بررسی حذف کروم از آب با استفاده از جاذب‌های پوست موز، پوست هندوانه، خاک اره و نانو ذرات اکسید آهن

نویسندگان: صادق شکرائی[۱]، علی اصغر روحانی[۲]، موسی نظری[۱]، صاحبعلی منافی[۳]

۱. دانش آموخته مهندسی شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شاهرود

۲. استادیار گروه مهندسی شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی ،واحد شاهرود

۳. نویسنده مسئول: دانشیار گروه فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شاهرود

تلفن تماس: ۰۹۱۲۵۳۰۸۳۹۵ Email:ali_manafi2005@yahoo.com

طلوع بهداشت

دو ماهنامه علمی پژوهشی دانشکده بهداشت یزد

سال سیزدهم

شماره: سوم

مرداد و شهریور ۱۳۹۳

شماره مسلسل: ۴۵

تاریخ وصول: ۱۳۹۱/۹/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۲/۸

چکیده

مقدمه: در تحقیقات زیادی از نانوذرات مختلف برای حذف فلزات سنگین از آب استفاده شده‌اند، نتایج این تحقیقات نشان دهنده توان بالای این مواد برای حذف مواد آلاینده از محلول‌های آبی هستند همچنین جاذب‌های زیستی نیز دارای توان زیادی برای تصفیه آب می‌باشند. هدف اصلی این تحقیق، بررسی تاثیرات اضافه کردن نانوذرات اکسید آهن به فیلترهای زیستی حذف کروم از آب است.

روش بررسی: در این پژوهش تجربی فرآیند مورد استفاده فیلتراسیون بود، همچنین در این تحقیق متغیر مورد بررسی در فرآیند نوع جاذب بود در واقع تاثیر تغییر نوع جاذب بر درصد حذف فلز سنگین مورد بررسی قرار گرفت، از سوی دیگر روش کار نیز به این شکل بود که در دو گام اول با استفاده از جاذب‌های خاک و خاک اره، آب آلوده با سه غلظت متفاوت ۸۸۳/۷، ۱۷۶۷/۴ و ۸۸۳۷ ppm پالایش گردید در دو گام بعدی از پژوهش نیز برای مقایسه به هر کدام از جاذب‌های خاک و خاک اره مقادیری از مخلوط نانوذرات اکسید آهن با چند جاذب گیاهی دیگر اضافه شد، و دوباره جذب در همین غلظت‌های اولیه انجام گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که بهترین جاذب، جاذب خاک و نانوذرات اکسید آهن با حداکثر درصد حذف معادل ۹۶/۲ است، همچنین بهترین عملکرد در غلظت اولیه فلز سنگین ۸۸۳۷ ppm بدست آمد، از سوی دیگر در آزمایش‌هائی که از نانوذرات اکسید آهن استفاده شد، اضافه شدن نانوذرات باعث افزایش میزان جذب کروم و تبدیل Cr^{6+} به Cr^{3+} گردید.

نتیجه گیری: با استفاده از نتایج این تحقیق می‌توان گفت که ترکیب شدن نانوذرات اکسید آهن با مواد فیلترهای حذف کروم می‌تواند Cr^{6+} را به Cr^{3+} تبدیل کند همچنین این کار بازده فرآیند حذف را نیز افزایش می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: نانوذرات اکسید آهن، کروم، فلزات سنگین، آب

این مقاله برگرفته از پایان نامه دانشجویی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

در شیمی هر فلزی که دانسیته بیشتر از ۵ گرم بر سانتیمتر مکعب داشته باشد یک فلز سنگین به حساب می‌آید. فلزات سنگین تاثیرات بسیار بدی بر بدن دارند و عامل بسیاری از بیماری‌ها هستند (۱). از جمله عواقب ورود فلزات سنگین به بدن انسان عبارتند از: اختلالات عصبی، تنفسی، قلبی، عروقی و غدد پوستی، آسیب به کبد، کلیه و مغز، اختلال در عملکرد آنزیم‌های بدن، به هم خوردن تعادل هورمونی بدن، ناباروری، کم خونی، انواع سرطان‌ها و سقط جنین (۲). به علت رشد انواع صنایع امروزه غلظت این فلزات در محیط‌های آبی زیاد شده است (۱،۳). فلزات سنگین انواع مختلفی دارند و یکی از این فلزات که بسیار سمی نیز می‌باشد کروم هست (۴،۵). این فلز می‌تواند تاثیرات بسیار بدی بر بدن داشته باشد (۴). فلزات سنگین در حالت طبیعی بطور خودبخودی از بین نمی‌روند (۲)، حتی به مرور زمان به ترکیبات خطرناک‌تری تبدیل می‌شوند، پس باید آنها را با روش‌های مختلف حذف کرد. روش‌هائی مثل ترسیب شیمیائی تصفیه الکتروشیمیائی تبادل یونی (۸-۶)، جذب سطحی روی کربن فعال جذب بوسیله جاذب‌های گیاهی، فرآیند غشائی و اسمز معکوس از جمله روش‌های مورد استفاده در این زمینه هستند (۱،۳). این روش‌ها دارای ایراداتی نیز می‌باشند که استفاده از آنها را دچار محدودیت‌هائی می‌کند، از جمله اینکه روش ترسیب شیمیائی و تصفیه الکتروشیمیائی در غلظت‌های پایین جوابگو نیستند، روش‌های تبادل یونی، جذب سطحی روی کربن فعال و فرآیند غشائی بسیار پر هزینه هستند (۳). اما امروزه با توجه به سطح در دسترس زیادی که جاذب‌های تولید شده بوسیله فناوری نانو در اختیار می‌گذارد استفاده از فیلترهای تولید شده به این روش در حال توسعه است (۹). بازیابی یون‌های فلزی با ارزش و سمی از غشاء که در کاهش درجه شوری موثر می‌باشد (۱۰)، تصفیه آب آلوده به آلاینده‌های سمی مانند پرکلرات، مواد و ترکیبات دارویی نظیر ترکیبات مختل کننده فعالیت غدد درون ریز مثال‌هائی از کاربردهای این روش هستند (۱۱).

