مجله ایمنی زیستی
دوره ۱۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۹
ISSN 2716-9804 الکترونیکی، ISSN 2717-0632 چاپی

بررسی بهداشت و کنترل سلامت آب استخرهای شنا در مقابل ویروس کرونا SARS-CoV-2 (COVID-19)

بهناز عسکرحلوایی[۱]، بیژن امیدی[۲] و محمد رضا اجوری[۲]

۱- کارشناس شیمی کاربردی، شرکت آزمون سلامت آسا (آزمایشگاه آسا)، تهران، ایران
۲- دکتری، شرکت آزمون سلامت آسا (آزمایشگاه آسا)، تهران، ایران
b.asgary@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۹/۰۸، تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۲/۰۴
صفحه ۹۲-۷۵

چکیده

پاندمی عفونت ویروسی ناشی از SARS-CoV-2 موجب تغییر در پروتکل‌های بهداشتی و ضدعفونی در بسیاری از اماکن عمومی شد. استخرهای شنا یکی از اماکن پرخطر جهت شیوع بیماری COVID-19 شناخته شده است. این مقاله به بررسی مکانیسم و سرعت انتقال ویروس SARS-CoV-2 و میزان مقاومت این ویروس در مقابل سیستم‌های تصفیه مورد استفاده جهت پاکسازی آب استخرهای شنا مانند کلر و UV می‌پردازد. مطالعه مروری پیش رو بر اساس گزارش‌ها و پروتکل‌های سازمان‌ها و مراکزی مانند سازمان بهداشت جهانی (WHO) و مراکز مدیریت و پیشگیری بیماری ایالات متحده (CDC) تهیه و تدوین شده است. بررسی‌های به عمل آمده نشان می‌دهد کلر آزاد با غلظت ppm ۳-۱ به همراه اجرای برنامه‌ای مدون برای سیستم تصفیه با کارکرد مناسب موجب غیرفعال‌کردن و زدودن ویروس COVID-19 از آب استخر خواهد شد. به‌علاوه، رعایت فاصله‌گذاری اجتماعی و کاهش تعداد شناگران به مقدار ۵۰٪ تعداد معمول می‌تواند خطر انتقال فرد به فرد را به میزان معناداری کاهش دهد.

واژه‌های کلیدی: استخرهای شنا، ضدعفونی،کلر آزاد باقی‌مانده، کروناویروس، گندزدایی.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1399.13.2.4.6]

مقدمه

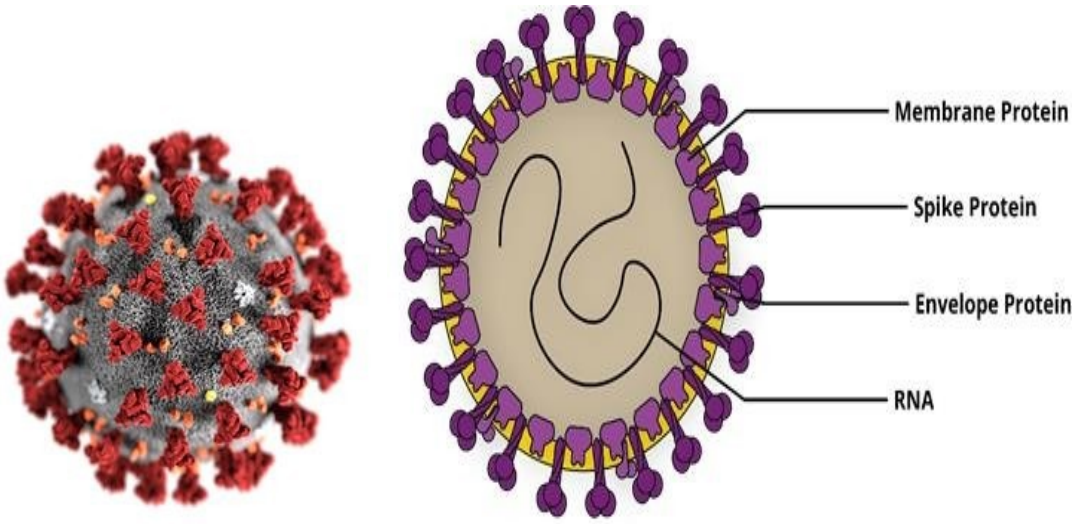
ویروس کرونا برای اولین بار در اواسط دهه ۱۹۶۰ میلادی از مرغ‌ها و اولین ویروس از این خانواده در سال ۱۹۸۱ از انسان جداسازی شد. اعضای دیگر این خانواده نیز از آن زمان کشف شده‌اند، که شامل SARS-CoV در سال ۲۰۰۳، HCoV NL63 در سال ۲۰۰۴، HKU1 در سال ۲۰۰۵، MERS-CoV در سال ۲۰۱۲ و SARS-CoV-2 در سال ۲۰۱۹ بودند. بیشتر آن‌ها منجر به ایجاد عفونت‌های جدی بافت تنفسی همراه با علایمی شامل تب، سرفه خشک، اسهال و تنگی نفس بودند (۱).

SARS-CoV-2 عامل بیماری COVID-19 است که تا لحظه نگارش این مقاله موجب مرگ نزدیک به ۲/۵۰۰/۰۰۰ هزار انسان و بیماری بیش از ۱۱۵ میلیون نفر شده است. روند ابتلا و مرگ در بسیاری از نقاط جهان در طول شش ماه گذشته همچنان صعودی است و به نقل از سازمان بهداشت جهانی در ماه‌های پیش رو همچنان رو به افزایش خواهد بود (شکل ۲ و ۱) (۱).

در شرایط پاندمی بیماری COVID-19، اجرای پروتکل‌های سختگیرانه بهداشتی در دستور کار بسیاری از مراکز پر خطر با تجمع بالای انسانی قرار گرفته است. بنابراین، اطمینان از وجود سیستمی ایمن در جهت نگه‌داری و تصفیه آب استخرهای شنا به عنوان یکی از کانون‌های پرخطر ضروری خواهد بود. در چنین شرایطی کلرزنی منطبق با استانداردهای موجود و اقدامات پیشگیرانه شناگران که در این مقاله به آن پرداخته خواهد شد، در جهت اطمینان از سلامت کامل آب و عدم انتقال ویروس کرونا کمک شایانی خواهد کرد. این خانواده از ویروس‌ها دارای خواص فیزیکی و بیوشیمیایی مشابه و مسیرهای انتقال قابل مقایسه هستند. مواد ژنتیکی ویروس درون ساختارهای پروتئینی به نام کپسیدها بسته بندی می‌شود که بر اساس اینکه توسط غشای چربی احاطه شده باشد (envelop) یا خیر (non-enveloped) به سه گروه تقسیم‌بندی می‌شود. بسته به نوع گروه‌بندی شرایط برای از بین بردن این ویروس‌ها متفاوت خواهد بود (جدول ۱) (۲).

