



انجمن حفاظت در برابر اشعه ایران

مقاله کنفرانسی



مجله سنجش و ایمنی پرتو، جلد ۱۱، شماره ۴، زمستان (ویژه نامه) ۱۴۰۱، صفحه ۶۱-۶۳
ششمین کنفرانس سنجش و ایمنی پرتوهای یون ساز و غیر یون ساز (مرداد ماه ۱۴۰۰)
تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۷/۱۰، تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۰۵/۰۹

محاسبه ضخامت بهینه آشکارساز جدید بتا برای چشمه ^{90}Sr بر پایه کامپوزیت پلی کربنات / اکسید بیسموت با استفاده از برنامه ESTAR

سید موسی صفدری^۱، شهریار ملکی^{۲*}، صدیقه کاشیان^۲ و مرتضی اکبری^۱

^۱گروه مهندسی هسته‌ای، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

^۲پژوهشکده کاربرد پرتوها، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، کرج، البرز، ایران.

* البرز، کرج، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، پژوهشکده کاربرد پرتوها، کدپستی: ۳۱۴۸۶۴۳۱۱۱.

پست الکترونیکی: smaleki@aeoi.org.ir

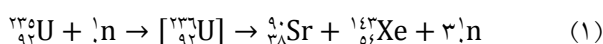
چکیده

آشکارسازی و دزیمتری پرتوهای یون ساز از جمله موضوعات بسیار مهم و اساسی در صنعت هسته‌ای به شمار می‌روند. در این پژوهش، محاسبات مربوط به ضخامت بهینه آشکارساز جدید بتا برای چشمه ^{90}Sr بر پایه ماده کامپوزیت پلی کربنات / اکسید بیسموت ($\text{PC-Bi}_2\text{O}_3$) برای درصدهای وزنی مختلف اکسید بیسموت در بستر پلیمری یعنی ۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ wt% با استفاده از برنامه ESTAR انجام شد. نتایج نشان داد که درصد وزنی ذرات اکسید بیسموت در تعیین کمیت‌های برد و توان توقفی الکترون‌ها در ماده آشکارساز کامپوزیتی مؤثر بوده، به طوری که با افزایش درصد وزنی پُرکننده‌های Bi_2O_3 در بستر PC، مقدار برد الکترون‌ها به صورت خطی کاهش یافته و توان توقفی افزایش می‌یابد. در پایان با استفاده از ارزیابی برد ذرات بتای چشمه ^{90}Sr در ماده کامپوزیتی فوق، ضخامت بهینه برای این آشکارساز محاسبه گردید.

کلیدواژه‌گان: کامپوزیت پلی کربنات / اکسید بیسموت، ضخامت بهینه، آشکارساز بتا، استرانسیم-۹۰، برنامه ESTAR.

۱. مقدمه

محاسباتی ESTAR است و پس از آن محاسبه ضخامت بهینه آشکارساز مبتنی بر این کامپوزیت است. چشمه بتازای ^{90}Sr در راکتور از طریق واکنش شکافت هسته‌ای ^{235}U تولید می‌شود [۷]:



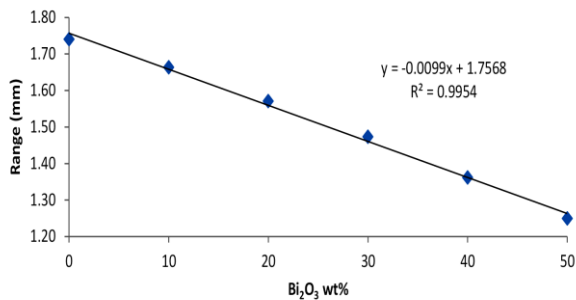
مکانیسم واپاشی چشمه بتازای ^{90}Sr به صورت زیر است:

