را نشان می دهد.

البته مطالعات بر روی ماندگاری کرونا ویروس ها از سال های قبل از شیوع اخیر در حال بررسی بود. به طور مثال در سال ۲۰۰۹، کاسانوا و همکاران، در مطالعات خود میزان زنده ماندن سوروگیت کروناویروس را در آب مورد ارزیابی قرار دادند. بر طبق بررسی های این گروه، در سندرم شدید تنفسی حاد (SARS) قطرات مایع آلوده به مدفوع یک وسیله انتقال بالقوه برای انتشار ویروس تنفسی به تعداد زیادی از افراد است. برای ارزیابی خطرات احتمالی ناشی از این مسیر، نیاز به استفاده از جانشینان (سوروگیت های) کورونا ویروس SARS، برای تهیه اطلاعات در مورد ماندگاری ویروسی در آب آلوده است. این مطالعه میزان زنده ماندن دو جانشین کورونا ویروس، یعنی، گاستروانتریت قابل انتقال (TGEV) و هپاتیت ماوس (MHV) را مورد بررسی قرار داد. این ویروس ها روزها تا هفته ها در آب و فاضلاب آلوده باقی می ماند. در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد، زمان مورد نیاز برای کاهش ۹۹٪ در آب ۲۲ روز برای TGEV و ۱۷ روز برای MHV بود. در فاضلاب های ته نشین شده، زمان کاهش ۹۹٪ برای TGEV ۹ روز و برای MHV ۷ روز بود. در ۴ درجه سانتیگراد، بعد از گذشت چهار هفته، آلودگی به 10^{-1} log برای هر دو ویروس وجود دارد. نتایج این تحقیق نشان داد که کورونا ویروس ها می توانند برای مدت طولانی در آب و فاضلاب آلوده باقی بمانند و این امر نشان می دهد که در صورت ایجاد ذرات معلق در هوا، آب آلوده وسیله انتقال بالقوه ای برای انسان است.

در مطالعه مروری دیگری در سال ۲۰۲۰، کاردوچی و همکاران، میزان مقاومت، حضور و تشخیص کروناویروس را در محیط های آبی مورد ارزیابی قرار داده اند. در این مطالعه حدود ۵۰ مقاله مورد

اُئورسول به مدت ۳ ساعت، روی مس ۴ ساعت، کاغذ و مقوا ۲۴ ساعت، سطح استیل ۲ تا ۳ روز، پلاستیک ۳ روز و فاضلاب ۳ روز باقی میماند.

در زمان ظهور سارس در سال ۲۰۰۳، ذرات ائورسل فاضلاب بیشترین توانایی را در انتقال این ویروس در هنگ کنگ داشتند. تحقیقاتی که انجام شده بود نشان می داد که غلظت بالای ائورسل های ویروسی که در فاضلاب ساختمان ها وجود دارد، از طریق لوله کشی های فاضلابی که از حمام ها صورت گرفته اگر نقص و ایرادی داشته باشد به راحتی قادر به آلوده کردن بودند. بخصوص زمانیکه سیستم تخلیه کف مشکل داشت. از طرفی این ویروس توسط ذرات معلقی که از حمام منشاء می گرفت به راحتی توسط هواکش هایی که در حمام قرار داشت و با وزش باد تا شعاع ۲۰۰ متری گسترش می یافت که البته با رفع نقص لوله کشی فاضلاب ساختمان ها قابل کنترل است. از آنجا که این ویروس در مدفوع انسان نیز زنده مانده و توان الودگی دارد نظارت بر فاضلاب سرویس بهداشتی نیز مهم است.

دانشمندان موسسه بهداشت عمومی و محیط زیست هلند با استفاده از RT-PCR به راحتی توانستند در عرض ۴ روز، مقدار سارس کووید ۲ را در فاضلاب تشخیص بدهند. مهمتر از تشخیص حضور ویروس، میزان آلوده کردن انسان است که این در بحث فاضلاب کم کار شده است (Naghiem et al., 2020). در ادامه آخرین مطالعات در سال ۲۰۲۰ در حوزه آب و کروناویروس ها در جدول زیر آورده شده است.