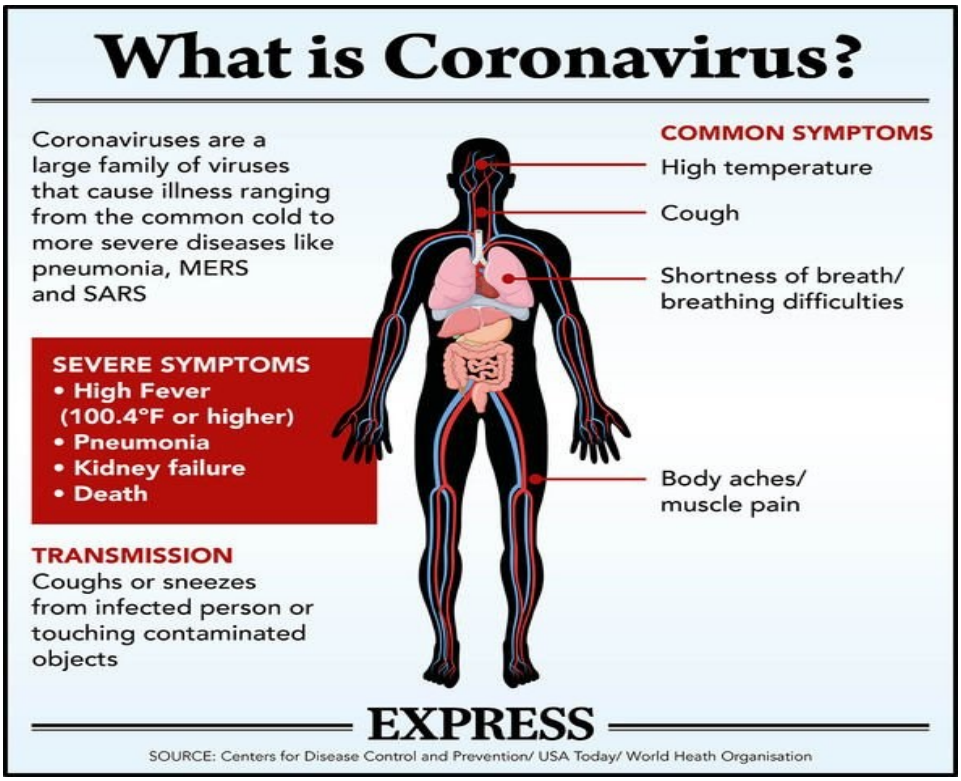
[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1399.13.2.4.6]



شکل ۱- ساختار و اجزای ویروس کرونا SARS-CoV-2 عامل بیماری COVID-19.

ساختارکلی ویروس شامل یک کپسول گلیکوپروتئینی همراه با میخچه‌های از جنس پروتئین (spike) و یک تک‌رشته آر.ان.اِ (مثبت) که کدکننده پروتئین‌های حیاتی برای عفونت ویروسی است (۱).



شکل ۲- علائم اصلی کرونا، تب بالا، سرفه و تنگی نفس و بدن درد بوده و راه‌های اصلی انتقال از طریق عطسه، سرفه و یا لمس اشیاء آلوده است (۱).

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1399.13.2.4.6]

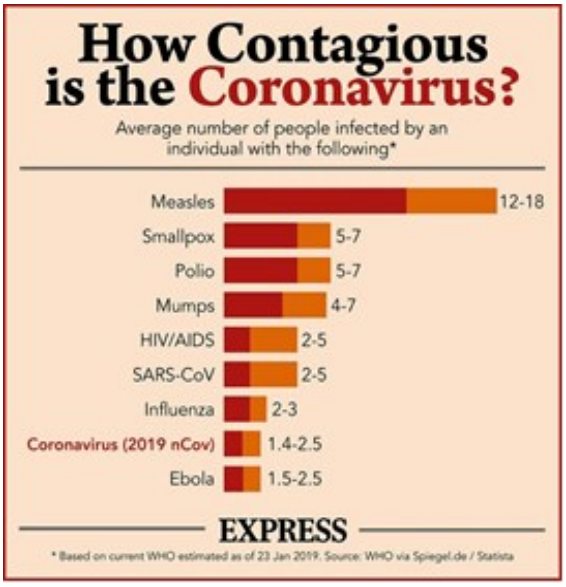
جدول ۱- تاثیر غشای چربی در شرایط از بین بردن ویروس‌ها (۲).

Ease of kill	Difficult ↑	Small non-enveloped
		Large non-enveloped
	Easy	Enveloped

ویروس‌هایی که دارای غشای بیرونی لیپیدی هستند، جزء دسته‌ای خواهند بود که در شرایط مناسبی که ذکر خواهد شد راحت‌تر غیرفعال شده و از بین خواهند رفت. از این جهت ویروس کرونا که از زیر شاخه‌ها ویروس SARS-COV-2 است از این قاعده تبعیت خواهد کرد (۲).

راه‌های انتقال ویروس کرونا COVID-19

مسیرهای اصلی انتقال، قطرات تنفسی و تماس مستقیم است. هر شخصی که در تماس نزدیک با یک فرد آلوده قرار می‌گیرد، به صورت بالقوه در معرض قطرات تنفسی عفونی خواهد بود. ممکن است قطره‌ها روی سطحی که ویروس قابلیت زنده‌ماندن دارد، فرود بیایند، بنابراین محیط یک فرد آلوده می‌تواند به عنوان منبع انتقال این ویروس باشد (شکل ۳) (۳).



شکل۳- مقایسه قدرت انتقال (مسری‌بودن)ویروس کرونا در مقابل سایر بیماری‌ها (۳).

