



انجمن حفاظت در برابر اشعه ایران

مجله سنجش و ایمنی پرتو، جلد ۸، شماره ۴، ویژه‌نامه پرتوهای یون‌ساز، ۱۳۹۹، صفحه ۲۹۱-۲۹۴

پنجمین کنفرانس ملی سنجش و ایمنی پرتوهای یون‌ساز و غیر یون‌ساز (مهرماه ۱۳۹۷)

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۶/۰۱، تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۰۷/۰۱



## شبیه‌سازی تضعیف پرتوی گاما توسط حفاظ کامپوزیتی در مقایسه با حفاظ سربی با استفاده از کد MCNPX

قاسم فروزانی\* و زهرا کشاورز

گروه فیزیک، دانشگاه پیام نور مرکز شیراز، فارس، ایران.

\*فارس، شیراز، دانشگاه پیام نور، گروه فیزیک، کدپستی: ۷۱۸۹۳-۷۳۱۱۱

پست الکترونیکی: forozani@pnu.ac.ir

### چکیده

در این پژوهش جهت تاثیر کاهش شدت پرتوی گاما توسط مواد و کامپوزیت پلیمری مورد بررسی با استفاده از کد MCNPX، از کبالت  $^{60}\text{Co}$  با انرژی میانگین  $1/25\text{ MeV}$  به عنوان چشمه فوتونی استفاده شده است. بدین صورت که ابتدا تاثیر ضخامت و چگالی را بر کاهش شدت پرتوی گاما مورد بررسی قرار داده‌ایم و سپس مقایسه‌ای بین حفاظ‌هایی از جنس سرب، تنگستن و کامپوزیت پلیمری پیشنهادی در چندین ضخامت توسط کد MCNPX شبیه‌سازی شده است.

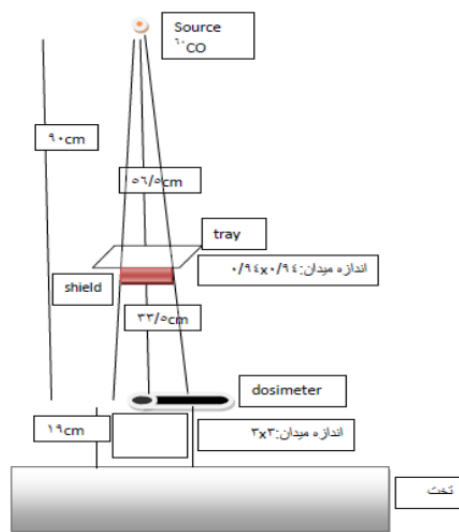
کلیدواژگان: پرتوی گاما، کامپوزیت پلیمری، چشمه فوتونی، حفاظ، شبیه‌سازی.

### ۱. مقدمه

درحالی‌که سرب فلزی بسیار سمی و برای حفاظت شخصی سنگین است. [۴-۱]  
بر همین اساس نیاز به موادی غیرسمی و سبک در جهت حفاظسازی احساس می‌شود. پلیمرها موادی غیرسمی و زیست‌سازگار و در عین حال سبک می‌باشند اما به دلیل چگالی کم برای متوقف کردن اشعه گاما کافی نیستند. [۵-۶]  
تنگستن عنصری با عدد اتمی و چگالی بالا است و همچنین غیرسمی می‌باشد. [۷-۸] مواد کامپوزیت پلیمری، امروزه در صنعت از اهمیت خاصی برخوردار هستند و روز به روز بر کاربردهای مختلف آن‌ها افزوده می‌شود. با توجه به خواص

حفاظ پرتو رادیواکتیو، یک مانع فیزیکی است که بین چشمه رادیواکتیو و هدف مورد حفاظت قرار داده می‌شود تا میزان تابش پرتوها در محل مورد حفاظت کاهش یابد. از مواد موثر در تضعیف پرتوی گاما می‌توان به سرب، فولاد، قلع، بیسموت، آهن، استیل، و تنگستن اشاره کرد. در حال حاضر، عموماً سرب به دلیل برخورداری از هزینه و پتانسیل محافظتی خوب، نقش مهمی را در حفاظت از تابش ایفا می‌کند. سرب اغلب در زمینه تجهیزات پزشکی، صنعت هسته‌ای، صنایع دفاعی برای محافظت از کارکنان پرتو استفاده می‌شود.

توسط سه ماده در ضخامت‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته است.



شکل (۱): نمایی از روش قرار گیری حفاظ و چشمه  $^{60}\text{Co}$ .

