



محاسبه دز جذبی تیروئید در پرتو درمانی سرطان سینه توسط کد MCNPX و مقایسه آن با نتایج نرم افزار طراحی درمان سه بعدی

لشنی، سعیده* (۱) - کاسه ساز، یاسر (۲) - صالحی باروق، مهدی (۱)

^۱ گروه مهندسی هسته ای ، مهندسی پرتو پزشکی ، واحد تهران مرکزی ، دانشگاه آزاد اسلامی ، تهران، ایران
^۲ عضو هیئت علمی پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای ، تهران ، ایران

چکیده:

سرطان سینه یکی از بیماریهای شایع بین زنان است که پرتو درمانی به تنهایی و همراه با جراحی نقش بسیار مهمی در کنترل و درمان آن دارد. در پرتو درمانی بیماران مبتلا به سرطان سینه علاوه بر ناحیه تحت درمان، بافتها و ارگانهای سالم نیز دز دریافت می کنند. تیروئید یکی از بافتهای حساس به پرتو می باشد و پرتوگیری آن بیش از حد مجاز باعث ایجاد اختلال در عملکرد و یا ایجاد تومورهای ثانویه در تیروئید می شود. با توجه به اهمیت موضوع در این مطالعه با استفاده از کد MCNPX دز رسیده به تیروئید را در روش پرتو درمانی سرطان سینه با شتابدهنده خطی (Varian 6MV) محاسبه و با مقادیر بدست آمده در سیستم طراحی درمان مقایسه کردیم.

کلمات کلیدی: دز تیروئید، MCNPX، سرطان سینه، ارگان حساس، Linac

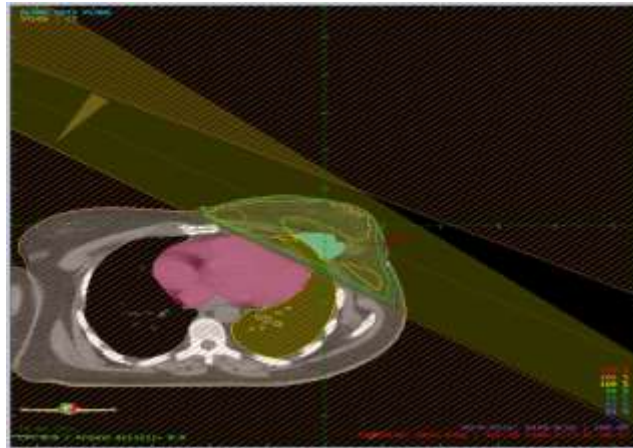
مقدمه :

سرطان سینه شایعترین سرطان در بانوان و دومین عامل مرگ ناشی از سرطان پس از ریه در زنان است که از سلول های سینه منشا می گیرد می باشد [۱]. برای درمان سرطان سینه از روش های مختلف استفاده می شود که پرتو درمانی یکی از راه های متداول برای درمان این نوع سرطان است که به صورت موضعی تومور را از بین می برد. در پرتو درمانی علاوه بر ناحیه تحت درمان، بافتها و ارگانهای سالم نیز دز دریافت می کنند که برخی از آنها حساسیت بیشتری به پرتو دارند. در برخی موارد پرتوگیری خارجی اجتناب ناپذیر است به خصوص هنگامی که پرتو دهی به منظور درمان تومور به کار رود. هدف پرتو درمانی رساندن بیشترین دز به تومور و کمترین دز به بافت سالم اطراف است. این امر در تومورها و بافتهای سالمی که منحنی پاسخ به دز در آن ها شیب تندی دارد و تغییر کوچکی در دز می تواند احتمال کنترل رشد تومور و آسیب به بافت سالم را تغییر دهد، از اهمیت بیشتری برخوردار است [۲]. لوبهای تیروئید یکی از بافتهای حساس به پرتو می باشد و پرتوگیری آن بیش از حد مجاز باعث ایجاد اختلال در عملکرد و یا ایجاد تومورهای ثانویه در تیروئید می شود [۳]. برای حفاظت اندامها در برابر تابشهای یونیزه کننده باید دز تابشی و دز پراکنده شده به بافتها و ارگانهای سالم بدن را تعیین کرد. در این تحقیق درمان بیماران مبتلا به سرطان سینه که تحت پرتو درمانی با حداقل دو فیلد تانژانت مدیال و لترال قرار داشتند مورد مطالعه قرار گرفتند. برای تعیین دز پراکنده شده به اعضای پیرامونی بیمار (بطور خاص تیروئید) از شبیه سازی مونت کارلو (کد MCNPX) استفاده شد. کد MCNPX برای شبیه سازی انواع مسائل ترابرد الکترون، فوتون و نوترون و... می باشد. همانطور که میدانیم

بدست آوردن یک عبارت تحلیلی برای شرح مسیر انتقال ذرات از میان بافت های بدن با توجه به پیچیدگی واکنشهایی که انجام می شود ممکن نیست. شبیه سازی مونت کارلو برای حل دقیق این نوع پیچیدگی ها لازم است [۴]. دز رسیده به تیروئید را بوسیله شبیه سازی با توجه به هدف اصلی رادیوتراپی که رساندن حداکثر دز به بافت های سرطانی و حداقل دز به بافت های سالم است را بدست آورده ایم.