نوع مطالعه	مرجع (نام نویسنده و سال)	روش تشخیص ویروس	روش تغلیظ ویروس	نوع آب	هدف مطالعه	نام ویروس
میدانی	Randazzo et.al., (2020)	RT-qPCR	-	پساب های سیستم تصفیه خانه های شهری	بررسی میزان شیوع کروناویروس از تصفیه خانه های شهری مورسیا اسپانیا	porcine coronavirus
میدانی (Feild)	Ahmed, et.al., (2020)	RT-qPCR	-	پساب های شهری در استرالیا بر طبق روش WBE	بررسی شواهد اولیه حضور کووید ۱۹ در پساب های شهری در استرالیا با کاربرد دستورالعمل های WBE	SARS-CoV-2 RNA
شبه سازی	Hart, et.al., (2020)	-	-	آب و فاضلاب شهری	آنالیز محاسباتی از طریق شبه سازی میزان ماندگاری در پساب	SARS-CoV-2
بررسی موردی	Heller, et.al., (2020)	-	-	-	بررسی راه انتقال مدفوعی- دهانی به واسطه عدم دسترسی ۴.۲ میلیارد نفر از افراد جهان به سیستم بهداشتی مناسب	SARS-CoV
مقاله مروری	Kitajima, et.al., (2020)	-	-	پساب های شهری و صنعتی	تعیین پروتکل هایی برای تشخیص کووید ۱۹ در فاضلاب ها و پساب ها	SARS-CoV
مقاله	Orive, et.al., (2020)	PCR, ELISA,	-	-	روش های سریع در	SARS-COV-2

کوتاه		biosensor			تشخیص کووید ۱۹ با استفاده از WBE	
مقاله کوتاه	Cahill, et.al., (2020)	-	-	آب های تفریحی و خط ساحلی دریا و رودخانه	بررسی انتقال آلودگی کووید ۱۹ از طریق پساب های بیمارستانی به آب های سطحی تفریحی	SARS-COV-2
مطالعه میدانی و آزمایش گاهی	Haramoto, et.al., (2020)	PCR	EMV (وورتکس غشای الکتروناتیو)	رودخانه ها و فاضلاب های شهری	بررسی اولین حضور و زنده مانی کووید ۱۹ در آب رودخانه ها و پساب ها در کشور ژاپن	SARS-COV-2
مقاله مروری	Foladori, et.al., (2020)	-	-	فاضلاب های شهری و تصفیه خانه ها	تشریح دانشی که در حال حاضر وجود دارد، در مورد وقوع کرونا ویروس جدید در فاضلاب و برجسته کردن مناطقی است که برای پاسخ به سؤالات زیر نیاز به تحقیقات بیشتر دارد: (۱) روش های نمونه برداری و شناسایی SARS-CoV-2 در مدفوع و فاضلاب؟	SARS-CoV-2

					<p>۲) بار ویروسی-SARS-CoV-2 در مدفوع و ظرفیت آن در تکثیر فعال چقدر است؟ ۳) غلظت-SARS-CoV-2 در فاضلاب شهری چقدر است و آیا شواهدی از انتقال مدفوع و دهان وجود دارد؟ ۴) آیا نظارت بر فاضلاب در زمینه در حال توسعه اپیدمیولوژی مبتنی بر فاضلاب (WBE) برای نظارت هشدار دهنده در اوایل گسترش ویروس مفید است؟ ۵) نقش تصفیه خانه های فاضلاب چیست؟</p>	
In vitro	<p>Wu et al., 2020. medRxivdoi: https://doi.org/10.1101/2020.04.05.20051540</p>	PCR		فاضلاب	<p>آیا ویروس-SARS-CoV-2 در فاضلاب بیشتر از مواد بالینی تاییده شده حضور دارد</p>	SARS-COV-2
میدانی	<p>La rosa et.al. (2020)</p>	RT- PCR	<p>سانتریفیوژ و استفاده از PEG</p>	فاضلاب شهری	<p>بررسی حضور و زنده مانی کووید ۱۹ در</p>	SARS-COV-2

