



ارزیابی میزان خطای ناشی از به کار گیری فانتوم آب در محاسبات دوزیمتری پلاک‌های

۱۰۶-Ru در براکی‌تراپی تومورهای چشمی

سمانه، هاشمی*؛ سید محمودرضا، آقامیری؛ رامین، جابری؛^۲ محمد مهدی، مجرد کاهانی^۱

^۱دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده مهندسی هسته ای، گروه پرتو پزشکی

^۲دانشگاه علوم پزشکی تهران، بیمارستان امام خمینی، انستیتو کانسر

چکیده

براکتی‌تراپی با استفاده از پلاک‌های بتازای روتنیوم-^{۱۰۶} برای ۴ دهه است که به عنوان یک شیوه درمانی، برای تومورهای کوچک داخل چشمی مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ اما این در حالی است که اطلاع از میزان آهنگ دوز هر پلاک، قبل از شروع فرایند درمانی، امری ضروری محسوب می‌شود. در این راستا عموماً از فانتوم آب برای تعیین آهنگ دوز استفاده می‌گردد؛ که میزان آن با مقدار واقعیدر بافت، به دلیل تفاوت در مواد و ویژگی‌های تضعیف پرتوی آن‌ها، متفاوت خواهد بود. در این پژوهش دو پلاک CCA و CCB توسط کد MCNP-۲C به همراه آناتومی چشم شبیه سازی شدند و تفاوت آهنگ دوز در دو محیط بافت و آب باهم مقایسه گردید. نتایج حاکی از میانگین اختلافی به اندازه ۹٪ بین این دو محیط می‌باشد؛ به طوری که آب آهنگ جذب دوز بیشتری را به خود اختصاص می‌دهد. این میزان اختلاف، حاکی از الزام تصحیحات ویژه‌ای در محاسبات طراحی درمان خواهد بود.

کلمات کلیدی: براکی‌تراپی تومورهای چشمی، پلاک چشمی Ru-^{۱۰۶}، CCA و CCB، کد MCNP-۲C

مقدمه

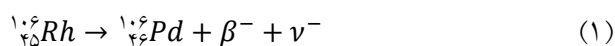
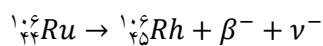
ملائنومای چشمی، بدخیمی نادری است که در رنگدانه‌های لایه میانی کره چشم شامل مشیمیه، جسم مژگانی و عنبیه ایجاد می‌شود و باعث ایجاد تومور در این ناحیه می‌گردد. این نوع تومورها از نادرترین و خطرناک‌ترین تومورهای درون چشمی و با احتمال رویداد یک نفر در صد هزار نفر در سال می‌باشد که می‌تواند منجر به فقدان بینایی و یا حتی مرگ بیمار نیز گردد. [۱، ۲]

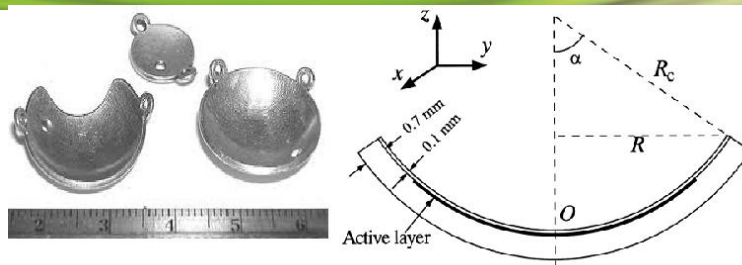
ملائنومای چشمی، از دسته تومورهایی است که رادیوتراپی به دلیل توانایی در نزدیک ساختن منبع تابشی به اطراف تومور، قادر به درمان آن می‌باشد. استفاده از منابع تابشی بتازای مهروموم شده یک شیوه درمانی قابل اجرا در درمان این تومور به شمار می‌آید. برد کوتاه تابشی، به اندازه چند میلیمتر و یا کمتر به همراه پهن شدگی کوچک تابشی در بافت‌های سالم اطراف، به این نوع رادیوایزوتوپ‌ها ارجحیت بخشیده است.

