

بررسی جذب کادمیوم از محلول‌های آبی توسط سرباره ذغال سنگ اصلاح شده

بتول ذاکری ۱، اعظم جعفری ۲، سمیه بختیاری ۳

۱: دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۲-استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۳-استادیار گروه مهندسی عمران دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی سیرجان

چکیده

حذف ترکیبات سمی از محیط زیست بسیار مهم است. فرآیند جذب سطحی به عنوان یک روش موثر و کارا برای حذف فلزات سنگین از پساب‌ها در نظر گرفته شده است. کارایی این روش بستگی به انتخاب جاذب مناسب دارد. در این مطالعه، مدل سازی ایزوترم های جذب یون های کادمیم از محلول های آبی بررسی شده است. نمونه‌های اصلاح شده با سود یک نرمال و دو نرمال سرباره ذغال سنگ حاصل از معدن ذغال سنگ شهرستان زرنده استان کرمان به عنوان جاذب در نظر گرفته شد. از محلول فلزی کادمیم با غلظت های ۱۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی گرم بر لیتر به عنوان عنصر جذب شونده استفاده گردید. نتایج نشان داد که های آزمایش از هر دو مدل لانگمویر و فروندلیچ تبعیت می کنند. با افزایش غلظت کادمیم راندمان جذب کاهش و ظرفیت جذب افزایش یافته است. بنابراین این جاذب می تواند به عنوان جاذبی مناسب جهت حذف کادمیم از محلول های آبی مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی: جذب سطحی، کادمیوم، سرباره ذغال سنگ

مقدمه

رشد روز افزون بشر، صنایع تولیدی، ماشینی شدن و استفاده از سموم و کودها به منظور بالا بردن سطح زیر کشت محصولات منجر به افزایش آلودگی های محیط زیست و منابع طبیعی از جمله آب‌ها شده است. این آلودگی ها شامل فلزات سنگین و سمی حاصل از پساب کارخانه ها و صنایع تولیدی می باشند که اثرات خطرناکی در بدن موجودات زنده به جای می گذارند. فلزات سنگین از جمله رایج ترین آلاینده هایی هستند که در پساب فاضلاب های صنعتی دیده می شوند. این فلزات نسبت به تجزیه مقاوم اند از این جهت نیاز به روش هایی برای حذف و یا جداسازی آن ها از محلول آبی است. یکی از این فلزات کادمیم است که از طریق فاضلاب صنایع وارد منابع آب شده و باعث آسیب های کبدی، ریوی، عصبی، فشار خون، نقص جنینی، سرطان زایی و جهش زایی و... می شود. منابع اصلی آلودگی کادمیم شامل منابع انسانی و منابع طبیعی می باشد. به طور طبیعی سالانه حدود ۲۵۰۰۰ تن کادمیم وارد محیط می شود که در اثر هوازدگی سنگ ها، آتش سوزی جنگل ها، آتشفشانها، فعالیت بشر، شیرابه زباله های صنعتی، کودهای فسفاته و... می باشد. روش هایی که برای حذف این فلزات مورد مطالعه قرار گرفته شامل، رسوبدهی با هیدروکسید یا سولفید، اسمز معکوس، تعادل یونی، الکتروفلوتاسیون، روش های بیولوژیکی و جذب روی مواد جاذب می باشد که مورد آخر یعنی فرآیند جذب نسبت به روش های دیگر مورد توجه بسیاری قرار گرفته است و نتایج مثبت زیادی در این زمینه به دست آمده است. تاریخچه مطالعه جذب در تصفیه آب و فاضلاب سابقه طولانی (۱۸۸۳ در آمریکا) دارد. جذب، یک روش فیزیکی با مزیت هایی مانند: راندمان بالا، مقرون به صرفه بودن، طبیعی، آسان و قابل دسترس می باشد و به طور کلی یک گزینه کارآمد در مقابل بقیه روش ها می باشد. هر جامدی که تمایل به جذب محیط سیال روی سطحش را داشته باشد جاذب است. جذب بیشتر به صورت غیر انتخابی عمل می کند. جاذب ها دارای منشا های معدنی، آلی و بیولوژیکی می باشند. جاذب های مختلف و متنوعی برای جذب کادمیم از محلول های آبی صورت گرفته است. Li-Huawang, Chun-I Lin (۲۰۰۸)، از خاکستر پوست برنج برای جذب عناصر سنگین استفاده نمودند و دریافتند خاکستر پوست برنج (۹۸ درصد جذب)، نسبت به کربن فعال جاذب بهتری برای فلز کادمیم می باشد. نیوبائر و همکاران (۲۰۰۰) نشان دادند، سیدروفر دس فری اکسامین بی، جذب کادمیم را روی مونت موری لونایت تشدید کرد ولی از جذب این عنصر روی کائولینایت جلوگیری می کند. شیروانی و همکاران (۲۰۰۶)، افزایش جذب کادمیم را روی دو نوع کانی مهم خاک های مناطق خشک و نیمه خشک (سیپولایت و پالگورسکایت) در حضور سیدروفر را گزارش کردند. قربانی و یونسی (۱۳۸۷) جذب زیستی یون های کادمیم از محلول آبی با استفاده از بیومس ساکارومایسس سروسیسه در مقایسه با تحقیقی که آبیار و همکاران از باکتری اکرو موباکتر به عنوان جاذب یونهای کادمیم استفاده کرده اند به نتیجه بهتری رسیدند که جلبک ها دارای کارایی جذب بالاتری نسبت به فارچ و باکتری ها می باشند. معتمدی و همکاران (۱۳۹۳) دریافتند نانورس جاذب بسیار خوبی برای حذف کادمیم از محیط های آبی حتی در غلظت های بالا می باشند با بیان کردند که با افزایش pH زمان تماس راندمان جذب افزایش یافته و در ۲۰ دقیقه اول به حداکثر خود می رسد که افزایش زمان بعد از این تأثیری بر جذب ندارد. اکافور و همکاران در سال ۲۰۱۲ در نیجریه حذف کادمیم از محلول های آبی توسط پوست اناناس انجام دادند. در مطالعه ای توسط پاتل در سال ۲۰۱۳ در هند، حذف کادمیم از محلول های آبی توسط دو نوع پوسته نخود فرنگی و برنج انجام گرفت. سعیدی و همکاران (۱۳۸۸) جذب کادمیم توسط ذغال ساخته شده از پوست گردو و بادام را بررسی نمودند آن ها دریافتند، بیشترین میزان حذف کادمیم مربوط به کربن پوست گردو و به میزان ۹۸ درصد



