بررسی پلوتونیوم درنمونه های بیولوژیکی

نوشته . حسین غفوریان فوق لیسانس شیمی هسته‌ای
دکتر ایرج بیات ، کارشناس مرکز تحقیقات هسته‌ای
دکتر زهره عابدین‌زاده ، دانشیار موسسه علوم وفنون
هسته‌ای دانشگاه تهران

۱ ــ پیشگفتار

پلوتونیوم در محیط زیست بخاطر انتشار ذره آلفا خطر ناک بوده و ایزوتوپهای مختلف آن بطرق گوناگون وارد فضای زیست می‌گردد . ایزوتوپ پلوتونیوم ۲۳۹ ــ و پلوتونیوم ــ ۲۴۰ در اثر ریزش های آسمانی و از آزمایشات انفجارات هسته ای در بالای جو وارد محیط شده وایزوتوپ پلوتونیوم ــ ۲۳۸ حدود $\frac{۳}{۴}$ آن از همین آزمایشات هسته ای و $\frac{۱}{۴}$ آن در آوریل ۱۹۶۴ از اتمسفر بالای جو بخاطر ذوب شدن قمر مصنوعی بوجود آمده است . باطری (۹ ــ SNAP) این قمرمصنوعی دارای رادیو اکتیویته ای حدود ۱۷۰۰۰ کوری بود که مطابق باوزن یک کیلو گرم پلوتونیوم ــ ۲۳۸ ــ می‌باشد ۱ . با توجه به نیمه عمر نسبتا" بلند ایزوتوپهای ۲۳۸ و ۲۳۹ و ۲۴۰ ــ پلوتونیوم که در اثر انفجارات هسته ای و اتفاقات دیگر تولید ودرجو زمین پخش شده اند و بتدریج در روی خاک رسوب نموده اند . اندازه گیری میزان پلوتونیوم در خاک ونیز اندازه گیری آن در گیاهان بمنظور کنترل محیط زیست از اهمیت فوق‌العاده ای برخوردار است .

در مورد اندازه گیری پلوتونیوم و ترانس اورانیوم در سال ۱۹۷۱ (Schieferdecke,H) ۲ روشی را جهت جداسازی عناصر پلوتونیوم ، امریسیم ، کوریوم وکالیفورنیوم بمقدارپیکوکوری از مواد بیولوژیکی با جداسازی از طریق دی اتیل ــ هگزیل ــ فسفات (HDEHP) ارائه نمود که در این روش پس از جداسازی با حلال ، نمونه را الکترولیز نموده و سپس از آلفااسپکترومتری بمنظور شناسائی وتعیین این عناصر استفاده شده است .

درسال ۱۹۷۵ (Reynolds S.A.Scott T.G) ۳ نیز روشی را برای اندازه گیری پلوتونیوم خاک و مواد بیولوژیکی با استفاده از متد خاکستر کردن مرطوب (Wet-ashing) و جداسازی از طریق تعویض یون ، رسوب دهی و جداسازی باحلال‌گزیلن ــ T.T.A ارائه نمودند .

در سال ۱۹۷۶ (Veslsky j.C.) ۴ ازطریق استخراج با tridodecylamine پلوتونیوم را جدا ساخته وبوسیله عمل الکترولیز و آلفا اسپکتروسکپی ، پلوتونیوم ــ ۲۳۹ رادرنمونه های خاک اندازه گیری نمود ، که حدود آن را بین (۰/۴۰ ± ۳/۴ تا ۰/۰۷ ± ۰/۱۳) پیکوکوری بر ۵۰ گرم نمونه خاک بدست آورد .

