



بررسی کارایی نانولوله کربنی چند جداره اکسید شده در حذف سرب از محیط آبی

نویسندگان: محمد ملکوتیان^۱، محمد حسن احرامپوش^۲، امیرناصر علی بیگی^۳

۱. نویسنده مسئول: استاد مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط، گروه بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کرمان

Email: m.malakootian@yahoo.com

تلفن تماس: ۰۳۴۱-۳۲۰۵۱۲۸

۲. استاد گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کرمان

چکیده

مقدمه: نانولوله های کربنی موادی با قابلیت حذف برخی از آلاینده های آب هستند. کارایی این مواد در حذف آلاینده ها بسته به عوامل مختلفی از جمله PH، غلظت، زمان تماس و ... است. در تحقیق حاضر کارایی نانولوله کربنی چند جداره اکسید شده در حذف سرب از محیط های آبی مورد بررسی قرار گرفت.

روش بررسی: مطالعه تجربی است. ابتدا نانولوله کربنی چند جداره اکسید شد و سپس در سه PH ۴، ۷ و ۱۰ و زمانهای تماس ۵، ۱۰ و ۴۰ دقیقه و غلظتهای ۵۰، ۱۰۰ و ۱۲۵ میلی گرم بر لیتر نانولوله کربنی چند جداره اکسید شده، کارایی حذف سرب از محیط آبی مورد بررسی قرار گرفت. کلیه آزمایشات بر اساس روشهای مندرج در کتاب روشهای استاندارد برای آزمایشات آب و فاضلاب ویرایش بیست و یکم انجام شد. آزمایش ها تحت شرایط بهینه بر روی نمونه واقعی، آب آشامیدنی روستای ابراهیم آباد رضوی سیرجان انجام شد. تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۱۶ انجام گرفت.

یافته ها: تغییرات همزمان زمان تماس و PH باعث تغییر کارایی حذف سرب توسط نانولوله کربن چند جداره اکسید شده گردید. مهمترین عامل در افزایش راندمان حذف، استفاده از pH اسیدی برابر ۴ است و با افزایش همزمان زمان تماس و غلظت نانولوله، راندمان حذف افزایش داشت. در شرایط بهینه ۱۲۵ میلی گرم بر لیتر غلظت نانولوله، زمان تماس ۱۰ دقیقه و PH=۴ راندمان حذف سرب در نمونه سنتتیک و نمونه واقعی به ترتیب ۹۹/۱ و ۹۴ درصد حاصل شد. در مجموع اختلاف ناچیزی بین راندمان حذف در شرایط سنتتیک و واقعی وجود دارد که این اختلاف ناشی از تداخل کاتیونها، آنیونها و فلزات سنگین موجود در نمونه واقعی است.

نتیجه گیری: نانولوله های کربنی چند جداره اکسید شده توانایی بالایی در حذف سرب از محیط های آبی دارند. بیشترین راندمان حذف در PH=۴ و کمترین راندمان حذف در PH=۷ بوده است، لذا در شرایط اسیدی حذف با راندمان بالاتری انجام شده است.

واژه های کلیدی: نانولوله کربنی، سرب، محیط آبی

طلوع بهداشت

دو ماهنامه علمی پژوهشی

دانشکده بهداشت یزد

سال چهاردهم

شماره: دوم

خرداد و تیر ۱۳۹۴

شماره مسلسل: ۵۰

تاریخ وصول: ۱۳۹۳/۳/۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۵/۲۵

مقدمه

آلودگی آب همواره بعنوان یک چالش پیش روی بشر مطرح بوده است (۱). رشد فزاینده جمعیت و گسترش صنعت و کشاورزی و کمبود آب سالم، ضرورت تصفیه و بازیابی مجدد آبهای مصرفی را شاخص تر نموده است (۲). آلودگی منابع آب به فلزات سنگین، باعث نگرانی های جهانی شده است (۳).

فلزات سنگین خاصیت تجمعی در بافت های بدن داشته و در بدن متابولیزه نمی شوند. فلزات سنگین از جمله آلاینده های زیست محیطی بوده که مواجهه انسان با بعضی از آنان از طریق آب و مواد غذایی می تواند مسمومیت های مزمن و بعضا حاد و خطرناکی ایجاد کنند (۴). روش های مختلفی برای حذف فلزات سنگین از آب و فاضلاب بکار برده شده است که شامل: احیا و ته نشینی، انعقاد و شناور سازی، جذب، تکنولوژی غشایی و فرآیند الکترولیتیکی است (۵).

