Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 16:06 IRST on Wednesday October 31st 2018

مجله سلامت و محیط، فصلنامه علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره اول، شماره اول، پاییز ۱۳۸۷، صفحات ۵۷ تا ٦٦

حذف فلزات سنگین از محیط آبی توسط جذب سطحی بر روی پوست موز اصلاح شده

دکتر محمد رضا مهراسبی[۱] ، زهره فرهمند کیا[۲]
نویسنده مسئول: زنجان، دانشگاه علوم پزشکی زنجان، دانشکده بهداشت، گروه بهداشت محیط *zmehr@zums.ac.ir*

دریافت:۸۷/۷/۲۷ پذیرش:۸۷/۹/٤

چکیده

زمینه و هدف: *وجود فلزات سنگین در منابع آب از مشکلات مهم زیست محیطی بسیاری از جوامع است. تاکنون روش های مختلفی برای حذف این فلزات مورد توجه قرار گرفته است که استفاده از جاذب های ارزان قیمت از جمله این روشها به شمار می رود. هدف از این مطالعه بررسی جذب فلزات سنگین مثل سرب و کادمیم بر روی پوست موز اصلاح شده بعنوان یک جاذب ارزان قیمت می باشد.*

روش بررسی: *پوست موز با محلولهای $NaOH$ (۰/۴ مول در لیتر) و HNO_3 (۰/۴ مول در لیتر) و آب مقطر دوبار تقطیر به طور جداگانه اصلاح شد و قدرت جذب سطحی جاذب های تهیه شده با یکدیگر مقایسه شدند. آزمایشهای جذب سطحی در غلظتهای اولیه متفاوت یونهای سرب و کادمیم، pH ها و دزهای مختلف جاذب انجام شد. ایزوترمهای جذب یونهای فلزی بر روی جاذب های تهیه شده از پوست موز بر اساس آزمون مدلهای ایزوترم لانگ میر، فروند لیچ و بت تعیین شدند.*

یافته ها: *بهترین روش اصلاح برای جذب سرب اصلاح با محلول بازی و برای جذب کادمیم اصلاح با محلول اسیدی بود. حد اکثر ظرفیت جذب سطحی سرب بر روی پوست موز اصلاح شده در محیط بازی۳۶ میلی گرم بر گرم و ظرفیت جذب سطحی کادمیم بر روی پوست موز اصلاح شده در محیط اسیدی ۱۶ میلی گرم بر گرم بود. آزمایشها نشان داد که pH بهینه ۶ بود و با کاهش pH ظرفیت جذب کاهش می یابد.*

نتیجه گیری: *بر اساس نتایج بدست آمده بهترین مدل ایزوترم جذب مدل فروند لیچ بود. مقایسه پارامترهای مدل های ایزوترم نشان داد که ظرفیت پوست موز اصلاح شده در جذب سرب بیشتر است ولی جذب کادمیم با قدرت بالاتری صورت میگیرد.*

واژگان کلیدی: جذب سطحی، فلزات سنگین، جاذب های ارزان قیمت، پوست موز

۱- دکترای بهداشت محیط، استادیار دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی زنجان، گروه بهداشت محیط
۲-کارشناس شیمی، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی زنجان، گروه بهداشت محیط

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 16:06 IRST on Wednesday October 31st 2018

مقدمه

انتشار فلزات سنگین در محیط زیست که با توسعه صنعتی و افزایش جمعیت توأم می باشد یکی از مشکلات زیست محیطی در بسیاری از کشورها می باشد. فلزات سنگین می توانند در بدن موجودات زنده تجمع نموده و موجبات بیماریها و ناتوانیهای مختلف را فراهم آورند. این فلزات در فرآیندهای مختلف صنعتی مانند ذوب، تخلیص و استخراج فلزات از طریق انتشار گازهای آلوده و یا پسابهای صنعتی در محیط زیست منتشر می شوند. این فلزات قابل تجزیه زیستی نبوده و اثرات سمی آنها در بدن موجودات زنده مزمن می باشد (۱).

روشهای مختلفی جهت حذف فلزات سنگین از پسابهای صنعتی بکار رفته است که از آن جمله می توان به روشهای ترسیب شیمیایی، تعویض یون، جذب سطحی و اسمز معکوس اشاره نمود (۲،۳و۴). روش جذب سطحی با توجه به کارایی و کاربرد آسان یکی از پرکاربردترین روشها معرفی شده است (۵). در این روش فلزات سنگین در سطح منافذ جاذب هایی که در واقع ترکیبات غیر قابل حل در آب می باشند جذب سطحی می شوند. یکی از جاذب هایی که بسیار مورد استفاده قرار گرفته و برای جذب فلزات سنگین و جذب ترکیبات آلی بکار گرفته شده است ذغال فعال تهیه شده از مواد گوناگون می باشد. این جاذب به علت هزینه بالایی که در مراحل فعال سازی آن صرف می شود بسیار گران قیمت می باشد به طوریکه صاحبان صنایع رغبت زیادی جهت تهیه و استفاده از آن نشان نمی دهند. در سالهای اخیر استفاده از جاذب های ارزان قیمت مورد توجه بسیاری از محققین قرار گرفته است. جاذب های ارزان قیمت جاذب هایی هستند که به فراوانی یافت شده و در دسترس می باشند و هزینه آماده سازی آنها بسیار پائین می باشد. این جاذبها عمدتا"از مواد زائد حاصل از فعالیتهای صنعتی و بخصوص کشاورزی تهیه می‌شوند و بیشتر پایه سلولزی دارند (۶).

