

علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره دهم، شماره یک، بهار ۸۷

حذف فلزات از پساب ها با استفاده مجدد از یک دور ریز ، مثال موردی حذف املاح کادمیوم با استفاده از خاک رنگ بر صنایع روغن نباتی

افشین شوکتی پورثانی

کارشناس گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده بهداشت

سید محمود شریعت

استاد، دانشگاه علوم پزشکی تهران ، دانشکده بهداشت

نعمت الله جعفر زاده حقیقی

استادیار، دانشگاه علوم پزشکی اهواز، دانشکده بهداشت

رامین نبی زاده

استادیار، دانشگاه علوم پزشکی تهران ، دانشکده بهداشت

تاریخ دریافت: ۸۳/۱۱/۲۰

تاریخ پذیرش: ۸۴/۵/۲۰

چکیده

به دلیل سمیت کادمیوم و خاصیت تجمعی آن در بافت های موجودات زنده، توجهات زیادی نسبت به آن وجود دارد. در این پژوهش حذف کادمیوم توسط خاک رنگ بر مستعمل و دورریز صنایع روغن نباتی پس از آماده شدن به روش حرارتی در کوره خلأ، مورد بررسی قرار گرفت. جاذبی که به این ترتیب آماده شد قابلیت جذب یون های فلزی مانند کادمیوم را در محیط های آبی دارد. همچنین چگونگی بهبود شرایط عملکرد این جاذب مورد بررسی قرار گرفته و بهترین شرایط جذب از نظر غلظت ورودی، pH و مقدار جاذب تعیین گردید. بالاترین بازده و ظرفیت جذب برای دو نمک آلی و معدنی کادمیوم (استات کادمیوم و سولفات کادمیوم) مورد مطالعه قرار گرفت. منحنی های ایزوترم جذب در سه حالت لانگمیر و $B.E.T$ و فروندلیچ طبق داده های به دست آمده، رسم و مشخص شد که جذب کادمیوم توسط جاذب مذکور از مدل لانگمیر با $R^2 = 0.98$ پیروی می کند. ضمناً بیشترین میزان جذب مربوط به نمک سولفات کادمیوم توسط جاذب مذکور (به میزان $234 mg/g$) می باشد و بازده جذب، در این حالت برای غلظت ورودی 10 میلی گرم در لیتر برابر با 68.2% است. غلظت جاذب نیز $3/5$ گرم در لیتر در نظر گرفته شده است. با افزایش pH و زمان ماند می توان مقدار جذب را توسط جاذب مذکور افزایش داد.

واژه های کلیدی: حذف کادمیوم، خاک رنگ بر، جاذب، محیط های آبی

مقدمه

استفاده از رزین تبادل یونی در حذف جیوه توسط محققان ایتالیایی نشان می دهد که رزین مورد مطالعه (دولومیت ۷۳ - Gt) کارایی جذب بسیار بالایی داشته و میزان جذب می تواند بالغ بر ۳۰ تا ۴۰٪ وزن رزین باشد (۲).

از جمله روش های دیگر مورد استفاده جهت حذف فلزات سنگین استفاده از فرایند جذب سطحی است. فلزات طی فرآیند جذب می تواند توسط کربن فعال، اکسیدهای آلومینیوم، سیلیکا، خاک رس، مواد سنتزی مانند زئولیت ها و رزین ها، انواع ترکیبات طبیعی شامل فرآورده های کشاورزی، جلبک و علف دریایی، پر پرندگان و پشم و سایر جاذب های موجود از جمله جاذب تهیه شده از خاک رنگ بر استفاده شده در صنایع روغن نباتی جذب شود. در طی فرآیند جذب سطح تماس جامد در تماس با محلول، تجمع یک لایه سطحی از مولکول های حل شونده را به دلیل عدم توازن نیروهای سطحی به دنبال دارد.

جاذب های مختلف از جمله جاذب تهیه شده از خاک رنگ بر استفاده شده (مستعمل) در صنایع روغن نباتی قابلیت جذب فلزات سنگین را از محیط های آبی مانند آب و فاضلاب دارد و با در نظر گرفتن غلظت آلودگی فلزات سنگین و فراهم آوردن شرایط بهینه جذب از نظر غلظت جاذب، زمان ماند و میزان pH می توان جایگزین های مناسب و ارزانی برای بیشتر رزین های تبادل یونی گران قیمت که به طور معمول برای رفع آلودگی یون های فلزات سنگین از فاضلاب ها استفاده می شود، پیدا کرد (۳).