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1399.13.2.4.6]

هیچ مدرکی مبنی‌بر انتقال COVID-19 از طریق آب استخر وجود ندارد، طبق گزارش‌های مرکز کنترل و پیشگیری بیماری‌ها (CDC)، در صورتی‌که شرایط گندزدایی و گردش آب کافی باشد، مواد ضدعفونی‌کننده (کلر یا برم) می‌توانند ویروس COVID-19 را از بین برده و غیرفعال کنند. البته لازم است که شرایط لازم جهت گندزدایی آب مطابق با استانداردهای موجود، حفظ شود. با این حال، فرصت های بسیاری برای انتقال COVID-19 به‌طور مستقیم بین شناگران در محوطه استخر و سرویس‌های بهداشتی وجود دارد. سطوح مکرر لمس‌شده امکان انتقال قطرات تنفسی آلوده را فراهم می‌کند. گسترش مستقیم قطرات در صورتی امکان پذیر است که شناگران به اندازه کافی حدودا (۲m) یا بیشتر از هم جدا نشوند. در محیط های شلوغ علاوه‌بر رعایت فاصله اجتماعی، تدابیر ایمنی نیز باید رعایت شود (۴).

خطر انتقال ویروس COVID-19 از مدفوع یک فرد آلوده کم است. شواهد موجود نشان می‌دهد که ویروس عفونی COVID-19 بدون در نظر گرفتن اسهال یا علائم عفونت روده ممکن است در مدفوع دفع شود. تقریبا ۲ تا ۲۷٪ از افراد مبتلا به COVID-19 مبتلا به اسهال خواهند شد. در مطالعات مختلف مشخص شده است که آر.ان.ای ویروس COVID-19 در مدفوع بیماران در طول بیماری یا پس از آن وجود دارد. با این حال، تاکنون تنها در یک مطالعه، ویروس COVID-19 در نمونه مدفوع کشت داده شده و مورد بررسی قرار گرفته است. گزارشی نیز مبنی بر انتقال دهانی-مدفوعی از ویروس COVID-19 وجود ندارد (۵).

ایمن نگه‌داشتن منابع آب بر طبق پیشنهادات WHO

اقدامات متعددی مانند کنترل بهداشت منبع آب و تصفیه آب در نقطه توزیع، جمع آوری یا مصرف می‌تواند سلامت آب را بهبود بخشد. گندزدایی و ضدعفونی آب می‌تواند ویروس COVID-19 را غیرفعال کنند. سایر کروناویروس‌های انسانی نسبت به گندزدایی با نور و اشعه ماوراء بنفش (UV) و کلرزنی حساس هستند. برای ضدعفونی موثر در کل سیستم، باید کلر

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1399.13.2.4.6]

آزاد باقیمانده با غلظت حداقل ۵/۰ mg/L در pH<8 پس از حداقل ۳۰ دقیقه تماس با آب وجود داشته باشد (۵).

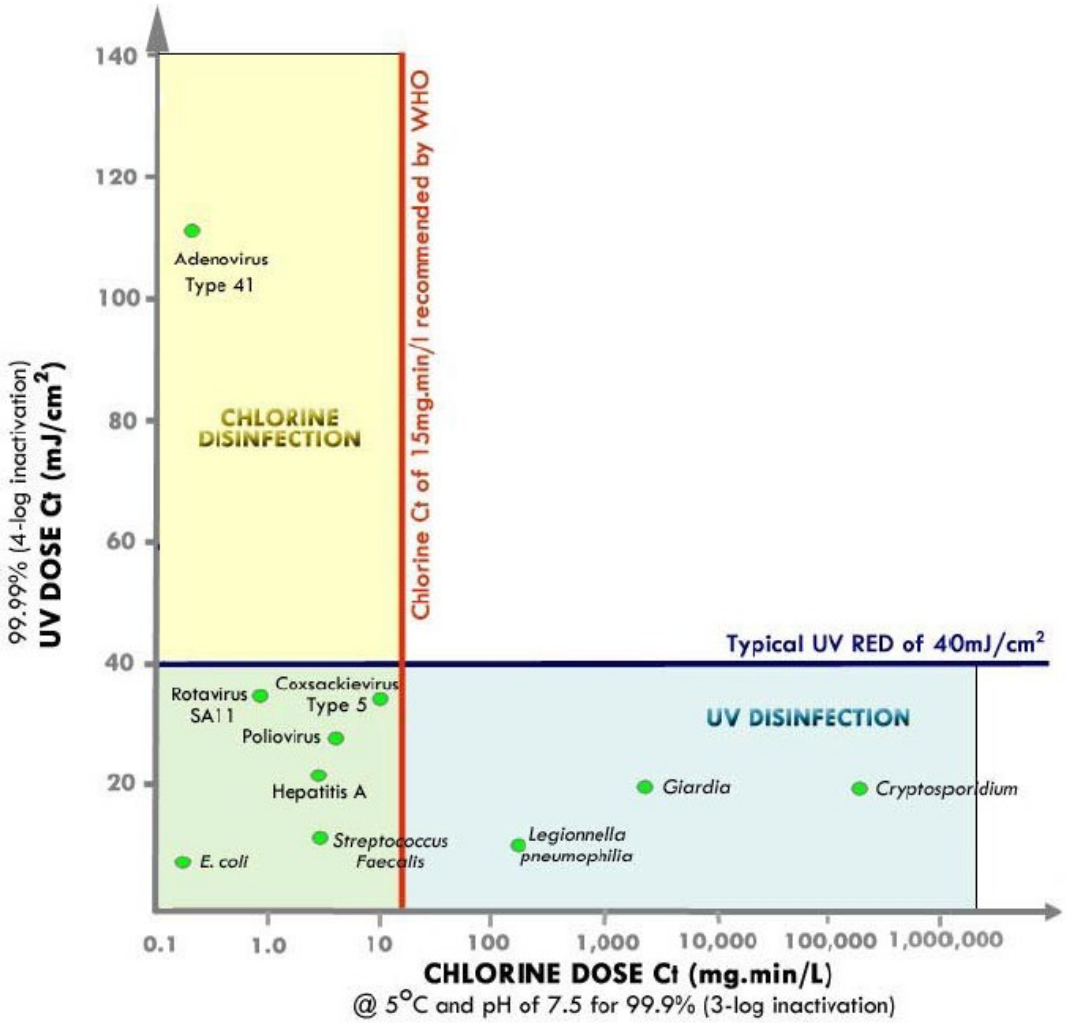
از اسید سیانوریک به‌عنوان تثبیت‌کننده کلر نباید در استخر و یا اسپا و یا محیط‌های آبی سرپوشیده استفاده کرد، در صورت استفاده از چنین ترکیباتی در مکان‌های رو باز، سطح اسید سیانوریک باید به‌صورت هفتگی آزمایش شود و از غلظت ۶۰ppm بالاتر نرود زیرا اسید سیانوریک بیش از حد اثر ضدعفونی‌کننده را به شدت کاهش می‌دهد. طبق مقررات فوق در صورتی‌که در هر محل آبی سطح ضدعفونی‌کننده در خارج از محدوده قابل قبول باشد، مقدار سیانوریک اسید بالاتر از حد مجاز باشد، در pHهای بالاتر از ۸ باشد و یا در صورتی‌که سیستم گردش و تغذیه و تصفیه آب به درستی کار نکند باید تا زمان مرتفع‌شدن مشکلات به‌سرعت استخر بسته شود (۴).

