



# بیست و یکمین کنفرانس هشتای ایران

۱۷ و ۱۸ اسفند ماه ۱۳۹۳ دانشگاه اصفهان

## استفاده از عامل کاهنده روی جهت بهبود فرآیند جذب اورانیوم بر روی جاذب های زیستی

اکبر، بوییری منجی: محمد، حسن ملاح: وانیک، قلی پور

<sup>۱</sup> دانشگاه خوارزمی، دانشکده علوم، گروه شیمی

<sup>۲</sup> پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای، پژوهشکده چرخه سوخت هسته ای

### چکیده

در این تحقیق جذب یون اورانیوم بر روی جاذب های زیستی مختلف در حضور عامل کاهنده روی و عامل پایدار کننده اسکوربیک اسید مطالعه شد. آزمایشات به روش پیوسته نشان داد که راندمان جذب یون اورانیوم بر روی سبوس برنج در حضور ۱ گرم روی گرانوله (عامل کاهنده) و ۱۰ میلی گرم اسکوربیک اسید (عامل پایدارکننده) به مراتب نسبت به جاذب زیستی دیگر بالاتر است. با افزایش مقدار روی راندمان جذب اورانیوم از ۱۴ درصد به ۹۸ درصد ارتقاء داده شد. ظرفیت جذب بدست آمده از ایزوترم توزیع مقدار ۴۲/۹ میلی گرم بر گرم را نشان داد. منحنی تعادل جذب در کمتر از ۵ دقیقه بدست آمد. همچنین راندمان بهینه جذب اورانیوم بر روی جاذب، در نسبت فاز ۱ به ۱۳۳ بدست آمد.

**کلید واژه:** اورانیوم، ضایعات کشاورزی، روی، جداسازی

### مقدمه:

همواره در صنعت فرایندهای جداسازی نظیر تبادل یون، ترسیب، همرسوبی، استخراج حلالی و غیره مورد ارزیابی و استفاده قرار گرفته است. هرچند استفاده از این فرایندها مزایایی به همراه دارند ولی از مشکلاتی نظیر دفع حجم وسیعی از مواد استخراج کننده و آلی، فاکتور غنی سازی کم و فرایندهای استخراج طولانی مدت برخوردار بوده اند [۱ و ۲]. با در نظر گرفتن معضلات اقتصادی و عملیاتی مربوط به تکنیک های فوق و با توجه به اینکه یون اورانیوم اغلب در لیچ لیکورهای اسیدی یا شدیداً اسیدی بدست آمده از استخراج معدن، پالایشگاه های استخراج و جداسازی به دست می آید، بنابراین یافتن جاذب/جاذب هایی که بتوانند به صورت کارآمد این رادیو نوکلئید را از محیط های آبی واقعی جدا کنند ضروری به نظر می رسد. بررسی مطالعات انجام گرفته در گذشته در رابطه با جذب اورانیوم توسط جاذب های زیستی نشان می دهد که اکثر مطالعات توسط میکروارگانسیم ها و در محلول هایی با PH ۳/۰ تا ۵/۵ 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 ضایعات کشاورزی شامل سبوس برنج، سبوس گندم، پوسته برنج، پوست پرتقال، پوست لیمو، خاک اره درخت کاج، و تفاله چای کارخانه مورد بررسی شدند [۱۰-۳].



# بیست و یکمین کنفرانس هشتای ایران

۶ و ۷ اسفند ماه ۱۳۹۳ دانشگاه اصفهان

## روش کار:

### مواد و دستگاه های مورد نیاز

کلید 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 نیترات اورانیل  $(\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$  توزین شده و پس از انحلال در آب مقطر به حجم ۱۰۰۰ میلی لیتر رسانده شدند. جهت اندازه گیری غلظت یون اورانیوم از دستگاه طیف سنج نشراتی با پلاسمای جفت شده القایی (Perkin-Elmer Optima 7300 DV) استفاده شد. همچنین از یک شیکر (Gallenkamp Orbital shaker incubator) برای بهم زدن محلول استفاده شد.

### تهیه جاذب های زیستی

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

### روش تحقیق

۱۰ میلی لیتر از محلول اورانیوم با غلظت ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر به همراه ۱ گرم روی گرانوله و ۱۰ میلی گرم اسکوریبک در محیط اسید کلریدریک ۴ مولار تهیه شد. پس از گذشت زمان ۳۰ دقیقه واکنش (زمان تبدیل یون  $\text{UO}_2^{2+}$  به یون  $\text{U}^{4+}$ )، محلول فوق به مدت ۱۰ دقیقه با ۷۵ میلی گرم از جاذب تماس داده شد. پس از این مرحله، محلول با استفاده از کاغذ صافی، فیلتر شد. محلول صاف شده در پایان برای اندازه گیری غلظت اورانیوم (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 خواهند گرفت. در این فرمول R درصد اورانیوم 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.

