مقاله تحقیقی

مجلهٔ دانشگاه علوم پزشکی بابل
دوره نوزدهم، شماره ۴، فروردین ۱۳۹۶، صفحه ۶۶-۶۰

اثر نانو ذرات اکسید آهن در حذف باکتری‌های کلیفرم از آب آلوده

محمد ملکوتیان (PhD)[۱]، علی اسدی پور (PhD)[۲]، یاسر جمشیدی مقدم (MSc)[۳*]

۱-مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کرمان
۲-گروه شیمی داروئی، مرکز تحقیقات فارماسیوتیکس، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان
۳-گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمان

دریافت: ۹۵/۹/۲۵، اصلاح: ۹۵/۱۱/۶، پذیرش: ۹۶/۱۲/۴

خلاصه

سابقه و هدف: نانو ذرات اکسیدآهن در غلظت‌های اندک می‌توانند به عنوان منبع تامین یون آهن مورد نیاز میکروارگانیسم‌ها عمل نمایند. اما غلظت‌های بالا می‌توانند با ایجاد تنش و آسیب سلولی در سلول‌های میکروبی موجب کاهش رشد سلولی گردند. این مطالعه به منظور بررسی اثر نانو ذرات اکسید آهن بر حذف باکتری‌های کلیفرم از آب آلوده انجام شد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه تجربی- آزمایشگاهی محلول سنتزی با افزودن ۵ میلی‌لیتر پساب فاضلاب شهری به ۶۰ لیتر آب شبکه توزیع شهری ساخته شد. هر دفعه به نیم لیتر از نمونه سنتزی مقدار ۱۰۰، ۲۵۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰، ۴۰۰۰ و ۶۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نانو ذرات اکسید آهن اضافه گردید و در زمان‌های صفر، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ دقیقه نمونه برداشت شد و با روش ۱۵ لوله‌ای آزمایش گردید و درصد حذف باکتری های کلیفرم اندازه گیری شد.

یافته ها: با افزایش غلظت نانو ذرات اکسید آهن از ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر به ۶۰۰۰ میلی گرم بر لیتر میانگین درصد حذف محتمل‌ترین تعداد کلیفرم در ۱۰۰ میلی لیتر (MPN) نمونه‌های سنتزی از ۷۰ درصد به ۸۲ درصد رسید. (عدد MPN) و درصد حذف آن در زمان‌های صفر، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ دقیقه به ترتیب (۶۶۰/۵۲) صفر درصد، (۳۳۰/۴۲) ۴۸/۸۳ درصد، (۳۱۷/۰۰) ۵۳/۷۵ درصد، (۲۰۰/۱۴) ۶۸/۴۸ درصد، (۱۶۱/۶۶) ۷۳/۹۶ درصد و (۱۲۸/۰۴) ۸۰/۱۶ درصد شد. اختلاف معنی‌داری بین زمان تماس و حذف باکتری‌های کلیفرم (p=۰/۰۰۰) مشاهده گردید. حداکثر راندمان در زمان تماس ۱۰۰ دقیقه و غلظت ۶۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نانو ذرات اکسید آهن به ۱۰۰ درصد رسید.

نتیجه‌گیری: نتایج مطالعه نشان داد که با افزایش زمان تماس و همچنین افزایش غلظت نانو ذرات، حذف MPN نمونه‌ها سیر صعودی دارد.

کلمات کلیدی: آب،گندزدایی، نانو ذرات اکسید آهن، باکتری‌های کلیفرم.

مقدمه

رایج‌ترین روش‌ها برای گندزدایی آب استفاده از کلر، کلرآمین و دی اکسید کلر است. سایر گندزداها هم شامل اشعه ماورا بنفش، آهک کلرینه شده، برم، ید، و نقره می‌باشند (۱). روش‌های رایج در تصفیه آب آشامیدنی می‌توانند به نحو موثری عوامل میکروبی را کنترل نمایند، بین گندزدایی آب به روش هایی مانند کلرزنی و ازن زنی و تشکیل محصولات جانبی گندزدایی (Disinfection By Products=DBPs) ارتباط وجود دارد(۲). برخی روش‌های فیزیکی تصفیه، مانند اشعه ماورا بنفش، امواج مافوق صوت و غشاها اگرچه بسیاری از معیارهای یک گندزدای خوب را دارند، اما نمی‌توانند باقیمانده کافی را برای سیستم‌هایی با شبکه توزیع گسترده و یا زمان‌های ماند طولانی فراهم کنند. گندزداهای شیمیایی جایگزین شامل کلرآمین، دی اکسید کلر، برم، دی اکسید تیتانیوم و پرمنگنات پتاسیم نیز به دلیل کارایی کم ، قیمت بالا و تولید محصولات جانبی گندزدایی سمی، محدود شده است (۳). بنابراین لازم است تکنولوژی‌های جدید برای گندزدایی موثر آب جستجو و شناسایی شوند (۲). نانوذرات در چرخه حیات و اکوسیستم، پایین ترین سطح سمیت را از خود نشان داده اند. لذا استفاده از این مواد برای مبارزه با میکروب های بیماری زا می تواند انتخاب مناسبی باشد.