					نمونه های فاضلاب شهری شهر میلان ایتالیا و رم	
میدانی	La torre et.a.i. (2020)	RT-PCR	سانتریفیوژ و استفاده از نمک های دریایی برای تغلیظ	رودخانه هایی که فاضلاب شهری در آن تخلیه می شود	مطالعه اینکه آیا تخلیه فاضلاب های شهری دارای کووید ۱۹ به داخل رودخانه ها در کشور هایی که سیستم بهداشتی مناسبی ندارند (مانند اکوادور) می تواند آلودگی رودخانه را ایجاد کند.	SARS-COV-2
مقاله مروری	Amoah et.al. (2020)	-	-	فاضلاب ها	مروری بر مقالات برای بررسی میزان دانش موجود در مورد کرونا ویروس ها در حوزه پساب ها می باشد و نهایتا سرانجام این ویروس ها در پساب ها	SARS-COV-2
مرور کوتاه	Bertrand et.al. (2020)	-	-	آب های تفریحی مانند استخر ها و محیط های آب	مروری کوتاه بر مقالات حوزه آب و کرونا	SARS-COV-2

				درمانی	ویروس و بررسی روش های انتقال ویروس	
مقاله مروری	Wang et.al. (2020)	-	-	پساب های بیمارستانی	مقاله مروری در حوزه روش های گندزدایی برای تصفیه پساب ها و پسماندهای بیمارستانی در خلال پاندمی کووید ۱۹ در چین	SARS-COV-2
مقاله مروری	Carraturo et.al. (2020)	-	-	محیط های مختلف از جمله آب و پساب	مروری بر مقالات مختلف در حوزه بررسی میزان ماندگاری ویروس کووید ۱۹ در سطوح و محیط های آبی	SARS-COV-2
مقاله مروری	Venugopal et.al. (2020)	-	-	آب و فاضلاب	مروری بر سیستم های مدیریت آب و ابزار مونیتورینگ تاسیسات تصفیه فاضلاب در حوزه کووید ۱۹	SARS-COV-2
مقاله	Farkas et.al. (2020)	-	-	فاضلاب شهری	هدف ارزیابی های	SARS-COV-2

مروری					بحرانی در حوزه نظارت بر پساب های شهری با تاکید بر شناسایی کووید ۱۹ است.	
مقاله مروری	Bilal et.al. (2020)	-	-	فاضلاب ها و پساب ها	هدف این طرح بررسی محیط های آبی به عنوان بستری برای انتقال کووید ۱۹ است که به صورت مقاله مروری کار شده است	SARS-COV-2
مرور کوتاه	Mushi and Shao (2020)	-	-	آب	با توجه به توسعه انتشار سریع کرونا ویروس در جهان، بررسی شستن دست ها برای جلوگیری از انتقال به وسیله آب و پساب مورد بررسی کوتاه این گروه قرار گرفته است.	SARS-COV-2
مقاله مروری	Hoseinzadeh et.al. (2020)	-	-	محیط های مختلف شامل آب و پساب	بررسی مروری کوتاه بر مسیر های محیطی	SARS-COV-2

کوتاه					مختلف از جمله آب و پساب در انتقال کووید ۱۹	
مقاله میدانی	Sherchan et.al. (2020)	RT-PCR	دو روش متفاوت در تغلیظ: ۱- اولترافیلتراسیو ن با سانتریفیوژ و ۲- روش جذب سطحی و واجذب با استفاده از غشای الکتروننگاتیو	فاضلاب	هدف از این تحقیق بررسی حضور کووید ۱۹ در فاضلاب منطقه لوئیزیانای جنوبی در امریکاست.	SARS-COV-2
مرور کوتاه	Sivakumar (2020)	-	-	آب و محیط های آبی	بررسی اثرات کووید ۱۹ بر محیط های آبی و بررسی های کنترل کیفی آب ها	SARS-COV-2

در مقاله مروری که توسط Collivignarelli و همکاران در سال ۲۰۲۰ انجام شد، به بررسی حضور ویروس Sars-CoV-2 در ادرار و مدفوع انسان و همچنین فاضلاب‌ها پرداخته شد. ویروس سارس نسبت به دمای زیاد مقاومت بسیار کمی دارد در حالی که تغییرات چشمگیر pH تأثیری در از بین رفتن آن نداشت. این مطالعه تأیید می‌کند که ویروس می‌تواند در فاضلاب‌ها حضور داشته باشد. اما نکات بسیاری حائز اهمیت است که نیاز به بررسی دارد مانند دما، pH و ... که در تحقیقات دانشمندان مختلف صورت گرفته است.

