طلوع بهداشت

دو ماهنامه علمی پژوهشی
دانشکده بهداشت یزد
سال چهاردهم
شماره: چهارم
مهر و آبان ۱۳۹۴
شماره مسلسل: ۵۲

تاریخ وصول: ۱۳۹۱/۱۰/۲۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۲/۱۹

بررسی کارایی نانولوله‌های کربنی چند جداره اصلاح شده در حذف وانادیوم از پساب نفتی

نویسندگان:سهیل سبحان اردکانی[۱]، زهرا فیلی دانبرانی[۲]، رضا صحرایی[۳]

۱.دانشیار گروه محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد همدان

۲. نویسنده مسئول: کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد همدان

تلفن تماس: ۰۹۳۵۹۰۴۴۳۴۹ Email:zifeily@iauh.ac.ir

۳. استادیار گروه شیمی، دانشگاه ایلام

چکیده

مقدمه: وانادیوم و ترکیباتش از مهم‌ترین آلاینده‌های محیط زیست بوده که به دلیل اثرات مخرب بر سلامتی انسان‌ها و بهداشت محیط، توسعه روش‌های جدید برای حذف آن از اهمیت فوق‌العاده برخوردار است. لذا این مطالعه با هدف بررسی کارایی حذف وانادیوم از پساب جمع آوری شده در مخازن جداکننده پالایشگاه نفت امام خمینی(ره) شازند اراک، توسط جاذب نانو لوله کربنی چند جداره اصلاح شده انجام شد.

روش بررسی: این پژوهش با استفاده از روش Batch در محیط آزمایشگاه بر روی پساب نفتی به ترتیب با غلظت‌های ۳، ۵، ۷، ۹، ۱۱، ۱۳، ۱۵، ۱۷، ۱۹، ۲۱، ۲۳ میلی‌گرم در لیتر وانادیوم انجام و تأثیر متغیرهای مقدار جاذب، غلظت اولیه محلول وانادیوم، pH، دما و زمان تماس بر کارایی حذف وانادیوم توسط جاذب، ارزیابی شد. به منظور بهبود عملکرد جاذب، از فرآیند اکسیداسیون توسط اسید نیتریک استفاده و طیف IR و تصویر SEMجاذب، تهیه شد. همچنین داده‌ها با ایزوترم‌های لانگمویر، فروندلیخ و تمکین مطابقت داده شدند.

یافته‌ها: نتایج، نشان داد که کارایی حذف وانادیوم از پساب نفتی توسط جاذب در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد، زمان ۱۳۰ دقیقه، مقدار جاذب برابر با ۰/۰۳ گرم و pH بهینه برابر با ۵، به ۹۹ درصد رسیده و جذب تعادلی برای جاذب، منطبق بر ایزوترم فروندلیچ (R^2= ۰/۹۹۵) بوده است.

نتیجه گیری: نتایج پژوهش نشان داد که نانو لوله کربنی چند جداره اصلاح شده، می‌تواند به عنوان یک جاذب موثر برای حذف فلزات سنگین سمی‌از پساب صنعتی، مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: جذب، نانو لوله کربنی چند جداره اصلاح شده، وانادیوم، اسید نیتریک، پساب نفتی.

مقدمه

رشد روز افزون جمعیت، ارتقای سطح زندگی، توسعه صنایع و انتقال فناوری از عوامل افزایش مصرف آب و تولید پساب در اجتماعات و آلودگی محیط زیست بوده و امروزه چنان مشکل ساز شده، که سرمایه گذاری جهت تصفیه و دفع بهداشتی را الزامی نموده است. هر مترمکعب پساب تصفیه نشده ۴۰ تا ۶۰ مترمکعب آب آشامیدنی را آلوده می‌کند. لذا تاثیرات نامطلوب محیط زیستی ناشی از دفع نادرست پساب صنعتی، اجرای طرح‌های پساب در مناطق شهری و شهرک‌های صنعتی را ضروری می‌سازد(۱). شناسایی و پاکسازی مواد شیمیایی سمی، امری کلیدی در حفاظت محیط زیست است. آلاینده‌های سمی از جمله فلزات سنگین، به شدت برای ارگانیسم‌های زنده و محیط زیست خطرناک هستند(۲). در این راستا، پساب صنایع نفتی حاوی آلاینده‌هایی نظیر فلز سنگین، ترکیبات آلی، رنگ‌ها و غیره می باشند. یون فلزی وانادیوم که عمدتاً در پساب‌های شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی یافت می‌شود، یکی از آلاینده‌های خطرناک محیط زیستی به شمار می‌رود (۳).

