علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره چهاردهم، شماره سه، پاییز ۹۱

تاثیر کمپلکس پراکسید هیدروژن – یون نقره بر حذف کلیفرم های مدفوعی از پساب لاگون هوادهی

محمد خزائی [1*]
khazaei57@gmail.com
رامین نبی زاده [2]
کاظم ندافی [3]
حسن ایزانلو [4]
زینب یاوری [1]
مهدی اسدی قالهری [1]

تاریخ دریافت:۸۷/۴/۲۰ **تاریخ پذیرش:۸۷/۷/۱۵**

چکیده

یک گندزدای خوب برای استفاده در آب و فاضلاب می بایست در رقت های خیلی کم بر میکروارگانیسم ها اثر کشندگی مناسب داشته باشد، برای انسان و حیوانات اثرات سمی اندکی داشته و اثرات و صدمات نامطلوب زیست محیطی آن ناچیز باشد. جستجوی گندزداهای غیر کلره ای که با همان اثر ضد عفونی کنندگی فاقد محصولات جانبی مضر باشند، همچنان ادامه دارد. محلول پراکسید هیدروژن با فرمولاسیون پایدار به همراه مقادیر جزئی یون نقره(با نام تجاری نانوسیل)، امروزه به عنوان یک گندزدای کارآمد جهت مصارف گوناگون ضدعفونی سطوح، گندزدایی میوه و سبزیجات، آب شرب و زدایش فیلم میکروبی تجهیزات پزشکی استفاده می شود.

این مطالعه از نوع تجربی است. در این پژوهش پساب خروجی از تصفیه خانه فاضلاب شهر قم، تحت اثر گندزدایی توسط کمپلکس پراکسید هیدروژن-یون نقره قرار گرفت. از شش غلظت مختلف گندزدا استفاده شد.عملیات نمونه برداری در فصل بهار سال ۱۳۸۵ به صورت روزانه انجام یافت و حجم نمونه ۱۲ عدد بود.

۱- مربی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی قم- مرکز تحقیقات آلاینده های محیطی و گروه مهندسی بهداشت محیط*(مسئول مکاتبات).
۲- دانشیار، دانشگاه علوم پزشکی تهران- گروه مهندسی بهداشت محیط و مرکز تحقیقات محیطی
۳- استاد، دانشگاه علوم پزشکی تهران- گروه مهندسی بهداشت محیط و مرکز تحقیقات محیطی
۴- استادیار، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی قم- مرکز تحقیقات آلاینده های محیطی و گروه مهندسی بهداشت محیط

Archive of SID
www.SID.ir

نتایج نشان داد که در غلظت mg/L ۸۰ و زمان تماس یک ساعت، ۲/۱ واحد لگاریتم حذف کلیفرم های مدفوعی صورت گرفت.در غلظت mg/L ۲۴۰ حذف کلیفرم های مدفوعی به ۳/۶ واحد لگاریتم و در غلظت mg/L ۴۸۰ نانوسیل، به بالاتر از ۵/۳ واحد لگاریتم رسید. در حاصل ضرب غلظت- زمان حدود $(mg/l).min$ ۵۸۰۰ و بیشتر از آن، شرایط استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران جهت تخلیه به آب های سطحی و مصارف کشاورزی (حداکثر $MPN/100ml=$ ۴۰۰) برآورده شد.

با وجود مزایای عمده کمپلکس پراکسید هیدروژن- یون نقره در گندزدایی آب و فاضلاب، از جمله عدم تولید ترکیبات جانبی مضر، ایجاد باقی مانده قابل اندازه گیری، سهولت انتقال و نگه داری و عدم تولید بوهای ناخوشایند، به نظر می رسد، به کارگیری آن برای گندزدایی پساب ثانویه فاضلاب شهری به دلیل مصرف مقادیر فراوان تا احراز شرایط استاندارد، چندان مقرون به صرفه نیست. به کارگیری این گندزدا پس از فرایندهای ثالثیه تصفیه فاضلاب نظیر فیلتراسیون، احتمالاً به مصرف مقادیر کم تری از گندزدا منجر خواهد شد.