این روش با اشغال یک حجم کم می‌تواند میزان قابل توجهی از غلظت فلزات سنگین را کاهش دهد. البته باید در انتخاب نانوجاذب‌ها به مسئله هزینه‌های اولیه که ممکن است در اثر استفاده از نانوجاذب‌های گران قیمت زیاد شود توجه کرد. راه حل استفاده از جاذب‌های ارزان قیمت هست. در این آزمایش‌ها از نانو جاذب‌های اکسید آهن (مگ‌همایت) استفاده شد. بدلیل استفاده از یک روش ابداعی جدید نانوذرات اکسید آهن هزینه‌های تولید اولیه بسیار پائینی دارند (۱۲).

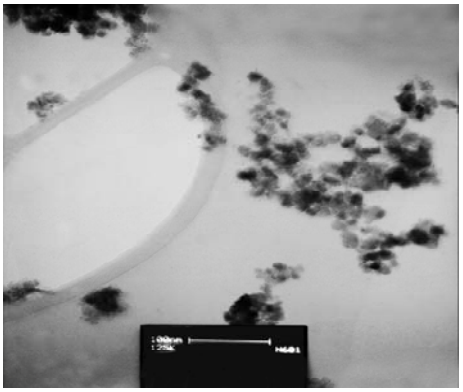
همچنین به دلیل گرانی مواد نانو عامل مهم تاثیر گذار دیگر در انتخاب نوع نانوذرات می‌تواند قابلیت استفاده مجدد از نانوذرات باشد، یعنی نانوذراتی دارای قابلیت استفاده هستند که بتوان از آنها چندین بار در فرآیند استفاده کرد، و بعد از هر بار استفاده از نانوذرات بتوان دوباره آنها را بازیابی کرد. به احتمال زیاد نانوذرات اکسید آهن را به دلیل دارا بودن خاصیت مغناطیسی می‌توان با شوک الکتریکی و یا مغناطیسی در بسیاری از موارد بازیابی کرد. هدف اصلی این تحقیق بررسی تاثیر اضافه شدن نانوذرات اکسید آهن بر میزان حذف کروم شش ظرفیتی و مقایسه عملکرد فیلترهای دارای نانوذرات با دیگر فیلترها بود.

