مجله مهندسی بهداشت محیط، تابستان ۱۴۰۰، سال ۸، شماره ٤ : ۳٤۳-۳۵۷

اثر اقدامات حفاظتی در برابر شیوع ویروس کرونا بر کمیت و کیفیت فاضلاب شهری

حامد یزدیان[۱]، شروین جمشیدی*[۱]

[۱]استادیار گروه مهندسی عمران، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۱۲/۱۰؛ تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/۰٤/۱٤

چکیده

هدف: اقدامات حفاظتی در برابر شیوع ویروس کرونا، مانند افزایش دفعات شستشوی دست‌ها، تعطیلی‌های موقت، ایجاد ممنوعیت عبور و مرور و کاهش فعالیت‌های تفریحی و صنعتی در مقیاس کلان و با تغییر رفتارهای اجتماعی می‌تواند بر ویژگی‌های کمی و کیفی فاضلاب خام شهری اثرگذار باشد. در پژوهش حاضر، فرضیه فوق مورد ارزیابی قرار گرفته و شرایط بهره‌برداری مناسب از تصفیه‌خانه‌ها متناسب با این تغییرات پیشنهاد می‌شود.

مواد و روش‌ها: بدین منظور، اطلاعات کمی و کیفی جریان ورودی به ۲۳ تصفیه‌خانه فاضلاب شهری در استان اصفهان، بعنوان محدوده مورد مطالعه، از سال ۱۳۹٤ تا ۱۳۹۹ بررسی و مقایسه شده است. برای تحلیل اطلاعات از روش‌های آماری با نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۳) استفاده می‌شود.

یافته‌ها: نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که بطور متوسط، نرخ افزایش دبی فاضلاب شهری در شش ماه نخست ۱۳۹۹ (دوره شیوع کرونا و اعمال اقدامات حفاظتی عمومی) حدوداً ۲٤٪ بیشتر از میانگین بلندمدت این مولفه پیش از شیوع کرونا (۱۳۹٤ تا ۱۳۹۸) در این محدوده جغرافیایی است. در تصفیه‌خانه‌های کوچک این افزایش ٤۵٪ و در تصفیه خانه های بزرگ فقط ۵٪ می‌باشد. بررسی‌ها نشان داد که غلظت اکسیژن‌خواهی شیمیایی (COD) فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه‌ها نیز بطور متوسط ۲٤٪ افت داشته است. همچنین در تصفیه‌خانه‌های بزرگ، نسبت ترکیبات زودتجزیه‌پذیر فاضلاب خام بدلیل کاهش نسبی فعالیت‌های کارگاهی و خدماتی افزایش قابل ملاحظه‌ای در این دوره داشته است.

نتیجه‌گیری: بنابراین مجموعه اقدامات حفاظتی در دوره شیوع ویروس کرونا باعث شده است تا دبی فاضلاب شهری افزایش و غلظت COD آن کاهش یابد. این تغییرات نسبتاً شرایط بهره‌برداری مناسب‌تری را برای سیستم‌های برکه تثبیت در مقایسه با لجن فعال فراهم می‌کند.

کلمات کلیدی: اصفهان، تصفیه فاضلاب، مصرف آب، کووید-۱۹، ویروس کرونا

***نویسنده مسئول:** گروه مهندسی عمران، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
ایمیل: sh.jamshidi@eng.ui.ac.ir – شماره تماس ۰۹۱۲۲۱۸۲۴۶۶

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.343]

مقدمه

بیماری کووید-۱۹ ناشی از انتشار ویروس سندروم حاد تنفسی شدید کرونا -۲ (SARS-CoV-2) است که مطابق گزارش سازمان بهداشت جهانی با همه‌گیری زیاد معرفی شده است[۱]. این ویروس می‌تواند بوسیله ترشحات دهان، سیستم تنفسی و تماس با سطوح بین انسان‌ها منتقل شود[۲-۳]. بعلاوه، این امکان نیز وجود دارد که ویروس کرونا مشابه ویروس سارس SARS-CoV-1، از طریق ذرات معلق در هوا[۴] یا مشابه ویروس سندروم تنفسی خاورمیانه (MERS-CoV) از طریق آب، فضولات و فاضلاب خام منتقل شود[۵-۶]. این ویروس با شستن دست‌ها، و از طریق بزاق، استفراغ، ادرار و از همه مهمتر مدفوع بیماران مبتلا به ویروس وارد شبکه فاضلاب شهری می‌شود[۷]. پژوهش‌های اخیر تایید می‌کند که ویروس کرونا دارای دوام چندروزه در محیط فاضلاب شهری است و لذا می‌توان با نمونه‌برداری از فاضلاب خام بررسی نمود که شیوع ویروس کرونا تا چه اندازه در شهر گسترش داشته است[۸-۹]. این ویژگی باعث شده است تا بسیاری از محققین پایش مستمر فاضلاب شهری را بعنوان یک ابزار مناسب برای پیش‌بینی زودهنگام انتشار ویروس کرونا و آغاز اقدامات مدیریتی و حفاظتی عمومی در شهرها پیشنهاد دهند [۱۰-۱۲]. میزان ماندگاری تا حدی است که لجن حوض ته‌نشینی اولیه و دانه‌های جدا شده از فاضلاب در تصفیه‌خانه بعنوان یک منبع محتمل انتشار ویروس کرونا معرفی می‌شوند[۱۳-۱۴]. بنابراین ویژگی‌های فاضلاب شهری در ارتباط با ویروس کرونا باعث شده است تا این محیط بعنوان یک شاخص در پایش و مقابله با شیوع آن شناخته شود.

ویروس کرونا در سال ۲۰۲۰ در اکثر نقاط دنیا، از جمله ایران، منجر به تغییر شیوه زندگی مردم شده است. تغییر رفتار مصرفی شهروندان در تولید پسماندهای شهری[۱۵] (از جمله ماسک‌های حفاظت شخصی) و البته مصرف آب خانگی برای شستشوی دست‌ها و البته یکی از بارزترین نمونه‌های این تغییرات است. یک مطالعه موردی در کشور برزیل توسط Kalbusch و همکاران (۲۰۲۰) نشان داده است که در دوره شیوع ویروس کرونا میزان مصرف آب خانگی افزایش قابل ملاحظه داشته و نیاز آبی بخش‌های صنعتی، تجاری و عمومی برعکس افت کرده است[۱۶]. بطور مشابه در کشور ایالات متحده آمریکا مطالعات Eastman و همکاران (۲۰۲۰) نشان داده است که مصرف آب در تابستان ۲۰۲۰ در بخش خانگی روند افزایشی داشته اما در بخش‌های عمومی و صنعتی بواسطه شیوع ویروس کرونا کاهش یافته است[۱۷]. از نظر تئوری، افزایش مصرف آب ناشی از افزایش زمان شستشوی دست‌ها و افزایش احتمالی استفاده از مواد شوینده می‌تواند بر تغییرات کمی و کیفی فاضلاب شهری موثر باشد. همچنین اعمال محدودیت‌های عمومی مانند تعطیلی موقت، منع عبور و مرور شهری و بین شهری و کاهش زمان فعالیت‌های صنعتی بر تغییر مشخصات فاضلاب شهری نیز ممکن است موثر باشد که نیازمند بررسی براساس اطلاعات آماری موثق قبل و در زمان شیوع ویروس کرونا در مناطق شهری است.