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

### نتایج و بحث

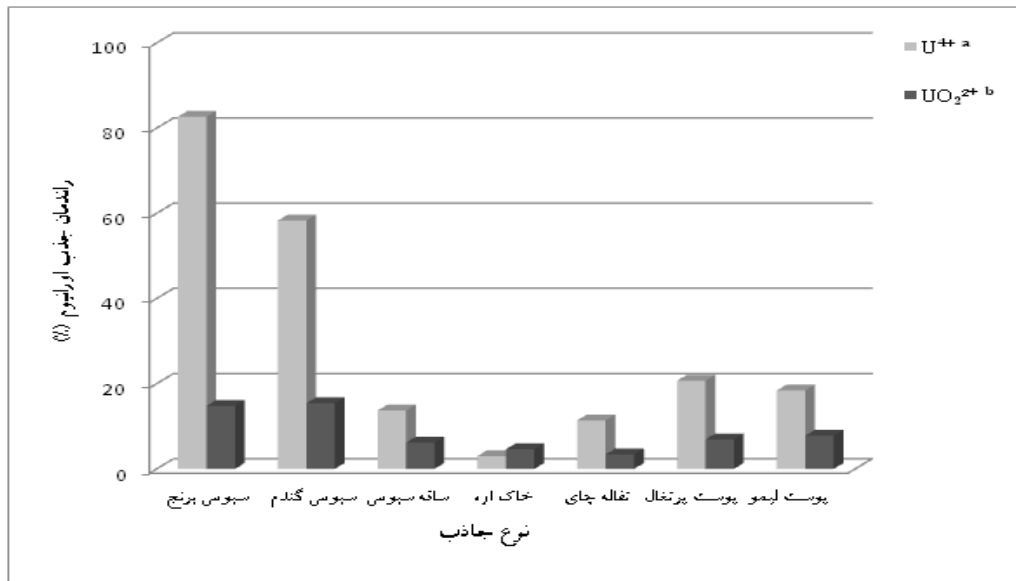
یون اورانیوم در محلول ها غالباً به دو حالت  $\text{U}^{4+}$  و  $\text{UO}_2^{2+}$  وجود دارد. در محلول های اسید کلریدریک، یون  $\text{U}^{4+}$  با کاهش دادن یون اورانیل ( $\text{UO}_2^{2+}$ ) توسط یک عامل کاهنده (روی) و یک عامل پایدار کننده (اسکوریبک اسید)



# بیست و یکمین کنفرانس هسته‌ای ایران

۶ و ۷ اسفند ماه ۱۳۹۳ دانشگاه اصفهان

بدست می‌آید. در این قسمت از آزمایش جذب هر دو یون اورانیوم بر روی جاذب‌های مختلف بررسی می‌شود [۱۱-۱۲]. در شکل ۱ درصد یون‌های  $U^{4+}$  و  $UO_2^{2+}$  جذب شده به عنوان تابعی از جاذب‌های زیستی گوناگون ترسیم شده است. همانطور که مشاهده می‌شود به استثناء جذب یون  $U^{4+}$  بر روی سبوس برنج (۸۲/۷)، راندمان جذب تمام جاذب‌های زیست محیطی پایین است که این به دلیل رقابت بین یون‌های هیدروژن با یون‌های اورانیوم برای جذب در محل‌های پیوند جاذب است که دلیل ذکر شده با گزارشات قبلی منطبق است [۱۳]. با توجه به راندمان بالای سبوس برنج در محیط اسیدی قوی، این جاذب به عنوان جاذب برتر انتخاب شد و تمام آزمایشات بعدی در محیط اسید کلریدریک ۴ مولار و در حضور عامل کاهنده روی و اسکورییک اسید انجام گرفت.



شکل ۱. راندمان جذب  $U^{4+}$  و  $UO_2^{2+}$  بر روی جاذب‌های زیستی مختلف.

