View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by shahrekord university of medical scinces

مجله دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد/ دوره ۱۹، شماره ۱/ فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۶/ ۸۰-۷۳

مقاله پژوهشی

غیرفعالسازی کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی توسط نانوذرات نقره برای تصفیه آب آشامیدنی

حسین علیدادی[۱]، راضیه نوروزیان استاد[۲*]، حبیب الله اسماعیلی[۳]

[۱]مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران؛ [۲]دانشجو، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران؛ [۳]مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، گروه آمار زیستی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۲/۳ تاریخ پذیرش: ۹۵/۴/۲۲

Downloaded from journal.skums.ac.ir at 11:33 +0330 on Tuesday October 10th 2017

چکیده:

زمینه و هدف: **نقره از جمله فلزاتی است که به عنوان ماده ضد باکتری بی خطر و موثر مطرح شده است که می تواند بیش از ۶۵۰ نوع میکروارگانیسم از قبیل باکتری و ویروس را از بین ببرد. شاخص متداول مورد استفاده در بررسی کیفیت میکروبی آب و تطابق آن با استانداردهای موجود تعیین حضور باکتری های کلیفرم های کل و کلیفرم های مدفوعی است. هدف از این تحقیق ارزیابی تأثیر نانوذرات نقره در غیرفعالسازی کلیفرم های کل و کلیفرم های مدفوعی از آب آشامیدنی بوده است.**

روش بررسی: **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 ۶ ظرف از آب آلوده، نانونقره با مقادیر ۱۸۰-۳۰ میکروگرم بر لیتر افزوده شد و در طول ۱۰۰ دقیقه هر ۲۰ دقیقه یک بار یک نمونه برداشته شد. نمونه های برداشتی به روش ۱۵ لوله ای مطابق دستورالعمل B-۹۲۲۱ شماره چاپ بیست و یکم کتاب روش های استاندارد برای آزمایشات آب و فاضلاب آزمایش شد.**

یافته ها: **نشان داد افزایش زمان تماس با نانونقره، باعث غیر فعالسازی بیشتر کلیفرم کل وکلیفرم مدفوعی است (P=۰/۰۰۱)، اما رابطه معنی داری بین مقدار نانونقره و غیر فعالسازی کلیفرم کل وکلیفرم مدفوعی دیده نشد (P=۰/۱۳). حداکثر غیرفعال سازی کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی به ترتیب ۷۶/۲٪ و ۶۵/۰٪ در زمان تماس ۱۰۰ دقیقه به دست آمد.**

نتیجه گیری: **بر اساس نتایج این تحقیق، می توان نتیجه گرفت که نانونقره برای غیر فعالسازی کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی از آب موثر بوده و به عنوان یک روش جدید برای گندزدایی آب آشامیدنی پیشنهاد می‌گردد.**

واژه های کلیدی: **کلیفرم کل، کلیفرم مدفوعی، نانونقره، آب آشامیدنی.**

مقدمه:

کیفیت نامطلوب آب آشامیدنی و تصفیه ناقص آب، از جمله علل اصلی مرگ و میر تعداد زیادی از کودکان در سطح جهان می باشد. 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 بیماری های روده ای زیادی می باشد (۲).

براساس گزارش سازمان جهانی بهداشت در سال ۲۰۰۴ حداقل 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 آن ها بچه های زیر ۵ سال هستند را به کام مرگ می کشد (۳). شاخص متداول مورد استفاده در بررسی کیفیت میکروبی آب و تطابق آن با استانداردهای

نویسنده مسئول: *مشهد- دانشگاه علوم پزشکی مشهد- گروه مهندسی بهداشت محیط- تلفن: ۰۵۱-۳۸۵۴۴۶۳۳، E-mail: norouzianr911@mums.ac.ir*

Downloaded from journal.skums.ac.ir at 11:33 +0330 on Tuesday October 10th 2017

موجود تعیین حضور باکتری های کلیفرم های کل و کلیفرم های مدفوعی است (۴).

اگرچه فرایندهای 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 میکروارگانیسم ها و یا ورود آن ها 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، به طور قابل توجهی به کاهش بیماری های 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 آب های پذیرنده می شود (۱).