### ۱.۳. تاثیر چگالی بر تضعیف

برای بررسی تاثیر چگالی حفاظ بر کاهش شدت پرتو گاما، سرب با چگالی (۱۱/۳۵) گرم بر سانتی‌متر مکعب و تنگستن با چگالی (۱۹/۳) گرم بر سانتی‌متر مکعب را در ضخامت‌های (۰/۵)، (۱) و (۱/۵) میلی‌متر را به عنوان حفاظ در مقابل پرتو گاما قرار داده شده است. در جدول ۱ میزان کاهش شدت پرتو گاما در سه ضخامت مختلف آورده شده است.

جدول (۱): شدت تابش انتقالی در دو ضخامت برای حفاظ سربی و تنگستی.

ضخامت (mm)	سرب	تنگستن
۰	۰/۰۰۳۰۲۳۱۶	۰/۰۰۳۰۲۳۱۶
۰/۵	۰/۰۰۲۱۶۸۱۴	۰/۰۰۱۷۷۵۷۵
۱/۵	۰/۰۰۱۱۴۶۸۶	۰/۰۰۰۶۸۲۱۵۱

طبق نتایج بدست آمده از شبیه‌سازی به رابطه‌ی مستقیم بین چگالی حفاظ و تضعیف پی برده می‌شود که هر چه چگالی

مکانیکی بالا، سبکی، مقاومت عالی در برابر خوردگی و راحتی کار با آن‌ها، جایگزین مناسبی برای فلزات در بسیاری از کاربردها می‌باشند. [۹]

هدف ما در این تحقیق تولید محافظی مناسب در برابر اشعه گاما است که سبک، انعطاف‌پذیر، نازک، غیرسمی و زیست‌سازگار باشد. که با توجه به تحقیقات انجام شده، کامپوزیت پلیمری برای تولید حفاظ انتخاب شده است.

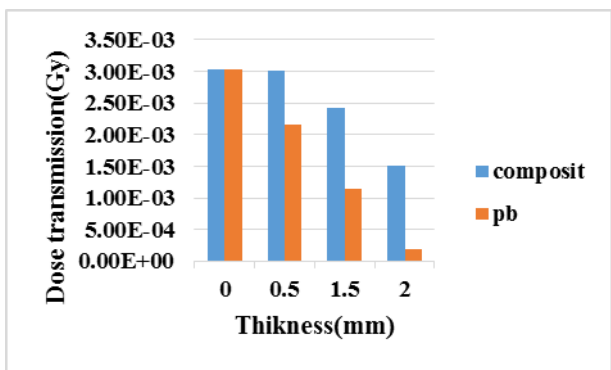
### ۲. مواد و روش‌ها

جهت تاثیر کاهش شدت پرتوی فوتونی توسط مواد و کامپوزیت مورد بررسی با استفاده از کد MCNPX، از کبالت  $^{60}\text{Co}$  با انرژی میانگین  $1/25\text{ MeV}$  به عنوان چشمه فوتونی استفاده شده است. آشکارساز مورد استفاده شامل یک استوانه گرافیتی شامل هوا به ارتفاع ۲ cm است که از طرفین تا ضخامتی حدود ۰/۵ cm از آب پر شده است. در شکل ۱ نمایی از نحوه‌ی قرارگیری حفاظ ساخته شده و چشمه  $^{60}\text{Co}$  مربوط به تضعیف فوتونی مورد نظر در محیط شبیه‌ساز MCNPX نشان داده شده است. مواد مورد استفاده در این تحقیق سرب، تنگستن و کامپوزیت پلیمری حاوی ۶۰ درصد وزنی پلی‌اتیلن با چگالی پایین و ۴۰ درصد وزنی تنگستن می‌باشد، که پس از قرار دادن این مواد به عنوان حفاظ، تاثیر ضخامت و چگالی بر کاهش شدت پرتوی گاما بررسی خواهد شد.

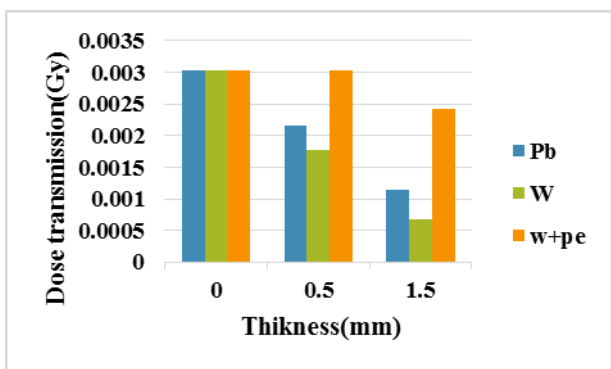
### ۳. بحث و نتیجه‌گیری

در ابتدا به تاثیر چگالی حفاظ در تضعیف پرتو گاما اشاره شده و سپس به مقایسه مواد ساده و کامپوزیت پیشنهادی پرداخته و در نهایت شدت کاهش پرتو گامای ایجاد شده

خوبی داشت.



