مقاله پژوهشی
مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان
دوره ۱٤، آبان ۱۳۹٤، ٦۹۰-٦۷۹

کارایی ازن زنی و اکسیداسیون پیشرفته ($H_2O_2+O_3$) در حذف باکتری‌های کلیفرم از فاضلاب خام بیمارستان

محمد ملکوتیان[۱]، رضا دهقانزاده ریحانی[۲]، سلیمان ستاروند[۳]، مهشید لؤلؤئی[۴]

دریافت مقاله: ۹۳/۱۱/۱ ارسال مقاله به نویسنده جهت اصلاح: ۹۴/۳/۲۴ دریافت اصلاحیه از نویسنده: ۹۴/۴/۲۹ پذیرش مقاله: ۹۴/۴/۳۰

چکیده

زمینه و هدف: فاضلاب بیمارستانی از نظر بهداشتی نسبت به سایر فاضلاب‌ها به دلیل وجود ارگانیسم‌های بیماریزا و سایر عوامل خطرناک دارای اهمیت ویژه‌ای است. در این تحقیق امکان حذف باکتری‌های کلیفرم در فاضلاب خام بیمارستان با استفاده از روش ازن زنی بصورت مجزا و توأم با آب اکسیژنه ($H_2O_2+O_3$) به عنوان پیش تصفیه بررسی گردید.

مواد و روش‌ها: این تحقیق از نوع آزمایشگاهی است. در بازه زمانی نیمه دوم سال۱۳۹۲در مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمان و پژوهشکده رانشگرهای فضای استان آذربایجان شرقی انجام شد. بار میکروبی در فاضلاب خام بیمارستان، فاضلاب خام ازن زنی شده و فاضلاب خام تحت اکسیداسیون پیشرفته با تعیین MPN به روش ۹ لوله‌ای مشخص شد.

یافته‌ها: میانگین باکتری‌های کلیفرم و کلیفرم مدفوعی در۱۰ نمونه فاضلاب خام بیمارستان برابر با $۳/۶\times۱۰^{۵}$ و $۲/۵\times۱۰^{۵}$ MPN محاسبه شد. راندمان حذف کلیفرم و کلیفرم مدفوعی فاضلاب خام بیمارستان توسط روش ازن زنی در زمانهای تماس۱۰ و ۲۰ دقیقه به ترتیب برابر با (۹۹/۷۹ و ۹۹/۹۱٪) و (۹۹/۹۹ و ۱۰۰٪) شد. همچنین، راندمان حذف کلیفرم و کلیفرم مدفوعی فاضلاب خام بیمارستان تحت اکسیداسیون پیشرفته با زمان‌های تماس۱۰و۲۰ دقیقه به ترتیب برابر با (۹۹/۹۸ و ۹۹/۹۹٪) و (۱۰۰ و ۱۰۰٪) بدست آمد.

نتیجه‌گیری: آزمایشات نشان‌دهنده کارایی موثر دو فرایند ازن زنی و فرآیند اکسیداسیون پیشرفته ($H_2O_2+O_3$) به عنوان پیش تصفیه در حذف تمامی باکتری‌های کلیفرم می‌باشد. از طرفی همین نتیجه با تزریق ازن به صورت منفرد نیز حاصل گردید. لذا پیشنهاد می‌شود پیش تصفیه فاضلاب بیمارستان به منظور حذف تمامی باکتری‌های کلیفرم تنها با ازن زنی انجام گیرد.

واژه‌های کلیدی:کلیفرم ، اکسیداسیون پیشرفته، گندزدایی ازن، فاضلاب بیمارستان

۱- استاد مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط وگروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران
تلفن: ۳۲۰۵۱۲۸-۰۳۴، دورنگار: ۳۲۰۵۱۰۵-۰۳۴، پست الکترونیکی:m.malakootian@yahoo.com
۲- استادیار گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران
۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران
۴- مربی مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط و گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1394.14.8.3.5]

مقدمه

باکتری‌های کلیفرم به گروهی از باکتری‌های خانواده انتروباکتریاسه (باکتری‌های روده‌ای) گفته می‌شود که دارای توانایی خاصی در تخمیر قند لاکتوز باشند [۱]. کلی فرم‌ها باکتری‌هایی هستند که همیشه در مجرای گوارشی حیوانات خونگرم و انسان حضور دارند. از اساسی‌ترین آزمایشات تعیین آلودگی باکتریایی منبع آب و حتی غذا، آزمایش شمارش کلی فرم‌ها می‌باشد که توسط سازمان سلامت و بهداشت جهانی در سال ۱۹۱۴ برای خانواده انتروباکتریاسه برگزیده شد [۱].