سیستم ازناسیون نسبتاً پیچیده است و باید به صورت مداوم راهبری شود و همچنین ازن باقیمانده ی گندزدایی پایدار ندارد. معمولا وجود کدورت و جامدات معلق در فاضلاب نیاز به دوزاهای بالایی از اشعه ماوراء بنفش 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 مجدداً 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 آن ها فقط نقره برای گندزدایی آب مصرفی انسان به کار می رود (۳). نقره از جمله فلزاتی است که به عنوان ماده ضدباکتری بی خطر و موثر مطرح شده است که می تواند بیش از ۶۵۰ نوع میکروارگانیسم از قبیل باکتری و ویروس را از بین ببرد (۶). اما محلول های نقره در مقایسه با محلول های کلر بسیار گران بوده است. از آن جایی که یکی از عوامل مهم محدودکننده در کاربرد نقره در گندزدایی آب، عامل اقتصادی است، لذا، در صورتی که بتوان ضمن حفظ خاصیت گندزدایی و سایر 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 مولکول ها 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 (۶). 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 نانوذرات، نانوذرات نقره می باشد. نقره در ابعاد بزرگ تر فلزی با خاصیت واکنش دهی کم می باشد، ولی زمانی که به ابعاد کوچک تر در حد نانومتر تبدیل می شود خاصیت میکروب کشی آن بیش از ۹۹٪ افزایش می یابد، نقره در ابعاد نانو بر متابولیسم، تنفس و تولید مثل میکروارگانیسم ها اثر می گذارد (۷).

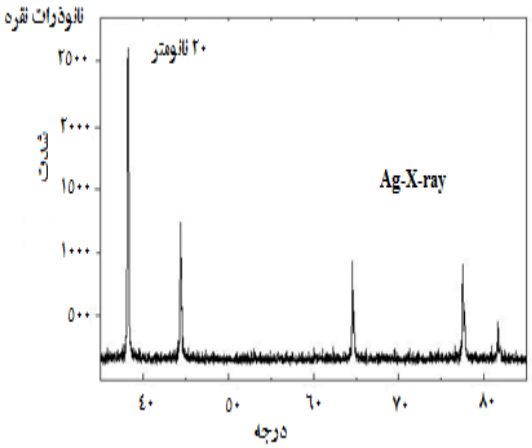
مطالعه ظرفیت گندزدایی محصولات نانو نقره نشان می دهد که محلول گندزدا با غلظت ppm ۱۰ از رشد *اشرشیاکلی* و کلیفرم ها به طور کامل جلوگیری کند. تحقیق دیگری نشان می دهد حداقل غلظت بازدارنده نانوذرات نقره برای استافیلوک اورئوس و *اشرشیاکلی* به ترتیب ppm ۵ و ppm ۱۰ بوده است. همچنین، حداقل غلظت ضد میکروبی نانونقره برای باکتری های بیوفیلم۱۰ میلی گرم در لیتر است. تنها اثر بد نقره، تیره کردن پوست و غشا مخاطی در نتیجه تماس طولانی 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 تأثیر نانوذرات نقره در غیرفعالسازی باکتری های کلیفرم مدفوعی از آب آلوده بوده است.

Downloaded from journal.skums.ac.ir at 11:33 +0330 on Tuesday October 10th 2017

روش بررسی:

نانوذرات نقره با اندازه ۲۰ نانومتر و درجه خلوص ۹۹/۹۹٪ از شرکت NANOSANY خریداری گردید (تصویر شماره ۱). 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،۶۰،۹۰،۱۲۰،۱۵۰،۱۸۰ میکروگرم بر لیتر افزوده شد و از هر یک از ظروف در زمان های ۰،۲۰،۴۰،۶۰،۸۰ و ۱۰۰ دقیقه نمونه برداری انجام گرفت و کلیه مراحل مذکور ۳ بار تکرار در مجموع ۱۰۸ نمونه میکروبی آماده شد.

نمونه های برداشتی به روش ۱۵ لوله ای برای کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی مطابق کتاب روش های استاندارد برای آزمایشات آب و فاضلاب آزمایش شد (۳). بعد از جمع آوری داده ها، داده ها کدگذاری 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 دو عاملی، 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 این صورت از آزمون های ناپارامتری معادل استفاده می شود.