مواد و روشها :

این مطالعه توصیفی، بر روی ۵ بیمار (به طور رندوم) مبتلا به سرطان سینه با میانگین سنی ۴۹ سال انجام شد. برای انجام طراحی درمان ، تصاویر CT تهیه شد و به سیستم طراحی درمان (MIRS) انتقال یافت. سپس کانتور تومور (GTV)^۱، CTV^۲، PTV^۳ و ارگان های حساس از جمله تیروئید انجام شد. در طراحی درمان سرطان سینه از روش معمول یعنی تکنیک تانژانت مدیال- لترال که شامل دو فیلد مماسی روبرو و در جهت خلاف هم برای بکنواختی توزیع دز، بهره گرفته شد. پس از طراحی درمان دز متوسط تیروئید طی ۲۵ - ۲۷ جلسه پرتو درمانی با دستگاه



شتابدهنده خطی (Varian 2300 CD) و با انرژی ۶MV و سیستم طراحی درمان MIRS بدست آمد. در شکل (۱) نمایی از نحوه طراحی میدان های تابشی و منحنی های همدوز با استفاده از نرم افزار MIRS آمده است.

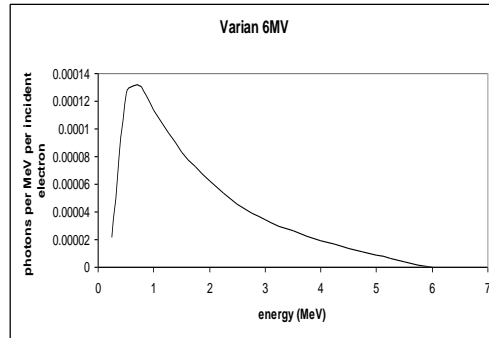
یکی از چالش های این تحقیق، مربوط به شبیه سازی هندسه دستگاه شتابدهنده خطی بود که برای انجام آن، نیاز به داشتن مشخصات کامل هندسی و خواص مواد بکار رفته در اجزای داخلی سر ماشین شامل کولیماتورها، فیلترهای صاف کننده و ... بود. با توجه به در دسترس نبودن اطلاعات ، بجای شبیه سازی سر دستگاه ، از یک چشمه نقطه ای برای تابش فوتونها استفاده شد ، و طیف انرژی این فوتونها از مرجع [۵] استخراج شد. در منبع یاد شده با استفاده از کد مونت کارلوی BEAMnrc طیف انرژی پرتوی فوتونی مربوط به شتابدهنده/مدانرژی بدست آمده است. شکل (۲)

شکل (۱) طراحی درمان انجام شده در نرم افزار MIRS توسط دو میدان تانژانت مدیال و لترال.

¹ Clinical Target Volume

² Gross Tumor Volume

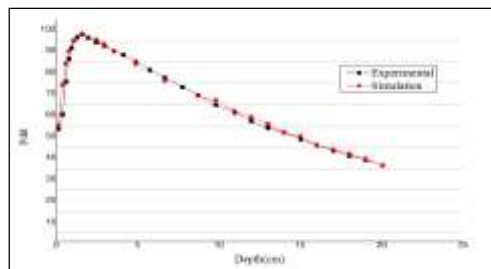
³ Planning Target Volume



طیف انرژی فوتون مربوط به شتابدهنده خطی Varian 6MV، که در این تحقیق به عنوان چشمه پرتودرمانی بکار رفته، نشان داده می شود.