از مشکلات بهداشتی ایجاد شده توسط فاضلاب‌های‌های بیمارستانی تخلیه آنها بدون پیش تصفیه به داخل شبکه فاضلابروی شهری است [۱]. مصرف زیاد آنتی‌بیوتیک‌ها توسط بیماران در بیمارستان‌ها برای کنترل عفونت سبب افزایش تنوع و تعداد باکتری‌های مقاوم آزاد شده از فاضلاب‌های بیمارستانی می‌گردد، اغلب موارد سیستم‌های متداول تصفیه فاضلاب قادر به حذف این مواد نمی‌باشد [۲]. Chitnis و همکاران در هند در سال ۲۰۰۴ در زمینه نقش فاضلاب‌های بیمارستانی در انتشار باکتری‌های مقاوم آنتی‌بیوتیکی به محیط و همچنین، انتشار باکتری‌های مقاوم چند آنتی‌بیوتیکی از فاضلاب‌های بیمارستانی به سیستم فاضلاب شهری را مطالعه نمودند [۳].

بررسی انجام شده توسط Emmanuel و همکاران در فرانسه در سال ۲۰۰۴ بر روی فاضلاب‌های بیمارستانی نشان داد که مواد ویژه‌ای مانند، آنتی‌تومورها، آنتی‌بیوتیک‌ها، ید ۱۳۱ و ترکیبات ارگانوهالوژنه غالباً بدون هیچ‌گونه تجزیه‌ای از تصفیه خانه فاضلاب‌های متداول خارج می‌شوند.این ترکیبات می‌توانند با ایجاد عدم تعادل بیولوژیکی، آلودگی محیط را موجب گردند[۴]. فرآیندهای متداول گندزدایی فاضلاب بیمارستانی مانند کلریناسیون و تابش اشعه ماورای بنفش تأثیر قابل توجهی درکاهش باکتری‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک و ژن‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک‌ها ندارد [۵]. ازن دارای عملکردی مشابه با کلر در فرآیندهای تصفیه بوده و ۳۰۰۰ مرتبه سریع‌تر از کلر عمل می‌نماید. ازن اثرات جانبی و نامطلوب کلر را نداشته و به علت این که از مادهٔ اولیه اکسیژن تولید شده و در هنگام تخریب به اکسیژن تبدیل می‌شود اثرات زیست محیطی هم ندارد [۶].

روش‌های جذب به کمک کربن فعال، ازناسیون و فرایندهای غشایی می‌توانند در حذف برخی از ترکیبات دارویی مؤثر باشند [۶]. ازن به طور مؤثری باعث غیرفعال شدن ویروس فلج اطفال، ویروس‌های مولد بیماری‌های تنفسی و ویروس‌هایی که باعث ایجاد تاول‌های دهانی می‌شوند، می‌گردد [۷]. هر چند از لحاظ تاریخی ازن در درجه‌ی اول برای گندزدایی آب استفاده شده است، اما پیشرفت‌های اخیر در تولید ازن و فناوری‌های انتقال جرم باعث شده است که ازن برای گندزدایی فاضلاب نسبت به سایر روش‌ها از اهمیت بیشتری برخوردار شود [۷]. بدلیل عواقب بهداشتی و سمیت کلریناسیون و سخت‌تر شدن معیارهای تخلیه پساب‌های خروجی عوامل گندزای جایگزین مانند ازن، اشعه فرابنفش و آب اکسیژنه جهت تصفیه نهایی پساب پیشنهاد شده‌اند. که از میان این موارد

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1394.14.8.3.5]

ازن به عنوان مؤثرترین و بهترین روش شناخته شده است [۸].

گندزدایی به وسیله ازن تابع pH نبوده و باعث تولید و ازدیاد مواد جامد در آب و فاضلاب نمی‌شود. از مزایای مهم ازن در تصفیه پساب اشباع شدن محلول از اکسیژن است که در نتیجه تجزیه ازن رخ می‌دهد [۹].

در اکسیداسیون پیشرفته به علت افزودن پراکسید هیدروژن و ازن به صورت همزمان تجزیه ازن و تقویت تولید رادیکال‌های هیدروکسیل تسریع می‌شود [۹]. رادیکالهای هیدروکسیل بیشترین کارایی را در اکسیداسیون ترکیبات آلی دارند. که دلیل این کارایی، پتانسیل بالای اکسیداسیون- احیاء رادیکال‌ها و غیر انتخابی بودن ترکیبات اکسید شده توسط رادیکال‌های هیدروکسیل است. رادیکال هیدروکسیل دارای پتانسیل اکسایش ۲/۸ ولت می‌باشد. با توجه به این که عمر رادیکال‌های هیدروکسیل کم می‌باشد لذا باید در محل مصرف تولید گردند [۹].

با توجه به مزایای روش ازن زنی و وجود تجربه‌های موفق در این زمینه، امکان توسعه این روش به عنوان گندزدایی فاضلاب‌های بیمارستانی با هدف حذف کامل باکتری‌های کلی فرم مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق بنیادی- کاربردی است و در بازه زمانی نیمه دوم سال ۱۳۹۲در مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمان و پژوهشکده رانشگرهای فضای استان آذربایجان شرقی انجام شد.