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

یافته ها:

سوسپانسیون نانونقره توانسته است میانگین تعداد کلیفرم های کل را از ۱۶۹/۵۱ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر از نمونه های خام پس از ۱۰۰ دقیقه زمان تماس به ۴۰/۳ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر (۷۶/۲٪) کاهش دهد و میانگین تعداد کلیفرم های مدفوعی را از ۲۲/۹ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر از نمونه های خام پس از ۱۰۰ دقیقه زمان تماس به ۸ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر (۶۵٪) کاهش دهد. همان گونه که در جدول شماره ۱ مشاهده می شود، با افزایش زمان تماس میانگین تعداد باکتری ها نسبت به مقدار اولیه کاهش می یابد. 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 (۸).

جدول شماره ۱: میانگین تعداد باکتری را بر حسب زمان و نوع باکتری

زمان واکنش	نوع باکتری			
(دقیقه)	کلیفرم کل (انحراف معیار ± میانگین)	درصد غیرفعالسازی	کلیفرم مدفوعی (انحراف معیار ± میانگین)	درصد غیرفعالسازی
آب خام	۷۸/۶۵±۱۶۹/۵۱	–	۱۳/۰۴±۲۲/۹	–
t_0	۴۲/۴۸±۹۰/۰	۴۶/۹	۹/۹۷±۱۸/۱	۲۰/۹
t_{20}	۳۸/۸۷±۸۰/۸	۵۲/۳	۱۰/۰۳±۱۷/۶	۲۳/۱
t_{40}	۳۶/۶۱±۷۱/۰	۵۸/۱	۷/۵۵±۱۳/۷	۴۰/۱
t_{60}	۲۷/۹۶±۵۶/۹	۶۶/۴	۶/۶۱±۱۲/۲	۴۶/۷
t_{80}	۲۵/۵۴±۴۸/۴	۷۱/۴	۵/۷۳±۱۱/۶	۴۹/۳
t_{100}	۲۰/۷۱±۴۰/۳	۷۶/۲	۴/۶۷±۸/۰	۶۵

Downloaded from journal.skums.ac.ir at 11:33 +0330 on Tuesday October 10th 2017

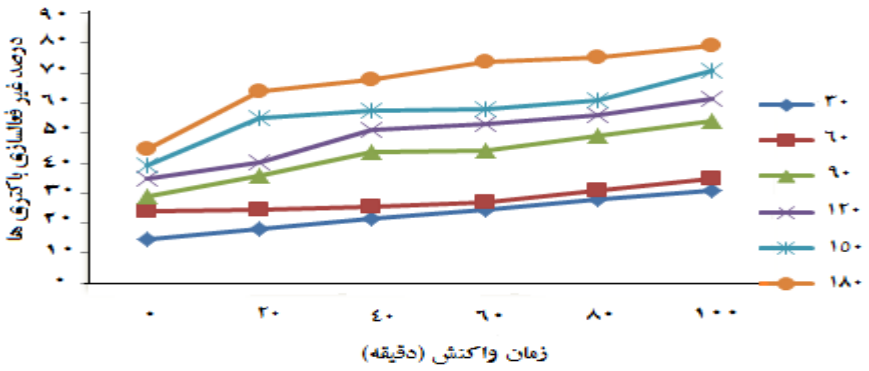
نتایج بررسی میانگین تعداد باکتری های متفاوت در زمان های واکنش مختلف و غلظت نانوذرات نقره در جدول شماره ۲ ارائه شده است. همان گونه که مشاهده می شود با افزایش غلظت سوسپانسیون نانونقره در زمان صفر میانگین تعداد باکتری ها را از ۱۳۱۷/۱ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر به ۴۶۱/۸ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر (۶۴/۹٪) کاهش یافته است و در زمان ۲۰ دقیقه از ۱۱۷۴/۳ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر به ۴۳۳/۸ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر (۶۳) کاهش یافته و در زمان ۴۰ دقیقه از ۱۰۹۴/۰ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر به ۳۰۶/۹ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر (۷۱/۹) کاهش یافته و در زمان ۶۰ دقیقه از ۱۰۰۴/۲ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر به ۲۵۵/۹ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر (۷۴/۵) کاهش یافته و در زمان ۸۰ دقیقه از ۹۲۹/۶ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر به ۱۹۵/۰ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر (۷۹) کاهش یافته و در زمان ۱۰۰ دقیقه از ۸۴۷/۲ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر به ۱۳۸/۷ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر (۸۳/۶) کاهش یافته است.