تا به امروز اکثر مطالعات انجام شده در سال‌های ۲۰۲۰ و ۲۰۲۱ در ارتباط بین ویروس کرونا و فاضلاب شهری بر دو موضوع متمرکز بوده است. ۱) احتمال شیوع بیشتر ویروس از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، و ۲) امکان پایش زودهنگام ویروس در این واحدها پیش از هرگونه اقدام برای اعمال محدودیت‌ها در کلانشهرها. بعنوان نمونه، Gholipour و همکاران (۲۰۲۱) نشان دادند که ویروس کرونا در آئروسل‌های فاضلاب موجود در واحدهای ایستگاه پمپاژ، دانه‌گیر با هوادهی زیرسطحی و لجن فعال تصفیه‌خانه فاضلاب شهری قابل شناسایی است و این موضوع ریسک زیادی را برای کارکنان تصفیه‌خانه‌ها و افراد در ارتباط با آنها ایجاد می‌کند[۱۸]. همچنین در مطالعه دیگر توسط Bogler و همکاران (۲۰۲۰) نشان داده شده است که زمان فعالیت ویروس کرونا در انواع نمونه‌های آب از جمله فاضلاب شهری تابع مولفه‌های دما، pH و محتوای ترکیبات

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.343]

آلی است. بر این اساس مشخص است در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد، ماندگاری ویروس در ادرار و مدفوع تا چهار روز و در فاضلاب خام تا دو روز می‌باشد و در محیط با دمای کمتر از ۱۰ درجه سانتیگراد، این ماندگاری تا ۱۵ روز ممکن است افزایش یابد. از انجاییکه زمان ماند هیدرولیکی در شبکه جمع‌آوری فاضلاب معمولاً کمتر از دو روز است، بنابراین در شرایط متعارف نتیجه گرفته شده است که فاضلاب خام ورودی به تصفیه‌خانه در مناطقی که ویروس شیوع پیدا کرده قابل رهگیری است۷. Larsen و Wigginton (۲۰۲۰) هم نشان دادند که پایش مستمر فاضلاب شهری نه تنها از نظر اقتصادی برای شناسایی و کنترل شیوع ویروس کرونا مقرون به صرفه است بلکه ابهامات موجود در سایر شاخص‌های اپیدمیولوژیکی را نیز ندارد. در این پژوهش نشان داده شده است که پایش مستمر ویروس در فاضلاب خام شهری می‌تواند بین یک تا دو هفته زودتر از بروز علائم در بیماران مبتلا در سطح شهر شیوع آن را شناسایی کند۱۹. این موارد نمونه‌های بارزی است که نشان می‌دهد پژوهش‌های اخیر در ارتباط با ویروس کرونا و تصفیه فاضلاب بیشتر متمرکز بر مسائل بهداشتی آنها بوده است و تاکنون اثر اعمال محدودیت‌های عمومی بر روند تولید فاضلاب شهری و مقادیر کمی و کیفی آن مورد مقایسه قرار نگرفته است.

بنابراین هدف از این پژوهش، ارزیابی اثرات احتمالی شیوع ویروس کرونا و برنامه‌های حفاظتی در برابر آن بر تغییرات کمی و کیفی فاضلاب تولیدی است. بعبارتی نتایج این پژوهش که برای نخستین بار در کشور انجام می‌شود می‌تواند به سوالات زیر پاسخ دهد: ۱) آیا بروز یک بیماری و همه‌گیری در جامعه و تغییر شیوه زندگی بر کمیت و کیفیت فاضلاب تولیدی موثر است؛ و ۲) آیا لازم است در صورت بروز تغییرات کمی یا کیفی فاضلاب ورودی، شرایط بهره‌برداری از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب مورد بازبینی قرار گیرد. بدین منظور، ویژگی‌های کمی و کیفی فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری استان اصفهان در دوره شیوع ویروس کرونا (سال ۱۳۹۹) با دوره‌های گذشته (۱۳۹٤ تا ۱۳۹۸) مورد مقایسه قرار گرفته و تغییرات پارامترها مورد ارزیابی و تحلیل قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

محدوده مورد مطالعه

به منظور بررسی تاثیر شیوع ویروس کرونا و اقدامات حفاظتی مربوط به آن بر تغییرات فاضلاب شهری، ۲۳ تصفیه‌خانه فاضلاب شهری در دست بهره‌برداری در استان اصفهان بعنوان محدوده مطالعاتی انتخابی شده است (جدول ۱). اطلاعات کمی و کیفی فاضلاب ورودی به این تصفیه‌خانه‌ها از سال ۱۳۹٤ تا ۱۳۹۹ (٦ سال) و برای دوره شش‌ماهه فروردین تا شهریورماه از شرکت آب و فاضلاب استان اخذ شد. بنابراین مجموعه اطلاعات مورد بررسی در این تصفیه‌خانه‌ها بالغ بر ۸۲۰ رکورد است که هر تصفیه‌خانه حداقل ۳۵ رکورد دارد. در این پژوهش، تصفیه‌خانه‌های مورد مطالعه براساس جمعیت تحت پوشش و برای مقایسه به سه دسته تصفیه‌خانه کوچک (کمتر از ۵۰ هزار نفر)، تصفیه‌خانه متوسط (جمعیت بین ۵۰ تا ۱۵۰ هزار نفر) و تصفیه‌خلنه بزرگ (جمعیت بیشتر از ۱۵۰ هزار نفر) تقسیم شده‌اند.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.343]

جدول ۱: مشخصات تصفیه‌خانه‌های فاضلاب مورد مطالعه در این پژوهش

نام تصفیه‌خانه	نوع فرآیند	ظرفیت تصفیه (مترمکعب در روز)	نام تصفیه‌خانه	نوع فرآیند	ظرفیت تصفیه (مترمکعب در روز)
باغبهادران	لاگون هوادهی	٤٩٠٠	کوهپایه	برکه تثبیت	٧٦٠
زرین‌شهر	لاگون هوادهی	٣٥٠٠٠	انارک	برکه تثبیت	٣٠٠
قهدریجان	لاگون هوادهی	١٥٠٠٠	نایین	برکه تثبیت	٤٦٠٠
داران	لاگون هوادهی	٥٠٠٠	شهرضا	برکه تثبیت	٢٠٠٠٠
نجف‌آباد	لاگون هوادهی	٢٠٠٠٠	ورزنه	برکه تثبیت	١٧٠٠
هرند	لاگون هوادهی	١٤٥٠	بهارستان	MLE	١٧٠٠٠
سمیرم	لاگون هوادهی	١٠٣٥٠	بویین میان‌دشت	برکه تثبیت	٢٥٠٠
مبارکه	لاگون هوادهی	٢١٠٠٠	شمال اصفهان	لجن فعال متعارف	٢٥٠٠٠٠
صفائیه	هوادهی گسترده	٢٠٠٠	جنوب اصفهان	لجن فعال متعارف	١٤٥٠٠٠
شاهین‌شهر	لجن فعال متعارف	٧٩٥٠٠	شرق اصفهان	برکه تثبیت	١٠٠٠٠٠
اردستان	برکه تثبیت	٤٠٠٠	سپاهان‌شهر	لاگون هوادهی	١٢٠٠٠
فولادشهر	برکه تثبیت	١٥٠٠٠			

لازم به توضیح است که انتخاب محدوده زمانی فروردین تا شهریور ۱۳۹۹ برای مقایسه سال‌های ۱۳۹٤ تا ۱۳۹۹ به چند علت صورت گرفته است. اولاً این دوره بازه‌ای است که اکثر شهرهای استان اصفهان فاقد بارندگی قابل ملاحظه و شدید است. لذا درصورتیکه شبکه‌های فاضلاب بصورت مرکب یا نیمه مرکب در برخی شهرها اجرا شده باشد می‌توان از اثر رواناب سطحی احتمالی بر تغییرات کمی فاضلاب در این دوره زمانی صرفنظر کرد. ثانیاً این دوره زمانی است که هنوز در شهرهای استان اصفهان مسئله کم‌آبی مربوط به سال آبی ۱۳۹۹-۱٤۰۰ بروز نکرده و اقداماتی مانند قطع و جیره‌بندی دوره‌ای آب اعمال نشده است و تصفیه‌خانه‌های فاضلاب نیز داده‌های کیفی را بطور منظم اندازه‌گیری و ثبت کرده‌اند. ثالثاً در این دوره، اقدامات حفاظتی در برابر شیوع ویروس در کشور به نسبت شرایط پاییز و زمستان ۱۳۹۹ و البته زمستان ۱۳۹۸ با جدیت بیشتری توسط بخش قابل توجهی از جامعه رعایت شده و از این نظر می‌توان اثرات این اقدامات را در تغییرات کمی و کیفی فاضلاب شهری بهتر ارزیابی نمود.