استفاده از شلتوک، خاک اره، پوست پرتقال، پوست بادام و بادام زمینی، سبوس برنج و سبوس گندم و بسیاری مواد دیگرتوسط محققین مختلف به عنوان جاذب گزارش شده است که کارائی خوبی را جهت جذب سطحی فلزات از خود نشان داده‌اند (۷).

سادگی تکنیک استفاده و عدم نیاز به فرایندهای فراوری و اصلاح پیچیده و کارائی جذب سطحی بالا و انتخابی جهت فلزات سنگین از مزایای این جاذب ها می باشد.

در برخی موارد یک سری عملیات پیش تصفیه جهت اصلاح و بالا بردن کارائی این جاذب ها بر روی آنها اعمال شده است. این عملیات بیشتر شامل در تماس قرار دادن این جاذب ها با محلولهای اسیدی، بازی و بعضی ترکیبات آلی بوده است.

این مواد ترکیبات آلی محلول را از جاذبها خارج نموده، رنگ را حذف می نمایند و ظرفیت جذب را بالا می برند (۷). تیرلی و همکاران گزارش کرده اند که وقتی که پوسته برنج قبلاً با محلول هیدروکسید سدیم تماس داده شود ظرفیت آن در جذب کادمیم تقریباً دو برابر می شود (۸). تای من و همکاران گزارش کرده اند که بیومس تولیدی از گیاه یونجه قادر است ۸۹/۲ mg/L سرب را وقتی با محلول سود اصلاح می شود جذب نماید (۹). جاذب دیگری که ازپوست بادام زمینی اصلاح شده با اسید سولفوریک تهیه شده است ظرفیت جذب بالایی را در حذف سرب، کروم و مس از خود نشان داده است (۱۰). جونیور و همکاران نشان داده اند که suger bagasse اصلاح شده با بیکربنات سدیم فلورات می تواند مس، سرب و کادمیوم را به ترتیب به میزان ۱۱۴، ۱۹۶و ۱۸۹ میلی‌گرم بر گرم جذب نماید (۱۱). نبی و همکاران از خاک اره جهت جذب فلزات سنگین استفاده کرده اند و گزارش نموده اند که اصلاح خاک اره با محلول سودظرفیت جذب را افزایش میدهد و فرایند جذب از مدل فروند لیچ تبعیت میکند (۱۲). اسماعیلیان و همکاران از کیتوزان جهت رنگزدائی فاضلاب نساجی استفاده نمودند و گزارش نموده‌اند که کارائی کیتوزان در جذب سطحی رنگ از کربن فعال بیشتر است (۱۳).

شاه محمدی و همکاران جذب ۰/۰۱ میلی گرم کادمیم را

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 16:06 IRST on Wednesday October 31st 2018

برروی هرگرم پوسته شلتوک اصلاح شده با سدیم بیکربنات گزارش کرده‌اند (۱۴).

در تحقیق حاضر ظرفیت جذب سطحی سرب و کادمیوم حل شده در محیط آبی بر روی پوسته موز مورد بررسی قرار گرفته است. جهت اصلاح پوست موز از آب مقطر، اسید و باز استفاده شده و ظرفیت جذب هرسه روش اصلاح مورد ارزیابی قرار گرفته است. اثرات غلظت اولیه یون فلزی، دز جاذب و pH در میزان جذب بررسی شده است و همچنین با استفاده از مدلهای ایزوترم جذب لانگ میر، فروندلیچ و بت، ایزوترم جذب مورد ارزیابی قرار گرفته و فرایند جذب با استفاده از این مدلها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

مواد و روشها

آماده سازی جاذب و مواد

پوست موز ابتدا در هوای محیط خشک شده و پس از خرد شدن به تکه های کوچک با استفاده از آب مقطر دوبار تقطیر شستشو داده شد. سپس به مدت ۲۴ ساعت درون آون در حرارت ۱۰۰°C خشک و پس از خشک شدن بوسیله آسیاب خرد شدند به طوریکه به ذرات ۵-۱ میلی متری تبدیل شدند.

کلیه مواد شیمیایی استفاده شده در این تحقیق ازمارک مرک و از نوع آزمایشگاهی بوده‌اند.

جهت تهیه محلولهای حاوی سرب و کادمیوم از نمکهای فلزی $Pb(NO_3)_2$ و $Cd(NO_3)_2$ استفاده شده است. ازمحلول های HCl و NaOH جهت تنظیم pH استفاده شده است.

روش اصلاح جاذب

دانه های تهیه شده از پوسته موز به طور جداگانه ابتدا به مدت ۲۴ ساعت در ۲۰۰ میلی لیتر محلول های NaOH (۰/۴ مول در لیتر) و HNO_3 (۰/۴ مول در لیتر) و آب مقطر دوبار تقطیر خیسانده شدند. سپس توسط آب مقطر دوبار تقطیر آبکشی شد تا به pH خنثی برسد. سپس جاذب ها به مدت ۲۴ ساعت در حرارت ۱۰۰°C خشک شدند.

آزمایشات جذب

ابتدا غلظتهای مختلف محلول حاوی فلزات سنگین سرب وکادمیم تهیه شد. مقادیر مشخص پوست موزهای آماده شده به عنوان جاذب به ارلن های حاوی ۱۰۰ میلی لیتراز محلول یون فلزی افزوده شد و توسط همزن به مدت ۳ ساعت با سرعت ۱۸۰ دور در دقیقه همزده شد. زمان ماند ۳ ساعت جهت جذب سطحی فلزات با جاذبهای طبیعی توسط بسیاری از محققین طی آزمایشات مختلف مناسب تشخیص داده شده است (۱۸ـ ۱۵).