Archive of SID

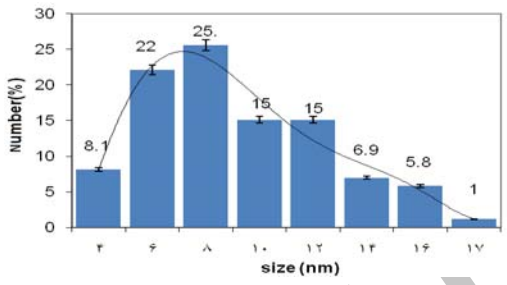
www.SID.ir

روش بررسی

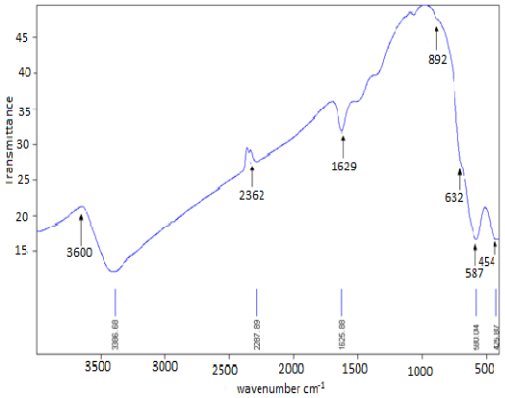
این مطالعه به صورت تجربی انجام شد و نوع فرآیند مورد استفاده فرآیند فیلتراسیون بود همچنین روش مورد استفاده نیز تغییر نوع جاذب و بررسی تاثیر این کار بر درصد حذف بود، در این آزمایش‌ها از دی کرومات پتاسیم ($K_2Cr_2O_7$) ساخت شرکت مرک آلمان برای محلول سازی استفاده شد. ابتدا دی کرومات پتاسیم با سه غلظت متفاوت کم (۲/۵ گرم بر لیتر)، متوسط (۵ گرم بر لیتر) و زیاد (۲۵ گرم بر لیتر) تهیه گردید تا تاثیر هر غلظت بر میزان جذب معلوم شود و بتوان از این طریق بهترین غلظت را برای جذب بدست آورد. فیلترهائی که از آنها استفاده گردید شامل فیلتر خاک اره چوب درخت کاج، فیلتر خاک معمولی، فیلتر مخلوطی از نانوذرات اکسید آهن، پوست موز، پوست هندوانه و خاک اره چوب درخت کاج، فیلتر مخلوطی از نانوذرات اکسید آهن، پوست موز، پوست هندوانه و خاک معمولی بودند، هدف از بکار بردن این روش این بود که بتوان تاثیر اضافه نمودن نانوذرات اکسید آهن را به فیلترها مورد بررسی قرار داد، همچنین بهترین فیلتر را تعیین کرد. نانوذرات مغناطیسی اکسید آهن (مگ‌همایت) که در این آزمایش از آنها استفاده شده است را نظری و همکارانش تولید کردند، ساختار، اندازه و توزیع ذرات و مورفولوژی سطح این نانوذرات با استفاده از طیف پراش پرتو ایکس (XRD)، میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM)، میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)، و همچنین اثرات خاصیت مغناطیسی (VSM) مورد مطالعه قرار گرفت (۱۲). نتایج حاصل از بررسی میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) در شکل ۱ آورده شده است. توزیع اندازه ذرات مغناطیسی اکسید آهن (مگ‌همایت) و طیف FT-IR آن به ترتیب در شکل‌های ۲ و ۳ مشاهده می‌شود.



شکل ۱:تصاویر TEM از نانوذرات مگ‌همایت (۱۲).



شکل ۲: نمودار توزیع دانه‌بندی نانوذرات مگ‌همایت (۱۲).



شکل ۳: طیف FT-IR نانوذرات مگ‌همایت آماده سازی شده با ۲۰۰ میلی گرم پودر KBr (۱۲).

Archive of SID
www.SID.ir

نتایج VSM نانوذرات مگ‌همایت نشان دهنده خاصیت سوپر پارا مغناطیسی ذرات بود و نتایج آنالیز FTIR نشان از خلوص پودر تولیدی داشت (۱۲).

خاک مورد استفاده خاک رس بود و از منطقه کهگیلویه جمع-آوری شده این خاک برای آماده سازی با مش ۱۰ الک شد. همچنین در این پژوهش از خاک اره درخت کاج استفاده شد، برای آماده شدن خاک اره برای جذب ابتدا خاک اره بطور کامل با آب شستشو داده شد و سپس برای خشک کردن آن از نور خورشید استفاده شد. پوست هندوانه و موز پس از خشک شدن آسیاب شده و مورد استفاده قرار گرفتند. این تحقیق شامل ۱۲ آزمایش، که هر کدام شامل سه آزمایش برای فیلترهای خاک اره، خاک، مخلوط نانوذرات اکسید آهن، پوست موز، پوست هندوانه و همچنین خاک اره چوب درخت کاج، مخلوط نانوذرات اکسید آهن، خاک معمولی، پوست موز و پوست هندوانه بود. روش کار به این صورت بودکه در هر آزمایش ابتدا بستر فیلتر با جاذب پر می‌شد، و بستری که در این آزمایش‌ها مورد استفاده قرار گرفته استوانه‌ای فلزی به ارتفاع ۷/۵ cm و قطر ۶/۵ cm است. این استوانه از پائین و بالا دو سوراخ برای ورود و خروج مایع دارد. در نهایت به هر سوراخ یک لوله متصل می‌شد. البته در سه آزمایش اول کل حجم بستر توسط خاک اره پر شده و در آزمایش‌های ۴ تا ۶ کل حجم بستر توسط خاک پر شده در آزمایش‌های ۷ تا ۹ هم در پائین کاغذ صافی قرار گرفته. سپس مخلوطی از نانوذرات اکسید آهن، پوست موز و هندوانه به نسبت ۳/۲۱ گرم از نانوذرات اکسید آهن، ۹/۲۳ گرم پوست هندوانه، ۶ گرم پوست موز، یک لایه دیگر کاغذ صافی،بقیه حجم بستر خاک اره چوب درخت کاج و در نهایت یک لایه دیگر کاغذ صافی قرار گرفته، سپس مخلوطی از نانوذرات اکسید آهن، پوست موز و هندوانه به نسبت ۳/۲۱ گرم از نانوذرات اکسید آهن، ۹/۲۳ گرم پوست هندوانه، ۶ گرم پوست موز، یک لایه دیگر کاغذ صافی، بقیه حجم بستر خاک و در نهایت یک لایه دیگر کاغذ البته در ۶ آزمایش اول برای جلوگیری از خروج جاذب به همراه محلول در بالا و پائین بستر از کاغذ صافی استفاده شده است.