در پژوهشی Bashir Adelodun و همکارانش (۲۰۲۰) به بررسی انتقال Snowballing کووید ۱۹ (SARS-CoV-2) از طریق فاضلاب پرداختند. در این پژوهش علاوه بر اقدامات پیشنهاد شده از سوی سازمان جهانی بهداشت اقدامات زیر را پیشنهاد کردند که جامع نیستند ولی مسیر را برای تحقیقات بیشتر در این زمینه را تعیین می‌کنند. این اقدامات عبارتند از: عدم تمرکز تاسیسات تصفیه فاضلاب - بهبود فاضلاب و کیفیت آب - توسعه و استفاده از دستگاه مورد استفاده در محل برای آلودگی ویروسها - مداخله در سیاست های کلی.

در پژوهشی که توسط Arslan و همکاران در سال ۲۰۲۰ صورت گرفته است، به انتقال SARS-CoV-2 از طریق مسیرهای مدفوعی-دهانی و ذرات معلق در هوا پرداخته شد و از نظر پویایی محیط زیست و پیامدهای مدیریت فاضلاب در جوامع محروم نیز مورد بررسی قرار گرفت.

در این پژوهش کوتاه، به طور خاص به بررسی حالات مسیرهای انتقال بر اساس پژوهش های موجود که مستقیماً با SARS-CoV-2 و همچنین گونه نزدیکتر به آن از نظر فیلوژنتیک مانند SARS-CoV-1 مرتبط است، پرداخته شد. داده های موجود حاکی از آن است که علاوه بر تماس انسان به انسان، ویروس ممکن

است از طریق راه مدفوعی- دهانی و ذرات معلق در هوا^۹ نیز گسترش یابد. دانش موجود بیان می کند که کرونا ویروس ها به دلیل عملکرد طبیعی اکسیدان ها که باعث اختلال در پوشش ویروسی^{۱۰} میشوند، از پایداری کمتری در محیط زیست برخوردار هستند.

نتایج بدست آمده از این پژوهش مشخص می کند که SARS-CoV-2 ممکن است از طریق مسیرهای موجود برای حرکت ذرات معلق در هوا و مدفوعی-دهانی و ذرات ویروسی غلظت بالا در هوا^{۱۱} منتقل شود. با این وجود، شدت پیامدهای ناخواسته بسته به سطح اقدامات کنترلی، شرایط محیطی و امکانات درمانی ممکن است در جوامع مختلف متفاوت باشد. در حال حاضر استراتژی های ضد عفونی مانند کلرزنی در دوزهای توصیه شده توسط سازمان جهانی بهداشت، ممکن است برای غیرفعال کردن SARS-CoV-2 در مکان هایی که بار ویروسی زیاد است، کافی نباشد. بنابراین، تحقیقات بیشتری برای رمزگشایی سرنوشت ویروس در محفظه های مختلف محیط انجام می شود. از آنجا که جوامع محروم فاقد زیر ساخت های اساسی برای حذف SARS-CoV-2 از چرخه آب هستند، این وضعیت میتواند به شیوع مکرر منجر شود که در گذشته برای سایر ویروسها مشاهده شده است. در حال حاضر، تحقیقات بیشتری برای ردیابی سرنوشت واقعی SARS-CoV-2 در محیط و ایجاد و یا بازنگری استراتژی های ضد عفونی مناسب در حال انجام هستند.