واژه های کلیدی: گندزدایی، تصفیه خانه فاضلاب، پراکسید هیدروژن، یون نقره.

مقدمه

عوارض سوء گندزدایی آب شرب و پساب ها با استفاده از کلر بر انسان و محیط زیست، زمینه ساز پژوهش هایی شده است که با هدف جستجوی گندزداهایی با همان خواص مفید و فاقد محصولات جانبی مضر، در حال انجامند(۱).

پراکسید هیدروژن(H_2O_2) یک عامل اکسید کننده قوی و یک ماده شیمیایی ناپایدار است، خصوصاً اگر تحت تأثیر دما، نور، pH قلیایی و برخی فلزات باشد(۲). استفاده از پراکسید هیدروژن به عنوان عامل گندزدا و اکسیداسیون از اوایل قرن ۱۹ و قبل از نظریات معروف لویی پاستور در مورد باکتری ها و مفهوم بیماری های واگیر متداول بود(۳) .

از جمله مصارف کمپلکس هیدروژن پراکساید-یون نقره می توان به گندزدایی آب شرب، زدایش فیلم میکروبی از شبکهٔ توزیع آب و شبکه جمع آوری فاضلاب، گندزدایی تجهیزات یونیت دندان پزشکی، گندزدایی میوه و سبزیجات و ضد عفونی سطوح اشاره کرد(۴).

استفاده از کمپلکس پراکسید هیدروژن – یون نقره به عنوان یک گندزدا در آب و پساب فاضلاب ها، دارای دو مزیت کلی است.

۱. پراکسید هیدروژن – یون نقره دارای باقی مانده قابل اندازه گیری در آب است.
۲. اگر در گندزدایی اولیه از کلر استفاده شود. به کارگیری $H_2O_2/\ Ag^+$ به عنوان گندزدای ثانویه باعث کاهش قابل ملاحظه محصولات جانبی کلرزنی مانند تری هالومتان ها و هالو استیک اسیدها) خواهد شد(۵).

در سال ۱۹۵۰ با استفاده از یک فرایند الکترو شیمیایی، امکان تولید پراکسید هیدروژن خالص و دارای فرمولاسیون پایدار (Stabilized) فراهم شد. پایداری این فرمولاسیون جدید حتی در دماهای بالا و زمان های ماند طولانی هم به اثبات رسید(۵).

مطالعه Pedahzur در ۱۹۹۵ نشان داد که در صورت استفاده از یون نقره در غلظت ۳۰ppb و آب اکسیژنه در غلظت ۳۰ppm هرکدام به تنهایی قادر به حذف به ترتیب ۲/۸۷ و ۰/۶۵ لوگ از کلیفرم های مدفوعی خواهند بود. در این مطالعه نشان داده شد که استفاده همزمان از دو عامل یاد شده منجر به غیرفعال سازی کلیفرم ها تا ۵ لوگ می شود(۶). در مطالعاتی دیگر، استفاده از H_2O_2 و یون نقره به صورت کمپلکس آبی موجب افزایش بازده گندزدایی تا ۸ برابر حالتی شد که از H_2O_2 به تنهایی استفاده شود (۵،۶).

همچنین مطالعه خزایی و همکاران در سال ۱۳۸۵ با هدف بررسی عملکرد پراکسید هیدروژن یون نقره در حذف کل کلیفرم ها نشان داد که برای به دست آوردن شرایط استاندارد ملی ایران در خصوص بار میکروبی پساب ثانویه فاضلاب، استفاده از کمپلکس یاد شده در مقادیر مقادیر حاصلضرب C.T

Archive of SID

www.SID.ir

معادل $8600 mg.L^{-1}.min^{-1}$ و بالاتر، برآورنده حدود استاندارد است (۵).