نانوذرات اکسید فلزی، بر اساس نسبت سطح به حجم، خاصیت ضد باکتریایی متفاوتی از خود نشان می دهند. باکتری های گرم مثبت در مقایسه با باکتری های گرم منفی در مقابل نانوذرات فلزی، مقاومت بیشتری از خود نشان می دهند که می تواند به ساختار دیواره سلولی ارتباط داشته باشد(۴). اختلاف بین بار منفی میکروارگانیسم و بار مثبت نانوذره، به صورت یک الکترومغناطیس جاذب بین میکروب و نانوذره عمل کرده و باعث اتصال نانوذره به سطح سلول شده، این اتصال باعث یکسری بر همکنش ها بین غشاء سلول و نانو ذره می گردد و در نتیجه می تواند باعث مرگ سلول شود(۵). اکسید آهن در طبیعت به وفور یافت می‌شود و در آزمایشگاه‌ها نیز سنتز می‌شود. در میان این نانوذرات، هماتیت، مگنتیت و مگمیت دارای خواص ویژه‌ای برای استفاده در بخش زیست‌پزشکی هستند. نانو ذرات اکسید آهن در تصویر برداری (Magnetic Resonance Imaging=MRI) به عنوان ماده ایجاد کننده شفافیت، در نشانه گذاری و جداسازی سلول های حیوانی، دارو رسانی هدفمند و روش های گرما درمانی در درمان تومورهای سرطانی کاربرد های گسترده ای یافته اند(۱۰-۶). همچنین این نانو ذرات اثر هم افزایی با داروهای ضد سرطان دارند و موجب اثر بخشی این

▣ این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی به شماره ۹۴/۳۱۵ مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمان می باشد.

* مسئول مقاله: یاسر جمشیدی مقدم
آدرس: کرمان، دانشگاه علوم پزشکی، دانشکده بهداشت، گروه بهداشت محیط. تلفن: ۰۳۴-۳۱۳۲۵۱۲۸
E-mail: yaser.jm1366@yahoo.com

[DOR: 20.1001.1.15614107.1396.19.4.8.5]
[DOI: 10.22088/jbums.19.4.60]

داروها می شوند(۱۱). نانو ذرات اکسید آهن به عنوان یک جاذب موثر برای حذف آلاینده ها از محیط آبی شناخته شده اند و در بسیاری از موارد برای حذف آلاینده های آلی و فلزات سنگین از محیط آبی استفاده شده اند(۱۴-۱۲). علاوه بر دیگر کاربردهای نانو ذرات اکسید آهن، یافته‌های اخیر پنجره دیگری را در کاربرد نانو ذرات اکسید آهن گشوده است. این ترکیبات دارای خواص ضد میکروبی هستند.گزارشات متعددی مبنی بر اثرات ضد میکروبی این نانو ذرات علیه باکتری-های گرم مثبت و گرم منفی و حتی قارچها وجود دارد(۱۷-۱۵). نانو ذرات اکسید آهن در زمینه میکروبیولوژی صنعتی به منظور تثبیت سلول‌های میکروبی در فرایندهای صنعتی، تصفیه فاضلاب و یا حذف آلودگی‌های میکروبی مورد استفاده قرار گرفته اند(۲۰-۱۸). نانو ذرات اکسید آهن به دلیل ویژگی‌های مغناطیسی مناسب، سمیت بسیار اندک، سازگاری زیستی بالا و سهولت نسبی سنتز، نسبت به نانو ذرات دیگر بیشتر مورد توجه محققین بوده اند(۲۷-۲۱). Nasiri و همکارانش نشان دادند که نانو ذرات اکسید روی خواص ضدباکتریایی قابل توجهی را در مقابل باکتری‌های اشرشیاکلی و استافیلوکوکوس اورئوس دارند(۲۸). لذا این مطالعه با هدف بررسی اثرات نانو ذرات اکسید آهن در حذف باکتری های کلیفرم از آب آلوده انجام گردید.