شکل ۴ اثرپذیری انواع ویروس‌ها و عوامل بیماری‌زا را در غلظت‌های مختلف کلر و UV نشان می‌دهد. Ct به معنای غلظت عامل گندزدا (مانند کلر آزاد باقی‌مانده) در مدت زمانی است که آب در تماس با آن قرار می‌گیرد. طبق این شکل ویروس‌های بدون غشاء لیپیدی همانند *Coxsackie*، *Polivirus* و *Rotavirus* در شرایطی که مقدار و مدت تماس کلر در حدود ۱۵ mg-min/L باشد، غیرفعال خواهد شد. بنابراین ویروس‌هایی مانند COVID-19 که دارای غشای لیپیدی هستند جزء ویروس‌هایی قرار می‌گیرند که در غلظت و مدت زمان تماس کمتری غیرفعال خواهند شد، بنابراین در این شکل در محدوده‌ی سبز رنگ قرار خواهند گرفت. نور ماوراء بنفش توانایی از بین بردن ژنوم (دی.ان.اِ/آر.ان.اِ) ویروس‌ها، باکتری‌ها و قارچ‌ها از جمله کرونا‌ویروس‌ها را دارد. ضدعفونی‌کننده‌های استاندارد می‌توانند SARS-C0V-2 را از بین ببرند اما جهت محافظت بیشتر و یا محافظت در برابر خطاهای احتمالی در فرآیند ضدعفونی دستی، از نور ماوراء بنفش پس از اتمام روند ضدعفونی شیمیایی می‌توان برای ضدعفونی‌کردن آب استخر استفاده کرد (۶).

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1399.13.2.4.6]

طبق پیشنهاد WHO در استخرهای شنا در pH<8 با غلظت کلر باقیمانده ≥0.5 mg/L و زمان تماس ۳۰ دقیقه شرایط برای از بین بردن ویروس‌هایی با غشاء لیپیدی مناسب خواهد بود (۱). این میزان طبق پیشنهادات استاندارد ۱۱۲۰۳ ایران، تحت عنوان استخرهای شنا -الزامات عمومی، غلظت کلر آزاد ppm ۳-۱ و pH: 7.2-7.8 است (۷).



شکل ۴- میزان اثربخشی کلر و UV در غیرفعال‌سازی ویروس های مختلف (۶).

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1399.13.2.4.6]

اثرپذیری عوامل بیماری‌زا در مقابل کلرزنی

بسیاری از عوامل بیماری‌زا که عامل ایجاد اسهال در انسان‌ها هستند توسط کلرزنی از بین خواهند رفت.

جداول ۲، ۳ و ۴ میزان اثرگذاری کلر در غیرفعال‌کردن عوامل بیماری‌زا مانند باکتری‌ها، ویروس‌ها و پروتوزواها را نشان می‌دهد. فاکتور Ct که برای مقایسه اثرگذاری کلر در مقابل عوامل بیماری‌زای مختلف استفاده می‌شود، طبق تعریف زیر محاسبه خواهد شد (۸).

Ct: غلظت کلر بر حسب ppm

غلظت کلر لازم جهت غیرفعال‌سازی درصد قابل‌توجهی از عوامل بیماری‌زا در مدت زمانی که عامل بیماری‌زا در معرض کلر بر حسب دقیقه قرار می‌گیرد را Ct می‌گویند. در واقع هر چه عامل Ct عدد بالاتری داشته باشد نشان‌دهنده مقاومت بیشتر عامل بیماری‌زا در مقابل کلر بوده و هر چه Ct عدد پایین‌تری داشته باشد در واقع عامل بیماری‌زا نسبت به کلر مقاومت کمتری خواهد داشت. Ct محاسبه‌شده در جداول، از بررسی مقالات مختلف به دست آمده است.

همچنین علاوه‌بر نوع عامل بیماری‌زا، pH و دمای آب نیز بر قدرت اثرگذاری کلر موثر است. گندزدایی موثر، بیشتر در دمای بالا و pH پایین اتفاق خواهد افتاد. تجمع پاتوژن‌ها و کدورت آب بر میزان اثرگذاری کلر موثر خواهد بود. نتایج زیر در آبی با کدورت کمتر از یک به دست آمده است. در آب‌هایی با کدورت بالا با دو برابر کردن مقدار کلر می‌توان به کیفیت لازم دست یافت. بالاترین مقدار Ct با اضافه کردن ۹/۱ میلی‌گرم بر لیتر سدیم هیپوکلریت (کمترین مقدار دز کلر پیشنهادی در صورت وجود سیستم با کارایی درست و بدون کدورت) در مدت زمان ۳۰ دقیقه تماس با پاتوژن به دست خواهد آمد که در واقع مقدار ۵۶ mg.min/L خواهد بود. در صورت کدورت آب، مقدار سدیم هیپوکلریت به دو برابر افزایش پیدا کرده و به مقدار ۸/۳ میلی گرم بر لیتر خواهد رسید، که در نهایت Ct به دست آمده ۱۱۲ mg.min/L خواهد بود (۸).

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1399.13.2.4.6]

جدول ۲- میزان اثرگذاری کلر در غیرفعال‌کردن عوامل بیماری‌زای باکتریایی (۸).

