



بست و یکمین کنفرانس هشتای ایران

۶ و ۷ اسفند ماه ۱۳۹۳ دانشگاه اصفهان

بررسی ایزوترم های جذب توریم از محلول های شدیداً اسیدی توسط جاذب های زیستی

اکبر بویری منجی^{۱، ۲}، قاسم شاهمرادی^۲، محمد حسن ملاح^۲ و وائیک قلی پور^۱

^۱ دانشگاه خوارزمی، دانشکده علوم، گروه شیمی

^۲ پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای، پژوهشکده چرخه سوخت هسته ای

چکیده:

در این بررسی جاذب های زیستی مختلف به منظور جذب یون توریم (IV) مورد بررسی و مطالعه قرار گرفتند. از بین جاذب های زیستی آزمایش شده، سبوس برنج و سبوس گندم به دلیل راندمان جذب بالا در محیط های شدیداً اسیدی، انتخاب گردیدند. در اسیدنیتریک M ، ظرفیت های جذب حاصل از ایزوترم های توزیع برای سبوس برنج و گندم به ترتیب مقادیر $49/3$ و $38/7$ میلی گرم بر گرم را نمایان ساختند. به علاوه، منحنی های توزیع برای سبوس برنج و گندم به ترتیب در کمتر از ۲ و ۱۰ دقیقه به دست آمد. اندازه ذرات جاذب در محدوده ۲۵۰ تا ۴۰۰، بر روی راندمان جذب بی تاثیر است. راندمان های جذب در محدوده ۲۰۰ تا ۳۰۰۰ میلی گرم بر لیتر به ازاء ۱ گرم از جاذب ثابت بدست آمد.

کلید واژه: توریم، پسماندهای کشاورزی، میکروارگانسیم ها، جداسازی

مقدمه:

در طی چند دهه گذشته به دلایل مسائل اقتصادی، استفاده از جاذب های زیستی در حذف/جداسازی فلزات سنگین مرکز توجه بسیار بوده است. تا کنون پژوهشگران مطالعات فراوانی را در خصوص جداسازی توریم با استفاده از جاذب های زیستی انجام داده اند. همانگونه که از گزارشات مشاهده می شود، کلیه پژوهش ها توسط میکروارگانسیم ها و در محلول هایی با PH $3/5$ تا $4/0$ انجام گرفته است و قریب به یقین تاکنون در محلول های شدیداً اسیدی مطالعه ای انجام نشده است. همچنین برخلاف میکروارگانسیم ها، جاذب های زیستی دیگر کمتر مورد مطالعه قرار گرفته اند. بنابراین در این تحقیق، ۸ نوع مختلف از پسماندهای کشاورزی شامل سبوس برنج، سبوس گندم، برگ درخت چنار، پوسته برنج، پوست پرتقال، پوست لیمو، خاک اره درخت کاج، و تفاله چای کارخانه مورد بررسی و کارآمدترین آنها انتخاب شدند [۹-۱].

روش کار:

مواد و دستگاه های مورد نیاز

کلیه مواد مورد استفاده دارای خلوص آزمایشگاهی (ساخت کارخانه مرک آلمان) می باشند. برای تهیه محلولهای استاندارد مادر (غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر)، مقادیر مناسب از نمک نترات توریم $(Th(NO_3)_4 \cdot 5H_2O)$ توزین



بیست و یکمین کنفرانس هشتای ایران

۱۷ و ۱۸ اسفند ماه ۱۳۹۳ دانشگاه اصفهان

شده و پس از انحلال در آب مقطر به حجم ۱۰۰۰ میلی لیتر رسانده شدند. جهت اندازه گیری غلظت یون توریم از دستگاه طیف سنج نشراتی با پلاسمای جفت شده القایی (Perkin-Elmer Optima 7300 DV) استفاده شد. همچنین از یک متر pH (Metrohm model 744 digital meter) و یک شیکر (Gallenkamp Orbital shaker incubator) به ترتیب برای تنظیم pH و بهم زدن محلول استفاده شد.

