



بررسی اندازه گیری ^{226}Ra به روش رسوب گیری و سیستم اسپکترومتری آلفا

علی اصغر، فتحی وند

سازمان انرژی اتمی، پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای، پژوهشکده کاربرد پرتوها

چکیده:

هدف از تحقیق حاضر بررسی امکان اندازه گیری ^{226}Ra در نمونه های گوناگون به روش رسوب گیری رادیوم می باشد. بدین منظور ۱۲ نمونه از رسوب ^{226}Ra در شکل سولفات باریم-رادیوم بر روی فیلترهای ۴۲-واتمن و میلی پور تهیه شده و سپس توسط سیستم اندازه گیری اسپکترومتری آلفا با آشکارساز سد سطحی شمارش شده اند. بر اساس نتایج بدست آمده امکان اندازه گیری غلظت ^{226}Ra در نمونه ها بلافاصله بعد از رسوب گیری و بدون اتلاف وقت به منظور برقراری تعادل در پرتوزایی ^{226}Ra و دختران آن میسر بوده و بدین منظور فیلترهای میلی پور بدلیل قدرت تفکیک پذیری انرژی بالاتر مناسب تر می باشد.

کلید واژه: رادیوم، رسوب گیری، فیلترهای واتمن و میلی پور، آلفا اسپکترومتری

مقدمه:

عنصر پرتوزای ^{226}Ra و ^{224}Ra بترتیب از زنجیره های پرتوزای ^{238}U و ^{232}Th بوده و هر دو ساطع کننده پرتوهای آلفا می باشند. اگر چه این دو عنصر پرتوزا بطور مستقیم باعث افزایش پرتوهای گاما در زمینه محیطی نمی شوند، ولی بدلیل خواص شیمیایی مشابه با کلسیم توسط گیاهان از خاک جذب شده و از طریق زنجیره مواد غذایی وارد بدن انسان شده و در استخوان ها تجمع می یابند. بدلیل تاثیرات بیولوژیکی مخرب این دو عنصر پرتوزا اندازه گیری کیفی و کمی آنها در نمونه های محیطی و مواد غذایی بخصوص در مناطق با پرتوزایی بالا اهمیت ویژه ای دارد.

از بین روش های موجود برای اندازه گیری رادیوم نظیر امینشن گاز رادن [۱] اسپکترومتری پرتوهای گاما، شمارش کل آلفا، آلفا اسپکترومتری [۲] و استفاده از آشکارسازهای حالت جامد [۳]، روش آلفا اسپکترومتری بدلیل حد تشخیص پایین تر بر دیگر روش ها ترجیح داده می شود. در تحقیق حاضر ۱۲ نمونه رسوب ^{226}Ra و ^{224}Ra بر اساس روش Sill تهیه شده [۴] و توسط سیستم های اندازه گیری اسپکترومتری آلفا اندازه گیری شده اند.

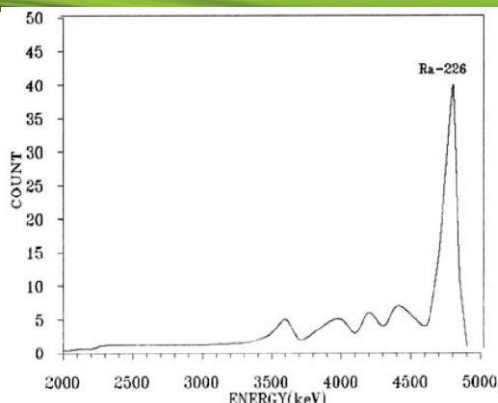


روش کار:

صد میکرو لیتر از استاندارد (^{226}Ra ($11/88 \pm 3/65\%$ Bq/ml) از شرکت Amersham و ۵ میلی لیتر از اسید سیتریک (93 g/l) و ۲ میلی لیتر از حامل سرب (^{210}Pb ($100 \text{ mgpb}^{+2}/\text{m}^2$) به 400 میلی لیتر آب دو بار تقطیر اضافه می شود. سپس ۳ میلی لیتر از (^{133}Ba ($3/19 \pm 2/95\%$ Bq/ml) به عنوان نشانگر و به منظور محاسبه بازه شیمیایی به محلول اضافه شده است. با اضافه نمودن محلول آلومینیوم PH به ۹ رسانده شده و سپس اسید سولفوریک (9 M) به محلول اضافه شده تا PH برابر با یک شود. در محلول تهیه شده رادیوم و سرب به شکل Ra/PbSo_4 رسوب کرده [۵] که رسوب حاصل در EDTA (Ethylene Diamine Tetraacetic Acid, disodium Salt) ($0,25 \text{ M}$) حل می شود. در نهایت رسوب رادیوم با اضافه نمودن مقدار ناچیزی از حامل (^{137}Ba ($50 \mu\text{g}$) و کاهش PH به $4/2$ توسط اضافه نمودن اسید سولفوریک 3 M به محلول بدست می آید. در این محلول رادیوم و باریوم به شکل Ra/BaSo_4 رسوب کرده و سرب در محلول باقی می ماند [۶]. پس از ۳۰ دقیقه رسوب بر روی فیلترهای میلی پور واتمن فیلتر می شود. با استفاده از روش فوق ۱۲ نمونه رسوب رادیوم با ضخامت $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ بر روی فیلترهای ۴۲-واتمن و ($0/45 \mu\text{m}$) میلی پور تهیه شده است. تمامی نمونه ها توسط سیستم اسپکترومتری پرتوهای آلفا اندازه گیری شده اند. سیستم اسپکترومتری آلفا شامل آشکارساز سد سطحی مدل PI ۴۵۰۵۱ با سطح مقطع 450 mm^2 و قدرت تفکیک انرژی 25 keV می باشد.