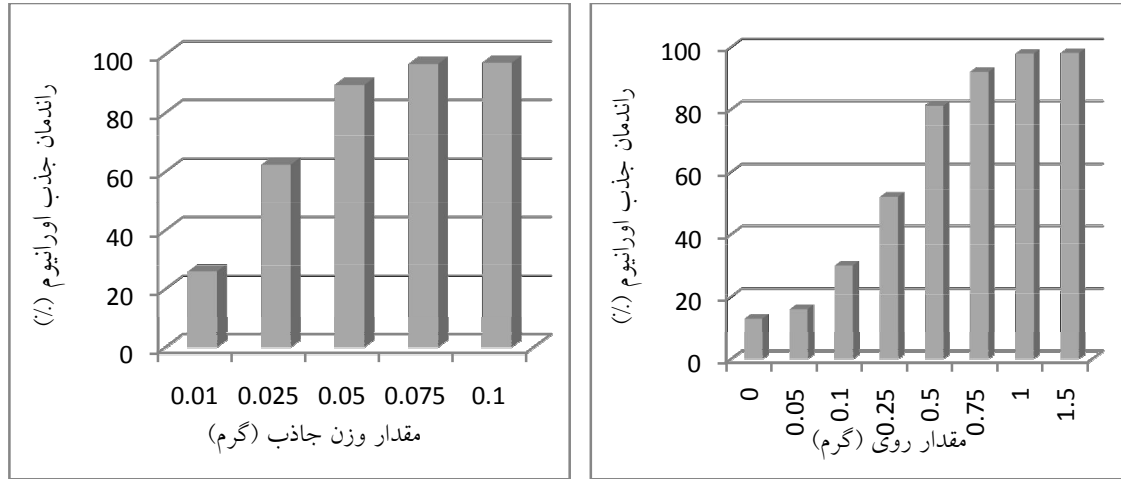
<sup>a</sup> وزن روی، ۰/۵ گرم. <sup>b</sup> بدون حضور عامل کاهنده روی.

در این قسمت از آزمایش، اثر مقدار روی بر روی راندمان جذب اورانیوم توسط سبوس برنج بررسی شد. همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، با افزایش مقدار روی، راندمان جذب اورانیوم ارتقاء داده شد که این ناشی از برهمکنش قوی بین جاذب و یون تولید شده  $U^{4+}$  از یون اورانیل می‌باشد.



# بیست و یکمین کنفرانس هسته‌ای ایران

۷ و ۶ اسفند ماه ۱۳۹۳ دانشگاه اصفهان



شکل ۲. تاثیر مقدار روی بر روی راندمان جذب اورانیوم. شکل ۳. تاثیر نسبت فاز بر روی

## راندمان جذب اورانیوم.

نسبت مقدار سبوس بر حسب گرم، به محلول اورانیوم بر حسب میلی لیتر، بررسی شد. همان طور که در شکل ۳ مشاهده می شود، جذب یون اورانیوم با افزایش مقدار جاذب ارتقاء داده شد. راندمان جذب اورانیوم تقریباً در نسبت فازهای ۱ به ۱۰۰ الی ۱ به ۳۳ برابر است. به دلیل مصرف کمتر جاذب، مقدار ۱ به ۱۳۳ برای مطالعات در نظر گرفته شد.

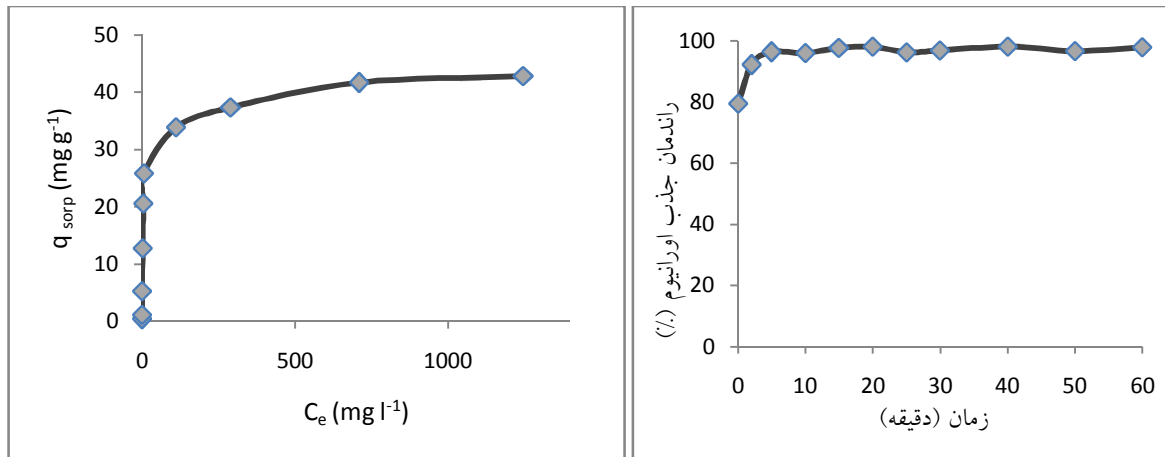
همان طور که در شکل ۴ دیده می شود، سرعت های جذب تند می باشد و منحنی های توزیع برای سبوس برنج در کمتر از ۵ دقیقه بین محلول آبی و جاذب زیستی برقرار می شود. برای اطمینان در برقراری تعادل بین جاذب زیست محیطی و محلول اورانیوم، زمان تماس برای آزمایشات بعدی، ۱۰ دقیقه در نظر گرفته شد.

