مقاله کنفرانسی

مجله سنجش و ایمنی پرتو، جلد۱۱، شمارهٔ ٤، زمستان (ویژه‌نامه) ۱٤۰۱، صفحه ٥۷-٦۰

ششمین کنفرانس سنجش و ایمنی پرتوهای یون‌ساز و غیریون‌ساز (مردادماه ۱٤۰۰)

تاریخ دریافت مقاله: ۱٤۰۰/۰۷/۱۰، تاریخ پذیرش مقاله: ۱٤۰۱/۰٥/۰۹

ارزیابی حفاظتی کامپوزیت پلی‌اتیلن - اکسیدبیسموت جهت به‌کارگیری در مراکز رادیوگرافی دندان

شمس‌المعالی افخمی نامیلا[۱]، شهریار ملکی[۲*]، صدیقه کاشیان[۲] و محسن خردمند سعدی[۱]

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

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

[*]البرز، کرج، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، پژوهشکده کاربرد پرتوها، کدپستی: ۳۱٤۸٦٤۳۱۱۱

پست‌الکترونیکی: smaleki@aeoi.org.ir

چکیده

در این پژوهش محاسبات مربوط به ضریب تضعیف جرمی (μ/ρ) کامپوزیت پلی‌اتیلن/ اکسیدبیسموت ($HDPE\text{-}Bi_2O_3$) برای درصدهای وزنی مختلف Bi_2O_3 در بستر پلیمر یعنی ۰، ۱، ۲، ۳، ٥ و ۸ wt% برای فوتون‌هایی با انرژی ٥۹ keV با قابلیت به‌کارگیری در مراکز رادیوگرافی دندان با استفاده از کد MCNP شبیه‌سازی شد و نتایج آن با داده‌های XCOM مقایسه گردید. نتایج شبیه‌سازی ضریب تضعیف جرمی کامپوزیت مذکور در کسرهای وزنی مختلف از روش‌های MCNP و XCOM در انرژی ٥۹ keV هم‌خوانی بسیار خوبی با یکدیگر نشان دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که ماده کامپوزیتی پلی‌اتیلن/ اکسیدبیسموت در صورت ساخته شدن در کسر وزنی و ضخامت بهینه، قابلیت به‌کارگیری به‌عنوان حفاظ پرتویی در مراکز رادیوگرافی دندان را داراست.

کلیدواژگان: کامپوزیت پلی‌اتیلن/ اکسیدبیسموت، رادیوگرافی دندان، شبیه‌سازی، حفاظ‌سازی، ضریب تضعیف جرمی.

۱. مقدمه

امروزه با توجه به کاربردهای روزافزون اشعه در امور تشخیص و درمان، به‌منظور حفاظت پرتویی کارکنان و عموم مردم در برابر اشعه، ضرورت دارد از حفـاظ‌های مناسب استفاده شود. در زمینه اثر حفـاظتی کامپوزیت‌های پلیمـری در مقابل پرتوهای یون‌ساز، به‌ویـژه گاما چندین پژوهش صورت گرفته است [۹-۱].

مسأله اصلی این تحقیق در واقع طراحی و شبیه‌سازی یک حفاظ پرتویی مناسب عاری از سرب در ناحیه انرژی مورد استفاده در رادیوگرافی دندان بوده که در آنها با فوتون‌هایی با انرژی در حدود ٥۰ keV روبرو هستیم.

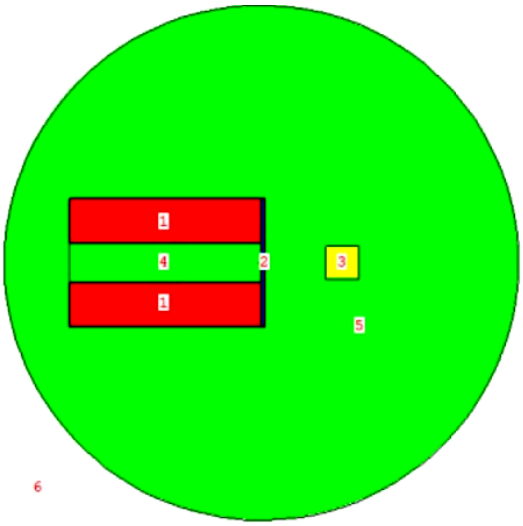
۲. روش انجام تحقیق

در این پژوهش، از کد MCNP به‌منظور محاسبه ضریب تضعیف جرمی کامپوزیت $HDPE\text{-}Bi_2O_3$ در درصدهای وزنی متفاوت یعنی ۰، ۱، ۲، ۳، ٥ و ۸ wt% در انرژی ٥۹ keV در محدوده رادیوگرافی دندان بهره‌گیری شد. بدین منظور، یک

محیط یکنواخت به ضخامت‌های مختلف با چگالی مؤثر برای کامپوزیت مذکور در کسرهای وزنی مختلف در نظر گرفته شد.

