Evaluating the disinfection power of chlorine dioxide solution in certain concentrations on spore- forming and non-spore- forming bacteria

Nima Rostami[1], Vahid Tanhaei[2], Zeynab Gholami[3]

1. Young Researchers and Elite Club, Marand Branch, Islamic Azad University, Marand, Iran
2. Department of biology, Faculty of Basic Sciences, Urmia University, Urmia, Iran
3. Tabriz University of Medical Sciences, Faculty of Medicine, Department of Hematology

Abstract

Aim and Background: The Following outbreak of the corona virus pandemic on December 12, 2019 and the declaration of a state of emergency by the World Health Organization, all researchers and researchers focused on dealing with this virus. opinion to scientists, one of the solutions to deal with the spread of the corona virus was to cut off the chain of transmission through disinfection and disinfection of high-traffic places such as airports, passenger terminals, subway stations with chemicals. Therefore, the World Health Organization presented the disinfection of high-traffic places and urban gathering points in its guidelines. The purpose of this research project is to study the disinfection power of chlorine dioxide solution in the concentrations provided by the manufacturer on spore-bearing and non-spore-bearing bacteria in order to introduce a safe and efficient disinfectant to be used against the corona virus.

Materials and Methods: In this study, which is descriptive, the disinfection power of chlorine dioxide solution on *Escherichia* coli *and Klebsiella pneumoniae bacteria* at concentrations of 1.100, 1.400, 1.800 and 1.1000 in 10 and 20 and 30 minutes were studied in three culture mediums: Blood agar, MHA and EMB. Also, the disinfecting power of the mentioned solution on *Bacillus subtilis spore bacteria* in concentrations of 1.400, 1.500, 1.600 and 1.700 for a period of 30 minutes and in tryptic broth medium was investigated. The results were analyzed by SPSS version 21 software.

Results: Based on the results, the chlorine dioxide solution in all the desired dilutions destroys *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* bacteria in 20 minutes. Also, chlorine dioxide only at a dilution of 1.400 and a duration of 30 minutes caused the destruction *of Bacillus subtilis* spore bacterium.

Conclusion: In this study, vital information was provided in the field of effective disinfection strategy of chlorine dioxide against spore-forming and non-spore-forming bacteria with different dilutions, which can be used in different dimensions for disinfection of high-traffic urban areas.

Key words: Chlorine Dioxide, spore- forming bacteria , non-spore- forming bacteria , disinfection Covid-19,Iau Science.

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-02-22]

Corresponding author:
Young Researchers and Elite Club, Marand Branch, Islamic Azad University, Marand, Iran
Email: lueipastor3003@gmail.com

ارزیابی قدرت ضدعفونی‌کنندگی محلول دی اکسیدکلر در غلظت‌های معین بر باکتری‌های اسپورزا و غیراسپورزا

نیما رستمی[1*]، وحید تنهایی مرند[2]، زینب غلامی[3]

۱. باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مرند، مرند، ایران
۲. گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، واحد ارومیه، دانشگاه آزاد اسلامی، ارومیه، ایران
۳. دانشگاه علوم پزشکی، دانشکده پیراپزشکی، تبریز، ایران

