



کاربرد کد شبیه سازی فلوکا در اسپکترومتری غیر فعال آلفا بوسیله آشکارسازهای ردپای هسته ای حالت جامد و نتایج آن در جداسازی دختران پرتوزای رادون و تورون

سید مهدی حسینی پویا^{۱،۲،۳}، حسین آفریده^۱، محمرضا کاردان^۳، علی اکبر کاظمی موحد^۳، مهبران طاهری^۳

۱. دانشگاه صنعتی امیرکبیر، دانشکده مهندسی هسته ای و فیزیک
۲. مرکز نظام ایمنی هسته ای کشور، امور حفاظت در برابر اشعه
۳. پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای، پژوهشگاه کاربرد پرتوها

چکیده:

با توجه به خصوصیات محلول خورش الکترونی می‌بایستی $PEdMW$ این امکان فراهم می‌آید که در محدوده انرژی ۰/۵ تا ۴/۷ مگا الکترون ولت از انرژی آلفا بر اساس اندازه ردپاهای ایجاد شده روی فیلم های پلی کربنات لگزان تفکیک انرژی ایجاد نموده و بدین طریق اسپکترومتری انجام داد. این روش می تواند برای جداسازی دختران آلفا زای رادون و تورون مورد استفاده قرار گیرد. دو پارامتر این نوع اسپکترومتری شامل قدرت تفکیک و بازدهی بوسیله کد شبیه سازی فلوکا مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج مربوط به استفاده از این روش در جداسازی دختران آلفا زای ^{226}Ra و ^{228}Th نشان داده شده است. کلمات کلیدی: اسپکترومتری آلفا، آشکارسازی، ردپای هسته ای، فلوکا، مونته کارلو

مقدمه:

استفاده از روش های غیر فعال در آشکارسازی و اسپکترومتری آلفا بوسیله آشکارسازهای ردپای هسته ای حالت جامد همواره از موضوعات مورد توجه محققین بوده است [1]. در این میان نوع پلی کربنات دارای ویژگیهای اختصاصی از جمله امکان اعمال روش خورش الکتروشمیایی و ایجاد ردپای در اندازه های بزرگ می باشد [2-8]. از جمله مشکلات استفاده از این نوع آشکارساز به عنوان اسپکترومتر آلفا لزوم استفاده همزمان از روش خورش شیمیایی و/یا لایه برداری (Pre-Soaking) در کنار خورش الکتروشمیایی و همچنین زمان های خورش

1. Multi-Photon Absorption.

2. Multi-Photon Dissociation.

طولانی (بیش از ۵ ساعت) [3-8] می‌باشد. اخیراً با معرفی محلول خورش جدید [9] PMEdW این امکان فراهم آمده است تا با استفاده از آن، زمان خورش به کمتر از ۱۰۰ دقیقه و محدوده انرژی آشکارسازی از ۰/۵ تا ۴/۷ مگاالکترون ولت افزایش یابد و تنها از خورش الکترو شیمیایی استفاده گردد. همچنین اندازه متوسط ردپاها در این روش از ۵۰ تا ۲۵۰ میکرومتر می‌باشد.

در این پژوهش ویژگی‌های اسپکترومتری این روش برای کاربردهای مختلف بوسیله کد شبیه ساز فلوکا مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین نتایج جداسازی دختران آلفازای ^{226}Ra و ^{228}Th بوسیله این روش ارائه شده است.

مواد، وسایل و روش‌ها

جهت بررسی دختران آلفازای ^{226}Ra از یک نمونه رسوب یافته میکرو بر روی فیلتر استفاده گردیده است. همچنین برای بررسی دختران آلفازای ^{228}Th از یک چشمه استاندارد PYLON با آهنگ پرتوایی ۰/۹ میکروکوری در ساعت که بر روی فیلتر نشانده شده است استفاده گردیده است. سیستم پرتودهی شامل یک چشمه و کلیماتور فیلم پلی کربنات لگزان به قطر ۲ سانتی متر می‌باشد که آلفاهای خارج شده از چشمه در هوا تضعیف شده و در محدوده آشکار سازی پلی کربنات لگزان قرار می‌گیرد (شکل ۱). شرایط خورش مطابق گزارش [9] انتخاب و اعمال گردیده است. تصاویر ردپاها بوسیله اسکنر با قدرت تفکیک 2000dpi تهیه گردیده و بوسیله یک نرم افزار توزیع قطر ردپاها بصورت قله‌های طیف ارائه گردیده است. برای محاسبات مونته کارلو کد فلوکا FLUKA2006A بکاررفته است.