در شکل ۵، میلی گرم اورانیوم جذب شده بر گرم جاذب ( $Q_e$ ) 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 ۴۲/۹ میلی گرم بر گرم بدست آمد.



# بیست و یکمین کنفرانس هسته‌ای ایران

۶ و ۷ اسفند ماه ۱۳۹۳ دانشگاه اصفهان



شکل ۴. وابستگی زمانی جذب اورانیوم بر روی جاذب. شکل ۵. ظرفیت جذب یون

اورانیوم بر روی جاذب.

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

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

## نتیجه گیری

نتایج بدست آمده نشان داد در محیط ۴ مولار اسید کلریدریک، راندمان جذب اورانیوم بر روی سبوس برنج با یک فرآیند کاهشی آسان (تبدیل یون اورانیل به یون  $U^{4+}$ )، به طرز چشمگیری افزایش داده شد. با توجه به مزایای عملیاتی و اقتصادی (در دسترس بودن به مقدار زیاد، مقرون به صرفه بودن، راندمان جذب بالا در محیط های شدیداً اسیدی، سرعت جذب بالا و فرآیند عملیاتی ساده)، این جاذب ها می توانند در بخش های صنعتی شامل مدیریت پسمانداری هسته ای، فرآوری اورانیوم از سنگ های حاوی اورانیوم، جداسازی اورانیوم از لاتنانیدها و بازفرآوری اورانیوم از سوخت های هسته ای مصرف شده، مورد استفاده قرار گیرند.

## مراجع:

1. Munter R. Technology for the removal of radionuclides from natural water and waste management: state of the art. Proc. of the Estonian Academy of Sciences. 2013 May 62(2):122-132; Tallinn(Estonia).



# بیست و یکمین کنفرانس هسته‌ای ایران

۷ و ۸ اسفند ماه ۱۳۹۳ دانشگاه اصفهان

2. Preetha CR, Gladis JM, Prasada RT. Solid phase extractive preconcentration of thorium onto 5,7- dichloroquinoline-8-ol modified benzophenone. *Talanta*. 2002; 58:701-709.
3. Khani MH. Uranium biosorption by *Padina* sp. algae biomass: kinetics and thermodynamics. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2011; 18(9):1593-1605.
4. Ghasemi M, Keshtkar AR, Dabbagh R, Safdari SJ. Biosorption of uranium in a continuous flow packed bed column using *Cystoseira indica* biomass. *Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering*. 2011; 8(1):65-74.
5. Khani MH, Keshtkar AR, Meysami B, Zarea MF, Jalali, R. Biosorption of uranium from aqueous solutions by nonliving biomass of marine algae *Cystoseira indica*. *Electronic Journal of Biotechnology*. 2006; 9(2)100-106.
6. Tsuruta T. Removal and recovery of uranyl ion using various microorganisms. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. 2002; 94(1):23-28.
7. Omar NB, Merroun ML, González-Muñoz, MT, Arias JM. Brewery yeast as a biosorbent for uranium. *Arias. Journal of Applied Bacteriology*. 2008; 81(3):283-287.
8. Nakajima A, Tsuruta T. Competitive biosorption of thorium and uranium by *Micrococcus luteus*. *Journal of Radioanalytical & Nuclear Chemistry*. 2004; 260(1):13-18.
9. Bhainsa KC, D'Souza SF. Uranium(VI) Biosorption by dried roots of *Eichhornia crassipes* (Water Hyacinth). *J. Environ. Sci. Health, Part A*. 2001; 36(9):1621-1631.
10. Psareva TS, Zakutevskyy OI, Chubar NI, Strelko VV. Uranium Sorption on Cork Biomass. *Colloids Surf A*. 2005; 252:231-236.
11. Loveland WD, Morrissey DJ, Seaborg GT. *Modern Nuclear Chemistry: radiochemistry of uranium, uranium solution chemistry*. John Wiley & Sons;. p.471-472 (2006)
12. Baumann EW, Spectrophotometric determination of uranium(IV) with arsenazo(III). E.I. du Pont de Nemours & Company, Savannah River Laboratory, United States. Department of Energy, publisher: E.I. du Pont de Nemours & Company; (1980)
13. Das N. Remediation of radionuclide pollutants through biosorption – an overview. *Clean – Soil, Air, Water.*; 40:16-23. (2012)