

## تهیه کیک زرد از محلول اورانیوم دار حاوی کلر فراوان\*

کاظم فاطمی

واحد کانه آرای و سوخت، سازمان انرژی اتمی ایران

## چکیده

محلولهای حاوی اورانیوم، که در این بررسی مورد آزمایش قرار گرفته اند، از شستن سنگهای مختلف اورانیوم با آب دریا در محیط اسید سولفوریک تهیه شده اند. این محلولها (که لیچ لیکور<sup>۱</sup> نامیده می شوند) حاوی ۱۱ و ۲۰ گرم کلر در لیتر بوده اند. در این بررسی با استفاده از نترات سرب، طی دو مرحله رسوبگیری، غلظت کلر مزاحم تا ۵۳۰ p.p.m که از حد مجاز (۲۰۰۰ p.p.m) کمتر است کاهش داده شد و امکان جداسازی اورانیوم به روش استخراج حلالی فراهم گردید.

برای استخراج اورانیوم از این لیچ لیکور، از تری بوتیل فسفات (T.B.P) استفاده شد و اورانیوم به وسیله کربنات سدیم از فاز آلی جدا و به صورت کیک زرد، با درجه خلوص و بازدهی بالا رسوب داده شد.

در بررسیهای تحلیلی، بازیافت اورانیوم در حدود ۹۰٪ و درجه خلوص  $U_3O_8$  حاصل از کیک زرد ۹۴/۳٪ بدست آمد، که عمده ناخالصی آن متعلق به Na به مقدار ۲/۷۳٪ بود. حضور بعضی از ناخالصیها مانند Al, Fe, Pb، کمتر از ۱۹٪ و  $SO_4^{2-}$  کمتر از یک درصد و Cl در حد غیر قابل اندازه گیری (به روش عیارسنجی) تشخیص داده شده است.

در این بررسی، Mo موجود در لیچ لیکور تا ۹۹٪ از اورانیوم جدا شد و سرب مصرفی نیز از رسوبهای حاصل و کم محلول، بازیافته شد و در چرخه بعد مورد استفاده قرار گرفت. این فرآیند در مقیاسهای مختلف آزمایشگاهی و بالاتر با موفقیت انجام شده است. به نظر می رسد مجموعه روش را می توان در فرآیند پیوسته نیز بکار برد.

## ۱- مقدمه

کلر با غلظت زیاد است. در حضور این یون، با غلظت بیش از ۲۰۰۰ p.p.m، بین تعدادی از عناصر با اورانیوم در اشغال ظرفیت حلال آلی، در مرحله پالایش رقابت ایجاد می شود. در نتیجه محلول خالصی از اورانیوم برای تولید کیک زرد با کیفیت مطلوب بدست نمی آید. علاوه بر این، اگر سنگ معدن ساختار کانیهای کلردار راداشته باشد و به علت عدم دسترسی به آب شیرین در منطقه، اجباراً از آب دریا در عملیات سنگ شویی استفاده شود، استخراج اورانیوم از لیچ لیکوری

شستشوی عناصر با ارزش از سنگ معدن و انتقال آنها به فاز مایع با فرآیند سنگ شویی (لیچینگ)<sup>۲</sup> صورت می گیرد. محلولی که در این فرآیند بدست می آید لیچ لیکور نامیده می شود. چون در این فرآیند خاصیت انتخابی وجود ندارد، محلول معمولاً حاوی مقدار کمی عنصر با ارزش و مقادیر معتدلی ناخالصی، از انواع کاتیونها و آنیونهای حل شده از سنگ معدن خواهد بود که بعضی از آنها مراحل متعدد عملیات را، تا بدست آمدن محصول مورد نظر، و حتی کیفیت آن را تحت تاثیر قرار خواهند داد. یکی از آنیونهایی که استخراج اورانیوم از لیچ لیکور را با مشکل مواجه می کند یون

\* این کار زیر نظر دکتر احمد قریب انجام گرفته است.

۱- Leach Liquor

۲- Leaching

باز یافت سرب مصرف شده نیز از رسوبهای حاصل و کم محلول در چرخه اول بدست آمد و در چرخه دوم مورد استفاده قرار گرفت، که خود مؤید اهمیت و کارآئی این روش است (جدول ۳). چنین بنظر می رسد که اساس واکنشها در این روش بیشتر به اصول و سازوکار واکنشهای تعادلی ارتباط دارد [۳ و ۵]. در این بررسی؛ برای تعیین مقدار اورانیوم در لیچ لیکور از دستگاه  $^2\text{FIA}$ ، برای تعیین مقدار سرب در محلول قلیائی سرب و عناصر دیگر در لیچ لیکور از دستگاههای  $^4\text{I.C.P}$  و  $^5\text{A.A.S}$ ، و برای اندازه گیری کلر از روش عیارسنجی با نیترات نقره استفاده شده است. نتایج این اندازه گیری در جدولهای ۱ و ۲ و ۳ و ۴ مندرج است.