در سال ۱۹۷۷ (Frindik O.) ۱ نیزمقدار پلوتونیوم موجود در حبوبات و خاکهای زراعی حبوبات مذکور را از طریق استخراج با تنوئیل تریفلئوراستن (T.T.A) و عمل الکترولیز و آلفا اسپکتروسکپی اندازه گیری نمودکه مقدار پلوتونیوم ــ ۲۳۹ و پلوتونیوم ــ ۲۴۰ موجود در حبوبات ۰/۰۰۲ ± ۰/۰۱۱ پیکوکوری برکیلوگرم بوده و مقدارپلوتونیوم ــ ۲۳۹ و پلوتونیوم ۲۴۰ موجود در خاکهای حبوبات ۱/۷ ± ۷/۷ پیکوکوری برکیلو گرم بوده است .

البته بایدمتذکر شدکه برای مطالعه آلفا اسپکتروسکپی بایدنمونه ها را روی سطح بسیار نازک اندازه گیری کرده ، زیرا در اثر زیاد شدن ضخامت نمونه ها در روی سطح اندازه گیری پدیده خود جذبی صورت گرفته و نمی‌توان یک‌انرژی دقیق و مناسب برای اسپکتروسکپی پیدا کرد و بعلت خودجذبی بجای یک اسپکتر نازک و مشخص یک اسپکتر پهن خواهیم داشت . علاوه‌براین متدهای دیگری نیز وجود دارند که از آن‌جمله‌می‌توان تکنیک الکترواسپری ، رسوبگیری‌در خلاوپوشش مولکولی را نام برد که متد رسوب گیری بطریق الکترولیز مناسب ترین روش برای تهیه نمونه می‌باشد ۵ .

روش الکترولیز بوسیله هان Hahn و مایتنر Meitner ۵ برای تهیه چشمه های اکتنیوم و توریم بکار برده شده و مزایای این روش نسبت بروشهای دیگر مقایسه شده است .

دراین کار تحقیقاتی سعی شده است که روش الکترولیزمناسبی برای رسوبگیری عناصر اکتنید مخصوصا " اورانیوم وعنصر پلوتونیوم بدست آورده وسپس میزان پلوتونیوم موجود در خاک نیز اندازه گیری گردد .

۲ ــ روش آزمایش

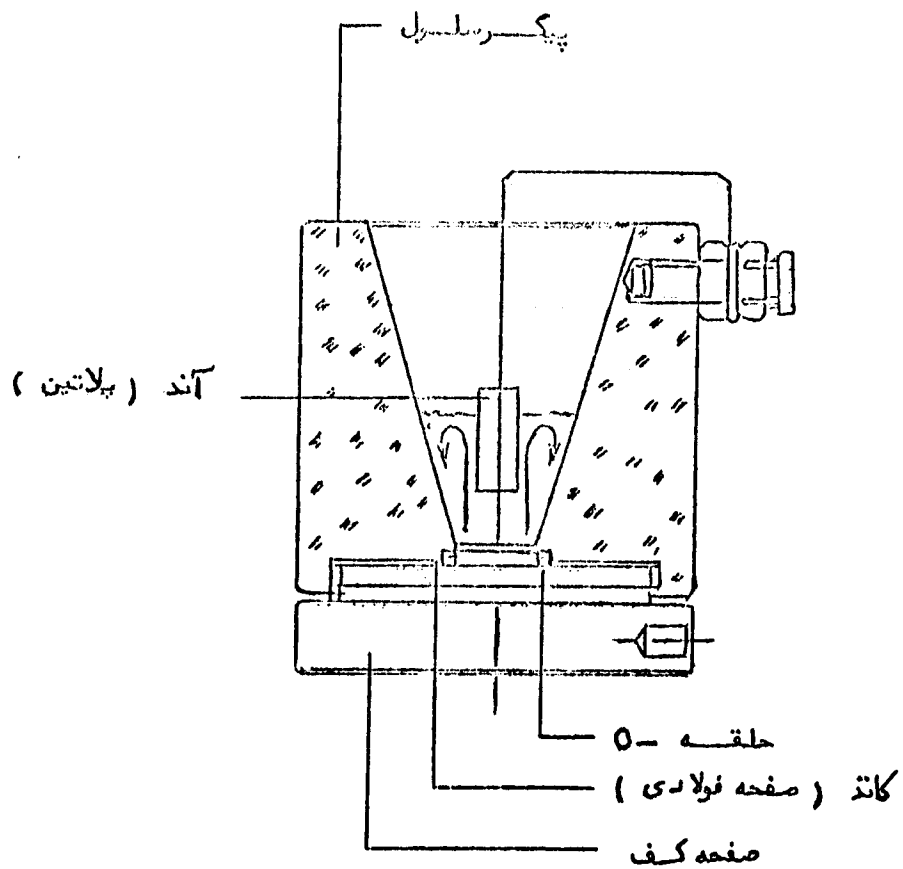
دراین پژوهش آزمایشاتی برروی عواملی که‌در عمل الکترولیز بسیار موثر بوده ، مانند زمان وشدت جریان انجام دادیم .