غیرفعال‌سازی باکتری										
عامل بیماری‌زا	برگرفته از دستورالعمل‌های WHO در مورد کیفیت آب آشامیدنی				غلظت کلر (mg/L)	مدت زمان قرار گرفتن در معرض کل(min)	Ct	درصد غیرفعال‌سازی	متغیرهای موثر بر Ct	
	اهمیت سلامتی	ماندگاری در منابع آب	مقاومت در برابر کلر	قدرت نسبی عفونت‌زایی					دما (ºC)	pH
Burkholderia pseudomallei	Low	May multiply	Low	Low	1.0	60	60	99%	22.0-25.0	6.25 7.0
Campylobacter jejuni	High	Moderate	Low	Moderate	0.1	5	0.5	99-99.9%	25.0	8.0
Escherichia coli	High	Moderate	Low	Low	0.5	<0.5	<0.25	99.99%	23.0	7.0
E. coli (entero-hemhorrhagic)	High	Moderate	Low	High	0.5	<0.5	<0.25	99.98-99.99%	23.0	7.0
Salmonella typhi	High	Moderate	Low	Low	0.05	20	1	99.2%	20-25	7.0
Shigella dysenteriae	High	Short	Low	Moderate	0.05	<1	<0.05	99.9%	20-25	7.0
Shigella sonnei	–	–	–	–	0.5	1	0.5	99%	25.0	7.0
Vibrio cholerae (smooth strain)	High	Short	Low	Low	0.5	<1	<0.5	100%	20.0	7.0
Vibrio cholerae (rugose strain)	High	Short	Low	Low	2.0	20	40	99.99%	20.0	7.0
Yersinia enterocolitica	High	Long	Low	Low	1.0	>30	>30	82-92%	20.0	7.0

جدول ۳- میزان اثرگذاری کلر در غیرفعال‌کردن عوامل بیماری‌زای ویروسی (۸).

غیرفعال‌سازی ویروس‌ها										
عامل بیماری‌زا	برگرفته از دستورالعمل‌های WHO در مورد کیفیت آب آشامیدنی				غلظت کلر (mg/L)	مدت زمان قرار گرفتن در معرض کلر (min)	Ct	درصد غیرفعال‌سازی	متغیرهای موثر بر Ct	
	اهمیت سلامتی	ماندگاری در منابع آب	مقاومت در برابر کلر	قدرت نسبی عفونت‌زایی					دما (ºC)	pH
Enteroviruses										
Coxsackie A	High	Long	Moderate	High	0.46-0.49	0.3	0.14-0.15	99%	5.0	6.0
Coxsackie B	High	Long	Moderate	High	0.48-0.50	4.5	2.16-2.25	99%	5.0	7.81-7.82
Echovirus	High	Long	Moderate	High	0.48-0.52	1.8	0.86-0.94	99%	5.0	7.79-7.83
Hepatitis A	High	Long	Moderate	High	0.41	<1	<0.41	99.99%	25.0	8.0
Poliovirus	High	Long	Moderate	High	0.5	12.72	6.36	99.99%	5.0	6.0
Adenoviruses	High	Long	Moderate	High	0.17	4.41	0.75	99.99%	5.0	7.0
Noroviruses	High	Long	Moderate	High	1.0	0.07	0.07	99.99%	5.0	7.0
Rotavirus	High	Long	Moderate	High	0.20	0.25	0.05	99.99%	4.0	7.0

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1399.13.2.4.6]

جدول ۴- میزان اثرگذاری کلر در غیرفعال‌کردن عوامل بیماری‌زای پروتوزوا (۸).

غیرفعال‌سازی پروتوزوا										
عامل بیماری‌زا	برگرفته از دستورالعمل‌های WHO در مورد کیفیت آب آشامیدنی				غلظت کلر (mg/L)	مدت زمان قرار گرفتن در معرض کلر(min)	Ct	درصد غیرفعال‌سازی	متغیر های موثر بر Ct	
	اهمیت سلامتی	ماندگاری در منابع آب	مقاومت در برابر کلر	قدرت نسبی عفونت زایی					دما (ºC)	pH
Entamoeba histolytica	High	Moderate	High	High	2.0	10	20	99%	27-30	7
Giardia intestinalis	High	Moderate	High	High	1.5	10	15	99.9%	25.0	7.0
Toxoplasma gondii	High	Moderate	High	High	100	1440	>144.000*	–	22.0	7.2
Cryptosporidium parvum	High	Long	High	High	80	90	15.300*	99.9%	25.0	7.5

اثر ازون بر روی ویروس

ازون یک مولکول ناپایدار است و با تبدیل‌شدن به اکسیژن واکنش‌پذیر و ازونیدها محیط سمی برای ویروس‌ها ایجاد کرده و با مختل‌کردن اتصال غشا ویروس‌ها با سلول‌های میزبان از تکثیر آن جلوگیری می‌کند (۹).