نتایج :

شکل ۱ نتایج مربوط به قله‌های حاصل از دختران آلفا زای ^{226}Ra را با استفاده از این روش اسپکترومتری نشان می‌دهد. قطر کلیماتور در این حالت ۸ میلیمتر بوده و ارتفاع آن شامل ۳۵ میلیمتر ستون هوا می‌باشد.

در طیف حاصل دو دختر آلفا زا به وضوح از هم جدا گردیده‌اند.

شکل ۲ نتایج مربوط به قله‌های حاصل از دختران آلفا زای ^{228}Th را با استفاده از این روش اسپکترومتری نشان می‌دهد. قطر کلیماتور در این حالت ۴/۵ میلیمتر بوده و ارتفاع آن شامل ۱۱ میلیمتر ستون هوا بعلاوه ۱۵ میکرومتر فویل آلومینیوم می‌باشد. در طیف حاصل سه دختر آلفا زای توروون به وضوح از هم جدا گردیده‌اند.

محاسبات مونته کارلو:

دو پارامتر اصلی در یک اسپکترومتری قدرت تفکیک و بازدهی آشکار ساز می‌باشد. مطابق شکل ۱ این دو پارامتر بوسیله تغییر در قطر کلیماتور بصورت عمده تغییر می‌یابد. نظر به اینکه سطح فیلم پلی کربنات در یک آشکار ساز طراحی شده محدود می‌باشد تعداد کلیماتور بکار رفته در قطر مورد نظر متغیر می‌باشد. از طرف دیگر برای



کاربردهای مختلف آشکارسازی آلفا ممکن است نیاز به قدرت تفکیک های متفاوتی باشد و بنابراین وجود این دو عامل باعث می گردد که حجم بزرگی از فرضیات (انرژی چشمه ، طول و قطر کلیماتور، ماده تضعیف کننده و دانسیته آن در شرائط آزمایش و ...) در طراحی ابعاد مناسب وجود داشته باشد. بنابراین استفاده از کد فلوکا برای تسهیل در بررسی ابعاد بهینه برای یک اسپکترومتر طبق کاربرد مورد نظر می تواند مفید باشد. در محیط فلوکا انرژی چشمه ۸/۸۷ مگا الکترون ولت (مربوط به آخرین دختر تورون) ، کلیماتور به قطر ۴/۵ میلی مترو شامل ستون هوا (با دانسته متاثر از فشار و دمای آزمایشگاه) و فویل آلومینیوم تعریف شده است. با توجه به انتخاب USRBDX در خروجی کد در نقطه قرار گرفتن فیلم پلی کربنات ، مقدار آن بازدهی مطلق آشکارسازی خواهد بود. شکل ۴ پاسخ نرمالیزه شده این سیستم آشکار سازی از نظر توزیع طیف آلفا در سطح فیلم پلی کربنات با استفاده از نتایج شبیه سازی می باشد که می تواند در انتخاب FWHM مورد نظر بکار گرفته شود. قطر کلیماتور از ۱ تا ۶ میلیمتر تغییر نموده است. جدول ۱ نتایج خروجی کد مربوط به بازدهی مطلق آشکار سازی در همین محدوده تغییر قطر کلیماتور می باشد. تمامی عوامل مؤثر در پاسخ می تواند طبق برنامه کد نوشته شده با روش سعی و خطا تغییر نماید تا بر اساس کاربرد دلخواه (مانند استفاده در آشکار سازی رادون و/یا تورون) پارامترهای بهینه حاصل گردد.

نتیجه گیری:

با بکارگیری محلول خورش جدید الکتروشیمیایی PMEdW و استفاده از قطر ردپاها بر روی فیلم پلی کربنات امکان اسپکترومتری غیرفعال آلفا فراهم می گردد. همچنین می توان با استفاده از برنامه کد فلوکای ارائه شده در طراحی اسپکترومتر با توجه به کاربرد مورد نظر استفاده نمود. طبق این برنامه تمامی عوامل مؤثر در بهینه سازی پارامترهای اسپکترومتری می تواند تغییر یابد و با روش سعی و خطا حاصل گردد.

منابع و مأخذ

- [1] S.A. Durrani & R. Ilić, Radon Measurements by Etched Track Detectors, World Scientific Publishing Co. Ltd., London, 1997, pp.77-80, 92-94.
- [2] C.F.Wong, L. Tommasino, Energy discrimination of α -particles by electrochemical etching of track detectors , 6(1) (1982) 17.
- [3] S.A.R. Al-Najjar, A. Oliveira, E. Piesch, Extension of the particle energy range in polycarbonate using multiple step chemical and/or electrochemical etching Rad. Prot. Dosim., 27(1) (1989) 5.
- [4] N. Dadvand, M. Sohrabi M., Alpha particle spectrometry with lexan polycarbonate using combined layer removal by ethylendiamine solution and electrochemical etching Appl. Rad. Isot. 50 (1999) 355.