یکی از موضوعات مورد توجه پژوهشگران، آشکارسازی و دزیمتری پرتوهای یون ساز با استفاده از نانو کامپوزیت‌های پلیمری است [۱-۶]. در زمینه آشکارسازی پرتوهای بتا، معمولاً از سوسوزن‌های مایع استفاده می‌شود. هدف اصلی از انجام این پژوهش، محاسبه برد و توان توقفی پرتوهای بتای چشمه ^{90}Sr در انرژی‌های مختلف و کسرهای وزنی مختلف کامپوزیت پلی کربنات / اکسید بیسموت ($\text{PC/Bi}_2\text{O}_3$) با استفاده از برنامه

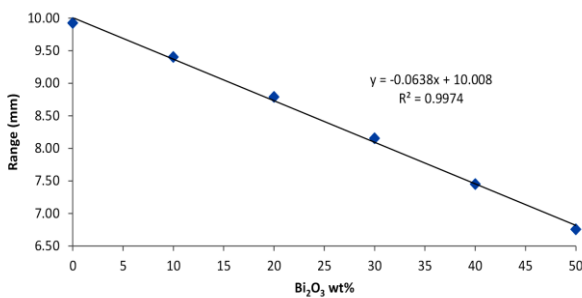
مختلف تا ۳ MeV در کامپوزیت PC/Bi₂O₃ و تحت کسرهای

وزنی متفاوت با استفاده از برنامه ESTAR محاسبه شد.

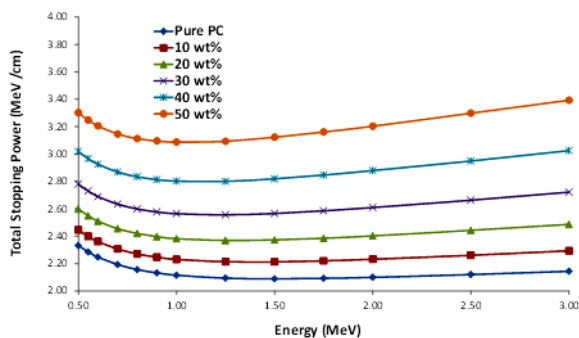
همان طوری که از این شکل پیداست، در یک انرژی خاص و ثابت، با افزایش درصد وزنی ذرات اکسید بیسموت در بستر پلی کربنات، مقدار توان توقفی ذرات بتا در ماده کامپوزیت مذکور افزایش می‌یابد. این پدیده احتمالاً به خاطر افزایش عدد اتمی مؤثر ماده کامپوزیتی مذکور با افزایش درصد وزنی ذرات پُرکننده اکسید بیسموت در بستر پلی کربنات است.



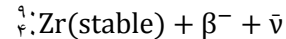
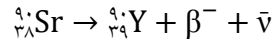
شکل (۱): برد الکترون‌ها در کسرهای وزنی مختلف ماده کامپوزیت PC/ Bi₂O₃ در انرژی ۵۴۶/۲ keV.



شکل (۲): برد الکترون‌ها در کسرهای وزنی مختلف ماده کامپوزیت PC/ Bi₂O₃ در انرژی ۲/۲۸ MeV.



شکل (۳): توان توقفی کلی الکترون‌ها در انرژی‌های مختلف برای کامپوزیت PC/ Bi₂O₃ در کسرهای وزنی مختلف.



چشمه بتازای ^{۹۰} Sr با نیمه عمر ۲۸،۷۸ سال به ^{۹۰} Y واپاشی می‌شود که انرژی ذرات بتای آن برابر ۵۴۶/۲ keV است؛ در ادامه ^{۹۰} Y که گسیلنده بتا و گاما است (طیف آن در چشمه ^{۹۰} Sr ظاهر می‌شود)، با نیمه عمر ۶۴ ساعت به ^{۹۰} Zr تبدیل می‌شود که انرژی ذرات بتای آن برابر ۲/۲۸ MeV است.

۲. روش انجام تحقیق

در این پژوهش، از برنامه ESTAR به منظور محاسبه برد و توان توقفی کامپوزیت PC/ Bi₂O₃ در کسرهای وزنی مختلف از صفر تا ۵۰ wt% در انرژی‌های مختلف پرتوهای بتای چشمه ^{۹۰} Sr، به‌ویژه در انرژی‌های ۵۴۶/۲ keV و ۲/۲۸ MeV بهره‌گیری شد [۸].