اپلیکاتورهای چشمی ^{106}Ru نزدیک به ۴۰ سال است که در درمان ملانومای چشمی مورد استفاده قرار می‌گیرند. ۱۶ نوع مدل استاندارد از این پلاک‌ها هم اکنون توسط BEBIG GmbH در آلمان تولید می‌شوند. پلاک‌های بتازای روتنیوم برای ملانومای سائز کوچک مورد استفاده قرار می‌گیرد. [۵،۴،۳،۶] از آنجا که چشم از جمله بافت‌های بسیار حساس به شمار می‌آید، دوز تابشی بالا به طور جدی می‌تواند به آن صدمات غیر قابل جبرانی وارد سازد. بنابراین میزان دوز رسیده به بافت‌های مختلف چشم در حین درمان از اهمیت بالایی برخوردار است. [۳] در این راستا فانتوم‌های مختلفی از جمله آب برای دوزیمتری این پلاک‌ها استفاده می‌شود. اما نتایج حاصل از آن‌ها، به دلیل تفاوت در مواد و ویژگی‌های تضعیف پرتوی آن‌ها، با خطا همراه بود و در نتیجه دوز اعمالی با مقدار درست آن تفاوت خواهد داشت. در این پژوهش توسط کد MCNP-۴C، با شبیه‌سازی پلاک، تومور و آناتومی چشم، به بررسی اختلاف مواد آب و بافت برای دو پلاک CCA و CCB پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

لایه رادیواکتیو پلاک بین دو پنجره از نقره به ضخامت ۰٫۱ میلی‌متر (از سطح مقعر) و ۰٫۷ میلی‌متر (از سطح پشتی)، که از پرتوگیری غیرضروری بافت‌های پشتی جلوگیری می‌کند، قرار گرفته است. (شکل ۱) این اپلیکاتورهای چشمی از ایزوتوپ بتازای ^{106}Ru با نیمه‌عمر ۳۷۳٫۵۹ روز و با ماکزیم انرژی ۳۹ KeV ساخته شده‌اند. [۸،۷،۳] پرتوهای بتای کم‌انرژی روتنیوم به دلیل برد کوتاهشان قادر به خارج شدن از پنجره نقره‌ای پلاک نیستند؛ بنابراین در محاسبات وارد نمی‌شوند. معادله ۱، واپاشی روتنیوم را نشان می‌دهد. هسته دختر ^{106}Rh طیف پیوسته‌ای از بتا که عمده آن‌ها، ۱٫۵ MeV با احتمال ۰٫۷۹٪، ۰٫۹۷ MeV با احتمال ۰٫۹۷٪ و ۱٫۲۷ MeV با احتمال ۰٫۸۴٪ تولید می‌کند. این هسته با نیمه عمر ۳۰ ثانیه به پالادیوم-۱۰۶ واپاشی می‌کند. [۳]





شکل ۱: اپلیکاتورهای چشمی Ru-۱۰۶

جدول (۱) مشخصات دو پلاک مورد استفاده در پژوهش

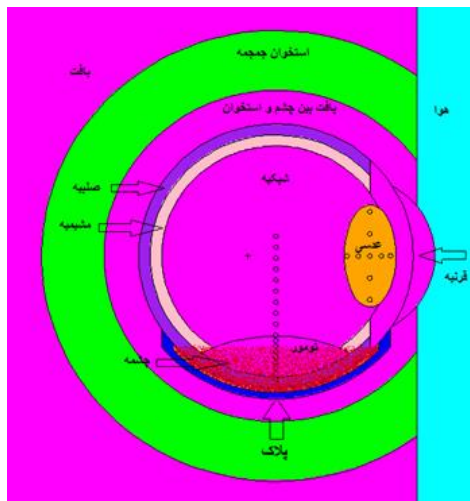
نوع پلاک	قطر (mm)	شعاع انحنای (mm)	اکتیویته (MBq)
CCA	۱۵/۳	۱۲	۱۳/۴
CCB	۲۰/۲	۱۲	۲۴/۶

در این پژوهش، به منظور ارزیابی مواد مختلف بر روی دوز رسیده به درون کره چشم، شبیه سازی کامل کره چشم شامل صلبیه، مشیمیه، شبکیه، عدسی، قرنیه، استخوان جمجمه و بافت های اطراف توسط MCNP-۴C انجام شد (شکل ۲). دو پلاک CCA و CCB با مشخصات دقیق آن بر روی قاعده تومور و صلبیه تعریف گردیدند و میزان و توزیع دوز بر روی محور مرکزی پلاک در دو فانتوم آب و بافت چشم محاسبه گردید.