نمونه‌های واقعی فاضلاب خام بیمارستان از نزدیک‌ترین منهول به بیمارستان تهیه گردید.در ابتدا و نیمه هر ماه (جمعاً ده نمونه) از فاضلاب خام بیمارستان برداشت شد. نمونه‌برداری در ظروف شیشه‌ای، سترون شده و مخصوص نمونه‌برداری آب و فاضلاب انجام شد. جهت انجام فرایند ازن زنی بر روی فاضلاب خام بیمارستانی، نمونه‌ها در ظروف چهار لیتری پلی‌اتیلن تهیه گردید.

بدواً مشخصات هر نمونه شامل محل نمونه‌برداری، تاریخ وساعت، نام نمونه بردار و دما ثبت شد. برای تعیین کل باکتری‌های کلیفرم وکلیفرم مدفوعی در فاضلاب خام بیمارستان، فاضلاب خام بیمارستانی ازن زنی شده و فاضلاب خام بیمارستانی تحت اکسیداسیون پیشرفته MPN (Most Probable Number) هر نمونه طبق روش ۹ لوله‌ای انجام گرفت [۱۰].

کلیه نمونه‌برداری‌ها و آزمایشات طبق روش‌های مندرج در کتاب روش‌های استاندارد آزمایش‌های آب و فاضلاب (ویرایش بیستم) انجام شد [۱۰].

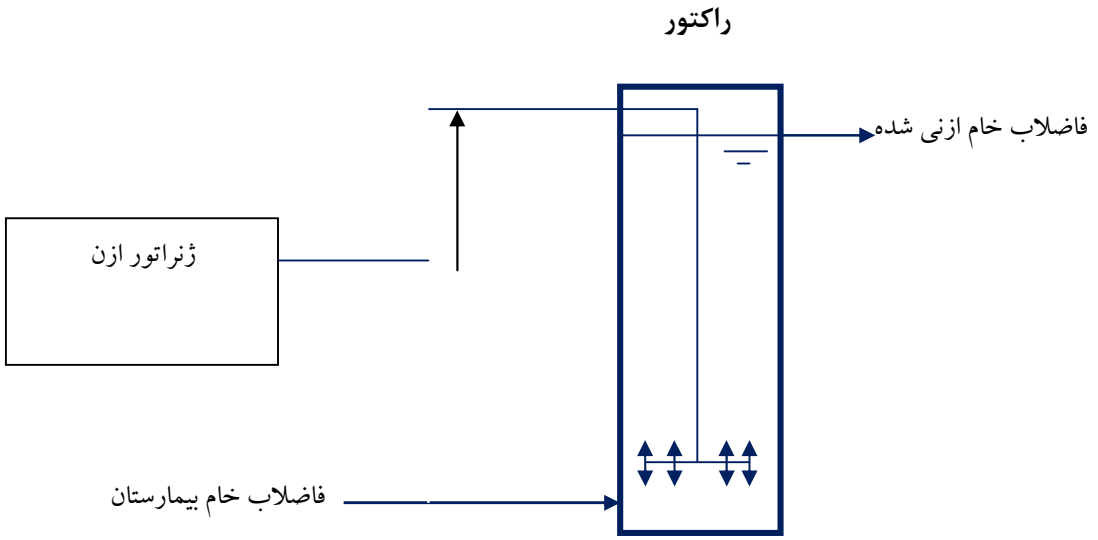
جهت انجام فرآیند ازناسیون راکتوری مطابق شکل ۱ ساخته شد. در این راکتور از یک سیستم ازن زنی شامل مولد ازن ساخت مرکز تحقیقات مهندسی جهاد کشاورزی آذربایجان شرقی استفاده شد. اکسیژن از طریق دستگاه اکسیژن‌ساز وارد ژنراتور ازن شده و ازن تولیدی از طریق شیلنگ رابط وارد راکتور به حجم ۳ لیتر گردید. برای پخش مؤثر ازن از یک دیفیوزر هوا در کف راکتور استفاده شد. راکتور از جنس پلی‌اتیلن (pvc)، استوانه‌ای شکل و حجم ۳ لیتر (قطر ۳/۱۷۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۴۰۰ سانتی‌متر) می‌باشد.

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1394.14.8.3.5]

براساس مطالعات و بررسی‌های صورت گرفته پیشین بهترین نسبت بازدارندگی پراکسید هیدوژن به ازن بر روی رشد باکتریایی نسبت مولی ۰/۳ -۰/۶می‌باشد که در این تحقیق از نسبت ۰/۵استفاده شده است [۱۱-۱۲].