سرب یک سم متابولیک و بازدارنده آنزیم است و می تواند در استخوانها، مغز، کلیه ها و عضلات تجمع پیدا کند. نوشیدن درازمدت آب حاوی مقدار زیاد سرب میتواند باعث اختلالات جدی مثل کم خونی، بیماری کلیوی و اختلالات ذهنی گردد (۶). حداکثر مقدار مجاز سرب در آب آشامیدنی طبق استاندارد EPA ۰/۰۱۵ میلی گرم بر لیتر است (۷). بر اساس رهنمود WHO حداکثر غلظت مجاز سرب در آب آشامیدنی ۰/۰۱ میلی گرم بر لیتر می باشد (۸).

کاربرد نانوفناوری در تصفیه آلاینده ها با توجه به سهولت و اقتصادی بودن استفاده از آن در مقایسه با روشهای فیزیکوشیمیایی



و بیولوژیکی متداول، توسعه ی زیادی یافته است (۹). نانوفناوری پتانسیل زیادی در بهبود هوا، آب و کیفیت خاک دارد و می تواند موجب بهبود در شناسایی و سنجش آلاینده ها شده و به توسعه فناوریهای نو برای حذف آنها کمک کند (۱۰). کشف نانولوله های کربنی توسط Iijima دانشمند ژاپنی نیاز به سال ندارد (۱۱). نانولوله های کربنی در واقع صفحاتی از اتم های کربن هستند که درون قسمت غلطک مانند حرکت می کنند (۱۲). نانولوله های کربنی به دو نوع تک جداره و چند جداره تقسیم بندی می گردند. کاربرد نانولوله های کربنی در حذف آلاینده ها به واسطه ی خواص منحصر به فرد الکتریکی، مکانیکی، نوری و شیمیایی در حال افزایش است (۱۳). نانولوله های کربنی دارای سطح ویژه بسیار بالا، نفوذپذیری زیاد و دارای پایداری حرارتی و مکانیکی بالایی هستند. این مواد بادوام و در برابر گرما مقاومند و بازیافت و استفاده مجدد از آنها ساده است (۱۴). نانولوله های کربنی، ساختارهای حلقوی توخالی متشکل از اتم های کربن هستند و دارای خواص فلزی یا شبه رسانایی نیز هستند (۱۵). استفاده از روشهای نانو خصوصا نانولوله کربن در حذف بسیاری از آلاینده ها، از قبیل فلزات سنگین، نمک زدایی آب شور، سختی گیری و حذف سدیم هگزافلورید، تری هالومتانها، بخارهای آلی فرار، اورانیوم، ترکیبات آروماتیک قابل یونیزه، ویروسها، فولیک اسید، تری کلرواتیلن، رنگ و ... مورد بررسی قرار گرفته و با موفقیت در مقیاس بزرگ بکار گرفته شده است (۱۶). Li و همکارانش در چین با استفاده از نانولوله های کربنی اکسید شده بوسیله پرمنگنات پتاسیم، کادمیوم را از محلول آبی حذف نمودند (۱۷). Wang و



از سرد شدن مخلوط اسید و نانولوله ها در دمای اتاق، با استفاده از صافی ۰/۲ میکرون نانولوله های اکسید شده را جدا نموده و با آب دو بار تقطیر تا زمان ثابت شدن PH شستشو داده و به مدت ۲۴ ساعت در خشک کن در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد قرار داده شد (۵). پس از ۲۴ ساعت نانولوله کربنی چند جداره اکسید شده آماده مصرف شد.

