Archive of SID

مقاله اصیل

بررسی تأثیر نانوذرات نقره در غیرفعالسازی باکتریهای هتروتروف از آب آلوده

حسین علیدادی[1]، راضیه نوروزیان استاد [2]*، حبیب الله اسماعیلی[3]

[1] دانشیار، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مشهد- ایران

[2] دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مشهد- ایران

[3] دانشیار، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، گروه آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مشهد- ایران

***نشانی نویسنده مسؤول:** مشهد، خیابان دانشگاه، بین دانشگاه ١٦ و ١٨ ، دانشکده بهداشت، راضیه نوروزیان استاد

E-mail: Norouzianr911@mums.ac.ir

وصول:۹۴/۶/۲۵، اصلاح:۹۴/۸/۱۳، پذیرش:۹۴/۹/۱۷

چکیده

زمینه هدف: روش‌های معمول گندزدایی آب استفاده از کلر است که می تواند عوامل میکروبی را بطور موثر کنترل کند. تحقیقات دهه اخیر رابطه بین گندزدایی آب با کلر و محصولات گندزدایی جانبی را نشان داده است. تکنولوژی نانو در دهه های اخیر فرصتی را برای کشف قدرت باکتری کشی نانوذرات فلزی فراهم کرده است. از میان این نانوذرات، نقره بیشتر مورد استفاده قرار گرفته است. هدف از این تحقیق ارزیابی تاثیر نانوذرات نقره در غیرفعالسازی باکتریهای هتروتروف از آب آلوده بوده است.

مواد و روش‌ها: این مطالعه تجربی در سیستم بسته و در مقیاس آزمایشگاهی بر روی آب آلوده دست سازی که با اضافه کردن ۱۰ میلی لیتر پساب به ۹۰ میلی لیتر آب مقطر ساخته شده بود، انجام گرفت. هر بار، به ٦ ظرف از آب آلوده، نانونقره با مقادیر ۱۸۰-۳۰ میکروگرم در لیتر افزوده شد و در طول ۱۰۰ دقیقه هر ۲۰ دقیقه یک بار یک نمونه برداشته شد. شمارش بشقابی باکتریهای هتروتروف مطابق دستورالعمل های چاپ ۲۱ کتاب استاندارد متد آزمایش شد.

یافته ها: نتایج نشان داد افزایش زمان تماس با نانونقره، باعث غیر فعالسازی بیشتر باکتریهای هتروتروف است (p=0.001)، اما رابطه معنی داری بین مقدار نانونقره و غیر فعالسازی باکتریهای هتروتروف دیده نشد (p=0/13). حداکثر غیرفعال سازی ۸۳/٦ درصد در زمان تماس ۱۰۰ دقیقه و برای غلظت ۱۸۰ میکروگرم بر لیتر به دست آمد.

نتیجه گیری: بر اساس نتایج این تحقیق، میتوان نتیجه گرفت که نانونقره برای غیر فعالسازی باکتریهای هتروتروف از آب آلوده موثر بوده و به عنوان یک روش جدید برای گندزدایی آب پیشنهاد می گردد.

واژه‌های کلیدی: *نانونقره، گندزدایی، باکتری هتروتروف، آب.*

مقدمه

با توجه به نیاز حیاتی انسان به آب سالم، موضوع سالم سازی آب آشامیدنی قدمتی طولانی داشته و به دوران یونان باستان بر می گردد (۱). آب آلوده شده به مدفوع، مسئول بیماریهای روده ای زیادی می باشد (۲). براساس گزارش سازمان جهانی بهداشت در سال ۲۰۰٤ حداقل

www.SID.ir

Archive of SID

یک ششم از جمعیت جهان که برابر با (۱/۱) میلیارد نفر می باشند، به آب آشامیدنی سالم دسترسی ندارند. اسهال هر ساله ۲/۲ میلیون نفر که اغلب آنها بچه های زیر پنج سال هستند را به کام مرگ می کشد (۳).