بنابراین منظور از اقدامات حفاظتی، مجموعه‌ای از اقدامات عمومی در سطح شهر و جامعه است که توسط بخش قابل توجهی از افراد یا توسط دولت رعایت شده و شامل اقدامات فردی و خاص نمی‌باشد. بعنوان مثال، افزایش دفعات شستشوی دست‌ها و البسه توسط مردم در این دوره در بخش خانگی و خدماتی همراه با اعمال محدودیت‌های عمومی مانند: ۱) تعطیلی‌های موقت برخی از مشاغل و فعالیت‌ها (مانند رستوران‌ها، کافی‌شاپ‌ها، هتل‌ها، مراکز تفریحی و ...)، ۲) ایجاد ممنوعیت برای عبور و مرور شهری و بین شهری و اعمال برنامه‌های دورکاری برای کارمندان که باعث افزایش زمان نسبی ماندگاری افراد در منازل شده است، و ۳) کاهش زمان فعالیت‌های صنعتی و تجاری از جمله این اقدامات حفاظتی است که در دوره پژوهش (شش ماه نخست ۱۳۹۹) در کشور و استان به وضوح حاکم بوده است. بعلاوه در این دوره شیوع انواع گونه‌های ویروس جهش‌یافته هنوز گزارش نشده است.

پارامترهای مورد بررسی

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.343]

پارامترهای مورد بررسی وابسته به اطلاعات اخذ شده از شرکت آب و فاضلاب استان اصفهان و مبتنی بر مولفه‌های متداول سنجش فاضلاب است. لذا علاوه بر دبی فاضلاب ورودی، پارامترهای اکسیژن‌خواهی بیوشیمیایی (BOD) و اکسیژن‌خواهی شیمیایی (COD) مورد بررسی قرار گرفت. همچنین نسبت این دو پارامتر نیز برای ارائه تحلیل‌های تکمیلی مورد بحث قرار گرفته است. در این تصفیه‌خانه‌ها پارامتر BOD معمولاً با دستگاه BODTrackTM به روش APHA-5210B و پارامتر COD با دستگاه HACH DR500 به روش APHA-5220D اندازه‌گیری می‌شود[20-21]. هرچند این امکان وجود دارد که پارامترهای مذکور با توجه به محدودیت‌های موجود در آزمایشگاه‌های آب و فاضلاب، با دیگر روش‌های استاندارد نیز مورد سنجش قرار گیرد. اما از انجاییکه روش‌های آزمون استاندارد هستند، ذیل یک واحد سازمانی مسئول انجام می‌شوند و همچنین داده‌های آن نیز در این پژوهش در بلندمدت مورد تحلیل آماری قرار گرفته است و محدود به چند نمونه‌برداری خاص نیست، لذا از خطاهای احتمالی موجود در داده‌های اخذ شده صرفنظر شده است.

روش تحلیل و دوره طرح

برای تحلیل داده‌ها و مقایسه آنها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ استفاده شده است.. در نرم‌افزار آماری، از آزمون‌های مقایسه واریانس (ANOVA) و تست‌های توکی (Tukey) و دلنکن (Duncan) برای تعیین سطح معناداری اختلاف پارامترهای کمی و کیفی فاضلاب خام ورودی بین سال ۱۳۹۹ (بعنوان سال طرح) با سال‌های گذشته (۱۳۹٤ تا ۱۳۹۸) استفاده شده است.

یافته‌ها

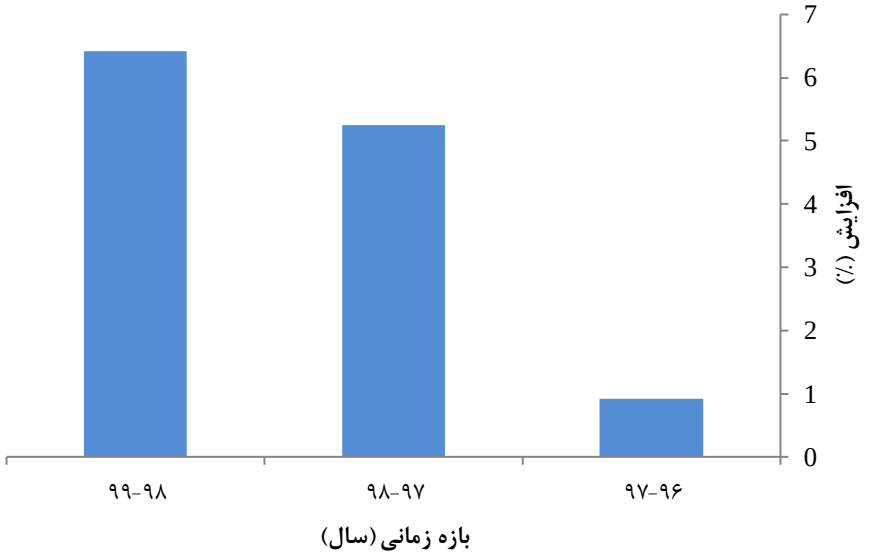
اطلاعات اخذ شده در بین سال‌های ۱۳۹٤ تا ۱۳۹۹ در تصفیه‌خانه‌های ۲۳ گانه استان اصفهان نشان می‌دهد که مقدار جریان ورودی به تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری در این استان در دوره شش‌ماهه ۱۳۹۹ (دوره همه‌گیری بیماری کووید-۱۹) ۵۰۲ هزار مترمکعب در روز است. در دوره‌های مشابه در سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ این دبی به ترتیب برابر ٤٤۹ هزار مترمکعب در روز و ٤۷۲ هزار مترمکعب در روز بوده است. این ارقام نشان می‌دهد دبی فاضلاب شهری در شش‌ماهه نخست ۱۳۹۹ نسبت به دوره مشابه سال ۱۳۹۸ از رشد ٦/٤٪ برخوردار بوده است. شکل ۱ مقادیر رشد سالانه دبی فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه‌ها در بین سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۷ (برابر ۵/۳٪) و ۱۳۹۷-۱۳۹٦ (برابر ۰/۹٪) را در کنار رشد دبی فاضلاب در سال‌های ۱۳۹۹-۱۳۹۸ (٦/٤٪) نشان داده است. به این نکته باید توجه داشت که سال ۱۳۹۸ در استان اصفهان نسبتاً سال تر و سال‌های ۱۳۹٦ و ۱۳۹۷ و ۱۳۹۹ سال‌های خشک بوده است و بطور خاص در شش‌ماه نخست سال ۱۳۹۷، جیره‌بندی و برنامه‌های کاهش مصرف آب خانگی در شهر اصفهان و دیگر شهرهای استان پیاده شده است. لذا رشد ۵/۳٪ بین سال‌های ۱۳۹۷-۱۳۹۸ غالباً به دلیل کاهش محدودیت‌های مربوط به کم‌آبی در این استان نیز می‌باشد. همچنین باید توجه داشت نرخ رشد بالغ بر ٦ درصدی مربوط به مجموع فاضلاب شهری در کل استان است که حدود ۸۵٪ از آن را فاضلاب کلانشهر اصفهان و شهرهای اطراف (مانند شاهین‌شهر، بهارستان و سپاهان‌شهر) در بر می‌گیرد. لذا برای بررسی دقیق‌تر نرخ رشد فاضلاب در مناطق مختلف استان می‌بایست نرخ رشد دبی فاضلاب ورودی به هر تصفیه‌خانه بطور جداگانه ارزیابی شود.