این تحقیق به منظور تعیین میزان حذف فلز سنگین کادمیوم از پساب ها، توسط جاذب تهیه شده و بالا بردن بازده جذب (از طریق فراهم آوردن شرایط بهینه جذب) انجام یافت و در انتها مشخص شد که جذب صورت گرفته توسط جاذب مورد نظر از کدام مدل ایزوترمی جذب تبعیت می کند.

استفاده وسیع و روز افزون از مواد شیمیایی در صنعت و کشاورزی، مواد جدید دیگری را به محیط اضافه می کند. برخی از این مواد به مقادیر ناچیز در محیط نفوذ کرده و بعضی دیگر در اماکن دفع تجمع پیدا می کند. این مواد ممکن است در هوا، آب، خاک و همچنین در زنجیره غذایی پراکنده شده و به این طریق باعث ایجاد خطرات و اثرات سوئی بر سلامت انسان ها و محیط زیست شود.

فلزات سنگین به دلیل خاصیت ابقایی خود می تواند از طریق اکوسیستم های مختلف به جانداران و نهایتاً انسان انتقال یابد. ورود این گونه ترکیبات از طریق فاضلاب های صنعتی، شهری و کشاورزی و... شرایطی را به وجود آورده که همواره تهدیدی برای سلامتی انسان ها به شمار می رود.

با توجه به لزوم تصفیه اصولی فاضلاب که در اواخر قرن نوزدهم و بیستم آغاز گردید و همزمان با آن در ایالات متحده امریکا مشکلات بهداشتی به وجود آمده از معضلات فاضلاب ها باعث افزایش روزافزون تقاضا برای اعمال روش های موثر تر و کارآمدتر در کنترل فاضلاب گردید. امروزه اغلب آلاینده های موجود در فاضلاب ها را می توان تصفیه کرد اما تعداد موادی که با روش های متداول و معمول حاضر، قابل تصفیه نیست و یا این که روش های فعلی بازدهی کمتری برای این آلاینده ها دارد، رو به افزایش است.

ضمناً حضور یک رشته مواد در طبیعت معضلات و مشکلاتی را در درازمدت به وجود می آورد، لذا ضرورت تصفیه پیشرفته به منظور حذف آلاینده های خاص به خصوص فلزات سنگین بیشتر می شود.

برای جداسازی فلزات سنگین از آب یا فاضلاب روش های متفاوتی وجود دارد که از این میان می توان به روش های رسوب گیری شیمیایی، تبادل یونی و جذب اشاره کرد.

در تحقیقاتی که توسط محققان تایلندی صورت گرفته با روش رسوب دهی کربنات فلز، با استفاده از آهک زدن در pH بالای ۹/۵، غلظت فلزات در فاضلابی حاوی روی، کادمیوم، منگنز، منیزیوم به نحو قابل توجهی کاهش داده شده است (۱).

روش تحقیق

جاذب مذکور در گستره pH ۵، ۵/۵، ۶، ۶/۵، ۷، ۷/۵، ۸ و ۸/۵، آزمایش ها در مدت زمان یک ساعت تکرار شد و نتایج مناسب ترین pH برای جذب به دست آمد و در مرحله آخر نیز زمان ماند بهینه برای بالا بردن درصد حذف کادمیوم از محلول های تهیه شده در غلظت های مختلف به دست آمد. ضمناً چون جاذب تهیه شده دارای خصوصیات نزدیک به کربن فعال بود برخی از مشخصات و پارامترهای کربن فعال نیز (مانند pH، میزان درصد خاکستر، حلالیت در آب، اسید و الکال، عدد ید، وزن مخصوص ظاهری و حقیقی) تعیین شد.

همچنین برای تعیین غلظت باقی مانده و مقدار اولیه کادمیوم در محلول ها از دستگاه جذب اتمی استفاده شد و قبل از تعیین غلظت باقی مانده کادمیوم، محلول ها توسط کاغذ صافی واتمن ۴۰ صاف گردید. همچنین کلیه آزمایش ها در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد انجام گرفته است.

دستاوردها

با توجه به آزمایش های انجام یافته و نتایج حاصل از آن ها مشخصات و خصوصیات جاذب تولیدی به دست آمد که در جدول ۱ ارایه شده است.