شاخص متداول مورد استفاده در بررسی کیفیت میکروبی آب و تطابق آن با استانداردهای موجود تعیین حضور باکتریهای کلیفرم های کل و کلیفرم های مدفوعی است. با این حال، امروزه شمارش باکتریهای هتروتروف به روش بشقابی(Heterotrophic Plate Count(HPC از جمله شاخص هایی است که به عنوان مکمل شاخص کلیفرم در کنترل کیفی آب مورد توجه قرار گرفته است (٤).

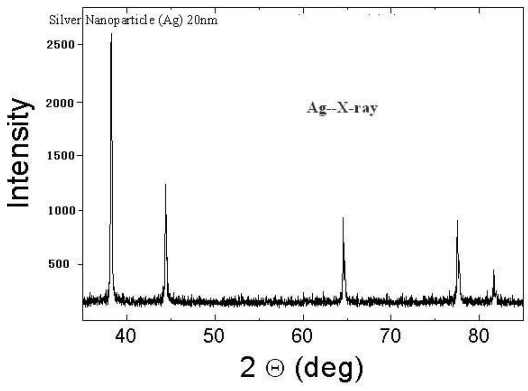
اگرچه فرآیندهای معمول تصفیه آب که شامل انعقاد، لخته سازی،ته نشینی و صاف سازی است، اغلب میکروارگانیسم ها را از بین می برد اما به دلیل باقی ماندن برخی میکروارگانیسمها و یا ورود آنها بعد از این مراحل، لازم است آب گندزدایی شود.

کلرزنی اولین بار جهت ایجاد حفاظت بیشتر علیه میکروارگانیسم های بیماری زا انجام شد. تخریب پاتوژن ها و انگل ها توسط گندزدایی، بطور قابل توجهی به کاهش بیماریهای منتقله به وسیله آب و غذا کمک می کند. اما اثرات ناشی از استفاده از ترکیبات کلر بر محیط زیست شامل تشکیل محصولات جانبی گندزدایی، ایجاد سمیت برای حیات آبزیان و دیگر تغییرات در کیفیت آبهای پذیرنده می شود (۱).

سیستم ازناسیون نسبتا پیچیده است و باید بصورت مداوم راهبری شود و همچنین ازن باقیمانده ی گندزدایی پایدار ندارد. معمولا وجود کدورت و جامدات معلق در فاضلاب نیاز به دوژاهای بالایی از اشعه ماوراءبنفش جهت گندزدایی دارد و باعث شده است تا تمایل به استفاده از آن کمتر شود. برخی از میکروارگانیسم ها از طریق مکانیسم هایی مثل فوتو دی اکتیواسیون یا بازسازی در تاریکی در غیاب نور می توانند مجددا فعالیت خود را پس از مواجهه با UV به دست بیاورند(۵).

فلزاتی مانند نقره، مس، جیوه، منگنز و آهن پتانسیل گندزدایی آب را دارند، ولی از میان آنها فقط نقره برای گندزدایی آب مصرفی انسان به کار می‌رود (۳). نقره از جمله فلزاتی است که به عنوان ماده ضدباکتری بی خطر و موثر مطرح شده است که می تواند بیش از ٦٥٠ نوع میکروارگانیسم از قبیل باکتری و ویروس را از بین ببرد (٦).

اما محلول‌های نقره در مقایسه با محلولهای کلر بسیار گران بوده است. از آن جایی که یکی از عوامل مهم محدود کننده در کاربرد نقره در گندزدایی آب، عامل اقتصادی است، لذا در صورتی‌که بتوان ضمن حفظ خاصیت گندزدایی و سا یر امتیازات آن، از طریق کاهش مقدار موثر، مشکل اقتصادی یاد شده را برطرف نمود، گام موثری در رابطه با گندزدایی آب محسوب می شود (۳). امروزه فناوری نانو با دستکاری در سطح اتم ها و مولکولها موادی با خواص ویژه تولید کرده است. مقیاس نانو منحصر به فرد است زیرا در آن محدوده خصوصیات ذاتی ذره از قبیل رنگ، استحکام، مقاومت در مقابل حرارت، نفوذ گازها، رطوبت، امواج و ...بهبود می یابد (٦). همچنین اندازه ذره در مقیاس نانو باعث افزایش فوق العاده سطح ویژه به ازای یک حجم ثابت از ماده و لذا افزایش تماس نانوذرات می شود. یکی از این نانو ذرات، نانوذرات نقره می باشد. نقره در ابعاد بزرگتر فلزی با



