

بهینه سازی خورش CR-39 و تولید ردپاهای ذرات آلفا زیر میکرونی

بابک ژاله^۱، پرویز پروین^۲، مهران طاهری^۳، شهره رجایی^۱، ابراهیم حسینی^۱، منصور عسگری^۴

۱- گروه فیزیک دانشگاه بوعلی سینا همدان کد پستی ۶۵۱۷۴

۲- گروه فیزیک دانشگاه صنعتی امیرکبیر تهران صندوق پستی ۴۴۱۳-۱۵۸۷۵

۳- مرکز حفاظت در برابر اشعه، سازمان انرژی اتمی ایران

۴- گروه فیزیک دانشگاه امام حسین (ع)

Emial: jaleh@basu.ac.ir

چکیده

CR-39 بعنوان بهترین آشکارساز ثبت ردپای ذرات آلفا در غلظت‌های محلول خورش و در دماهای مختلف مورد مطالعه قرار گرفت و به منظور تولید قطر میانگین ردپای کمتر از میکرون شرایط خورش بهینه‌سازی شد.

مقدمه

علم آشکار سازهای رد پای هسته ای حالت جامد در سال ۱۹۵۸ کشف شد. آشکارسازهای ردپای حالت جامد مانند CR-39, لگزان, ماکروفول E, LR-115 و غیره به طور گسترده ای در زمینه های مختلف علم و صنعت مانند فیزیک هسته ای , اندازه گیری نوترون, اندازه گیری رادن, پیش بینی زمین لرزه , فیزیک تشعشعات فضا, رادیوگرافی, تحقیق در زمینه شکافت, کاربردهای اپتیکی, دزیمتری فردی و محیط به کار می روند. در این مقاله بهینه سازی روش خورش شیمیایی برای ردپای زمینه , قطر ردپای ذرات آلفا بررسی شده است. تولید ردپاهای زیر میکرون که قابل استفاده برای نگه داری نانو ذرات در روی سطح پلیمر تولید شده است.

روش آزمایش

آشکارساز ردپای هسته ای مورد استفاده در این آزمایش ها CR-39 (Allyl Diglycol Carbonate) و قادر است طیف وسیعی از انرژی ذرات آلفا پرتون و نوترون با راندمان بسیار خوب ثبت کند. این فیلم ها در دوطرف با روکشی

پوشانیده می شوند تا در برابر تابش اشعه های کیهانی ، نوترونهای سریع و سایر پرتوها در محیط محافظت شوند. هنگام استفاده از این آشکارسازها ، روکش ها برداشته می شوند. از ورقه های CR-39 قطعه هایی در ابعاد $1\text{cm}\times 1\text{cm}$ بریده می شوند. نمونه پلی کربنات ضخامتی برابر $500\mu\text{m}$ ، چگالی جرمی $1.3\text{gr}/\text{cm}^3$ و ضریب شکست ۱,۵۸۵ دارد و از لحاظ ظاهری شفاف است.