با این وجود توجه به این نکته ضروری است که مطابق گزارش‌های سالانه شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور (۱۳۹٦ تا ۱۳۹۸)، درصد جمعیت تحت پوشش فاضلاب شهری ذیل شرکت آب و فاضلاب استان اصفهان در سال‌های

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.343]

۱۳۹۶، ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ به ترتیب برابر ۷۱.۱٪، ۷۲.۱٪ و ۷۳٪ بوده است. این ارقام موید رشد ثابت تنها یک درصدی در این دوره است. همچنین مجموع انشعابات فاضلاب نیز در این سه سال به ترتیب در حدود ٦٣٦ هزار، ٦٥٨ هزار، و ٦٧٩ هزار فقره گزارش شده است که یک رشد متوسط ۳ درصدی را شامل می‌شود. بنابراین افزایش دبی فاضلاب در سطح استان در طی یک سال تا بیش از ٦ درصد می‌تواند حاکی از اثرگذاری قابل ملاحظه اقدامات حفاظتی در برابر شیوع کرونا در این دوره و محدوده جغرافیایی باشد.



شکل ۱: درصد افزایش مجموع دبی فاضلاب شهری ورودی به تصفیه‌خانه‌های استان اصفهان

درصورتیکه متوسط نرخ رشد سالانه دبی فاضلاب خام ورودی به هرکدام از تصفیه‌خانه‌های ۲۳ گانه بطور جداگانه محاسبه شود، آنگاه می‌توان مشاهده کرد که متوسط نرخ رشد سالانه در دوره بلندمدت ١٣٩٤ تا ۱۳۹۸ برابر ۹٪ است درحالیکه این نرخ رشد در سال ۱۳۹۸-۱۳۹۹ (دوره شیوع کرونا) بطور متوسط برابر ۳۳٪ است. همانطور که در شکل ۲ نشان داده شده است، متوسط نرخ رشد فاضلاب شهری در سال‌های ۱۳۹۵-١٣٩٤، ١٣٩٦-١٣٩٥، ۱۳۹۷-١٣٩٦ و ۱۳۹۸-۱۳۹۷ به ترتیب برابر ۹، ۱۰، ۳ و ۱۳/۵٪ است اما این نرخ برای سال ۱۳۹۹-۱۳۹۸ برابر ۳۳٪ می‌باشد. لذا می‌توان نتیجه گرفت که در دوره همه‌گیری ویروس کرونا در استان اصفهان، میزان دبی فاضلاب ورودی تصفیه‌خانه‌ها بطور متوسط ٢٤٪ (برابر مابه‌التفاوت ۳۳٪ و ۹٪) رشد نسبت به دوره بلندمدت خود داشته است. این رقم به نوبه خود حائز اهمیت است زیرا مقدار رشد سالانه دبی در ۱۳۹۹ در بین ۲۳ تصفیه‌خانه با متوسط رشد بلندمدت در کل استان مقایسه شده است که در آن نوسانات احتمالی ناشی از جمعیت و مهاجرت، هیدرولوژی و اقلیم تعدیل شده است.

نتایج آزمون مقایسه واریانس نرخ رشد سالانه به همراه تست‌های همگنی توکی و دانکن افزایش قابل ملاحظه دبی ورودی به تصفیه‌خانه‌های فاضلاب در سال ۱۳۹۹ را تایید می‌کنند. همانطور که در جدول ۲ نشان داده شده است، اختلاف متوسط نرخ رشد سالانه ۱۳۹۹ نسبت به میانگین این نرخ در سال‌های ۱۳۹٦ تا ۱۳۹۸ تماماً تا سطح ۹۵٪ معنی‌دار است و مقدار شاخص معنی‌داری P کمتر از ۰/۰۵ می‌باشد.

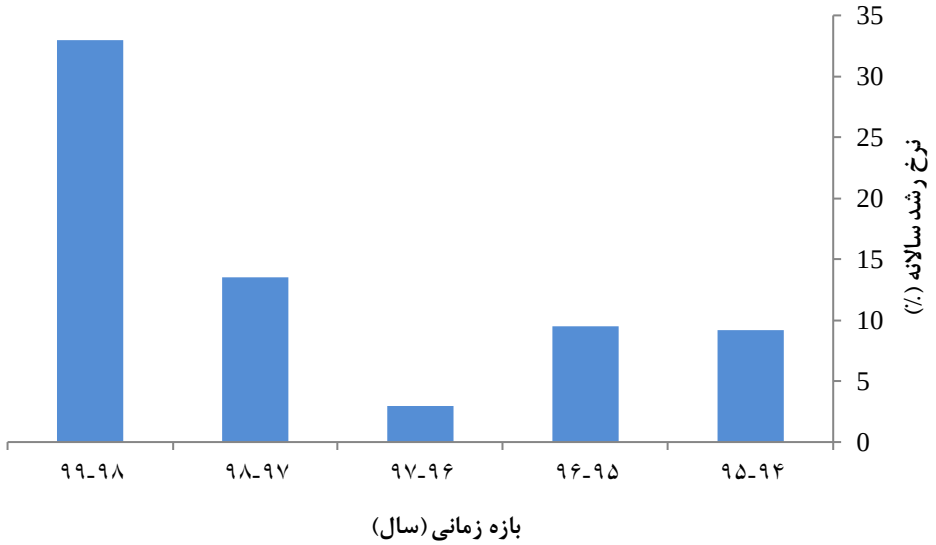
[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.343]

جدول ۲: نتایج آزمون مقایسه واریانس نرخ رشد سالانه دبی فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه‌های استان

گروه ۱		گروه ۲		اختلاف			P-value
مشخصه	میانگین	مشخصه	میانگین	میانگین	حدبالا	حدپایین	
		۱۳۹۶	۰/۰۹٤	[a]۰/۲۳۵	۰/٤۲٦	۰/۰٤۵	۰/۰۰۹
۱۳۹۹	۰/۳۳	۱۳۹۷	۰/۰۲۹	[a]۰/۳	۰/٤۹۱	۰/۱۱۰	۰/۰۰۰
		۱۳۹۸	۰/۱۳۵	[a]۰/۱۹۵	۰/۳۸۵	۰/۰۰٤	۰/۰٤۳

a: به معنای تفاوت معنادار اختلاف میانگین‌ها تا سطح ۹۵٪ (آزمون‌های توکی و دانکن)



شکل ۲: متوسط نرخ رشد سالانه (٪) فاضلاب شهری ورودی به تصفیه‌خانه‌های استان اصفهان

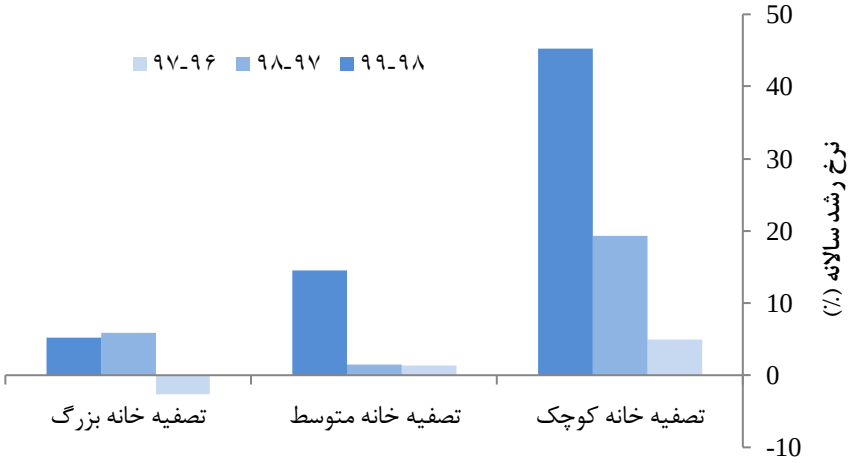
در بین تصفیه‌خانه‌های مورد مطالعه، تصفیه‌خانه‌های فاضلاب کوچک بیشترین افزایش نرخ رشد سالانه (برابر ٤۵٪) را در سال ۱۳۹۹ تجربه کرده‌اند. این نرخ برای تصفیه‌خانه‌های فاضلاب متوسط برابر ۱۵٪ بوده و تصفیه‌خانه‌های فاضلاب بزرگ نرخ رشد حدودی ۵٪ را دارند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که افزایش مصرف آب در مناطق شهری استان در سال ۱۳۹۹ بطور متوسط ۲٤٪ نسبت به دوره بلندمدت استان رشد داشته است اما در مناطق شهری کوچک، این افزایش بیشتر است و می‌تواند منجر به افزایش بارگذاری هیدرولیکی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، و در نتیجه کاهش زمان ماند حوض‌های بیولوژیکی و کاهش راندمان تصفیه فاضلاب در این واحدها، بویژه سیستم‌های مبتنی بر لجن فعال شود.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.343]