شکل ۱: تصویر پراش اشعه x مربوط به نانو ذرات نقره شرکت نانو ثانی

www.SID.ir

Archive of SID

خاصیت واکنش دهی کم می باشد، ولی زمانی که به ابعاد کوچکتر در حد نانومتر تبدیل می شود خاصیت میکروب کشی آن بیش از ۹۹ درصد افزایش می یابد، نقره در ابعاد نانو بر متابولیسم، تنفس و تولید مثل میکروارگانیسم ها اثر می گذارد (۷).

مطالعه ظرفیت گندزدایی محصولات نانو نقره نشان می دهد که محلول گندزدا با غلظت ppm۱۰ از رشد اشرشیاکلی و کلیفرم ها به طور کامل جلوگیری کند. تحقیق دیگری نشان می دهد حداقل غلظت بازدارنده نانوذرات نقره برای استافیلوک اورئوس و اشرشیا کلی به ترتیب ppm ۵ و ppm ۱۰ بوده است. همچنین، حداقل غلظت ضد میکروبی نانونقره برای باکتریهای بیوفیلم ۱۰ میلی گرم در لیتر است. تنها اثر بد نقره، تیره کردن پوست و غشا مخاطی در نتیجه تماس طولا نی مدت با مقادیر زیاد نقره است و بر این اساس با کاهش مقدار در اثر استفاده از نانوفناوری، سندی مبنی بر سمیت نانوذرات نقره برای انسان وجود ندارد (۳). هدف این تحقیق ارزیابی تاثیر نانوذرات نقره در غیرفعالسازی باکتریهای هتروتروف از آب آلوده بوده است.

مواد و روش‌ها

نانوذرات نقره با اندازه ۲۰ نانومتر و درجه خلوص ۹۹/۹۹ درصد از شرکت NANOSANY خریداری گردید (شکل۱). ابتدا آب آلوده دست ساز با pH خنثی، توسط اضافه کردن پساب تصفیه خانه فاضلاب به آب مقطر ساخته شد و سپس به آب آلوده دست ساز مقادیر مختلف نانونقره شامل ۳۰، ٦۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰،۱۸۰ میکروگرم در لیتر افزوده شد و از هر یک از ظروف در زمان های صفر، ۲۰، ٤۰، ٦۰، ۸۰ و ۱۰۰ دقیقه نمونه برداری انجام گرفت و کلیه مراحل مذکور سه بار تکرار در مجموع ۱۰۸ نمونه میکروبی آماده شد. نمونه های برداشتی به منظور شمارش باکتریهای هتروتروف ازروش پور پلیت و محیط کشت پلیت کانت آگار مطابق کتاب روش های استاندارد برای آزمایشات آب و فاضلاب آزمایش شد (۳).

روش پور پلیت: ۱سی سی نمونه در یک طرف پلیت و ۱۰سی سی محیط کشت پلیت کانت آگار در طرف دیگر پلیت ریخته سپس پلیت را به حال ۸ انگلیسی چندین بار تکان داده و بعد از چند دقیقه که محیط کشت داخل پلیت جامد شد. پلیت به صورت وارونه به مدت h ٤۸±۳ ساعت در انکوباتور ۰,۵±۳۵Ċ گرما گذاری شدند. بعد از جمع آوری داده ها، داده ها کد گذاری می گردد و با استفاده از نرم افزار آماری spss داده ها وارد سیستم می گردد. سپس با استفاده از شاخص های میانگین، میانه، انحراف معیار و نمودار داده ها توصیف می شوند سپس با به کارگیری آنالیز واریانس دوعاملی، تأثیر هر یک از عوامل روی میزان باکتری مشخص می گردد. در همه آزمون سطح معنی داری ۰/۰۵ خواهد بود. در صورتی که متغیر وابسته نرمال نبود با استفاده از تبدیل مناسب نرمالیزه خواهد شد. در غیر اینصورت از آزمون های ناپارامتری معادل استفاده می شود.