در مطالعه ای که توسط Tofant و همکاران انجام گرفت، عملکرد پراکسیدهیدروژن -یون نقره در کاهش بار میکروبی فاضلاب خروجی دامداری ها، در زمان تماس یک ساعت، حدود ۵۰٪ کاهش کلیفرم های مدفوعی بود(۷، ۸).

در مطالعه حاضر عملکردکمپلکس پراکسید هیدروژن- یون نقره با غلظت های مختلف و زمان تماس معین، در گندزدایی پساب ثانویه تصفیه خانه فاضلاب شهر قم مورد بررسی قرار گرفته است. غلظت مناسب گندزدا جهت برآورده شدن شرایط استاندارد ملی دفع پساب تعیین شده است. همچنین غلظت های لازم از کمپلکس برای مقادیر معین حذف لگاریتمی از بارمیکروبی پساب بدست آمده است.

مواد و روش ها

این مطالعه به روش تجربی- مداخله ای از مهر ماه سال ۱۳۸۵ تا اسفندماه سال ۱۳۸۶ به انجام رسید که دوره نمونه برداری مطالعه ۳ماه به طول انجامید. به منظور دسترسی به پسابی که کم ترین نوسان کدورت و جامدات معلق را داشته باشد،یک واحد پایلوت صافی درشت دانه با جریان افقی(HRF) در خروجی تصفیه خانه فاضلاب نصب و از پساب آن جهت مطالعه استفاده شد (۹). پساب خروجی از این واحد پایلوت، خطای ناشی از کدورت و جامدات معلق موجود در پساب تصفیه خانه را به حداقل می رساند. عملیات آماده سازی پایلوت در فصل پاییز و عملیات نمونه برداری به منظور سنجش عمل گندزدا در فصل زمستان انجام گردید.

فاصله زمانی برداشت نمونه، هفتگی و در هر ماه ۴ نمونه برداشته شد که جمعاً ۱۲ نمونه در طول سه ماهه پایانی سال را شامل می شود. متغیرهای پژوهش، کلیفرم های مدفوعی پساب، غلظت محلول حاوی کمپلکس پراکسید هیدروژن- یون نقره قبل ازگندزدایی وغلظت باقی مانده گندزدا پس از زمان تماس را شامل می شد.

مطالعه در شرایط آزمایشگاهی انجام یافت. نمونه های گرفته شده از خروجی تصفیه خانه با رعایت شرایط استاندارد به آزمایشگاه منتقل گردید. در هر نوبت ۶/۵ لیتر نمونه برداشته شد. نمونه پس از انتقال به آزمایشگاه در ۶ بشر یک لیتری استریل شده ریخته و با غلظت های ۸۰ ، ۱۶۰ ، ۲۴۰ ، ۳۲۰ ، ۴۰۰ و $480 mg/L$ از پراکسید هیدروژن - یون نقره در تماس قرار گرفت. تعیین غلظت پراکسید هیدروژن جهت حصول اطمینان از صحت عملیات رقیق سازی، با روش تیتراسیون یدومتری ویژه H_2O_2 انجام یافت(۱۰). بعد از اتمام زمان تماس (یک ساعت) جهت خنثی کردن گندزدا از تیوسولفات سدیم استفاده شد.

خنثی سازی باقیمانده گندزدا پس از زمان تماس، با رعایت تعادل استوکیومتری H_2O_2 و تیوسولفات سدیم انجام گرفت. شش غلظت مورد مطالعه از گندزدا (در این مطالعه ملاک غلظت گندزدا، همان غلظت H_2O_2 در محلول بوده است و غلظت یون نقره اندازه گیری نشد) با رقیق سازی محلول استوک توسط آب دیونیزه به دست آمد. عملیات نمونه برداری و انتقال نمونه ها به آزمایشگاه با رعایت رهنمودهای کتاب روش های استاندارد انجام شده است(۱۱). آزمایش کلیفرم های مدفوعی به روش ۱۵ لوله ای برای هر کدام از غلظت ها و همچنین برای پساب قبل از تماس با گندزدا، براساس دستورالعمل 9221 B مندرج در کتاب روش های استاندارد انجام یافت. برای ارزیابی یکسانی و یکنواختی مقادیر کلیفرم های مدفوعی، قبل و بعد از عملیات گندزدایی از آنالیز واریانس یک طرفه(ANOVA) و T-test استفاده شد.از نرم افزار SPSS 13.5 برای آزمون های آماری و از نرم افزار Excel 2007 به منظور رسم نمودارها استفاده شد.