که کلر در آن فراوان است عملاً غیرممکن می گردد. بنابراین، ضرورت دارد که غلظت یونهای کلر به حد مجاز ( $2000\text{ p.p.m}$ ) کاهش داده شود [۱ و ۲]. از طرف دیگر، وجود آنیونهای مانند  $\text{ClO}_4^- > \text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-}$  در لیچ لیکور با حضور سیلیس فراوان، ایجاد امولسیون پایدار می نماید و جداسازی فازها را در مرحله استخراج اورانیوم طولانی تر می کند که برای یک سیستم پیوسته مناسب بنظر نمی رسد [۴]. در این مقاله که در واقع بررسی روش شناسی است، راهکارهای حذف  $\text{Cl}^-$ ،  $\text{SO}_4^{2-}$  از لیچ لیکور نشان داده شده و مزاحمت آنها در فرآیند استخراج اورانیوم مرتفع گردیده است. نمودارهای  $a, b, c, d, a_1, b_1, c_1, d_1$  در شکل ۱ مؤید این امر هستند. با انجام دادن آزمایشهای متعدد، روش

جدول ۱- مشخصات لیچ لیکور حاصل از یک نوع سنگ معدن اورانیوم [نابهنجاری (آنومالی) یک بندرعباس]

غلظت اورانیوم در لیچ لیکور p.p.m.	غلظت سولفات در لیچ لیکور gr/lit	غلظت کلر در لیچ لیکور p.p.m.
۱۰۵۰	۳۵/۹۳	۱۹۳۳۸

جدول ۲- مشخصات لیچ لیکور حاصل از سنگهای مختلف اورانیوم بندرعباس

غلظت آلومینیوم در لیچ لیکور p.p.m.	غلظت Mo در لیچ لیکور p.p.m.	غلظت اورانیوم در لیچ لیکور p.p.m.	غلظت مولفات در لیچ لیکور gr/lit	غلظت کلر در لیچ لیکور p.p.m.
۸۹۰	۸۹۵	۲۲۷۰	۳۵/۶	۱۱۱۸۲

۳- Flow Injection Analyser

۴- Inductively Coupled Plasma

۵- Atomic Absorption Spectroscopy

جدول ۳- نتایج استفاده مکرر از مقدار ثابتی نیترات سرب، در کاهش غلظت کلر لیچ لیکور (ناپهنجاری یک بندرعباس)

چرخه اول				چرخه دوم			
شماره آزمایش	حجم لیچ لیکور ml	غلظت کلر در محلول زرد رسوب p.p.m.	غلظت اورانیوم در محلول مرحله استخراج p.p.m.	حجم لیچ لیکور ml	رسوبهای چرخه اول حاصل بازیافت از $Pb(NO_3)_2$	غلظت کلر در محلول روی رسوب p.p.m.	
						مرحله اول رسوبگیری	مرحله دوم رسوبگیری
۱	۵۰	۱۵/۶۶	۱۰۴۹	۵۰	از چرخه اول	۵۵۰۸	۱۴۲۰
۲*	۵۰	۱۵/۶۶	۱۰۲۰	۵۰	از چرخه اول	۶۰۳۵	۷۸۸
۳	۲۵	۷/۸۳	۱۰۰۰	۲۵	از چرخه اول	۶۳۹۰	۱۴۹۱

\* در آزمایش شماره ۲ روش بازیافت سرب از رسوبهای حاصل از چرخه قبل (اول) با آزمایشهای دیگر متفاوت بوده است.

## ۲- روش کار

مراحل کار در این بررسی مشتملند بر:

رسوبگیری کلر به وسیله نیترات سرب، استخراج و رسوبگیری کیک زرد، و بازیافت سرب از رسوبهای حاصل. قبل از انجام هر آزمایش، تجزیه و تحلیل دقیقی از ترکیب لیچ لیکور، به ویژه از لحاظ میزان آنیونها و کاتیونهای موردنظر از جمله سولفات، کلر، نیترات، اورانیوم و تعدادی عناصر دیگر انجام گرفت.

شفاف روی رسوبها، اندازه گیری و از این محلول، نمونه‌هایی برای تجزیه و تحلیل کلر و اورانیوم و سولفات و عناصر دیگر برداشته شد.

با توجه به نمودار کاهش کلر (a و a<sub>1</sub>) نقطه‌ای از نمودار که در آن غلظت کلر به حداقل رسیده و مقدار سرب در محیط عمل بیشتر از حد معمول بود، مناسبترین مقدار نیترات سرب لازم برای ۲۵ میلی لیتر لیچ لیکور انتخاب شد.

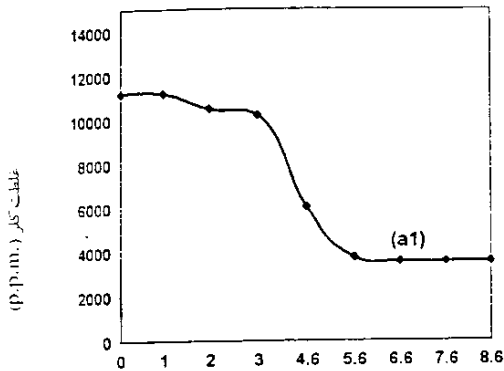
ب) تعیین مقدار اسید هیدروفلوئیدریک (مرحله دوم رسوبگیری) پس از تعیین مقدار نیترات سرب لازم برای ۲۵ میلی لیتر لیچ لیکور، ۲۰۰ میلی لیتر از این لیچ لیکور برای تعیین مقدار اسید هیدروفلوئیدریک لازم تهیه شد.