یافته ها

سوسپانسیون نانونقره توانسته است میانگین تعداد باکتریهای هتروتروف را از ۳٦۸۸/٤ عدد در یکصد میلی لیتر از نمونه‌های خام پس از ۱۰۰ دقیقه زمان تماس به ۱۲۳٤/۷ عدد در صد میلیلیتر (٦٦/۵ درصد) کاهش دهد. همانگونه که در جدول ۱ مشاهده می شود با افزایش زمان تماس میانگین تعداد باکتریهای هتروتروف نسبت به مقدار اولیه کاهش می یابد. اثر گندزدایی نقره در محیط های آبی با آنکه کند است اما تاثیری پایدار دارد. استفاده از یون نقره با غلظت ۱ میلی گرم بر لیتر و زمان تماس ۲ ساعت باعث گتندزدایی مطلوب آب می گردد (۸).

با افزایش غلظت نانونقره در زمان صفر میانگین تعداد باکتریها را از ۳۸۰۲ عدد در یکصد میلی لیتر به ۱۳٤۸ عدد در صد میلیلیتر (٦٤/۵ درصد) کاهش یافته

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱: میانگین تعداد باکتری ها بر حسب زمان

زمان واکنش (دقیقه)	باکتری هتروتروف (انحراف معیار± میانگین)	درصد غیرفعالسازی باکتریها
آب خام	۳۶۸۸/٤±۱۳۹۰/۸۹	-
۰	۲۹٤۳/۷±۱۰۰۶/۰۶	۲۰/۱
۲۰	۲۶۷۵/۵±۱۰۲۹/۷۷	۲۷/٤
٤۰	۲۱٤۲/۱±۸۹۸/۲۹	٤۱/۹
۶۰	۱۸۹۳/۰±۸۵۰/۸۶	٤۸/۶
۸۰	۱۶۳۵/۰±۷۹۰/۱۶	۵۵/۶
۱۰۰	۱۲۳٤/۷±۷۰۵/۱۰	۶۶/۵

جدول۲: میانگین تعداد باکتری را بر حسب زمان و غلظت نانوذرات نقره

زمان واکنش (دقیقه)	غلظت نانونقره(میکروگرم در لیتر)					
	۳۰	۶۰	۹۰	۱۲۰	۱۵۰	۱۸۰
۰	۳۸۰۲	۲۶۸۱	۲۳٤۰	۳۹۱۶	۳۵۷۵	۱۳٤۸
۲۰	۳۳۸۰	۲٤۷۰	۱۷۰۶	۳۸۰۲	۳٤۲۸	۱۲۶۶
٤۰	۳۱۵۲	۲۰۹۶	۱۲۸۳	۲۸۹۲	۲۵۳۵	۸۹٤
۶۰	۲۹۰۸	۱۹۵۰	۱۱۲۱	۲٤۳۷	۲۱۹۳	۷٤۷
۸۰	۲۶۹۷	۱٤۶۲	۹۷۵	۲۱۷۷	۱۹۳٤	۵۶۵
۱۰۰	۲٤۷۰	۱۲۰۲	۷۳۱,۲۵	۱۳۶۵	۱۲۳۵	٤۰۵