جدول ۳: نتیجه آزمون مقایسه واریانس غلظت **COD** و **BOD** فاضلاب ورودی تصفیه‌خانه‌های ۲۳ گانه استان

پارامتر	گروه	تعداد	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر	F	P-value
COD	۱۳۹۸-۱۳۹٤	۲۳	٥٥٨/۳	١٦٢/٤	۲٥۲	۹۱٤	٦/۷۸	۰/۰۱۳
	۱۳۹۹	۲۳	٤۲۸/۹	۱۷٤/۳	۱٥۸	۹۲٥		
BOD	۱۳۹۸-۱۳۹٤	۲۳	۲٦٤/۱	٥۷	۱۲۰	۳٥۹	۳/٥۹	۰/۰٦٥
	۱۳۹۹	۲۳	۲۲٥/۸	۷۸/٥	۹۲	٤۳۷		



شکل ۳: متوسط تغییرات سالانه (٪) فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه‌های استان

در دوره همه‌گیری ویروس کرونا و به دلیل اعمال محدودیت‌های سراسری در استان اصفهان، می‌توان شاهد بود که نه‌تنها دبی متوسط فاضلاب شهری ورودی به تصفیه‌خانه‌ها تغییر داشته است بلکه در دوره شش‌ماهه نخست سال ۱۳۹۹، در مقایسه با دوره‌های شش‌ماهه سال‌های گذشته، غلظت ترکیبات آلی و پارامترهای متعارف BOD و COD نیز تغییر کرده است. مقادیر متوسط غلظت BOD و COD فاضلاب شهری ورودی به تصفیه‌خانه‌های ۲۳گانه در دوره شش‌ماهه نخست سال در بین سال‌های ۱۳۹٤ تا ۱۳۹۸ به ترتیب برابر ۲٦۰ و ٥٤۷ میلی‌گرم بر لیتر است که این ارقام برای سال ۱۳۹۹ به ترتیب برابر ۲۲۲ و ٤۲۱ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد.

درصورتیکه درصد تغییرات غلظت COD فاضلاب ورودی در هرکدام از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب به صورت جداگانه محاسبه شود، می‌توان نتیجه گرفت که بطور متوسط ۲٤٪ غلظت COD فاضلاب ورودی در سال ۱۳۹۹ نسبت به میانگین بلندمدت (۱۳۹٤ تا ۱۳۹۸) کاهش داشته است.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.343]



شکل ٤: تغییرات غلظت متوسط (٪) آلاینده‌های فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه‌های استان اصفهان در سال ۱۳۹۹ نسبت به دوره بلندمدت

با بررسی نسبت BOD به COD فاضلاب خام ورودی به تصفیه‌خانه‌های ۲۳گانه مورد مطالعه در استان اصفهان، می‌توان نتیجه گرفت که این نسبت برای سال‌های ۱۳۹۷، ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ به ترتیب برابر ۰/٤۹، ۰/۵ و ۰/۵۱ است. هرچند این مولفه برای سال ۱۳۹۹ افزایش داشته است اما تفاوت قابل ملاحظه‌ای با سال‌های قبل ندارد زیرا مقدار شاخص معنی‌داری آزمون مقایسه واریانس برابر ۰/٦۲ است ($P>0.05$). درصورتیکه این نسبت برای هرکدام از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب بطور جداگانه محاسبه شود می‌توان نتیجه گرفت در مناطقی که توسعه صنعتی بیشتر از مناطق دیگر استان است، مانند شاهین‌شهر و شمال و جنوب اصفهان، نسبت مقادیر BOD به COD رشد قابل ملاحظه بین ۰/۰۷ (تصفیه‌خانه جنوب اصفهان) تا ۰/۲۵ (تصفیه‌خانه شمال اصفهان و شاهین‌شهر) را شاهد بوده است ($P<0.05$).

بحث

شیوع ویروس کرونا پس از گذشت یک دوره اولیه و به مرور توسط بخشی از افراد جامعه مورد توجه قرار گرفت. افزایش تواتر و زمان شستشوی دست‌ها، دقت بیشتر به نظافت شخصی و پاکیزگی البسه، و شستشو یا ضدعفونی کالاهای خریداری شده همگی در دوره همه‌گیری کرونا در رفتارهای اجتماعی برخی از مردم وارد شده یا تشدید گردیده است. تمامی این اقدامات می‌تولند منجر به افزایش مصرف آب و تولید فاضلاب در مناطق شهری شود. این موضوع بطور مشابه در مطالعات Kalbusch و همکاران (۲۰۲۰) نیز آمده است. آنها بصورت مقایسه‌ای نشان داده‌اند که اقدامات مدیریتی در برابر شیوع ویروس کرونا در جنوب برزیل باعث شده است تا مصرف آب در بخش‌های صنعتی و تجاری بین ۳۵ تا ٦۵٪ کاهش یابد اما مصرف آب در بخش‌های مسکونی افزایش داشته است که این رقم کمتر از ۱۰٪ گزارش شده است. در این منطقه بیشترین میزان کاهش مصرف آب در بخش‌های آموزشی (۵۳٪)، هتل‌ها (۸٦٪) و رستوران‌ها (۸۰٪) اتفاق افتاده است[16]. اما بطور متوسط دبی ورودی به تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری در استان اصفهان در دوره شیوع کرونا و آغاز اقدامات حفاظتی حدوداً ۲٤٪ نسبت به نرخ رشد متعارف سالانه در سال‌های گذشته افزایش داشته است. این میزان افزایش از دو جنبه قابل بحث و بررسی بیشتر است. اولاً ۲٤٪ افزایش تولید فاضلاب در استان اصفهان رقم نسبتاً بالایی است. با توجه به ارقام ارائه شده در نمودار ۲ می‌توان مشاهده کرد که مجموعه اقدامات آموزشی، تبلیغاتی، فرهنگی، مدیریتی

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.343]

و فنی مبنی بر اصلاح الگوی مصرف آب شرب در سال ۱۳۹۷، که یک سال خشک با کمبود آب شرب در استان بوده است، تنها توانسته است بین ۷٪ (نسبت به متوسط بلندمدت) تا ۱۱٪ (نسبت به سال ۱۳۹۸) از نرخ رشد تولید فاضلاب شهری کم نماید، اما شیوع این ویروس و اقدامات حفاظتی به تنهایی بالغ بر ۲٤٪ به افزایش تولید فاضلاب منجر شده است. لذا می‌توان چنین نتیجه گرفت که در شرایط ادامه همه‌گیری ویروس کرونا، بروز بحران‌های کم‌آبی می‌تواند از نظر اجتماعی و روانی چالش‌آفرین باشد. همچنین این مقایسه نشان می‌دهد دبی فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه‌های فاضلاب نیز می‌تواند مشابه آمار مصرف آب شرب، بعنوان یک شاخص رفتاری در جامعه در مسائل مرتبط با آب مورد استفاده قرار گیرد. این رویکرد در شرایط کمبود داده مصارف آب شرب یا در مناطقی که میزان آب بحساب نیامده آن زیاد است می‌تواند راهگشای تحلیل‌های مدیریتی باشد. ضمناً نتایج پژوهش نشان داد که تغییرات دبی فاضلاب تولیدی در مناطق شهری کوچک و با جمعیت کمتر قابل ملاحظه‌تر است. البته این موضوع بدان معنا نیست که ساکنین شهرهای کوچک نسبت به شهرهای بزرگ‌تر مسائل بهداشتی و نظافتی را بیشتر رعایت می‌کنند، بلکه بدلیل جمعیت تحت پوشش کمتر در این مناطق، نوسانات دبی فاضلاب تولیدی بیشتری در شهرهای کوچک مشاهده می‌شود.