مواد و روش ها

این تحقیق تجربی در فاصله زمانی مهر ماه لغایت آذر ماه ۱۳۹۴ پس از کسب مجوز از کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی کرمان با کد ۹۳/۳۱۵ در مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط انجام پذیرفت. نانو ذرات اکسید آهن مارک US NANO به صورت پودر با اندازه ۲۰-۳۰ نانومتر خریداری شد. ابتدا محلول سنتزی آلوده به کلیفرم با افزودن ۵ میلی‌لیتر پساب تصفیه خانه فاضلاب شهری به ۶۰ لیتر آب شبکه توزیع که عاری از کلر باقیمانده و فاقد کلیفرم بود، ساخته شد. همزمان به ۷ ظرف حاوی نیم لیتر از نمونه سنتزی مقادیر مختلف ۱۰۰، ۲۵۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰، ۴۰۰۰ و ۶۰۰۰ میلی گرم بر لیتر نانو ذرات اکسید آهن اضافه شد و از هر یک از ظروف در زمان های مختلف صفر، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ دقیقه نمونه برداشت شد و کلیه مراحل مذکور سه بار تکرار گردید. با توجه به مقادیر و زمان‌های مختلف نمونه‌برداری و با احتساب سه بار تکرار در مجموع ۱۲۶ نمونه میکروبی آماده شد. نمونه‌های برداشت شده به روش ۱۵ لوله ای برای آزمایشات آب و فاضلاب آزمایش گردید. مطابق با روش ۱۵ لوله ای برای هر رقت (۱۰mL، ۱، ۰/۱ نمونه) ۵ لوله آماده شد. در ۵ لوله اول ۱۰ میلی لیتر محیط کشت لوریل سولفات براث دو غلظتی و در ۱۰ لوله بعدی، ۱۰ میلی لیتر محیط کشت لوریل سولفات براث یک غلظتی ریخته شد و سپس در ۵ سری اول ۱۰ میلی لیتر نمونه، در ۵ سری دوم ۱ میلی لیتر نمونه و در سری سوم ۰/۱ میلی لیتر نمونه اضافه گردید. مخلوط داخل لوله ها با تکان دادن آرام لوله، مخلوط شد. لوله های حاوی نمونه و محیط کشت به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۳۵ درجه سانتیگراد در انکوباتور قرار داده شد. تولید گاز و اسید در لوله ها به عنوان نتیجه مثبت در نظر گرفته شد. برای تایید وجود کلیفرم ها از تمام لوله های مثبت این مرحله، با لوپ فلزی استریل در لوله های حاوی محیط کشت برلیانت گرین کشت گردید. لوله های مذکور به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۳۵ درجه گرماگذاری شد.

تشکیل گاز به هر میزان در لوله های دورهام در هر زمان از ۴۸ ساعت گرماگذاری، بیانگر پاسخ مثبت در این مرحله بود. نتایج به صورت محتمل ترین تعداد کلیفرم ها در ۱۰۰ میلی لیتر (Most Probable Number =MPN) گزارش گردید. طبق استاندارد کیفیت آب آشامیدنی کد ۳-۱۱۶ ایران کلیفرم آب در شبکه توزیع نباید از ۳ عدد تجاوز نماید(۲۹). نمونه برداری ها و آزمایش ها بر اساس روش های مندرج در کتاب روش های استاندارد برای آزمایش آب و فاضلاب انجام گرفت(۳۰).

نتایج حاصله ابتدا برای اطمینان از نرمال بودن داده ها با آزمون آماری Kolmogorova –Smirov و سپس با آزمون آماری one way ANOVA و به کمک نرم افزار SPSS ۲۳ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و $p<0/05$ معنی دار در نظر گرفته شد.

یافته ها

نتایج بررسی نشان داد میزان ۶۰۰۰ میلی گرم در لیتر نانو ذرات اکسید آهن توانسته است MPN نمونه سنتزی را از ۲۱۰ پس از ۱۰۰ دقیقه زمان تماس به صفر کاهش دهد (جدول ۱).

جدول ۱. میانگین میزان MPN نمونه های آب سنتزی آلوده در زمان های مختلف و مقادیر متفاوت نانو ذرات اکسید آهن(میلی گرم بر لیتر)