جدول۳: میانگین و انحراف معیار درصد غیرفعالسازی بر حسب غلظت ها و زمان های مختلف

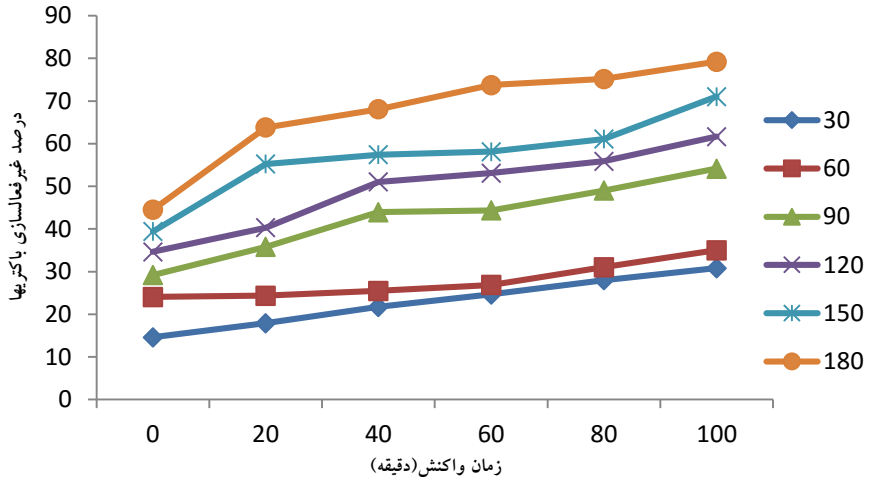
غلظت نانونقره (میکروگرم در لیتر)	زمان واکنش (دقیقه)					
	۰	۲۰	٤۰	۶۰	۸۰	۱۰۰
۳۰	۰/۱۶±۰/۰۵	۰/۲۱±۰/۰۶	۰/۲۹±۰/۰۲	۰/۳۶±۰/۰۹	۰/٤۳±۰/۰۷	۰/٤۹±۰/۱۳
۶۰	۰/۲۲±۰/۰۸	۰/۲۸±۰/۱۱	۰/۳۹±۰/۰۷	۰/٤۵±۰/۱۲	۰/۵۸±۰/۰۷	۰/۶٤±۰/۰۵
۹۰	۰/۱۹±۰/۲۱	۰/۳۱±۰/۱۳	۰/٤۶±۰/۰۷	۰/۵۳±۰/۰۵	۰/۵۹±۰/۰۹	۰/۶۹±۰/۰۳
۱۲۰	۰/۳۲±۰/۱۵	۰/۳۵±۰/۱۷	۰/٤۹±۰/۱۰	۰/۵۸±۰/۱۰	۰/۶۱±۰/۱۰	۰/۷۳±۰/۰۳
۱۵۰	۰/۳۸±۰/۲۰	۰/٤۰±۰/۲۱	۰/۵۵±۰/۱٤	۰/۶۱±۰/۱۱	۰/۶۵±۰/۱۲	۰/۷۶±۰/۰۳
۱۸۰	۰/٤۲±۰/۲۳	۰/٤۶±۰/۲۰	۰/۶۰±۰/۱٤	۰/۶۸±۰/۱۲	۰/۶۲±۰/۲۹	۰/۸۲±۰/۰۷

است و در زمان ۱۰۰ دقیقه، میانگین تعداد باکتریها را از ۲٤۷۰ عدد در یکصد میلی لیتر به ٤۰۵ عدد درصد میلیلیتر (۸۳/٦ درصد) کاهش یافته است. بنابراین با افزایش غلظت در زمانهای مختلف میانگین تعداد باکتریها کاهش می یابد. نتایج بررسی میانگین تعداد باکتریهای متفاوت در زمانهای واکنش مختلف و غلظت نانوذرات نقره در جدول ۲ ارائه شده است.

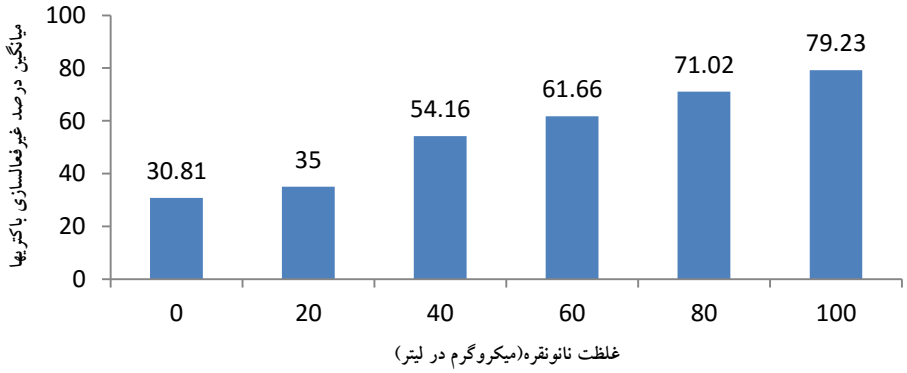
طبق نمودار ۱ و با توجه به جدول ۳ و آزمون واریانس آنالیز واریانس دوعاملی در زمانهای مختلف تفاوت معناداری بین میانگین غیرفعالسازی بر حسب هر یک از غلظت ها وجود دارد (p<۰/۰۰۱ و F=۹۷/۱). اما تفاوت معناداری بین غلظت ها در هر یک از زمانها وجود ندارد (P=۰/۱۳ و F=۲/۱). طبق نمودار۲ با افزایش زمان تماس درصد غیر فعالسازی باکتریهای هتروتروف افزایش می یابد.