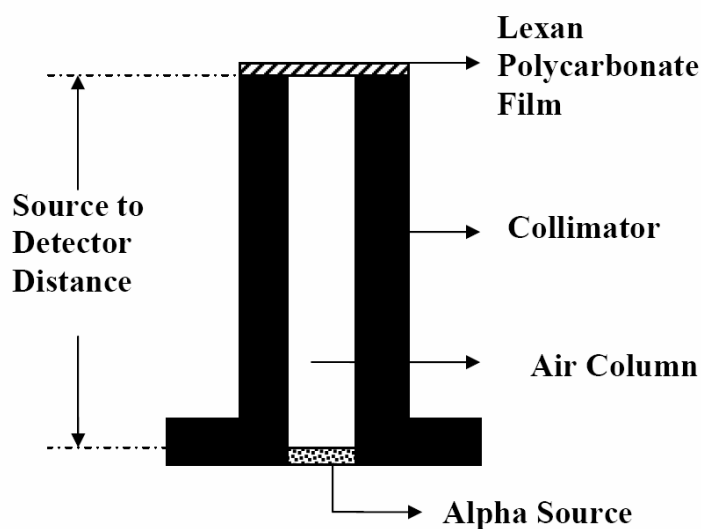
[5] M. Doi, S. Kobayashi, K. Fojimoto, A passive measurement technique for characterization of high-risk houses in Japan due to enhanced level of indoor radon and thoron concentrations Rad .Prot. Dosim., 45(1/4) (1992) 425

[6] L. Tommasinio L., Electrochemical etching progresses for the detection of neutrons and radon-decay products. Nucl. Tracks Nucl. Tech. & Rad. Prot. Vol. XIX, No. 1(2004).

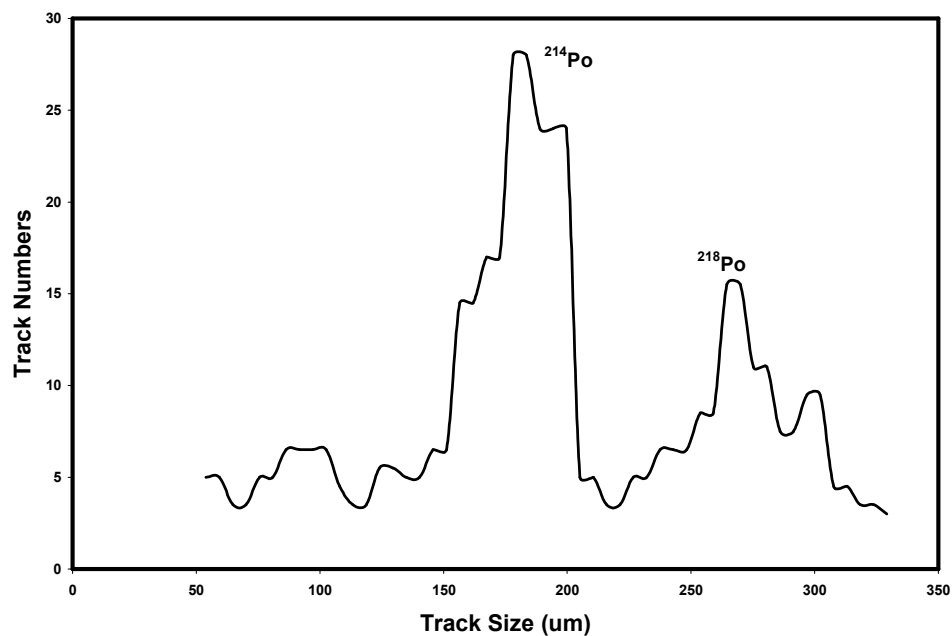
[7] N. Dadvand, M. Sohrabi, Appl. Effect of pre-soaking on characteristics of lexan polycarbonates Rad. Isot. 48 (8) (1997) 1127.

[8] M. Sohrabi, N. Dadvand, M.R. Kardan, Radiat. Introduction of PMW and PEMW etchant for rapid and broad energy range alpha track registration. Phys. Chem., 51(1998) 401.