جهت تعیین pH بهینه آزمایشهای جذب در غلظت جاذب برابر ۳ گرم بر لیتر انجام شد ودر pH بهینه بدست آمده بهترین دز جاذب در آزمایشات بعدی بدست آمد. کلیه آزمایشهای جذب جهت تعیین ایزوترم ها در pH و دوز جاذب بهینه بدست آمده انجام شد.

درآزمایشهای جذب غلظت اولیه فلزات سنگین بین ۵ تا ۸۰ میلی گرم بر لیتربود ولی در مورد سرب در غلظتهای کمتر از ۲۰ غلظت باقیمانده از حد تشخیص روش اندازه گیری (جذب اتمی شعله ای) کمتر بود لذا نتایج حاصل از غلظتهای بالاتر از۲۰ در تحلیل نتایج منظور شد. کلیه آزمایشهای جذب در ۵ غلظت انجام شد. در کلیه آزمایشها جذب هر غلظت در ۲ ارلن جداگانه تهیه و فرایندهای بعدی روی آنها انجام و میانگین نتایج ثبت شد.

پس از اتمام عمل همزنی، محلول درون ارلن ها در سانتریفوژ با سرعت ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه در مدت ۲۰ دقیقه گذاشته شد تا فاز جامد و مایع از یکدیگر جدا شوند. غلظت سرب و کادمیم قبل وبعد ازجذب توسط یک دستگاه جذب اتمی(واریان۲۴۰) اندازه گیری شد.

میزان pH، دز جاذب، غلظت اولیه فلزات سنگین در مراحل جداگانه عملیات جذب تغییر داده شد و میزان جذب فلزات بر روی جاذب اندازه گیری شد که تحت عنوان q در متن و جداول و اشکال نشان داده شده است. کلیه آزمایشها در درجه حرارت آزمایشگاه انجام شد (۲۰±۲ °C).

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 16:06 IRST on Wednesday October 31st 2018

راندمان جذب و مقادیر q طبق روابط زیر محاسبه شدند.

$$\text{Efficiency } (\%) = ((C_0 - C)/ C_0).100$$

$$q = (C_0 - C)/ m$$

مدلهای جذب

جهت تحلیل نتایج جذب و بررسی ایزوترم های جذب ۳ مدل لانگ میر، فروندلیچ و بت بررسی شدند. روابط خطی و اصلی آنها به شکل زیر است (۱۹).

مدل لانگ میر

رابطه اصلی $q=(q_m.K_L.C)/(1+K_L.C)$

مدل خطی $C/q = 1/(K_L.q_m) + (C/q_m)$

مدل فروند لیچ

رابطه اصلی $q = K_F C^{1/n}$

مدل خطی $\log q.\log K_F + (1/n)\log C$

مدل بت

رابطه اصلی

$$q = (K_B.C.q_m)/\{(C_S - C).[1+(K_B-1).(C/C_S)]\}$$

مدل خطی

$$C/[(C_S - C)q] = (1/K_B q_M) + \{[(K_B-1)/(K_B q_m)].(C/C_S)\}$$

که در روابط بالا :

q : میزان یون فلزی جذب شده در واحد جرم جاذب (mg/g)

C : غلظت باقیمانده فلز در محلول (mg/L)

C_o: غلظت یون فلزی قبل از جذب (mg/L)

q_m : میزان فلز مورد نیاز برای تشکیل یک لایه (mg/g)

n : ثابت تعادل فروندلیچ که نشاندهنده انرژی پیوندهای بین فلز و جاذب است.

K_l: ثابت تعادل لانگ میرکه بستگی به انرژی جذب دارد. (L/mg)

k_B : ثابت ایزوترم بت

K_F : ثابت ایزوترم فروندلیچ که نشان دهنده قدرت جذب است (mg/g).

C_S : غلظت اشباع یونهای فلزی درمحلول (mg/L)

m : جرم جاذب (g)

ضرایب ثابت مدلها و ضرایب همبستگی(R^2) از روی مدل های خطی فیت شده با نتایج آزمایشها جذب با استفاده از نرم افزار اکسل بدست آمده و با یکدیگر مقایسه شدند.

یافته ها

اثرات غلظت اولیه فلزات و روش های مختلف اصلاح جاذب بر میزان جذب

اثر غلظت اولیه فلزات بر میزان جذب بر روی جاذب های اصلاح شده در pH =۶ در شکل ۱ نشان داده شده است. حداکثر مقادیر q در مورد جذب سرب و کادمیوم به ترتیب با جاذب اصلاح شده با محلول بازی و اسیدی بدست آمده است. حداکثر q در تیمارهای سرب ۳۶ ودر تیمارهای جذب کادمیوم ۱۶ میلی گرم بر گرم جاذب بوده است. هرچه مقادیر C_o افزایش داشته است میزان جذب روی جاذب افزایش یافته است. افزایش جذب همگام با افزایش غلظت اولیه فلز می تواند ناشی از افزایش نیروی انتقال جهت افزایش میزان انتقال جرم باشد.