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۱: روند غیرفعالسازی باکتریهای هتروتروف در مقادیر مختلف محلول نانو نقره



نمودار ۲: میانگین درصد غیر فعالسازی باکتریهای هتروتروف برای مقادیر مختلف نانونقره پس از زمان تماس ۱۰۰ دقیقه

بحث

نتایج نشان داد که درصد غیرفعالسازی باکتریها با افزایش زمان تماس افز ایش یافته است. در زمان واکنش ۱۰۰ دقیقه بالاترین درصد حذف مربوط به۱۸۰ میکروگرم بر لیتر بود که میانگین تعداد باکتریهای هتروتروف از ۳٦۸۸/٤ عدد به ۱۲۳٤/۷ عدد در صد میلی لیتر کاهش یافته است. با توجه به جدول ۳ استنباط می شود در زمانهای مختلف تفاوت معناداری بین میانگین غیرفعالسازی بر حسب هر یک از غلظت ها وجود دارد (F=۹۷/۱ و p<۰/۰۰۱). در تحقیق قدمی و همکاران (۳) نتایج نشان داد افزایش زمان تماس با نانونقره، باعث حذف بیشتر کلیفرمها است (P=۰/۰۰۱) و همچنین با توجه به جدول ۳ استنباط می شود تفاوت معناداری بین غلظت ها در هر یک از زمانها وجود ندارد (p=۰/۱۳ و F=۲/۱) و در تحقیق قدمی و همکاران نیز رابطه معنی داری بین مقدار نانونقره و حذف کلیفرمها دیده نشد (p=۰/٦).

پس از ظهور و افزایش مقاومت باکتری ها به آنتی بیوتیکها، تحقیقات بسیاری در سطح آزمایشگاهی برای کشف مواد جایگزین آنتی بیوتیکها انجام شده است. در سال۱۹٦۰، مویر از نیترات نقره ۵ درصد برای درمان سوختگی‌ها استفاده کرد (۹,۱۰).

او همچنین ثابت کرد که این محلول خاصیت ضد باکتریایی علیه اشریشیا کلی، استافیلوکوکوس اورئوس و سودوموناس آئروژینوز ارا دارا می باشد. نانوذرات نقره به دلیل اندازه کمی که دارند، سطح تماس بیشتری با فضای بیرونی داشته و تاثیر بیشتری بر غشای سلولها می گذارند. از جمله خصوصیات مهم ذرات نانونقره می توان به تاثیر بسیار زیاد و سریع، پایداری زیاد، سازگاری با محیط زیست، مقاومت در برابر حرارت، عدم ایجاد و

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش مقاومت و سازگاری میکروارگانیسم اشاره نمود (۱۱).

در سال ۲۰۱۰ چالوپکا و همکاران ثابت کردند که نانوذرات نقره به دلیل عملکرد چندگانه ی ضد میکروبی، یکی از موثرترین نانوذرات فلزی واجد خاصیت ضد میکروبی می باشند(۱۲). کیم و همکاران نیز اثر نانوذرات نقره را بر علیه باکتری های استافیلوکوکوس اورئوس، اشرشیاکلی و مخمر مورد بررسی قرار داده بودند که اثر ضد میکروبی نانو ذره نقره را نشان داد (۱۳).