در ابتدا در غیاب ماده کامپوزیتی، با استفاده از تالی F4، مقدار شار اولیه ذرات (I_0) در سلول مربوط به آشکارساز CsI قرائت شد و سپس در حضور ماده کامپوزیتی، مقدار شار نهایی ذرات در آشکارساز (I) قرائت گردید. در ادامه ضریب تضعیف جرمی کامپوزیت مذکور در ضخامت‌های مختلف با استفاده از چشمه ^{241}Am در انرژی ۵۹ keV محاسبه گردید و با داده‌های XCOM نیز مقایسه شد.

در شکل۱ نمایی از هندسه مسأله در این شبیه سازی به تصویر کشیده شده است. در جدول۱ کسر وزنی عناصر تشکیل دهنده کامپوزیت مذکور و چگالی آن نمایش داده شده است.



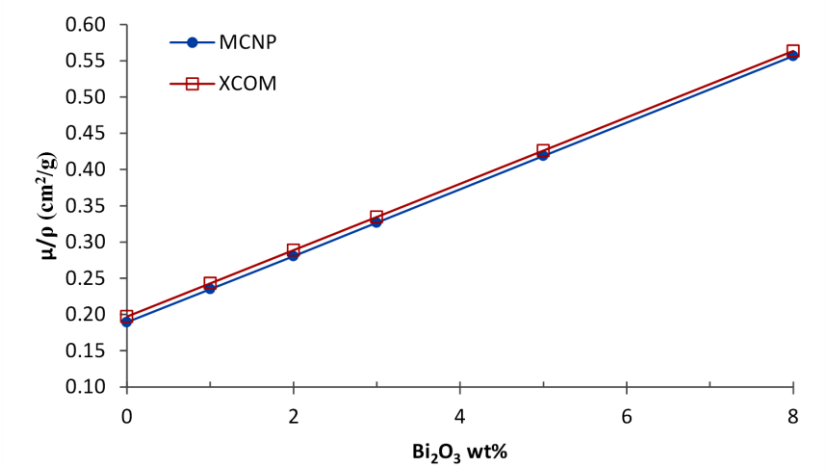
شکل (۱): هندسه مسأله: ناحیه۱ کولیماتور سربی، ناحیه۲ حفاظ نانوکامپوزیتی، ناحیه۳ آشکارساز CsI و نواحی ۴ و ۵ هوا.

جدول (۱): نمایش کسر وزنی عناصر تشکیل‌دهنده کامپوزیت HDPE-Bi_2O_3 و چگالی مربوطه.

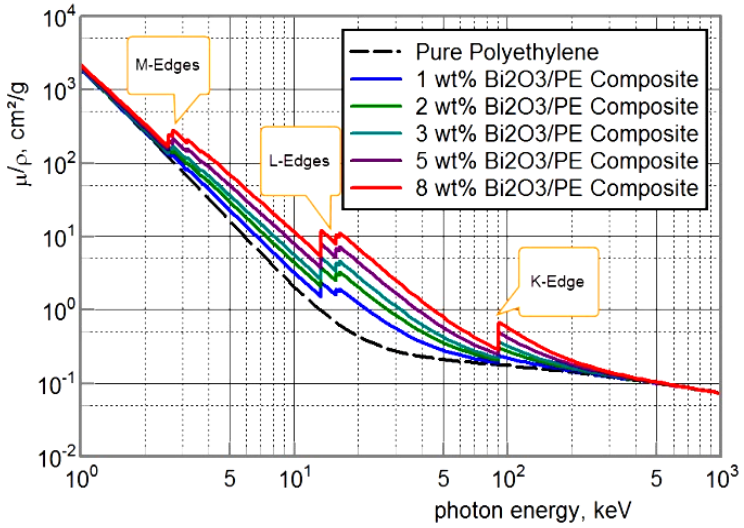
Bi_2O_3 wt%	ρ (g/cm^3)	w(Bi)	w(O)	w(C)	w(H)
۰	۰/۹۳	۰	۰	۰/۸۵۶۲۸	۰/۱۴۳۷۲
۱	۰/۹۴	۰/۰۰۸۹۷	۰/۰۰۱۰۳	۰/۸۴۷۷۲	۰/۱۴۲۲۸
۲	۰/۹۵	۰/۰۱۷۹۴	۰/۰۰۲۰۶	۰/۸۳۹۱۶	۰/۱۴۰۸۴
۳	۰/۹۶	۰/۰۲۶۹۱	۰/۰۰۳۰۹	۰/۸۳۰۶۰	۰/۱۳۹۴۰
۵	۰/۹۷	۰/۰۴۴۸۵	۰/۰۰۵۱۵	۰/۸۱۳۴۷	۰/۱۳۶۵۳
۸	۱	۰/۰۷۱۷۶	۰/۰۰۸۲۴	۰/۷۸۷۷۸	۰/۱۳۲۲۲