نتایج این پژوهش نشان داد افزایش نرخ رشد سالانه تولید فاضلاب شهری نسبت به سال‌های گذشته موجب کاهش ۲٤ درصدی غلظت COD فاضلاب ورودی شده است. این موضوع نشان می‌دهد که افزایش مصرف آب در بخش خانگی و در نتیجه تولید بیشتر فاضلاب شهری موجب کاهش غلظت آلودگی COD در فاضلاب شهری در سطح استان شده است. بعبارت دیگر، رقیق‌سازی یک عامل کلیدی در کاهش غلظت آلودگی ورودی به تصفیه‌خانه‌های فاضلاب مورد مطالعه می‌باشد. بعلاوه اقدامات حفاظتی همچون تعطیلی موقت مراکز آلاینده متعارف شهری مانند رستوران‌ها و کارگاه‌های صنعتی مستقر در شهرها نیز باعث شده است تا غلظت این پارامتر در فاضلاب شهری کاهش یابد. کاهش زمان فعالیت کارگاه‌های صنعتی کوچک، مانند تعمیرگاه‌های خودرو، ناشی از ممنوعیت‌های تردد به همراه کاهش فعالیت‌های رستوران‌ها و کافه‌ها در زمان شیوع کرونا دو نمونه از فعالیت‌های تجاری و صنعتی است که معمولاً می‌توانند منجر به انتشار آلودگی بصورت روغن و مواد آلی کربنی به شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب شهری و در نتیجه افزایش غلظت COD فاضلاب شوند. این دو علت، یعنی رقیق‌سازی و کاهش انتشار آلودگی‌های صنعتی، می‌توانند بعنوان مهمترین دلایل کاهش غلظت COD ورودی به تمامی تصفیه‌خانه‌های مورد مطالعه محسوب گردد. بطور مشابه در بحث آلودگی هوا، مطالعات Collivignarelli و همکاران (۲۰۲۰) در ایتالیا و Aydın و همکاران (۲۰۲۰) در کشور ترکیه نشان داده است که در دوره همه‌گیری کرونا، تعطیلات سراسری و کاهش فعالیت‌های صنعتی و تجاری موجب شده تا وضعیت کیفیت هوا بصورت موقت بهبود یابد[۲۲-۲۳]. همچنین Roidt و همکاران (۲۰۲۰) حتی نشان دادند که متوسط انرژی مورد نیاز برای تامین برق توسط نیروگاه‌ها بواسطه کاهش پیک‌های مصرفی در این دوره کاهش یافته است[۲٤]. بنابراین در کنار مطالعات اخیر در حوزه آلودگی هوا در دوره همه‌گیری کرونا، نتایج پژوهش حاضر را نیز می‌توان بعنوان یک دستاورد نوین عنوان نمود که نشان داده است فعالیت‌های محدود کننده در زمان شیوع ویروس کرونا بر روند تولید فاضلاب شهری و کمیت و کیفیت آن موثر بوده است و این ویژگی بخوبی در استان اصفهان خود را نشان داده است. اما Gillingham و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه خود پیرامون مسائل مربوط به آلودگی هوا در دوران پساکرونا هشدار داده‌اند که نمی‌توان انتظار داشت روند کاهش انتشار آلودگی برای بلندمدت ادامه داشته باشد و با آغاز به کار کامل صنایع و فعالیت‌های تجاری، انتشار آلودگی هوا برای

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.343]

جبران کسری‌ها و تولیدات در این دوره بیش از پیش افزایش خواهد یافت[۲۵]. مشابه این نتیجه‌گیری و با استناد به نتایج این پژوهش می‌توان گفت روند افزایش مصرف آب و مواد شوینده نیز ممکن است تا مدت‌ها پس از خاتمه شیوع ویروس کرونا در جامعه باقی بماند. بنابراین در بلندمدت کنترل مولفه‌های زیست‌محیطی ناشی از شیوع ویروس کرونا حائز اهمیت خواهد بود که نتایج این مطالعات می‌تواند در این خصوص مورد استفاده قرار گیرد.

از نظر بهره‌برداری تاسیسات تصفیه فاضلاب نیز این احتمال وجود دارد که نسبت غذا به میکروارگانیسم (F/M) در دوره شیوع کرونا در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب کاهش یابد. همانگونه که پژوهش کنونی نشان داده است، با افزایش نسبی دبی فاضلاب و کاهش فعالیت‌های خدماتی و صنعتی کوچک در سطح شهرها در دوره اعمال محدودیت‌های عمومی، غلظت ترکیبات کربنی در فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه کاهش خواهد یافت. بنابراین در تاسیساتی که تنظیم نسبت غذا به میکروارگانیسم در واحدهای بیولوژیکی آنها مانند لجن فعال برای فعالیت بهینه حائز اهمیت است، احتمالاً با کمبود مواد غذایی و افزایش رشد باکتری‌های رشته‌ای مواجه خواهند بود. در تایید این فرضیه Ebrahimi و همکاران (۲۰۱۸) در یک پژوهش در مقیاس صنعتی نشان داده‌اند که نسبت غذا به میکروارگانیسم (F/M) در تنظیم شرایط رشد باکتری‌های رشته‌ای حائز اهمیت بوده و کاهش آن بویژه در سیستم‌های لجن فعال هوادهی گسترده می‌تواند موجب کاهش توان ته‌نشینی لجن و بالطبع کاهش عملکرد تصفیه، فرار جامدات، و انتشار بو در تصفیه‌خانه و محوطه اطراف آن شود[۲۶]. در استان اصفهان تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شاهین‌شهر، جنوب و شمال اصفهان از این نظر می‌توانند مورد توجه ویژه قرار بگیرند. در این شرایط، Gerardi (۲۰۰۲) توصیه می‌کند تا در سیستم‌های لجن فعال، نرخ دورریز لجن افزایش یافته و نرخ هوادهی در سیستم‌ها بر این اساس مجدد تنظیم شود[۲۷].

بنابراین در شرایط بهره‌برداری جدید انتظار می‌رود دفع لجن مازاد افزایش یابد. اما در این شرایط لجن خود نیازمند مدیریت و پردازش بهداشتی و ایمن است. مطالعات Balboa و همکاران (۲۰۲۰) نشان داده است که ویروس کرونا بصورت فعال در خط پردازش لجن تصفیه‌خانه نیز یافت می‌شود و براساس نمونه‌برداری‌های انجام شده تا سطح ۹۰٪ معنی‌داری، تغلیظ‌کننده لجن بهترین محل برای نمونه‌برداری جهت پایش ویروس کرونا در لجن معرفی شده است. البته همین مطالعات نشان داده است که ویروس کرونا در لجن‌های هضم شده یافت نمی‌شود[۲۸].