برای انجام فرآیند اکسیداسیون پیشرفته همزمان با ازن زنی فاضلاب خام بیمارستان مقدار ۱۰ میلی لتیر پراکسید هیدوژن ۳۰٪ ($O_3+H_2O_2$) نیز به داخل راکتور اضافه شد.



شکل ۱- راکتور مورد استفاده برای ازن زنی فاضلاب خام بیمارستان

نتایج

MPN کل باکتری‌های کلیفرم در فاضلاب خام بیمارستان، فاضلاب خام بیمارستان بعد از ۱۰ و ۲۰ دقیقه ازن زنی و فاضلاب خام بیمارستان تحت اکسیداسیون پیشرفته (زمان تزریق ازن ۱۰ دقیقه) در جدول ۱ ذکر شده است.

میانگین کل باکتری‌های کلیفرم در ده نمونه فاضلاب خام بیمارستان برابر با $۱/۸\times۱۰^{۵}$ MPN و فاضلاب خام بیمارستانی ازن زنی شده در زمانهای ۱۰و ۲۰ دقیقه به ترتیب برابر با۲۶۳ و ۳۴ MPN می‌باشد. میانگین کل باکتری‌های کلیفرم فاضلاب خام بیمارستانی که تحت اکسیداسیون پیشرفته قرار گرفته است برابر با ۱۹ MPN می‌باشد.

MPN کلیفرم‌های مدفوعی در فاضلاب خام بیمارستان، فاضلاب خام بیمارستان بعد از۱۰ و ۲۰ دقیقه ازن زنی و فاضلاب خام بیمارستان تحت اکسیداسیون پیشرفته (زمان تزریق ازن ۱۰ دقیقه) در جدول ۲ ذکر شده است.

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1394.14.8.3.5]

جدول ۱- نتایج میانگین کل باکتری های کلیفرم (MPN) مربوط به فاضلاب خام بیمارستان، فاضلاب خام بیمارستان ۱۰ و ۲۰ دقیقه ازن زنی شده و فاضلاب خام بیمارستان تحت اکسیداسیون پیشرفته (زمان تزریق ازن ۱۰ دقیقه)

شماره نمونه	MPN			
	فاضلاب خام بیمارستان (با رقت ۱ به ۱۰۰۰)* $\times 10^3$	فاضلاب خام بیمارستان ۱۰دقیقه ازن زنی شده	فاضلاب خام بیمارستان ۲۰دقیقه ازن زنی شده	فاضلاب خام بیمارستان تحت اکسیداسیون پیشرفته (زمان تزریق ازن ۱۰ دقیقه)
۱	۲۴۰	۲۴۰	۲۱	۱۵
۲	۲۴۰	۲۴۰	۲۸	۲۰
۳	۱۵۰	۴۶۰	۹۳	۴۳
۴	۲۱۰	۹۳	۲۰	۲۰
۵	۴۶۰	۱۱۰۰	۲۱	۲۱
۶	۱۵۰	۷۵	۲۸	۱۵
۷	۲۱	۲۸	۷	۷
۸	۲۸	۹۳	۲۸	۱۵
۹	۲۴۰	۹۳	۷	۷
۱۰	۱۵۰	۲۱۰	۹۳	۲۱
میانگین	$1/8\times10^5$	۲۶۳	۳۴	۱۹

**** تمام نتایج MPN بدست آمده در فاضلاب خام بیمارستان به دلیل اینکه با رقت ۱ به ۱۰۰۰ بدست آمده است. نتایج MPN در فاضلاب خام بیمارستانی باید در عدد ۱۰۰۰ ضرب شوند.***

میانگین کلیفرم‌های مدفوعی در ده نمونه فاضلاب خام بیمارستان برابر با $2/5\times10^5$ MPN و فاضلاب خام بیمارستانی ازن زنی شده در زمان‌های ۱۰و ۲۰ دقیقه به ترتیب برابر با۲۲۸ و صفر MPN می‌باشد. میانگین کلیفرم‌های مدفوعی فاضلاب خام بیمارستانی که تحت اکسیداسیون پیشرفته قرار گرفته است برابر با ۱۴ MPN می‌باشد.

MPN در ۱۰ نمونه فاضلاب خام بیمارستان مورد مطالعه به ترتیب $10^5\times$ ۳/۶ و $10^5\times$ ۲/۵ شد. ازن زنی فاضلاب خام بیمارستانی با غلظت ازن تزریقی ۲۴ گرم ازن در ساعت به مدت ۱۰ دقیقه باعث نابودی ۹۹/۷۹ درصد از باکتری‌های کلیفرم و۹۹/۹۱ درصد کلیفرم‌های مدفوعی گردید. با افزایش زمان ازن زنی فاضلاب خام بیمارستان به مدت ۲۰ دقیقه با همان دوز باعث نابودی ۹۹/۹۹ درصد باکتری‌های کلیفرم و ۱۰۰ درصد کلیفرم‌های مدفوعی گردید. با افزایش زمان ازن زنی فاضلاب خام بیمارستانی به مدت ۳۰ دقیقه با همان دوز ۱۰۰ درصد باکتری‌های کلیفرم و کلیفرم‌های مدفوعی نابود شدند.