چکیده

سابقه و هدف: به دنبال وقوع پاندمی کرونا ویروس در ۱۲ دسامبر سال ۲۰۱۹ میلادی و اعلام وضعیت اضطراری توسط سازمان بهداشت جهانی، همه تمرکز پژوهشگران و محققان برای مقابله با این ویروس معطوف گردید. به عقیده دانشمندان یکی از راهکارهای مقابله با انتشار ویروس کرونا، قطع زنجیره انتقال از طریق گندزدایی و ضدعفونی اماکن پرتردد همچون فرودگاه‌ها، پایانه‌های مسافربری، ایستگاه مترو با مواد شیمیایی بود. لذا سازمان بهداشت جهانی، گندزدایی اماکن پرترد و نقاط تجمع شهری را در خط‌مشی خود ارائه نمود. هدف ما از اجرای این طرح تحقیقاتی مطالعه قدرت گندزدایی محلول دی اکسیدکلر در غلظت‌های ارائه شده توسط شرکت سازنده بر روی باکتری‌های اسپوردار و فاقد اسپور به منظور معرفی یک ماده گندزدای ایمن و کارآمد برای استفاده بر علیه ویروس کرونا می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه که از نوع توصیفی می‌باشد قدرت گندزدایی محلول دی اکسید کلر بر روی باکتری‌های اشرشیاکلی و کلبسیلا پنومونیه در غلظت های ۱/۱۰۰، ۱/۴۰۰، ۱/۵۰۰، ۱/۶۰۰ ، ۱/۷۰۰ ، ۱/۸۰۰ ، ۱/۹۰۰ و ۱/۱۰۰۰ در مدت زمان‌های ۱۰ ، ۲۰ و ۳۰ دقیقه در سه محیط کشت بلادآگار، مولرهینتون آگار و ائوزین متیلن بلو آگار مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. همچنین، قدرت ضدعفونی کنندگی محلول مذکور بر روی باکتری اسپورزای Bacillus subtilis در غلظت‌های ۱/۴۰۰، ۱/۵۰۰، ۱/۶۰۰ و ۱/۷۰۰ در مدت زمان ۳۰ دقیقه و در محیط کشت تریپتیک سوی براث بررسی گردید. نتایج حاصل توسط نرم افزار spss نسخه ۲۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: بر اساس نتایج حاصل، محلول دی اکسیدکلر در تمام رقت‌های مورد نظر در مدت زمان ۲۰ دقیقه موجب نابودی باکتری‌های **اشرشیاکلی** و **کلبسیلاپنومونیه** می‌شود. همچنین، دی اکسیدکلر فقط در رقت ۱/۴۰۰ و مدت زمان ۳۰ دقیقه موجب نابودی باکتری اسپورزای **باسیلوس سوبتیلیس** گردید.

نتیجه‌گیری: خاصیت گندزدایی محلول دی اکسیدکلر در غلظت‌های مورد مطالعه در مقایسه با محلول‌های مشابه در نابودسازی باکتری‌های اسپورزا و غیراسپور بسیار موثرتر بوده و محدودیت های استفاده از محلول‌هایی مانند پراکسیدهیدروژن، هیپوکلریت سدیم، هیپوکلریت کلسیم و سایر گندزداهای رایج را نیز ندارد. در این مطالعه اطلاعات حیاتی در زمینه استراتژی ضدعفونی موثر دی اکسید کلر در برابر باکتری‌های اسپورزا و فاقد اسپور با رقت‌های مختلف فراهم گردید که می‌تواند در ابعاد مختلف جهت گندزدایی اماکن پرتردد شهری به کار برده شود.

واژگان کلیدی: دی اکسیدکلر، باکتری‌های اسپورزا، باکتری‌های غیراسپورزا، قدرت ضدعفونی کنندگی، کووید -۱۹، Iau. Science

مقدمه

دی اکسید کلر (ClO_2) یک اکسیدانت قدرتمند با طیف گسترده‌ای از فعالیت میکروبی است. بنابراین به عنوان یک ضدعفونی کننده در صنایع غذایی کاربرد قابل توجهی پیدا کرده است. در ضدعفونی آب آشامیدنی و فاضلاب، ثابت شده است که یک فناوری جایگزین عالی برای کلرینگ معمولی در

نویسنده مسئول:
باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مرند، مرند، ایران
پست الکترونیکی: lueipastor3003@gmail.com
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۱۰

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-02-22]