در این مرحله نمونه ها با ذرات آلفای گسیل شده از چشمه آلفا در انرژی های معین فرودی پرتودهی شدند. چشمه آلفا ^{241}Am پولکی شده با پرتوزایی (APM) 5.77×10^4 با ذرات آلفا با انرژی های 5.443MeV و 5.486MeV به ترتیب با فراوانی نسبی ۱۳٪ و ۸۵٪ بکار گرفته شد. کولیماتوری از جنس برنز در اندازه های بین ۵mm تا 46mm برای تغییر فاصله بین چشمه آلفا و آشکارساز استفاده گردید. کولیماتور به منظور کاهش پهنای انرژی ذرات آلفا و هدایت ذرات آلفای موازی بکار می رود. روش مسافت پرواز ذره در هوا برای کنترل انرژی پسماند آن بکار برده شده است. این امر منجر به تغییر در شار و پهنای انرژی می شود. تعداد ذرات فرودی که به سطح پلیمر می رسد می بایست ثابت نگه داشته شود تا از کمیت شار- زمان ثابتی مطمئن گردیم. تعداد کاهش یافته ذرات در فواصل طولانی تر که به سطح آشکارساز می رسند با افزایش زمان پرتودهی متناظر جبران می شوند. کولیماتورهایی با ابعاد مختلف بکار گرفته شد تا انرژی آلفای پسماند بر حسب فاصله از آشکارساز را تنظیم گردد. انرژی پسماند ذراتی که فواصل متفاوتی را در هوا می پیمایند توسط آشکارساز سد سطحی Ortec کالیبره شدند و زمان پرتودهی با چشمه آلفا در هر فاصله معین برای یک شار- زمان ثابت $6000\ \alpha/\text{cm}^2$ تعیین گردید. برای ساخت ردپاهای زیر میکرون در آشکارساز CR-39 یک دسته آشکارساز را با ذرات آلفا با انرژی 1MeV در شار- زمان ثابت پرتودهی کرده ایم سپس در زمانهای مختلف بین 5min تا 1 h خورش شیمیایی انجام گردید.

نتایج و بحث

بررسی ردپای زمینه برای آشکارساز CR-39 در شرایط مختلف خورش شیمیایی در غلظت ثابت محلول پتاس (۱۵انرمال) و در دما و زمان خورش متغیر مشاهده کردیم با افزایش دما ردپای زمینه قابل ملاحظه ای پیدا می کند

بطوریکه در دمای ۹۰ درجه سانتیگراد ردپای زمینه تقریباً ۴ برابر آن در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد می‌باشد. از سوی دیگر تغییرات ردپای زمینه در دمای ثابت (60°C) و زمان خورش مناسب بررسی گردید. با افزایش غلظت پتاس از ۶ نرمال تا ۱۸ نرمال دانسیته ردپای زمینه افزایش یافته ولی این روند تا غلظت ۱۵ نرمال تقریباً ناچیز و در حدود ۱/۳ برابر دانسیته ردپای زمینه مربوط به محلول خورش ۶ نرمال بوده، از غلظت ۱۵ نرمال به بعد میزان دانسیته ردپای زمینه افزایش تا حدود ۲/۴ برابر پیدا می‌کند. بنابراین دمای ۶۰ درجه سانتیگراد و محلول پتاس ۱۵ نرمال شرایط مناسبی را برای خورش شیمیایی آشکارساز CR-39 فراهم می‌آورد.

در شکل ۱ تغییرات قطر متوسط ردپاها نسبت به انرژی ذرات آلفا در شرایط دمایی ۶۰ درجه سانتیگراد و غلظت و زمان خورش متغیر ارائه شده است. این نتایج نشان می‌دهد که غلظت ۱۸ نرمال پتاس، دارای بیشترین قطر متوسط ردپا می‌باشد ولی بدلیل بالا بودن ردپای زمینه آن و همچنین اختلاف ناچیز قطر متوسط آن با غلظت ۱۵ نرمال پتاس، می‌توان غلظت ۱۵ نرمال را بعنوان محلول خورش مناسب انتخاب نمود.

راندمان ثبت ذرات آلفا در شرایط مختلف خورش شیمیایی تقریباً یکسان بدست آمده است با توجه به نتایج فوق و جمع بندی آنها می‌توان محلول پتاس ۱۵ نرمال، دمای ۶۰ درجه سانتیگراد و زمان ۳ ساعت را بعنوان بهترین شرایط خورش شیمیایی برای آشکارساز CR-39 در نظر گرفت. راندمان و قطر میانگین ردپای ذرات آلفا با بکارگیری محلول پتاس ۱۵ نرمال به عنوان محلول خورش و زمان خورش سه ساعت بررسی گردید.