دراین آزمایشات کاتدومحلول الکترولیت راثابت نگهداشته و عوامل زمان وشدت جریان راتغییر داده‌تا بهترین راندمان الکترولیز را بدست آوریم .

سلول الکترولیز بکاررفته از جنس پلکسی گلاس بوده که شکل شماره ــ ۱ اجزاء مختلف آنرا نشان میدهد . جنس کاتد فولاد زنگ نزن مخصوص بود که قبل از مصرف بوسیله مخلوطی از اسید نیتریک واسید فلوئیدریک (مخلوط شامل ۱۵۰ میلی لیتر اسید نیتریک غلیظ هم راه با ۲۰ میلی لیتر اسید فلوئیدریک بود که بوسیله آب مقطر حجم آنرا به یک لیتر رساندیم) بمدت ۱۰ دقیقه در حرارت ۶۰ ــ ۵۰ درجه سانتیگراد آنرا تمیز کرده و سپس با آب مقطر شسته وبعداز خشک کردن مورد استفاده قرار دادیم .

آند شامل یک سیم پلاتینی است که در انتهابه یک صفحه پلاتینی ختم می‌شود . محلول الکترولیت کلرورآمونیوم ۳/۲ ملار می‌باشد .

اکتیویته این آزمایشات بوسیله دتکتور Silicon surface Barrier ساخت کارخانه ORTEC مدل BA-018-050-100 با مشخصات زیر اندازه گیری شده است .



شکل شماره ۱ اجزاء مختلف دستگاه الکترولیز

ـ ولتاژ کار دتکتور ۷۵ ولت

ـ سطح اکتیو ۵۰ میلیمتر مربع

ـ قدرت جداسازی برای ۵/۵ Mev آلفای آمریسیم ـ ۲۴۱، ۱۸ Kev

ـ راندمان شمارنده الکترونیکی دستگاه حدود ۹ درصد

نمونه ها در داخل یک تعویض کننده نمونه (Sample-Chenger) تحت خلاء قرار گرفته و تعویض کننده نمونه میتواند ۶ نمونه را متناوبا تحت خلاء تعویض کند.

اسپکترآلفا بوسیله مولتی کانال ۴۰۹۶ کانالی ساخت کارخانه ORTEC مدل ۶۲۴۰ بوسیله دتکتور نامبرده مطالعه شده است.

۲ ـ ۱ ـ اثر شدت جریان در الکترولیز

ماده رادیواکتیو بکاربرده شده آمریسیم ـ ۲۴۱ بوده که از مرکز رادیوشیمی انگلستان تهیه شده است. در این آزمایش زمان الکترولیز را ۲ ساعت ثابت نگهداشته وآمریسیم را در شدت جریانهای ۵۰۰، ۴۰۰، ۳۰۰، ۲۰۰، ۱۰۰ و ۸۰ میلی آمپرالکترولیز کردیم که جدول شماره ۱ و شکل شماره ۲ نتایج حاصله را نشان میدهد. pH در تمام مراحل ثابت و برابر ۲/۵ است.