محلول آبی سنتتیک با غلظت ۴۰ mg/L سرب با استفاده از نیترات سرب $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ و آب دو بار تقطیر تهیه گردید. نانولوله های اکسید شده را باغلظتهای ۵۰، ۱۰۰ و ۱۲۵ میلی گرم بر لیتر در زمانهای تماس ۵، ۱۰، ۴۰ دقیقه در PH های ۴، ۷ و ۱۰ به محلول آبی حاوی سرب افزوده شد. پس از پایان یافتن زمان تماس، نانولوله های اکسید شده را با استفاده از پمپ خلاء صافی ۰/۲ میکرون صاف نموده و نانولوله ها به طور کامل از محلول جدا شدند. سپس باقیمانده سرب در محلول صاف شده به روش جذب اتمی توسط دستگاه جذب اتمی مدل PG990 ساخت انگلستان اندازه گیری شد (۲۲). آزمایشات جمعا در ۲۷ حالت انجام و در هر حالت سه بار تکرار گردید. برای تنظیم PH از آمونیاک و اسید کلریدریک و برای انجام تماس در محلولها در زمانهای ماند ذکر شده از شیکر IKA مدل Basic2 با سرعت ۱۵۰ دور در دقیقه و مگنت آزمایشگاهی استفاده شد. نمونه برداری از نمونه واقعی، آب شرب (سیستم لوله کشی) روستای ابراهیم آباد رضوی سیرجان در سه نوبت انجام شد. سپس کاتیون و آنیون های موجود در نمونه واقعی اندازه گیری گردید (۲۲). تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۱۶ انجام شد.

همکارانش در چین با استفاده از اکسید منگنز جفت شده با نانولوله کربنی موفق به حذف سرب از محلول آبی شدند (۱۸). Li و همکارانش در چین با استفاده از نانولوله های کربنی اقدام به حذف مس از محلول آبی نمودند (۱۹). صمدی و همکارانش فلز نیکل را از محیط های آبی با نانولوله های کربنی تک جداره حذف نمودند (۹). Srivasantava و همکارانش دریافتند که امکان حذف فلز روی از محیط آبی توسط نانولوله های کربنی وجود دارد (۲۰).

با توجه به سطح ویژه بالا، واکنش پذیری عالی، مقاومت حرارتی و مکانیکی فراوان و خصوصیات شیمیایی، الکتریکی و فیزیکی منحصر به فرد (۲۱) و ارزان و در دسترس بودن و آماده سازی ساده ی نانولوله کربنی، هدف از انجام این مطالعه بررسی کارایی نانولوله کربنی چند جداره اکسید شده در حذف سرب از محیط های آبی می باشد.

روش بررسی

تحقیق تجربی است که در مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمان انجام گرفت. نانولوله های کربنی از پژوهشگاه صنعت نفت خریداری شد.

به منظور افزایش کارایی حذف سرب و ایجاد گروههای عاملی مثل COOH- و OH- روی سطح خارجی دیواره ی نانولوله های کربنی چندجداره ابتدا می بایست نانولوله ها اکسید شوند. ابتدا مقدار ۲۰ گرم نانولوله کربن چند جداره (MWCNTs) به اسید نیتریک ۸ مولار اضافه شد، سپس حاصل به مدت ۳ ساعت در حمام آلتراسونیک در دمای ۴۰ درجه سانتیگراد نگهداری شد. بعد



یافته ها

تماس و pH باعث تغییر کارایی حذف سرب توسط نانولوله کربن

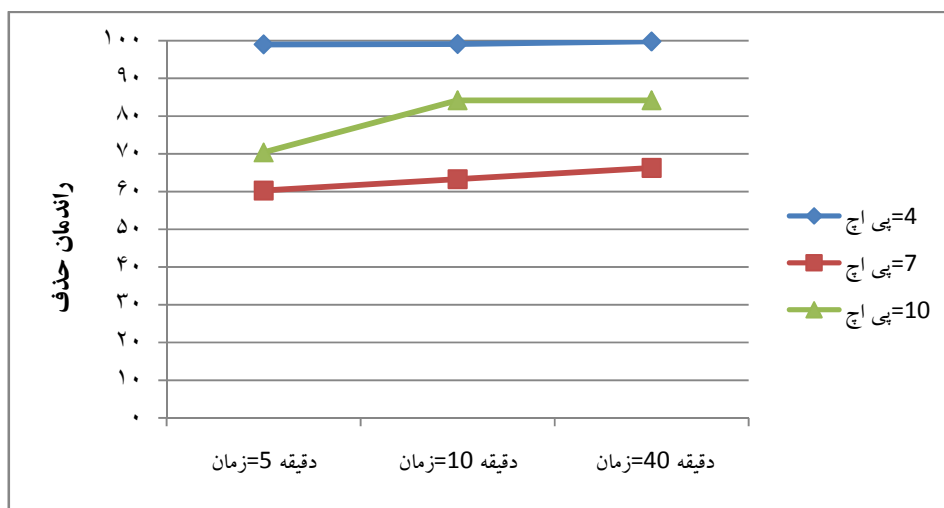
چند جداره اکسید شده می گردد.