تهیه جاذب های زیستی

سبوس برنج، سبوس گندم و ساقه برنج از کارخانه های صنعتی فرآوری برنج واقع در استان مازندران، پوست پرتقال و پوست لیمو از کارخانه آبمیوه گیری واقع در استان تهران، خاک اره صنوبر از کارگاه چوب بری واقع در استان تهران و ضایعات چای از کارخانه تولید چای واقع در استان گیلان، شهر لاهیجان جمع آوری شدند. سپس، به منظور حذف آلودگی های احتمالی سطحی، جاذب ها با آب بدون یون تماس داده شدند. این فرآیند سه بار تکرار و در نهایت جاذب ها در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت در آون خشک گردیدند.

روش تحقیق

۱۰ میلی لیتر از محلول شبیه سازی شده با غلظت مشخصی از توریم به همراه مقدار معینی از جاذب به مدت ۱۵ دقیقه تماس داده شد. پس از این مرحله، محلول با استفاده از کاغذ صافی، فیلتر گردید و در نهایت محلول صاف شده برای اندازه گیری غلظت توریم (که از آن راندمان جذب طبق فرمول ۱ بدست می آید)، با استفاده از تکنیک طیف سنجی نوری- پلاسمای جفت شده القایی (ICP-OES) مورد بررسی قرار گرفت. در این فرمول R درصد توریم استخراج شده از فاز محلول، C_0 غلظت اولیه محلول بر حسب میلی گرم بر لیتر، C_e غلظت تعادلی محلول بر حسب میلی گرم بر لیتر می باشد.

$$*100 R(\%) = (C_0 - C_e / C_0) \quad (1)$$

صرفنظر از اشکالی که دارای توضیحات مجزایی در ذیل خود می باشند، دیگر آزمایشات در شرایط pH محلول، ۰/۶- مولار، وزن جاذب ۵۰ میلی گرم، غلظت یون توریم ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر انجام شده است.

نتایج و بحث

انتخاب جاذب و بهینه سازی

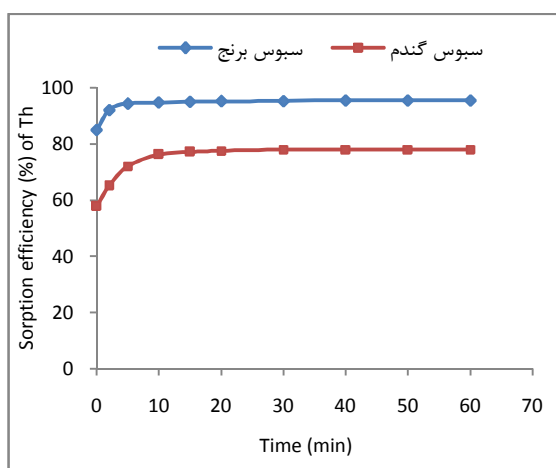
با توجه به اهمیت اسید نیتریک در جداسازی و خالص سازی یون توریم، این اسید در کلیه آزمایشات این پژوهش به کارگیری شد. همانطور که در شکل ۱ مشاهده می شود، به استثناء سبوس برنج راندمان جذب تمام جاذب های زیست محیطی با کاهش دادن pH، شدیداً کاهش می یابد که این به دلیل رقابت بین یون های هیدروژن با یون های توریم برای جذب در محل های پیوند جاذب است که دلیل ذکر شده با گزارشات قبلی منطبق است [۱۰]. با توجه به راندمان بالای سبوس برنج و گندم در محیط اسیدی قوی، این جاذب ها به عنوان جاذب برتر برای