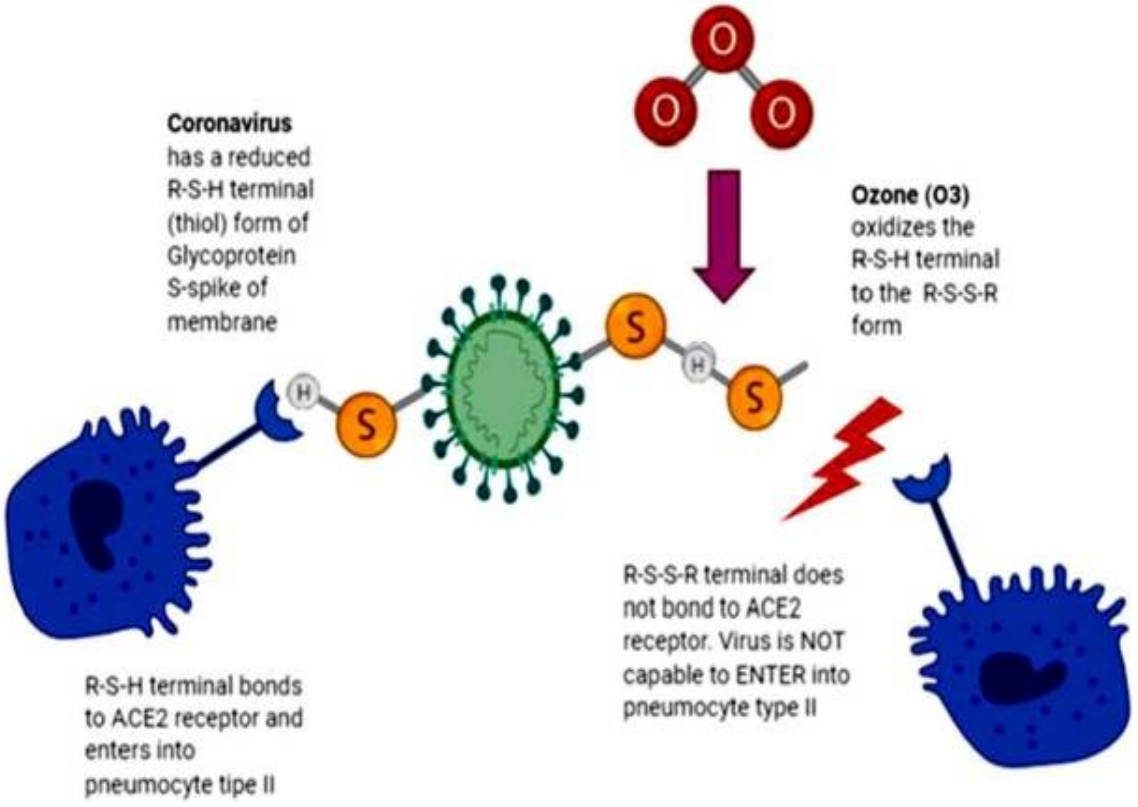
مکانیزم ازون در از بین‌بردن ویروس‌ها

ازون با مختل‌کردن عملکرد پروتئین‌های ویروسی، لیپوپروتئین‌ها، لیپیدها،گلیکوپروتئین‌ها و با شرکت‌کردن در واکنش‌های اکسیداسیون-احیا آنها را مستعد اکسیداسیون می‌کند. ویروس کرونا در ساختار میخچه‌ها و پوشش خود دارای ساختار سیستئین است. این دنباله‌ها از گروهای سولفیدریل به نام گروه تیول (R-SH) ساخته شده است. این گروه عاملی در حالت احیا باعث اتصال ویروس به سلول‌های میزبان می‌شود. ازون با اثر بر روی این گروه، باعث اکسیدشدن سولفیدریل به اسید سولفونیک شده (R-SO3-H) و با اثرگذاری بر روی این گروه سیستئینی باعث کاهش رشد ویروس به میزان دو برابر نسبت به حالت عادی می‌شود. علاوه‌بر این، ازون می‌تواند اسیدهای آمینه تریپتوفان موجود در میخچه‌های پروتئینی سطح ویروس را

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1399.13.2.4.6]

تخریب کند و با تغییر دادن ساختار غشا و ژنوم ویروس‌ها اثر بیماری‌زایی ویروس را از بین ببرد. این ویروس ضعیف‌شده باعث تحریک پاسخ ایمونولوژیکی منحصر به فرد در بدن میزبان شده که خود مانند یک واکسن عمل می‌کند (۹).



شکل ۵- مکانیسم اثر ازون در جلوگیری از اتصال ویروس کرونا به گیرنده‌های سلول میزبان (۹).

ضدعفونی مکرر سطوح

در صورتی‌که ضدعفونی منظم انجام نشود ویروس عامل COVID-19 می‌تواند در سطوح خارج از آب استخر برای روزها زنده بماند. ممکن است مراجعان با لمس سطوح آلوده و سپس لمس دهان، بینی یا چشم خود آلوده شوند و این شرایط یکی از بزرگترین نگرانی‌ها در مورد انتقال COVID-19 در استخر و امکانات استخرخواهد بود. تاسیسات و تجهیزاتی که در زیر بیان شده، جزء سطوحی هستند که دائماً در معرض تماس بوده و باید مکرر ضدعفونی شود.

- دستگیره / دستگیره درب (در سالن و

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1399.13.2.4.6]

همچنین در ورودی ساختمان)

- نرده پله و نردبان استخر
- میزها، صندلی‌ها و نیمکت‌ها
- کلیدهای روشنایی، ورودی‌های بدون کلید، قفل‌ها
- مکان‌های تعویض کودک
- آبخوری‌ها
- دستگاه فروش خودکار
- تلفن‌ها
- سیستم‌های کنترل خاموش‌کننده اضطراری (به‌طور معمول در اسپاها یافت می‌شود)
- سینک‌های ظرفشویی، شیرآلات توالت، تجهیزات مربوط به دستمال کاغذی و شوینده‌های بهداشتی، فلاش تانک‌ها و درها
- تمامی سیستم‌های در ارتباط با جت‌ها و سیستم‌های درمانی در اسپاها و استخرها (۴).

تمامی ضدعفونی‌کننده‌ها زمانی باید مورد استفاده قرار گیرند که تمامی سطوح از هر گونه ناخالصی، خاک و غیره طبق دستورالعمل‌های محصول مورد نظر پاک شوند. این کار با هدف عملکرد بهتر ضدعفونی‌کننده‌ها در از بین بردن ویروس‌ها انجام می‌شود. جهت تهیه یک ضدعفونی و سفیدکننده خانگی می‌توان از رقیق‌کننده و مخلوط‌کردن یک سوم فنجان سدیم هیپو کلریت در یک گالن آب، محلول تقریباً ۶٪ هیپوکلریت سدیم فعال به دست آورد. کلر مایع استفاده‌شده در استخرهای شنا معمولا غلیظ‌تر هستند (سدیم هیپوکلریت ۱۲٪)، که می‌توان با رقیق و مخلوط کردن یک سوم فنجان در ۲ گالن آب محلول مورد نظر را به دست آورد. این محلول‌ها باید برای استفاده روزانه تهیه شده و در پایان هر روز دور ریخته شوند. استفاده از محلولی غلیظ‌تر از دستور موردنظر غیرضروری و غیر ایمن خواهد بود. همچنین نمی‌توان از آب استخرهای کلر زده شده به‌عنوان یک محلول ضدعفونی استفاده کرد. در زمان تهیه محلول‌های ضدعفونی‌کننده استفاده از دستکش، عینک و سپرهای محافظتی صورت ضروری خواهد بود. همچنین بسته به نوع ماده‌ی ضدعفونی‌کننده مورد استفاده بهتر است جهت ضدعفونی فضای استخر کسی در محوطه حضور نداشته باشد. لازم به ذکر است تجهیزات و وسایل در

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1399.13.2.4.6]

استخرهای شنا از قبیل صندلی‌ها، شناورها و غیره باید ضدعفونی شود. اگر ضدعفونی‌کردن برخی موارد مانند صندلی‌ها بین زمان استفاده شناگران (چه به دلیل محدودیت زمانی و یا محدودیت تعداد کارمندان و چه به دلیل اینکه برخی تجهیزات با توجه به نوع جنس آنها نمی‌توانند ضدعفونی شوند) امکان‌پذیر نیست، توصیه می‌شود در چنین مواردی از آنها استفاده نکنید. توپ‌ها و هر گونه اسباب‌بازی‌هایی که معمولاً برای بازی‌های عمومی مورد استفاده قرار می‌گیرد باید از دسترس خارج شود (۴).