برای تهیه جاذب مورد نظر ابتدا، خاک رنگ بر مصرف شده در صنایع روغن نباتی را رطوبت گیری کرده و پس از مشخص شدن درصد رطوبت، خاک مذکور در داخل کوره خلأ ۵۵۰ درجه سانتی گراد، به مدت ۲۰ دقیقه قرار می دهیم سپس آن را خارج کرده مخلوط می نماییم و مجدداً ۲۰ دقیقه داخل کوره قرار می دهیم و به این ترتیب جاذب مورد نظر تهیه می شود.

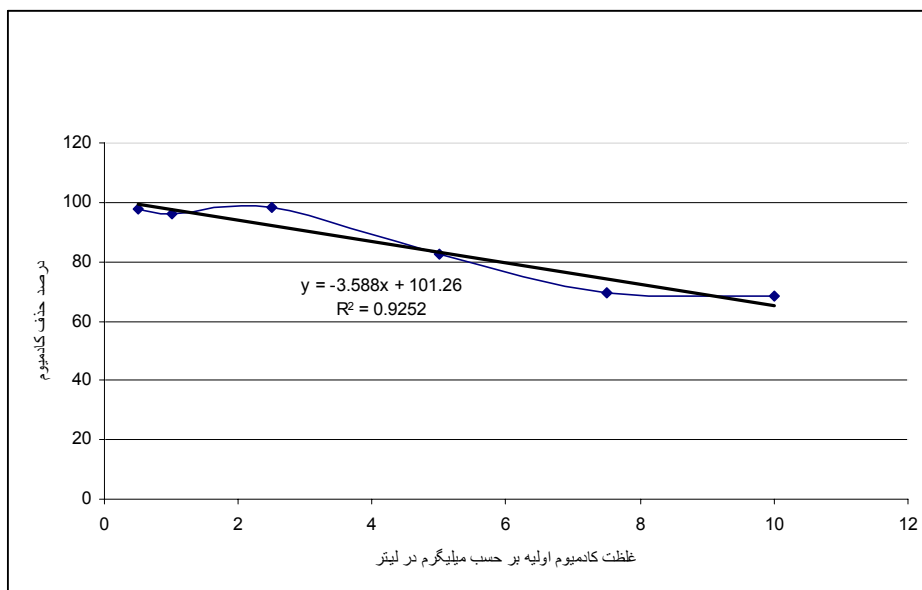
برای بررسی جذب کادمیوم از محیط های آبی از دو نمک آلی و معدنی (سولفات کادمیوم و استات کادمیوم) استفاده شده است. در مرحله اول برای به دست آوردن محدوده غلظتی مناسب برای جذب، ۰/۳ گرم از جاذب مذکور به ازای هر ۱۰۰ سی سی از محلول استفاده می گردد و در مورد هر نمک از غلظت های ۵۰۰، ۳۰۰، ۱۵۰، ۷۵، ۲۵، ۱۰، ۱، ۰/۱ میلی گرم در لیتر در زمان یک ساعت استفاده گردیده و بهترین جذب در محدوده غلظتی ۱ تا ۱۰ میلی گرم در لیتر به دست آمده است. سپس غلظت های ۰/۵، ۱، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ میلی گرم در لیتر از نمک های مذکور مورد آزمون با مقادیر غلظتی مختلف جاذب قرار گرفت. غلظت های ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲، ۲/۵، ۳، ۳/۵ و ۴ میلی گرم در لیتر از جاذب تهیه شده پس از تماس جاذب با محلول ها به مدت یک ساعت بهترین غلظت جاذب تعیین گردید. برای تعیین مناسب ترین pH برای جذب کادمیوم در غلظت های مختلف، نمک های مذکور (۱/۵، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ میلی گرم در لیتر) توسط ۳/۵ گرم در لیتر از