### ۲-۱- مرحله رسوبگیری کلر (شکل ۲)

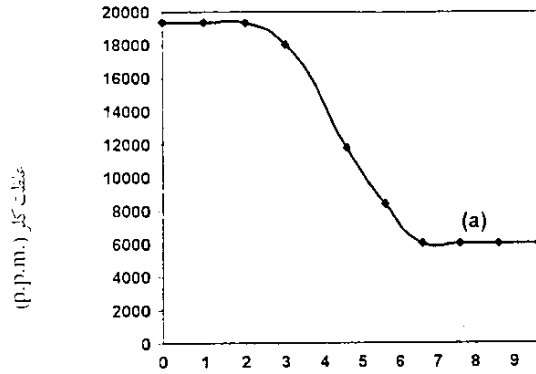
الف) تعیین مقدار نیترات سرب (مرحله اول رسوبگیری) به ۸ بشر ۵۰ میلی لیتری، ۲۵ میلی لیتر لیچ لیکور منتقل و به هریک به ترتیب ۱، ۲، ۳، ۴/۶، ۵/۶، ۷/۶، ۸/۶ و ۹/۶ گرم نیترات سرب تجارتمی جامد اضافه و تا انحلال کامل بهم زده شد. پس از ته نشین شدن رسوبها، ارتفاع آنها و ارتفاع محلول

جدول ۴- مشخصات محصول نهایی اورانیوم حاصل از تغلیظ اورانیوم موجود در کانکتهای اورانیوم  
 کلردار بندر عباس با استفاده از I.C.P.، A.A.S.، F.I.A.

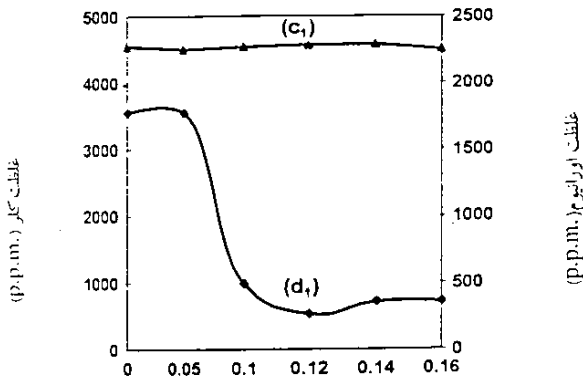
روش آنالیز	روش استاندارد	روش آنالیز	روش آنالیز	درصد اورانیوم		مقدار درصد ناخالصیهای دیگر در ترکیبات اورانیوم حاصل													درصد خلوص		پیشگام	تجهیزات
				میلی	میلی	SO <sub>4</sub>	Cl	Fe	Al	Mn	Si	Na	K	Pb	Cd	Co	U <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	گفت زرد				
روش آنالیز	روش استاندارد	روش آنالیز	روش آنالیز	۷۷/۲	۷۷/۲	< ۱	None	< ۰/۱۱											۸۱/۷		۱	
				۸۲/۸	۷۸/۲	< ۱	None	< ۰/۱۱	< ۰/۱۱	< ۰/۱۱		۲/۸۵	< ۰/۱۱	< ۰/۱۱	< ۰/۱۱	< ۰/۱۱	< ۰/۱۱	< ۰/۱۱	< ۰/۱۱	۸۲/۴	< ۱	
روش آنالیز	روش استاندارد	روش آنالیز	روش آنالیز	۷۷/۲	۷۷/۲	< ۱	None	< ۰/۱۱											۹۰/۴		۲	
				۸۲/۸	۸۰	< ۱	None	< ۰/۱۱	< ۰/۱۱	< ۰/۱۱		۲/۸۵	< ۰/۱۱	< ۰/۱۱	< ۰/۱۱	< ۰/۱۱	< ۰/۱۱	< ۰/۱۱	۸۲/۳	< ۱		< ۱



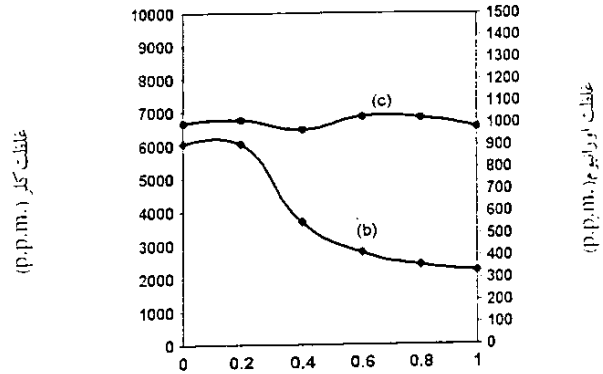
نیترات سرب برای ۲۵ میلی لیتر لیچ لیکور (گرم)  
نمودار (a1): تغییرات غلظت کلر لیچ لیکور متأثر از مقادیر نیترات سرب  
(مرحله اول رسوبگیری، ناپهنجاریهای مختلف)