همچنین روپارلیا و همکاران در سال ۲۰۰۸ به ارزیابی اثر ضد میکروبی نانو ذرات نقره و مس بر سویه های مختلف باکتریایی پرداختند. آن ها مشاهده کردند که گوناگونی سویه های باکتریایی اثر ناچیزی در مقدار MIC و MBC دارد و نیز مقدار هاله عدم رشدشان تقریباً یکسان است (۱٤).

نتایج حاصل از تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد مکانیسم مهارکنندگی نانوذرات نقره به عملکرد یون های نقره در محلول کلوئیدی برم گردد. همچنین دگرگون ساختن میکروارگانیسم به وسیله تبدیل پیوندهای SH به SA-g صورت می‌گیرد. در این مکانیسم ذرات نانونقره فلزی به مرور زمان یون های نقره از خود ساطع می کنند. این یون ها طی واکنش جانشینی، باندهای SH را در جداره میکروارگانیسم به باندهای SA-g تبدیل کرده، که نتیجه آن از بین رفتن میکروارگانیسم است (۱۳, ۱۵, ۱٦).

مطالعه پدهازور و همکاران در سال ۱۹۹۵ استفاده از یون نقره با غلظت ۳۰ میلی گرم بر لیتر و زمان تماس یک ساعت منجر به حذف ۹۹/۹ درصد کلیفرم ها شد. اثر گندزدایی نقره در محیط های آبی با آنکه کند است اما تأثیری پایدار دارد. استفاده از یون نقره با غلظت ۱ میلی گرم بر لیتر و زمان تماس ۲ ساعت باعث گندزدایی مطلوب آب می گردد (۱۷). نتایج این تحقیق نشان داد که ۱۸۰ میکروگرم بر لیتر نانونقره در زمان تماس ۱۰۰دقیقه مناسبترین مقدار برای غیرفعالسازی باکتریها از آب آلوده است.نتایج این مطالعه نشان می دهد که نانوذرات نقره در غیرفعالسازی باکتریهای هتروتروف از آب مؤثر است و به عنوان یک روش جدید برای گندزدایی آب پیشنهاد می گردد.

تقدیر و تشکر

نویسندگان بدین وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی مشهد که هزینه ها ی این طرح تحقیقاتی به شماره ۹۱۱۱۰٦ را تقبل نموده تشکر و قدردانی می‌نمایند.

References

1. Mirhendi S, Neekayeen M, Microbiology W. Wastewater Microbiology. 3rd ed editor. Tehran University of Medical Sciences. 2004.[Persian]
2. Bazrafsan E, Zazouli M. Comprehensive Textbook of Water and Wastewater Technology. 2nd ed. shiraz University of Medical Sciences. 2010. [Persian]
3. Miranzadeh MB, Rabbani D, Naseri S, Nabizadeh R, Mousavi S G A, Ghadami F. Coliform bacteria removal from contaminated water using nanosilver. KAUMS Journal (FEYZ). 2012; 16 (1) :31-5. [Persian]
4. Mosaferi M, Shakerkhatibi M, MehriBadloo A. Heterotrophic bacteria in drinking water in Tabriz, Iran. J Sch Public Health Inst Public Health Res. 2011;8(4): 83-92.
5. Leili M, Marosi M, Barati R. Disinfection of wastewater. Rafee. 2009. [Persian]
6. Valipour N, Hamedmosavian M, Mortazavi A. The impact of packages containing silver nanoparticles on microbial and physical properties of barberry compared with conventional polyethylene packages. Research Journal of Food Industries. 2009;5(2):13. [Persian]
7. Katooli N, Rahnama K. Effects of Nanosilver on the growth of fungi row Fusarium moniliforme Clusters and crown rot disease of maize and rice. Journal of botany and food. 2007;1(1):9. [Persian]
8. Khazaye M, Nabizadeh R, Vaezi F, Younesian M, Roushani M, Farzeen B. Disinfection of effluent from Qom using hydrogen peroxide complex - silver ions. Qom University of Medical Sciences. 2007;1(4):6.

