

تهیه اورانیوم سه ظرفیتی و بررسی شرایط پایداری آن

سعید علمدار میلانی، سید جواد احمدی، بهزاد میانجی، اصغر محمدزنجانی پور،

علیرضا خانچی، محمد قنادی مراغه

آزمایشگاههای تحقیقاتی جابرین حیّان، سازمان انرژی اتمی ایران

چکیده:

در این مقاله، روند تشکیل اورانیوم سه ظرفیتی و خود - اکسایش آن در محلولهای هیدروکلریکی، پرکلریکی و اسید سولفوریکی یون اورانیل (UO_2^{2+}) مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. این روش عبارت است از کاهیدگی (احیای) اورانیوم (VI) به وسیله ملقمه روی با استفاده از دو شیوه متفاوت ناپیوسته (۱) و پیوسته (۲) و اندازه گیری مقدار اورانیوم (III) حاصل از آن، با استفاده از روشهای طیفسنجی نوری در طول موج ۷۲۶ نانومتر و عیارسنجی با دی کرومات پتاسیوم. اورانیوم (III) از نظر ترمودینامیکی قادر به احیای یون هیدروژن یا مولکول آب در محلولهای آبی است و این اکسایش که با تشکیل هیدروژن همراه است در مجاورت اکسیژن هوا تسریع می شود. خود - اکسایش اورانیوم سه ظرفیتی نیز مورد بحث و بررسی قرار گرفته است.

۱. مقدمه:

تراونده و شناسایی عاملهایی که موجب افزایش میزان احیای اورانیوم (VI) می شوند، آسان خواهد بود. بنابراین، با استفاده از معادله نرنست (۴) و مساوی قراردادن پتانسیل زوج $U(III)-U(IV)$ با پتانسیل زوج $Zn^{0}-Zn^{++}$ رابطه زیر به دست می آید:

$$U^{3+}/U^{4+} = (10^5 Zn/Zn^{2+})^{1/2} \quad (1)$$

اندازه فعالیت (۵) یون روی با فرض این که ضریب فعالیت برابر ۱ بوده و بیشتر اورانیوم در اثر کاهش دو ظرفیت احیا شده باشد، حداقل ۱/۵ برابر غلظت اورانیوم است. چون در این عمل یون هیدروژن هم تا اندازه ای احیا می شود، این مقدار عملاً بیشتر خواهد بود. اگر با یک تقریب کلی، فعالیت یون روی را برابر ۱ و غلظت

اورانیوم (VI) را می توان در برخی از شرایط با استفاده از شیوه احیای پیوسته یا ناپیوسته، به طور کمی به اورانیوم (III) تبدیل کرد. در روش تعادل ناپیوسته، محلول اورانیوم در تماس با ملقمه روی قرار می گیرد. اکسیژن از محیط عمل خارج نمی شود، اما اورانیوم که به وسیله هوا اکسید می شود، دوباره به وسیله ملقمه روی اضافی احیا می گردد. نتیجه حاصل از این شیوه معمولاً کمی است، اما نشان دهنده این است که در محیطهای اسید هیدروکلریک و اسید پرکلریک، بیش از ۷۵٪ اورانیوم (VI) در اثر احیا به اورانیوم (III) تبدیل می شود در صورتی که در محیط اسید سولفوریک درصد کمتری از آن (حدود ۴۰٪) به اورانیوم سه ظرفیتی تبدیل می گردد.

در روش «پیوسته» که مبتنی بر احیای اورانیوم (VI) به اورانیوم (III) با استفاده از «ستون» احیاکننده جونز (۳) [۲ و ۱] است، اگر فرض بر این باشد که در مدتی که محلول به ته ستون می رسد حالت تعادل برقرار می شود، محاسبه مقدار اورانیوم (III) در محلول

1- batch
2- continuous
3- Jones Reductor
4- Nernst
5-Activity



۲. بخش تجربی

۲-۱. احیای محلولهای اورانیل

متداولترین وسیله برای احیای محلولهای اورانیل، ملقمه روی است که معمولاً به شکل احیاکننده «جونز» (ملقمه جامد و گاهی به شکل مایع) به کار گرفته می‌شود. عمل احیا به وسیله روی خالص، از طریق جوشاندن محلولهای اورانیل صورت می‌گیرد.