جدول ۱: ترکیبات و درصد مواد تشکیل دهنده بافت کره چشم که در شبیه سازی بکار برده شده است. [۹]

چگالی (گرم بر سانتی متر مکعب)	H	C	N	O	Mg	P	S	Cl
عدسی	۱/۰۷	۹/۶	۱۹/۵	۵/۷	۶۴/۶	۰/۱	۰/۱	۰/۳
صلبیه	۱/۰۹	۹/۶	۹/۹	۲/۲	۷۴/۴	۰/۵	۲/۲	۰/۹
زجاجیه	۱/۰۳	۱۰/۸	۴/۱	۱/۱	۳۸/۲	۰/۳	-	۰/۱
بافت	۱/۰۴	۱۰/۷	۳/۸	۱/۲	۸۴/۳	-	-	-

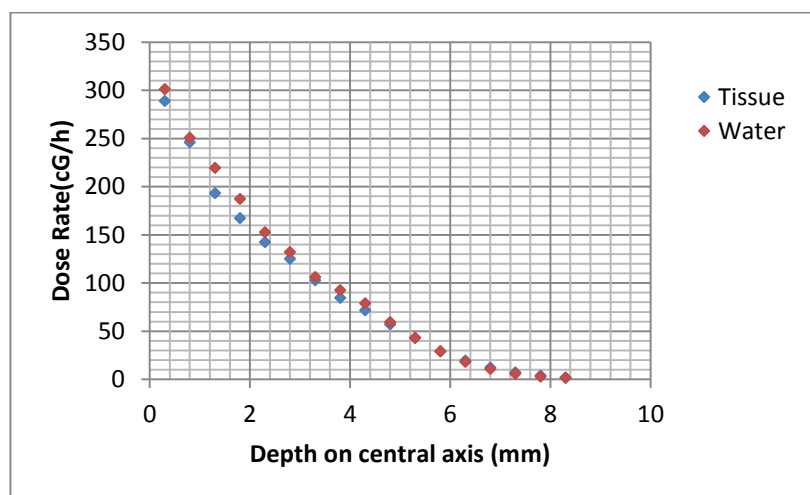
برای بدست آوردن دوز رسیده به درون کره چشم، میکرو کره های به شعاع 0.2 میلی متر بر روی محور مرکزی پلاک در فواصل 0.3 تا 1.3 میلی متر از سطح پلاک در نظر گرفته شده و با استفاده از تالی $*F\lambda:e$ میزان دوز رسیده به داخل میکروکره‌ها اندازه گیری شد.



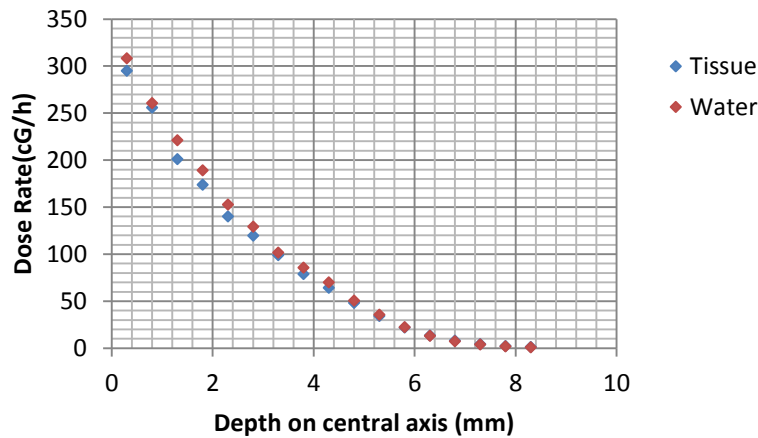
شکل ۲: هندسه کره چشم و پلاک شبیه سازی شده در کد MCNP

نتایج و بحث:

نتایج حاصل از دوزیمتری بر روی محور مرکزی پلاک CCA و CCB برای دو ماده مختلف آب و بافت در شکل ۳ و شکل ۴، نشان داده شده است.