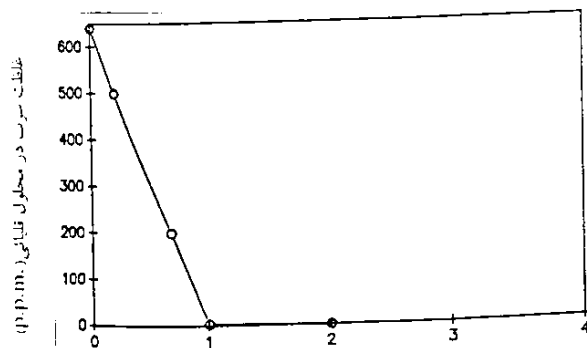
نیترات سرب برای ۲۵ میلی لیتر لیچ لیکور (گرم)  
نمودار (a): تغییرات غلظت کلر لیچ لیکور متأثر از مقادیر نیترات سرب (مرحله اول رسوبگیری کلر، ناپهنجاری یک بندرعباس)



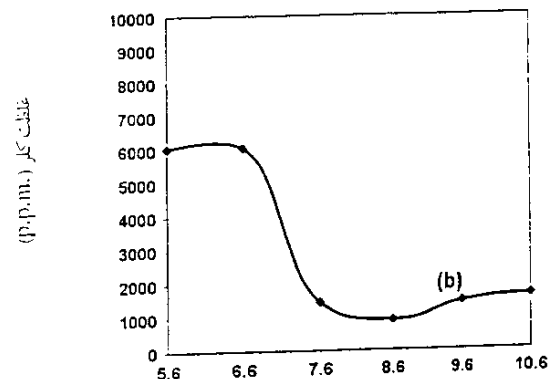
HF برای ۲۵ میلی لیتر لیچ لیکور (ml)  
نمودار (d1): تغییرات غلظت کلر لیچ لیکور متأثر از مقادیر HF-%۴۰ (مرحله دوم رسوبگیری، ناپهنجاریهای مختلف بندرعباس)  
نمودار (c1): تغییرات غلظت اورانیوم لیچ لیکور طی فرآیندهای رسوبگیری کلر (مرحله دوم رسوبگیری، ناپهنجاریهای مختلف بندرعباس)



HF برای ۲۵ میلی لیتر لیچ لیکور (ml)  
نمودار (b): تغییرات غلظت کلر لیچ لیکور متأثر از مقادیر HF-%۴۰ (مرحله دوم رسوبگیری، ناپهنجاری یک بندرعباس)  
نمودار (c): تغییرات غلظت اورانیوم لیچ لیکور طی فرآیندهای رسوبگیری کلر (مرحله دوم رسوبگیری، ناپهنجاری یک بندرعباس)



نمودار (F): تاثیر املاح آب دریا بر محلول قلیایی سرب



نیترات سرب برای ۲۵ میلی لیتر لیچ لیکور (گرم)  
نمودار (b1): تغییرات غلظت کلر لیچ لیکور متأثر از مقادیر اضافی نیترات سرب در حضور مقدار بهینه (۸/۵ میلی لیتر HF-%۴۰) رسوبگیری مرحله دوم، ناپهنجاری یک

در داخل پنج بشر مناسب، هر یک ۲۵ میلی لیتر از این لیچ لیکور ریخته شد و به هر یک به ترتیب ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸، ۱/۲ میلی لیتر اسید هیدروفلوئیدریک ۴۰٪ تجارتمی بطور دقیق اضافه گردید. پس از ته نشین شدن کامل رسوبها، از محلول شفاف روی آنها (که معمولاً از آزمایش شماره ۶ به بعد به علت واکنشهای فرعی کدر خواهد بود) نمونه‌هایی برای تجزیه و تحلیل اورانیوم و کلر، و عناصر دیگر برداشته شد. یکی از حالاتی که غلظت کلر را ۵۳۰ p.p.m. نشان می‌داد و بهترین شرایط را برای عملیات بعد دارا بود انتخاب شد. لیچ لیکوری که در این مرحله بدست آمد حاوی سرب قابل توجهی بود که با افزایش اسید سولفوریک کافی به صورت  $PbSO_4$  رسوب داده شد. اینک، با توجه به این عوامل، ۴۲ لیتر لیچ لیکور که از سنگهای مختلف با ساختار متفاوت تهیه شده بود، بادو حجم متفاوت به داخل ۲ ظرف پلاستیکی ۳۰ لیتری منتقل شد و پس از افزایش نیترات سرب لازم (متناسب با حجم هر کدام) برای تهیه کیک زرد مورد آزمایش قرار گرفت. پس از انحلال کامل نیترات سرب به کمک بهم‌زن الکتریکی و تشکیل رسوبها و ته‌نشست کامل آنها، با باز کردن شیرها، بیشترین مقدار محلول حاوی اورانیوم، از سطح رسوب به داخل ظرف دیگر سرریز و حجم آن به دقت اندازه گرفته شد و سرب موجود در آن با افزایش اسید سولفوریک کافی به صورت  $PbSO_4$  رسوب داده شد که پس از ته‌نشین شدن کامل، بیشترین مقدار محلول به داخل ظرف دیگری انتقال یافت و پس از اندازه‌گیری  $Cl^-$  و اورانیوم و عناصر دیگر در آن، به مرحله استخراج و پالایش برای رسوب‌گیری کیک زرد فرستاده شد.