در شرایط کاهش غلظت فاضلاب ورودی و افزایش دبی متوسط فاضلاب در دوره شیوع کرونا، از نظر تئوری فرآیندهایی مانند برکه تثبیت از مزیت بیشتری در بهره‌برداری برخوردار خواهند بود زیرا می‌توانند با استفاده از تلاطم بیشتر ایجاد شده ناشی از افزایش جریان‌های ورودی، امکان تماس باکتری‌ها با مواد غذایی را بهبود بخشند. ضمناً با رقیق‌شدن ترکیبات آلی و کاهش میزان روغن و چربی ورودی از رستوران‌ها و کارگاه‌های صنعتی کوچک، شرایط برای هوادهی طبیعی مورد نیاز برای تجزیه بار BOD بهبود می‌یابد. Jamshidi و Gholikandi (۲۰۱٤) در بررسی عملکرد برکه‌های اختیاری در تصفیه فاضلاب شهری نشان دادند کاهش بار آلی ورودی به تصفیه‌خانه، بویژه کاهش غلظت BOD و COD در فاضلاب ورودی، می‌تواند عملکرد این واحدها را بهبود ببخشد[۲۹]. همچنین برکه‌های اختیاری با عمق کم به دلایل زمان ماند هیدرولیکی بیشتر نسبت به سیستم‌های لجن فعال و البته امکان نفوذ اشعه فرابنفش خورشید به محیط فاضلاب می‌توانند شرایطی فراهم کنند تا ریسک بهداشتی استفاده مجدد از پساب تصفیه‌شده ناشی از بقای احتمالی ویروس کرونا در این محیط کاهش یابد، درحالیکه سیستم‌های لجن فعال کاملاً وابسته به فرآیندهای گندزدایی برای کاهش این ریسک می‌باشند. Dias و همکاران (۲۰۱۷) ضمن تایید

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.343]

این تحلیل و با بررسی مروری رویکردهای موجود در طراحی و بهره‌برداری از برکه‌های تثبیت پیشنهاد کرده‌اند طراحی برکه‌ها برای نابودی حداکثری فعالیت ویروس‌ها در فرآیند تصفیه قابل اصلاح و بازنگری است[۳۰]. پژوهش Rezaie Rahimi و همکاران (۲۰۲۱) نیز نشان داده است که فرآیندهای گندزدایی مانند کلرزنی در تصفیه فاضلاب می‌توانند موجب حذف ویروس از پساب و کاهش ریسک بهداشتی آن شود[۳۱].

افزایش سهم ترکیبات تجزیه‌پذیر فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه‌ها، یعنی همان نسبت BOD به COD فاضلاب ورودی، احتمالاً به علت تعطیلی موقت و دوره‌ای کارگاه‌های صنعتی کوچک متصل به شبکه فاضلاب شهری است. بعبارتی، ورودی این تصفیه‌خانه‌های فاضلاب در شرایط نرمال احتمالاً حاوی ترکیبات دیرتجزیه‌پذیر صنعتی، مانند روغن و مواد شیمیایی، است که باعث می‌شود این نسبت کاهش یابد[۳۲]. همچنین افزایش این نسبت در دوره شیوع کرونا می‌تواند موید این مطلب باشد که مصرف مواد شوینده و دترجنت‌ها بویژه در تصفیه‌خانه‌های کوچک با شبکه فاضلاب با طول کوتاه افزایش قابل ملاحظه‌ای نداشته‌اند زیرا در غیر اینصورت نسبت BOD به COD در این واحدهای تصفیه با افت همراه خواهد بود. Mousavi و Khodadoost (۲۰۱۹) در یک بررسی مروری نشان داده‌اند که دترجنت‌ها بدلیل ترکیبات شیمیایی حلقوی خود برای توده زیستی و باکتری‌ها سمی بوده و تنها در شرایط هوازی قابل شکسته شدن هستند. بنابراین در فاضلاب بعنوان یک مزاحم برای سنجش BOD شناخته می‌شوند و در شرایط متعارف، انتظار می‌رود در نمونه‌های برداشتی از فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه باعث شوند تا نسبت BOD به COD کاهش یابد[۳۳]. در مطالعات پیشین، همچون پژوهش‌های Bogler و همکاران (۲۰۲۰) و Larsen و Wigginton (۲۰۲۰)، نشان داده شده که از پایش فاضلاب شهری می‌توان بعنوان یک اقدام پیشگیرانه برای جلوگیری از شیوع ویروس کرونا زودتر از بروز علائم و گسترش آن در یک شهر استفاده کرد. پژوهش حاضر اما نشان داد که بررسی تغییرات کمی و کیفی فاضلاب شهری تولیدی می‌تواند دستاوردهای دیگری در تحلیل رفتار اجتماعی در مقیاس کلان داشته باشد و لازم است برای بهره‌برداری از تاسیسات تصفیه‌خانه فاضلاب مورد مطالعه قرار گیرد. زیرا با رویکردهای جدید در کشورهای اروپایی در تبدیل تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری از یک واحد تصفیه‌کننده به منابع آب، انرژی و مواد خام[۳۴]، تحلیل این نوسانات اهمیت دوچندانی در تولید محصولات جانبی در زمان بروز شرایط بحرانی پیدا خواهد کرد.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش، نتایج مقایسه‌ای نشان داد که اعمال محدودیت‌ها و برنامه‌های حفاظتی برای جلوگیری از شیوع ویروس کرونا در جوامع شهری استان اصفهان در طی شش ماه نخست سال ۱۳۹۹ و تغییر نسبی شیوه زندگی مردم توانسته است تغییرات قابل ملاحظه‌ای بر کمیت و کیفیت فاضلاب شهری داشته باشد. بررسی‌های کمی حاکی از ان است که نرخ رشد سالانه دبی فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه‌های ۲۳ گانه در استان اصفهان در سال ۱۳۹۹ نسبت به سال قبل (۱۳۹۸) و نسبت به میانگین بلندمدت (۱۳۹٤ تا ۱۳۹۸) افزایش قلبل ملاحظه داشته است و این تغییرات در شهرهای کوچک‌تر نمایان‌تر است. بعبارتی می‌توان نتیجه گرفت که مصرف آب خانگی در شهرهای استان اصفهان افزایش داشته است و این تغییرات از نظر مقدار، بیش از تغییر رفتار مصرف آب در گذر جامعه از شرایط دوره‌های کم‌آبی (سال ۱۳۹۷) به پرآبی (سال ۱۳۹۸) است. همچنین نتیجه گرفته شد که تعطیلی موقت یا کاهش فعالیت‌های مراکز صنعتی و کارگاهی در شهرهای بزرگ و حومه‌های آنها نیز بر افزایش ترکیبات زودتجزیه‌پذیر در محیط فاضلاب موثر بوده است. تمامی این موارد نشان می‌دهد فاضلاب شهری می‌تواند

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.343]

نه تنها بعنوان یک محیط شـاخص برای تشـخیص زودهنگام شیوع ویروس کرونا معرفی شود، بلکه تغییرات ویژگی‌های آن نیز تاحدودی موید تغییرات شرایط حاکم بر جامعه است.