برابر تهدیدات عوامل بیماری زا و عفونی بالقوه ناشی از آب مانند باکتری‌ها، ویروس‌ها و تک یاخته‌ها است (۲). همچنین علاوه بر کاربردهای منظم این ماده به عنوان ضدعفونی کننده در تصفیه آب، مطالعات اخیر پتانسیل‌های امیدوارکننده‌ای را برای اکسیداسیون و از بین بردن باقیمانده های دارویی مانند دیکلوفناک، تتراسایکلین‌ها و سولفامتوکسازول در فاضلاب‌ها نشان می‌دهد (۲). دی‌اکسید کلر یا کلرین دی اکساید Chlorine dioxide یک ترکیب شیمیایی با فرمول مولکولی ClO_2، جرم مولکولی 6745 gmol-1 و چگالی 1,64 g/cm^3 می‌باشد. دمای ذوب این ماده شیمیایی ۵۹- درجه سلسیوس و دمای جوش آن ۱۱ درجه سلسیوس می باشد. دی اکسیدکلر بشدت ناپایدار بوده و می‌بایست به دور از نور مستقیم آفتاب نگهداری شود. شکل ظاهری این ماده به صورت گاز قرمز و زرد است که با افزایش غلظت پررنگ تر می‌شود (۵). این ترکیب بسیاری از خواص مشابه ازون را دارا می‌باشد و بعد از ازون قوی ترین گندزدا و اکسید کننده مورد استفاده می‌باشد و از آنجایی‌که به صورت گاز است به راحتی نفوذ کرده و عوامل میکروبی و پاتوژن‌ها را با اکسیداسیون انتخابی غیرفعال می‌کند(۳و۱). این ماده در محدوده وسیعی از pH عمل می‌کند و در آب کاملا محلول بوده و حلالیت آن تابع فشار و دما می‌باشد.

دی اکسیدکلر اکسید کننده قوی است که طی واکنش شیمیایی با برداشتن الکترون‌های اطراف غشاء سلولی سبب افزایش نفوذپذیری غشای بیرونی و سیتوپلاسمی سلول‌ها شده و متعاقب آن منجر به نشر مواد هسته‌ای داخل سلول می‌شود. با برداشت الکترون‌ها دیواره عوامل میکروبی سست و از هم گسیخته می‌شوند و پروتئین‌های موجود در ساختار آن‌ها تغییر یافته و در نهایت سبب از دست دادن فعالیت سلولی و لیز یا مرگ عوامل میکروبی می‌شود(۴). نابودی همزمان پروتئین‌ها در غشا سلولی سبب مهار جهش میکروارگانیسم ها به فرم‌های مقاومت یافته می‌شود. کشف کلرین دی اکساید معمولاً به سرهامفری دیوی، شیمیدان معروف انگلیسی، که در سال ۱۸۱۴ میلادی نتایج مربوط به واکنش میان کلرات پتاسیم و اسید سولفریک را گزارش نموده نسبت داده می‌شود(۳). اولین کاربرد موفقیت‌آمیز کلرین دی اکساید برای کنترل بو و طعم آب آشامیدنی در شهر نیاگارا در سال ۱۹۴۴ منجر به کاربرد آن در بسیاری از تأسیسات مشابه گردید (۱۰).