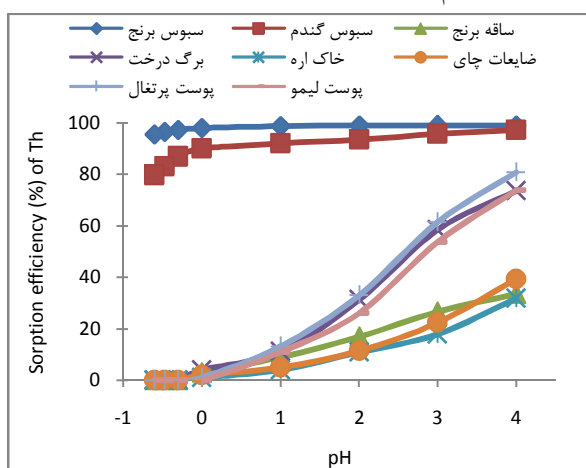
بیست و یکمین کنفرانس هشتای ایران

۶ و ۷ اسفند ماه ۱۳۹۳ دانشگاه اصفهان

آزمایشات بعدی انتخاب شدند. همچنین به دلیل اهمیت جداسازی یون توریم از محیط های شدیداً اسیدی، ۰/۶ - pH = برای آزمایشات در نظر گرفته شد. سبوس برنج و گندم از سرعت جذب بالا برخوردار بوده و به سرعت یون توریم را از محلول های اسیدی قوی جذب می کنند. همان طور که در شکل ۲ دیده می شود، سرعت های جذب دارای شیب تند می باشد و منحنی های توزیع برای سبوس برنج و سبوس گندم در کمتر از ۲ و ۱۰ دقیقه به ترتیب بین محلول آبی و جاذب زیست محیطی برقرار می شود. برای اطمینان در برقراری تعادل بین جاذب زیست محیطی و محلول توریم، زمان تماس برای آزمایشات بعدی، ۱۵ دقیقه در نظر گرفته شد.

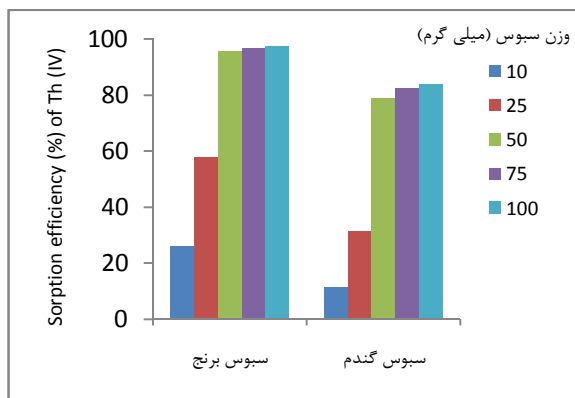


شکل ۲. وابستگی زمانی جذب توریم بر روی جاذب.

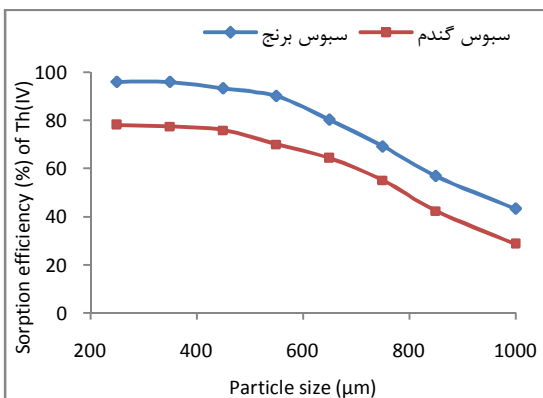


شکل ۱. اثر pH بر روی جذب توریم با جاذب های زیستی مختلف.

نسبت مقدار سبوس بر حسب گرم، به محلول توریم بر حسب میلی لیتر، بررسی شد. همان طور که در شکل ۳ مشاهده می شود، جذب یون توریم با افزایش مقدار جاذب بهبود یافت. راندمان جذب توریم تقریباً در نسبت فازهای ۱ به ۲۰۰، ۱ به ۱۳۳ و ۱ به ۱۰۰ برابر است. به دلیل مصرف کمتر جاذب، مقدار ۱ به ۲۰۰ برای مطالعات در نظر گرفته شد.



شکل ۴. تاثیر اندازه سبوس برنج و گندم بر روی راندمان جذب توریم.



شکل ۳. تاثیر نسبت فاز بر روی راندمان جذب توریم.



