

۱۶ و ۱۷ شهریور ۱۳۹۴ دانشگاه یزد

## بهینه سازی روش کاهش رد پای زمینه در آشکار ساز های رد پای هسته ای حالت جامد

آزادبر، علیرضا\*<sup>(۱)</sup> - سرداری، داریوش<sup>(۱)</sup> - کاردان، محمدرضا<sup>(۲)</sup> - برادران، سمانه<sup>(۲)</sup>

(۱) دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه مهندسی هسته ای، تهران، ایران

(۲) گروه پژوهشی حفاظت پرتویی و ایمنی هسته ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای، تهران، ایران

### چکیده:

یک موضوع مهم در دزیمتری با آشکار ساز رد پای هسته ای حالت جامد، کاهش رد پای زمینه است. هدف اصلی این تحقیق کاهش رد پای زمینه با استفاده از فرایند پیش خورش شیمیایی برای برداشتن لایه سطحی آشکار ساز و انجام عملیات خورش الکتروشیمیایی می باشد. در این کار از واکنش شیمیایی بین آشکار ساز پلی کربنات و محلول اتیلن دیامین با غلظتهای ۲۰٪، ۳۰٪، ۴۰٪ و ۵۰٪ استفاده شد و در زمانهای متفاوت رابطه بین ضخامت لایه برداشته شده و غلظت محلول اتیلن دیامین بررسی گردید. نتایج نشان داد در غلظتهای پایین پاسخ مناسبتر و لایه برداری یکنواخت تر انجام می شود. در نهایت بهترین نتیجه در غلظت ۴۰٪ مشاهده شد که رد پای زمینه حدود ۵۰٪ کاهش یافته است.

کلمات کلیدی: Background track, Ethylendiamine, Presoaking, polycarbonate, Radon

### مقدمه:

روشهایی برای اندازه گیری رادون وجود دارد که روشهای بلند مدت غیر فعال برای این کار بسیار مناسب هستند. در سالهای اخیر استفاده از آشکار سازهای رد پای هسته ای بطور گسترده ای مورد استفاده قرار می گیرد [۱-۴]. رایج ترین روش برای ارزیابی رادون در محیط داخلی استفاده از روشهای بلند مدت با استفاده از آشکار سازهای رد پای هسته ای حالت جامد (SSNTD) در دوره های مختلف ۳ ماه تا ۱۲ ماه می باشد [۵-۷].

از مشخصات آشکار سازهای رد پای هسته ای حالت جامد میتوان به حساسیت نسبت به ذرات باردار، عدم حساسیت به بتا و گاما، عدم رخ دادن پدیده محو شدگی، حساسیت مناسب، شکننده نبودن، ارزان بودن و به سادگی یافت شدن، دائمی بودن اثرات پرتو، جزء وسایل اندازه گیری انتگرالی بودن و تولید داخل اشاره کرد.

۱۶ و ۱۷ شهریور ۱۳۹۴ دانشگاه یزد

مشکل اصلی استفاده از آشکارسازهای پلی کربنات به عنوان آشکار ساز گذشته نگر میزان رد پای زمینه است که بالا می باشد. لذا در ابتدا باید توسط تکنیکهای متفاوت بتوانیم روشی را ارائه دهیم که رد پای زمینه را کاهش دهد تا ضمن رفع مشکل، حساسیت فیلم را نیز افزایش دهیم.

همانطور که اشاره شد یک مساله مهم در دزیمتری رادون رد پای زمینه در فیلم های پلاستیکی است. بررسی هایی که قبلاً انجام شده نشان می دهد که با برداشتن یک لایه سطحی از فیلم پلی کربنات رد پای زمینه می تواند کاهش یابد که برای این کار از محلول اتیلن دیامین استفاده شده است [۱].

در مطالعات گذشته این کار برای غلظت های بالا انجام گرفته است [۱]. نتایج نشان می دهد فرایند برداشتن لایه سطحی یکنواخت نبود و در تکرار آزمایشها پاسخهای متفاوتی بدست می آمد. همانطور که اشاره شد یکی از مشکلات موجود رد پای زمینه می باشد که باید بتوانیم به طریقی میزان این رد پاها را کاهش دهیم .