انجام فرایند اکسیداسیون پیشرفته(زمان تزریق ازن ۲۰ دقیقه) بر روی فاضلاب خام بیمارستانی باعث حذف ۱۰۰ درصد باکتری‌های کلیفرم و کلیفرم‌های مدفوعی گردید.

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1394.14.8.3.5]

جدول ۲- نتایج میانگین کلیفرم های مدفوعی(MPN) فاضلاب خام بیمارستان، فاضلاب خام بیمارستان ۱۰ و ۲۰ دقیقه ازن زنی شده و فاضلاب خام بیمارستان تحت اکسیداسیون پیشرفته (زمان تزریق ازن ۱۰دقیقه)

شماره نمونه	MPN			
	فاضلاب خام بیمارستان (با رقت ۱ به ۱۰۰۰)* $\times 10^3$	فاضلاب خام بیمارستان ۱۰دقیقه ازن زنی شده	فاضلاب خام بیمارستان ۲۰دقیقه ازن زنی شده	فاضلاب خام بیمارستان تحت اکسیداسیون پیشرفته (زمان تزریق ازن ۱۰ دقیقه)
۱	۲۴۰	۲۴۰	۰	۷
۲	۴۶۰	۴۶۰	۰	۱۵
۳	۱۵۰	۴۶۰	۰	۱۵
۴	۲۴۰	۱۵۰	۰	۱۴
۵	۲۴۰	۹۳	۰	۱۵
۶	۹۳	۲۴۰	۰	۱۵
۷	۴۶۰	۲۴۰	۰	۷
۸	۲۴۰	۱۵۰	۰	۲۰
۹	۲۴۰	۱۵۰	۰	۷
۱۰	۱۵۰	۹۳	۰	۲۱
میانگین	$2/5\times10^5$	۲۲۸	۰	۱۴

بحث

این تحقیق نشان داد تزریق ازن با دوز ۲۴ گرم ازن در ساعت به مدت ۱۰ دقیقه باعث نابودی ۹۹/۷۹٪ از باکتری‌های کلیفرم و ۹۹/۹۱٪ کلیفرم‌های مدفوعی می‌گردید. با افزایش زمان ازن زنی فاضلاب خام بیمارستان به مدت ۲۰ دقیقه با همان دوز باعث نابودی ۹۹/۹۹٪ باکتری‌های کلیفرم و ۱۰۰٪ کلیفرم‌های مدفوعی گردید. با افزایش زمان ازن زنی فاضلاب خام بیمارستانی به مدت ۳۰ دقیقه با همان دوز ۱۰۰٪ باکتری‌های کلیفرم و کلیفرم‌های مدفوعی نابود شدند.

Amouei و همکاران در بابل سیستم تصفیه فاضلاب بیمارستان آموزشی دانشگاه علوم پزشکی بابل را از لحاظ وضعیت تصفیه و دفع فاضلاب و کیفیت پساب خروجی بررسی نمودند. نتایج نشان داد با متوسط کلر باقیمانده آزاد ۰/۲ میلی‌گرم در لیتر و زمان تماس ۳۰ دقیقه در پساب خروجی از این بیمارستان کل باکتری‌های کلیفرم در فاضلاب بیمارستانی از $3/1\times10^5$ به ۸۳۱ کاهش یافت. که نشان دهنده بازده ۹۹/۷٪حذف کلیفرم است. مقایسه نتایج فوق با نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد، گندزایی فاضلاب بیمارستان با ازن حتی در زمان تماس‌های کمتر از

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1394.14.8.3.5]

کلرزنی راندمان بهتری در حذف کل باکتری‌های کلیفرم دارد [۱۳].

Yousefi و همکارش در ساری میزان حذف باکتری‌های کلیفرم مدفوعی را در بیمارستان‌های آموزشی ساری به نام‌های بوعلی، امام، زارع و فاطمه زهرا با متوسط کلر باقی‌مانده آزاد ۰/۲ میلی‌گرم بر لیتر و زمان تماس ۳۰ دقیقه در پساب خروجی به ترتیب ۹۹/۵۷، ۹۷/۴۵، ۹۲/۴۷ و ۹۰/۶۳٪ گزارش دادند. مقایسه نتایج فوق با نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد گندزایی فاضلاب بیمارستان با ازن حتی در زمان تماس‌های کمتر از کلرزنی راندمان بهتری در حذف باکتری‌های کلیفرم مدفوعی دارد [۱۴].