۳. نتایج و بحث

در شکل۲ نتایج شبیه سازی ضریب تضعیف جرمی کامپوزیت HDPE-Bi_2O_3 در کسرهای وزنی مختلف در انرژی ۵۹ keV به تصویر کشیده شده است که با داده‌های XCOM نیز مقایسه شده است و هم‌خوانی بسیار خوبی نشان می‌دهد. همان‌طور که از شکل۲ پیداست، با افزایش درصد وزنی پُرکننده اکسید بیسموت در بستر پلی‌اتیلن، مقدار ضریب تضعیف خطی کامپوزیت افزایش می‌یابد. در شکل۳ مقدار ضریب تضعیف جرمی کامپوزیت HDPE-Bi_2O_3 در انرژی‌های مختلف فوتون و در کسرهای وزنی متفاوت با استفاده از داده‌های XCOM نمایش داده شده است.



شکل (۲): مقایسه ضریب تضعیف جرمی کامپوزیت $HDPE\text{-}Bi_2O_3$ در انرژی ۵۹ keV و در درصدهای وزنی و مقایسه آن‌ها با داده‌های XCOM.



شکل (۳): ضریب تضعیف جرمی کامپوزیت $HDPE\text{-}Bi_2O_3$ در انرژی‌ها و درصدهای وزنی مختلف داده‌های XCOM.

از شکل۳ پیداست که پلی‌اتیلن خالص هیچ لبه‌ی جذبی ندارد، اما با افزودن اکسید بیسموت به پلیمر، لبه‌های جذب ظاهر می‌شوند. همان‌طوری که از شکل‌های فوق پیداست، با افزایش انرژی فوتون‌های فرودی، میزان تضعیف فوتون‌ها توسط ماده کاهش می‌یابد.

٤. نتیجه‌گیری

در این پژوهش، ویژگی‌های حفاظ‌سازی کامپوزیت پلی‌اتیلن-اکسید بیسموت در کسرهای وزنی مختلف در انرژی ۵۰ keV مخصوص ناحیه رادیوگرافی دندان با استفاده از کد MCNP شبیه‌سازی شد و نتایج آن با نرم‌افزار XCOM مقایسه گردید که همخوانی بسیار خوبی نشان دادند. نتایج نشان داد که این کامپوزیت در کسر وزنی و ضخامت بهینه، می‌تواند به‌عنوان حفاظی مناسب و عاری از سرب در مراکز رادیوگرافی دندان به کار گرفته شود.

۵. مراجع

1. J. K. Shultis, R. E. Faw. *Radiation Shielding*. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ, 1996.
2. R. Mehrara, S. Malekie, S.M. Saleh Kotahi, S. Kashian. Introducing a novel low energy gamma ray shield utilizing polycarbonate bismuth oxide composite. *Sci. Rep.* 11 (2021) 10614.
3. F. Kazemi, S. Malekie, M.A. Hosseini. A Monte Carlo study on the shielding properties of a novel polyvinyl alcohol (PVA)/WO3 composite, against gamma rays, using the MCNPX code. J. *Biomed. Phys. Eng*. 9 (2019) 465.
4. S. Malekie, N. Hajiloo. Comparative study of micro and nano size WO3/E44 epoxy composite as gamma radiation shielding using MCNP and experiment. *Chin. Phys. Lett.* 34 (2017) 108102.
5. I. -M. Low, N. Z. N. Azman, *Polymer Composites and Nanocomposites for X-Rays Shielding*. Springer Singapore, 2020.
6. S. Nambiar, E. K. Osei, J. T. Yeow. Polymer nanocomposite-based shielding against diagnostic X-rays. *J. Appl. Polym. Sci*. 127 (2013) 4939-4946.
7. M. I. Sayyed. Investigation of shielding parameters for smart polymers. *Chin. J. Phys*. 54 (2016) 408-415.
8. H. O. Tekin, V. P. Singh, U. Kara, T. Manıcı, E. E. Altunsoy. Investigation of nanoparticle effect on radiation shielding property using Monte Carlo method. *CBU J. Sci*. 12 (2016) 195-199.
9. R. Mirji, B. Lobo. Computation of the mass attenuation coefficient of polymeric materials at specific gamma photon energies. *Radiat. Phys. Chem*. 135 (2017) 32-44.