در این راستا طراحی و بهره برداری از سیستم کارآمد موثر ضدعفونی دی اکسیدکلر برای گندزدایی سیستم آب آشامیدنی یا فاضلاب و ایجاد شرایط عملیاتی مناسب برای غیرفعال سازی میکروارگانیسم‌های هدف صورت پذیرفته است. به خوبی مشخص شده است که حساسیت ذاتی ارگانیسم‌ها به ضدعفونی کننده‌ها بسیار متفاوت است و بنابراین تعیین شرایط عملیاتی بهینه یک ماده ضد عفونی کننده تا حدی به ساختار ارگانیسم هدف بستگی دارد (۹). کمبود شدید الکل در روزهای نخست پاندمی کرونا از یکسو و افزایش تقاضا برای استفاده از مواد شیمیایی جایگزین به منظور مقابله با ویروس از سوی دیگر موجب بروز مشکلات عدیده‌ای برای مردم گردید. لذا سازمان بین المللی هوانوردی (ICAO)[1] به منظور گندزدایی و ضدعفونی کردن فضای داخل هواپیماها، اقدام به انتشار اسامی برخی از مواد شیمیایی گندزدا با خورندگی ناچیز نمود. در میان لیست مذکور، نام دی اکسیدکلر به عنوان یکی از انتخاب-های ایمن و کارآمد برای حذف ویروس کرونا از سطوح مطرح گردید. نظر به اینکه در مطالعات پیش از این تحقیق، اثربخشی کلرین دی اکساید در غلظت‌های مد نظر بر علیه عوامل پاتوژن باکتریایی بررسی نشده بود، مطالعه و بررسی کارآیی آن به عنوان یک ماده ضدعفونی کننده و گندزدا بر علیه باکتریهای بدون اسپور اشرشیاکلی و کلبسیلا و باکتری اسپوردار باسیلوس سوبتیلیس در دستور کار قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور اجرای تست‌های آزمایشگاهی و مطالعه خواص ضدعفونی کنندگی محلول دی اکسیدکلر، ابتدا محلول ۲٪ از یک شرکت دانش بنیان که فناوری تولید محلول مذکور را برای نخستین بار در کشور به نام خود ثبت کرده است، تهیه شد. با توجه به محدودیت محلول برای نگهداری در مدت زمان ۲۴ ساعت، در هر ران کاری برای انجام آزمایشات رقت سازی انجام میگرفت. در تحقیق حاضر که از نوع توصیفی می باشد، از دو نوع باکتری بدون اسپور اشرشیاکلی ATCC25922، کلبسیلا پنومونیه ATCC13883 و یک باکتری اسپوردار باسیلوس سوبتیلیس واریته ATCC9372 برای بررسی قدرت ضدعفونی کنندگی دی اکسیدکلر استفاده گردید. لازم به ذکر است، هر سه باکتری فوق از مرکز کلکسیون میکروارگانیسم های صنعتی ایران خریداری شد. ابتدا، رقت های مورد نیاز از محلول کلرین دی اکساید تهیه گردید. غلظت های ۱/۱۰۰، ۱/۴۰۰، ۱/۱۰،۶۰۰/۵۰۰ و ۱/۱۰،۸۰۰/۷۰۰، ۱/۱۰،۱۰۰۰/۹۰۰ تهیه شد. نخست، باکتری اشرشیاکلی به غلظت‌های تهیه شده اضافه و سوسپانسیون میکروبی با رقت

[1] International Civil Aviation Organization

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-02-22]

نیم مک فارلند تهیه شد. سپس غلظت سوسپانسیون حاصل با کدورت نیم مک فارلند مقایسه و جذب نوری آن در دستگاه فتومتر اندازه‌گیری گردید. عدد ۰/۰۰۸ به‌عنوان جذب نوری ثبت گردید. پس از تهیه سوسپانسیون‌های میکروبی با رقت‌های مدنظر، از سوسپانسیو ها با سمپلر ۲۰ که دارای سرسمپلر استریل می‌باشد به مقدار ۲۰ میکرولیتر برداشت شد و در محیط کشت‌های بلاداگار ، مولر هینتون آگار و ائوزین متیلن بلوآگار (EMB) تلقیح و کشت داده شد. لازم به ذکر است کنترل کیفی محیط کشت‌ها جهت انکوباسیون در دمای ۳۷ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت انتقال داده شدند و سپس از نظر رشد میکروبی مورد بررسی قرار گرفتند. همین روند برای باکتری کلبسیلا پنومونیه نیز انجام گرفت. به منظور اطمینان و دقت نظر در فرایند انجام آزمایش‌ها، از نمونه شاهد نیز استفاده شد. در نمونه شاهد تیمار با محلول ضدعفونی انجام نشده و رشد باکتری در محیط کشت های شاهد، بیانگر صحت فرایند انجام آزمایش‌ها می‌باشد. جهت کنترل و بررسی قدرت ضدعفونی کنندگی دی اکسیدکلر بر روی باکتری‌های اسپورزا، از اندیکاتور بیولوژیکال کاغذی حاوی باکتری اسپوردار باسیلوس سوبتیلیس واریته ATCC9372 و محیط کشت تریپتیک سوی براث (TSB) استفاده شد. پس از آماده شدن محیط کشت مایع آماده مصرف TSBعملکرد ماده ضدعفونی کنده به شرح زیر بررسی گردید:

ابتدا، در دو لوله استریل از آب شهری (مطابق استاندارد ۱۰۱۱ سازمان استاندارد تحقیقات صنعتی ایران) و سرم فیزیولوژی استریل در غلظت ۱ به ۱۰۰ و۱ به ۴۰۰ با محلول پایه ضدعفونی کننده تهیه شد. جهت نمونه برداری از آب شهری موازین استاندارد نمونه گیری با آب شهری مطابق پروتکل سازمان ملی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به شماره ۴۲۰۸ رعایت گردید. پس از تهیه رقت ۱ به ۱۰۰ و ۱ به ۴۰۰ از محلول ضدعفونی کننده، اندیکاتور کاغذی حاوی باکتری اسپوردار به داخل لوله های آزمایش اضافه و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق نگه داشته شد (تصویر شماره۶). پس از گذشت ۳۰ دقیقه زیر هودلامینار کلاس II و در کنار شعله با پنس استریل اندیکاتورهای تیمار شده از محلول ضدعفونی کننده برداشته شد و به محیط کشت مایع TSB انتقال داده شدند. سپس محیط کشت حاوی اندیکاتور به دمای ۳۷ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت انتقال داده شد و در این مرحله بعد از ۲۴ ساعت در هر ۲ محیط کشت TSB حاوی اندیکاتور تیمار شده با ضدعفونی کننده در غلظت های اشاره شده در آب شهری و سرم فیزیولوژی استریل رشد اسپور مورد بررسی قرار گرفت که هر ۲ لوله منفی بودند. جهت کنترل صحت آزمایش، در یک لوله آزمایش حاوی محیط کشت TSB یک اندیکاتور بیولوژیکال قرار داده شده (کنترل) و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سلسیوس قرار داده شد که پس از طی این مدت باکتری اسپور دار در محیط کشت رشد یافته و کاملاً محیط کشت را کدر کرده بود.

در مرحله دوم از آب شهری و سرم فیزیولوژی استریل رقت-های ۱ به ۵۰۰ و ۱ به ۶۰۰ و ۱ به ۷۰۰ تهیه شد. اندیکاتور باکتری اسپوردار در داخل لوله‌ها قرار داده شد و به مدت ۳۰ دقیقه تیمار گردید. سپس زیر هودلامینار تحت شرایط استریل به محیط کشت TSB انتقال داده شد و به مدت ۲۴ ساعت در انکوباتور ۳۷ درجه سلسیوس انتقال داده شد نتایج حاصل در این مرحله رشد باکتری اسپور دار در کلیه لوله ها با غلظت های اشاره شده را نشان داد.

در مرحله سوم، برای بررسی قدرت ضدعفونی محلول باید برای رقت های بالاتر غلظت ۲ به ۴۰۰ و ۲ به ۵۰۰تهیه شد. از دو محلول آب شهری و سرم فیزیولوژی استریل غلظت ۲ به ۴۰۰ و ۲ به ۵۰۰ تهیه شد و سپس اندیکاتور باکتریایی حاوی اسپور داحل لوله آزمایش انداخته شد و به مدت ۳۰ قیقه با این رقت محلول ضدعفونی کننده تیمار داده شد سپس در شرایط استریل و زیر هود و کنار شعله به محیط کشت TSB انتقال داده شد و در ۳۷ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت انکوبه گردید. تمام مراحل فوق، برای رقت های مد نظر تکرار شد و نتایج آن در قالب نمودارها و جداول مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها

در این پروژه تحقیقاتی که با حمایت مالی شرکت طراحان فرایند شیمی سبز انجام گرفت، قدرت گندزدایی و ضدعفونی کنندگی محلول دی اکسیدکلر در محیط های کشت مختلف و در رقت‌های معیین تعیین گردید. بر اساس نتایج حاصل از تست‌های آزمایشگاهی، محلول دی اکسیدکلر در تمام رقت‌های تعیین شده سبب غیرفعال شدن باکتری‌های E.Coli،کلبسیلاپنومونیه و باکتری اسپوردار باسیلوس سوبتیلیس شد. قدرت گندزدایی کلرین دی اکساید در جدول شماره(۱) نشان داده شده است.