همان طور که شکل ۱ نشان می دهد در غلظت ثابت ۱۲۵ میلی گرم بر لیتر نانولوله چند جداره اکسید شده، کمترین راندمان حذف در $\text{PH}=7$ و زمان تماس ۵ دقیقه به میزان ۶۰/۳ درصد و بیشترین راندمان حذف در $\text{PH}=4$ و زمان تماس ۴۰ دقیقه به میزان ۹۹/۸ درصد مشاهده شد.

با توجه به شکل ۱ اختلاف راندمان حذف در زمان تماس ۱۰ و ۴۰ دقیقه مقداری جزئی به میزان ۰/۷ درصد شد. به این دلیل در این مرحله با ثابت در نظر گرفتن زمان تماس (۱۰ دقیقه) و غلظت سرب (۴۰ میلی گرم در لیتر) تاثیر تغییرات همزمان غلظت نانولوله کربنی و pH بر کارایی حذف مورد بررسی قرار گرفت. نتایج در شکل ۲ مشخص شده است.

نتایج حاصل از بررسی تاثیر تغییرات همزمان زمان تماس و pH بر کارایی حذف سرب توسط نانولوله کربنی چند جداره اکسید شده در شکل ۱ آمده است. با توجه به اینکه بیشترین راندمان های حذف در غلظت ۱۲۵ میلی گرم بر لیتر نانولوله اکسید شده بدست آمد، ابتدا با ثابت در نظر گرفتن غلظت نانولوله اکسید شده (۱۲۵ میلی گرم در لیتر) و غلظت سرب (۴۰ میلی گرم در لیتر) تاثیر تغییرات همزمان زمان تماس و pH بر کارایی حذف مورد بررسی قرار گرفت.

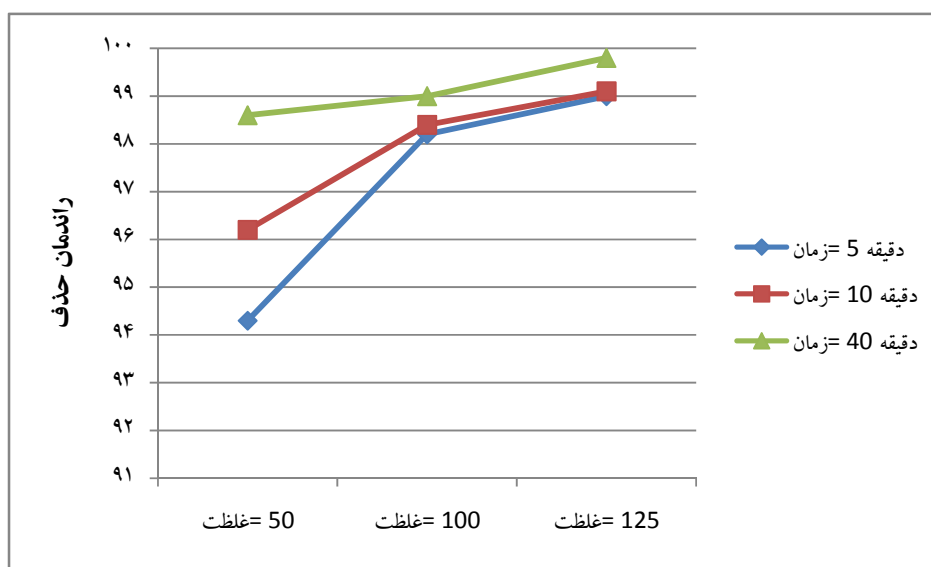
از تجزیه و تحلیل داده ها با نرم افزار آماری SPSS و آزمون آماری فریدمن برای سطوح مختلف زمان در سطوح مختلف pH در حذف سرب توسط نانولوله کربن چند جداره اکسید شده اختلاف معنی داری مشاهده شد ($P < 0/05$) یعنی تغییرات زمان



شکل ۱: بررسی تاثیر تغییرات همزمان زمان تماس و pH بر کارایی حذف سرب (غلظت نانولوله ۱۲۵ میلی گرم بر لیتر)



شکل ۲: بررسی تاثیر تغییرات همزمان غلظت نانولوله کربنی چند جداره اکسید شده و PH بر کارایی حذف سرب (زمان تماس ۱۰ دقیقه)



شکل ۳: بررسی تاثیر تغییرات همزمان زمان تماس و غلظت نانولوله کربنی بر کارایی حذف سرب (PH=4)