غلظت MPN / مدت زمان تاثیر (دقیقه)	۱۰۰ mg/L Mean±SD	۲۵۰ mg/L Mean±SD	۵۰۰ mg/L Mean±SD	۱۰۰۰ mg/L Mean±SD	۲۰۰۰ mg/L Mean±SD	۴۰۰۰ mg/L Mean±SD	۶۰۰۰ mg/L Mean±SD	استاندارد MPN مصرف شرب	P-value[b]
نمونه سنتزی	۱۱۴۳/۶۶±۳۹۲/۵۹	۳۱۳/۳۳±۶۳/۵۰	۳۷۶/۶۶±۱۵۱/۷۶	۱۳۷۳/۳۳±۳۹۲/۵۹	۷۹۳/۳۳±۲۱۹/۳۹	۷۹۳/۳۳±۲۱۹/۳۹	۲۱۰±۳۶/۰۵	#۳	-
۲۰	۳۷۶/۶۶±۱۵۱/۷۶	۲۱۶/۶۶±۴۰/۴۱	۱۹۳/۳۳±۴۰/۴۱	۷۹۳/۳۳±۲۱۹/۳۹	۱۵۰±۱۷/۳۲	۴۷۶/۶۶±۱۰۹/۶۹	۱۰۶/۳۳±۲۵/۶۹	#۳	۰/۰۰۳
۴۰	۴۵۳/۳۳±۱۵۰/۱۱	۲۱۶/۶۶±۴۰/۴۱	۱۸۰±۵۵/۶۷	۷۹۳/۳۳±۲۱۹/۳۹	۱۵۰±۱۷/۳۲	۳۷۰±۱۶۰/۹۳	۵۵/۶۶±۸/۷۳	#۳	۰/۰۰۲
۶۰	۳۲۶/۶۶±۴۰/۴۱	۱۹۳/۳۳±۴۶/۱۸	۱۴۶/۶۶±۲۰/۸۱	۴۱۳/۳۳±۱۰۹/۶۹	۱۱۶/۶۶±۱۱/۵۴	۱۸۳/۳۳±۶۳/۵	۲۱±۴	#۳	۰/۰۰۰
۸۰	۳۲۶/۶۶±۴۰/۴۱	۱۵۳/۳۳±۱۵/۲۷	۱۴۶/۶۶±۲۰/۸۱	۲۷۶/۶۶±۶۳/۵	۱۲۰±۱۷/۳۲	۹۹/۶۶±۱۷/۸۹	۸/۶۶±۷/۵۷	#۳	۰/۰۰۰
۱۰۰	۲۲۶/۶۶±۱۱/۵۴	۱۲۰±۱۷/۳۲	۱۰۹/۶۶±۳۰/۵	۲۷۶/۶۶±۶۳/۵	۹۴/۳۳±۱۵/۵	۶۹±۱۷/۳۲	۰	*۳	۰/۰۰۰
P-valuea	-	۰/۰۱۹	۰/۰۱۳	۰/۳۱۶	۰/۰۰۶	۰/۵۷۸	۰/۰۰۰		

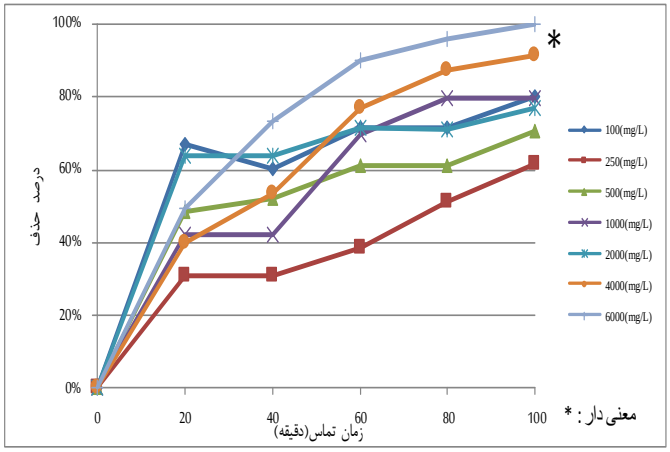
*: معنی دار، #: غیر معنی دار، [a]: P-value غلظت نسبت به غلظت اولیه، [b]: P-value زمان نسبت به نمونه سنتزی

[DOR: 20.1001.1.15614107.1396.19.4.8.5]
[DOI: 10.22088/jbums.19.4.60]

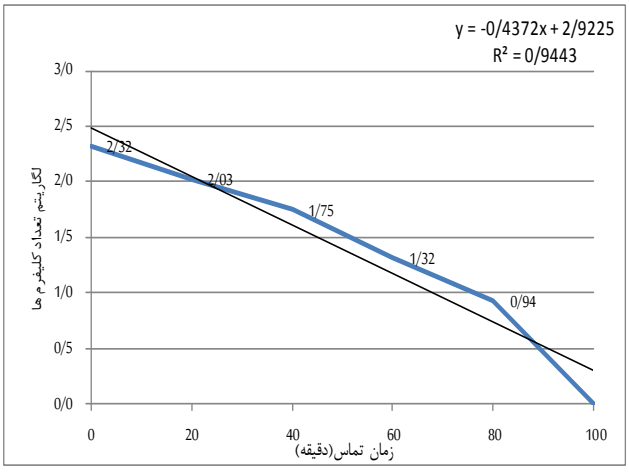
با افزایش زمان تماس و همچنین افزایش غلظت نانو ذرات درکلیه مقادیر، حذف MPN نمونه ها سیر صعودی داشته است به طوری که حداکثر بازده حذف باکتری های کلیفرم در زمان تماس ۱۰۰ دقیقه و غلظت ۶۰۰۰ میلی گرم بر لیتر نانو ذرات اکسید آهن به دست آمد.

با افزایش غلظت نانو ذرات اکسید آهن از ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر به ۶۰۰۰ میلی گرم بر لیتر میانگین درصد حذف MPN نمونه های سنتزی از ۷۰ درصد به ۸۲ درصد افزایش داشت و همچنین افزایش زمان تماس از ۲۰ دقیقه به ۱۰۰ دقیقه باعث افزایش میانگین درصد حذف MPN نمونه های سنتزی از ۴۹ درصد به ۸۰ درصد گردید(نمودار ۱). رابطه معنی‌داری بین زمان تماس و حذف باکتری های کلیفرم (p=۰/۰۰۰) و همچنین بین غلظت نانوذرات و حذف باکتری‌های کلیفرم (p=۰/۰۰۰) مشاهده شد.