شکل (۳): مقایسه تضعیف سرب و کامپوزیت در سه ضخامت.



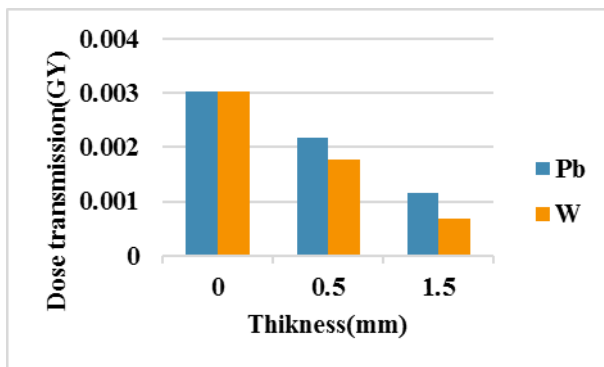
شکل (۴): مقایسه تضعیف در ضخامت های یکسان.

#### ۴. نتیجه گیری

با توجه به نتایج مربوط به میزان کاهش شدت پرتو گامای بدست آمده از شبیه سازی، این نتیجه حاصل می شود که ما می توانیم با توجه به چگالی کم تر کامپوزیت که در حدود نصف چگالی سرب می باشد، حفاظی سبک تر از سرب را با این کامپوزیت تهیه کنیم که تضعیفی در حدود سرب داشته باشد، با این تفاوت که سبک تر و هم چنین غیرسمی و زیست سازگار باشد.

بیش تر شود تضعیف بهتری را در برابر تابش گاما خواهیم

داشت. شکل (۲)



شکل (۲): تاثیر چگالی بر کاهش شدت پرتو گاما.

#### ۲،۳. مقایسه مواد ساده و کامپوزیتی

نتایج حاصل از شبیه سازی نشان می دهد که در شرایط یکسان و در ضخامت های مشابه سرب و کامپوزیت پلیمری حاوی ۶۰ درصد وزنی پلی اتیلن با چگالی پایین و ۴۰ درصد وزنی تنگستن روند یکسانی را در شدت کاهش پرتو دارند. شکل ۳ با این تفاوت که سیر نزولی کاهش در سرب از همان ضخامت ۰/۵ شروع می شود اما کامپوزیت تا ضخامت ۰/۵ بی تاثیر است و تضعیف خود را در ضخامت ۲/۵ نشان می دهد.

#### ۳،۳. مقایسه تضعیف در ضخامت و چگالی متفاوت

نتایج میزان کاهش شدت پرتوی گاما با قرار دادن سرب، تنگستن و کامپوزیت پلیمری حاوی ۶۰ درصد وزنی پلی اتیلن با چگالی پایین و ۴۰ درصد وزنی تنگستن در ضخامت های یکسان در مقابل چشمه، در شکل ۴ آورده شده است. بدین صورت که در هر سه ماده تضعیف خوبی با کاهش ضخامت وجود دارد و می توان با کم کردن وزن حفاظ نیز تضعیف

## ۵. مراجع

- [1] Abdullah D, Yusof MR. Cement-boron carbide concrete as radiation shielding material. *J Nucl Relat Technol* ; 2, (2010) 74-9
- [2] Durkee, III R.R. High-Density Composites Replace Lead. *Composites in Manufacturing* v.22, (2006) 1-7.
- [3] Abdo El-Sayed, A., Ali, M.A.M., Ismail, M.R. Natural fibre high-density polyethylene and lead oxide composites for radiation shielding. *Rad. Phys. and Chem.* v.66 (2003) 185-195.
- [4] Ivanova T, Malatara G, Bliznakova K, Kardamakis D, Pallikarakis N.. Studies on the attenuating properties of various materials used for protection in radiotherapy and their effect of on the dose distribution in rotational therapy. 11th Mediterranean Conference on Medical and Biomed. Eng. and Comp. 2007 Springer Berlin Heidelberg ,(2007).923-927.
- [5] Harrison, C., Weaver, S. et al. Polyethylene/boron nitride composites for space radiation shielding. *J. App. Poly. Sci.* v.109,(2008).2529-2538.
- [6] Bhattacharya A. Radiation and industrial polymers. *Prog Polym Sci* (2000);25:371-401.
- [7] Ashayer, S., Askari, M., Afarideh, H. Optimal percent by weight of elements in diagnostic quality radiation shielding materials. *Rad. Prot. Dos.* (2011) 268-288.
- [8] Wilson, C.A, McCormick, J.A, et al. Tungsten atomic layer deposition on polymers. **Thin Solid Films**v.516 (2008) 6175-6185
- [۹] بهشتی، محمد حسین، رضا دوست، امیرمسعود. پلاستیک-های تقویت شده (کامپوزیت‌ها)