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - شیمی حاصلخیزی و تغذیه گیاه

بود. جاودانیو همکاران (۲۰۱۳) روی خاکستر ذغال سنگ کار کردند و دریافتند که کانی زئولایت سنتز یافته از ذغال سنگ به میزان ۸۴٪ از کادمیم را به خود جذب کرده بود. در این پژوهش برای اولین بار از جاذب سرباره ذغال سنگ به منظور حذف یون های کادمیم از محلول های آبی استفاده شد.

مواد و روش ها

یک نمونه سرباره ذغال سنگ از ضایعات کارخانه ذغال سنگ واقع در شهرستان زرنند تهیه شد. بعد از اطمینان از خالص بودن آن از هر گونه عنصر سنگین، با آسیاب پودر شده و سپس از الک ۲۳۰ مش عبور داده شد. محلول مادر (۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر) از نمک کادمیم تهیه گردید و سپس از این محلول، محلول های مورد نیاز ساخته شدند. در این روش ۱/۰ گرم از جاذب ها با ۱۰ میلی لیتر از محلول های تهیه شده با غلظت مشخص بعد از انتقال به لوله های سانتریفیوژ (فالکون)، در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد در مدت زمان ۲۴ ساعت شیک خواهند شد. پس از تعادل، محلول ها سانتریفیوژ شده و بعد از صاف کردن محلول رویی، مقدار کادمیم جذب شده از تفاوت بین غلظت اولیه این عناصر و غلظت نهایی موجود در محلول محاسبه شد. در این آزمایش از یک شاهد که در واقع تیمار بدون سرب و کادمیم است نیز استفاده می گردد. برای هر سطح، یک نمونه شاهد بدون جاذب هم لازم است. هر آزمایش در سه تکرار انجام خواهد گرفت. غلظت ها توسط دستگاه جذب اتمیک اندازه گیری شدند. برای مدل سازی ایزوترم جذب یون های کادمیم از مدل های لانگمویر و فروندلیچ استفاده شد. مدل ایزوترم جذب لانگ مویر مربوط به جذب تک لایه ای است و فرض می شود مکان های سطح جاذب دارای انرژی یکسانی می باشند معادله لانگ مویر بصورت زیر می باشد:

(۱)

که در این رابطه q_e مقدار یون های جذب شده (mg/gr)

q_m بیشینه ظرفیت جذب یون های جذب شده (mg/gr)

b ثابت تعادلی جذب لانگ مویر (mg/gr)

C_e غلظت تعادلی یون های فلزی (mg/l)

ایزوترم جذب چند لایه برای سطوح ناهمگن توسط معادله ایزوترم فروندلیچ بصورت رابطه :

$$Q_e = K_f \cdot C_e^{1/n} \quad (2)$$

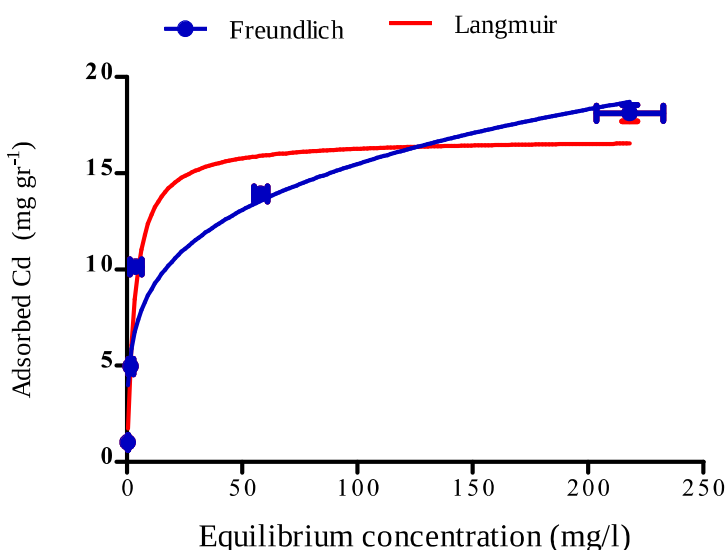
که: C_e غلظت تعادلی یون های فلزی (mg/l)

Q_e مقدار یون های جذب شده (mg/gr)

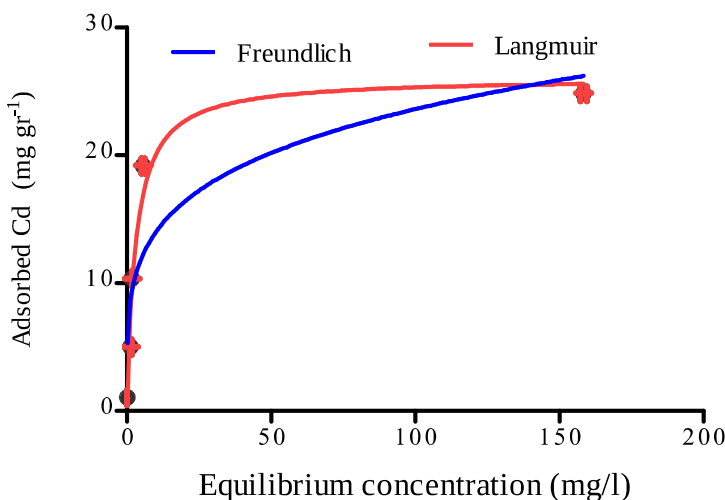
K_f و n ثابت های فروندلیچ و به ترتیب شاخص های ظرفیت شدت جذب می باشند.