۲-۲. تهیه احیاکننده جونز (ملقمه روی جامد)

روی ملقمه شده عامل اکسید شونده بسیار خوبی برای احیا کردن تعداد زیادی از یونهای فلزی است. فلز روی به آرامی با اسیدها واکنش دارد، اما با قراردادن آن در محلول رقیق یکی از نمکهای جیوه (II)، لایه نازکی از جیوه سطح آنرا می‌پوشاند و واکنش روی ملقمه شده بسیار سریعتر از روی خالص است. عمل احیا با روی ملقمه شده معمولاً در احیاکننده جونز انجام می‌شود. این احیاکننده متشکل از ستونی از براده روی ملقمه شده است که درون لوله شیشه‌ای بلندی مجهز به شیر خروجی جای دارد و محلول احیاشونده باید از این ستون گذرانده شود. این طرز آرایش، سطح تماس وسیعی را در مسیر محلول قرار می‌دهد. بدیهی است این ستون براده روی بسیار موثرتر از ساچمه‌های روی است که در محلول ریخته می‌شوند. شکل ۱ - الف طرح مناسبی از ستون احیاءکننده جونز را با ابعاد تقریبی نشان می‌دهد. یک قرص متخلخل در پایین لوله، براده روی را نگه می‌دارد.

برای تهیه ملقمه روی، ۱۰۰ میلی لیتر محلول ۲ درصد کلرید جیوه ($HgCl_2$) و ۱۲۰ گرم براده روی خالص (با مش تقریب ۲۰) را در بشر ۲۰۰ میلی لیتری مخلوط کرده و مدت ۱۰ دقیقه به حال خود رها کرده‌ایم، و سپس ملقمه حاصل را چندین بار با آب مقطر شسته‌ایم. روی ملقمه شده از درخشندگی نقره‌ای رنگ روشن برخوردار است.

برای تهیه کردن ستون احیاکننده، براده روی فراهم شده را در یک بورت ۲۵۰ میلی لیتری به قطر داخلی ۱۴ میلی متر ریخته‌ایم و ستون بدین طریق تشکیل شده را با ۲۰۰ میلی لیتر اسید سولفوریک ۵ درصد شستشو داده‌ایم. واکنش احیای $U(VI)$ به

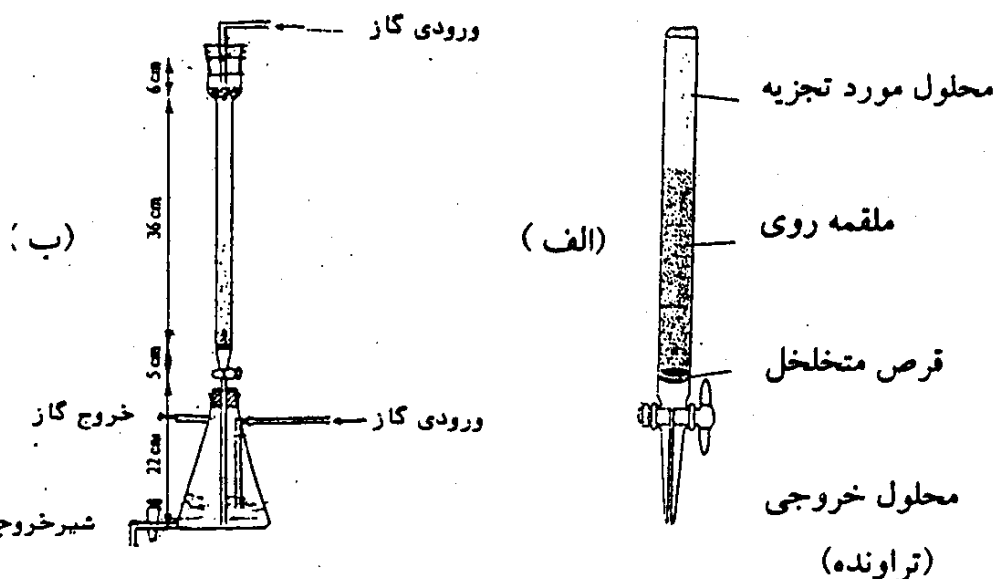
آن را ۱/۸ بگیریم، نسبت U^{3+}/U^{4+} برابر با 10^3 به دست می‌آید. به عبارت دیگر، احیای اورانیوم (VI) کمی است.