#### ۲-۲- مرحله استخراج و رسوب‌گیری کیک زرد

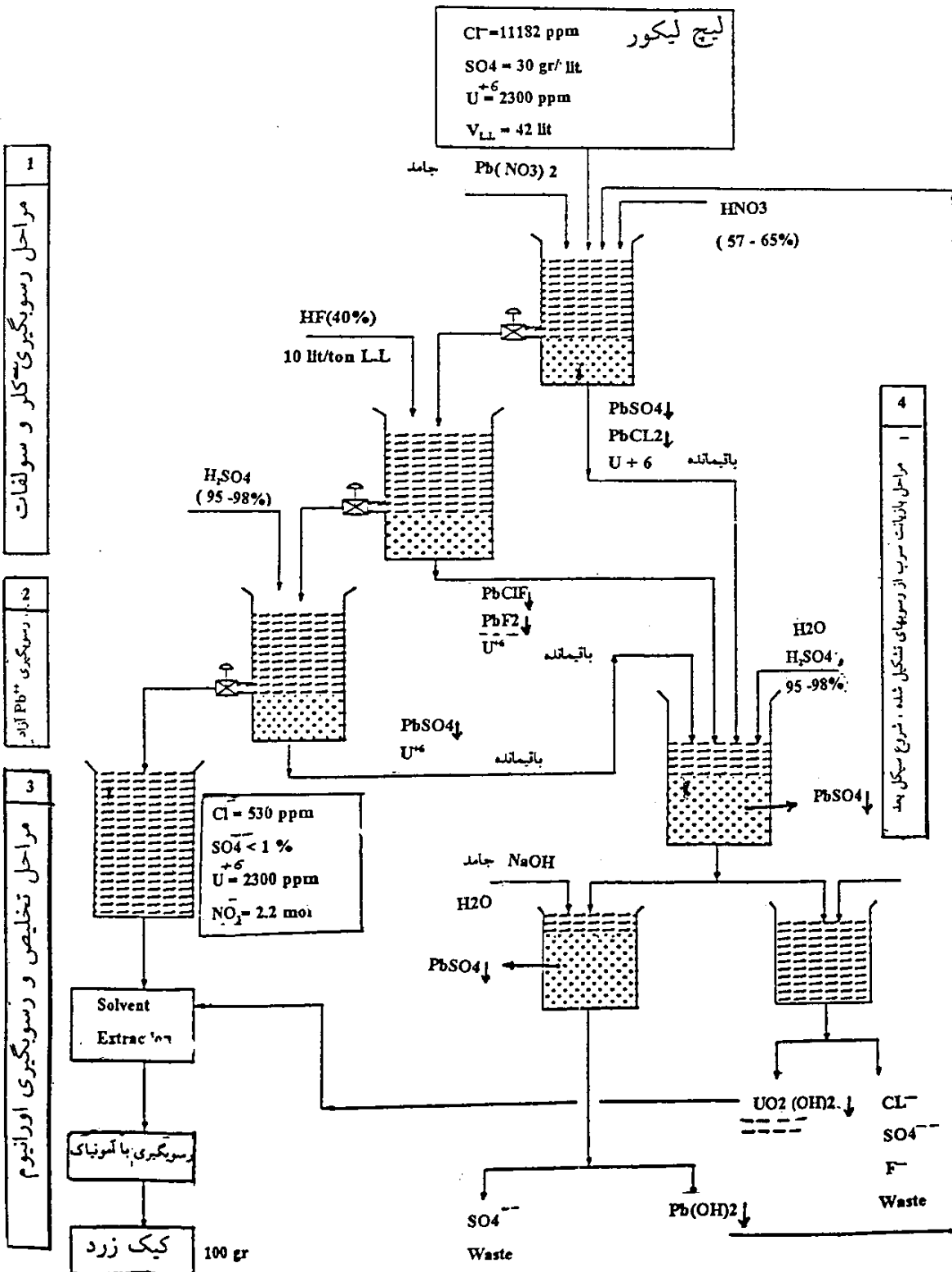
به ۹ لیتر از این محلول ۹۰۰ میلی لیتر اسید نیتریک غلیظ

(۶۵٪) و ۹ لیتر T.B.P. مخلوط باکروزین (با غلظت ۲۵٪) در یک ظرف پلاستیکی اضافه و ۳ دقیقه به وسیله همزن الکتریکی با سرعت ۶۰۰ دور در دقیقه بهم زده شد؛ پس از ۵ دقیقه فازهای آلی و آبی از یکدیگر کاملاً جدا شدند؛ اورانیوم موجود در فاز آلی با محلول کربنات سدیم ۱۰۰ گرم در لیتر در سه مرحله جدا شد، که در دو مرحله اول، هر دفعه ۳ لیتر و در مرحله آخر ۱/۵ لیتر محلول کربنات سدیم بکار رفت. فازهای کربناته حاوی اورانیوم، در یک سطل ۲۰ لیتری جمع‌آوری و به وسیله اسید سولفوریک ۱:۱ تخریب شد و pH آن به ۱/۵ رسید، سپس به این محلول، آمونیاک ۱۰٪ به تدریج اضافه شد تا در مدت یکساعت pH آن به ۳/۵ برسد. نیم ساعت در این pH قرار گرفت و در مدت نیم ساعت هم به ۷ رسانده شد. پس از آن، عمل همزن قطع و رسوب بدست آمده با کاغذ صافی درشت به کمک پمپ خلاء صاف و با یک لیتر آب مقطر حاوی چند قطره آمونیاک در سه نوبت شسته شد. در پایان با ۲۰۰ میلی لیتر دیگر آب مقطر برای اطمینان بیشتر شسته شد. رسوب بدست آمده به مدت ۲ ساعت در ۹۰ درجه سانتی‌گراد در آون قرار گرفت و صد گرم کیک زرد دانه دانه بدست آمد.