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-02-22]

جدول شماره (۱) نتایج اثربخشی کلرین دی اکساید بر روی باکتری های اشرشیاکلی و کلبسیلاپنومونیه

	۱/۴۹۹	۱/۵۹۹	۱/۶۹۹	۱/۷۹۹	۱/۸۹۹	۱/۹۹۹
اشرشیاکلی	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative
کلبسیلاپنومونیه	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative

قدرت گندزدایی کلرین دی اکساید بر روی باکتری اسپورزای باسیلوس سوبتیلیس در رقت‌های ۱ به ۴۰۰، ۱ به ۵۰۰، ۱ به ۶۰۰، ۱ به ۷۰۰ در محیط TSB مورد مطالعه قرار گرفت. در تمامی رقت های یاد شده به جز رقت ۱ به ۴۰۰، شاهد رشد کلنی باسیلوس سوبتیلیس در محیط کشت بودیم. لذا به منظور دست یابی به یک دز یا غلظت اطمینان بخش جهت نابود سازی باکتری مورد نظر، میزان غلظت محلول دی اکسیدکلر را دو برابر کرده و استراتژی گندزدایی تغییر داده شد. بنابراین رقت های دو برابر و سه برابر مورد بررسی قرار گرفت. جدول شماره(۲) نتایج قدرت گندزدایی کلرین دی اکساید در رقت‌های معین را نشان می‌دهد.

جدول (۲) نتایج حاصل از رشد و عدم رشد باکتری اسپوردار باسیلوس سوبیتلیس در رقت های مختلف

	۱/۴۰۰	۱/۵۰۰	۱/۶۰۰	۱/۷۰۰	۲/۴۰۰	۲/۵۰۰	۲/۶۰۰	۲/۷۰۰	۲/۸۰۰	۳/۶۰۰	۳/۷۰۰
آب شهری	Negative	Positive	Positive	Positive	Negative	Negative	Positive	Positive	Positive	Negative	Negative
نرمال سالین	Negative	Positive	Positive	Positive	Negative	Negative	Positive	Positive	Positive	Negative	Negative

بحث

به رغم اینکه استفاده از کلرین دی اکساید در گندزدایی منابع آبی در تصفیه خانه‌های فاضلاب شهری یک روش مرسوم می‌باشد، افزایش مقاومت میکروارگانیسم‌های بیماریزا میزان اثربخشی آنرا تحت تاثیر قرار داده است. نتایج آزمایش‌های این تحقیق نشان داد که، میزان رقت‌های تهیه شده برای نابودسازی باکتری‌های اشرشیاکلی و کلبسیلاپنومونه با رقت‌های تهیه شده برای نابودسازی باکتری‌های اسپورزا کاملا متفاوت می‌باشد. باکتری‌های اسپورزا اگزوتوکسین‌های قوی تولید می‌کنند که در صورت ورود به بدن، سبب مرگ انسان می شوند. در بعضی از منابع معتبر علمی، وجود یک شیشه از اگزوتوکسین کلستریدیوم بوتولینوم عامل مولد سم بوتولیسم برای کشته شدن تمام ساکنان کره زمین کافی است. بنابراین حذف عوامل میکروبی از منابع آب شرب، یکی از مهمترین راهبردهای دست یابی به امنیت پایدار در حوزه سلامت به‌شمار می‌رود. به استناد نتایج حاصل از این تحقیق، کمترین غلظت از محلول دی اکسیدکلر به میزان ۱ به ۴۰۰ کفایت لازم را برای نابودسازی باکتری‌های پاتوژن روده‌ای شامل اشیرشیاکلی و کلبسیلاپنومونیه دارا می‌باشد. لیکن در خصوص باکتری‌های اسپورزا غلظت های مورد نیاز متفاوت می‌باشند. بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق، میزان کمترین میزان غلظت محلول دی اکسیدکلر در آب برای نابودسازی کامل باکتری اسپورزای باسیلوس سوبتیلیس ۱ به ۴۰۰ می باشد. این عدد به این معناست که، حداقل غلظت لازم دی اکسیدکلر در آب برای نابودسازی باکتری مذکور ۱ لیتر در ۴۰۰ لیتر آب می‌باشد. با توجه به لزوم گندزدایی نقاط پرتردد شهری و اماکن عمومی همچون ایستگاه های اتوبوس شهری، فرودگاه ها، ایستگاه های قطار و مترو به منظور قطع زنجیره انتقال ویروس کرونا، اطمینان از اثربخشی محلول‌های گندزدا می‌تواند بسیار تعیین کننده باشد. بنابراین ضریب اطمینان بالایی برای استفاده از محلول دی اکسیدکلر برای نابودسازی میکروارگانیسم‌ها در نظر گرفته می‌شود. لذا به‌منظور دست‌یابی به یک دز