۲ ـ ۲ ـ اثر زمان در الکترولیز

همانطورکه در نتایج جدول شماره ـ ۱ و شکل شماره ۲ مشاهده می‌شود، بهترین راندمان که ۹۹ درصد می‌باشد مربوط به شدت جریان ۴۰۰ و ۵۰۰ میلی آمپر است وبنابراین در این حالت شدت جریان را روی ۴۰۰ میلی آمپر ثابت نگهداشته و زمان الکترولیز را تغییر میدهیم.

در اینحالت آمریسیم ـ ۲۴۱ را در زمانهای ۵، ۱۰، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ دقیقه الکترولیز نموده که نتایج آن در جدول شماره ۲ و شکل شماره ۳ نشان داده شده، و بطوریکه ملاحظه می‌شود بعداز زمان ۳۰ دقیقه تقریبا" راندمان الکترولیز ثابت مانده و به ماکزیمم خود یعنی ۹۹ درصد میرسد.

در همین شدت جریان وزمان، کوریوم ـ ۲۴۴ را الکترولیز کرده و بهترین راندمان بدست آمد که نشان داد فاکتورهای بدست آمده بسیار مناسب هستند.

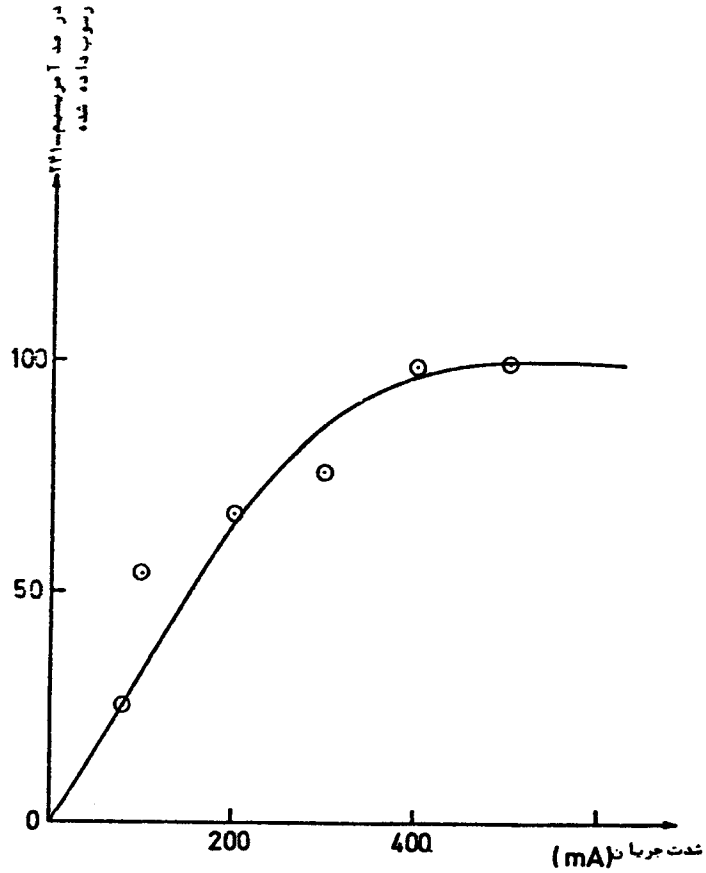
بنابراین در تمام آزمایشات الکترولیز، زمان را ۴۵ دقیقه و شدت جریان را ۴۰۰ میلی آمپر انتخاب کردیم.