فلز سنگین وانادیوم در غلظت‌های بالا می تواند اثرات سمی ایجاد نماید و عدم توازن این فلز کمیاب می تواند برای چندین نوع بیماری نظیر آب مروارید، اسهال، التهاب ریه، کاهش حافظه، به عنوان عوامل خطر در نظر گرفته شود(۴). لذا لازم است این آلاینده قبل از ورود پساب به محیط زیست، حذف شود. تا به امروز روش‌های گوناگونی از جمله اسمز معکوس، الکترولیز(۵)، ترکیب شیمیایی(۶) و ... . جهت حذف فلز سنگین از منابع آب مورد بررسی و آزمون قرار گرفته است. هر کدام از روش‌های مورد نظر بنابر شرایط استفاده دارای معایب و مزایایی هستند. از معایب بعضی از این روش ها می توان به هزینه زیاد وسایل و عملیات جداسازی، تولید لجن و سایر مواد سمی دیگر، نیاز به انرژی و فضای زیاد اشاره کرد. به هر حال روش رسوب‌دهی شیمیایی که به روش سنتی حذف فلز سنگین معروف است، دارای معایبی از جمله نیاز به حذف عوامل مزاحم در فرآیند رسوب دهی شیمیایی که در واقع عوامل کمپلکس کننده و لیگاندها هستند، می‌باشد(۵).

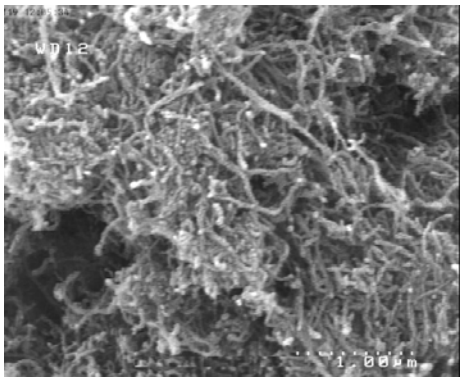
از آنجا که فناوری نانو این توانایی را به بشر می‌دهد تا بتواند دخالت خود را در ساختار مواد گسترش داده و در ابعاد بسیار ریز، دست به ساخت و طراحی بزند، لذا می توان از این فناوری در حذف فلزات سنگین از جمله وانادیوم از پساب صنعتی استفاده نمود. پس از کشف نانو لوله کربنی توسط لیجیما در سال۱۹۹۱، به علت خواص ویژه و منحصر به فرد آن، بسیاری از محققین از این مواد به عنوان جاذب در فرآیند جذب سطحی استفاده نمودند(۷). در سال‌های اخیر، محققین از کربن نانو لوله‌ها در حذف آنیون‌ها و کاتیون‌ها به وفور استفاده نموده اند، که از جمله، می‌توان به پژوهش‌های Long و همکاران، li و همکاران، lu و همکاران و Peng و همکاران که به ترتیب نسبت به حذف دی‌اکسین(۸)، فلوراید(۹)، تری‌هالومتان‌ها(۱۰) و آرسنیک تحقیق نمودند، اشاره نمود(۱۱). Li و همکاران حذف کروم را از محیط‌های آبی توسط نانو لوله‌های اصلاح شده با کلسیم، بررسی نمودند(۱۲). Yavari و همکاران جذب سزیم یک ظرفیتی از محیط آبی توسط نانو لوله‌های کربنی چند دیواره اکسید شده توسط محلول اسید نیتریک را بررسی نمودند(۱۳). Peng و همکاران با ترکیبی از کربن نانو لوله و اکسید آهن به عنوان جاذب، مس را از آب جدا نمودند(۱۴).

لازم به ذکر است که در تمام پژوهش‌های اشاره شده، محققین پس از بررسی عوامل مختلف و تاثیر گذار در پدیده جذب مانند دما، pH محلول و ...، ایزوترم‌های جذب را با داده‌های آزمایشگاهی تطبیق داده و سینتیک جذب را بررسی نمودند.

بدین ترتیب، هدف اصلی از انجام این پژوهش، ارزیابی کارایی حذف وانادیوم به عنوان یک آلاینده مهم محیطی از پساب صنایع پتروشیمی‌توسط جاذب نانو لوله کربنی چند جداره اصلاح شده با لحاظ نمودن عوامل تاثیرگذار در فرآیند جذب توسط جاذب بوده است.