دراافزایش راندمان حذف سرب استفاده از PH اسیدی (PH=4) است. در مرحله بعد، با ثابت در نظر گرفتن PH = 4 و غلظت سرب (40 میلی گرم بر لیتر)، تاثیر تغییرات همزمان دو عامل زمان

برای سطوح مختلف غلظت نانولوله کربنی در سطوح مختلف PH اختلاف معنی داری مشاهده نشد ($p > 0.05$). افزایش غلظت نانولوله تاثیر چندانی در کارایی حذف نداشت و مهمترین عامل



می شود که این تغییرات به صورت صعودی است یعنی با افزایش همزمان زمان تماس و افزایش غلظت نانولوله، راندمان حذف افزایش داشته است. نتایج حاصل از بررسی کیفیت شیمیایی نمونه آب روستای ابراهیم آباد رضوی سیرجان در جدول ۱ آورده شده است.

میزان سرب در نمونه واقعی ۰/۰۶۵ میلی گرم بر لیتر اندازه گیری شد که بیش از حد مجاز اعلام شده توسط WHO بود (۸).

تماس و غلظت نانولوله کربنی اکسید شده بر کارایی حذف سرب مورد بررسی قرار گرفت. نتایج در شکل ۳ مشخص شده است. برای سطوح زمان تماس در سطوح متغیر غلظت نانولوله کربنی چند جداره اکسید شده اختلاف معنی داری مشاهده شد ($p < 0/05$).

یعنی همانطور که شکل ۳ نشان می دهد تغییرات همزمان زمان تماس و غلظت نانولوله کربنی موجب تغییر راندمان حذف سرب

جدول ۱: کیفیت شیمیایی (کاتیونها و آنیونها) موجود در نمونه آب روستای ابراهیم آباد رضوی سیرجان (نمونه واقعی)

غلظت (میلی گرم بر لیتر)	نام کاتیون یا آنیون
۰/۳۱	فلوئورید
۱۹۰	کلرور
۱۲۵	سولفات
۹/۲۸۲	نیتрат
۰	کربنات
۱۹۲/۶۸	بیکربنات
۵۵/۶	کلسیم
۱۳/۶۸	منیزیم
۱۲۱/۱۳	سدیم
۵/۱	پتاسیم
۰/۰۶۵	سرب
۰/۰۰۵۸	روی
۰	کادمیوم
۰/۰۰۳۲	آرسنیک
۰/۰۰۴۲	مس
۰/۰۱۰	آهن

**بحث و نتیجه گیری**

بیشترین راندمان حذف در $PH=4$ و کمترین راندمان حذف در $PH=7$ بوده است، لذا در شرایط اسیدی حذف با راندمان بالاتری انجام شده است. احتمالاً دلیل بالا بودن راندمان حذف در شرایط اسیدی رخ دادن واکنش A بین یون H^+ موجود در محلول آبی و گروه عاملی $COOH$ مستقر بر روی نانولوله اکسید شده و تشکیل مولکول آب است که CO^- ایجاد شده بر روی سطح نانولوله اقدام به جذب Pb^{2+} و حذف آن از محیط آبی می نماید.



بررسی صمدی و همکارانش نشان داد بیشترین حذف نیکل توسط نانولوله کربن تک جداره در $PH=10$ رخ داده است (۹) که با نتایج این تحقیق همخوانی ندارد و در تحقیق حاضر در $PH=10$ نیترات سرب به صورت رسوب قابل مشاهده در ظرف آزمایش درآمده و حذف سرب فقط بوسیله اتصال به نانولوله صورت پذیرفته و حذف توسط پدیده ترسیب در شرایط قلیایی صورت می گیرد.

بررسی Li و همکارانش در چین پیرامون حذف سرب، مس، کادمیوم توسط نانولوله کربنی مشخص ساخت که بیشترین میزان جذب در دمای اتاق در PH اسیدی رخ می دهد (۲۳) که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد و موید تشدید حذف کاتیونها در شرایط اسیدی توسط نانولوله کربنی است.