از رابطه (۱) چنین استنباط می‌شود که مقدار نسبی اورانیوم در تراونده را می‌توان با افزایش فعالیت سطح تماس روی یا با کاهش غلظت یون آن از طریق کاهش غلظت اورانیوم افزایش داد. اما حضور یونهای کمپلکس ساز، مانند یون سولفات، که اورانیوم (IV) را در مقایسه با اورانیوم (III) بیشتر به صورت کمپلکس در می‌آورد، زوج $U(IV)-U(III)$ را به پتانسیلهای بیشتر احیاکننده تبدیل خواهد کرد و در نتیجه، مقدار اورانیوم (III) در تراونده کاهش خواهد یافت.

بنابراین، با توجه به پتانسیلهای اکسایش و احیای زوج اورانیوم (VI/IV)، عنصر اورانیوم را می‌توان به دلخواه به هر یک از دو حالت ظرفیت تبدیل کرد. استفاده متناوب از هر دو حالت ظرفیت، بسیاری از جداسازیها را از این راه امکان پذیر ساخته است.

محلولهای اسیدی نمکهای اورانیل به وسیله تعدادی از فلزات، از جمله روی، آلومینیوم، منیزیم، کادمیوم، بیسموت، نقره و مس با ملقمه آنها به سهولت احیا می‌شوند. در اغلب موارد، اورانیوم به صورت مخلوطی از حالت‌های سه ظرفیتی و چهار ظرفیتی احیا می‌شود. مقدار اورانیوم سه ظرفیتی را می‌توان تا صددرصد افزایش داد. احیای محلولهای کلرور اسیدی به وسیله نقره تنها نوع اورانیوم چهار ظرفیتی را ایجاد می‌کند. محلولهای اورانیل را نیز می‌توان به طور الکترولیتی به صورت مخلوطی از اورانیوم (IV) و (III) احیا کرد. کلرید قلع (II)، نمکهای تیتانیوم (III) و هیوسولفیت سدیم تحت شرایط مناسب نمکهای اورانیل را احیا می‌کنند.

یون اورانیوم سه ظرفیتی احیاکننده قوی است که در مجاورت هوا در ظرف چند دقیقه به صورت چهار ظرفیتی اکسید می‌شود. محلولهای اورانیوم (IV) در مجاورت هوا نسبتاً پایدار هستند. اما هنگامی که ۶۰ تا ۸۰ درجه سانتی گراد گرم شوند، یا در مجاورت اکسیژن تکان داده شوند سریعتر اکسید می‌شوند. اورانیوم (IV) در محلولهای اسیدی به وسیله اغلب عاملهای اکسیدکننده متداول به اورانیوم (VI) تبدیل می‌گردد.



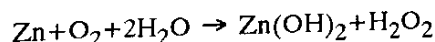
شکل ۱ - ستون احیاکننده «جونز»

۳-۲. استفاده از احیاکننده جونز برای احیای اورانیوم

برای احیای اورانیوم، از ستون احیاکننده ای متشکل از «ملقمه روی فعال شده» به طول تقریبی ۲۰ سانتی متر استفاده شد که گنجایش تقریبی ۵۰ سانتی متر مکعب را داشت و درون بورت شیرداری تعبیه شده بود. برای شستشوی ستون و آماده کردن آن، پس از بستن شیر بورت، اسید سولفوریک ۱ مولار (تقریباً ۵ درصد) از بالای ستون وارد آن می شد تا تمام ستون را فراگیرد. با باز کردن شیر بورت، اسید سولفوریک تحت فشار گاز نیتروژن یا آرگون از ستون خارج می شد تا این که سطح آن درست مقابل سطح بالایی ستون قرار گیرد؛ در این موقع شیر بسته و عمل شستشو تا حد لازم تکرار می شد.