روش بررسی

در این پژوهش از نانو لوله کربنی چند جداره با خلوص۹۵ درصد ساخت شرکت مرک آلمان با قطر خارجی کمتر از۱۰ نانومتر، سطح مقطع۲۸۰ مترمربع بر گرم، خلوص۹۵ درصد و طول CNTs ۱۵-۵ میکرومتر، استفاده شد. برای آماده سازی نانو لوله‌های کربنی چند جداره از جمله حذف کربن ناخالص و کاتالیست‌های آهن،۲ گرم از جاذب به مدت۲ ساعت در دمای اتاق در اسید نیتریک مرک۱۰ درصد، غوطه ور شد. بعد از طی این مدت نانو لوله‌ها توسط آب دوبار تقطیر چندین بار شسته شدند، به طوری که در pH آب شستشو دهنده، تغییری مشاهده نشد. سپس نانو لوله‌ها در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد به مدت۲۴ ساعت در آون، خشک شده و در محلول اسید نیتریک۶۵ درصد به مدت۴۸ ساعت در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد مایع برگردان(رفلاکس) شدند. بعد از سردشدن جاذب در دمای اتاق، این مخلوط با آب دوبار تقطیر رقیق و از صافی ۰/۲۵ میکرون عبور داده شد. فرآیند شستشو تا زمانی که در pH آب شستشو دهنده تغییری مشاهده مورد استفاده قرار گرفتند (۱۵). به منظور ارزیابی گروه‌های عاملی تشکیل شده بر روی نانو لوله‌های کربنی چند جداره اصلاح شده، از تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (Scanning Electron Microscope)(تصویر۱). همچنین تکنیک IR توسط دستگاه Perkin Elmer IR مدل 10.01.00 استفاده شد.



تصویر۱: تصویر SEM از نانو لوله‌های کربنی چند جداره اصلاح شده

به منظور ارزیابی اثر متغیرهای pH محلول، مقدار جاذب، زمان تماس و اثر دما بر کارایی حذف وانادیوم از نمونه حقیقی بدین منظور، بعد از اصلاح نانولوله‌های کربنی چند جداره اصلاح شده، ابتدا ۰/۰۲ گرم از نانو لوله‌ها درون ارلن ۲۵۰ میلی لیتری در بسته که حاوی ۳۰ میلی‌گرم محلول وانادیوم (نمک آمونیوم متا وانادات (NH_4VO_3) بود، ریخته شد. سپس ارلن را به مدت ۷ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد داخل سانتریفوژ با سرعت ۱۸۰ دور در دقیقه قرار داده شد. برای تعیین اثر pH محلول بر جذب سطحی وانادیوم، محلول‌هایی با غلظت اولیه ۳۰ میلی‌گرم بر لیتر از وانادیوم تهیه شد و سپس pH این محلول‌ها، با استفاده از محلول‌های ۰/۱ مولار اسید کلریدریک و هیدروکسید سدیم مرک، در دامنه ۱ تا ۸ توسط دستگاه pH متر

Jenway مدل ۳۵۱۰ تنظیم گردید. در نهایت، ۰/۰۲ گرم از جاذب به هر محلول اضافه شد.

برای تعیین اثر مقدار جاذب بر کارایی فرآیند جذب، در pH بهینه و با غلظت اولیه ۳۰ میلی گرم بر لیتر از وانادیوم، مقادیرمختلف از جاذب در دامنه ۰/۰۰۱ تا ۰/۰۸ توسط ترازوی دیجیتال آزمایشگاهی با دقت ۰/۱ میلی گرم آماده شد.

به منظور تعیین اثر زمان تماس بر کارایی فرآیند جذب، محلول‌هایی درpH بهینه، غلظت اولیه ۳۰ میلی گرم بر لیتر از وانادیوم و مقدار جاذب بهینه، در بازه زمانی ۷ تا ۲۲۰ دقیقه در دمای محیط تهیه شد.

برای بررسی اثر دما بر کارایی فرآیند جذب، محلول‌هایی در دامنه دمایی ۲۰ تا ۵۰ درجه سانتی گرادبا استفاده از ترموستات در شرایط بهینه (pH برابر با ۵، مقدار جاذب برابر با ۰/۰۳ گرم و زمان ۱۳۰ دقیقه) تهیه و تاثیر دما مورد مطالعه قرار گرفت.