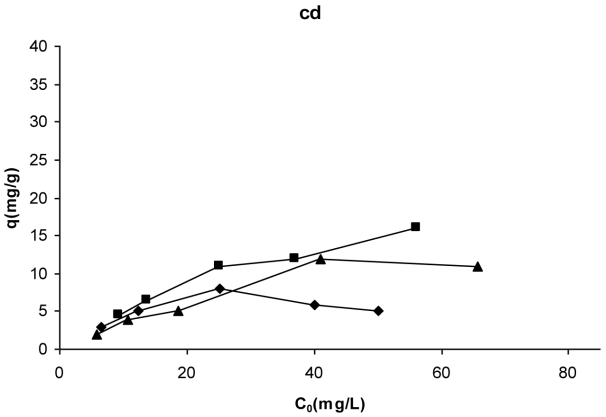
اثر pH در میزان جذب

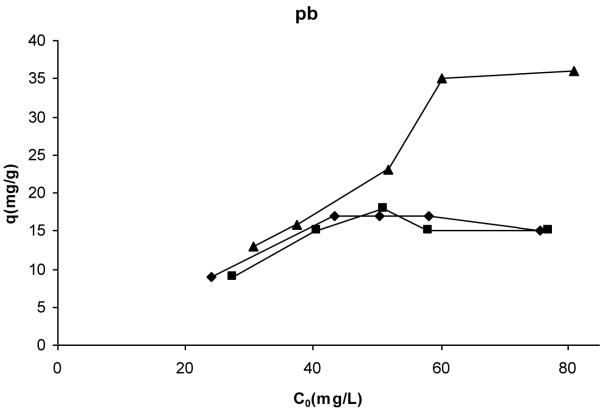
در شکل ۲ اثر pH بر میزان جذب فلز بر واحد جرم جاذب های اصلاح شده نشان داده شده است. غلظت اولیه فلزات ۵۰ میلی گرم در لیتر بوده است و حداکثر و حداقل میزان جذب به ترتیب در pH های ۶ و۲ بدست آمده است.

بررسی تأثیر دوز جاذب

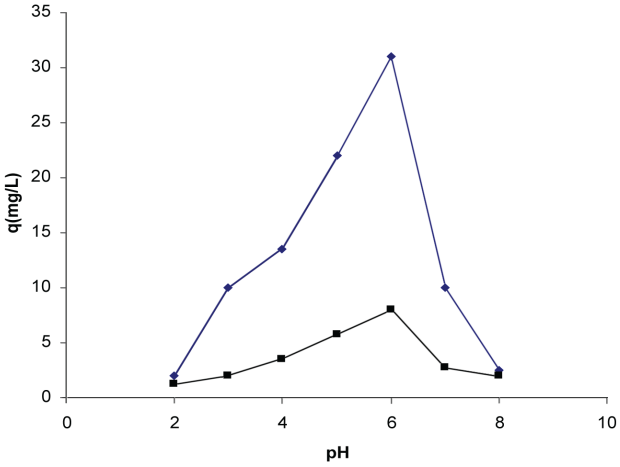
جهت تعیین دز مؤثر جاذب که یکی از پارامترهای بسیار مهم در فرایند جذب می باشد یکسری آزمایشهای جذب در pH =۶ با مقادیر مختلف دز جاذب اصلاح شده انجام شد. جهت انجام این آزمایشها محلولهای با غلظت اولیه یون فلزی برابر ۵۰ میلی گرم در لیتر تهیه شد. خلاصه نتایج درجدول ۱ آمده است.

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 16:06 IRST on Wednesday October 31st 2018





شکل ۱: تاثیر غلظت اولیه یون فلزی بر میزان جذب پوست موز اصلاح شده با آب مقطر (♦) محلول اسیدی (■) و محلول بازی (▲)



شکل ۲: تاثیر pH بر میزان جذب سرب(♦) و کادمیم(■) بر روی پوست موز اصلاح شده

جدول ۱: میزان و درصد جذب سرب و کادمیم برروی دزهای مختلف پوست موز اصلاح شده با محلول بازی

فلز / دزجاذب (mg/g)	Cd^{2+}		Pb^{2+}	
	%A	q(mg/g)	%A	q(mg/g)
۱	۲۶	۱۳	۶۰	۳۰
۲	۲۹	۱۴/۵	۶۶	۳۳
۳	۲۰	۱۰	۵۰	۲۵
۴	۲۰	۱۰	۳۴	۱۷
۵	۱۶	۸	۳۴	۱۷

ایزوترم های جذب

جهت تعیین ایزوترم های جذب از پوست موزهای اصلاح شـده به عنوان جاذب اسـتفاده شد آزمایشـها در pH =۶ و با غلظتهای اولیه مختلف از یونهای فلزی (C_0) انجام شد.