در غلظت ۶۰۰۰ میلی گرم بر لیتر نانو ذرات، لگاریتم تعداد باکتری های باقیمانده نسبت به زمان تماس به صورت یک خط مستقیم است که نشان می‌دهد حذف باکتری‌های کلیفرم به وسیله سوسپانسیون نانو ذرات اکسید آهن از سرعت واکنش‌های درجه اول پیروی می‌کند(نمودار ۲).



نمودار ۱. روند حذف MPN در مقادیر مختلف نانو ذرات اکسید آهن در زمانهای مختلف



نمودار ۲. روند تغییرات لگاریتم تعدادکلیفرم‌های باقیمانده در ۱۰۰ میلی‌لیتر نمونه در ۶۰۰۰ میلی گرم بر لیتر نانو ذرات اکسید آهن

بحث و نتیجه گیری

بر اساس نتایج این مطالعه درصد حذف MPN نمونه سنتزی با افزایش غلظت نانو ذرات اکسید آهن و زمان تماس افزایش یافته است. همچنین در زمان تماس ۱۰۰ دقیقه بالاترین درصد مربوط به غلظت ۶۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نانو ذرات اکسید آهن بود که باعث حذف ۱۰۰ درصد MPN نمونه سنتزی شده است. Malakootian و همکارانش در بررسی تاثیر نانو ذرات CuO، TiO_2، ZnO در حذف باکتریهای گرم مثبت و منفی از فاضلاب شهری، به این نتیجه رسیدند که با افزایش غلظت نانو ذرات درصد حذف باکتری افزایش می یابد و غلظت ۶۰۰۰ میلی گرم بر لیتر بیشترین درصد حذف باکتری های استافیلوکوکوس اورئوس، باسیلوس سوبتلیس، سودوموناس آئروژینوزا و اشرشیاکلای را دارد(۳۱) و در مطالعه Miranzadeh و همکاران بررسی اثر نانونقره بر حذف باکتریهای کلیفرم از آب آلوده به این نتیجه رسیدند که افزایش زمان تماس با نانونقره، باعث حذف بیشتر کلیفرمها است(۳۲).

همچنین Ebrahiminezhad و همکارانش در بررسی تاثیر نانوذرات اکسید آهن در میکروارگانیسم‌ها، به این نتیجه رسیدند که در غلظت کم (کمتر از ۲۰ میکروگرم/میلی لیتر)، لیستریا مونوسیتوژنز می تواند از نانوذرات مگنتیت برای رشد بیشتر بهره مند شوند، احتمالا به عنوان یک منبع آهن است، اما با افزایش غلظت اثرات ضد باکتری تدریجی به نظر می‌رسد و در ۴۰ میکروگرم / میلی لیتر نانو ذرات آهن مغناطیسی یک اثر قابل توجهی ضد باکتری دارند (۳۳) که با نتایج این تحقیق هم خوانی دارد.

علت این است که نانوذرات اکسید آهن در غلظت‌های اندک می‌توانند به عنوان منبع تامین یون آهن مورد نیاز میکروارگانیسم‌ها عمل کرده و در نتیجه حذف گردد. اما غلظت‌های بالای این نانوذرات در سلول‌های میکروبی می تواند با ایجاد تنش وآسیب سلولی موجب کاهش رشد سلولی گردد (۳۴). Huang و همکارانش به این نتیجه رسیدند که نانوذرات مغناطیسی آمین-عاملدار برای طیف گسترده‌ای از باکتری‌ها کشنده است (۱۹). Cotar و همکارانش در بررسی اثر نانو ذرات اکسید آهن بر روی اثر آنتی بیوتیک‌ها، به این نتیجه رسیدند که نانو ذرات اکسید آهن حامل پنی سیلین، استرپتومایسین، اریترومایسین، کانامایسیم و سفوتاکسیم دارای حداقل غلظت ممانعت کننده رشد پایین تری نسبت به هر کدام از آنتی بیوتیک‌ها به تنهایی هستند (۳۵). که نتایج در ارتباط با تاکید اثر ضد میکروبی با این تحقیق هم خوانی دارد. به نظر می رسد اتصال نانوذرات اکسید آهن به دیواره سلولی باکتری ها در عملکرد غشا سلولی نیز اختلال ایجاد کرده و نفوذ پذیری آنرا افزایش می دهد. این امر موجب افزایش انتقال مواد و بهبود بازده فرآیند های صنعتی می گردد(۳۴).