محلولهای مورد تجزیه عبارت بودند از محلولهای اورانیوم شش ظرفیتی ۰/۰۱ مولار در محیطهای سه اسید هیدروکلریک، پرکلریک و سولفوریک هر یک با غلظتهای مولی ۱، ۲، ۳ و ۴. انتخاب این غلظتهای متعدد به منظور بررسی اثرهای غلظت اسید بر میزان تولید اورانیوم سه ظرفیتی و بر پایداری آن بوده که با

U(III) باید در محیط یک گاز بی اثر انجام گیرد تا از اکسید شدن اورانیوم سه ظرفیتی در مجاورت اکسیژن هوا جلوگیری شود. برای این منظور، گاز نیتروژن یا آرگون را (مطابق شکل ۱ - ب) از ستون عبور داده ایم؛ علاوه بر این، محلول خروجی از ستون هم در محیط گاز بی اثر درون یک بالون سه دهانه ۵۰۰ میلی لیتری جمع آوری می شود. چنانچه احیاکننده پس از تهیه، بی درنگ مورد استفاده قرار نگیرد، باید برای جلوگیری از تشکیل نمکهای بازی با اکسیژن هوا که سطح احیاکننده را خراب می کنند، در محلول اسید سولفوریک رقیق نگه داشته شود. اگر ملقمه مرطوب در مجاورت هوا قرار گیرد، ممکن است پراکسید هیدروژن به وجود آید:



ولی در محیط اسیدی پراکسید هیدروژن تولید نمی شود.



نسبت به دی فنیل یا دی فنیل بتزیدین نشان می‌دهد. از این رو ما عموماً از آن استفاده کرده‌ایم.

محلولهای احیا شده خارج شونده از ستون (روش تعادل پیوسته) به ترتیب زیر عیارسنجی شده‌اند:

۲۵ سانتی‌متر مکعب کلرور قریک ۰/۱۲ نرمال، ۱۵ سانتی‌متر مکعب اسید فسفریک ۸۵ درصد و ۱۰ تا ۱۲ قطره سدیم دی فنیل آمین سولفونات به محلول افزوده شده و به آرامی با دی کرومات ۰/۲۷ نرمال، با تکاندهنده ثابت تا تغییر رنگ سبز خالص به سبز خاکستری عیارسنجی شده‌اند.

۲-۵. روش طیف‌سنجی نوری

تجزیه یک محلول با اندازه‌گیری مستقیم طیف جذبی آن روش متداولی برای شناسایی ترکیبات آلی است. این روش برای ترکیبات معدنی معمولاً فاقد ارزش است زیرا، طیفها کمتر متمایزند و رنگها از شدت کمتری برخوردارند. روش طیف‌سنجی نوری (اسپکترفوتومتری) در مورد اورانیوم، براساس جذب یون اورانیوم در محدوده نسبتاً وسیعی گزارش شده است. در این کار مطالعاتی - پژوهشی، اسپکترفوتومتر Cary-14 مورد استفاده قرار گرفته است. ویژگی عمده این دستگاه توانایی آن در اندازه‌گیری جذب یا عبور نور در دو ناحیه طیفی متفاوت: فرا بنفش (۱۹۰ تا ۳۵۰ نانومتر) برای اندازه‌گیری مواد بی‌رنگ، و مرئی (۳۵۰ تا ۹۰۰ نانومتر) برای اندازه‌گیری مواد رنگین است.