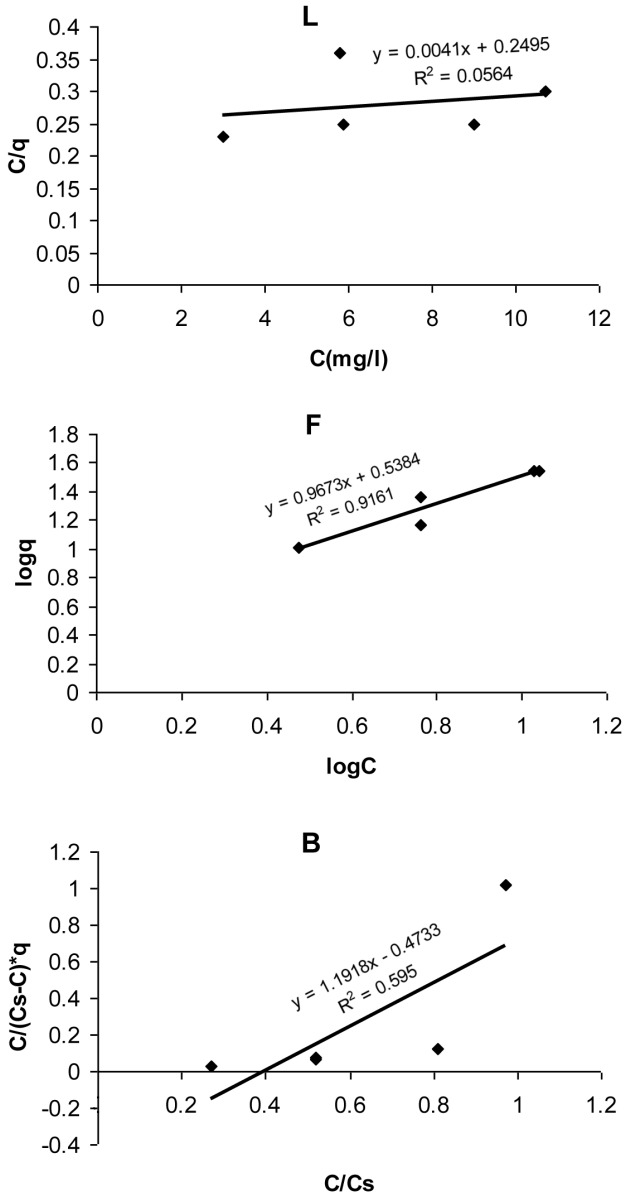
در اشـکال ۳ و۴ مدل های خطی شـده ایزوترم های لانگ میر، فروندلیـچ و بت بر روی داده های حاصل از آزمایشـها جذب سرب و کادمیوم بر روی جاذب تهیه شده از پوست موز اصلاح شده نشان داده شده است. بهترین مدل جذب برای جذب سرب و کادمیوم ایزوترم فروندلیچ بوده است. ضریب همبستگی (R^2) در ایزوتـرم فروندلیچ برای جذب سـرب و کادمیوم به ترتیب ۰/۹۱۶ و ۰/۹۴۸ بدسـت آمده اسـت که بالاتر از مقادیر R^2 در ایزوترمهای بت و لانگ میر بوده است. ضرایب همبستگی و دیگر پارامترهای مدل‌های جذب در جدول۲ نشان داده شده اند.

بحث

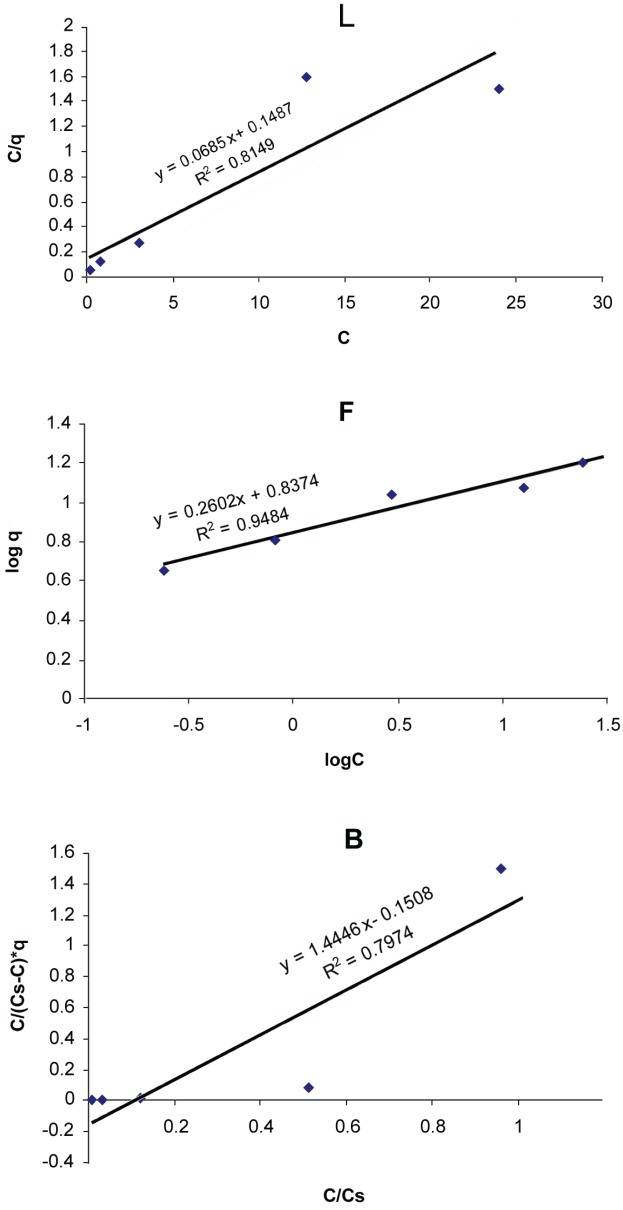
همانگونه که در شکل ۱ نشان داده شده است نتایج حاصل از آزمایشات جذب نشان داد که پوست موزهای اصلاح شده با محلول بازی ظرفیت جذب بیشـتری نسبت به سرب و پوست موزهای اصلاح شـده با محلول اسیدی ظرفیت جذب بیشتری نسبت به کادمیم داشته اند.