جهت دسترسی به پساب حاوی مقادیر ثابت کدورت از یک واحد صافی درشت دانه با جریان افقی در محل خروجی پساب استفاده شد که ساخت و نصب آن بر اساس مبانی طراحی Wegelin انجام یافت (۱۲،۱۳). و آزمایش ها بر روی ۱۲ نمونه برداشته شده از خروجی صافی انجام یافت. نمونه های برداشته شده جهت انجام آزمایش سنجش کلیفرم های

Archive of SID

www.SID.ir

مدفوعی، به آزمایشگاه دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی قم منتقل شد.

ترکیب گندزدای مورد استفاده

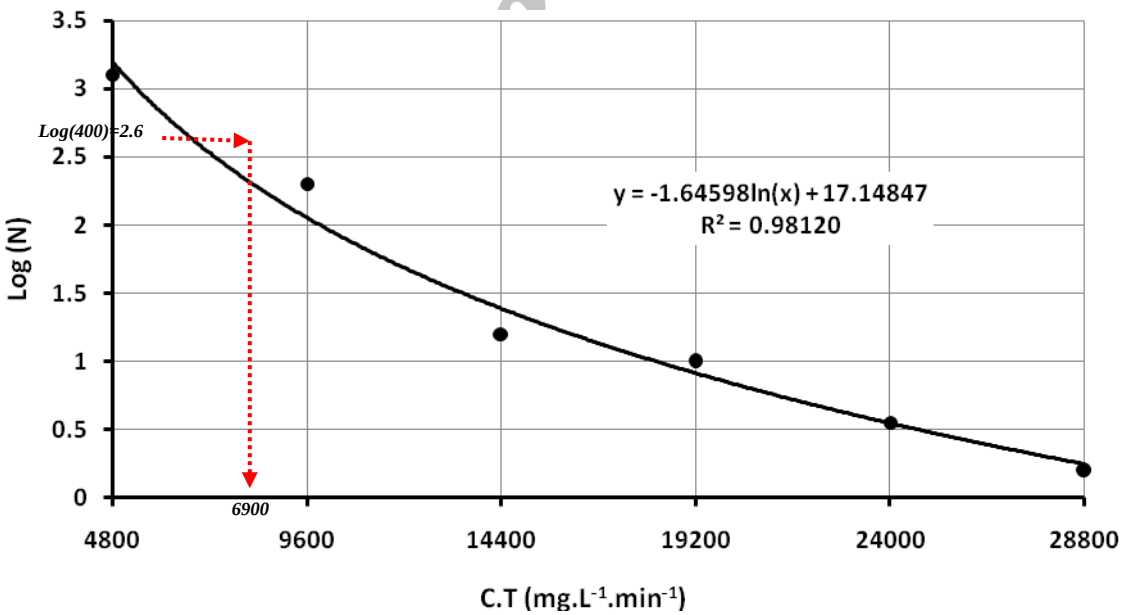
از کمپلکس هیدروژن پراکساید-یون نقره با نام تجاری نانوسیل، به عنوان عامل گندزدا در این مطالعه استفاده شد. کنسانتره این محلول حاوی هیدروژن پراکساید فعال به میزان ۵۰ ٪ وزنی و مقادیر جزئی یون نقره (حدود ppb ۲۵-۲۰) می باشد (۱۴).

نتایج

با توجه به این که در هر نوبت نمونه برداری، نمونه حاصل به ۶ قسمت مساوی تقسیم و هر قسمت با غلظت معینی از گندزدا مورد تماس قرا گرفت، جمعاً ۱۲*۶ بار آزمایش تعیین کلیفرم های مدفوعی انجام شد که با احتساب ۱۲ بار آزمایش انجام شده بر نمونه پساب قبل از تماس با گندزدا، مجموع آزمایش ها انجام شده ۸۴ مورد بود[۱۲+ (۱۲*۶)].