جدول ۱- مشخصات و خصوصیات جاذب تهیه شده

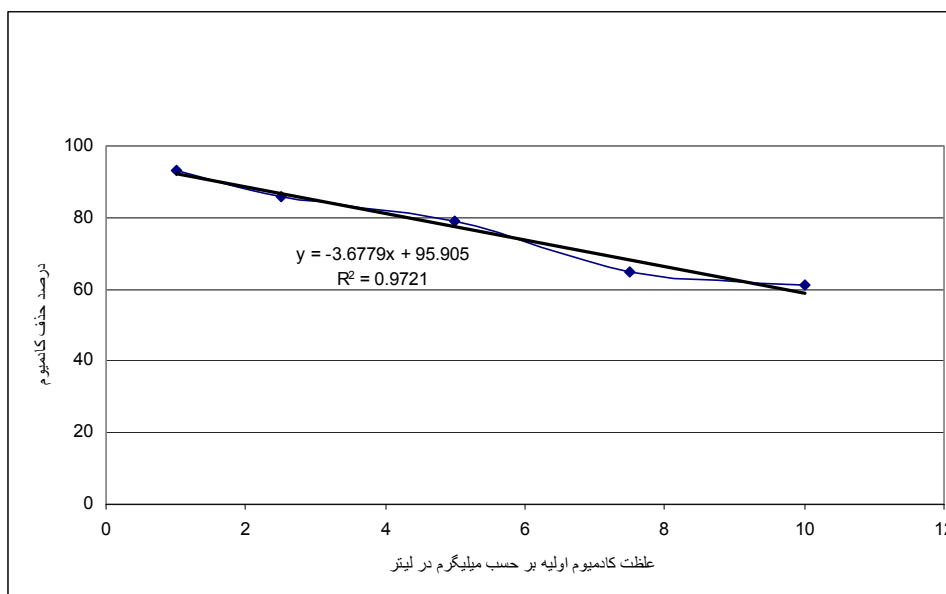
نام پارامتر	میزان	روش
عدد ید	۳۳۹	Iodine Number of Activated Carbon
حلالیت در آب	٪۵/۰۸	Water Solubles in Activated Carbon
حلالیت در اسید	٪۷/۴۷	
حلالیت در الکل	٪۰/۸۳	
درصد خاکستر	٪۱۷/۷	Total Ash content of Activated Carbon
پی هاش	۵/۳	pH of Activated Carbon
وزن مخصوص ظاهری	۰/۶۷ گرم بر سانتی متر مکعب	Aparent Density of Activated Carbon
وزن مخصوص حقیقی	۲۰ گرم بر سانتی متر مکعب	Aparent Density of Activated Carbon

در لیتر برای دو نمک آلی و معدنی (استات و سولفات کادمیوم) در نمودارهای ۱ و ۲ ارایه می گردد.

همچنین نتایج نهایی آزمایش ها و بازده هر کدام در حذف کادمیوم در شرایط بهینه (pH ۸/۵ و غلظت جاذب ۳/۵ گرم در لیتر و زمان ۴ ساعت) در محدوده غلظتی ۰/۵ تا ۱۰ میلی گرم



نمودار ۱- نمودار مقایسه نتایج به دست آمده از شرایط بهینه تماس غلظت های مختلف کادمیوم در محلول سولفات کادمیوم با جاذب تولید شده



نمودار ۲- نمودار مقایسه نتایج به دست آمده از شرایط بهینه تماس غلظت های مختلف کادمیوم در محلول استاد کادمیوم با جاذب تولید شده

استفاده از آن ها بتوان مدل ایزوترم جذب توسط جاذب تهیه شده را برای جذب کادمیوم رسم کرد.

ضمناً در این بخش نتایج آزمایش ها و محاسبات انجام یافته برای رسم نمودار ایزوترم جذب در جدول ۴ ارایه گردیده تا با

جدول ۴- جدول یافته های مربوط به تعیین مدل ایزوترم جذب کادمیوم توسط جاذب تهیه شده

M(gr)	Ci(mg/l)	Ce(m g/l)	درصد حذف	X=(Ci-Ce)	q=X/M	Ce/q	q/1	Ce/1
۳/۵	۱	۰/۰۷	۹۳	۰/۰۹۳	۰/۰۲۶۵۷	۲/۶۳۲۵۵	۳۷/۶۳۶۴۳	۱۴/۲۸۵۷۱
۳/۵	۲/۵	۰/۳۵	۸۶	۰/۲۱۵	۰/۰۶۱۴۲	۵/۶۹۸۴۶	۱۶/۲۸۱۳۴	۲/۸۵۷۱۴
۳/۵	۵	۱/۰۵	۷۹	۰/۳۹۵	۰/۱۱۲۸۶	۹/۳۲۸۳۶	۸/۸۶۰۵۳	۰/۹۵۲۳۸
۳/۵	۷/۵	۲/۶۵	۶۵	۰/۴۸۵	۰/۱۳۸۵۷	۰/۳۷۷۳۶	۷/۲۱۶۵۷	۰/۳۷۷۳۶
۴	۱۰	۳/۸۸	۶۱	۰/۶۱۲	۰/۱۵۳	۰/۲۵۷۷۳۲	۶/۵۳۵۹۵	۰/۲۵۷۷۳۲

خروجی می باشد.