وقتی محلولهای بازی در خلل و فرج جاذب های پایه سـلولزی

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 16:06 IRST on Wednesday October 31st 2018



شـــکل۳: نمودارهای حاصـــل از برازش نتایج حاصل از آزمایشـــهای جذب سرب بر روی مدلهای خطی فروند لیچ (F) لانگ میر (L) و بت (B)



شـــکل۴: نمودارهـــای حاصل از برازش نتایج حاصل از آزمایشـــهای جذب کادمیم بر روی مدلهای خطی فروند لیچ (F) لانگ میر (L) و بت (B)

جدول ۲: پارامتر ها و ضرایب همبستگی مدلهای ایزوترم جذب سرب و کادمیم بر روی پوست موز اصلاح شده

ایزوترم / یون فلزی	فروند لیچ			لانگ میر			بت		
	R^2	K_F	n	R^2	q_m	K_L	R^2	q_m	K_B
سرب	۰/۹۱۶	۳/۴۵	۱/۰۳۳	۰/۰۵۶	۲۴۳/۹	۰/۰۱۶	۰/۵۹۵	۰/۶	۳/۵۱
کادمیم	۰/۹۴۸	۶/۸۷	۳/۸۴	۰/۸۱۴	۱۴/۵	۰/۴۶	۰/۷۹۷	۰/۶۲	۱۰/۶

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 16:06 IRST on Wednesday October 31st 2018

نفوذ می‌کند باعث می شـود که سـلولز نوع ۱ به نوع ۲ تبدیل شـود از طرفی با ورود عوامل اسیدی و بازی، کریستالیته سلولز کاهش یافته و باعث می‌شـود که سـطح مخصوص و تخلخل جـاذب افزایش یابد کـه همه این عوامل باعـث افزایش میزان جذب می شوند (۲۰ و ۲۱). این نتایج با نتایجی که محققین دیگر در مطالعات جذب سطحی که بر روی جاذب های اصلاح شده با باز و اسید گرفته اند، مطابقت می نماید (۷ و ۸).

در pH هـای پائین مقادیر یونهای H_3O^+ با یونهای فلزی برای جـذب در جایگاههـای جذب رقابـت می نمایند و با اشـغال سـایتهای جذب باعث کمترشدن ظرفیت جاذب در جذب فلز می شـوند (۲۲). به هنگام تنظیـم pH در صورتیکه pH را از ۶ بالاتر ببریم یونهای فلزی رسوب می کنند و حذف یونهای فلزی از محلول و جداسازی آنها باعث می شود که قبل از عمل جذب یونها حذف شده باشند و به همین علت q نیز با افزایش pH به مقادیر بیشتر از ۶، کاهش می یابد (۲۳).

همانگونه که در جدول ۱ نشـان داده شـده است با افزایش دز جاذب میـزان جذب یون فلزی در واحد جـرم جاذب کاهش یافت ولی راندمان جذب افزایش داشته است. این پدیده به این صورت قابل توجیه است که بعضی از جایگاه های جذب اشباع نشده باقی می مانند (۲۴).

از آنجا که ایزوترم های لانگ میر و فروندلیچ نشـان دهنده تک لایه بودن جذب می باشـد و ایزوترم بت نشان دهنده چند لایه بودن جذب اسـت نتایج حاکی از آن اسـت که جذب یونهای فلزی سـرب و کادمیوم بر روی پوسـت موز اصلاح شـده به صورت تک لایه می باشد (۱۸).

همانگونه که در جدول ۲ دیده می شود مقادیر q_m بدست آمده از مدلهـای لانگ میر و بت که نشـان دهنده مقـدار یون فلزی لازم برای تشـکیل تک لایه می باشـد در جذب سـرب بسیار بالاتر از مقادیر q_m مربوط به جذب کادمیم بوده اسـت و نشان می دهد که مقادیر بیشـتری از فلز برای تشـکیل تک لایه لازم اسـت. به همین دلیل ظرفیت جاذب در جذب سرب بسیار بالا تـر ازجذب کادمیم اسـت. مقدار n و K_F در مـدل فروند لیچ نشـان دهنده انرژی جذب می باشـند و همانگونه که در جدول مشـاهده می شـود در جذب کادمیم این مقادیر بیشتر از مقادیر مربوط به جذب سرب بدست آمده اند. همچنین مقادیر k_1 که از مدل لانگ میر بدسـت می آید نیز نشـان دهنده انرژی جذب می باشـد و نشـان می دهد که انرژی جـذب در فرایند جذب کادمیم بیشتر از این مقدار در جذب سرب است. بنابراین نتایج هر دو مدل فروندلیچ و لانگ میر نشان می دهد که انرژی جذب کادمیم بیشتر از انرژی جذب سرب می باشد.

به طور کلی از مطالعه ایزوترم ها بر می آید که جذب کادمیم بر روی پوسـت موز اصلاح شـده با قدرت و انرژی جذب بیشتر صورت می گیرد هرچند ظرفیت جذب این جاذب برای جذب سرب بیشـتر از کادمیم می باشد. عوامل مختلفی از قبیل شعاع یونهای فلزی، طبیعت پارامگنتیک و الکترونگاتیوی در راندمان و قدرت جذب تأ ثیر دارند.

در جدول ۳ نتایج بدسـت آمـده از این مطالعه با نتایج حاصل از مطالعات مشـابه مقایسه شـده اند. باتوجه به ظرفیت جذب بدسـت آمده میتوان گفت که پوست موز توانائی رقابت با دیگر جاذب های طبیعی را دارد.