در این پژوهش، اغلب اندازه‌گیریها با استفاده از روش طیف‌سنجی نوری انجام گرفته‌اند و بندرت (فقط به منظور مقایسه) از روش عیارسنجی با دی کرومات پتاسیم استفاده شده است. همه اندازه‌گیریها در محدوده دمایی ۲۷ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد انجام گرفته است. سرعت تبدیل U(VI) و U(IV) به ترتیب در طول موجهای ۴۲۲ و ۶۷۱ نانومتر و سرعت تشکیل U(IV) و U(III) به ترتیب در طول موجهای ۵۴۸ و ۷۲۶ نانومتر (اسپکترفوتومتری مرئی) مورد مطالعه قرار گرفته است (شکل ۲). مقادیر «ضریب جذب مولی» یا «ضریب خاموشی» برای اورانیوم با ظرفیتهای مختلف در جدول ۱ داده شده‌اند.

کاهش مقدار درصد اسیدی محیط واکنش، افزایش می‌یافت. این محلولها با سرعتی از ۱۵ تا ۵۰ سانتی‌متر مکعب در دقیقه از ستون عبور داده می‌شدند. همینکه محلول اورانیوم از ستون خارج می‌شد، ۱۰۰ سانتی‌متر مکعب اسید سولفوریک ۲/۵ درصد (تقریباً ۰/۵ مولار) در دو مرحله از ستون عبور داده می‌شد و این عمل با ۱۰۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر مکعب آب مقطر (به منظور حذف ترکیب احیا شده و اسید باقیمانده و جلوگیری از مصرف بی‌رویه روی) ادامه می‌یافت.

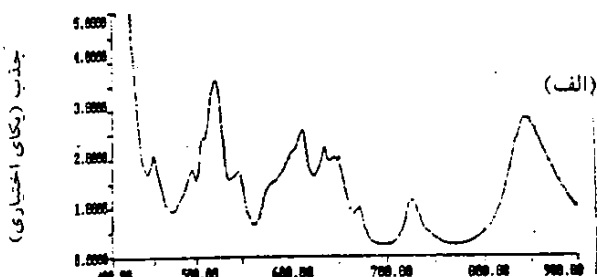
۲-۴. عیارسنجی با دی کرومات پتاسیوم

برای دستیابی به نقطه پایانی کامل، در جریان این اندازه‌گیری ابتدا اورانیوم چهار ظرفیتی معمولاً به وسیله یک نمک قریک پیش از عیارسنجی اکسید می‌شود؛ سپس اسید فسفریک به کمپلکس یون قریک افزوده می‌شود و مقدار درصد اسیدی محیط به وسیله اسید فسفریک یا اسید سولفوریک تعدیل می‌گردد. اسید دی فنیل آمین سولفونیک، به عنوان معرف محصولات اکسایشی محلول تراست و تغییر رنگ مشخص‌تری را نسبت به دی فنیل آمین عرضه می‌دارد. فرآیند عیارسنجی نسبت به یونهای نیترات بسیار حساس است: هنگامی که بیش از چند دهم گرم اسیدنیتریک در محیط عمل حضور داشته باشد نقطه پایانی آشکار نمی‌شود.

تعیین مقدار اورانیوم: معلوم شده است که عیارسنجی مستقیم اورانیوم (III) و (IV) با دی کرومات پتاسیوم با استفاده از دی فنیل یا دی فنیل سولفونات به عنوان معرف، به علت کندی بیش از حد تغییر رنگ در نقطه پایانی امکان‌پذیر نیست. آزمایشها نشان داده‌اند که یون اورانیل سرعت اکسید شدن این معرفها را کاهش می‌دهد. اما با افزودن مقدار مناسبی از یون قریک می‌توان بر این مشکل غلبه کرد:

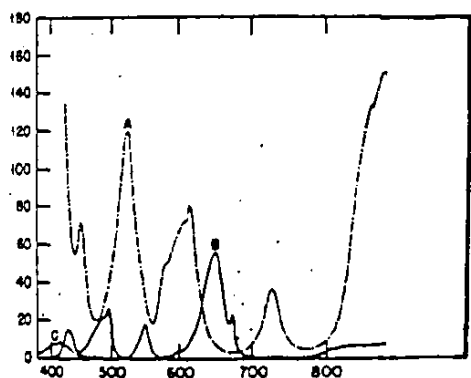


چون یون قزو در جریان اکسید شدن معرفهای پیش گفته به عنوان یک کاتالیزور قوی به صورت رنگین عمل می‌کند، منجر به حصول نقطه پایانی سریع در فرایند عیارسنجی در حضور مازاد یون قریک می‌شود. دی فنیل سولفونات تغییر رنگ مشخص‌تری را



طول موج (نانومتر)

(ب)



طول موج (نانومتر)

شکل ۲ - طیف جذبی اورانیوم ۰/۰۱ مولار در محیط اسید هیدروکلریک یک مولار. (الف) جذب کلی اورانیوم؛ (ب) جذب اورانیوم به تفکیک: نمودار A، اورانیوم (III)؛ نمودار B، اورانیوم (IV)؛ نمودار C، اورانیوم (VI).

جدول ۲ - مقدار درصد اورانیوم (III) تولید شده

غلظت مولی	نوع اسید	۱	۲	۳	۴	۸
HCl	۱۰۰	-	۹۶/۴	۸۵	۸۳	
HClO ₄	۹۹/۵	۸۸/۵	۹۳/۴	۹۸	۹۳	
H ₂ SO ₄	۴۲	۴۰/۷	۴۱/۵	۴۱	-	

جدول ۱ - ضریب‌های جذب مولی اورانیوم

U ³⁺	U ⁴⁺	UO ₂ ²⁺	Uranium
۴۰	۲۰	۸	$\epsilon^0(\text{lit. mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1})$

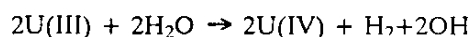
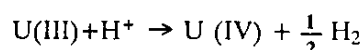
در طول مدت فرایند احیای پیوسته اورانیوم (VI) به اورانیوم (III)، روش کار چنین بود که در زمانهای معین، نمونه برداری صورت می‌گرفت و میزان جذب گونه‌های مختلف اورانیوم موجود در محیط واکنش تعیین می‌شد. با پیگیری تغییرات جذب این گونه‌ها با زمان، به آسانی می‌توان مقدار هر یک از گونه‌های U(III) و U(VI) موجود در محیط واکنش را در هر لحظه بر حسب غلظت اولیه U(VI) تعیین کرد. در طول مدت این فرایند، غلظت U(III) به تدریج افزایش می‌یابد تا اینکه به بیشترین مقدار خود برسد. از آن به بعد اکسید شدن خود به خود اورانیوم (III) در مجاورت اکسیژن هوا یا در محیط گاز بی اثر شروع می‌شود و ادامه می‌یابد و بدین ترتیب مسأله پایداری اورانیوم (III) مطرح می‌شود.

۳- نتیجه‌گیری و بحث

در سری آزمایشهای اندازه‌گیری اورانیوم (III) حاصل از احیای پیوسته محلولهای ۰/۰۱ مولار کلرور اورانیل در محیطهای سه اسید هیدروکلریک، پرکلریک، و سولفوریک با غلظتهای مختلف، مقدار اورانیوم (III) حاصل از احیای یون اورانیل، با پیگیری تغییرات ارتفاع قله‌ای از طیف جذبی اورانیوم (در طول موج ۷۲۶ نانومتر) که تقریباً عاری از تداخل گونه‌های دیگر اورانیوم است، مورد بررسی و سنجش قرار گرفت. نتایج حاصل از این آزمایشها در جدول ۲ گردآوری شده‌اند. این نتایج نشان می‌دهند که اورانیوم (VI) در محیطهای اسید هیدروکلریک و پرکلریک مولار، اگر غلظت اورانیوم پایین نگه داشته شود، به طور کمی (به میزان تقریباً ۱۰۰٪) به صورت اورانیوم سه ظرفیتی احیا می‌شود.