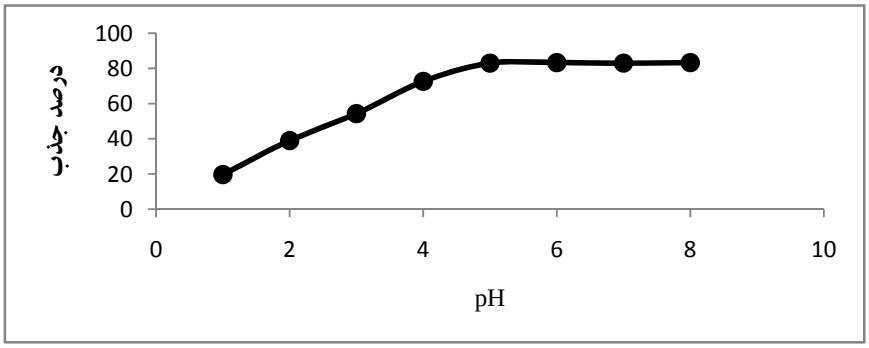
برای ارزیابی کارایی روش در حذف وانادیوم از نمونه حقیقی توسط جاذب، از روش افزایش استاندارد، استفاده شد. به گونه‌ای که تحت شرایط زمان، دما، غلظت جاذب و pH بهینه، پنج میلی لیتر از نمونه پساب نفتی برداشت شده از مخازن جداکننده (Separator Tanks) پالایشگاه شازند با غلظت‌هایی از محلول استاندارد وانادیوم در دامنه ۳ تا ۲۳ میلی گرم در لیتر مورد بررسی قرار گرفت.

پس از پایان زمان تعادل، برای جداسازی جاذب از محلول، محلول‌های حاوی وانادیوم را با سرعت ۱۸۰ دور در دقیقه و به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ نموده و سپس از صافی با قطر منافذ ۰/۲۵ میکرومتر عبور دادیم. در نهایت غلظت باقی مانده وانادیوم در محلول را با استفاده از دستگاه پلاروگراف Metrohm مدل VA Trace Analyser 746 مجهز به پردازنده رایانه‌ای، خوانده شده و درصد حذف وانادیوم را با استفاده از رابطه ۱ محاسبه کردیم (۱۹، ۱۸، ۱۷، ۱۶).

$$R\ (\%) = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \times 100 \qquad \text{(رابطه ۱)}$$

در این رابطه، C_0، C_e و R% به ترتیب بیانگر غلظت اولیه وانادیوم (میلی گرم بر لیتر)، غلظت تعادلی وانادیوم (میلی گرم بر لیتر) و درصد حذف وانادیوم می‌باشند.

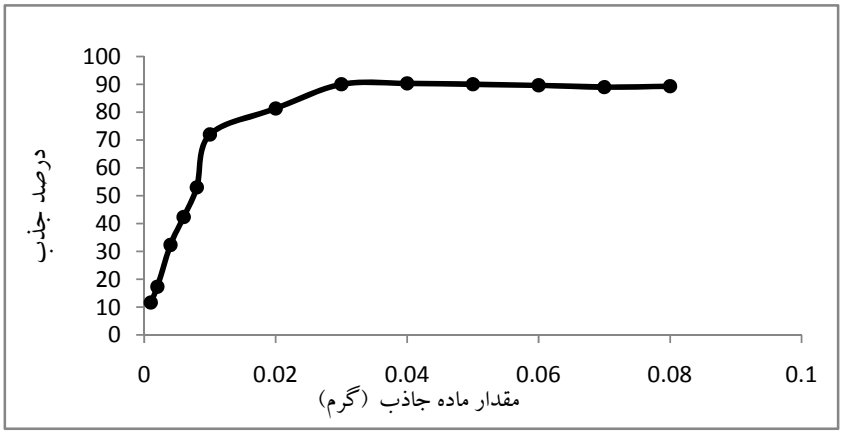
نتایج ارزیابی تاثیر pH محلول بر کارایی حذف وانادیوم توسط جاذب بیانگر آن بود که کارایی حذف وانادیوم توسط جاذب تا pH= ۵ روند صعودی داشته (۹۹ درصد) و درpHهای بالاتر این میزان، ثابت شده است (نمودار۲). به همین دلیل، pH= ۵ به عنوان pH بهینه برای ادامه مطالعه انتخاب گردید.