جدول شماره ۲: 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
t_0	۲۱۵۲/۶±۱۳۱۷/۱	۱۵۲۱/۷±۹۲۴/۲	۱۳۲۸/۹±۸۰۵/۷	۲۲۰۹/۳±۱۳۶۵/۹	۲۰۲۲/۱±۱۲۲۸/۷	۷۶۷/۵±۴۶۱/۸
t_{20}	۱۹۱۰/۸±۱۱۴۷/۳	۱۴۰۳/۱±۸۵۰/۰	۹۶۵/۵±۵۹۱/۷	۲۱۴۸/۵±۱۳۲۲/۱	۱۹۵۰/۹±۱۱۷۶/۲	۷۲۰/۷±۴۳۳/۸
t_{40}	۱۷۸۲/۸±۱۰۹۴/۰	۱۱۹۰/۴±۷۲۱/۶	۷۲۴/۶±۴۴۷/۳	۱۶۲۹/۹±۱۰۱۱/۰	۱۴۳۹/۷±۸۷۲/۷	۵۰۸/۲±۳۰۶/۹
t_{60}	۱۶۴۹/۰±۱۰۰۴/۲	۱۱۰۹/۹±۶۶۸/۵	۶۳۲/۷±۳۹۰/۹	۱۳۷۵/۸±۸۴۹/۳	۱۲۴۵/۹±۷۵۵/۲	۴۲۵/۷±۲۵۵/۹
t_{80}	۱۵۳۰/۹±۹۲۹/۶	۸۳۰/۹±۵۰۲/۶	۵۵۱/۹±۳۳۸/۸	۱۲۲۸/۸±۷۵۸/۹	۱۰۹۸/۷±۶۶۵/۲	۳۲۰/۴±۱۹۵/۰
t_{100}	۱۴۰۵/۵±۸۴۷/۲	۶۸۲/۱±۴۱۴/۴	۴۱۲/۶±۲۵۵/۰	۷۶۵/۴±۴۸۱/۶	۶۹۸/۲±۴۲۹/۰	۲۳۰/۶±۱۳۸/۷

طبق نمودار شماره ۱ و با توجه به جدول شماره ۳ و آزمون واریانس آنالیز واریانس دوعاملی در زمان های مختلف تفاوت معنی داری بین میانگین غیرفعالسازی برحسب هر یک از غلظت ها وجود دارد (P<۰/۰۰۱ و F=۹۷/۱)، اما تفاوت معنی داری بین غلظت ها در غیرفعالسازی باکتری هر یک از زمان ها وجود ندارد (P=۰/۱۳ و F=۲/۱).

طبق نمودار شماره ۲ با افزایش غلظت نانوذرات در زمان تماس ۱۰۰ دقیقه، درصد غیر فعالسازی باکتری‌ها افزایش می یابد.

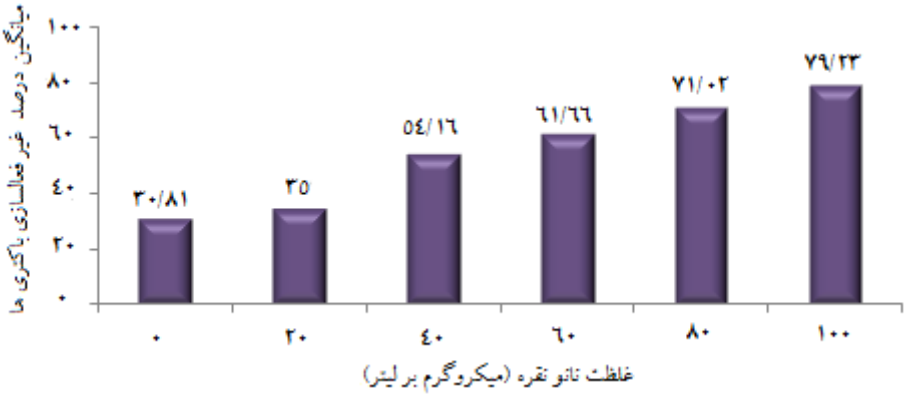


نمودار شماره ۱: روند غیرفعالسازی باکتری ها در مقادیر مختلف محلول نانو نقره برحسب زمان واکنش