برای هر آزمایش ابتدا حجم ۳۰۰ ml از محلول رقیق در بورت ریخته و از پائین بصورت قطره قطره و به آرامی محلول در مدت یک ساعت وارد بستر شده تا اینکه بستر پر شده و محلول از بالای بستر خارج شد و در نهایت نمونه‌های حاصل توسط دستگاه ICP غلظت سنجی شدند.

یافته‌ها

نتایج بررسی غلظت محلول‌ها نشان داد که در تمامی آزمایش‌هایی که از نانوذرات اکسید آهن استفاده نشده بود یعنی سه فیلتر خاک و سه فیلتر خاک اره مقدار حذف کروم صفر درصد بود از سوی دیگر در سه آزمایشی که از ترکیب خاک اره با نانوذرات و مخلوط جاذب‌های گیاهی استفاده شده بود نیز مقدار حذف صفر درصد بدست آمد، نتیجه دیگری که در این سه آزمایش بدست آمد این بود که در عین حالی که در این آزمایش‌ها میزان حذف کروم در محلول نهائی صفر بدست آمده بود اما کروم با نانوذرات واکنش داده بود و کروم شش ظرفیتی به کروم سه ظرفیتی تبدیل شده بود. در سه فیلتری که از ترکیب نانوذرات با خاک و مخلوط

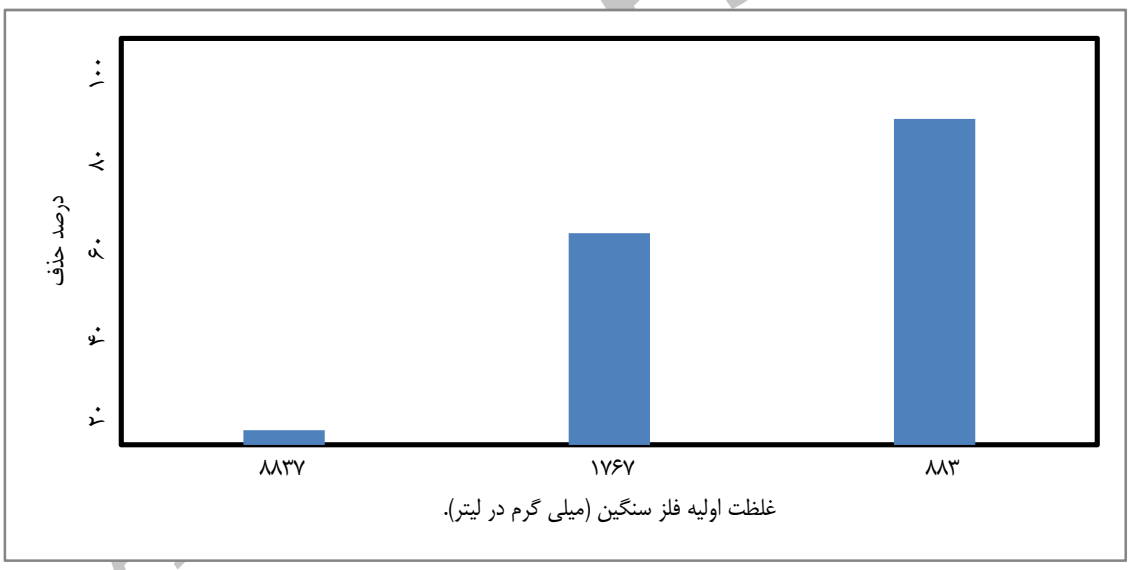
Archive of SID

www.SID.ir

چند جاذب گیاهی برای حذف استفاده شده بود درصد حذف نسبتا زیادی بدست آمده بود همچنین در این آزمایش‌ها کروم شش ظرفیتی نیز به کروم سه ظرفیتی تبدیل شده بود از سوی دیگر در این سه آزمایش با افزایش غلظت کروم درصد حذف کروم افزایش یافته بود. با استفاده از غلظت‌های بدست آمده از دستگاه ICP درصد حذف یون کروم تعیین شد که در جدول ۱ نتایج آن آورده شده است.در شکل ۴ نموداری از درصد جذب کروم توسط فیلتر مخلوط خاک با نانوذرات اکسید آهن نشان داده شده است که با استفاده از نتایج جدول ۱ برای نمونه‌های ۱۰ تا ۱۲ رسم شده است.