نتیجه گیری

تحقیـق حاضر نشـان داد که پوسـت موز اصلاح شـده با محلول بازی نسبت به پوسـت موزهای اصلاح شده با محلول اسـیدی و آب مقطر کارائی بالاتری برای جذب سطحی سرب و پوسـت موز اصلاح شـده با محلول اسیدی نسبت به پوست موزهای اصلاح شده با محلول بازی و آب مقطر کارائی بالاتری بـرای جذب سـطحی کادمیـوم دارد و از این جـاذب با توجه بـه قیمت ارزان و سـادگی تهیه و اصلاح آن مـی توان جهت حذف فلزات سـنگین از محیطهای آبی بخصوص فاضلاب ها بهـره گرفت. این جـاذب ارزان قیمت قادر اسـت به ترتیب تا حد۳۶ و۱۶ میلی گرم سـرب و کادمیوم را بر روی خود جذب

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 16:06 IRST on Wednesday October 31st 2018

جدول۳: مقایسه نتایج حاصل از مطالعه حاضر و نتایج مطالعات مشابه

جاذب	عامل اصلاح کننده	فلز سنگین	ظرفیت جذب (میلیگرم برگرم)	منبع
خاک اره	سدیم هیدروکسید	کادمیم	۷۳/۶	۲۵
خاک اره	اسید سولفوریک	سرب	۹/۷۸	۲۹
شلتوک برنج	آب	کادمیم	۸/۵	۲۶
شلتوک برنج	سدیم هیدروکسید	کادمیم	۲۰/۲۴	۲۶
شلتوک برنج	سدیم بیکربنات	کادمیم	۱۶/۱۸	۲۶
شلتوک برنج	سدیم بیکربنات	کادمیم	۰/۰۱	۱۴
پوست موز	اسید نیتریک	مس	۱۳/۴۶	۲۷
یونجه	سدیم هیدروکسید	سرب	۸۹/۲	۹
خاکستر باگاس	پراکسید هیدروژن	سرب	۲/۵	۲۸
پوست موز	سدیم هیدروکسید	سرب	۳۶	مطالعه حاضر
پوست موز	اسید نیتریک	کادمیم	۱۶	مطالعه حاضر

سطحی کند. پارامترهای بهره برداری شامل غلظت اولیه فلز، دز جاذب وpH در راندمان جذب تاثیرشدید دارد. ماکزیمم حذف سرب و کادمیوم در دز ۲ گرم در لیتر ازپوست موز اصلاح شده بدســت می آید. در pH=۶ راندمان جذب به حداکثر میرسد و بــا افزایش غلظت اولیه فلز در محلول میزان جذب روی جاذب افزایش می یابد. فرایند جذب از مدل فروند لیچ تبعیت میکند و نشان میدهد که جذب به صورت تک لایه اتفاق میافتد. ظرفیت جذب ســرب بر روی این جاذب بالا تر از جذب کادمیم است ولی جذب کادمیم با قدرت بیشتری انجام میگیرد.

منابع

1. Shukla SR, Pai RS. Adsorption of Cu (II), Ni (II) and Zn (II) on modified jute fibers . Bioresource Technology 2005; 96: 1430-1438.
2. Esalah JO, Weber ME, Vera JH. Removal of lead, cadmium and zinc from aqueous solutions by precipitation with sodium di-(n-octyl) phosphinate. Canadian Journal of Chemistry. 2000; 78: 948-954.
3. Cardoso VdA, Souza AGd, Sartoratto PPC, Nunes LM. The ionic exchange process of cobalt, nickel and copper(II) in alkaline and acid-layered titanates. Colloid surface. A: Physicochemical Engineering Aspects. 2004; 248: 145-149.
4. Weirich DB, Hari R, Xue H, Behra P, Sigg L. Adsorption of Cu, Cd, and Ni on goethite in the presence of natural groundwater ligands. Environmental Technology. 2002; 36: 328 -336
5. Zhou D, Zhang L, Zhou J, Guo S. Cellulose/chitin beads for adsorption of heavy metals in aqueous solution. Water Research. 2004; 38: 2643-2650.
6. Bailey. SE, Olin TJ, Bricka RM, Adrian DD. A review of potentially low-cost sorbents for heavy metals. Water Research. 1999; 33: 2469-2479
7. Wan Ngah WS, Hanafiah MAKM. Removal of heavy metal ions from wastewater by chemically modified plant wastes as adsorbents: A review. 2008; 99 (10): 3935-3943
8. Tarley CRT, Ferreira SLC, Arruda MAZ. Use of modified rice husks as a natural solid adsorbent of trace metals: characterization and development of an on-line preconcentration system for cadmium and lead determination by FAAS. Microchemical Journal. 2004; 77: 163-175.

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 16:06 IRST on Wednesday October 31st 2018

9.Tiemann. KJ, Gamez G, Dokken K, Parsons JG, Gardea-Torresdey JL. Chemical modification and X-ray absorption studies for lead (II) binding by Medicago sativa biomass. Microchemical Journal. 2002; 71: 287-293.

10.Li Q, Zhai J, Zhang W, Wang M, Zhou J. Kinetic studies of adsorption of Pb (II), Cr (III) and Cu (II) from aqueous solution by sawdust and modified peanut husk. Journal of Hazardous Material. 2006; 141: 163–167.

11.Junior OK, Gurgel LVA, de Melo JCP, Botaro VR, Melo TMS, de Freitas Gil RP, Gil LF. Adsorption of heavy metal ion from aqueous single metal solution by chemically modified sugarcane bagasse. Bioresource Technology. 2007 ; 98:1291–1297.