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-02-22]

اطمینان بخش جهت نابود سازی باکتری مورد نظر، میزان غلظت محلول دی اکسیدکلر را دو و در ادامه سه برابر کرده و استراتژی گندزدایی تغییر داده شد. قدرت گندزدایی محلول دی اکسیدکلر در آب در غلظت های ۲ لیتر در ۴۰۰ لیتر، ۲ لیتر در ۵۰۰ لیتر، ۲ لیتر در ۶۰۰ لیتر، ۲ لیتر در ۷۰۰ لیتر و ۲ لیتر در ۸۰۰ لیتر مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج حاصل از این آزمایش‌ها نشان داد، حداقل غلظت محلول کلرین دی اکساید در آب برای نابودسازی باکتری اسپورزا، ۲ لیتر در ۵۰۰ لیتر می‌باشد. این بدان معناست که، افزایش دو برابری غلظت کلرین دی اکساید در ۵۰۰ لیتر آب، کفایت لازم برای نابودسازی باکتری اسپورزا را دارا می باشد. در ادامه غلظت‌های ۳ به ۶۰۰ لیتر و ۳ به ۷۰۰ لیتر مورد مطالعه قرار گرفت. به استناد نتایج حاصل، باکتری اسپورزا در هر دو غلظت مورد نظر واجد خاصیت میکروبیوساید می‌باشد و ضریب اطمینان بالایی به منظور استفاده بر علیه ویروس کرونا در اماکن پرتردد دارد. تمام مراحل آزمایش در این تحقیق بر روی آب شهری و نرمال سالین انجام شد که نتایج در هر دو نمونه مشابه گزارش گردید. نظر به اینکه، خواص میکروبیوساید محلول دی اکسیدکلر در تمام آزمایش‌ها مورد نظر بوده است و رشد حتی یک کلنی از باکتری‌های اشیرشیاکلی، کلبسیلاپنومونیه و باکتری اسپورزای باسیلوس سوبتیلیس موجب رد اثربخشی صددرصدی محلول گندزدا می شود، لذا، انجام آنالیز آماری برای داده‌های گزارش شده امکان پذیر نبود. این تحقیق با هدف تعیین کفایت ضدعفونی کنندگی محلول کلرین دی اکساید برای نابودسازی ویروس کرونا در اماکن پرتردد شهری و روستایی انجام پذیرفت. اما باتوجه به اینکه انجام آزمایش بر روی ویروس کرونا نیازمند زیرساخت‌های آزمایشگاهی مانند دسترسی به آزمایشگاه سطح ۳ و اخذ مجوزهای متعدد می‌باشد، برای انجام این تحقیق از باکتری‌های مهاجم و اسپوزا که به مراتب قویتر و مقاومتر از ویروس‌ها می باشند استفاده گردید. لذا اگر محلولی بتواند باکتری‌های بیماریزا را نابو کند، قطعا توانایی نابودسازی ویروس ها را نیز دارد. با اینکه، در حال حاضر، قرنطینه بیماران مشکوک، استفاده از ماسک و شستشوی مداوم دست‌ها با آب و صابون مورد تاکید وزارت بهداشت ایران می‌باشد، لیکن ضدعفونی اماکن پرتردد شهری و روستایی به دلیل احتمال بالای تردد مبتلایان بدون علامت در جامعه که عامل انتقال بیماری به افراد دارای بیماری‌های زمینه‌ای و افزایش مرگ و میر ناشی از کووید ۱۹ می‌باشد، امری ضروری و اجتناب ناپذیر به نظر می‌رسد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد عملیات گندزدایی و ضدعفونی با محلول دی اکسید کلر در غلظت های مورد مطالعه ضمن مقرون به صرفه بودن به لحاظ اقتصادی، کفایت لازم برای نابودسازی باکتری های مهاجم روده ای و باکتری اسپورزا را دارا می باشد. لذا چنانچه در تهیه غلظت-های مد نظر دقت کافی به عمل آید، می توان با ضریب اطمینان قابل قبولی نسبت به گندزدایی اماکن پرتردد شهری و روستایی اقدام کرد.