Adibzadeh و همکاران در تهران بررسی تأثیر ازن بر میزان حذف کیست‌های ژیاردیا از آب را در پلی‌کلینیک بقیه ا...(عج) تهران مطالعه نمودند. نتایج نشان داد ازن با غلظت ۱/۳ میلی‌گرم در لیتر با زمان تزریق ۹ دقیقه کلیه کیست‌های ژیاردیا را از محیط آبی حذف نمود. که نشان‌دهنده کارایی ازن زنی حتی در حذف کیست‌های ژیاردیا نیز می‌باشد که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد [۱۵]. این مطالعه به دلیل این که در محیط آبی صورت گرفته است و آب نسبت به فاضلاب خام بیمارستان بار میکروبی کمتری دارد. به همین دلیل با غلطت ازن کمتر و زمان تماس کمتر کلیه کیست‌های ژیاردیا از بین رفته است.

Dehghanzadeh و همکاران در تبریز در مورد اثر ازن در حذف باکتری‌های کلیفرم مدفوعی پساب فاضلاب شهری مطالعه نمودند. نتایج نشان داد در زمان‌های ماند بیش از ۱۵ دقیقه و دوز ازن منتقل شده بالای ۵ میلی‌گرم در لیتر پساب فاضلاب شهری کاملاً عاری از باکتری‌های کلیفرم مدفوعی می‌شود که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد [۱۶].

Bataller و همکاران در کوبا در مورد اثر ازن در حذف باکتری‌های کلیفرم مدفوعی پساب فاضلاب شهری مطالعه نمودند. نتایج نشان داد در زمان‌های ماند ۱۰ دقیقه و دوز ازن منتقل شده ۵ میلی‌گرم در لیتر پساب فاضلاب شهری کاملاً عاری از کل باکتری‌های کلیفرم و کلیفرم مدفوعی می‌شود که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد [۱۷].

Chow-Feng و همکاران در چین در مورد اثر ازن در حذف باکتری‌های کلیفرم مدفوعی پساب فاضلاب بیمارستانی مطالعه نمودند. نتایج نشان داد در زمان‌های ماند ۱۵ دقیقه و دوز ازن منتقل شده ۷-۴ میلی‌گرم در لیتر پساب فاضلاب شهری کاملاً عاری از کل باکتری‌های کلیفرم و کلیفرم مدفوعی می‌شود که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد [۱۸].

اصغریان و همکاران در تهران، کارایی قدرت گندزایی کلر، پراکسید هیدروژن و ازن را جهت کنترل میکروبی آب‌های مصرفی در داروسازی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد ازن با کاهش بیش از ۹۹/۹۹۹٪ عوامل

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1394.14.8.3.5]

باکتریایی به عنوان بهترین ضدعفونی کننده شناسایی و انتخاب گردید که با نتایج حاصل از این تحقیق مبنی بر حذف کامل باکتری‌ها از فاضلاب بیمارستانی توسط ازن زنی مطابقت دارد. [۱۹].

در این مطالعه به دلیل این که بر روی پساب فاضلاب صورت گرفته که نسبت به فاضلاب خام بیمارستان بار میکروبی کمتری دارد. به همین دلیل غلظت ازن کمتر و زمان تماس کمتری برای حذف کامل باکتری‌های کلیفرم لازم دارد.

ازن ۳۰۰۰ مرتبه سریع‌تر از کلر عمل می‌نماید. همچنین ازن باعث تولید رایکال هیدروکسیل که قدرت پتانسیل اکسیداسیون و احیا بیشتری نسبت به کلر دارد می‌شود [۸-۶] قدرت گندزائی ازن نسبت به کلر بیشتر است (پتانسیل اکسیداسیون ازن ۲/۰۷ ولت در حالی که پتانسیل اکسیداسیون کلر ۱/۳۶ ولت است) [۶-۸]. لذا راندمان حذف کل باکتری‌های کلیفرم و کلیفرم مدفوعی با ازن زنی نسبت به کلرزنی بیشتر می‌باشد.

Velasquez در آمریکا کاربرد پراکسید هیدروژن را در غیر فعال‌سازی باکتری‌های کلیفرم مدفوعی مطالعه نمود. نتایج نشان داد کاربرد پراکسیدهیدروژن به میزان ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر با زمان تماس ۲ ساعت، تنها قادر به غیر فعال سازی باکتری‌های کلیفرم مدفوعی، به میزان ۹۹٪ می‌باشد. در این تحقیق مشخص شد که توانایی ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر پراکسید هیدروژن در زمان تماس ۲ ساعت برای غیرفعال‌سازی ارگانیسم‌های پاتوژن نظیر ویبریو کلرا، سالمونلاها، شیگلاها و سودوموناس آئروژینوزا به ترتیب برابر ۰/۹، ۲، ۳/۱ و ۳/۵ لگاریتم می‌باشد.