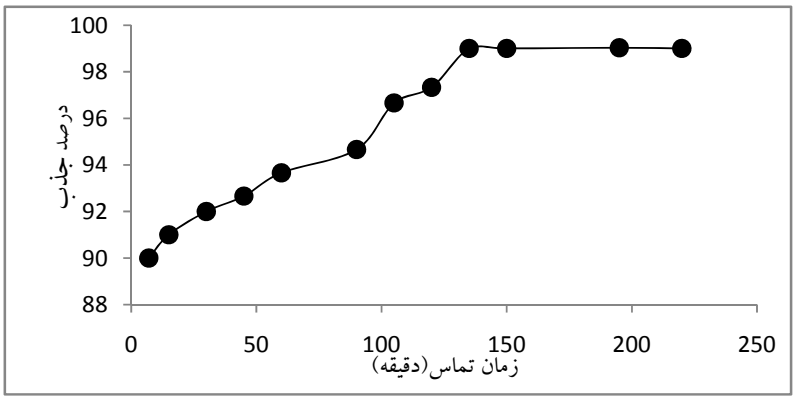
نمودار۲: تاثیر pH محلول بر کارایی حذف وانادیوم توسط جاذب (شرایط: میزان جاذب ۰/۰۲ گرم، غلظت اولیه وانادیوم ۳۰ میلی‌گرم بر لیتر، دمای محیط ۲۵ درجه سانتی گراد)

نتایج ارزیابی اثر مقدار جاذب بر کارایی حذف، بیانگر آن بود که کارایی جذب وانادیوم تا مقدار ۰/۰۳ گرم از جاذب، روند صعودی داشته(۹۹ درصد)، ولی در مقادیر بالاتر، کارایی حذف، روندی ثابت داشته است. لذا مقدار جاذب برابر با ۰/۰۳ گرم، به عنوان مقدار جاذب بهینه برای ادامه مطالعه انتخاب گردید(نمودار۳).نتایج ارزیابی تاثیر زمان تماس بر کارایی جذب وانادیوم توسط جاذب، بیانگر آن بود که کارایی جذب وانادیوم توسط جاذب تا زمان ۱۳۰ دقیقه افزایش یافته(۹۹ درصد) و این روند جذب پس از ۱۳۰ دقیقه ثابت شده و به تعادل رسیده است(شکل۴).

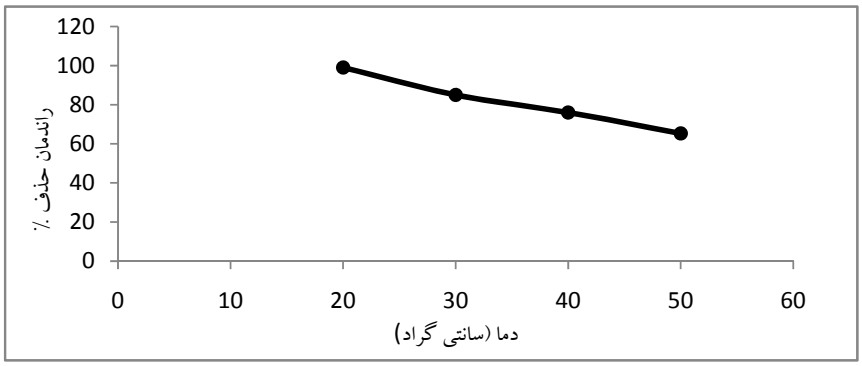
نتایج ارزیابی اثر دما بر کارایی فرآیند جذب در شرایط بهینه بیانگر آن بود که کارایی جذب وانادیوم توسط جاذب در دمای محیط عنی۲۰ درجه سانتی گراد به بیشترین مقدار خود (۹۹درصد) رسیده و با افزایش دما، کارایی جذب کاهش یافته است(نمودار۵).



نمودار۳: تاثیر مقدار جاذب بر جذب وانادیوم (شرایط: pH برابر با ۵، زمان ۷ دقیقه، غلظت اولیه وانادیوم ۳۰ میلی‌گرم بر لیتر، دمای محیط ۲۵ درجه سانتی گراد)



نمودار۴: تاثیر مدت زمان تماس جاذب بر میزان جذب وانادیوم توسط جاذب (شرایط: pH بهینه، غلظت اولیه وانادیوم ۳۰ میلی‌گرم بر لیتر،۰/۰۳ گرم جاذب، دمای محیط۲۵ درجه سانتی‌گراد)



نمودار۵: تاثیر دمای محلول بر کارایی جذب وانادیوم توسط جاذب (شرایط: pH برابر با ۵، زمان ۱۳۰ دقیقه،غلظت اولیه وانادیوم ۳۰ میلی-گرم بر لیتر، ۰/۰۳ گرم جاذب

نتایج ارزیابی کارایی روش در حذف وانادیوم توسط نانو لوله کربنی چند جداره اصلاح شده از نمونه پساب پالایشگاه شازند اراک به عنوان نمونه حقیقی بیانگر آن بود که فرآیند حذف با کارایی بالایی(۹۹ درصد) انجام شده است.