نتایج و بحث

داده های جذب تعادلی یون های کادمیم با ایزوترم های جذب لانگمویر و فروندلیچ مطابقت دارند (شکل ۱ و شکل ۲). بهترین مدل جذب برای سرباره اصلاح شده با سود یک نرمال مدللانگمویر بوده که دارای ضریب همبستگی ۹۵/۰ و کمترین $SEE(4/1)$ می باشد. همچنین داده های جذب کادمیم در حضور سرباره اصلاح شده با سود دو نرمال با مدل لانگمویر برازش بهتری پیدا کردند ($R^2 = 96/0$) و $(SEE = 1.843)$. در فرآیند جذب، غلظت اولیه یون های کادمیم نقش مهمی برای غلبه بر مقاومت انتقال جرم بین فاز مایع و فاز جامد را به عهده دارند. با زیاد شدن غلظت تا ۴۰۰ شدت جذب به تدریج کم شده و به مقدار ثابتی رسیده است. بنابراین همان گونه که در شکل ۱ مشاهده می شود، مقدار جذب یون های کادمیم با افزایش غلظت کاهش می یابد به طوریکه ظرفیت جذب سرباره با افزایش غلظت کادمیم در محلول افزایش یافته اما با روند کاهشی.

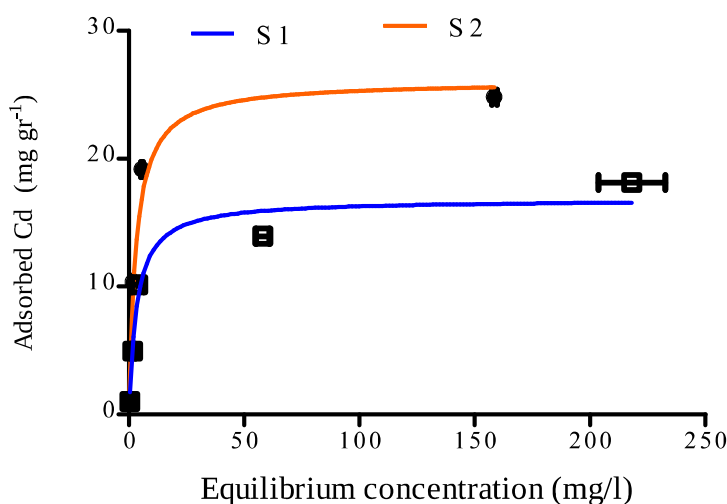


شکل ۱ - همدماهای جذب لانگمویر و فروندلیچ برازش داده شده بر داده‌های حاصل از جذب کادمیوم توسط سربراره ذغال سنگ اصلاح شده با سود ۱ نرمال



شکل ۲ - همدماهای جذب لانگمویر و فروندلیچ برازش داده شده بر داده‌های حاصل از جذب کادمیوم توسط سربراره ذغال سنگ اصلاح شده با سود ۲ نرمال

در شکل شماره ۳ مقایسه ای بین تاثیر نرمالیتته شود بر جذب کادمیوم صورت گرفته است. بررسی فرایند جذب کادمیوم ابتدا در حضور سربراره بدون اصلاح کردن صورت گرفت. نتایج نشان دهنده جذب خیلی کم کادمیوم توسط این نمونه بود. بنابراین به منظور تغییر در ساختار سلولی سربراره و رسیدن به یک ساختار با دوام با ظرفیت جذب بالا برای فلز کادمیم از سود ۱ نرمال و ۲ نرمال استفاده شد. نتایج نشان داد هر چه غلظت محلول سود بیشتر باشد تخریب سطح جاذب آشکارتر و قدرت جذب بالاتری خواهد داشت. نتایج نشان داد، حداکثر ظرفیت جذب سربراره ذغال سنگ یک نرمال برای کادمیم در غلظت ۴۰۰ میلی گرم بر لیتر، ۸۱/۱۶ میلی گرم در گرم بوده و حداکثر ظرفیت جذب در سربراره دو نرمال در غلظت ۴۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم، ۰۶/۲۶، میلی گرم بر گرم بوده است.



شکل ۳- مقایسه همدمای جذب لانگمویر برازش داده شده بر داده‌های حاصل از جذب کادمیوم توسط سرباره ذغال سنگ اصلاح شده با سود ۱ نرمال و ۲ نرمال

نتیجه گیری

سرباره ذغال سنگ از قابلیت بالایی برای حذف و جذب عنصر کادمیوم از محلول‌های آبی برخوردار است.