Street و همکارانش (۲۰۲۰) در یک پژوهش به طور خاص در آفریقا به بررسی مراقبت و نظارت های بر فاضلاب در مورد کوید ۱۹ پرداختند. بیماری همه گیر COVID-19 بار دیگر اهمیت دسترسی به مقادیر کافی آب سالم و فاضلاب بهداشتی را در بهداشت عمومی برجسته کرده است. در بیماری همه گیر COVID-19، سیستم فاضلاب هشدار دهنده اولیه به عنوان بستری برای نظارت SARS-CoV-2، و یک

^۹aerosols-borne routes

^{۱۰}Viral envelope

^{۱۱}virus-laden aerosolsborne routes

استراتژی مهم بهداشت عمومی بالقوه برای مبارزه با بیماری ارائه شده است. این پژوهش کوتاه در زمینه نظارت بر فاضلاب در صحرای آفریقا، چالشها، فرصتها و گزینه های دیگر را در نظر گرفته شده است. در نتیجه، بار بهداشت ضعیف به طور نامناسبی بر فقرایی که نیاز به پاسخهای فوری و ابتکاری COVID-19 در شرایط پیچیده دارند، تحمیل می شود. نظارت بر فاضلاب SARS-CoV-2 این پتانسیل را دارد که یک ابزار قدرتمند بهداشت عمومی در آفریقا باشد، اما گزینه های نمونه برداری از تصفیه خانه های فاضلاب باید با توجه به تنوع فاضلاب، راه حلهایی را پشتیبانی کند.

۳-۳- پارامترهای مهم در حوزه زنده مانی و گندزدایی کروناویروس

همانگونه که در بررسی های بخش های ۲ و ۳ مشاهده شد، مهم ترین پارامترهای اثرگذار بر ماندگاری و حضور ویروس ها در آبها و فاضلاب ها، دما و میزان حضور مواد آلی جامد در آب و فاضلاب است. هرچقدر دما بالاتر باشد، ماندگاری کمتر شده و هرچقدر میزان مواد جامد آلی در آب بیشتر باشد ماندگاری ویروس یا RNA های ویروسی بیشتر می شود.

همچنین در مورد گندزدایی آب و فاضلاب برای حذف بقایای کرونا ویروسها روش هایی همچون استفاده از کلرزنی و ازن زنی وجود دارد که در برخی از پژوهش ها، مشخص شد استفاده از کلر با غلظت های پیشنهادی که در حال حاضر انجام می شود، در حذف ویروس و بقایای آن تاثیر زیادی ندارد. بنابراین روش های جدیدتری مانند ازن زنی را پیشنهاد کرده اند. البته سیستم های ازن زنی در همه کشورها و به ویژه کشورهای فقیر به راحتی در دسترس سیستم های تصفیه قرار ندارد. از طرفی میزان افزایش غلظت کلر می تواند باعث حذف عوامل ویروسی کورونا شود اما خطرات زیست محیطی دیگری را باعث می شود.

یکی از بسترها و محمل های مناسب برای انتقال ویروس کرونا و بقایای آن، مدفوع انسانی است که به واسطه حضور ترکیبات آلی این ویژگی را دارد. بر همین اساس در مقالات و پژوهش های مختلف این مسئله مورد بررسی دقیق قرار گرفته است. همین محمل مناسب، در کشورهای با سیستم های بهداشتی ضعیف (که اتفاقا در حال حاضر دارای بیشترین درگیری با کووید ۱۹ هستند) می تواند به سرعت شیوع کووید ۱۹ را در جامعه افزایش دهد.

۳-۴- روش های شناسایی کرونا ویروس ها در آب و فاضلاب

یکی از موارد مهم در مطالعه مقالات مختلف در حوزه کرونا ویروس و آب، تعیین روشی برای شناسایی و تشخیص کرونا ویروس در آب و فاضلاب است. در اکثر مطالعات انجام گرفته، نظر بر این بوده است که شناسایی سریع کرونا ویروس ها در آب و فاضلاب بسیار سخت از شناسایی آن در خود افراد است (رفرنس). یکی از مهم ترین پارامترها در شناسایی ویروس کرونا و به ویژه کووید ۱۹، تغلیظ و کنسانتره کردن آن است. روش های مختلفی برای تغلیظ کرونا ویروس در آب و فاضلاب در مقالات عنوان شده است که عبارتند از:

- ووتکس غشای الکتروننگاتیو (EMV)
- اولترافیلتراسیون
- اولتراسانتریفیوژ
- فیلتر پشم شیشه و ته نشینی PEG
- فیلتراسیون غشایی
- جذب سطحی بر روی پلی الکترولیت ها

مهمترین روش شناسایی کروناویروس ها، استفاده از روش های PCR بوده است. در واقع در سال های اخیر مطمئن ترین و سریعترین راه برای شناسایی ویروس ها و به ویژه کروناویروس ها، روش های مبتنی بر PCR هستند. البته همانگونه که گفته شد یک مرحله بسیار مهم در این بین وجود دارد و آن تغلیظ جمعیت ویروسی و یا بقایای ویروسی است. در واقع این روش چه قبل از شیوع کووید ۱۹ و چه پس از آن مهم ترین روش شناسایی کروناویروس ها در محیط های آبی بوده است.

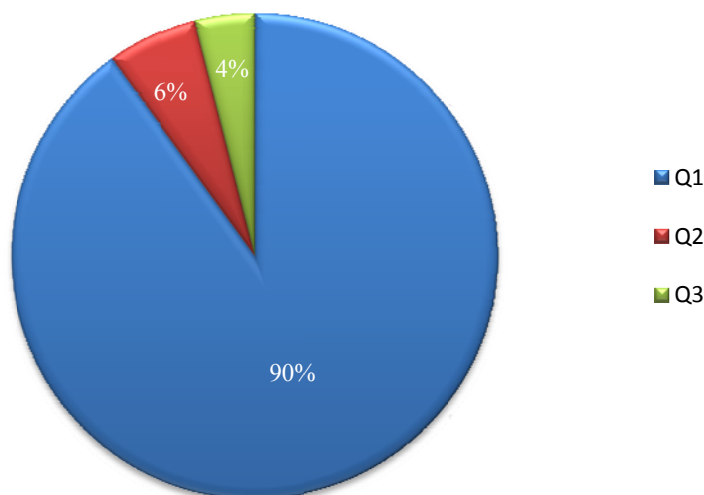
۳-۵- بررسی آماری بر روی مطالعات انجام گرفته در حوزه کرونا ویروس و

آب

در این مطالعه ۵۰ مقاله (که بر طبق روش های جستجوی ارائه شده در بخش ۲ انتخاب شده اند) مورد بررسی قرار گرفتند و از نظر میزان اهمیت مطالعه و مباحث مرتبط با ارزشمندی آن نتایج زیر حاصل شده است.

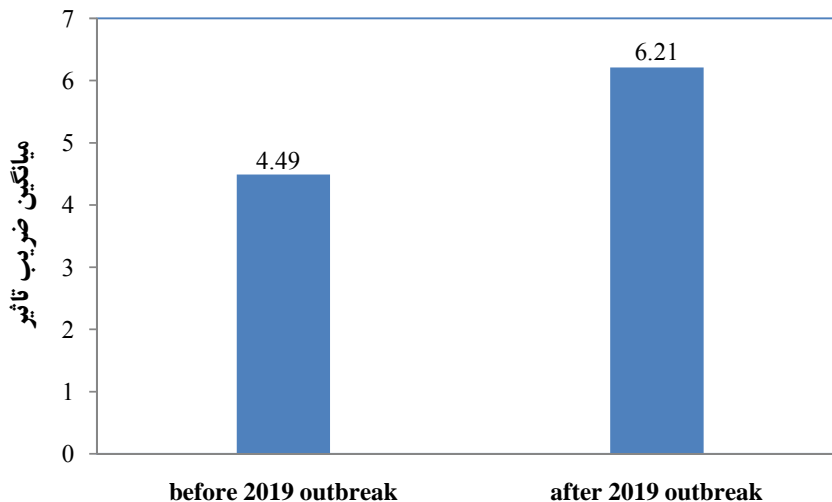
۳-۵-۱- اهمیت مطالعات از نظر سطح ژورنال ها

با توجه به بررسی های از نظر ارزش گذاری quartile مقالات مورد بررسی در سه دسته Q1، Q2 و Q3 دسته بندی شده اند که در نمودار زیر تعداد آنها در هر دسته مشخص است.