سپاسگزاری

لازم است از زحمات جناب آقای دکتر برقی مدیرعامل محترم شرکت طراحان فرایند شیمی سبز و جناب آقای مهندس نوروزی مدیرعامل محترم شرکت کیلین این پلاس بخاطر حمایت های مادی و معنوی از این تحقیق صمیمانه سپاسگزاری نمایم.

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-02-22]

منابع

1. Amyes SGB (2010) Antibacterial Chemotherapy. Theory, Problems and Practice. Oxford: Oxford University Press.
2. Daniel FB, Condie LW, Robinson M, Stober JA, York RG et al. (1990) Comparative 90-day subchronic toxicity studies on three drinking water disinfectants, chlorine, monochloramine and chlorine dioxide in the
3. Sprague-Dawley rats. J Am Water Works Assoc 82: 61–69.
4. Spellberg B (2009) Rising Plague. The Global Threat from Deadly Bacteria and Our Dwindling Arsenal to Fight Them. Amherst, NY:Prometheus Books.
5. Sanekata, T. Fukuda, T. Miura, T. Morino, H. Lee, C. Maeda, K. Araki, K. Otake, T. Kawahata, T.;Shibata, T. Evaluation of the antiviral activity of chlorine dioxide and sodium hypochlorite against feline calicivirus, human influenza virus, measles virus, canine distemper virus, human herpesvirus, human adenovirus, canine adenovirus and canine parvovirus. Biocontrol Sci. 2010, 15, 45–49.
6. Evans BA, Hamouda A, Amyes SGB (2013) The rise of carbapenemresistant Acinetobacter baumannii. Curr Pharm Des 19(2): 223-238.
7. De la Rosa, L.A., Alvarez-Parrilla, E., Gonzalez- Aguilar, G.A. (2010). Fruit and Vegetable Phytochemicals:Chemistry, Nutritional Value and Stability. Wiley- Blackwell: Hoboken, New Jersey, USA.
8. Andrew.J.,and Hammond . P.J. Hydrodynamic and water quality simulation of fecal coliforms in the Lower Appomattox River. Virginia. Blacksburg. VA the faculty of Virginia polytechnic Institute and State University . 2004.
9. Baetis : Environmental Services INC . chicago., TMDLs and Implementation Plans for TargetWatersheds . Illinois Environmental Protection Agency . 2004.
10. Devic, E., Guyot, S., Daudin, J., Bonazzi, C.(2010). Effect of temperature and cultivar on polyphenol retention and mass transfer during osmotic dehydration of apples. J. Agr. Food Chem., 58, 606-616.
11. Ison A, Odeh IN, Margerum DW (2006) Kinetics and mechanisms of chlorine dioxide and chlorite oxidations of cysteine and glutathione. Inorg Chem 45: 8768–8775. doi:10.1021/ic0609554. PubMed:17029389.
12. Department of Health and Nutrition Biotechnology, College of Health Science, Asia University, No. 500, Lioufeng Road,Wufeng District, Taichung 41354, Taiwan

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-02-22]