میانگین مقادیر باقی مانده کلیفرم های مدفوعی پس از زمان تماس یک ساعت با گندزدای پراکسید هیدروژن-یون نقره به تفکیک برای هر غلظت، در نمودار ۱ آورده شده است. با استفاده از آزمون T در محدوده بالایی اطمینان ۷۵ ٪، مقادیر باقی مانده کلیفرم های مدفوعی نشان داده شده است. مقایسه نتایج با معیارهای استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران با در نظر گرفتن محدوده بالایی اطمینان ۷۵ ٪ انجام شده است.

به منظور فراهم شدن امکان تعمیم نتایج به دست آمده برای غلظت ها و زمان های تماس غیر آن چه که در مطالعه ذکر شده است، به جای استفاده از معیار غلظت در نمودار ۱ از حاصل ضرب زمان- غلظت استفاده شد (C.T value).



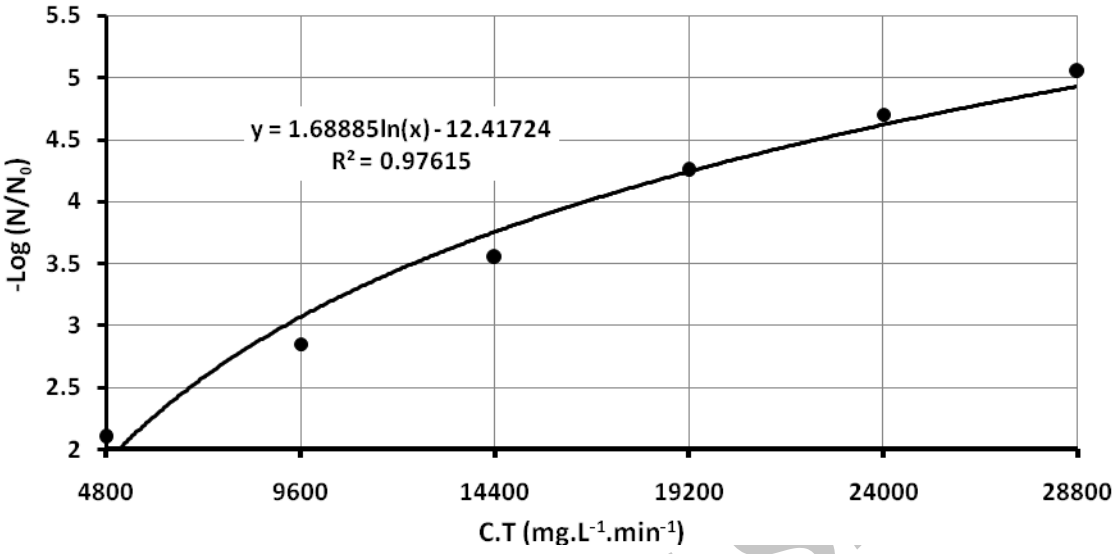
نمودار ۱- رابطه میان C.T Value کلیفرم های مدفوعی باقی مانده پساب HRF در تماس با محلول H_2O_2-Ag^+

نمودار ۲ رابطه میان حاصلضرب غلظت-زمان و کلیفرم های مدفوعی غیرفعال شده را نشان می دهد. با استفاده از آزمون T، میانگین غیرفعال شدن کلیفرم های مدفوعی به تفکیک هر حاصل ضرب غلظت-زمان گندزدا نشان داده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱، مقادیر غلظت مورد نیاز از پراکسید هیدروژن جهت حذف مقادیر مشخصه(از ۱ تا ۵ واحد لگاریتم) کلیفرم های مدفوعی را نشان می دهد.



شکل ۲- رابطه میان C_Rt Value و کلیفرم های مدفوعی غیر فعال شده پساب HRF در تماس با محلول H_2O_2-Ag^+.