سازوکار اکسایش اورانیوم سه ظرفیتی مبهم است. برخی از محققان بر این باورند که عامل اکسیدکننده اورانیوم (III) در محلولهای آبی یون هیدروژن است [۵ و ۸]. برخی دیگر بر این عقیده‌اند که این نقش به عهده مولکول آب است [۷]. یون U^{+3} به آرامی آب را با ایجاد هیدروژن و یونهای U^{+4} تجزیه می‌کند؛ در محلولهای اسیدی نیز این واکنش به آرامی صورت می‌گیرد [۹]. از این رو، با یونهای U^{+3} باید در یک جوی اثر کار کرد. فرایند اکسید شدن اورانیوم (III) به وسیله یون هیدروژن یا آب به صورت واکنشهای زیر بیان می‌شود:



برای تعیین میزان پایداری اورانیوم (III) و برآورد زمان نیم - اکسایش آن، روند اکسایش اورانیوم سه ظرفیتی در محیط اسید هیدروکلریک یک مولار با پیگیری تغییرات جذب مرئی آن در طول موج ۷۲۶ نانومتر مورد بررسی و سنجش قرار گرفته است. نتایج حاصل از این اندازه‌گیریها در جدول ۳ مندرج است و نمودار شکل ۳ نمونه‌ای از آنها را در زمانهای مختلف نشان می‌دهد. از ملاحظه این نتایج چنین برمی آید که زمان نیم - اکسایش $[t_{1/2} = -0.693t / \ln(A/A_0)]$ اورانیوم سه ظرفیتی از مرتبه ۲۴ ساعت است که با مقادیر داده شده در گزارشهای علمی به خوبی مطابقت می‌کند.

عامل بررسی شده دیگر در احیای اورانیوم (VI)، سرعت عبور نمونه از ستون است: در یک نمونه محتوی $0.01M$ اورانیوم در اسید هیدروکلریک یک مولار که با سرعت ۲۰۰ میلی‌لیتر در دقیقه از ستون عبور می‌کرد محتوی ۹۷ درصد اورانیوم (III) بود. این موضوع صرفاً سینتیکی است و نشان می‌دهد که فرضیه محلول تراونده در تماس با ملقمه روی اشباع شده، تنها در سرعتهای پایین قابل قبول است. خوشبختانه سرعت ۵۰ میلی‌لیتر در دقیقه برای استفاده از این روش، سرعت نسبتاً مناسبی است.

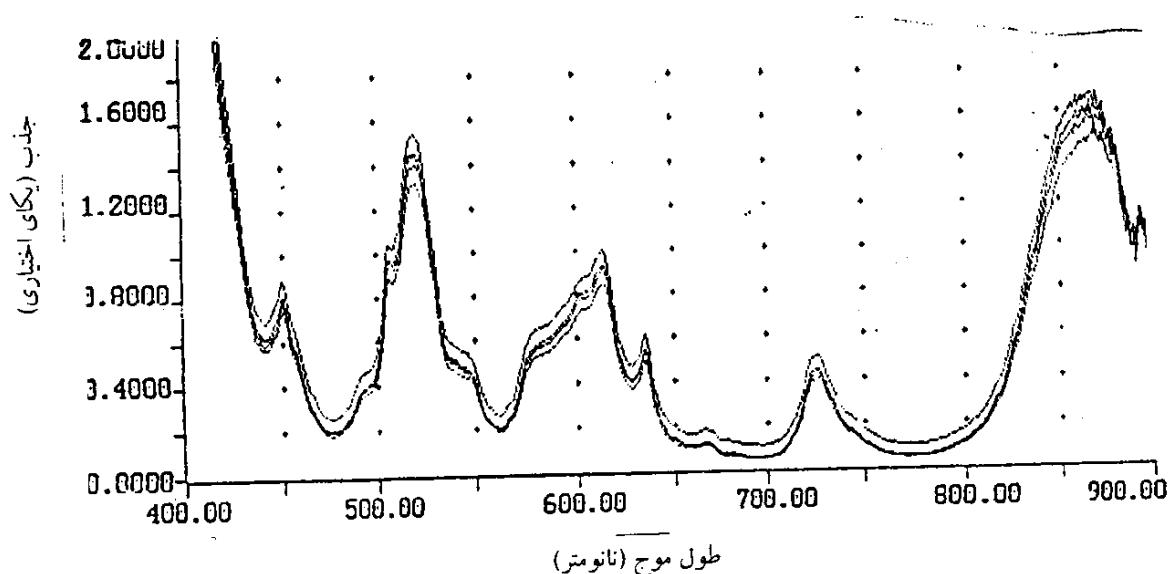
نتایج حاصل از «روش تعادل مرحله‌ای» نشان می‌دهند که مقدار اورانیوم (III) حاصل از این روش به طور قابل توجهی کمتر از مقدار به دست آمده از «روش تعادل پیوسته» است (تقریباً ۷۲ درصد).