در غلظت ۶۰۰۰ میلی گرم بر لیتر نانو ذرات لگاریتم تعداد باکتری های باقیمانده نسبت به زمان تماس به صورت یک خط مستقیم است که نشان می‌دهد حذف باکتری‌های کلیفرم به وسیله سوسپانسیون نانو ذرات اکسید آهن از سرعت واکنش‌های درجه اول پیروی می‌کند. در مطالعه Miranzadeh و همکاران جهت بررسی اثر نانو ذرات نقره بر حذف باکتریهای کلیفرم از آب آلوده به این نتیجه رسیدند که حذف باکتریهای کلیفرم به وسیله سوسپانسیون نانونقره از سرعت واکنشهای درجه اول پیروی می کند(۳۲) که با نتایج این تحقیق هم خوانی دارد. لذا، به کمک درون‌یابی و معادله خط مربوط به غلظت ۶۰۰۰ میلی گرم بر لیتر نانو ذرات ($y=-1.9681x+165.3492$) می‌توان اینگونه نتیجه-

[DOR: 20.1001.1.15614107.1396.19.4.8.5]
[DOI: 10.22088/jbums.19.4.60]

گیری کردکه در مقدار یاد شده برای کاهش تعداد باکتری‌ها بـه کمتـر از ۳ عـدد در۱۰۰ میلی‌لیترکه دراستاندارد کد۳-۱۱۶ ایران (۲۹) آمده است بـه حـدود ۸۲/۴۹ دقیقه زمان تماس نیاز است که از زمان تماس آب و کلر که حدود ۳۰ دقیقه مـی-باشد (۱) زیادتر می‌باشد که مستلزم بزرگتر شدن سازه‌های مربوط به حوض تماس می‌شود. استفاده از گندزداهای شیمیایی به دلیل تولید محصولات جانبی گنـدزدایی سمی(کلر تولید تری هالومتان و ازن تولید برمید و برمات)، محدود شده است. نـانو ذرات اکسید آهن علاوه بر دارا بودن خاصیت ضد میکروبی، به عنوان یـک جـاذب موثر برای حذف آلاینده های آلی و فلزات سـنگین از محـیط آبـی شـناخته شـده اند(۱۴-۱۲). لذا می توان نانو ذرات اکسید آهن را بـه عنـوان یـک مـاده مـوثر در تصفیه آب آشامیدنی و فاضلاب در نظر گرفت. با توجه به خواص دیگـر ایـن نـانو ذرات نظیر خاصیت سینرژیستی آن، ویژگی های مغناطیسی مناسب، سمیت بسـیار اندک، سازگاری زیستی بالا و سهولت نسبی سنتز، کاربرد نانو ذرات اکسید آهن در حذف آلاینده ها می تواند به عنوان روشی قابل اعتماد و کارامد مد نظر قرار گیرد.

تقدیر و تشکر

بدینوسیله از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی کرمان جهت حمایت از این تحقیق، تشکر و قدردانی می گردد.

[DOR: 20.1001.1.15614107.1396.19.4.8.5]
[DOI: 10.22088/jbums.19.4.60]

Effect of Iron Oxide Nanoparticles for the Removal of Coliform Bacteria from Contaminated Water

M. Malakootian (PhD)[1], A. Asadipour (MSc)[2], Y. Jamshidi Moghadam (MSc)[3*]

1.Environmental Health Engineering Research Center, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, I.R.Iran
2.Department of Medicinal Chemistry, Pharmaceutical Research Center, Faculty of Pharmacy, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, I.R.Iran
3.Department of Environmental Health, Faculty of Public Health, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, I.R.Iran

J Babol Univ Med Sci; 19(4); Apr 2017; PP: 60-6
Received: Dec 15th 2016, Revised: Jan 25th 2017, Accepted: Feb 22th 2017

ABSTRACT

BACKGROUND AND OBJECTIVE: Iron oxide nanoparticles at low concentrations can act as a source of iron ions required microorganisms but high concentrations can cause stress and cell damage in bacterial cells are reduced cell growth. The effect of iron oxide nanoparticles were studied remove coliform bacteria from contaminated water.

METHODS: In this experimental-laboratory study synthetic municipal wastewater by adding 5 mL to 60 liters of water in urban distribution network was built. Every time in half a liter of synthetic samples 100, 250, 500, 1000, 2000, 4000 and 6000 ppm of iron oxide nanoparticles were added at the time of zero, 20, 40, 60, 80 and 100 minute samples and with method 15-tube was tested.

FINDINGS: With increasing concentrations of iron oxide nanoparticles from 100 ppm to 6000 ppm the most likely number of coliforms per 100 ml (MPN) average removal rate from 70 percent to 82 percent synthesized samples. (Number of MPN) and removal efficiency at 0, 20, 40, 60, 80 and 100 minutes, was (660.52) 0% (330.42) 48.83, (317.00) 53.75, (200.14) 68.48, (161.66) 73.96 and (128.04) 80.16 respectively. Significant differences between time and removal of coliform bacteria (P=000.0) was observed. Maximum efficiency in the contact time of 100 minutes and 6000 mg/L concentration of iron oxide nanoparticles to 100 percent.