Downloaded from journal.skums.ac.ir at 11:33 +0330 on Tuesday October 10th 2017

جدول شماره ۳: میانگین و انحراف معیار درصد غیرفعالسازی برحسب غلظت ها و زمان های مختلف

غلظت نانونقره (میکروگرم در لیتر)	زمان واکنش (دقیقه)					
	۰	۲۰	۴۰	۶۰	۸۰	۱۰۰
۳۰	۰/۱۶±۰/۰۵	۰/۲۱±۰/۰۶	۰/۲۹±۰/۰۲	۰/۳۶±۰/۰۹	۰/۴۳±۰/۰۷	۰/۴۹±۰/۱۳
۶۰	۰/۲۲±۰/۰۸	۰/۲۸±۰/۱۱	۰/۳۹±۰/۰۷	۰/۴۵±۰/۱۲	۰/۵۸±۰/۰۷	۰/۶۴±۰/۰۵
۹۰	۰/۱۹±۰/۲۱	۰/۳۱±۰/۱۳	۰/۴۶±۰/۰۷	۰/۵۳±۰/۰۵	۰/۵۹±۰/۰۹	۰/۶۹±۰/۰۳
۱۲۰	۰/۳۲±۰/۱۵	۰/۳۵±۰/۱۷	۰/۴۹±۰/۱۰	۰/۵۸±۰/۱۰	۰/۶۱±۰/۱۰	۰/۷۳±۰/۰۳
۱۵۰	۰/۳۸±۰/۲۰	۰/۴۰±۰/۲۱	۰/۵۵±۰/۱۴	۰/۶۱±۰/۱۱	۰/۶۵±۰/۱۲	۰/۷۶±۰/۰۳
۱۸۰	۰/۴۲±۰/۲۳	۰/۴۶±۰/۲۰	۰/۶۰±۰/۱۴	۰/۶۸±۰/۱۲	۰/۶۲±۰/۲۹	۰/۸۲±۰/۰۷



نمودار شماره ۲: میانگین درصد غیرفعالسازی باکتری‌ها برای مقادیر مختلف نانونقره پس از زمان تماس ۱۰۰ دقیقه

بحث:

نتایج نشان داد که درصد غیرفعالسازی باکتری‌ها با افزایش زمان تماس افزایش یافته است. در زمان واکنش ۱۰۰ دقیقه بالاترین درصد حذف مربوط به ۱۸۰ میکروگرم بر لیتر بود که میانگین تعداد باکتری های کلیفرم مدفوعی از ۲۲/۹عدد به ۸ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر کاهش یافته است. با توجه به جدول شماره ۳ استنباط می شود در زمان های مختلف تفاوت معنی داری بین میانگین غیرفعالسازی بر حسب هر یک از غلظت ها وجود دارد (P<۰/۰۰۱ و F=۹۷/۱). در تحقیق قدمی و همکاران، نتایج نشان داد که افزایش زمان تماس با نانونقره، باعث حذف بیشتر کلیفرم ها است (P=۰/۰۰۱) (۳)؛ همچنین با توجه به جدول شماره ۳ استنباط می شود، تفاوت معنی داری بین غلظت ها در هر یک از زمان ها وجود ندارد (P=۰/۱۳ و F=۲/۱) و در تحقیق قدمی و همکاران نیز رابطه معنی داری بین مقدار نانونقره و حذف کلیفرم ها دیده نشد (P=۰/۶).

پس از ظهور و افزایش مقاومت باکتری ها به آنتی بیوتیک ها، تحقیقات بسیاری در سطح آزمایشگاهی برای کشف مواد جایگزین آنتی بیوتیک ها انجام شده است. در سال ۱۹۶۰، مویر از نیترات نقره ۰.۵٪ برای درمان سوختگی ها استفاده کرد (۹،۱۰).