www.SID.ir

Archive of SID

9. Moyer CA, Brentano L, Gravens DL, Margraf HW, Monafo WW. Treatment of large human burns with 0.5% silver nitrate solution. Archives of surgery. 1965;90(6):812-67.
10. Hartford CE. The bequests of Moncrief and Moyer: an appraisal of topical therapy of burns-1981 American Burn Association Presidential Address. J Trauma. 1981;21(10):827-34.
11. Naghsh N, Safari M, Hajmehrabi P. Investigatingthe Effect of silver nanoparticles on the growth of Escherichia coli. Qom Univ Med Sci J. 2012;6(2):4.
12. Chaloupka K, Malam Y, Seifalian AM. Nanosilver as a new generation of nanoproduct in biomedical applications. Trends Biotechnol. 2010;28(11):580-8.
13. Kim JS, Kuk E, Yu KN, Kim J-H, Park SJ, Lee HJ, et al. Antimicrobial effects of silver nanoparticles. Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine. 2007;3(1):95-101.
14. Ruparelia JP, Chatterjee AK, Duttagupta SP, Mukherji S. Strain specificity in antimicrobial activity of silver and copper nanoparticles. Acta Biomater. 2008;4(3):707-16.
15. Lagaron J, Cabedo L, Cava D, Feijoo J, Gavara R, Gimenez E. Improving packaged food quality and safety. Part 2: Nanocomposites. Food Addit Contam. 2005;22(10):994-8.
16. Braydich-Stolle L, Hussain S, Schlager JJ, Hofmann M-C. In vitro cytotoxicity of nanoparticles in mammalian germline stem cells. Toxicol Sci. 2005;88(2):412-9.
17. Pedahzur R, Katzenelson D, Barnea N, Lev O, ShuvalH, Fattal B, et al. The efficacy of long-lasting residual drinking water disinfectantsbased on hydrogen peroxide and silver. Water Sci Technol. 2000;42(1-2):293-8.

www.SID.ir

Archive of SID

Original Article

Effect of silver nanoparticles on the inactivation of heterotrophic bacteria in water contaminated

Hossein Alidadi
Associate Prof., Health Science Research Center, Environmental Health Engineering Group, Faculty of Health, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran**.**

****Razieh Norouzian Ostad***
M.Sc. Student, Environmental Health Engineering Group, Faculty of Health, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran.

Habibollah Esmaeili
Associate Prof., Health Science Research Center, Biostatic Group, Faculty of Health, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran**.**

Received:16/09/2015**, Revised:**04/11/2015**, Accepted:**08/12/2015

Corresponding author:
Razieh Norouzian Ostad,
Faculty of Health, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran.
E-mail:
Norouzianr911@mums.ac.ir

Abstract

Background & Objectives: Common methods for water disinfection are using chlorine which can efficiently control microbial agents. Researches in recent decades have shown a relationship between the disinfection of water and disinfection by-products. Nanotechnology in the last decades has provided opportunities for discovering the bactericide property of metal nanoparticles. Among all anti-microbial nanoparticles, silver is the most applicable one. Therefore, the aim of this study was to evaluate the effect of nanosilver on inactivating of the heterotrophic bacteria in contaminated waters.

Materials & Methods: This bench-scale experimental study was carried out in a batch system on artificially contaminated water samples prepared by adding 10 ml effluent to 90 liters of distilled water. In each run, the nanosilver (30-180 μgL^{-1}) was added to 6 containers of contaminated water and then a sample was taken every 20 minutes for a 100-minute period. Numbers of heterotrophic plate count (HPC) were determined for all samples according to the standard methods book instructions (21st edition).

Results: Results revealed that the heterotrophic bacteria inactivation significantly increased with increasing the contact time of nonosilver (P=0.001), but there was no significant correlation between the nanosilver concentrations and heterotrophic bacteria inactivation (P=0.13). The maximum heterotrophic bacteria inactivation (83.6%) was achieved within 100 minutes of contact time for 180 μgL^{-1} of nanosilver.

Conclusion: Nanosilver treatment is effective in heterotrophic bacteria inactivation in contaminated water and can be advised as a new method for water disinfection.

Keywords: *Water, Disinfection, Nanosilver, Heterotrophic bacteria*

www.SID.ir