CONCLUSION: The results showed that with increasing contact time and increasing concentrations of nanoparticles, remove the MPN samples is increasing.

KEY WORDS: *Water, Disinfection, Iron Oxide Nanoparticles, Coliform Bacteria*.

Please cite this article as follows:

Malakootian M, Asadipour A, Jamshidi Y. Moghadam. Effect of Iron Oxide Nanoparticles for the Removal of Coliform Bacteria from Contaminated Water. J Babol Univ Med Sci. 2017;19(4):60-6.

***Corresponding author: Y. Jamshidi Moghadam (MSc)**
Address: Department of Environmental Health, Faculty of Public Health, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, I.R.Iran
Tel: +98 34 31325128
E-mail: yaser.jm1366@yahoo.com

[DOR: 20.1001.1.15614107.1396.19.4.8.5]
[DOI: 10.22088/jbums.19.4.60]

References

1.Salvato JA, Nemerow NL, Agardy FJ .Environmental engineering.6th. New Jeresey:Wiley J & Sons; 2009.

2.Li Q, Mahendra S, Lyon DY, Brunet L, Liga MV, Li D, et al. Antimicrobial nanomaterials for water disinfection and microbial control: potential applications and implications. Water Res. 2008;42(18):4591-602.

3.Niven R. Investigation of silver electrochemistry water disinfection applications. (Ms Thesis) McGill University, Principles of Water and Waste Water Treatment. 2005.

4.Yu B, Leung KM, Guo Q, Lau WM, Yang J. Synthesis of Ag–TiO2 composite nano thin film for antimicrobial application. Nanotechnol. 2011;22(11):115603.

5.Li W-R, Xie X-B, Shi Q-S, Zeng H-Y, You-Sheng O-Y, Chen Y-B. Antibacterial activity and mechanism of silver nanoparticles on Escherichia coli. App Microbiol Biotechnol. 2010;85(4):1115-22.

6.Huang J, Zhong X, Wang L, Yang L, Mao H. Improving the magnetic resonance imaging contrast and detection methods with engineered magnetic nanoparticles. Theranost. 2012;2(1):86-102.

7.Yigit MV, Moore A, Medarova Z. Magnetic nanoparticles for cancer diagnosis and therapy. Pharma Res. 2012;29(5):1180-8.

8.Andreas K, Georgieva R, Ladwig M, Mueller S, Notter M, Sittinger M, et al. Highly efficient magnetic stem cell labeling with citrate-coated superparamagnetic iron oxide nanoparticles for MRI tracking. Biomaterials. 2012;33(18):4515-25.

9.Medical Research News. 2016.Research confirms potential use of iron oxide nanoparticles in biomedical applications. [Online] Available from: http://www.news-medical.net/news/20160316/Research-confirms-potential-use-of-iron-oxide-nanoparticles-in-biomedical-applications.aspx.

10. Asin L, Ibarra M, Tres A, Goya G. Controlled cell death by magnetic hyperthermia: effects of exposure time, field amplitude, and nanoparticle concentration. Pharma Res. 2012;29(5):1319-27.

11.Jing H, Wang J, Yang P, Ke X, Xia G ,Chen B. Magnetic Fe3O4 nanoparticles and chemotherapy. agents interact synergistically to induce apoptosis in lymphoma cells. Inter J Nanomed. 2010;5:999.

12.Panneerselvam P, Morad N, Tan KA. Magnetic nanoparticle (Fe 3 O 4) impregnated onto tea waste for the removal of nickel (II) from aqueous solution. J Hazardous Material. 2011;186(1):160-8.

13.Peng Q, Liu Y, Zeng G, Xu W, Yang C, Zhang J. Biosorption of copper (II) by immobilizing Saccharomyces cerevisiae on the surface of chitosan-coated magnetic nanoparticles from aqueous solution. J Hazardous Material. 2010;177(1):676-82.

14.Rakhshaee R, Panahandeh M. Stabilization of a magnetic nano-adsorbent by extracted pectin to remove methylene blue from aqueous solution: a comparative studying between two kinds of cross-likened pectin. J Hazardous Material. 2011;189(1):158-66.

15.Ramteke C, Ketan Sarangi B, Chakrabarti T, Mudliar S, Satpute D, Avatar Pandey R. Synthesis and broad spectrum antibacterial activity of magnetite ferrofluid. Curr Nanosci. 2010;6(6):587-91.

16.Grumezescu A, Mihaiescu D, Mogoşanu D, Chifiriuc M, Lazar V, Calugarescu I, et al. In vitro assay of the antimicrobial activity of Fe3O4 and CoFe2O4/oleic acid-core/shell on clinical isolates of bacterial and fungal strains. Optoelectron Adv Mat. 2010;4(11):1798-801.