جدول ۱: نتایج درصد حذف در ۱۲ نمونه مختلف با استفاده از دستگاه ICP

شماره آزمایش	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
درصد جذب کروم	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴/۳۵	۶۲/۵	۹۶/۲



شکل ۴: درصد جذب کروم در فیلتر مخلوط خاک و نانوذرات اکسید آهن

بحث و نتیجه‌گیری

در تمامی نمونه‌هائی که از نانوذرات اکسید آهن استفاده شده بود کروم شش ظرفیتی به کروم سه ظرفیتی تبدیل گردید، تبدیل کروم شش ظرفیتی به کروم سه ظرفیتی به راحتی با توجه به تفاوت میان رنگ کروم شش ظرفیتی و سه ظرفیتی قابل تشخیص بود زیرا کروم شش ظرفیتی نارنجی تا صورتی رنگ است اما کروم سه ظرفیتی سبز رنگ است، این نتیجه از آن جهت دارای اهمیت است که کروم شش ظرفیتی در منابع زیادی تحت عنوان یک عامل بیماری‌زا و مضر برای سلامت انسان و دیگر موجودات معرفی شده است ولی سمیت کروم سه ظرفیتی به مراتب از کروم شش ظرفیتی کمتر

www.SID.ir

است. این امر به دلیل تولید واسطه‌های بسیار خطرناک و مضری است که در طی مراحل فرآیند تبدیل کروم شش ظرفیتی به کروم سه ظرفیتی تولید می‌شوند. این فلز می‌تواند به راحتی توسط پوست بدن جذب شود و ایجاد بیماری و انواع حساسیت کند. اما کروم سه ظرفیتی در پوست سالم چنین مشکلی ایجاد نمی‌کند و می‌توان گفت این ماده دارای سمیتی به مراتب کمتر از کروم شش ظرفیتی است. با توجه به نتایج بدست آمده که در جدول ۱ نشان داده شده‌اند باید گفت که اولا علت صفر بودن میزان حذف کروم در شش نمونه اول عواملی همچون زمان تماس ناچیز کروم با جاذب به علت استفاده از فرآیند جذب با فیلتر، ثابت بودن جاذب درون فیلتر، استفاده نکردن از روش‌های افزایش دهنده میزان جذب توسط جاذب مثل انواع پالایش اولیه جاذب توسط محلول‌های مختلف اسیدی، بازی و دیگر محلول‌ها و یا زیاد بودن غلظت اولیه فلز سنگین به نسبت جاذب استفاده شده برای حذف باشند، البته باید توجه داشت که در این شش نمونه نه تنها این موارد انجام نشده‌اند بلکه در آنها از نانوذرات اکسید آهن نیز استفاده نشده است. از سوی دیگر می‌توان گفت اضافه شدن نانوذرات اکسید آهن موجب افزایش جذب کروم و تبدیل Cr^{+6} به Cr^{+3} شده است. دلیل اینکه در آزمایش‌ها ۷ تا ۹ با وجود اینکه نانوذرات در ساختار فیلتر حضور دارند اما این افزایش جذب خود را نشان نداده می‌توانند تخلخل بستر مورد استفاده در این آزمایش‌ها باشد. یعنی در این آزمایش‌ها با وجود واکنش نانوذرات با کروم و جذب آن توسط جاذب که به راحتی از رنگ نمونه‌ها قابل مشاهده بود اما ترکیبات حاصل از این واکنش‌ها همراه آب شسته شده و وارد نمونه‌های مورد بررسی شدند. البته باید توجه داشت که در نمونه‌های ۷ تا ۹ استفاده از جاذب کاملا بی تاثیر نبود، زیرا در این نمونه‌ها استفاده از جاذب توانسته بود کروم شش ظرفیتی را به کروم سه ظرفیتی تبدیل کند. همچنین با توجه به نتایج می‌توان گفت که فیلتر خاک نانوذرات اکسید آهن از دیگر فیلترها بهتر می‌باشد، و بیشترین بازده جذب در غلظت اولیه کروم ۸۸۳۷ ppm بدست می‌آید که معادل ۹۶/۲ درصد حذف فلز اولیه موجود در آب هست. در این پژوهش بهترین فرآیند یا همان فرآیند بهینه نیز آزمایشی بود که در آن از ترکیب نانوذرات اکسید آهن و خاک برای حذف کروم استفاده شد اما باید توجه کرد که الزاما همیشه فرآیند دارای میزان جذب بالاتر فرآیند بهینه نیست، بلکه فرآیندی بعنوان فرآیند بهینه شناخته می‌شود که مقدار فاکتور تعیین فرآیند بهینه جذب آن بیشتر باشد. با توجه به اینکه در این آزمایش‌ها از میزان یکسانی از جاذب استفاده شده بود نیاز به استفاده از فاکتور تعیین فرآیند بهینه نبود، معادله ۱ معادله فاکتور تعیین فرآیند بهینه است.