#### ۲-۳- مرحله بازیافت سرب از رسوبهای تشکیل شده و آغاز

چرخه دوم (شکل ۳)

رسوبهای مراحل مختلف چرخه اول یکجا جمع و به آن مقداری آب اضافه شد. با افزایش  $H_2SO_4$  تجارتمی به این سیستم، رسوب  $PbSO_4$  تشکیل گردید. این رسوب شسته شد تا آنیونهای موجود  $Cl^-$ ،  $SO_4^{2-}$ ،  $F^-$  به همراه اورانیوم باقی مانده و عناصر دیگر آزاد و وارد محلول شستشو شوند. با افزایش pH این محلول تا ۸، اورانیوم و عناصر دیگر رسوب داده شدند. سپس رسوب شسته شد تا آنیونهای نامبرده شده از



شکل ۲- فرآیند حذف کلر، بازآیند سرب مصرف شده، تهیه کیک زرد از لیج لیکور

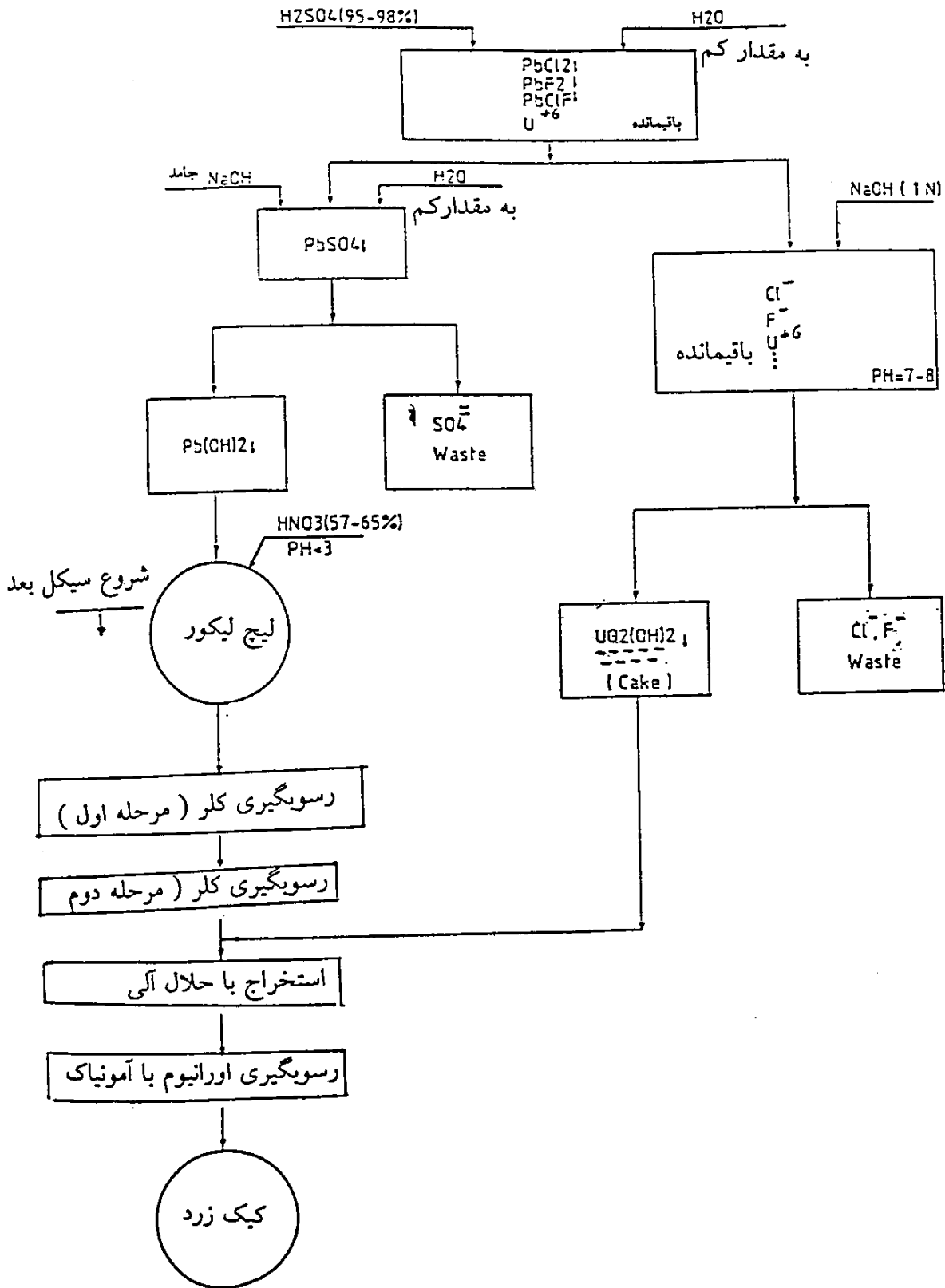
محیط عمل خارج گردند؛ رسوب شسته شده به محلول مرحله استخراج اورانیوم اضافه شد. سپس به رسوب سولفات سرب ابتدا مقداری آب و سپس NaOH جامد تجارتي بيش از حد معمول افزوده شد؛ در اين عمل بلافاصله رسوب هیدروکسید سرب توام با محلول قلياني سرب تشکیل گردید و در محلول شستشو قرار گرفت. با افزودن آب دریا به مقدار کافی به این محلول، سرب حل شده به طور کامل رسوب کرد که پس از شستشو به رسوب هیدروکسید سرب اضافه شد و در حضور اسید نیتريك کافی (معادل سرب موجود در این رسوب) به همان حجم از لیچ لیکور اولیه اضافه شد. بدین ترتیب سرب مصرف شده، بازیابی می شود و چرخه بعد رسوب گیری کلر و بدنبال آن تهیه کیک زرد آغاز می گردد.