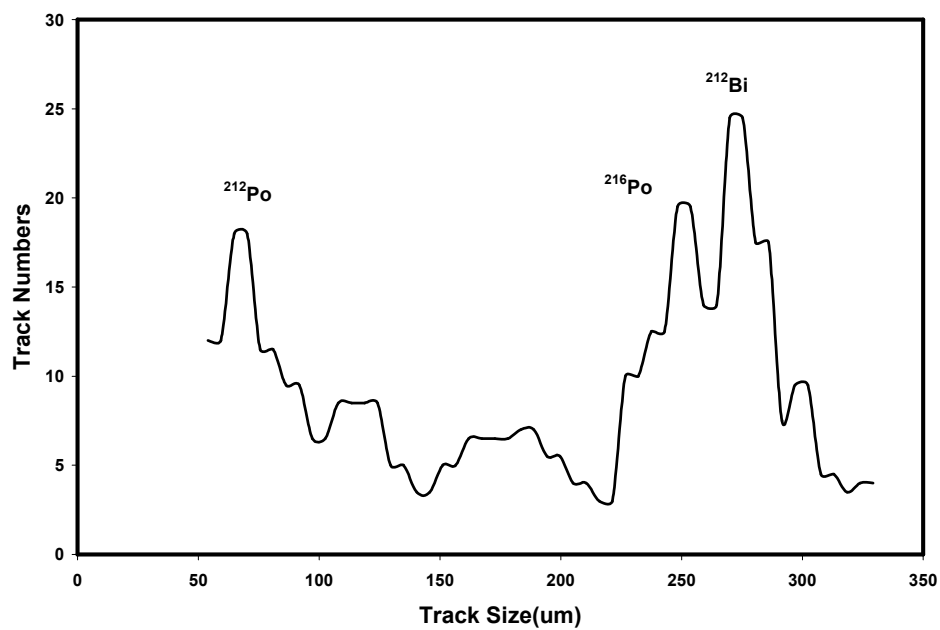
[9] M. Taheri, S. Hosseini Toudeshki, Characteristic studies for fast detection of a wide energy range of α -particles in polycarbonate detectors. Rad. Meas. 40 (2005) 307.



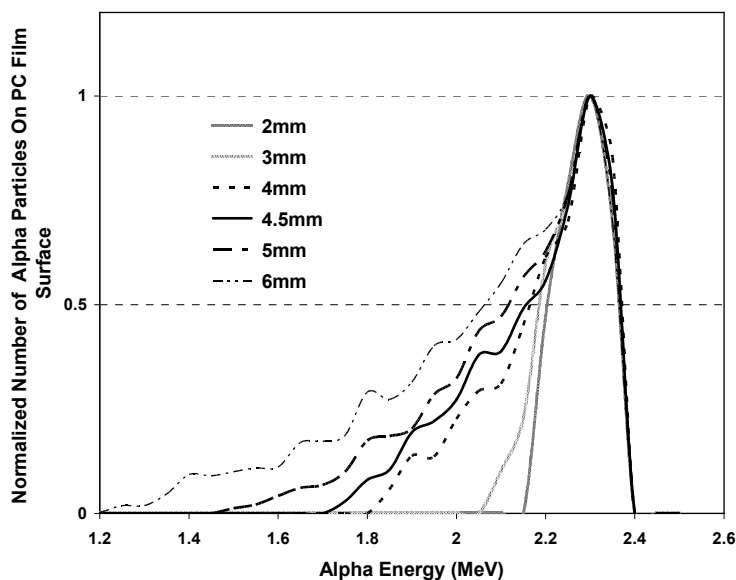
شکل ۱: سیستم پرتودهی بکار رفته با هدف اسپکترومتری



شکل ۲: طیف دو دختر آلفازای رادون حاصل از روش اسپکترومتری غیر فعال



شکل ۳: طیف سه دختر آلفازای تورون حاصل از روش اسپکترومتری غیر فعال



شکل ۴: قدرت تفکیک اسپکترومتر در قطرهای مختلف کلیماتور حاصل از محاسبات فلوکا

قطر کلیماتور (میلی متر)	تعداد کل کلیماتور های متناظر	درصد بازدهی مطلق آشکارسازی برای کلیماتور متناظر	درصد بازدهی مطلق کل						
۲	۱۹	$5^{-10} \times 4/35$	۰/۰۸۲						
۲	۳	$5^{-10} \times 4/35$	$4^{-10} \times 2/31$	۰/۱۸۷					
۳	۱۰	$5^{-10} \times 3/12$	۰/۲۳۱						
۴	۷	$4^{-10} \times 7/37$	۰/۵۱۵						
۴/۵	۷	$3^{-10} \times 1/18$	۰/۸۲۰						
۵	۳	۲	۴	۱	۴	$3^{-10} \times 1/75$	$4^{-10} \times 2/31$	$4^{-10} \times 4/35$	۰/۷۴۰
۵	۳	۴	۴	$3^{-10} \times 1/75$	$4^{-10} \times 2/31$	۰/۸			
۶	۳	۳	۳	$4^{-10} \times 2/31$	$3^{-10} \times 1/75$	۱/۱			

جدول ۱: بازدهی مطلق آشکارسازی محاسبه شده بوسیله کد فلوکا برای یک سطح ۳/۱۴ سانتی متر مربع