$$q=v*(C_i-C_f)/s \qquad (۱)$$

رابطه (۱)، q فاکتور بهینه کردن فرآیند، C_i غلظت اولیه فلز سنگین، C_f غلظت نهایی فلز سنگین، v حجم محلول عبور داده شده از فیلتر و s میزان جاذب استفاده شده می‌باشند. باید توجه کرد که علت عدم نیاز به استفاده از q برای تعیین فرآیند بهینه این است که چون مخرج کسر در معادله بالا در تمامی آزمایش‌ها مقدار ثابتی است پس در عمل فرآیند بهینه تابع صورت کسر یا همان مقدار جذب است. البته در موارد نادری نیز زیاد بودن فاکتور جذب نشان دهنده فرآیند بهینه نیست این مواد زمانی اتفاق می‌افتند که

Archive of SID

www.SID.ir

فرآیند بهینه در شرایط محیطی بسیار سختی انجام شود و دیگر فرآیندها در شرایط محیطی مناسبی صورت پذیرند، منظور از شرایط محیطی بسیار سخت دمای بسیار زیاد یا بسیار کم محیط، فشار بسیار زیاد یا بسیار کم محیط، pH اسیدی یا بازی خیلی قوی و هر نوع مورد مشابه دیگر است و منظور از شرایط آسان نیز عکس موارد ذکر شده است، در این موارد درست است که در فرآیندی که فاکتور جذب بیشتری دارد مقدار حذف فلز سنگین در مقابل مصرف مقدار یکسانی از جاذب در این فرآیند نسبت به دیگر فرآیندهای مشابه بیشتر است اما عامل نهائی که فرآیند مناسب را تعیین می‌کند در این موارد مناسب بودن شرایط محیطی انجام واکنش است. در شکل ۴ نموداری از درصد جذب کروم توسط فیلتر مخلوط خاک با نانوذرات اکسید آهن نشان داده شده است که با استفاده از نتایج جدول ۱ برای نمونه‌های ۱۰ تا ۱۲ رسم شده است. نکته بعد که در این نتایج مهم به نظر می‌رسد و به آسانی می‌توان آنرا در شکل ۴ مشاهده کرد این است که با افزایش غلظت کروم در نمونه‌های ۹ تا ۱۲ درصد جذب کروم توسط جاذب افزایش می‌یابد دلایل این امر می‌تواند افزایش احتمال برخوردهای میان ذرات کروم محلول در آب با سطح جاذب مورد استفاده و افزایش نیروی انتقال جرم در اثر افزایش اختلاف غلظت حاصل از انحلال مقدار کروم بیشتر در آب باشد.

البته میان نتایج بدست آمده توسط پژوهشگران مختلف اختلافاتی نیز وجود دارد تفاوت‌های آنها می‌تواند دلایل مختلفی داشته باشد از جمله اینکه ممکن است که، فلزات مورد بررسی، نوع جاذب استفاده شده، روش جذب بکار رفته، بازه غلظت بکار گرفته شده، دامنه دمایی آزمایش شده ، مقدار pH آزمایش شده، میزان جاذب استفاده شده و دستگاه‌ها و روش‌های استفاده شده در پژوهش‌های مختلف با هم تفاوت داشته باشند. برای مثال شیرزاد و همکارانش در پژوهشی تحت عنوان حذف کروم شش ظرفیتی از محیط‌های آبی با استفاده از جذب برروی رزین آنیونی بازی قوی: مطالعه تعادلی و سنتیکی و همچنین شکوهی و همکاران در پژوهشی تحت عنوان بررسی راندمان سیلیکا آئروژل اصلاح شده در حذف فلزات سنگین از محلول‌های آبی (۱۴، ۱۳)گزارش کردند که با افزایش غلظت فلزات سنگین در آب میزان جذب آنها توسط جاذب مورد بررسی کاهش یافت. اثر بد دیگری که افزایش بیش از حد غلظت اولیه فلزات سنگین برجای می‌گذارد این است که با افزایش غلظت اولیه فلز سنگین مقدار باقیمانده آن در محلول نهایی افزایش می‌یابد که این امر خود یک عامل خطرناک بحساب می‌آید و می‌تواند برای سلامت مضر باشد. جنبه دیگری که باید در نتایج بدست آمده به آن توجه کرد مقایسه حداکثر توان این روش برای حذف کروم با دیگر روش‌ها می‌باشد هرچند معمول است برای مقایسه میزان اثر بخشی خالص روش‌های مختلف از فاکتور بهینه سازی فرآیند یا q استفاده کنند اما باید توجه کرد که به دلیل تفاوت نوع جاذب در روش‌های مختلف این کار، کاری غیر منطقی می‌باشد، به هر حال بنظر می‌رسد بهتر است از پارامتر R که همان درصد جذب فلز است (معادله ۲) استفاده کرد.

$$R=[(C_i-C_f)/C_i] *100 \quad (۲)$$

در این رابطه R درصد جذب، C_i غلظت اولیه فلز سنگین و C_f غلظت نهایی فلز سنگین هستند. در جدول زیر مقایسه‌ای میان مقدار

Archive of SID

www.SID.ir

حد اکثر R حاصل از چند پـژوهش متفـاوت بـا حـداکثر R بدسـت آمده در این پژوهش نشان داده شده است.