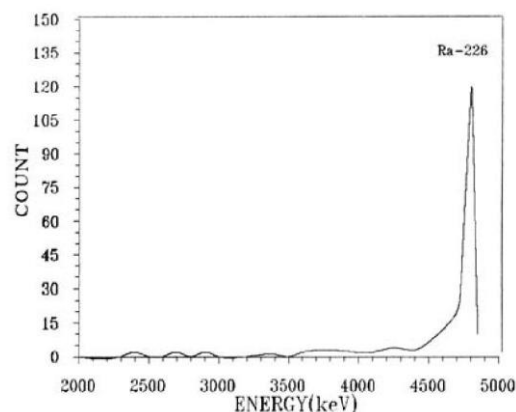
نتایج:

به منظور تعیین فاصله بهینه نمونه ها از آشکارساز به هنگام شمارش نمونه ها، فیلترها در فواصل مختلف از آشکارساز شمارش شده و مناسب ترین فاصله نمونه از آشکارساز برابر با $0/5$ سانتیمتر بدست آمده است. در این فاصله، شمارش نمونه ها همزمان با راندمان و قدرت تفکیک انرژی مناسب صورت می پذیرد. طیف جمع آوری شده از نمونه های رسوب رادیوم بر روی فیلترهای ۴۲-واتمن و میلی پور که بلافاصله پس از رسوب گیری شمارش شده اند بترتیب در اشکال ۱ و ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲- طیف پرتوهای آلفا از ^{226}Ra بر روی فیلتر میلی پور

بلافاصله بعد از رسوب گیری



شکل ۱- طیف پرتوهای آلفا از ^{226}Ra بر روی فیلتر ۴۲-واتمن

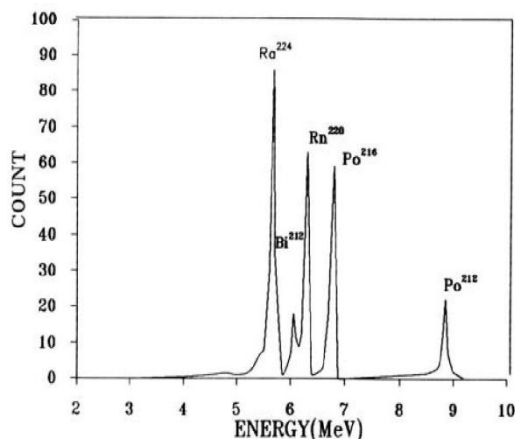
بلافاصله بعد از رسوب گیری

بررسی تعادل در پرتوزایی بین ^{226}Ra و دختران آن توسط شمارش مجدد نمونه ها در فواصل زمانی گوناگون پس از رسوب گیری با استفاده از سیستم اسپکترومتری آلفا صورت گرفته است. بدین منظور نمونه فیلتر در فواصل گوناگون زمانی پس از رسوب گیری شمارش شده است. طیف جمع آوری شده فیلتر که بلافاصله بعد از رسوب گیری شمارش شده تنها حاوی ^{226}Ra بوده در حالیکه در طیف های بعدی رشد تدریجی دختران رادیوم مشاهده می شود.