بیست و یکمین کنفرانس هسته‌ای ایران

۶ و ۷ اسفند ماه ۱۳۹۳ دانشگاه اصفهان

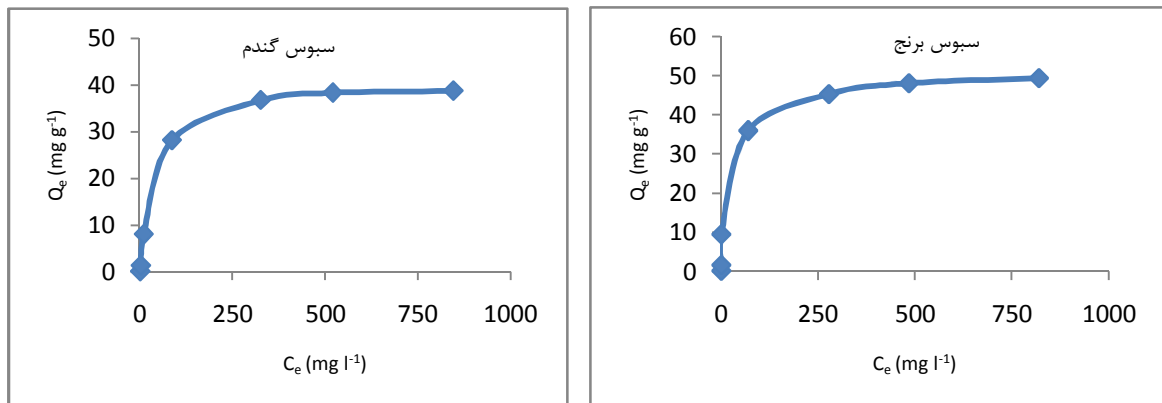
همچنین اثر اندازه ذره بر روی جذب توریم مورد بررسی قرار گرفت. همان طور که در شکل ۴ مشاهده می شود، اندازه ذره در جذب های منتخب در محدوده ۲۵۰ تا ۴۰۰، بر روی راندمان جذب تاثیر چندانی نداشته است.

ایزوترم توزیع و ظرفیت جذب

در این مرحله با مشاهده نتایج آنالیز، ظرفیت جذب طبق فرمول ۲ بدست می آید. در این فرمول q ظرفیت جذب، C_0 غلظت اولیه محلول بر حسب میلی گرم بر لیتر، C_e غلظت تعادلی محلول بر حسب میلی گرم بر لیتر، m وزن خشک جذب بر حسب گرم و V حجم محلول بر حسب لیتر می باشد.

$$*Vq = (C_0 - C_e)/m \quad (2)$$

در شکل ۵، میلی گرم توریم جذب شده بر گرم جذب (Q_e) بر حسب غلظت تعادلی (C_e) به عنوان ایزوترم جذب ترسیم شده است. قسمت افقی ایزوترم توزیع برای بدست آوردن ظرفیت جذب مورد استفاده قرار می گیرد. براساس نتایج بدست آمده، بیشترین مقدار ظرفیت جذب برای سبوس برنج و گندم به ترتیب ۴۹/۳ و ۳۸/۷ میلی گرم بر گرم بدست آمد.



شکل ۵. ظرفیت جذب یون توریم بر روی جذب.

راندمان جذب و تکرارپذیری سبوس در غلظت های مختلف از یون توریم

نتایج در جدول ۱ نشان می دهد که در صد جذب توریم در محدوده غلظت ۱۰ تا ۱۵۰ (۲۰۰ تا ۳۰۰۰ میلی گرم بر لیتر به ازاء ۱ گرم از جذب) میلی گرم بر لیتر ثابت است.