V حجم نمونه ها در ظرف مورد آزمایش می باشد که برابر ۰/۱ لیتر می باشد.

pH برابر ۵/۸ و زمان ۴(t) ساعت می باشد.

که در آن M وزن جاذب مصرفی است

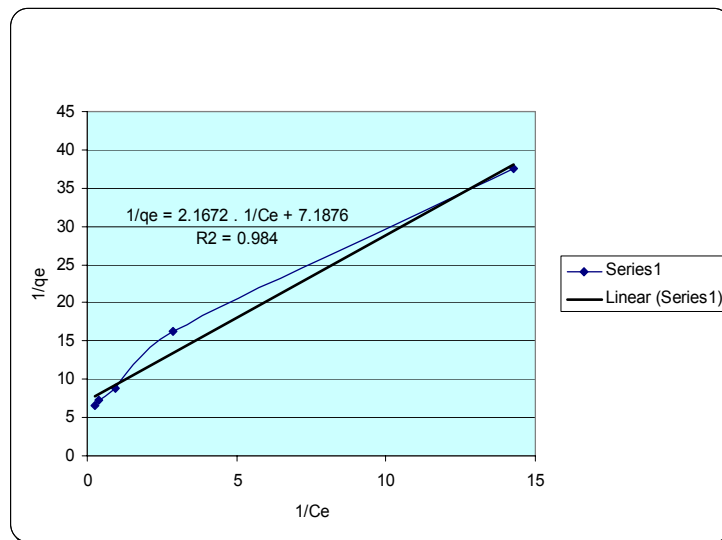
Ci: مقدار غلظت کادمیوم در محلول قبل از انجام آزمایش یا غلظت ورودی می باشد.

Ce غلظت کادمیوم در محلول پس از انجام آزمایش یا غلظت

بحث و نتیجه گیری

باشد بعد از فرآیند ترسیب استفاده نمود. از مزایای دیگر جاذب تهیه شده این است که می توان بعد از استفاده، جاذب را به روش های (روش های حرارتی، بخار، استخراج به وسیله حلال، استفاده از اسید یا باز و اکسیداسیون شیمیایی) مختلف بازیافت کرد. ضمن این که موادی به جای تبدیل شدن به زباله و معضل در چرخه صنعت کشور، مجدداً به کار گرفته می شود.

نتیجه این که خاک رنگ بر استفاده شده در صنعت روغن نباتی می تواند جاذب خوبی برای کادمیوم و یا دیگر فلزات سنگین در دامنه غلظتی پایین باشد و مدل ایزوترم جذب آن بیشتر از مدل لانگمیر تبعیت می کند (مطابق نمودار ۳ که در آن $R^2 = 0.98$ می باشد) می توان جاذب تهیه شده را برای تصفیه پساب های حاوی فلزات استفاده کردو از آن به عنوان جاذب جلا دهنده در مواردی که غلظت فلزات در پساب بالا



نمودار خطی ایزوترم جذب لانگمیر برای جذب استات کادمیوم توسط جاذب تهیه شده

منابع

- Pergamon press Ltd, Water research Vol 19(2), PP.157-162
- Greenberg, A.E, clescert.L.S and eaton, A.D.1992."Standard method for Examination of water and wastewater," 18th edition.
 - Yarak.L.Ch.1999,"Heavy Metal Removal by chemical coagulation and precipitation". IWA publishing, Vol 39, No 10-11, PP.135-138.
 - Chiarles, S, Ratto.Mand Rovatti ,M,2000 ," Mercury removal from water by ion exchange resins adsorbtion,"Elsevier Science Ltd, Vol (34)3, PP.751-758
 - Tan. T.C, Chia.ane.C.K and Teo .C.k,1985,"Uptake of metal ions by chemicaly treated human hair, "