نتایج بررسی ایزوترم‌های جذب لانگمویر، فروندلیخ و تمکین برای ارزیابی فرآیند جذب وانادیوم از پساب توسط جاذب، بیانگر آن بود که فرآیند جذب با ضریب همبستگی برابر با ۰/۹۹۵، از ایزوترم فروندلیخ تبعیت کرده است. نتایج در جدول ۱ ارایه شده است.

جدول۱: متغیرهای ایزوترم لانگمویر، فروندلیخ و تمکین

مدل ایزوترم	پارامتر	مقدار
لانگمویر	B	۱/۰۲۴۶
	$Q_{MAX}(mgg^{-1})$	۹۱/۷۴
	R^2	۰/۹۵۹۳
فروندلیچ	N	۱/۴۵۵۸
	$Log K_f (mgg^{-1})$	۰/۲۳۴۹
	R^2	۰/۹۹۵
تمکین	B	۱۹/۸۷۶
	Ln k	۰/۸۶۵
	R^2	۰/۹۸۵۷

بحث و نتیجه گیری

pH یکی از عوامل مهمی است که از طریق تاثیر بر ساختار وانادیوم و بار سطحی جاذب، در فرآیند جذب، تأثیر می‌گذارد. مطابق نتایج(نمودار۲) با افزایش pH محلول تا ۵، کارایی حذف وانادیوم به ۹۹ درصد رسید. لذا، pH محلول اثری مهم بر ویژگی‌های سطحی جاذب و یونیزاسیون و یا تخریب مولکول ماده جذب شونده دارد(۲۶).

لذا، برهم کنش الکترواستاتیک بین جاذب و طبیعت کاتیونی ماده جذب شونده(وانادیوم) از طریق برهم کنش واندروالسی و یا تشکیل پیوند هیدروژنی می‌تواند به عنوان یک سازوکار پیشنهادی برای جذب ماده جذب شونده توسط جاذب، مد نظر قرار گیرد. همچنین با افزایش pH محلول، دپروتونه شدن گروه‌های عاملی در سطح جاذب اتفاق می‌افتد. لذا سطح جاذب دارای بار منفی خواهد شد. در pHهای اسیدی با پروتونه شدن گروه‌های عاملی کربوکسیل و هیدروکسیل موجود در سطح جاذب، سطح جاذب دارای بار مثبت شده و این امر موجب افزایش میزان جذب از طریق برهم کنش الکترواستاتیک می‌گردد(۲۲،۲۱).

یکی دیگر از مهمترین متغیرهای تاثیرگذار بر فرآیند جذب، مقدار جاذب می‌باشد که در این مطالعه با افزایش مقدار جاذب تا ۰/۰۳ گرم و تحت شرایط pH بهینه، کارایی جذب وانادیوم به ۹۹ درصد رسید(نمودار۳). لذا، کارایی جذب به دلیل افزوده شدن سایت‌های جذبی موجود در سطح جاذب در مقابل مقادیر ثابت مولکول‌های وانادیوم، با افزایش غلظت جاذب، افزایش پیدا کرد(۲۳،۵).

زمان تماس، یکی دیگر از متغیرهایی هست که می‌تواند بر روی فرآیند جذب، تأثیرگذار باشد. نتایج نشان داد که در زمان‌های بالاتر از ۱۳۰ دقیقه، به دلیل حذف کامل وانادیوم از محیط آبی و اشغال شدن سطح جاذب، فرآیند جذب، ثابت مانده است(نمودار۴) (۲۴،۲۰،۱۳).

غلظت ماده جذب شونده از مهمترین متغیرهای فرآیند جذب می‌باشد. نتایج نشان داد که حذف وانادیوم در نمونه حقیقی با افزایش غلظت این عنصر، به دلیل تعداد سایت‌های جذب محدود بر سطح جاذب و اشباع آن‌ها، کاهش یافته است(۱۳).

دمای فرآیند، یکی دیگر از متغیرهای مهم در فرآیند جذب می‌باشد.