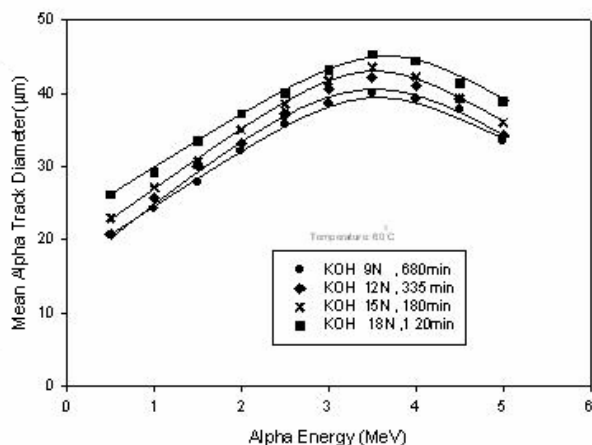
به منظور انجام این تحقیق آشکارسازها با چشمه ^{241}Am و با کولیماتورهای مختلف (برای بدست آوردن ذرات آلفا با انرژیهای مختلف بوسیله کاهش انرژی آنها در هوا) با شار زمان ثابت $6000\alpha/\text{cm}^2$ پرتودهی شده و با محلول پتاس ۱۵ نرمال در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد، به مدت سه ساعت خورش شیمیایی شده اند.

نتایج بدست آمده در شکل ۲ ارائه شده است. همانطوریکه ملاحظه می‌شود این آشکارساز دارای محدوده حساسیت وسیعتری برای آشکارسازی ذرات آلفا نسبت به آشکارسازهای پلی کربنات می‌باشد. با بکارگیری آشکارساز و انجام خورش شیمیایی می‌توان ذرات آلفا با انرژی 0.8MeV تا 5MeV را با راندمان حدود ۹۰٪ آشکار ساخت. اصولاً

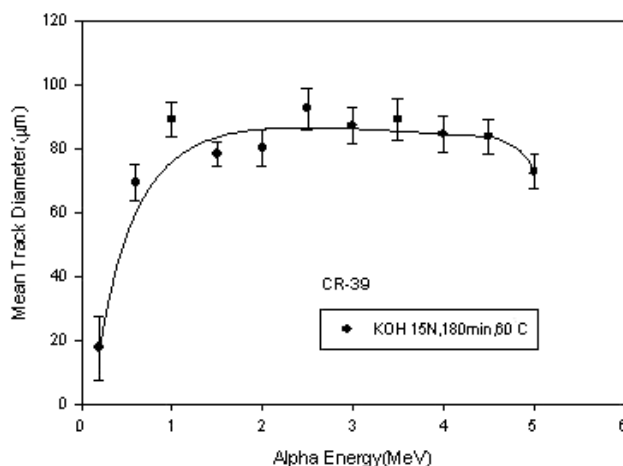
آشکارساز CR-39 به آشکارساز بدون محدودیت انرژی در ثبت ذرات آلفا معروف است زیرا با افزایش ضخامت این آشکارساز می‌توان ذرات آلفا با انرژیهای بالاتر نیز ثبت کرد. همچنین با توجه به نمودار تغییرات قطر متوسط ردپاهای می‌توان دریافت که ذرات آلفا با انرژی 3MeV تا 4MeV با قطر متوسط بزرگتر و یکنواخت تر نسبت به انرژیهای دیگر در سطح آشکارساز ایجاد می‌نمایند.

شکل (۳) میکروگراف نوری مربوط به ردپاهای ذرات آلفا با انرژی 2MeV به مدت ۳ ساعت در محلول ۱۵ نرمال پتاس خورش شیمیایی شده‌اند را نشان می‌دهد. قطر میانگین این ردپاها در حدود ۳۵ میکرون می‌باشد.

شکل (۴) میکروگراف SEM ردپای ذرات آلفا با انرژی 1MeV را با محلول پتاس ۱۵ نرمال در درمای ۶۰ درجه و به مدت ۱۸ دقیقه خورش شده است را نشان می‌دهد. قطر میانگین ردپاهای ثبت شده در حدود ۵۰۰ نانومتر می‌باشد که از آن می‌توان برای فناوری نانو استفاده کرد.