نمودار ۱. سهم کوارتایل های مختلف از مقالات مورد بررسی

همانگونه که مشاهده می شود ۹۰٪ مقالات مورد بررسی دارای Q1 هستند و تنها ۶٪ Q2 و ۴٪ Q3 هستند. پس می توان گفت تحقیقات انجام گرفته اکثرا دارای ارزش علمی بالایی بوده اند و قابل اعتنا و اهمیت هستند. همچنین از نظر ضریب تاثیر نتایج زیر بدست آمده است.



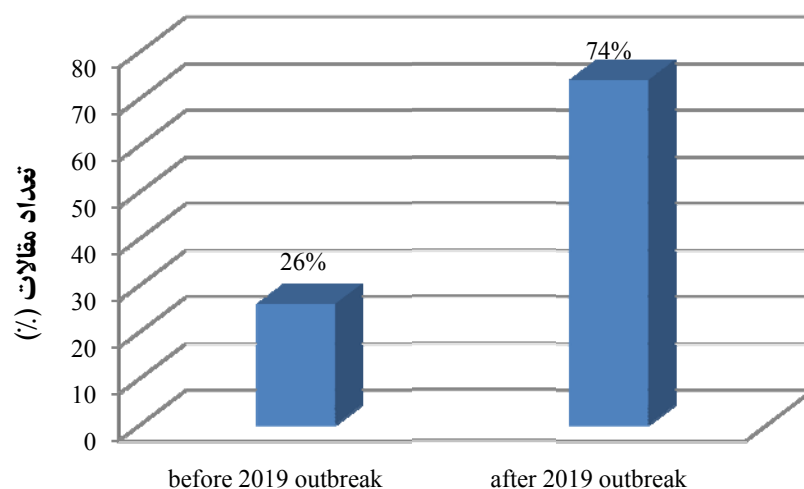
نمودار ۲. ضرایب تاثیر مقالات استفاده شده در این مطالعه قبل و بعد از شیوع کرونا

همانگونه که از نمودار بالا مشخص است، میانگین ضریب تاثیر ژورنال هایی که مقالات در آنها چاپ شده اند در قبل از کرونا، ۴.۴۹ بوده است در حالی که بعد از کرونا، میانگین ضریب تاثیر مجلات ۶.۲۱ بوده است. در واقع بعد از کرونا اهمیت موضوع باعث شده است که مقالات این حوزه در مجلاتی با ضریب تاثیر بالاتر چاپ شوند.

۳-۵-۲- مطالعات انجام گرفته قبل و بعد از شیوع جهانی

یکی از مهم ترین نتایج این مطالعه بررسی تعداد مطالعات قبل و بعد از شیوع جهانی کووید ۱۹ است. همانگونه که از نمودار زیر مشاهده می شود، از کل مقالات جستجو شده، تنها ۲۴٪ مطالعات مربوط به قبل از شیوع جهانی است ولی بعد از شیوع جهانی ۷۴، مقالات به این موضوع پرداخته اند. در واقع شیوع

جهانی کووید ۱۹ باعث رشد مطالعه بر روی مباحث آب و کووید ۱۹ شده است. می توان گفت قبل از آن با اینکه دو شیوع بزرگ منطقه ای اتفاق افتاده بود (سال های ۲۰۰۳ و ۲۰۱۲) کارهای تحقیقاتی زیادی در حوزه انواع کرونا ویروس انجام نگرفته است اما کووید ۱۹ و اثرات سریع جهانی آن باعث شده است که حجم زیادی از مطالعه در طول چندین ماه انجام شود.



نمودار ۳. مطالعات صورت گرفته در مورد این موضوع قبل و بعد از شیوع کرونا

نکته دیگر اینکه مطالعات قبل از کووید ۱۹ در سال ۲۰۱۹ در طول ۱۶ سال (از ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۹) انجام گرفته است در حالی که مطالعات بعد از کووید ۱۹ در طول ۴ ماه (از آوریل تا جولای ۲۰۲۰) انجام گرفته است.