بیشترین راندمان حذف $99/8$ درصد در $PH=4$ و غلظت 125 میلی گرم بر لیتر نانولوله کربنی و زمان تماس 40 دقیقه بدست آمد در حالیکه در شرایط بهینه ی زمان تماس 10 دقیقه، $PH=4$ و غلظت

نانولوله ی 125 میلی گرم بر لیتر، راندمان حذف $99/1$ درصد شد که در زمان تماس 10 دقیقه این واکنش به تعادل می رسد. افزایش جرم جاذب و افزایش زمان تماس منجر به افزایش نقاط فعال سطحی و افزایش تعداد مکانهای جذب می شود و با افزایش جرم جاذب و زمان تماس، سطح تماس میان جاذب و آلاینده افزایش یافته و در نتیجه باعث افزایش میزان جذب می شود. غلظت اولیه سرب در نمونه واقعی آب $0/065$ میلی گرم بر لیتر بود که تحت شرایط بهینه با راندمان حذف 94 درصد حذف گردید. اختلاف راندمان حذف در نمونه سنتتیک و واقعی حدود 5 درصد بود. این اختلاف را می توان ناشی از تداخل کاتیونها و آنیونهای موجود در نمونه واقعی و مخصوصاً رقابت کاتیونها با فلز سرب در فرآیند حذف توسط نانولوله چند جداره اکسید شده دانست.

استفاده از نانولوله کربنی اکسید شده در تصفیه آب روشی جدید است که می تواند فلزات سنگین را با راندمان بالا در زمانی کوتاه حذف نماید. نتایج این تحقیق نشان می دهد حذف سرب توسط نانولوله کربن چند جداره اکسید شده در شرایط سنتتیک و واقعی از راندمان بسیار بالایی برخوردار است لذا می تواند مورد استفاده قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

این پژوهش حاصل پایان نامه دانشجویی در مقطع کارشناسی ارشد رشته مهندسی بهداشت محیط می باشد که در مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمان و با حمایت معاونت تحقیقات و فن آوری این دانشگاه به انجام رسیده است. بدینوسیله از همکاری تمامی عزیزان تشکر و قدردانی بعمل می آید.



References

- 1- Mubarak NM, Alicia RF, Abdullah EC, et al. Statistical optimization and kinetic studies on removal of Zn^{2+} using functionalized carbon nanotubes and magnetic biochar. *Journal of Environmental Chemical Engineering* 2013; 1(3): 486-95.
- 2- Dalvand A, Golami M, Joneidi A, et al. Investigation of Electrochemical Coagulation Process Efficiency for Removal of Reactive Red 198 from Colored Wastewater. *Journal of Color Science and Technology* 2009; 3: 97-105. [Persian]
- 3- Atieh MA. Removal of Chromium (VI) from polluted water using carbon nanotubes supported with activated carbon. *Procedia Environmental Sciences* 2011; 4(0): 281-93.
- 4- Neagu V, Mikhalovsky S. Removal of hexavalent chromium by new quaternized crosslinked poly (4-vinylpyridines). *J Hazard Mater* 2010; 183(1-3): 533-40.
- 5- Mobasherpour I, Salahi E, Ebrahimi M. Thermodynamics and kinetics of adsorption of Cu(II) from aqueous solutions onto multi-walled carbon nanotubes. *Journal of Saudi Chemical Society* 2011; 10.
- 6- Li YH, Wang S, Wei J, et al. Lead adsorption on carbon nanotubes. *Chemical Physics Letters* 2002; 357(3-4): 263-6.
- 7- EPA. 2009 Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories". In: EPA, editor. Washington, USA 2009.
- 8- WHO. Guidelines for Drinking-Water Quality. Volume 1: Recommendations. 3rd ed. Geneva: World Health Organization ; 2008: 145-196f.
- 9- Samadi MT, Ahangari F, Ahmadi Sh, et al. Nickel Removal from Aqueous Environments Using Carbon Nanotubes. *Journal of Water & Wastewater*. 2012; 2: 38-44. [Persian]
- 10- Wu W, He Q, Jiang Ch. Magnetic Iron Oxide Nanoparticles: Synthesis and Surface Functionalization Strategies. *Nanoscale Res Lett* 2008; 3: 397-415.
- 11- Iijima S. Helical microtubes of graphitic carbon. *Nature* 1991; 354: 56-8.
- 12- Yousefi Z, diyanati Tilky RA, Moohammadpour RA, et al. Optimization of As(V) removal from aqueous solutions by Singlewalled Carbon Nanotubes. *Journal of North Khorasan University of Medical Sciences* 2013; 5(2): 501-10. [Persian]