بحث و نتیجه گیری

چنان که در نمودار ۱ مشهود است، نتایج مطالعه تاثیر گندزدا در ۶ غلظت، از ۸۰ تا ۴۸۰mg/l با فواصل ۸۰ واحد، نشان دهنده اختلاف معنی دار مقـادیر باقی مانـده کلیفرم های مدفوعی (MPN/100ml) در این غلظت ها است ($P<$ ۰/۰۰۱).

جدول ۱- غلظت ها و C.T مورد نیاز جهت دستیابی به مقادیر معین کاهش لگاریتمی کلیفرم های مدفوعی در پساب لاگون هوادهی (دمای ۲۵ °C، کدورت ۱۰ NTU)

حذف (درصد)	باقیمانده (درصد)	لگاریتم کاهش [(-Log (N/N0)]	C.T مورد نیاز [mg.L-1.min-1]	غلظت مورد نیاز [mg.L-1]
۹۰	۰/۱	۱	۲۸۲۰	۴۷
۹۹	۰/۰۱	۲	۵۰۹۸	۸۴
۹۹/۹	۰/۰۰۱	۳	۹۲۱۲	۱۵۳
۹۹/۹۹	۰/۰۰۰۱	۴	۱۶۶۵۸	۲۷۷
۹۹/۹۹۹	۰/۰۰۰۰۱	۵	۳۰۱۲۳	۵۰۲
* برای زمان تماس ۶۰ دقیقه				

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به نمودار۱، جدول۲ و با استفاده ازآزمون T-test ، در C.T حدود(mg/l).min ۶۹۰۰ و بیشتر از آن، شرایط استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست جهت تخلیـــه به آب های سطحی و مصارف کشاورزی (حداکثر MPN/100ml=۴۰۰) برآورده می شود (P< ۰/۰۰۱).

جدول ۲- استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست برای دفع فاضلاب و استفاده مجدد(۱۹)

آلاینده	مصارف آبیاری کشاورزی	تخلیه به چاه جاذب	تخلیه به آب های سطحی
کلیفرم مدفوعی(MPN)	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰

در مطالعه Tofant و همکاران با هدف کاهش بار میکروبی فاضلاب خروجی از محل های نگه داری خوک ، با به کارگیری سانوسیل ۲٪، امکان کاهش باکتری های کلیفرمی فاضلاب پس از یک ساعت زمان تماس به میزان۷۴٪ فراهم شد(۱۳). در مطالعه های Pedahzur در سال های ۱۹۹۵ و ۱۹۹۷، که عملکرد H_2O_2 -Ag^+در گندزدایی آب شرب بررسی شد، فرم تجاری H_2O_2 -Ag^+ مورد استفاده، حاوی ۳۰ ppm پراکسید هیدروژن و ۳۰ ppb یون نقره بود. گندزدایی یاد شده با زمان تماس یک ساعت توانست ۹۹/۹۹۹٪(۵ واحد لگاریتم) حذف کلیفرم های مدفوعی را در پی داشته باشد (۱۰،۹).

در مطالعه حاضر، با توجه به نمودار ۲، به کارگیری H_2O_2 -Ag^+ با غلظت پراکسیدهیدروژن ۱۶۰ mg/l و غلظت Ag^+ حدود ۱۵ ppb در گندزدائی پساب HRF، با زمان تماس یک ساعت، به حذف کلیفرم های مدفوعی به میزان ۳/۰۷ واحد لگاریتم منجر شد.

تاثیر کم تر گندزدا در مطالعه اخیر نسبت به مطالعه Pedahzur را شاید بتوان به طبیعت پساب فاضلاب نسبت داد. با توجه به این که منابع آب دارای مقادیر جامدات معلق قابل اغماض و کدورت بسیار اندک هستند، امکان پناه گرفتن میکروب ها در سطوح جامدات موجود در آب و در امان ماندن از اثر گندزدا به حداقل می رسد، حال آن که وجود بار آلی و محتوای جامدات قابل توجه در پساب فاضلاب موجب کاهش اثر گندزدا بر میکروارگانیسم ها شده است (۲۰،۱۹).