۳. نتایج و بحث

در شکل‌های ۱ و ۲ نتایج شبیه‌سازی مقدار برد ذرات بتای چشمه ^{۹۰} Sr در دو انرژی ۵۴۶/۲ keV و ۲/۲۸ MeV در ماده کامپوزیت PC/ Bi₂O₃ و در کسرهای وزنی مختلف به تصویر کشیده شده است.

همان طوری که از این دو شکل پیداست، با افزایش کسر وزنی ذرات اکسید بیسموت در بستر پلی کربنات، مقدار برد ذرات بتا در ماده کامپوزیت مذکور به‌صورت خطی کاهش می‌یابد. این پدیده احتمالاً به علت افزایش احتمال رخ دادن پدیده تابش ترمزی با افزودن درصد وزنی ذرات Bi₂O₃ در بستر پلیمری است. در واقع اتلاف انرژی ذرات بتای فرودی در اندرکنش با این ماده کامپوزیتی، در اثر تابش ترمزی افزایش یافته و لذا مقدار برد ذرات کاهش می‌یابد. همچنین مطابق شکل ۳، توان توقفی کلی پرتوهای بتای چشمه ^{۹۰} Sr در انرژی‌های

۴. نتیجه‌گیری

وزنی پُرکننده‌های Bi_2O_3 در بستر PC، مقدار برد الکترون‌ها در ماده حساس آشکارساز کاهش یافته و توان توقفی افزایش می‌یابد. در پایان این پژوهش نظری، ضخامت بهینه برای آشکارسازی ذرات بتای 546 keV چشمه ^{90}Sr در نمونه 50 wt\% حدوداً برابر 1.2 mm برآورد شد.

در این پژوهش، کمیت‌های برد و توان توقفی کل پرتوهای بتای چشمه ^{90}Sr ، برای درصدهای وزنی مختلف اکسید بیسموت در بستر پلی کربنات از صفر تا 50 wt\% با استفاده از برنامه ESTAR انجام شد. نتایج نشان داد که درصد وزنی ذرات اکسید بیسموت بر کمیت‌های برد و توان توقفی الکترون‌ها در ماده آشکارساز کامپوزیتی مؤثر بوده، به طوری که با افزایش درصد

۵. مراجع

1. S. Malekie, F. Ziaie. Study on a novel dosimeter based on polyethylene-carbon nanotube composite. *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. Sect. A.* 791 (2015) 1-5.
2. S. Malekie, F. Ziaie, A. Esmali. Study on dosimetry characteristics of polymer-CNT nanocomposites: Effect of polymer matrix. *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. A.* 816 (2016) 101-105.
3. S. Malekie, F. Ziaie, S. Feizi, A. Esmali. Dosimetry characteristics of HDPE-SWCNT nanocomposite for real time application. *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. Sect. A.* 833 (2016) 127-133.
4. A. Intaniwet, C. A. Mills, M. Shkunov, P. J. Sellin, J. L. Keddie. Heavy metallic oxide nanoparticles for enhanced sensitivity in semiconducting polymer x-ray detectors. *Nanotechnology* 23 (2012) 235502.
5. A. Mosayebi, S. Malekie, F. Ziaie. A feasibility study of polystyrene/CNT nanocomposite as a dosimeter for diagnostic and therapeutic purposes. *J. Instrum.* 12 (2017) P05012.
6. S. M. Safdari, S. Malekie, S. Kashian, M. Akbari. Experimental investigation of detection response of polycarbonate/Nano Bismuth Oxide nanocomposite to Strontium-90 beta ray standard source. 27th Iran. Nucl. Conf. Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, 2021.
7. M. F. L'Annunziata. Radiation physics and radionuclide decay. *Handbook of Radioactivity Analysis*, Chapter 1, pp. 1-162, Academic Press, 2012.
8. <https://physics.nist.gov/PhysRefData/Star/Text/ESTAR.html>.