در این مقاله می خواهیم به ارائه روشی برای کاهش رد پای زمینه پردازیم. با توجه به کاهش رد پای زمینه و اهمیت تکرار پذیر بودن آزمایش این کار را در زمانهای طولانی تر برای غلظت های پایین محلول اتیلن دیامین انجام داده شد که پاسخهای مناسبی بدست آمد که در این مقاله به ارائه این روش می پردازیم.

## روش کار :

یکی از روش های کاهش رد پای زمینه بکار بردن فرایند پیش خورش شیمیایی جهت برداشتن لایه های سطحی قبل از استفاده از خورش نهایی می باشد. اساس روش لایه برداری روی واکنش های شیمیایی بین پلی کربنات و اتیلن دیامین می باشد. ضخامت لایه حذف شده به غلظت محلول اتیلن دیامین و زمان عملیات پیش خورش وابسته می باشد [۸].

در مطالعات قبلی ارتباط بین ضخامت لایه های حذف شده و زمان خورش برای محلول های اتیلن دیامین مورد توجه بود [۱]، اما لایه برداری به دلیل زمان کم و خطاهای مختلف اندازگیری از دقت بالایی برخوردار نبوده است. بطوریکه در تکرار آزمایش نتایج یکسان حاصل نمی شد. لذا سعی کردیم این عمل را برای غلظت های پایین تر و زمان طولانی تر انجام دهیم. همانطور که توضیح داده خواهد شد نتایج ما را به سمت لایه برداری یکنواخت تر و خطای اندازگیری کمتر رساند.

در این تحقیق از فیلم های پلی کربنات با ضخامت  $256\mu\text{m}$  استفاده کردیم. برای این کار پوسته هایی که روی هر دو سطح این فیلم ها قرار دارد را برمی داریم. این فیلم ها را از صفحات بزرگ به ابعاد  $2/5\text{cm} \times 2/5\text{cm}$  برش دادیم.

به منظور کاهش رد پای زمینه نیاز است لایه های سطحی از فیلم برداشته شود. جهت یکنواخت بودن لایه های برداشته شده فرایند پیش خورش را با محلول اتیلن دیامین با غلظت های پایین و زمانهای طولانی تر انجام دادیم. این آزمایش را برای محلول اتیلن دیامین و در غلظت های ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ بطور جداگانه و در زمانهای متفاوت تکرار کردیم. در این روش فیلم ها بین دو سلول محفظه بطوریکه این سلول ها توسط واشر از هم جدا و ایزوله بودند قرار می گیرند، سپس محلول اتیلن دیامین به یک طرف محفظه اضافه می شود و مدت زمان مورد نیاز بر اساس نتایج تجربی فیلم ها در معرض پیش خورش شیمیایی قرار می گیرند. سپس با استفاده از یک میکرومتر ضخامت فیلم ها را برای غلظت های مختلف اندازه گرفتیم که بطور مثال در این آزمایش برای محلول اتیلن دیامین ۴۰٪ حجمی (V/v)  $10 \mu\text{m}$  از لایه های فیلم در زمان ۲۱ ساعت و ۱۵ دقیقه برداشته شد. سپس فیلم ها را برداشته و با آب شستشو انجام می دهیم و در مجاورت هوا در دمای اتاق خشک می کنیم و مجدد فیلم ها را بین دو سلول محفظه قرار می دهیم و قسمتی از فیلم که تحت پیش خورش قرار گرفته و لایه ای از سطح آن برداشته شده محلول PEW شامل  $40 \text{ gr H}_2\text{O} + 15 \text{ gr KOH} + 40 \text{ gr C}_2\text{H}_5\text{OH}$  و ۴۵ و سمت دیگر اسید کلریدریک ۳٪ اضافه کردیم. و در میدان  $32 \text{ KV/cm}$  و در فرکانس  $2 \text{ KHZ}$  و برای  $3 \text{ h}$  و با ولتاژ  $800 \text{ V}$  تحت خورش الکترو شیمیایی قرار گرفت. پس از آن فیلم ها را خارج کرده و چگالی رد پا را شمارش نمودیم. منحنی تغییرات ضخامت ( $\mu\text{m}$ ) و زمان (min) برای غلظت های متفاوت از محلول اتیلن دیامین در شکل ۱ نشان داده شده است و معادلات مربوط به هر غلظت مطابق زیر بدست آمد:

$$\text{For } 20\% : \Delta x = -1.53614 + 0.2048t$$

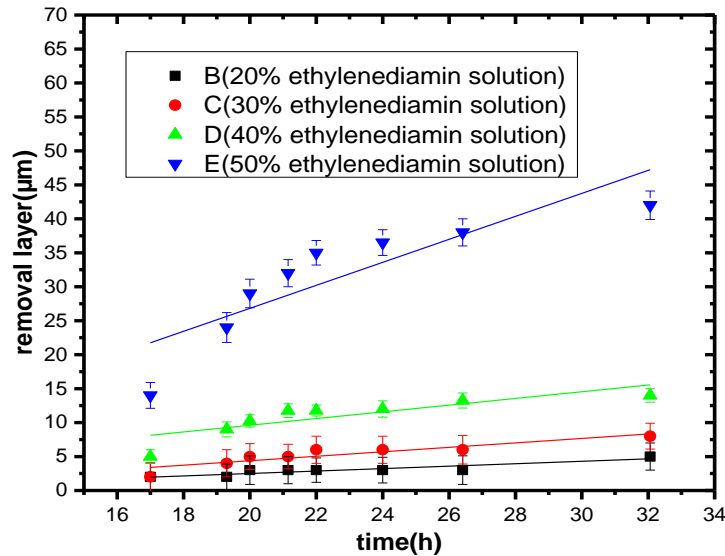
$$\text{For } 30\% : \Delta x = -4.16265 + 0.42169t$$

$$\text{For } 40\% : \Delta x = -0.55502 + 0.5028t$$

$$\text{For } 50\% : \Delta x = -25.15663 + 2.55422t$$

که  $\Delta x$  ( $\mu\text{m}$ ) ضخامت لایه حذف شده و  $t$  (h) زمان خورش در محلول اتیلن دیامین را نشان می دهد. نرخ خورش مخزن برای غلظت های ۲۰٪، ۳۰٪، ۴۰٪، ۵۰٪ به ترتیب  $0.2048$ ،  $0.42169$ ،  $0.5028$ ،  $2.55422$  می باشد.

۱۶ و ۱۷ اسفندماه ۱۳۹۴ دانشگاه یزد

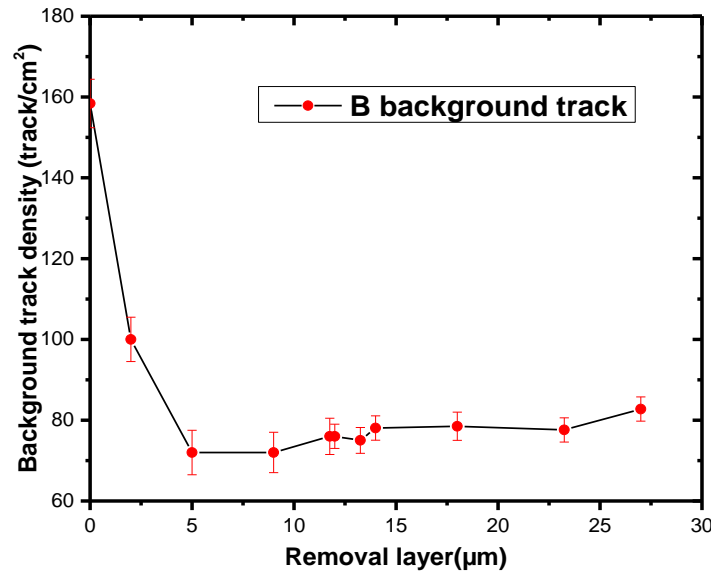


شکل ۱: تغییرات ضخامت ( $\mu\text{m}$ ) بر حسب زمان پیش خورش در غلظت های مختلف اتیلن دیامین در آب.