در تحقیقی که در سال ۲۰۰۳ توسط Walker و همکارانش در خصوص ارزیابی میکروبیولوژیکی فراورده های گندزدا در زدایش آلودگی تجهیزات دندانپزشکی انجام یافت، غلظت ۵٪ پراکسید هیدروژن یون نقره (نام تجاری Sanosil) به عنوان غلظتی ایده آل در حذف ۱۰۰٪ پوشش بیوفیلم های یونیت های دندان پزشکی معرفی شد که در مقایسه با کارایی ازن (۵۸٪ زدایش بیوفیلم و ۶۵٪ حذف اقسام رویشی) قابل توجه است(۲۱).

در مطالعه ای که در سال ۲۰۰۳ توسط Borgmann در هلند انجام شد، اثر گندزداهای گوناگون در ضد عفونی استخرهای شنا بررسی شد. در این پژوهش عملکرد هیپوکلریت سدیم ، محلول پراکسید هیدروژن به تنهایی (غلظت ۱۵۰-۸۰ mg/L) و کمپلکس پراکسید هیدروژن و یون نقره با محتوای پراکسید هیدروژن ۱۵۰ mg/L و محتوای یون نقره ۲۳ ppb با یکدیگر مقایسه شد. در غلظت کلر فعال ۱ppm مقادیر حذف کلیفرم های مدفوعی در زمان های ماند ۱۰،۲۰و ۳۰ دقیقه در مقیاس لگاریتمی ۲/۵۹تا ۴/۳۹واحد لگاریتم گزارش شد. مقادیر حذف توسط پراکسید هیدروژن با همان شرایط، صفر تا log ۰/۴۱ گزارش شد(۲). اگر چه حذف توسط محلول حاوی هیدروژن پراکساید - یون نقره اندکی بیشتر از پراکسید هیدروژن به تنهایی بود (۰/۱۶تا log ۰/۶۳)، اما به هر حال حذف میکروارگانیسم ها توسط کلر، بسیار قابل توجه بوده و عموماً بیش از ۴ واحد لگاریتم است. حال آن که در گندزدائی با محلول های حاوی پراکسید هیدروژن و یون

Archive of SID

www.SID.ir

نقره یا بدون آن، حداکثر حذف عمـــوماً کم تـــر از ۰/۷log می باشد .

به طور کلی اثر گندزدایی پراکسیدهیدروژن - یون نقره، کند و آرام است که استفاده از آن را به عنوان یک گندزدای اولیه با محدودیت مواجه می کند، اما از آن جا که دارای باقی مانده قابل اندازه گیری در محیط است می توان از آن به عنوان یک گندزدای ثانویه استفاده کرد.

با وجود مزایای عمده کمپلکس پراکسید هیدروژن- یون نقره در گندزدایی آب و فاضلاب، از جمله عدم تولید ترکیبات جانبی مضر، ایجاد باقی مانده قابل اندازه گیری، سهولت انتقال و نگه داری و عدم تولید بوهای ناخوشایند، به نظر می رسد، به کارگیری آن برای گندزدایی پساب ثانویه فاضلاب شهری به دلیل مصرف مقادیر فراوان تا احراز شرایط استاندارد، چندان مقرون به صرفه نیست. به کارگیری این گندزدا پس از فرایندهای ثالثیه تصفیه فاضلاب نظیر فیلتراسیون، احتمالاً به مصرف مقادیر کم تری از گندزدا منجر خواهد شد.

سپاس گزاری

از آقای مهندس بابک فرزین نیا ریاست وقت دانشکده بهداشت قم و همکاران محترم شرکت آب و فاضلاب استان قم به خاطر همکاری بی دریغشان در مراحل نمونه برداری و انجام آزمایش ها تشکر و قدردانی می شود.