۴ - پایداری اورانیوم (III)

اکسیژن هوا، اورانیوم (III) در محلولهای آبی را در مدت چندین دقیقه اکسیده می‌کند [۵ و ۳]. کندی (۶) خاطر نشان ساخته است که زمان «نیم - اکسایش» اورانیوم (III) در محلول یک مولار HCl تقریباً یک هفته است [۶]. مشاهدات پژوهشگران فرانسوی نشان می‌دهند که در HCl یک مولار، در مدت ۲۴ ساعت، بیش از نصف اورانیوم اکسید می‌شود [۷].

جدول ۳ - جذب مرئی اورانیوم سه ظرفیتی در زمانهای مختلف

زمان (ساعت)	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵
میزان جذب	۱/۸۹	۱/۶۳	۱/۳۸	۱/۱۳	۰/۹۳	۰/۷۴



شکل ۳ - طیف جذبی اورانیوم ۰/۰۱ مولار در محیط هیدروکلریک اسید یک مولار در زمانهای مختلف

References

1. D.C. Harris, Quantative Chemical Analysis, 4thed., freeman, (1995).
2. J. Bassett, R.C. Denney, G.H. Jeffry and J. Mendham, Vogel's Textbook of Quantative Inorganic Analysis, Lingman,(1970).
3. G. T. Seaborg and J. J. Katz, Chemistry of the Actinide Elements [Russian tradition], Atomoizdat, Moscow, p. 196,(1960).
4. V. Latimer, Oxidation States of Elements and their Potentials in Aqueous Solutions [Russian translation], Moscow , p.123,(1954).
5. C. H. vorenson, Acta Chem. Scand.10,9,15.3 (1956).
6. J. H. Kennedy, Analyt. Chem. 32, 1, 150,(1960).
7. R. Rohmer, R.F.freyman, A. Chevet, and P.Hamen, Bull. Soc. Chim. France, 19,5,598(1952).
8. B. Jez'owska - Terrebiatowska and J. Orozdzyński, Theory and Structre of Complex Compounds, Pergamon Press, Warsaw, p. 233,(1964).
9. A. Sato: Bull. Chem. Soc. Tap. 40,2107,(1967).



Production and Stability of Uranium(III)

*S. Alamdar - Milani, S.J. Ahmadi, B.Mianji, M.Zanjanipour, A.R.Khanchi and
M.Ghannadi - Maragheh*

Jaber Ibn Hayan Research Laboratories

Atomic Energy Organization of Iran

Abstract

The formation and autoxidation of U(III) in HCl, HClO₄ and H₂SO₄ solution of uranyl ion (UO_2^{+2}) has been studied. The procedure was to reduce uranyl salt with zinc amalgam using a batch and a continuous equilibration technique. The concentration of $[U(H_2O)_n]^{3+}$ was determined by titration method and spectrophotometric method at 726 nm. Uranium (III) is thermo -dynamically capable of reducing hydrogen ion or water with formation of hydrogen in aqueous solution. The autoxidation of Uranium (III) is also discussed.