با توجه به نتایج(نمودار۵) مشاهده شد که با افزایش دما، کارایی حذف وانادیوم توسط جاذب به دلیل تبخیر ساختار وانادیوم کاهش یافته و افزایش جنبش مولکولی با فرآیند جذب توسط جاذب، رابطه عکس داشته است(۲۲).

نتایج بررسی ایزوترم‌های جذب لانگمویر، فروندلیخ و تمکین برای ارزیابی فرآیند جذب وانادیوم از پساب توسط جاذب (جدول۱) بیانگر آن بود که با توجه به اینکه ۹۹۵/ ۰=R^2 می‌باشد، جذب وانادیوم توسط جاذب از ایزوترم فروندلیچ تبعیت کرده است. این موضوع بیانگر جذب چند لایه، ناهمگن بودن جذب و یکسان نبودن پیوندهای جذبی بین جاذب و ماده جذب شونده است (۱۳).

در نهایت، نتیجه می‌گیریم که می‌توان در شرایط pH، دما، غلظت جاذب و زمان تماس بهینه، با استفاده از جاذب نانو لوله کربنی چند جداره اصلاح شده، نسبت به حذف وانادیوم از پساب صنایع پتروشیمی‌با کارایی بسیار بالا(۹۹ درصد) اقدام نمود.

تقدیر و تشکر

بدین وسیله از حوزه معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه آزاد اسلامی‌واحد همدان که امکانات لازم برای اجرای این پژوهش را فراهم نمودند، تشکر و قدردانی می‌نماییم. لازم به ذکر است این مقاله مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد رشته محیط زیست می‌باشد.

References

1- ZezulyM, Champion A, Gorbaniyan, M, et al. Evaluate the performance of the activated sludge wastewater treatment process Aqqala Industrial Estate. Environ Health 2008; 3(25): 66- 59. [Persian]

2- Davis T.A, Volesky B, Vieira R.H.S.F. Sargassum seaweed as biosorbent for heavy metals. Water Res 2000; 34(1): 4270-8.

3- Dabrowski A, Hubicki Z, Selective removal of the heavy metal Ions from waters and industrial waste waters by ion-exchange method. Chemosphere 2004; 56(2): 91-106.

4- He, Z.P, Song, J.M, Zhang, et al. Variation characteristics and ecological risk of heavy metals in the south Yellow Sea surface sediments. Environ Monitor Assess 2009; 157(3): 515-28.

5- Li Q, Zhai J, Zhang W, et al. Kinetic studies of adsorption of Pb(II), Cr(III), and Cu(II) from aqueous solution by sawdust and modified peanut husk. Hazard Material 2007; 141(1): 163-7.

6- Can O.T, Kobya M, Demirbas E, et al. Treatment of the textile wastewater by combined electrocoagulation. Chemosphere 2006; 62(6): 181- 7.

7- Iijima, S. Helical Microtubes of Graphitic Carbon, Nature 1991, 354(34) 56-58.

8- Long R, Yang R. Carbon nanotubes as superior sorbent for dioxin removal. Am Chemic Society 2001; 123(9): 2058-9.

9- Li Y.H, Wang S, Wei J, et al. Lead adsorption on carbon nanotubes. Chemic Physic Letters 2001; 357(1): 263-6.

10- Lu C, Chung Y, Chang K. Adsorption of trihalometanes from water with carbon nanotubes. Water Res 2005; 39(6): 1183-9.

11- Peng X, Luan Z, Ding J, et al. Ceria nanoparticles supported on carbon nanotubes for the removal of arsenat from water. Material letters 2005; 59(4): 399-403.

12- Li Y, Liu F, Xia B, et al. Removal Cr from aqueous solution by CNT/Ca. Hazardous Materials 2010. 177(23): 876-80.

13- Yavari R, Huang Y.D, Ahmadi S.J. Adsorption of cesium (I) from aqueous solution using oxidized multiwall carbon nanotubes. Radioanalytic Nuclear Chemist 2010; 287(2): 393-401.

14- Peng X, Luan Z, Ding J, et al. Ceria nanoparticles supported on carbon nanotubes for the removal of Cu (III) from water. Materials Letters 2005; 59(4): 405-15.

15- Atieh M, Bakather O.Y, AL-Tawbini B, et al. Effect of carboxylic functional group functionalized on carbon nanotubes surface on the removal of lead from water. Bioinorgan Chemist Applic 2010; 2010: 1-9.