شدت جریان (mA)	۵۰۰	۴۰۰	۳۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۸۰
شمارش	۱۲۸۰۸	۱۲۸۰۴	۹۹۵۴	۸۶۸۳	۶۹۴۹	۳۳۲۹
درصد	۹۹	۹۹	۷۶	۶۷	۵۴	۲۵

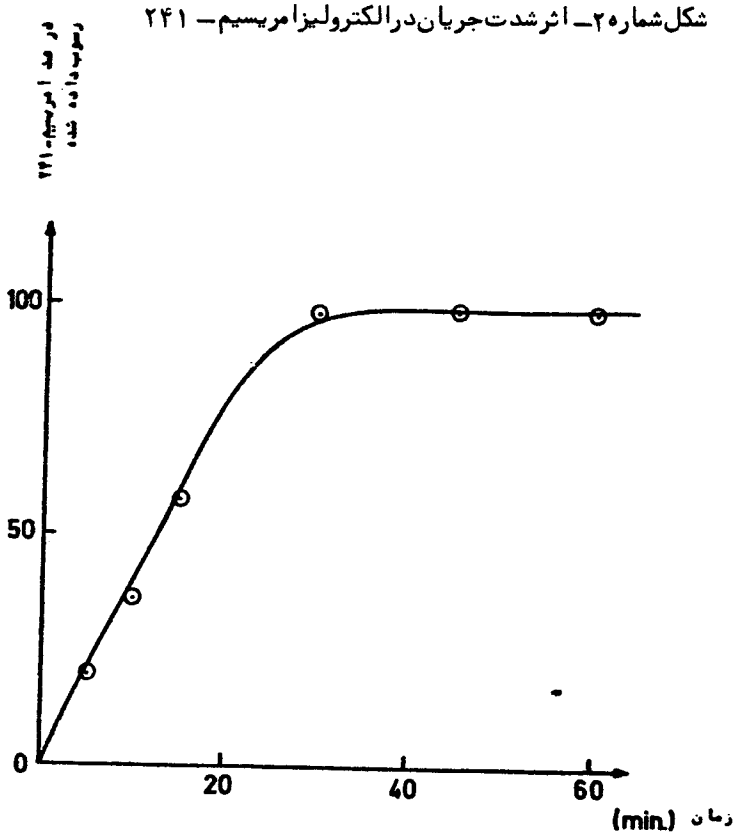
جدول شماره ۱ ـ نتایج حاصله از اثر شدت جریان در عمل الکترولیز امریسیم ـ ۲۴

زمان (min) (دقیقه)	۶۰	۴۵	۳۰	۱۵	۱۰	۵
شمارش	۱۲۸۴۵	۱۲۸۰۸	۱۲۶۷۶	۷۵۰۸	۴۶۵۹	۲۵۶۱
درصد	۹۹	۹۹	۹۸	۵۸	۳۶	۲۰