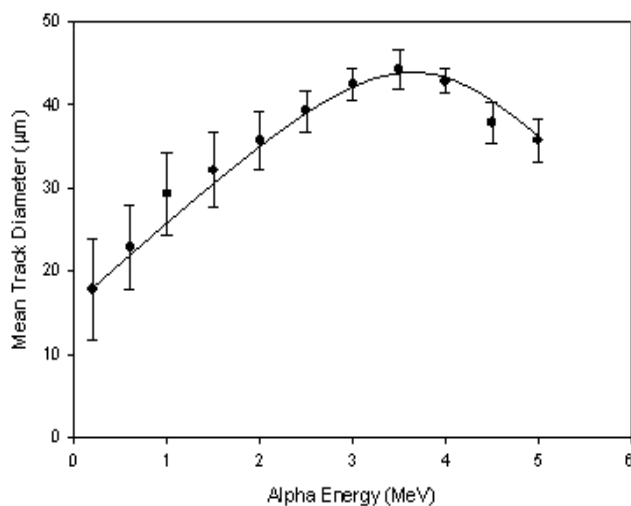


شکل ۱ تغییرات قطر متوسط ردپاها نسبت به انرژی ذرات آلفا در شرایط دمایی ۶۰ درجه سانتیگراد و غلظت و زمان خورش متغیر

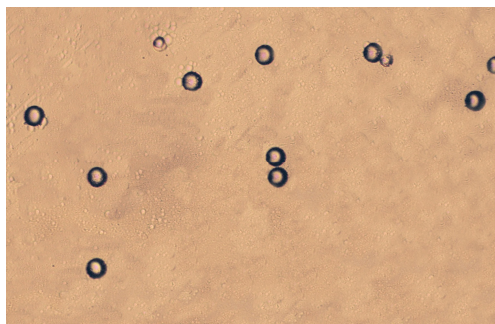


شکل ۲ الف

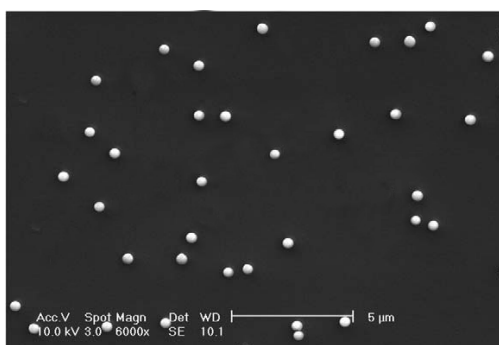
شکل ۲ ب



شکل ۲ الف راندمان ثبت ذرات آلفا و ب قطر میانگین ردپاها در انرژی‌های مختلف برای آشکارساز CR-39



شکل ۳- میکروگراف نوری ردپاهای ذرات آلفا ثبت شده با محلول پتاس ۱۵ نرمال، دمای ۶۰ درجه سانتیگراد و زمان خورش ۳ ساعت



شکل ۳- میکروگراف SEM ردپای ذرات آلفا با انرژی ۱ MeV میکروگراف با محلول پتاس ۱۵ نرمال، دمای ۶۰ درجه سانتیگراد و زمان

خورش ۱۸ دقیقه



مراجع

- 1-Somogy, G, Hunyadi, I., 1979. Etching properties of the CR-39 polymeric nuclear track detectors. 1980 proceedings of the 10th conference on SSNTD, Lyon, 443-4522-6, July, 1979.
- 2-Yu, K.N., Ng, F.M.F, Ho, J.P.Y, Yip, C.W.Y, Nikezic, D. Measurement of parameters of tracks in CR-39 detector from replicas. Radiat. Prot. Dosim. 111, 39-96. 2004.
- 3- Durrani, S.A, Ilic, R. (Eds). Radon Measurements by Etched Track Detectors: Application in Radiation Protection, Earth Sciences and the Environment. World Scientific, Singapore. 416 pp. 1997.