16- Zavvar H, Hosseinifar A, Jahed V. Studies of adsorption the dynamics and kinetics of Cr (III) and Ni (II) removal by polyacrylamide. J Serbian Chemic Soci 2011; 76(3): 1-18.

17- Afkhami A, Saber T.M, Bagheri H. Modified maghemite nanoparticles as an efficient adsorbent for removing some cationic dyes from aqueous aolution. Desalina 2010; 263(1-3): 240-8. [Persian]

18- Qu S, Huang F, Yu S, et al. Magnetic Removal of dyes from aqueous solution using multi-wall carbon nanotubes filled with Fe2O3 particles. Hazard Materials 2008; 57(25): 595-600.

19- Senthil K, Gayathri R. Adsorption of Pb^{2+} Ions from aqueous solution onto Bael tree leaf powder:

Isotherms, kinetics and thermodynamics study. Engineer Sci Tech 2009; 4(3): 381-99.

20- Kabbashi N, Atieh M.A, Al-Mamun A, et al. kinetic Adsorption of pb(II) removal from aqueous solution. Environ Sci 2009; 21(4): 539-44.

21- Algarra M, Jiménez M.V, Castellón E.R, et al. Heavy metals removal from electroplating wastewater by aminopropyl-Si MCM-41. Chemosphere 2005; 59(6): 779-86.

22- Maleki A. Study of adsorption isotherms of fatty acids on carbon nanotubes [Ms.C Thesis]. Depart Chemic Physic. Shiraz University, 2011.

23- Ozmen M, Can K, Arslan G, et al. Adsorption of Cu(II) from aqueous solution by using modified Fe_3O_4 magnetic nanoparticles. Desalination 2010; 254(3):162-9.

24- Vadi M, Sayeban F. Measurement of Phenol adsorption on carbon nanotubes. In: First National Conference on NanoScience and Nanotechnology, 2011. Iran, Ahvaz, 2011.

25- Hag Shenas S. Adsorption isotherms of alkali and alkaline earth metals some elements on multiwalled carbon nanotubes [Thesis]. Shiraz University, 2011.

26- Velickoic Zlate S, Bajic Zoran J, Ristic Mirjana D, Djokic VeljkoR, Marinkovic Aleksander D, Uskokovic Petar S, Vruna Mladen M, Modification of multi-wall carbon nanotubes for the removal of cadmium, lead and arsenic from westwater. Digest J Nanomateri Biostruct 2013; 8 (2): 501-11.

Evaluating Efficiency of Multi-walled Carbon Nanotubes Modified in Vanadium Removal from Oil Effluent

Sobhanardakani S(Ph.D)[1], Feyli Z(M.Sc)[2], Sahraei R(Ph.D)[3]

1. Associate Professor,Department of the Environment, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran
2. Corresponding Author:M.Sc Enviromental science Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran
3. Assistant Professor Department of Chemistry, Ilam University, Ilam, Iran

Abstract

Introduction: Vanadium and its compounds are regarded as important environmental pollutants. Due to its damaging effects on human health as well as environmental health, development of new methods for its removal based on new technologies is of extraordinary importance. Therefore, this study aimed to investigate the efficiency of vanadium removal from the effluent collected in the separator tank of Shazand Arak Refinery via the absorbent of modified multi-walled carbon nanotube.

Methods: This in vitro study was conducted on the oil effluent via the Batch method with concentrations of 3,5,7,9,11,13,15,17,19,21,23 ppm, respectively. The effects of such variables as absorbent amount, initial concentration of vanadium solution, pH, temperature and contact time were assessed on the efficiency of vanadium removal by the absorbent. In order to improve the absorbent's performance, oxidation process was utilized via nitric acid. Moreover, IR spectra as well as SEM images of absorbent were prepared, and the data were matched with isotherms of the Langmuir, Freundlich, and Temkin.

Results: The results of the current study showed that the efficiency of vanadium removal from oil effluent by the absorbent reached 99% at 20°C during 130 min, with adsorbent amount of 0/03g and the optimum pH of 5. In addition, absorption equilibrium of the absorbent was consistent with the Freundlich isotherm (R^2= 0/995).

Conclusion: The study findings revealed that modified multi-walled carbon nanotube can be utilized as an effective adsorbent for the removal of toxic heavy metals from industrial wastewater.

Keywords: Absorption; Modified multi-walled carbon nanotubes; Nitric acid; Oil effluent; Vanadium