### ۳- یافته ها

در این روش با دو مرحله رسوبگیری، غلظت کلر در لیچ لیکور تا ۹۶٪ کاسته می شود و امکان جداسازی اورانیوم فراهم می گردد. این رسوبها، به علت وجود سرب در ساختار مولکولیشان در مدت کوتاهی ته نشین می شوند، و چون تمایل به جذب اورانیوم ندارند از این رو غلظت اورانیوم در لیچ لیکور همواره ثابت می ماند (نمودارهای C و C<sub>1</sub>) به طوری که می توان بیشترین مقدار لیچ لیکور را با سرریز کردن از رسوب جدا نمود و اورانیوم باقی مانده را به همراه ناخالصیهای دیگر بازیافت و به محلول مرحله استخراج افزود. در این صورت سیستم هیچگاه اشباع نمی شود. چرخه بعد در حالی آغاز می گردد که سرب مصرف شده از رسوبهای چرخه قبل به طور کامل بازیافت شود. در این عملیات، ترکیبات سیلیس دار و راسب شده، توسط NaOH حل می شوند و از محیط عمل خارج می گردند. در نتیجه HF در چرخه بعد بیش از حد لازم مصرف نمی شود. چون در

فرآیند رسوبگیری با این روش غلظت آنیونهای  $\text{SO}_4^{2-}$ ،  $\text{Cl}^-$  در لیچ لیکور به حداقل می رسند از اینرو حضور سیلیس فراوان برای ایجاد امولسیون پایدار بی اثر خواهد ماند و فازهای آلی و آبی در مدت کوتاهی که مطلوب فرآیند پیوسته است، از یکدیگر جدا می شوند؛ بنابراین، می توان آن را روشی قابل اجرا برای استخراج اورانیوم از لیچ لیکور با Si فراوان دانست. با توجه به حدود ۰/۸٪ غلظت مولیبدن در سنگهای مورد بررسی و انتقال حدود ۱۰۰۰ p.p.m. آن به لیچ لیکور مورد آزمایش، و در نهایت انتقال ۰/۲ گرم آن به محصول نهایی اکسید اورانیوم به عنوان یکی از عوامل مؤثر در کیفیت این اکسید و جداسازی خیلی خوب آن به میزان ۹۹٪ را می توان یک راه حل موفقیت آمیز برای جداسازی آن از اورانیوم، که معمولاً به آسانی انجام نمی شود، تلقی نمود. علاوه بر این، بازیافت آن به عنوان یک محصول فرعی با ارزش در فرآیند شست و شوی سنگ اورانیوم امری متداول و پراهمیت است. با توجه به تنوع کاتیونها و آنیونهای مختلف به مقدار متفاوت در لیچ لیکور از یک طرف، اصول واکنشهای تعادلی و غلظت به عنوان عوامل مؤثر در این واکنشها به ویژه حضور زیاد Pb از طرف دیگر، در مجاورت با اسید فلونوریدریک، ابتدا ترکیبات رسوبی مختلفی قبل از تشکیل PbClF<sub>2</sub> به سرعت ایجاد می گردد (نمودار کاهش کلر و قسمت ثابت آن مؤید این امر است)، علاوه بر آن، باقی مانده کلر و عناصر دیگر، مازاد اسید را به تناسب مقدارشان تا جایی مصرف می کنند که میزان آنیون آزاد F<sup>-</sup> احتمالاً به آن حد برسد که دیگر نتواند از لحاظ مسائل خوردگی اثر گسترده و فعالی داشته باشد. از طرفی عدم مشاهده پدیده خوردگی در ظروف شیشه ای مورد استفاده در آزمایشهای متعدد، وجود F<sup>-</sup> آزاد را به مقدار قابل توجه تایید نمی کند. با وجود این، حضور احتمالی این آنیون را می توان به میزان حلالیت جزئی و





شکل ۳- طرح ساده فرآیند بازیابی سرب از رسوبهای تشکیل شده و شروع چرخه بعد

مؤید عملی بودن این روش است. بازیافت قسمت عمده سرب مصرف شده، از ترکیبات نامحلول و کم محلول سرب و استفاده از آن در چرخه سوخت بعد، و قابل دسترس بودن مواد مورد نیاز به صورت تجارتي در ایران، اجرای این فرآیند را امکان پذیرتر می سازد. استفاده از وسایل ساده و عدم استفاده از انرژی حرارتی، هدر نرفتن اورانیوم در طول فرآیند، عدم تمایل رسوبهای تشکیل شده به جذب اورانیوم، کوتاه بودن زمان جداسازی فازها برای یک سیستم پیوسته، بر اهمیت این روش نیز می افزاید. می توان این روش را درباره لیچ لیکور حاوی Si و برای جدا کردن مولیبدن از اورانیوم لیچ لیکور بکار برد. کاربرد این روش نیز در مورد مواد معدنی مختلف با ساختار متفاوت و اجرای آن در سطح وسیعتر و قابلیت تکرارپذیریش بر اهمیت این روش می افزاید.