جدول شماره ۲ ـ نتایج حاصله از اثر زمان در الکتر ولیز امریسیم ـ ۲۴۱



شکل شماره ۲ــ اثر شدت جریان در الکترولیز امریسیم ــ ۲۴۱

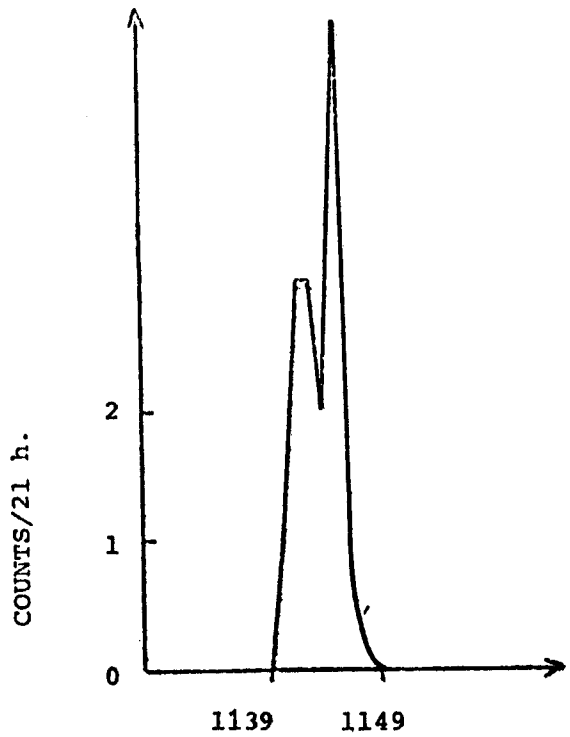


شکل شماره ۳ــ اثر زمانی در الکترولیز امریسیم ــ ۲۴۱

۳ـ اندازه گیری پلوترنیوم در خاک

تعدادی نمونه خاک راکه مدت چند سال دست نخورده بودو امکان وجود پلوتونیوم در اثر ریزش های آسمانی در آن زیاد بود ازتپه های امیرآباد برای تعیین پلوتونیوم جمع آوری کردیم .

بعداز یک روش جداسازی مناسب ۶ بوسیله عمل الکترولیز پلوتونیوم احتمالی را روی صفحه های فولادی رسوب داده و بعد بمدت ۲۱ ساعت شمارش نمودیم .



شکل شماره ۴ـ اسپکترپلوتونیوم موجود در نمونه خـــاک

۴ ـ بحث و نتیجه گیری

برای نمونه های بیولوژیکی اندازه گیری پلوتونیوم استفاده از روش خاکستر کردن موطوب و تعویض یون و سپس الکترولیز وآلفا اسپکتروسکپی روش بسیار مناسب است . در این مطالعه مدت زمان الکترولیز وشدت جریان الکترولیزبرای تهیه نمونه جهت آلفا اسپکتروسکپی برای پلوتونیوم و ترانس اورانیوم های دیگر به ترتیب ۴۵ دقیقه و ۴۰۰ میلی آمپر بهترین راندمان بدست آمده است .

البته لازم به توضیح است که با استفاده از روش مذکور ، پلوتونیوم بطورکیفی در خاک تشخیص داده شده است و شکل شماره (۴) نشان دهنده پلوتونیوم موجود در خاک می‌باشد .

فهرست منابع

[1] Frindik O. "plutonium im Getreide und Boden LWT. Vol.10. 1977 PP.162.

[2] Spoor, N., L. "The use of EDTA and DTPA for accelerating the removal of deposited Transuranic elements from Humans".,NRPBIR & D1,1977,pp.93.

[3] Reynolds S.A., Scott T.G., "Determination of plutonium in environmental samples" Radiochem. Radioanal. Letters,Vol.23,1975,pp.269

[4] Veselsky J.C. "Determination of plutonium in environmental samples by Extraction with tridodecyamine" International journal of Applied Radiation and Isotopes, Vol. 27,1976, pp. 502

[5] Irlweck, K., Sopantin, H. osterreichiche studiengesellschaft fur Atomenergie, G.m.b.H., seiberdorf Inst. fur strahlenschutz, "Electrolytic fabrication of calibration sources in alpha spectroscopy, 1975.

[6] Taube M. plutonium,A General Survey, Verlag chimie, Veinhim, 1974.

PLAUTONIUM DETERMINATION IN BIOLOGICAL SAMPLES

By: H.Ghafourian, I. Bayat and Z.Abedinzadeh

Institute of Nuclear Science and Technology

Abstract

Most of the plutonium isotopes are alpha-emitters, a fact which is of decisive importance from a biological point of view. We shall consider their potential danger to life in general, and to human life in particular.
In this respect measurement of plutonium concentration in air and soil and vegetable is the object of systematic tests in numerous countries. This plutonium occurs in the fallout from atomic bomb tests.A substantial proportion of these bombs contained pu-239 as explosive. pu-238 was released by the disintegration of a SNAP - 9A Power Source upon re-entry into the atmosphere in 1964.

The Pu content of soil sample was determined by wet ashing,anion exchange, electrolysis and α-spectroscopy. In the present study we obtained the best condition of electrolysis (time, current) for plutonium and other transuraniums. The Pu-239 Content in Soil was also determined qualitatively.