اما با کاربرد همزمان پراکسید هیدروژن و نقره (HP + Ag) اثر هم افزائی این ترکیب را در گندزدایی نشان داد که با نتایج مطالعه حاضر مبنی بر استفاده همزمان پراکسید هیدروژن و ازن با هم و اثر سینرژیستی بر روی هم مطابقت دارد [۲۰]. که علت آن افزودن پراکسید هیدروژن و ازن به صورت همزمان است که باعث تسریع تجزیه ازن و تقویت تولید رادیکال‌های هیدروکسیل می‌شود [۱۲-۱۱]. از این رو کاربرد همزمان این دو با هم باعث حذف کامل باکتری‌های کلیفرم و کلیفرم مدفوعی در مدت زمان کمتری می‌شود.

نتیجه‌گیری

تحقیق نشان داد با استفاده از اکسیداسیون پیشرفته ($O_3+H_2O_2$) در مدت و غلظت مشخصی بار میکروبی فاضلاب بیمارستان از نظر تخلیه به منابع دیگر در حد استانداردهای رایج کشور برآورده می‌شود [۲۱]. از طرفی همین نتیجه با تزریق ازن به صورت منفرد نیز حاصل گردید. لذا اکسیداسیون پیشرفته مزیت خاصی را ایجاد نمی‌کند. با عنایت به امکان ساخت ژنراتور تولید ازن در داخل کشور و کارایی بهتر ازن نسبت به روش‌های متداول موجود پیشنهاد می‌شود از پیش ازن زنی به عنوان پیش تصفیه فاضلاب‌های بیمارستانی استفاده گردد.

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1394.14.8.3.5]

تشکر و قدردانی

تحقیق حاصل پایان نامه دانشجویی در مقطع کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط می‌باشد که با مساعدت معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی کرمان و گروه بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی تبریز در قالب طرح‌های مصوب مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمان انجام شده است. از پژوهشکده رانشگرهای فضای استان آذربایجان شرقی بخاطر تأمین دستگاه ژنراتور ازن و گروه بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی تبریز به خاطر مساعدت‌های فراوان در جهت تسهیل انجام این تحقیق سپاسگزاری می‌نماید.

References

[1] A Guide to Hospital Wastewater Management, Tehran University of Medical Sciences Institute for Enviromental Research. Summer 2012; 5-30. [Farsi].

[2] Pauwels B, Verstraete W. The treatment of hospital wastewater. Journal of Water and Health 2006; 4(4): 405-416.

[3] Chitnis V, Chitnis S, Vaidya K, Ravikant S, Patil S, Chitnis D. Bacterial population changes in hospital effluent treatment plant in central India. *Water Research*. 2004; 38: 441-77.

[4] Emmanuel E, Perrodin Y, Keck G, Blanchard J, Vermande P. Effects of hospital wastewater on aquatic ecosystem. Federación Méxicana de Ingenieria Sanitariay Ciencias Ambientales. 2005;2:31-38

[5] Mariya M, Kelvin W, Irene X. Release of antibiotic resistant bacteria and genes in the effluent and biosolids of five wastewater utilities in Michigan.*water research*. 2011; 45: 681-93.

[6] Garoma T, Umamaheshwar S, Mumper A. Removal of sulfadiazine, sulfamethizole, sulfamethoxazole, and sulfathiazole from aqueous solution by ozonation. *Chemosphere* 2010;79(8):814-20.

[7] Gehr R, Nicell J. Pilot studies and assessment of downstream effects of UV and ozone disinfection of a physicochemical wastewater. *Water Qual Res J Canada*. 1996; 31: 263-81.

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1394.14.8.3.5]

[8] Metcalf & Eddy Inc. Wastewater engineering: Treatment and Reuse, 4th Ed, New York, McGraw-Hill; 2004; 30-69.

[9] Lanao, M., M.P. Ormad, C. Ibarz, N. Miguel, and J.L. Ovelleiro.Bactericidal Effectiveness of O3, O3/H2O2andO3/TiO2onClostridiumPerfringens", Ozone Sci. *Engineering* 2008;30: 431-8.

[10] APHA, AWWA and WEF, Standard Methods For Examination Of water and Wastewater. 20th ed, Washington DC: USA, *American Public Health Association Publication*; 2003; 321-30.

[11] AL-kdasi A, Idris A, Saed K & Teong CH. Treatment of textile wastewater by advanced oxidation processes – A review. Global Nest 2004; 6(3): 222-30.

[12] Stanislaw L, Monika S. Renata Z. Biodegradation, decolourisation and detoxification of textile wastewater enhanced by advanced oxidation processes. *Journal of Biotechnology* 2001; 89: 175-84.

[13] Amouei A, Ghanbari N, Kazemitabar M. Study of Wastewater Treatment System in The EducationalHospitals of Babol University of Medical Sciences. *Journal Mazandaran Med Science* 2010; 20(76): 78-86(Farsi).