#### تشکر و قدردانی

وظیفه خود می دانم از راهنمایی استادگرامی جناب آقای دکتر احمد قریب که پیوسته مشوق و راهنمای اینجانب بوده اند تشکر و قدردانی نمایم. همچنین از استادگرامی خانم دکتر مدنژاد و آقای مهندس موثقی که در بحثهای طولانی از خود صبر و شکیبایی نشان داده اند و به موقع راهنماییهای لازم را ارائه فرموده اند تشکر و قدردانی می نمایم. از خانم مجیدی که در کنترل ایجاد آلودگی این کار مراقبت کامل داشته اند و همچنین در تولید این ماده نیز کمک مفیدی کرده اند و از خانم بهرامی که زحمت تایپ مقاله را به عهده داشته اند صمیمانه تشکر می نمایم.

متفاوت رسوبهایش نسبت داد که در این صورت امری اجتناب ناپذیر خواهد بود. لازم به ذکر است که استفاده از HF در حالت مایع و گاز در چرخه سوخت برای تهیه ترکیبات مختلف در صنعت اورانیوم امری متداول است.

چون هر لیچ لیکوری از لحاظ کیفیت، ترکیب خاصی دارد  $PbCl_2$  تشکیل شده نیز در محیط اسیدی لیچ لیکور حلالیت بالاتر از حد معمول نشان می دهد. بدین سبب، نترات سرب و به ویژه اسید فلوئوریدیک را نمی توان به صورت موازنه به محیط عمل اضافه کرد. از اینرو مقادیر بیشتر از حد معمول را نشان می دهند.

اثرگسترده و فعال املاح آب دریا بر  $640 \text{ p.p.m.}$  محلول قلیائی سرب (احتمالاً پلمبیت سدیم در شکل ۱ نمودار F) که محصول فرعی حاصل از تاثیر NaOH اضافی بر هیدروکسید سرب است، در بازیافت سرب حل شده به میزان  $99/5\%$  پدیده جالب توجهی بود که در این بررسی تجربه شد و امکان بازیابی عمده سرب مصرف شده را فراهم و انجام چرخه بعد را میسر ساخت. مقدار سربی که در این روش به هدر می رود در حد میزان حلالیت سولفات سرب تشکیل شده است که در آن صورت امری اجتناب ناپذیر خواهد بود.

اصولاً یون  $NO_3^-$  نقش مهمی در ایجاد شرایط انتقال اورانیوم به T.B.P. ایفا می کند و شرایط بهتر را غلظت  $3/5$  مول فراهم می سازد. بنابراین، استفاده از اسید نیتریک نیز در این روش امری منطقی است.

#### نتیجه گیری

قابلیت استفاده از آب دریا در عملیات شست و شوی سنگ معدن اورانیوم و صرفه جویی قابل توجه در مخارج تأمین آب شیرین در منطقه حائز اهمیت است. بالا بودن بازدهی عمل و درجه خلوص اکسید اورانیوم محصول نهایی

## References

- 1- احمد قریب، امکان سنجی و بررسیهای فنی، اقتصادی هیپ لیچینگ بندرعباس آذرماه (۱۳۷۰).
2. G.M. Ritcey and A.W. Ashbrook solvent extraction part II (1979).
3. W.F. Hillebrand, G.E.F. Lundell Applied inorganic Analysis second Edition p. 744-746, August (1955).
4. K.A. Allen, W.J. MC Dowell Emulsion stabilization by Silicic Acid Aug, (1959).
5. A.A. Samadi, Principes chimie Moderne, introduction a la chimie physique, Meched, (1972).
6. J. Charles, E.I. Coleman, du pont de Nemours and Company Savannah River laboratory, Aiken, South Carolina 29808.

## URANIUM EXTRACTION FROM HIGH CONTENT CHLORINE LEACH LIQUOR

*K. Fatemi*  
*Fuel Department, AEOI,*  
*P.O. Box 14155-1339, Tehran-Iran*

### Abstract

In this work uranium solution has been leached out by leaching process of uranium ores from Bandar-Abbass port using sea water, since fresh water could not be available when it is processed in large scale. Two samples of different batches containing 11 and 20 gr./lit chlorine underwent two stages of precipitation by lead nitrate. As the result of this treatment the chlorine removed and its final concentration reduced to 530 p.p.m. which is well below allowances.

Then, the uranium of this recent dechlorinated solution has been extracted by T.B.P. Uranium in organic phase was stripped out into inorganic phase by sodium carbonate and precipitated in a form of yellow cake and converted to U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>. The total recovery of U, was well above 90% and the purity of the conc. U was better than 94%. The lead used at the beginning of the process was recovered for next use.