در تئوری ۱۵ روز پس از طیف گیری پرتوزایی دختران رادیوم در نمونه ها می بایست ۹۳/۵ درصد از پرتوزایی رادیوم باشد در حالیکه نتایج آنالیز طیف های جمع آوری شده نشاندهنده ۸۳ درصد از حالت تعادل در پرتوزایی بین رادیوم و دختران آن می باشد. این اختلاف ظاهراً در نتیجه خروج گاز رادون از نمونه و بهم خوردن نسبی حالت تعادلی در نتیجه خلائ موجود در محفظه سیستم اسپکترومتری آلفا می باشد. به منظور آزمون این فرضیه و به منظور پرهیز از خروج گاز رادون از نمونه ها، فویل آلومینیومی بسیار نازکی بر روی یکی از نمونه ها کشیده شده و طیف نمونه جمع آوری شده است. بر اساس مشاهدات در این صورت تعادل در پرتوزایی در حدود ۹۰ درصد می باشد. بنابراین استفاده از اسپری های خاص که کاملاً روی رسوب را می پوشاند در اینگونه موارد توصیه می شود. حداقل غلظت قابل اندازه گیری سیستم های اسپکترومتری آلفا در مدت زمان ۱۰۰۰۰ ثانیه و در فاصله ۰/۵ سانتیمتری نمونه از آشکارساز برابر با ۳/۷ میلی بکرل می باشد. رسوب های تهیه شده از نمونه های محیطی ممکن است حاوی رادیوایزوتوپ های دیگر رادیوم نظیر ^{224}Ra و ^{228}Ra نیز باشند. چون ^{228}Ra ساطع کننده پرتوهای بتا می باشد، حضور این عنصر پرتوزا در رسوب نمونه ها تاثیر بر اندازه گیری ^{226}Ra ندارد ولی ^{224}Ra ساطع کننده پرتوهای آلفا بوده و امکان تاثیر پیک حاصل از پرتوهای آلفا از این عنصر پرتوزا در ناحیه پیک ^{226}Ra وجود دارد. جهت تعیین میزان تداخل پیک های ^{226}Ra و ^{224}Ra ، ابتدا رسوب ^{224}Ra از محلول ^{232}Th تهیه شده و سپس طیف آلفای آن توسط سیستم اسپکترومتری آلفا جمع آوری شده

است. براساس محاسبات صورت گرفته در حدود ۴/۶ درصد از پیک ^{224}Ra در ناحیه ^{226}Ra قرار می گیرد
 $[E_{\alpha}(^{226}\text{Ra})=4.78\text{ MeV}, E_{\alpha}(^{224}\text{Ra})=5.69\text{ MeV}]$.

شکل ۳ نشاندهنده طیف ^{224}Ra ، ۲۴ ساعت پس از رسوب گیری می باشد.



شکل ۳- طیف پرتوهای آلفا از ^{224}Ra بر روی فیلتر میلی پور

بحث و نتیجه گیری:

اندازه گیری غلظت ^{224}Ra و ^{226}Ra نمونه های رسوب با استفاده از سیستم اسپکترومتری آلفا مورد مطالعه قرار گرفته شده و امکان اندازه گیری غلظت رادیوم در نمونه های مختلف بلافاصله بعد از رسوب گیری و بدون انتظار جهت برقراری تعادل در پرتوزایی رادیوم و دختران آن نشان داده شده است. بررسی طیف های جمع آوری شده از رسوب رادیوم بر روی فیلترهای ۴۲-واتمن و میلی پور نشان دهنده امکان استفاده از هر دو فیلتر جهت رسوب گیری رادیوم بوده، اگر چه استفاده از فیلترهای میلی پور بدلیل قدرت تفکیک انرژی بهتر (۸۰ keV) مناسب تر از فیلترهای ۴۲-واتمن می باشند. مناسب ترین فاصله نمونه از آشکارساز در زمان طیف گیری برابر با ۰/۵ سانتیمتر می باشد. در این شرایط امکان حصول همزمان راندامان بالا و تفکیک انرژی مناسب، میسر می باشد. در صورتیکه رسوب حاوی ^{224}Ra باشد، میزان تاثیر پیک ^{224}Ra بر ناحیه پیک ^{226}Ra ۴/۶ درصد برآورد شده که می بایست در هنگام اندازه گیری غلظت ^{226}Ra به منظور انجام تصحیحات در پیک ^{226}Ra نظر گرفته شود.



دانشگاه گیلان

۷ و ۸ اسفند ماه ۱۳۹۲
رشت - دانشگاه گیلان

بیستین کنگره هسته ای ایران



Nuclear society of Iran
20th Iranian Nuclear Conference
26-27 February, 2014
University of Guilan Rasht - Iran

مراجع:

۱. Lucas H.F, Scintillation Radon Counting, Methods for Measuring Radiation in and around Uranium Mills, *Proc. Workshop Albuquerque, Atomic Industrial Forum, Washington, DC* 76-90, 1977.
۲. Lozano J.C., *et al*, Preparation of Alpha Spectrometric Sources by Coprecipitation with Fe (OH)³: Application to Uranium, *Appl. Radiat. Isot.*, ۵۰: ۴۷۵-۴۷۷, ۱۹۹۹.
۳. Sohrabi M., Mirzaee H., Hosseini T, Determination of ²²⁶Ra in Food Samples by a New Method Using Polycarbonate Detector, *Radiation Measurements*, ۲۵: No: ۱-۴, ۶۲۳-۶۲۴, ۱۹۹۵.
۴. Sill C.W, *Report DE ۸۳-۰۴۱, P. ۹۵۹*, ۱۹۸۳.
۵. Kim Y.J., Kim C.K., Lee J.I, Simultaneous determination of ²²⁶Ra and ²¹⁰Pb in ground water and soil samples by using the liquid scintillation counter - suspension gel method, *Appl. Radiat. Iso.*, ۵۴: ۲۷۵-۲۸۱, ۲۰۰۱.
۶. Lim T.P., Dave N.K., Cloutier N.R, *Appl. Radiat. Iso.*, ۴۰: No. ۱, ۶۳-۷۱, ۱۹۸۹.