همانطور که در شکل ۱ مشاهده می شود هنگام استفاده از محلول اتیلن دیامین با غلظت ۴۰٪، لایه برداری از یکنواختی بیشتری نسبت به سایر غلظت ها برخوردار است و در تکرار آزمایش در غلظت مذکور خطای کمتری نیز مشاهده می شود به طوری که انحراف معیار نیز در زمانهای مختلف حدود  $\pm 0.1 \mu\text{m}$  (در زمانهای ۲۱h و ۲۲h و ۲۴h و ۲۶h و ۳۲h) تا  $\pm 0.3 \mu\text{m}$  (در زمانهای ۱۷h و ۱۹h) خواهد بود. همچنین با توجه به بررسی انجام شده پس از فرایند خورش الکتروشیمیایی مشاهده می شود بیشترین کاهش رد پا مربوط به غلظت ۴۰٪ می باشد. با توجه به موارد فوق الذکر در ادامه توجه خود را به غلظت ۴۰٪ معطوف می نمایم.

در این روش میانگین ۲۰ رد پای زمینه بدست آورده شد که مقدار میانگین آن  $145 \text{ track/cm}^2$  بود. پس از انجام پیش خورش تا زمان حدود ۱۲ ساعت هیچ لایه برداری انجام نمی گیرد و تعداد رد پاها همان حدود رد پای زمینه می باشد. اما پس از  $10 \mu\text{m}$  لایه برداری در مدت زمان حدود ۱۹ ساعت تعداد رد پای زمینه به حدود ۷۶ رسیده و پس از آن تقریباً ثابت می ماند. لذا برای لایه برداری بیش از  $10 \mu\text{m}$  رد پای زمینه حدود ۵۰٪ کاهش یافته است. که نتایج در شکل ۲ قابل مشاهده است و بطور محسوسی این کاهش نشان داده می شود.

۱۶ و ۱۷ اسفندماه ۱۳۹۴ دانشگاه یزد



شکل ۲: نمودار تغییرات چگالی رد پای زمینه ( $\text{track}/\text{cm}^2$ ) بر حسب لایه برداشته شده از پلی کربنات

## نتایج :

یکی از موضوع های مهم در دزیمتری با آشکار ساز های رد پای هسته ای حالت جامد، کاهش ردپاهای زمینه می باشد. با توجه به اهمیت کاهش رد پای زمینه و اهمیت تکرار پذیری آزمایش در دزیمتری رادون در این تحقیق با بکاربردن فرایند پیش خورش شیمیایی برای برداشتن لایه سطحی آشکار ساز و در ادامه با انجام عملیات خورش الکتروشیمیایی به نتایج مطلوب در کاهش ردپا دست یافتیم. روش به کار رفته برای کاهش ردپا مبتنی بر واکنش شیمیایی بین آشکار ساز پلی کربنات و اتیلن دیامین بوده است. برای این کار از محلول اتیلن دیامین با غلظت های ۲۰٪، ۳۰٪، ۴۰٪ و ۵۰٪ در زمانهای متفاوت استفاده شده است. رابطه بین ضخامت لایه برداشته شده و غلظت های محلول اتیلن دیامین برای زمان های مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج بدست آمده نشان می دهد که در غلظت های پایین پاسخ مناسبتری بدست می آید و همانطور که در شکل ۱ مشاهده می شود لایه برداری یکنواخت تر انجام می شود. در نهایت بهترین نتیجه در غلظت ۴۰٪ مشاهده شده بطوریکه پس از زمان حدود ۱۹ ساعت و ۱۰  $\mu\text{m}$  لایه برداری رد پای زمینه حدود ۵۰٪ کاهش یافته است و مقدار رد پای زمینه از  $145 \text{ track}/\text{cm}^2$  به مقدار  $76 \text{ track}/\text{cm}^2$  رسیده است که در شکل ۲ قابل مشاهده می باشد و ضمن کاهش رد پا حساسیت فیلم نیز افزایش پیدا کرده است.