منابع

- سعیدی، م. جمشیدی، ا.، عابسی، ع. و بیات، ج. ۱۳۸۸. جذب کادمیوم محلول از آب توسط زغال ساخته شده از پوست گردو و بادام و مقایسه آن با کربن فعال گرانولی. فصلنامه علمی-پژوهشی آب و فاضلاب، دوره ۲۰، شماره ۲، صفحه‌های ۱۶ تا ۲۲.
- قربانی، ف. و یونسی، ج. ۱۳۸۷. جذب زیستی یون‌های کادمیوم از محلول‌های آب‌آبیا استفاده از بیوماس ساکاروماسیس سرویسیه. مهندسی آب و فاضلاب، جلد ۶۸، صفحه‌های ۳۳ تا ۳۹.
- معمدی، ف.، معضد، ه.، جعفرزاده حقیقی فرد، ن. و امیری، م. ۱۳۹۳. بررسی سینتیک و ایزوترم جذب کادمیوم از محلول‌های آبی توسط نانورس‌ها. فصلنامه علمی-پژوهشی آب و فاضلاب، دوره ۲۵، شماره ۳، صفحه‌های ۱۱۸ تا ۱۲۶.
- Abyar H., Safahieh A., Zolgharnein H. and Zamani I. ۲۰۱۲. Cadmium biosorption by *Achromobacter piechaudii* isolated from Persian Gulf sediments. *J. Oceanography*, ۳(۱۰), ۱۹-۲۵.
- Javadian H., Ghorbani F., Tayebi H. and Hosseini S.M. ۲۰۱۴. Study of the adsorption of Cd (II) from aqueous solution using zeolite-based geopolymer, synthesized from coal fly ash; kinetic, isotherm and thermodynamic studies. *Arabian Journal of Chemistry*, ۲: ۱-۱۳.
- Neubauer U., Nowack B., Furrer G. and Schulin R. ۲۰۰۰. Heavy metal sorption on clay minerals affected by the siderophore desferrioxamine B. *Environmental Science and Technology*, ۳۴: ۲۷۴۹-۲۷۵۵.
- Okafor P., Okon P., Daniel E. and Ebenso E. ۲۰۱۲. Adsorption Capacity of Coconut (*Cocos nucifera* L.) Shell for Lead, Copper, Cadmium and Arsenic from Aqueous Solutions. *Int. J. Electrochemical Science*, ۷: ۱۲۳۵۴-۶۹.
- Patel, K.P., Tank, S., Patel, K.M. and Patel, P. ۲۰۱۳. Removal of Cadmium and Zinc ions from aqueous solution by using two types of husks. *APCBEE Procedia*, ۵: ۱۴۱-۱۴۴.
- Shirvani M., Shariatmadari H., Kalbasi M., Nourbakhsh F. and Najafi B. ۲۰۰۶. Sorption of cadmium on palygorskite, sepiolite and calcite: Equilibria and organic ligand affected kinetics. *Colloids and Surfaces A*, ۲۸۷: ۱۸۲-۱۹۰.
- Wang L.H. and Lin C.I. ۲۰۰۸. Adsorption of chromium (III) ion from aqueous solution using rice hull ash. *Journal of the Chinese Institute of Chemical Engineers*, ۳۹: ۳۶۷-۳۷۳.



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - شیمی حاصلخیزی و تغذیه گیاه

Abstract

Removal of toxic compounds from the environment is very important. The efficiency of this method depends on the selection of appropriate absorbent. In this study, the modeling of adsorption isotherms of cadmium ions from aqueous solutions has been investigated. Modified samples of coal ash with 1N and 2N NaOH was selected as absorbent from coal mining of Zarand city, Kerman province. Then, metal solution of Cd with concentrations of 10, 50, 100, 200, 300 and 400 mg/l was used as absorbed element. The results showed that data were fit with Langmuir and Freundlich models. With increasing concentrations of Cd, the absorption efficiency decreased and the absorption capacity increased. Thus, the absorbent can be used as a suitable absorbent for the removal of Cd