منابع

1. Gunther F., Hearne N., Cotruvo J.(1999). Providing Safe Drinking Water in Small Systems: Technology, Operation and Economics. New York, CRC Press
2. Degrémont s.(1979). Water treatment handbook, John Wiley & Sons Inc
3. Ganz T. (2005). “Defensins and other antimicrobial peptides: a historical perspective and an update”, Combinatorial chemistry & high throughput screening, 8(3):209-17.
4. Pedahzur R., Katzenelson D., Barnea N., Lev O., Shuval H., Fattal B., et al.(2000). “The efficacy of long-lasting residual drinking water disinfectants based on hydrogen peroxide and silver”, Water Science and Technology,42(1-2) :293-8
5. Niven R. (2005). Investigation of silver electrochemistry water disinfection applications. McGill University, Principles of Water and Waste Water Treatment
6. Armon R., Laot N., Lev O., Shuval H., Fattal B. (2000). “Controlling biofilm formation by hydrogen peroxide and silver combined disinfectant”.,Water Science and Technology,42(1-2):187-92
7. Sapers G., Sites J.(2003). “Efficacy of 1% hydrogen peroxide wash in decontaminating apples and cantaloupe melons”,Journal of food science,68(5):1793-7
8. Block S.S. (1999). Disinfection, sterilization, and preservation, Lea & Febiger, Philadelphia, 818-9
9. Pedahzur R., Lev O., Fattal B., Shuval H.I.(1995). “The interaction of silver ions and hydrogen peroxide in the inactivation of E. coli: A preliminary evaluation of a new long acting residual drinking water disinfectant”,

Archive of SID

www.SID.ir

Water Science and Technology. 31(5):123-9

10. Nabizadeh R., Nadafi K., Vaezi F., Khazaei M.(2008). "Efficiency of horizontal roughing filter (HRF) in coliform removal from aerated lagoon effluent". Water and Wastewater Journal. 66:2-9
11. Pedahzur R. (1997). "Silver and Hydrogen Peroxide as Potential Drinking Water Disinfectant: Bactericidal Effect and Possible Modes of Action", Wat Sci & Tech, 5(11-12):7-93
12. Omidbakhsh N. (2006). " A new peroxide-based flexible endoscope-compatible high-level disinfectant", American journal of infection control, 34(9):571-7
13. Khazaei M., Nabizadeh R., Nadafi K., Vaezi F. (2012). "Qom Wastewater Disinfection with Hydrogen Peroxide-Silver Ion Complex", Qom University of Medical Sciences Journal, 1(4)
14. Tofant A., Pavičić Ž., Matković K., Hađina S., Križanić J. (2003). "Pig slurry hygienization with hydrogen peroxide-silvercomplex, an environmentally acceptable disinfectant", Veterinarski arhiv, 73(6):345-53
15. Kieber RJ., Helz G.(1986). "Two-method verification of hydrogen peroxide determinations in natural waters", Analytical chemistry, 58(11):2312-5
16. Apha A., WEF . (2005). Standard methods for the examination of water and wastewater, American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Environment Federation
17. Wegelin M. (1986). Horizontal-flow roughing filtration (HRF) a design, construction and operation manual, IRCWD report: 6
18. Aharoni Y., Copel A., Falik E. (1994). "The use of hydrogen peroxide to control postharvest decay on 'Galia'melons", Annals of applied biology, 125(1):189-93
19. ISIRI. (1997). Iranian Institute of Standards and Industrial Researches, Drinking water standards
20. Qualls R.G., Flynn M.P., Johnson J.D. (1983). "The role of suspended particles in ultraviolet disinfection" Journal (Water Pollution Control Federation), 55(10):1280-5
21. Walker J., Bradshaw D., Fulford M., Marsh P. (2003). "Microbiological evaluation of a range of disinfectant products to control mixed-species biofilm contamination in a laboratory model of a dental unit water system" , Applied and environmental microbiology, 69(6):3327-32
22. Borgmann-Strahsen R. (2003). "Comparative assessment of different biocides in swimming pool water", International biodeterioration & biodegradation, 51(4):291-7

Archive of SID

www.SID.ir