۱۶ و ۱۷ اسفندماه ۱۳۹۴ دانشگاه یزد

## بحث و نتیجه گیری :

با توجه به اینکه گاز رادون به عنوان دومین عامل سرطان ریه در جهان شناخته شده است لذا اندازه‌گیری این گاز در زمانهای مختلف و مکانهایی که میزان غلظت این گاز زیاد است ضروری می باشد و همانطور که ذکر شد یکی از این روش ها استفاده از آشکار ساز های رد پای هسته ای حالت جامد می باشد که دارای مزایای بسیار زیادی از جمله حساسیت نسبت به ذرات باردار، عدم حساسیت به بتا و گاما، عدم رخ دادن پدیده محو شدگی، حساسیت مناسب، شکننده نبودن، ارزان بودن و به سادگی یافت شدن، دایمی بودن اثرات پرتو، جزء وسایل اندازه گیری انتگرالی بودن و تولید داخل می باشد، اما عیب این آشکار ساز ها این است که رد پای زمینه در آنها بالا می باشد. لذا باید بتوانیم به طریقی تعداد رد پای زمینه را کاهش دهیم. در این کار از تکنیک لایه برداری آشکار سازها با استفاده از فرآیند پیش خورش توانستیم میزان رد پای زمینه را تا حدود ۵۰٪ کاهش دهیم. برای این کار از محلول اتیلن دیامین با غلظت های ۲۰٪، ۳۰، ۴۰ و ۵۰٪ بطور جداگانه و در زمانهای متفاوت آزمایش را تکرار کردیم نتایج نشان داد بهترین پاسخ برای محلول اتیلن دیامین با غلظت ۴۰٪ می باشد بطوریکه پس از زمان حدود ۱۹ ساعت و  $10 \mu\text{m}$  لایه برداری رد پای زمینه حدود ۵۰٪ کاهش یافته است .

## مراجع :

- [1] N. Dadvand and M. Sohrabi, 'A Method for Reducing Background Tracks in Plastic Detectors', Elsevier Science Ltd, Appl. Radiat. Isot. Vol. 49, No. 12, pp. 1609±1611, 1998
- [2] Baradaran Samaneh, Setayeshi Saeed, Maleknasr Niaz and Kardan Mohammad R., 'A Radiation Carcinogenesis Model Applied to Radon- Induced Lung Cancer Risk Prediction Using a Sugarscape Cellular Automaton', International Research Journal of Biological Sciences, ISSN 2278-3202, Vol. 2(2), 34-39, February 2013
- [3] Magnus Sandén, 'Capturing radon on tobacco smoke , A non-empirical study of the van der Waals binding of radon on smoke', Thesis for the Degree of Master of Science in Fundamental Physics, Department of Microtechnology and Nanoscience, MC2 BioNano Systems Laboratory Chalmers University Of Technology Göteborg, Sweden ,2011
- [4] Yip Wai Yi, 'Retrospective Radon Progeny Dosimetry Based on Measurements of Implanted  $^{210}\text{Po}$  Activities in Glass Objects', [doctor of philosophy thesis]. City University of Hong Kong, August 2008.
- [5] T. Dicu, S.E. Armencea (Mutoiu), B.Burghel, C.Cosma, 'Retrospective Dosimetry of Radon Gas Based on The Activity of  $^{210}\text{Po}$  in Glass Objects', July 17, 2014
- [6] C.W.Y. Yip, D. Nikezic, K.N. Yu, 'Retrospective radon progeny measurements for wellings based on implanted  $^{210}\text{Po}$  activities in glass objects', Science Direct Radiation Measurements 43 (2008) S427–S430
- [7] Aleksandar Birovljev, Rolf Falk, Ciara Walsh, Francesca Bissolo, Flavio Trotti, James P.



# بیست و دومین کنفرانس هسته‌ای ایران



۵ و ۶ اسفندماه ۱۳۹۴ دانشگاه یزد

McLaughlin , Johan Paridaens, Hans Vanmarcke and Anikken Heiberg, 'Retrospective Assessment of Historic Radon Concentrations in Norwegian Dwellings by Measuring Glass Implanted Po-210 – An International Field Intercomparison', Radon in the Living Environment, 19-23, Athens, Greece, April 1999  
[8] N. Dadvanda, M. Sohrabi, 'Alpha particle spectrometry with Lexan polycarbonate using combined layer removal by ethylenediamine solution and electrochemical etching', Applied Radiation and Isotopes 50 , 355±360 , 1999