فاصله‌گذاری اجتماعی و کاهش شناگران تا ۵۰٪ حد معمول

ویروس COVID-19 می‌تواند از طریق قطرات تنفسی و در هنگام عطسه یا سرفه از شخصی به شخص دیگر انتقال یابد، بنابراین مالکین استخرها باید شرایطی را جهت تشویق شناگران به رعایت فاصله اجتماعی فراهم کنند. با توجه به اهمیت وظیفه پرسنل غریق نجات در حفظ جان شناگران، تحت هیچ شرایطی نباید از آنها جهت رعایت قوانین و الزامات فاصله‌گذاری اجتماعی استفاده کرد (۴). محاسبه تعداد افراد قابل قبول برای حضور در یک استخر توسط تعداد شناگرانی که مجاز هستند همزمان در استخر یا محوطه مکان‌های آبی حضور داشته باشند، اندازه‌گیری می‌شود (در مورد فضای‌های رو باز تا جایی‌که حفاظ کشیده شده و در فضاهای سرپوشیده، فضای سالن مدنظر است). این مقدار هم برای شناگران و هم افراد حاضر در محوطه دور استخر محاسبه می‌شود. مقادیر قابل قبول توسط اطلاعات جدول ۵ محاسبه می‌شود (۴).

جدول ۵- A+B+C برابر بیشترین تعداد شناگران در استخر است. در صورت بسته‌بودن قسمت شیرجه اضافه‌کردن ۱۰ شناگر مجاز خواهد بود (۴).

قسمت شیرجه (هر تخته پرش) منطقه C	قسمت عمیق منطقه B	قسمت کم عمق منطقه A	
به ازای هر شناگر $27/9m^2$ از مساحت استخر	به ازای هر شناگر $1/8m^2$ از مساحت استخر	به ازای هر شناگر $1/4m^2$ از مساحت استخر	اگر عرصه استخر کوچکتر از مساحت استخر باشد

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1399.13.2.4.6]

به ازای هر شناگر $27/9m^2$ از مساحت استخر	به ازای هر شناگر $1/4m^2$ از مساحت استخر	به ازای هر شناگر $1/1m^2$ از مساحت استخر	اگر عرصه استخر برابر یا بزرگتر از مساحت استخر باشد
به ازای هر شناگر $27/9m^2$ از مساحت استخر	به ازای هر شناگر $0/9m^2$ از مساحت استخر	به ازای هر شناگر $0/7m^2$ از مساحت استخر	اگر عرصه استخر دوبرابر مساحت استخر باشد

عرصه: به معنای محوطه سنگ‌فرش‌شده در اطراف حوضچه استخر است که به‌طور خاص برای استفاده شناگران ساخته شده است.

مدیران استخرها می‌توانند اقدامات پیشنهادی زیر را در جهت کاهش ۵۰٪ تعداد شناگران استخر و رعایت فاصله اجتماعی به کار گیرند.

- دسترسی به تجهیزات مانند درها و صندلی‌ها و غیره توسط مدیریت کنترل شود.
- تعداد کل صندلی‌ها باید به نصف تعداد معمول کاهش یافته و از ۵۰ ٪ حد معمول بیشتر نشود.
- صندلی‌ها، میزها و غیره می‌توانند حذف شده یا با فاصله مناسب قرار داده شوند.
- صندلی‌ها بین سانس‌ها خارج شده و ضدعفونی شوند.
- اتخاذ روش‌هایی که می‌تواند مدت زمان دسترسی افراد به تجهیزات و امکانات را محدود کند. به‌طور مثال استفاده از سانس های یک ساعت و نیم تا دو ساعته برای شناگران (۴).

پوشش صورت

کارمندان تاسیسات در هنگام حضور در استخر و یا در مکان‌هایی که شناگران حضور دارند ملزم به استفاده از پوشش صورت هستند. همچنین طبق پیشنهاد مرکز کنترل و پیشگیری از بیماری‌ها (CDC) و به منظور جلوگیری از انتشار قطرات تنفسی افراد آلوده که علائمی از بیماری ندارند می‌توان سایر افراد از جمله نجات غریق‌ها، نظافتچی‌ها و شناگران را در صورتی‌که در استخر نیستد تشویق به استفاده از این پوشش‌ها کرد. با توجه به اهمیت وظیفه پرسنل نجات غریق، تحت هیچ شرایطی نباید از آنها درجهت کنترل شناگران در استفاده از پوشش محافظتی صورت استفاده کرد. شنا با ماسک و هرگونه پوشش صورت خطرآفرین بوده و باید ممنوع اعلام شود (۴).

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1399.13.2.4.6]

علائم و اخطارها

علائم و اخطارهایی می‌تواند در محوطه استخر استفاده شود تا به شناگران رعایت اصول بهداشتی را یادآوری کند.

هشدارهای مربوط به COVID-19 که می‌تواند به‌صورت علائم، برگه‌ها و با تذکرهای کلامی باشد شامل موارد زیر خواهد بود.

- اگر مبتلا به سرفه، تب یا سایر علائم بیماری هستید، وارد این مرکز نشوید.
- رعایت فاصله حدودا ۲ متر بین شما و سایر افراد الزامی است.
- استفاده از ماسک و یا پوشش صورت در صورتی‌که در آب شنا نمی‌کنید، الزامی است.
- هرگز هنگام شنا کردن از پوشش صورت یا ماسک استفاده نکنید و به کودکان اجازه این کار را ندهید.
- هرگز هنگامی که از پوشش صورت استفاده می‌کنید، شیرجه نزنید.
- در صورت ورود به مکان‌های آبی به هر حال خطر ابتلا به COVID-19 وجود خواهد داشت.
- هر فرد مسئول شستن دست‌ها و هرگونه تجهیزاتی را که با خود به استخر می‌آورد، است (۴).

نتیجه‌گیری

برای استخر معمولی با سیستم تصفیه و گندزدایی مناسب، کیفیت آب با سطح کلر آزاد ۰/۵-۱ میلی‌گرم در لیتر (۱-۳ میلی‌گرم بر لیتر طبق استاندارد ۱۱۲۰۳ ایران (۷)) در کل استخر فراهم خواهد شد. این به این معنا خواهد بود که با وجود غلظت کلر آزاد در آب، نه تنها گندزدایی صورت خواهد گرفت، بلکه این سیستم پتانسیل لازم جهت مقابله با هر نوع ویروس یا میکروارگانیسمی که ممکن است وارد آب شود را خواهد داشت (۱۰).

* داشتن سیستم تصفیه مناسب و اتوماتیک در سهولت و دقت انجام پروسه تصفیه ایمن‌تر است در غیر این صورت شخص ناظر برعملکرد سیستم، مسئول خواهد بود.