البتـه در رابطـه بـا مزایـای دیگـر روش جـذب بوسـیله نـانوذرات اکسیدآهن باید به موارد دیگری نیز توجه کـرد از جملـه آنکـه ایـن فرآیند مدت زمـان کمـی بـرای جـذب کـروم نیـاز دارد و ایـن امـر می‌تواند باعث صرفه جویی در زمـان انجـام فرآینـد شـود، همچنـین انجام این فرآیند نیاز به مواد و شرایط شیمیائی خاص، پیچیـده و پـر هزینه‌ای ندارد مثلا نیاز به تغییر pH بـه مقـادیر بـالا یـا پـایین حالـت خنثی ندارد و فرآیند در شرایط خنثی از نظر اسـیدی و بـازی بـودن محیط انجام می‌شود که موجب راحتی در استفاده از آن مـی‌شـود و باعث افزایش طول عمر تجهیـزات مـورد اسـتفاده در جـذب اسـت، همچنین دمای انجام فرآیند دمای معمـول محـیط اسـت کـه نیـاز بـه تغییری در آن نیست این موضوع موجب صرفه جویی در هزینه‌های انرژی مورد نیاز در فرآیند مـی‌شـود. نتیجـه‌ای کـه در کـل از نتـایج بدست آمده می‌توان گرفت این است کـه فرآینـد جـذب کـروم بـا نانوذرات اکسید آهن دارای مزایای متعـددی اسـت از جملـه آنکـه این فرآیند می‌تواند کروم شش ظرفیتی که برای سلامتی مضر است را به کروم سه ظرفیتی که دارای سمیت بسیار کمتری از کروم شش ظرفیتی است تبدیل کند، از سوی دیگر این روش قادر است مقادیر قابل تـوجهی از کـروم محلـول در آب را حـذف کنـد، هزینـه‌هـای انجام آن نسبتا پایین است، قابلیت استفاده در محیط‌های با حجم کم را دارا می‌باشد و شرایط عملیاتی نسبتا مناسـبی نیـز دارد و مـی‌تـوان آنرا در دما، pH و دیگر شرایط طبیعی بکار برد.

جدول۲: مقایسه مقدار R روش‌های مختلف حذف کروم.

عنوان تحقیق	حداکثر مقدار R
افزودن نانوذرات اکسید آهن به فیلتر خاک برای جذب کروم [مطالعه حاضر]	۹۶/۲
Chromium bioremoval from Tannery Industries effluent by Aspeergillus Oryzaye (15).	۹۹/۸
Application and Optimization in Chromium-Contaminated Wastewater Treatment of the Reverse Osmosis Technology (7).	۹۹/۸
Adsorption of hexavalent chromium from aqueous solutions by wheat bran (8).	۹۶
جذب زیستی یون‌های کادمیم از محلول¬های آبی با استفاده از بیومس ساکارومایسس سرویسیه (۳).	۲۸
استفاده از خاک اره در حذف فلزات سنگین از فاضلاب‌های صنعتی (۱۶).	۴۹-۶۲

تشکر و قدردانی

از معاونین محترم پژوهش دانشگاه آزاد اسلامی واحدهای شاهرود و دهـدشت، آزمـایشـگاه زیسـت شـناسـی و عـمران دانشـگاه آزاد اسـلامی واحـد دهدشـت، پـارک علـم و فـن آوری اسـتان سـمنان، آزمایشگاه دانشگاه دامغان و تمامی کسانی که در تهیه ایـن مقالـه بـا ما همکاری کردند کمال تشکر و قدردانی را داریم.

Archive of SID

www.SID.ir

References

1- Mehrasbi MR, Farahmand Kia Z. Heavy metals elimination from aqueous Environment by adsorption on renovate banana skin. Journal of Health and Environment 2008; 1(1): 56-66.[Persian]

2- Ehsanipoor SH. Extraction and preconcentration of Cadmium, Cobalt, Copper and Nickel ions On XAD16 Ambrlyt Modified by ligand THPTBCSCR Separation of lead ions with Saccharomyces Cerevisiae microorganism[MSc thesis]. Omidiyeh Azad University 2009: 45-76.[Persian]

3- Ghorbani F, Yoonesi HA. Biosorption of Cadmium ions from aqueous solution by Using Saccharomyces cerevisiae biomass. Water and Wastewater 2008; 68: 33-9.[Persian]