قدردانی

بدین‌وسیله از همکاری کارشناسان محترم شرکت آب و فاضلاب استان اصفهان، برای در اختیار قرار دادن اطلاعات مورد نیاز تصفیه‌خانه‌های فاضلاب جهت تحلیل کمی و کیفی فاضلاب شهری در زمان بحران شیوع ویروس کرونا تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

1. WHO, Modes of transmission of virus causing COVID-19: implications for IPC precaution recommendations. Scientific brief. 29 March 2020; World Health Organization.
2. Amoah I D, Kumari S, Bux F. Coronaviruses in wastewater processes: Source, fate and potential risks. Environ Int 2020; 143: 105962.
3. Thompson J R, Nancharaiah Y V, Gu X, et al. Making waves: Wastewater surveillance of SARS-CoV-2 for population-based health management. Water Res 2020; 184: 116181.
4. Hung LS. The SARS epidemic in Hong Kong: what lessons have we learned? J Roy Soc Med 2003; 96: 374–378.
5. Casanova L, Rutala W A, Weber D J, Sobsey M D. Survival of surrogate coronaviruses in water, Water Res 2009; 43: 1893-1898.
6. Gundy P M, Gerba C P, Pepper I L. Survival of coronavirus in water and wastewater. Food Environ Virol 2009: 1(1): 10-14.
7. Bogler A, Packman A, Furman A. et al. Rethinking wastewater risks and monitoring in light of the COVID-19 pandemic. Nat Sustain 2020; 3: 981–990.
8. Collivignarelli M C, Collivignarelli C, Carnevale Miino M, et al. SARS-CoV-2 in sewer systems and connected facilities. Process Saf Environ 2020; 143: 196–203.
9. Elsamadony M, Fujii M, Miura T, Watanabe T. Possible transmission of viruses from contaminated human feces and sewage: Implications for SARS-CoV-2. Sci Total Environ 2021; 755: 142575.
10. Ahmed W, Angel N, Edson J, et al. First confirmed detection of SARSCoV-2 in untreated wastewater in Australia: a proof of concept for the wastewater surveillance of COVID-19 in the community. Sci Total Environ 2020; 728: 138764.
11. Hata A, Honda R. Potential sensitivity of wastewater monitoring for SARS-CoV-2: comparison with Norovirus cases, Environ Sci Technol 2020; 54(11): 6451–6452.
12. Kitajima M, Ahmed W, Bibby K, et al. SARS-CoV-2 in wastewater: state of the knowledge and research Needs. Sci Total Environ 2020; 739: 139076.
13. Arsalan M, Xu B, El-Din M G. Transmission of SARS-CoV-2 via fecal-oral and aerosols–borne routes: Environmental dynamics and implications for wastewater management in underprivileged societies. Sci Total Environ 2020; 743: 140709.
14. Yang W, Cai C, Dai X. The potential exposure and transmission risk of SARS-CoV-2 through sludge treatment and disposal. Resour Conserv Recy 2020; 162: 105043.
15. Zand A D, Heir A V. Environmental impacts of new Coronavirus outbreak in Iran with an emphasis on waste management sector. J Mater Cycles Waste 2021; 23: 240–247.
16. Kalbusch A, Henning E, Brikalski M P, et al. Impact of coronavirus (COVID-19) spread-prevention actions on urban water consumption. Resour Conserv Recy 2020; 163: 105098.
17. Eastman L, Smull E, Patterson L, Doyle M. COVID-19 Impacts on Water Utility Consumption and Revenues through June 2020. Raftelis 2020; DUKE University.
18. Gholipour S., Mohammadi F., Nikaeen M., et al. COVID-19 infection risk from exposure to aerosols of wastewater treatment plants. Chemosphere 2021; 273: 129701.
19. Larsen D A. Wigginton K R. Tracking COVID-19 with wastewater. Nat Biotechnol 2020; 38, 1151-1153.
20. Khastoo H R, Hassani A H, Mafigholami R, Mahmoudkhani R. Evaluating the Optimal Operating Conditions of MBR for Domestic Wastewater Treatment. J Environ Health Eng, 2021; 8(2): 96-107.
21. APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21th ed. American Public Health Association, Washington DC, USA 2005.
22. Collivignarelli M C, Abbà A, Bertanza G, et al. Lockdown for CoViD-2019 in Milan: What are the effects on air quality? Sci Total Environ 2020; 732: 139280.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.343]

23. Aydın S, Nakiyingi B A, Esmen C, et al. Environmental impact of coronavirus (COVID-19) from Turkish perceptive. Environ Dev Sustain 2020; 3–10.

24. Roidt M, Chini C M, Stillwell A S, Cominola A. Unlocking the Impacts of COVID-19 Lockdowns: Changes in Thermal Electricity Generation Water Footprint and Virtual Water Trade in Europe. Environ Sci Technol Lett 2020; 7(9): 683–9.

25. Gillingham K T, Knittel C R, Li J, et al. The Short-run and Long-run Effects of Covid-19 on Energy and the Environment. Joule 2020; 4(7): 1337–41.

26. Ebrahimi M, Gholikandi G B, Jamshidi S, Ezzo H. Dolomite Reactor, a Retrofitting approach for Activated Sludge against Bulking. Iran J Sci Technol A 2018; 42(3): 1215-1221.

27. Gerardi M H. Settleability problems and loss of solids in the activated sludge process. A John Wiley & Sons Inc, Hoboken, 2002.

28. Balboa S, Mauricio-Iglesias M, Rodriguez S, et al. The fate of SARS-COV-2 in WWTPS points out the sludge line as a suitable spot for detection of COVID-19, Sci Total Environ 2021; 772: 145268.

29. Jamshidi S, Gholikandi G B, An Assessment of Anaerobic Baffled Reactor to Upgrade Wastewater Stabilization Ponds, A Pilot Study. Int J Sus Dev Plann 2014; 9(4): 597-607.

30. Dias D F C, Passos R G, von Sperling M. A review of bacterial indicator disinfection mechanisms in waste stabilisation ponds, Rev Environ Sci Bio 2017; 16: 517–539.

31. Rezaie Rahimi N, Fouladi-Fard R, Aali R, et al. Bidirectional association between COVID-19 and the environment: A systematic review. Environ Res 2021; 194: 110692.

32. Varandi M J N, Jamshidi S, Mennerich A, Sadeghi Azad A. Electrolysis Enhanced Anaerobic Baffled Reactor as Retrofitting Approach for Molasses Based Distillery Wastewater Treatment. Desalin Water Treat 2017; 62: 80-85.

33. Mousavi S A, Khodadoost F. Effects of detergents on natural ecosystems and wastewater treatment processes: a review. Environ Sci Pollut R 2019; 26: 26439–26448.

34. Jamshidi S. Value Added Innovation in Infrastructure Systems, Lessons Learned From Wastewater Treatment Plants. The TQM Journal 2019; 31(6): 1049-1063.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.343]

Journal of Environmental Health Engineering, August;2020; Vol. 8, No4: 343-357

Impact of Coronavirus Spread Prevention Actions on Sewage Quantity and Quality

Hamed Yazdian[1], Shervin Jamshidi[1*]

[1] Department of Civil Engineering, University of Isfahan, Isfahan, Iran

Email:sh.jamshidi@eng.ui.ac.ir

Received: 28 February 2021; Accepted: 5July 2021

ABSTRACT

Background: Spread prevention actions (SPAs) during Coronavirus pandemic period, such as increased hand-washing, temporary lock-downs, preventions in transportation, and the reduction of recreational and industrial activities may change the routines in social behaviors. Accordingly, SPAs can be effective on the quality and quantity of raw municipal wastewater. This research evaluates the aforementioned hypothesis and recommends solutions for the proper operation of wastewater treatment plants (WWTPs).

Methods: For this purpose, the quantity and quality of sewage in 23 municipal WWTPs in Isfahan province, as the study area, were surveyed and compared from 2015 to 2020. SPSS software (version 23) was used for statistical analysis.

Results: Results indicated that the annual growth rate of sewage discharged in the spring and summer of 2020 (period of SPAs) in the study area is 24% more than the average of annual growth rate in long-term (2015-2019). This increase is 45% in small WWTPs, while it is only 5% in large WWTPs. Results also revealed that the concentration of chemical oxidation demand (COD) of sewage was reduced 24% on average in this period. In addition, the biodegradability of wastewater is increased in large WWTPs mainly due to the decrease of industrial activities.

Conclusion: Therefore, SPAs in the pandemic period of Coronavirus could increase the quantity of municipal wastewater and reduce its COD concentrations. These variations may provide more appropriate operational conditions for waste stabilization ponds rather than activated sludge units.

Keywords: Coronavirus, COVID-19, Isfahan, Wastewater treatment, Water consumption

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.343]