او همچنین ثابت کرد که این محلول خاصیت ضد باکتریایی علیه *اشرشیاکلی*، *استافیلوکوکوس اورئوس* و *سودوموناس آئروژینوز* دارا می‌باشد. نانوذرات نقره به دلیل اندازه کمی که دارند، سطح تماس بیشتری با فضای بیرونی داشته و تأثیر بیشتری بر غشای سلول‌ها می‌گذارند. از جمله خصوصیات مهم

Downloaded from journal.skums.ac.ir at 11:33 +0330 on Tuesday October 10th 2017

ذرات نانونقره می توان به تأثیر بسیار زیاد و سریع، پایداری زیاد، سازگاری با محیط زیست، مقاومت در برابر حرارت، عدم ایجاد و افزایش مقاومت و سازگاری میکروارگانیسم اشاره نمود (۱۱).

Chaloupka و همکاران ثابت کردند که نانوذرات نقره به دلیل عملکرد چندگانه‌ی ضد میکروبی، یکی از موثرترین نانوذرات فلزی واجد خاصیت ضد میکروبی می‌باشند(۱۲). Kim 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 Ruparelia و همکاران به ارزیابی اثر ضد میکروبی نانو ذرات نقره و مس بر سویه های مختلف باکتریایی پرداختند. آن‌ها مشاهده کردند که گوناگونی سویه‌های باکتریایی اثر ناچیزی در مقدار MIC و MBC دارد و نیز مقدار هاله عدم رشدشان تقریباً یکسان است (۱۴).

نتایج حاصل از تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد، مکانیسم مهارکنندگی نانوذرات نقره به عملکرد یون‌های نقره در محلول کلوئیدی برمی‌گردد. همچنین دگرگون ساختن میکروارگانیسم به وسیله تبدیل پیوندهای SH به SA-g صورت می‌گیرد. در این مکانیسم ذرات نانونقره فلزی به مرور زمان یون‌های نقره از خود ساطع می‌کنند. این یون‌ها طی واکنش جانشینی، باندهای SH را در جداره میکروارگانیسم به باندهای SA-g تبدیل کرده که نتیجه آن از بین رفتن میکروارگانیسم است (۱۶،۱۵،۱۳).

مطالعه Pedahzur و همکاران، استفاده از یون نقره با غلظت ۳۰ میلی گرم بر لیتر و زمان تماس یک ساعت منجر به حذف ۹۹/۹٪ 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 می‌گردد (۱۷).

نتیجه گیری:

نتایج این تحقیق نشان داد که ۱۸۰ میکروگرم بر لیتر نانونقره در زمان تماس ۱۰۰ دقیقه مناسب ترین مقدار برای غیرفعالسازی باکتری‌ها از آب است. بنابراین نانوذرات نقره در غیرفعالسازی کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی از آب آشامیدنی موثر است و به عنوان یک روش جدید برای گندزدایی آب آشامیدنی پیشنهاد می‌گردد.

تشکر و قدردانی:

نویسندگان بدین وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی مشهد که هزینه های این طرح تحقیقاتی به شماره ۹۱۱۱۰۶ را تقبل نموده، تشکر و قدردانی می نمایند.

منابع:

1. Gabriel B. Wastewater Microbiology.Translated to Persian by: Mirhendi H, Nikaeen M. Tehran: Tehran Univ Med Sci Pub; 2004: 157.

2. Bazrafsan E, Zazouli M. Comprehensive textbook of water and wastewater technology. 2th ed. Shiraz: Shiraz Univ Med Sci Pub; 2010.

3. Miranzadeh M, Rabbani D, Naseri S, Nabizadeh RGM, Ghadami F. Coliform bacteria removal from contaminated water using nanosilver. J Kashan Univ Med Sci. 2011; 16(1): 32-5.

4. Mosaferi M, Shakerkhatibi M, Mehri Badloo A. Heterotrophic bacteria in drinking water in Tabriz, Iran. J School Public Health Institute Public Health Res. 2011; 8(4): 83-92.