12.Nabi GH, Fazelipishe H. Adsorption of heavy metals by sawdust. Journal of Environmental Studies. 1998; 24:15-22

13.Esmailian M, Taebi A, Amirshahi H. Use of chitosan as an adsorbent for decolorisation of textile wastewater. Polymer Science and Technology. 1999; 4:237-246

14. Shahmohammadi Z, Moazed H, Jafarzadeh N, Haghighatjoo P. Removal of Cd^{2+} from dilute aqueous solutions by by rice husk. Water and Wastewater. 2008;67:27-33

15.Karnitz JrO, Gurgel LVA, Júlio César Perin de Melo JC, Botaro VR, Sacramento Melo TM, de Freitas Gil RP, and Frédéric Gil L. Aqueous single metal solution by chemically modified sugarcane bagasse. Bioresource Technology. 2007 ;89: 1291-1297

16.Marshall WE, Wartelle LH, Boler DE, Johns MM, Toles CA. Enhanced metal adsorption by soybean hulls modified with citric acid. Bioresource Technology. 1999 ;69: 263-268

17.Argun ME, Dursun S. A new approach to modification of natural adsorbent for heavy metal adsorption. Bioresource Technology. 2008; 99(7): 2516-2527

18.Sciban M, Radetic B, Kevresan Z, Klasnja M. Adsorption of heavy metals from electroplating wastewater by wood sawdust. Bioresource Technology. 2007; 98: 402-409.

19.Altın O, Özbelge HÖ, Dogu T. Use of general purpose adsorption isotherms for heavy metal–clay mineral interactions. Journal of Colloid and Interface Science. 1998 ;198: 130-140.

20.Sciban M, Klasnja M, Skrbic B. Modified softwood sawdust as adsorbent of heavy metal ions from water. Journal of Hazardous Material. 2006; 136: 266-271

21.Gurgel LVA, Junior OK, Gil RPF, Gil LF. Adsorption of Cu(II), Cd(II), and Pb(II) from aqueous single metal solution by cellulose and mercerized cellulose chemically modified with succinic anhydride. Bioresource Technology. 2008; 99: 3077-3083

22.Taty VC, Costodes Fauduet H, Porte C, Delacroix A. Removal of Cd(II) and Pb(II) ions, from aqueous solutions, by adsorption onto sawdust of Pinus sylvestris. Journal of Hazardous Material. 2003; 105:121-142.

23.Sud D, Mahajan G, Kaur MP. Agricultural waste material as potential adsorbent for sequestering heavy metal ions from aqueous solutions – A review. Bioresource Technology. 2008; 99: 6017-6027.

24.Raji C, Anirudhan TS. Kinetics of Pb (II) adsorption by polyacrylamide grafted sawdust. Indian journal of Chemical Technology. 1997 ;4: 157-162.

25. Memon SQ, Memon N, Shah SW, Khuhawar MY, Bhanger MI. Saw dust- a green and economical sorbent for removal of cadmium ions. Journal of Hazardous Material. 2007; 139; 116-121

26.Kumar U, Bandyopadhyay M. Sorption of cadmium from aqueous solution using pretreated rice husk. Bioresource Technology. 2006; 97, 104-109.

27.Low KS, Lee CK, Leo AC. Removal of metals from electroplating wastes using banana pith. Bioresource Technology. 1995; 51, 227–231.

28.Gupta VK, Ali I, Removal of lead and cadmium from wastewater using bagass fly ash- a sugar industry waste. J. Colloid Interface Science. 2004; 271, 321-328.

29.Taty VC, Costodes Fauduet H, Porte C, Delacroix A. Removal of Cd(II) and Pb(II) ions, from aqueous solutions, by adsorption onto sawdust of Pinus sylvestris. Journal of Hazardous Material. 2003; 105, 121-142.

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 16:06 IRST on Wednesday October 31st 2018

Heavy Metal Removal from Aqueous Solution by Adsorption on Modified Banana Shell

*[1] MR. Mehrasbi, [1]Z. Farahmand kia

[1]Department of Environmental Health, School of Public Health, Zanjan University of Medical Sciences, Zanjan, Iran

Received 15 October 2008; Accepted 16 December 2008

ABSTRACT

Background and Objectives: Heavy Metals in Water resources is one of the most important environmental problems of countries. Up to now various methods of removing of these metals is considered, which is including using of low prices materials. In this study the potential of banana shells was assessed for adsorption of heavy metal ions such as Pb^{2+} and Cd^{2+} from aqueous solution.

Materials and Methods: Banana shells were pretreated separately with 0.4 mol/L NaOH, 0.4 mol/L HNO_3 and distilled water and their adsorption ability were compared. Batch adsorption experiments were carried out as a function of the initial ion concentration, pH and adsorbent dosage. Adsorption isotherms of metal ions on adsorbents were determined and correlated with common isotherm equations such as Lungmuir, Freundlich and BET models.

Results: The maximum adsorption capacities were achieved by alkali modified banana shells (36 mg/g) for Pb^{2+} and by acidic modified banana shells (16 mg/g) for Cd^{2+}. Experimental results showed that the best pH for adsorption was 6 and the adsorption values decreased with lowering pH. Isotherm models indicated best fit for Freundlich model for modified banana shells.

Conclusion: In comparing the parameters of models, it was observed that the capacity of banana shells for adsorption of lead is higher than for adsorption of cadmium, but the adsorption of cadmium is stronger than the adsorption of lead.

Keywords: Adsorption; heavy metal; low cost adsorbent; banana shell; plant waste

***Corresponding Author:** *zmehr@zums.ac.ir*
***Tel:** +98 241 7273128, **Fax:** +98 241 7273153*