شکل ۳: آهنگ دوز در راستای محور مرکزی پلاک در دو محیط آب و بافت برای پلاک CCB



شکل ۴: آهنگ دوز در راستای محور مرکزی پلاک در دو محیط آب و بافت برای پلاک CCA

همانطور که در نمودارها مشاهده می‌شود، میزان جذب دوز، برای هر دو پلاک، در آب بیشتر از بافت بوده است. که این امر با در نظر گرفتن عدد اتمی موثر (آب=۷,۴۲ و بافت=۷,۲۲) امری توجیه پذیر است. این تفاوت به طور میانگین برای پلاک CCA به ۸/۹۶٪ و برای پلاک CCB به ۸/۸۴٪ می‌رسد. که این میزان تفاوت، ملاحظات قابل توجهی را در محاسبات دوز طراحی درمان به خود می‌طلبد.

نتیجه گیری:

در جهت هرچه بهتر شدن نتایج براکی تراپی چشمی، دو فانتوم آب و بافت توسط کد MCNP-۴C شبیه سازی شدند و میزان آهنگ دوز در راستای محور مرکزی دو پلاک Ru-۱۰۶ در این دو فانتوم مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج حاکی از اختلاف میانگینی حدود ۹٪ در دو فانتوم، برای هر دو پلاک CCA و CCB بود که اعمال این اختلاف در طراحی درمان براکی تراپی پلاک‌های روتنیوم، نتایج دقیق‌تری را به دنبال خواهد داشت.

مراجع:

- 1- Hill JC, Sealy R, Shackleton D, Stannard C, Korrubel J, Hering E et al. Improved iodine 125 plaque design in the treatment of choroidal malignant melanoma. Br J Ophthalmol; ۷۶:۹۱۴. (۱۹۹۲)
- ۲- "The GEC ESTRO Handbook of brachytherapy"- Edited by: Gerbaulet A., Potter R., Mazon J.J., Meertens H., Van Limbergen E., European society for therapeutic Radiology and Oncology and International Atomic Energy agency (IAEA), ISBN ۹۰-۸۰۴۵۳۲-۵, Leuven, Belgium, (۲۰۰۲).



- ۳- Orion, Itzhak, and Emanuel Rubin. "Dose Calculations of the Ru/Rh- 106 CCA and CCB Eyes Applicators." ISBN ۹۷۸-۹۵۳-۵۱-۰۶۰۲-۹. InTech publisher. (۲۰۱۲)
- ۴- Barbosa, N. A., et al. "Brachytherapy treatment simulation of strontium- 90 and ruthenium- 106 plaques on small size posterior uveal melanoma using MCNPX code." Radiation Physics and Chemistry (۲۰۱۳).
- ۵- L.Brualla, J.Sempau, F.J.Zaragoza, A.Wittig, W.Sauerwein. Accurate estimation of dose distributions inside an eye irradiated with ^{106}Ru plaques. StrahlentherOnkol. ۱۸۹:۶۸-۷۳. (۲۰۱۳)
- ۶- Šolc, Jaroslav. "Monte Carlo calculation of dose to water of a ^{106}Ru COB-type ophthalmic plaque." Journal of Physics: Conference Series. Vol. ۱۰۲. No. ۱. IOP Publishing, ۲۰۰۸
- ۷- Chan, Maria F., et al. "The measurement of three dimensional dose distribution of a ruthenium- 106 ophthalmological applicator using magnetic resonance imaging of BANG polymer gels." Engineering in Medicine and Biology Society, ۲۰۰۰. Proceedings of the ۲۲nd Annual International Conference of the IEEE. Vol. ۴. IEEE, ۲۰۰۰.
- ۸- Mourão, ArnaldoPrata, and Campos TPR. "Consideraçõesradiodosimétricas da braquiterapia ocular com iodo- 125 e rutênio/ródio- 106 ." Radiol Bras ۴۲ : ۴۳-۸. (۲۰۰۹)
- ۹- زهره دهقان نیا رستمی، سید فرهاد مسعودی، سمیه اسدی. مقایسه دوزیمتری فانتوم آب و فانتوم کامل چشم برای پلاک های براکی تراپی ^{125}I و ^{103}Pd . مجله فیزیک پزشکی ایران. دوره ۸. شماره ۲. پیاپی (۳۱). تابستان ۹۰