* اندازه‌گیری معمول فاکتورهای اصلی در استخر pH و کلر باقی‌مانده (DPD-1) به

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1399.13.2.4.6]

صورت دستی یا اتوماتیک ضروری خواهد بود (۱۰).

در استخرهای مسکونی و استخرهای نیمه عمومی با استفاده از دوزمناسب قرص های کلر جامد و یا محصولات شیمیایی مانند کلر مایع، مقدار مناسب و لازم کلر آزاد در آب فراهم خواهد شد. توصیه می‌شود اینکار به‌صورت اتوماتیک و با تواتر منظم انجام شود. جایگزین خوب دیگر، استفاده از دستگاه‌های کلرزنی است که کلر آزاد فعال را از نمک محلول در آب استخر تولید می‌کند. برای تقویت عامل ضدعفونی‌کننده و محافظت در برابر خطاهای احتمالی در فرآیند ضدعفونی دستی، می‌توان از نور ماوراء بنفش (UV) برای ضدعفونی کردن آب استخر (به صورت ترکیبی با دوز کلر یا نمک کلر) استفاده کرد. در استخرهای نیمه عمومی که شناگران بیشتری نسبت به استخرهای مسکونی دارد بهتر است از سیستم تصفیه و گندزدایی اتوماتیک استفاده شود که فاکتورهای مهم به صورت آنلاین گزارش شوند (۱۰).

در استخرهای عمومی، جهت بالابردن کنترل و ایمنی بیشتر توصیه می‌شود مراحل ۱) اندازه‌گیری و تنظیم pH، ۲) ضدعفونی و ۳) اندازه‌گیری مداوم فاکتورها به‌صورت اتوماتیک انجام شود.

۱- جهت اثربخشی مواد ضدعفونی‌کننده pH بین مقدار ۲/۷-۶/۷ تنظیم و ثابت نگه داشته شود.

۲- جهت تقویت اثر ضدعفونی‌کننده‌ها استفاده از سیستم UV همراه با کلر بسیار توصیه می‌شود.

۳- اندازه‌گیری مداوم و تنظیم اتوماتیک مقادیر pH و کلر دراستخرهای عمومی بسیار توصیه شده و ارائه گزارش کاملی از این مقادیر به شناگران جهت آگاهی از کیفیت آب بسیار موثر خواهد بود.

همانطوری‌که در زندگی روزمره رعایت بهداشت شخصی توصیه می‌شود، در این شرایط نیز به شناگران توصیه می‌شود قبل از لمس سطوحی مانند نیمکت‌ها، درها، اتاق‌های تعویض لباس و غیره حتماً دست‌های خود را بشویند یا قبل از ورود به استخر با استفاده از ضدعفونی‌کننده‌های مناسب، دست‌های خود را ضدعفونی کنند. حتما قبل و بعد از شنا دوش بگیرند. همچنین جهت از بین بردن همه ویروس‌ها

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1399.13.2.4.6]

و باکتری‌ها لباس و حوله حمام را بشویند. همچنین توصیه می‌شود علاوه‌بر آب استخر، محوطه اطراف استخر مانند تجهیزات، دوش‌ها، نردبان‌ها و غیره با محصولات مخصوص ضدعفونی شوند.

فهرست منابع References

1. WEF. (2020). The water professional's guide to the 2019 novel coronavirus. Work for Water. https://www.wef.org/news-hub/wef-news/the-water-professionals-guide-to-the-2019-novel-coronavirus/.

2. Low R. (2020). Select effective disinfectants for use against the coronavirus that Causes COVID-19. Infection Control Today. https://www.infectioncontroltoday.com/environmental-services/select-effective- disinfectants- use-against-novel-virus-covid-19.

3. WHO. (2017). Guidelines for drinking-water quality. Fourth Edition, incorporating the first addendum. ISBN 978-92-4-154995-0. World Health Organization. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/254637/9789241549950-eng.pdf;jsessionid=183F987D7DB2996F6F65F008DB2E8484?sequence=1.

4. Indiana department of health. (2020). COVID-19 response recommendations for pool and aquatic facilities. Indiana State Department of Health. https://backontrack.in.gov/files/BackOnTrack-IN_BackOnTrack-IN_Guidelines-PoolsAquaticFacilities.pdf.

5. WHO. (2020). Water, sanitation, hygiene and waste management for the COVID-19 virus Interim guidance. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331499/WHO-2019-nCoV-IPC_WASH-2020.2-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

6. EPA. (2011). Water treatment manual disinfection. Environmental Protection Agency. https://www.epa.ie/pubs/advice/drinkingwater/disinfection2_web.pdf.

7. ISIRI (2008). Swimming pools- General requirements (11203). Institute of Standards and Industrial Research of Iran. ICS: 97.220.10. http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=8773.

8. CDC. (2012). Effect of chlorination on inactivating selected pathogen. Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/safewater/effectiveness-on-pathogens.html.

9. Nagashri Manjunath S., Sakar M., Katapadi M. and Geetha Balakrishna R. (2021). Recent case studies on the use of ozone to combat coronavirus: Problems and perspectives. Environmental Technology and Innovation. 101313. doi: 10.1016/j.eti.2020.101313.

10. Mentel R., Shirrmakher R., Kevich A., Dreĭzin R.S. and Shmidt I. (1977). Virus inactivation by hydrogen peroxide. (6): 731-33. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/203115.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1399.13.2.4.6]

Evaluation of Health and Control of Swimming Pool Water against SARS-CoV-2 Corona Virus (COVID-19)

Behnaz Askarhalvaie[1*], Bijan Omidi[2], Mohammad Reza Ajouri[2]
1- BSc., Azmoon Salamat ASA, Tehran, Iran.
2- PhD., Azmoon Salamat ASA, Tehran, Iran.
b.asgary@yahoo.com

Abstract

The SARS-CoV-2 viral infection pandemic has altered health and disinfection protocols in many public places. Swimming pools are one of the most dangerous places for COVID-19 outbreaks. This article examines the mechanism and rate of transmission of the SARS-CoV-2 virus and its resistance to treatment systems to purify swimming pool water by chlorine and UV. This review is based on reports and protocols from organizations and centers such as the World Health Organization (WHO) and the US Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Studies show that free chlorine with a concentration of 1-3 ppm along with the implementation of a well-written program for the treatment system with proper operation will inactivate and remove the COVID-19 virus from the pool water. In addition, maintaining social distance and reducing the number of swimmers by 50% of the usual number can significantly reduce the risk of person-to-person transmission.

Keywords: Covid-19, Swimming Pool, Disinfection, Treatment, Chlorination.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1399.13.2.4.6]