جدول ۱. راندمان جذب و تکرارپذیری سبوس در غلظت های مختلف از توریم

نوع جذب	غلظت یون توریم (mg L ⁻¹)	تعداد آزمایشات						$\bar{x} \pm S.D.$	R.S.D. (%)
		1	2	3	4	5	6		
سبوس	2	49.2	49.0	50.4	50.3	51.6	49.8	50.3±0.94	1.89
برنج									



بیست و یکمین کنفرانس هسته‌ای ایران

۶ و ۷ اسفند ماه ۱۳۹۳ دانشگاه اصفهان

	10	90.3	89.8	90.2	89.1	92.9	88.7	90.2±1.48	1.64
	50	97.7	97.1	95.8	98.3	97.5	96.3	97.1±0.92	0.95
	150	91.2	93.2	92.6	91.8	90.3	92.4	91.9±1.04	1.14
	250	72.0	70.7	71.4	73.5	72.6	70.8	71.8±1.09	1.51
	1000	23.1	23.7	22.4	21.8	20.6	24.7	22.7±1.44	6.37
سبوس گندم	2	31.7	32.4	32.1	31.2	32.3	30.9	32.2±0.62	1.93
	10	71.4	71.9	73.5	72.6	72.3	70.8	72.1±0.94	1.31
	50	79.3	80.2	78.8	78.4	79.1	78.9	79.1±0.61	0.77
	150	70.1	71.8	69.1	68.9	70.4	70.2	70.8±1.04	1.48
	250	54.2	56.1	56.7	55.9	55.1	54.8	55.5±0.93	1.67
	1000	16.1	15.0	14.5	16.7	16.3	15.8	15.7±0.82	5.28

pH محلول، ۶/۰- مولار؛ وزن جاذب، ۵۰ میلی گرم؛ زمان تماس، ۱۵ دقیقه؛ حجم نمونه، ۱۰ میلی لیتر. داده ها برحسب درصد کاتیون جذب شده توسط جاذب می باشند.

نتیجه گیری

نتایج بدست آمده نشان می دهد که پسماندهای کشاورزی به دلیل مزایای عملیاتی و اقتصادی این پتانسیل را دارند که به عنوان جاذب زیست محیطی در مقیاس صنعتی مورد استفاده قرار گیرند. با توجه به مزایای فوق این جاذب ها می توانند در بخش های صنعتی شامل مدیریت پسمانداری هسته ای، فرآوری توریم از سنگ های حاوی توریم، جداسازی توریم از لاتانیدها و بازفرآوری توریم از سوخت های هسته ای مصرف شده، مورد استفاده قرار گیرند.

مراجع:

1. Vijayaraghavan K, Yun Y-S, Chemical modification and immobilization of *Corynebacterium glutamicum* for biosorption of reactive black 5 from aqueous solution. *Ind Eng Chem Res* 46:608–617 (2007)
2. Veglio F, Beolchini F, Removal of metals by biosorption: a review. *Hydrometallurgy* 44:301–316 (1997)
3. Kapoor A, Viraraghavan T, In: Wase J, Forster C (eds) *Biosorbents for metal ions*. Taylor and Francis, London (1997)
4. Tsezos M, Biosorption of metals: the experience accumulated and the outlook for technology development. *Hydrometallurgy* 59:241–243 (2001)
5. Vijayaraghavan K, Yun YS, Bacterial biosorbents and biosorption. *Biotechnol Adv* 26:266–291 (2008)
6. Sar P, D'Souza SF, Biosorption of thorium (IV) by a *Pseudomonas* biomass. *Biotechnol Lett* 24:239–243 (2002)



بیست و یکمین کنفرانس هسته ای ایران

۶ و ۷ اسفند ماه ۱۳۹۳ دانشگاه اصفهان

7. Nakajima A, Tsuruta T, Competitive biosorption of thorium and uranium by *Micrococcus luteus*. *J Radioanal Nucl Chem* 260(1):13–18 (2004)
8. Bhainsa KC, D'Souza SF, Thorium biosorption by *Aspergillus fumigatus*, a filamentous fungal biomass. *J Hazard Mater* 165:670–676 (2009)
9. Tsezos M, Volesky B, The mechanism of thorium biosorption by *Rhizopus arrhizus*. *Biotechnol Bioeng* 24(4):955–969 (1982)
10. Das N, Remediation of radionuclide pollutants through biosorption – an overview. *Clean –Soil, Air, Water* 40:16–23 (2012)