- 13- Vuković GD, Marinković AD, Čolić M, et al. Removal of cadmium from aqueous solutions by oxidized and ethylenediamine-functionalized multi-walled carbon nanotubes. *Chemical Engineering Journal* 2010; 157(1): 238-48.
- 14- Rao GP, LuC, Su F. Sorption of divalent metal ions from aqueous solution by carbon nanotubes: A review. *Separation and Purification Technology* 2007; 58(1): 224-31.
- 15- Kashitarash Isfahani Z, Samadi MT, Alavi M, et al. Efficiency of Carbon Nanotubes in Municipal Solid Waste Landfill Leachate (Case Study: Treatment of Hamadan Landfill Leachate). *Journal of Water & Wastewater* 2012; 82: 67-72.[Persian]
- 16- Karimian H, Alidadi H, Bazrafshan E, et al. Evaluate the performance of multi-walled carbon nanotubes for the removal of color from textile wastewater BaftBalouchIranshahr in 1391. 16th National Conference on Environmental Health: Tabriz, Iran. 2011; 10.[Persian]
- 17- Li YH, Wang Sh, Luan Zh, et al. A desorption of cadmium (II) from aqueous solution by surface oxidized carbon nanotubes. *Carbon* 2003; 41: 1057-62.
- 18- Wang S, Gong W, Liu X, et al. Removal of lead(II) from aqueous solution by adsorption onto manganese oxide-coated carbon nanotubes. *Separation and Purification Technology* 2007; 58(1): 17-23.
- 19- Li Y, Liu F, Xia B, et al. Removal of copper from aqueous solution by carbon nanotube/calcium alginate composites. *Journal of Hazardous Materials* 2010; 177(1-3): 876-80.
- 20- Srivastava S. Sorption of divalent metal ions from aqueous solution by oxidized carbon nanotubes and nanocages: A review. *Advanced Materials Letters* 2012 ;4(1): 2-8.
- 21- Sobhan Ardakani S, Shirzadi A, Sahraei R. Evaluation of Efficiency of Ammonia Removal from Ekbatan Dam Water Sample Using Modified Multi-wall Carbon Nanotube. *Journal of Health & Development* 2013; 2(4): 262-73.[Persian]
- 22- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22nd. American Public Health Association (APHA): American Water Works Association (AWWA) & Water Environment Order; Federation(WEF)2012.
- 23- Li YH, Zhao YM, Hu WB, et al. Carbon nanotubes – the promising adsorbent in wastewater treatment. *Journal of Physics* 2007; 61: 698-702.



The Study of Oxidized Multi-Walled Carbon Nanotubes Efficiency in Lead Removing from Aqueous Solutions

Malakootian M (Ph.D)¹, Ehrampoush MH (Ph.D)², Alibeigi AN (M.Sc)³

1. Corresponding Author: Professor, Environmental Health Engineering Research Center and Department of Environmental Health, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran.

2. Professor, Department of Environmental Health Engineering, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.

3. MS.c student in Environmental Health Engineering, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran.

Abstract

Introduction: Carbon nano tubes are products which have the ability to remove some contaminants from aqueous solutions and wastewater. The efficiency of these products depends on different factors such as PH, concentration, contact, mixing time, etc. in this research the efficiency of oxidized multi-walled carbon nanotubes is studied.

Methods: The study is Experimental. The multi-walled carbon nanotubes were oxidized and Three PH 4, 7 and 10 and contact times 5, 10 and 40 min, and the concentrations of 50, 100 and 125 mg of carbon nanotubes from aqueous Pb removal efficiency were examined. All of the tests were done according to the standard methods for the examination of water and wastewater book 21th edited. Real samples of drinking water was the village of Ebrahim Abad Razavi Sirjan. Data analysis was done using SPSS statistical software version 16

Results: By Simultaneous changes in time and PH was changed the efficiency of lead removal by the oxidized multi-walled carbon nanotubes. The most important factor in increasing the efficiency of removal, using acidic PH (PH =4) is. With a Simultaneous increase in contact time and concentration of nanotubes, the removal efficiency increased. In optimal conditions, 125 mg of nanotube concentration, contact time of 10 minutes and PH=4 removal of lead in synthetic samples and real samples, respectively, 99.1 and 94% were achieved. In total there is little difference between the real conditions and the synthetic conditions of the removal efficiency that this difference arises from the interaction of cations, anions and heavy metals in real samples.

Conclusion: Oxidized multi-walled Carbon nanotubes has a high capacity for the removal of lead from aqueous solutions.

Keywords: Carbon nanotube, lead, aqueous solution