[14] Yousefi Z, Ghoochani M. Removal efficiency of fecal coliforms by wastewater treatment plants of educational hospitals in Sari. Proceeding of 8th Congress on environmental health, Tehran, 2005; 1203-11. (Persian)

[15] Adibzadeh A, Izadi M, Rezaiyan M, Hajaran H, Babayi Z. Effects of Ozone on Removal of Giardia cysts from water. 2008; 10(2): 113-8. [Farsi]

[16] Dehganzadeh R, Hashemi A,Gahremani B. Reduce the health effects of ozone application in wastewater irrigated urban Journal of chemicals in the environment 2011;6(2): 17-25. [Farsi]

[17] Bataller M et al, Secondary effluent treatment with ozone. Ozone research center. IOA 17th World Ozone Congress. Havana, Cuba 2005

[18] Chow-Feng Chiang, Ching-Tsan Tsai, Shaw-Tao Lin, Chun-Pao Huo, Kwang Victor Lo.Disinfection of hospital wastewater by continuous ozonization. *Journal of Environmental Science and Health Part A* 2003; 38(12): 2895

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1394.14.8.3.5]

[19] Asgariyan R, Hrydari A, Montaseri A, Abdollahpor A, Ghiyasi S, Aminiyan M. Evaluation and determination of disinfectants to control microbial dilators used in pharmaceutical water and its best. *Medical Science Journal of Islamic Azad University* 2013; (23): 3; 196-200. [Farsi]

[20] Velasquez, M. *Adding Silver and Copper to Hydrogen Peroxide and Peracetic Acid in the Disinfection of an Advanced Primary Treatment Effluent. Environmental Technology* 2008; 29(11): 1209-17.

[21] Iranian Environment Conservation Organization. *Environmental regulations and standards of Iran* 2003; 234-9. [Farsi]

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1394.14.8.3.5]

The Effectiveness of Ozone Disinfection and Advanced Oxidation ($H_2O_2 + O_3$) on the Elimination of Coliform Bacteria from Hospital Raw Sewage

M.Malakootian[1], R. Dehghanzadeh Reyhani[2], S. Sattarvand[3], M. Loloei[4]

Received: 21/01/2015 Sent for Revision: 14/06/2015 Received Revised Manuscript: : 20/07/2015 Accepted: 21/07/2015

Background and Objective: Hospital waste water due to infectious organisms and other risk factors is important. In this study, the possibility of coliform bacteria removal from hospital waste water using ozone separately and combining with hydrogen peroxide ($H_2O_2 + O_3$) as a pre-treatment was investigated.

Material and Methods :This is an experimental study that in the second moiety of 1392 in Kerman University of Medical Sciences and Engineering Research Center for Environmental Health Institute of the East Azerbaijan province was executed. Hospital microbial load in raw waste water,ozone disinfected and advanced oxidized raw sewage was determined by 9-tube most probable number(MPN) method.

Results : Average coliform bacteria and fecal coliform in raw sewage samples from 10 hospitals respectively 3.6×10^5 and 2.5×10^5 MPN were calculated. Coliform and fecal coliform removal efficiency of hospital wastewater by ozonation method back in time 10 and 20 minutes respectively (99.79 and 99.91%) and (99.99and 100%). was. Also, removal of coliform and fecal coliform wastewater advanced oxidation hospitals with contact times of 10 and 20 minutes (99.98 and 99.99%) and (100and 100%), respectively.

Conclusion : The trial showed that the effective performance both ozone disinfection and advanced oxidation process ($O_3 + H_2O_2$) as a pre-treatment is the removal of total coliform bacteria. However, the same results were obtained with a single injection of ozone. It is recommended that the hospital wastewater treatment in order to removal of total coliform bacteria only be done with ozone disinfection.

Key words: Coliform, Advanced oxidation, ozone disinfection, hospital sewage, Removal

Funding: This research was funded by Kerman University of Medical Sciences.

Conflict of interest: None declared.

Ethical approval: The Ethical Committee of Kerman University of Medical Sciences, approved the study.

How to cite this article: Malakootian M, Dehghanzageh Reyhani R, Sattarvand S, Loloei M. The Effectiveness of Ozone Disinfection and Advanced Oxidation ($H_2o_2 + O_3$) in the Elimination of Coliform Bacteria from Raw Sewage Hospital. *J RafsanjanUniv Med Sci* 2015; 14(8): 679-90. [Farsi]

1- Prof., of Environmental Health Engineering Research Center and Department of Environmental Health, Faculty of Health Sciences, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran
(Corresponding Author) Tel: (034) 3205074, Fax: (034) 3205128, Email: m.malakootian@yahoo.com
2- Assistant Prof., Dept. of Environmental Health, Faculty of Health Sciences, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran
3- MSc Student in Environmental Health Engineering, Department of Environmental Health, Faculty of Health Sciences, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran
4- Instructor of Environmental Health Engineering Research Center and Department of Environmental Health, Faculty of Health Sciences, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-06-10]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1394.14.8.3.5]