17.Chifiriuc C, Lazar V, Bleotu C, Calugarescu I, Grumezescu A, Mihaiescu D, et al. Bacterial adherence to the cellular and inert substrate in the presence of CoFe2O4 and Fe3O4/oleic acid-core/shell. Digest J Nanomat Biostruct. 2011;6(1):37-42.

18.Ansari F, Grigoriev P, Libor S, Tothill IE, Ramsden JJ. DBT degradation enhancement by decorating Rhodococcus erythropolis IGST8 with magnetic Fe3O4 nanoparticles. Biotechnol bioengin. 2009;102(5):1505-12.[In Persian].

19.Huang Y-F, Wang Y-F, Yan X-P. Amine-functionalized magnetic nanoparticles for rapid capture and removal of bacterial pathogens. Environment Sci Technology. 2010;44(20):7908-13.

20.Li Y-G, Gao H-S, Li W-L, Xing J-M, Liu HZ. In situ magnetic separation and immobilization of dibenzothiophene-desulfurizing bacteria. Bioresource Technol. 2009;100(21):5092-6.

[DOR: 20.1001.1.15614107.1396.19.4.8.5]
[DOI: 10.22088/jbums.19.4.60]

21.Singh N, Jenkins GJ, Asadi R, Doak SH. Potential toxicity of superparamagnetic iron oxide nanoparticles (SPION). Nano Rev Experiment. 2010:5358. Available From: http://journals.co-action.net/index.php/nano/article/view/5358/0
22.Ge Y, Zhang Y, Xia J, Ma M, He S, Nie F, et al. Effect of surface charge and agglomerate degree of magnetic iron oxide nanoparticles on KB cellular uptake in vitro .Colloids Surf B Biointerfaces. 2009;73(2):294-301.
23.Karlsson HL, Gustafsson J, Cronholm P, Möller L. Size-dependent toxicity of metal oxide particles—a comparison between nano-and micrometer size. Toxicol let. 2009;188(2):112-8.
24.Mahmoudi M, Simchi A, Imani M, Shokrgozar MA, Milani AS, Häfeli UO, et al. A new approach for the in vitro identification of the cytotoxicity of superparamagnetic iron oxide nanoparticles. Colloids Surf B Biointerfaces. 2010;75(1):300-9.
25.Patlolla A, Berry A, Land D, Tchounwou P. Determining cytotoxicity of nano iron oxide in HepG2 cell line using MTT assay. Sixth International Symposium on Recent Advances in Environmental Health Research; September 13-16; Marriott Hotel, Jackson, Mississippi.USA .2009. p. 53.
26.Reddy LH, Arias JL, Nicolas J, Couvreur P. Magnetic nanoparticles: design and characterization, toxicity and biocompatibility, pharmaceutical and biomedical applications. Chem Rev. 2012;112(11):5818-78.
27.Colombo M, Carregal-Romero S, Casula MF, Gutierrez L, Morales MP, Boehm IB, et al. Biological applications of magnetic nanoparticles. Chem Soc Rev. 2012;41(11):4306-34.
28.Nasiri A. Malakootian M. Tamaddon F. Synthesis nano znO assisted by ultrasound irradiation and evaluation of antimicrobial properties. Tolooe Behdasht. 2014;13(4):115-28.[In Persian].
29.Iran Water Resources' Management Co Drinking Water Quality Standard. Publication Number 116-3.1992.
30.Clesceri LS GA, Eaton AD. Standard method for examination of water and wastewater. 20th. American public health publication: 1999. p. 1786.
31. Malakootian M, Toolabi A. Determining and comparing the effect of nanoparticle cuo, tio2 and zno in removing gram positive and negative bacteria from wastewater. Tolooe Behdasht. 2011(2):1-11.[In Persian].
32.Miranzadeh MB, Rabbani D, Naseri S, Nabizadeh R, Mousavi SGA, Ghadami F. Coliform bacteria removal from contaminated water using nanosilver. Feyz J Kashan Univ Med Sci. 2012;16(1):31-5.[In Persian].
33.Ebrahiminezhad A, Davaran S, Rasoul-Amini S ,Barar J, Moghadam M, Ghasemi Y. Synthesis, characterization and anti-listeria monocytogenes effect of amino acid coated magnetite nanoparticles. Curr Nanosci. 2012;8(6):868-74.
34.Ebrahiminezhad A, Berenjian A, Kouhpayeh A, Ghasemi Y. Applications of iron oxide nonpareils in microbiology and the effects on microorganisms. J Microb World. 2014;7:75-86.[In Persian].
35.Cotar AI, Grumezescu AM, Huang K-S, Voicu G, Chifiriuc CM, Radulescu R. Magnetite nanoparticles influence the efficacy of antibiotics against biofilm embedded Staphylococcus aureus cells. Biointerf Res App Chem. 2013;3(2):559-65.

[DOR: 20.1001.1.15614107.1396.19.4.8.5]
[DOI: 10.22088/jbums.19.4.60]