Downloaded from journal.skums.ac.ir at 11:33 +0330 on Tuesday October 10th 2017

5. Loeng lyc, Kuo J, Tang Ch. Disinfection of wastewater-comaparison of alternative technologies. Translated to Persian by: Leili M, Marosi M, Barati R. Tehran: Rafee Andishe pub; 2009: 153.

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. Res J Food Industries. 2009; 5(2): 1-13. [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. J Botany Food. 2007; 1(1): 6-14. [Persian]

8. Khazaye M, Nabizadeh R, Vaezi F, Younesian M, Roushani M, Farzeen B. Qom wastewater disinfection with hydrogen peroxide-silver ion complex. Qom Univ Med Sci J. 2007; 1(4):31-7.

9. Moyer CA, Brentano L, Gravens DL, Margraf HW, Monafo WW. Treatment of large human burns with 0.5% silver nitrate solution. Arch Surg. 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 Acute Care Surg. 1981; 21(10): 827-34.

11. Naghsh N, Safari M, Hajmehrabi P. Effect of silver nanoparticles on the growth of *Escherichia coli*. J Qom Univ Med Sci. 2012; 6(2): 65-8

12. Chaloupka K, Malam Y, Seifalian AM. Nanosilver as a new generation of nanoproduct in biomedical applications. Trends in Biotechnology. 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. 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 Biomaterialia. 2008; 4(3): 707-16.

15. Lagaron JM, Cabedo L, Cava D, Feijoo JL, Gavara R, Gimenez E. Improving packaged food quality and safety. 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. Toxicological Sci. 2005; 88(2): 412-9

17. Pedahzur R, Katzenelson D, Barnea N, Lev O, Shuval H, Fattal B, et al. The efficacy of long-lasting residual drinking water disinfectantsbased on hydrogen peroxide and silver. Water Sci Tech. 2000; 42(1-2): 293-8.

Journal of Shahrekord University of Medical Sciences
(J Shahrekord Univ Med Sci) 2017; 19(1): 73-80.

Original article

Coli forms and fecal coli forms inactivation by silver nanoparticles for drinking water treatment

Alidadi H[1], Norouzian Ostad R[2*], Esmaeeli H[3]
[1]Environmental Health Research Center, Environmental Health Engineer Dept., Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, I.R. Iran; [2]Student, Environmental Health Engineer Dept., Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, I.R. Iran; [3]Environmental Health Research Center, Biostatistics Dept., Mashhad University of Medical University, Mashhad, I.R. Iran.
Received: 22/Feb/2016 Accepted: 12/Jul/2016

Background and aims: Silver is the metal as a safe and effective antibacterial agent which can be raised more than 650 types of microorganisms such as bacteria and virus. Common indicator used to assess water quality and compliance with standards to determine the presence of total coli forms and fecal coli forms are bacteria. The aim of this study was to evaluate the effect of nanosilver on inactivation the coli forms and fecal coli forms from drinking water.
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) was added to 6 containers of contaminated water and then a sample was taken every 20 minutes for a 100-minute period. The samples were tested by 15-tube series method based on the instruction no. 9221-B of 21th edition of standard method book on water and wastewater experiments (21st edition).
Results: Results revealed that the coli forms and fecal coli forms inactivation significantly increased with increasing the contact time of nonosilver (P=0.001), but there was no significant correlation between the nanosilver concentrations and coli forms and fecal coli forms inactivation (P=0.13). The maximum coli forms and fecal coli forms inactivation (76.2, 65%) was achieved within 100 minutes contact time for 180 µgL of silver.
Conclusion: Based on the current results, it can be concluded nanosilver treatment is effective in coli forms and fecal coli forms inactivation from contaminated water and advice as a new method for water disinfection.

***Keywords*: Coli forms, Fecal coli forms, Nano silver, Drinking Water.**

Cite this article as: Alidadi H, Norouzian Ostad R, Esmaeeli H. Coli forms and fecal coli forms inactivation by silver nanoparticles for drinking water treatment. J Shahrekord Univ Med Sci. 2017; 19(1): 73-80.

[*]**Corresponding author:**
Environmental Health Eng Dept., Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, I.R. Iran.
Tel: 00985138544633, E-mail: norouzianr911@mums.ac.ir

Downloaded from journal.skums.ac.ir at 11:33 +0330 on Tuesday October 10th 2017