4- Mohammadi M, Fotovat A, Haghnia G. Investigate the performance of sand, soil and organic material filter in copper, nickel, zinc and Chromium heavy metals elimination from industrial wastewater. Journal of Soil and Water (Agricultural Science and Technology) 2009; 23(1): 251-62.[Persian]

5- Azimi AA, Valizade B, Masoodi Nejad M.R, Safar Zade A. Investigate elimination of Chromium from leather industries by use of oak fruit essence. Ecology 2007; 41: 5-10.[Persian]

6- Zavar Moosavi SH, Arjmandi A. Elimination heavy metals from industrial wastewater by sheep Intestinal lesions. Water and Wastewater 2010;1: 63-8.[Persian]

7- Ameri A, Gholami M, Vaezi F, Rahimi M, Mahmodi M, Moosavi B. Application and Optimization in Chromium-Contaminated Wastewater Treatment of the Reverse Osmosis Technology. Iranian J Publ Health 2008; 37(3): 48-77.

8- Nameni M, Alavi Moghadam M R, Arami M. Adsorption of hexavalent Chromium from aqueous solutions by wheat bran. Int. J. Environ. Sci. Tech 2008; 5(2): 161-8.

9- US Bureau of Reclamation and Sandia National Laboratories. Desalination and water purification technology roadmap-a report of the executive committee. 2003.

10- Vander Bruggen B, Lejon L, Vandecasteele C. Reuse, treatment, and discharge of the concentrate of pressure driven membrane processes. Environ. Sci Technol 2003; 37(17): 3733–8.

11- Richardson S. Water analysis emerging contaminants and current issues. Anal Chem 2003; 75(12): 2831–57.

12- Nazari M, Rohani A.A, Manafi S.A. Synthesis of super paramagnetic Iron Oxide by chemical precipitation method and investigate effective parameters on it. Journal of Nano composite materials 2009; (5): 43-9.[Persian]

Archive of SID

www.SID.ir

13-Shirzad Sibni M,Samadi M.T, Azizian S, Maleki A, Zarabi M. Hexavalent Chromium elimination from aqueous environment by using absorption on alkali strong anionic resin: equilibrium and kinetic study. Water and Wastewater 2011;(3): 10-18.[Persian]

14-Shokohi M, Faghihian H, Noor Moradi H.A. Investigate the efficiency of the modified silica aerogel in heavy metals elimination from aqueous solutions. Journal of Health Research 2010: 974-82.[Persian]

15-Nuri Sepehr M, Nasseri S, Mazaheri Assadi M ,Yaghmaei K. Chromium bioremoval from Tannery Industries effluent by Aspeergillus Oryzaye. Iran. J. Environ. Health, Sci, Eng, 2005; 2(4): 273-79.

16-Bina B, Abtahi M, Vahid Dastjerdi M. Use of sawdust in heavy metals elimination from industrial wastewater. Research in Medical Sciences 2003: 19-22. [Persian]

Archive of SID

www.SID.ir

Chromium Elimination from Water by use of Iron Oxide Nanoparticles Absorbents

Shokraei S (M.Sc)[1], Rouhani AA(Ph.D)[2], Nazari M (M.Sc)[1],Manafi SA(Ph.D)[3]

1. M.Sc in Chemical Engineering, Department of Engineering, Islamic Azad University, Shahrood Branch, Shahrood, Iran
2.Assistant Professor, Department of Chemical Engineering, Islamic Azad University, Shahrood Branch, Shahrood, Iran
3.Corresponding Author:Assistant Professor, Department of Engineering, Islamic Azad University,Shahrood Branch, Shahrood, Iran

Abstract

Introduction: In many studies, nanoparticles was used to remediation of heavy metals from water, results of these study showed that these materials have high power in contaminant remediation from aqueous solutions, and bio-absorbents also have high power in water infiltration. The main purpose of this paper is investigation of effects of adding of iron oxides nanoparticles to chrome removal bio-filters.
Methods: used method in this study was filtration, also studied variable was absorbent type. Indeed, effect of absorbent type on percent of heavy metals remediation was studied. In two first steps contaminated water with three concentrations (883.7, 1767.4, and 8837 ppm) was remediated with using of soil and sawdust absorbents. In two next steps, for comparison, some iron oxide nanoparticles with several herbaceous absorbents were adding to soil and sawdust absorbents and again absorption was performed.
Results: results showed that best absorbent is soil absorbent and iron oxide nanoparticles, with maximum removal percent equal to 96.2%. Also best turnover was obtained from 8837 ppm of primary concentration of heavy metal. In other hand, in other experiments that used from iron oxide nanoparticles, adding of nanoparticles caused to increase in chrome absorption and conversion of Cr^{6+} to Cr^{3+}.
Conclusion: with use of the results of this study can be said that Combining of iron oxide nanoparticles with chrome removal filters can be convert Cr^{6+} to Cr^{3+}, and process turnover will increased.

Keywords: Iron oxide nanoparticles, chrome, heavy metals, water

Archive of SID

www.SID.ir