شکل (۲) طیف انرژی فوتونی مربوط به شتابدهنده خطی واریان Varian 6MV

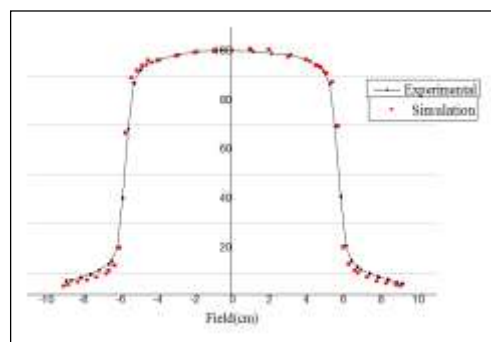
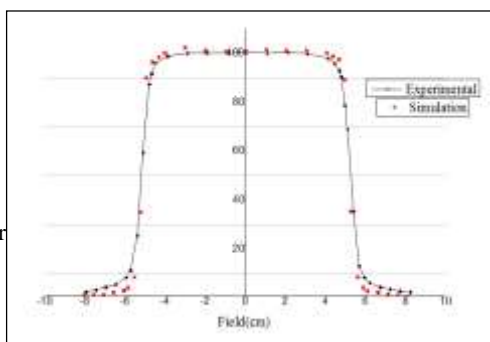
در مطالعه حاضر از فانتوم MIRD [۶] به منظور مطالعه دز تابشی استفاده شد و همچنین ابعاد میدان، فاصله چشمه تا سطح بدن بیمار (SSD) و زاویه تابش دهی متناسب با اطلاعات هر بیمار در سیستم طراحی درمان که قبلاً اعمال شده بود با استفاده از کد MCNPX مدل شد. جهت محاسبه دز در شبیه سازی از تالی F6 استفاده گردید.



شکل (۳) درصد دز عمقی، شبیه سازی و اندازه گیری (Mean Dose $\pm 0.5\%$) عملی در میدان باز.

نتایج:

همانطور که گفته شد بدلیل در دسترس نبودن اطلاعات مربوط به شتابدهنده خطی Varian 6MV در این شبیه سازی، چشمه بصورت نقطه ای تعریف شد. شکل (۳) درصد دز عمقی با $SSD=100$ و شکل های (۴ و ۵) پروفایل پرتو را در میدان باز 10×10 cm در عمق های ۵ cm و ۱۵ با $SSD=100$ نشان میدهد که با نتایج بدست آمده بصورت عملی [۵] اعتبار سنجی شده است.





شکل (۴) منحنی های پروفایل پرتو کد مونت کارلو و اندازه گیری عملی ($\text{Mean Dose} \pm 0.5\%$) در میدان باز 10×10 سانتیمتر در انرژی 6 MV در عمق 5 سانتی متر

شکل (۵) منحنی های پروفایل پرتو کد مونت کارلو و اندازه گیری عملی ($\text{Mean Dose} \pm 0.5\%$) در میدان باز 10×10 سانتیمتر در انرژی 6 MV در عمق 15 سانتی متر

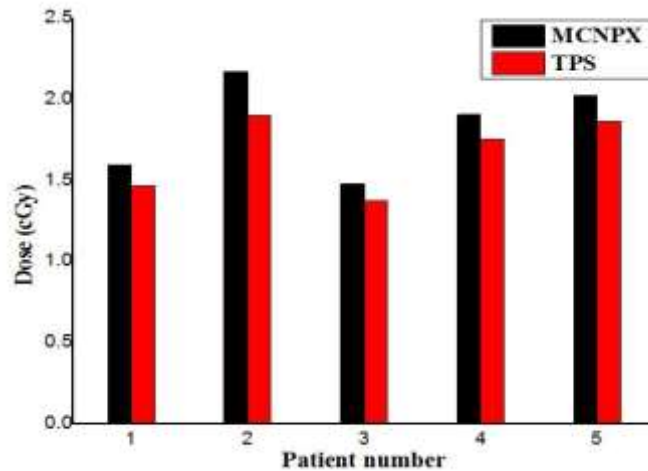
دز

جذب تیرئید در پرتودرمانی سرطان سینه برای ۵ بیمار

محاسبه شد. نتایج به دست آمده از محاسبه دز در فانتوم MIRD با استفاده از کد MCNPX و سیستم طراحی درمان (TPS) با یکدیگر مقایسه و در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول (۱) مقایسه دز محاسبه شده در سیستم طراحی درمان و کد MCNPX در بیماران سرطان سینه

خطا (%)	دز محاسبه شده توسط سیستم طراحی درمان (cGy)	دز محاسبه شده توسط کد MCNPX (cGy)	شماره بیماران
-۸/۶۶	۱/۴۶۶	۱/۵۹۳	۱
-۱۴/۱۳	۱/۹۰۳	۲/۱۷۲	۲
-۸/۰۲	۱/۳۷۸	۱/۴۸۱	۳
-۸/۰۶	۱/۷۵۴	۱/۹۰۵	۴
-۸/۳۵	۱/۸۶۷	۲/۰۲۳	۵



نمودار (۱) مقایسه مقدار دز رسیده به تیروئید در MCNPX و سیستم طراحی درمان

بحث و نتیجه گیری

به علت ناهنجاری های ثانویه مشاهده شده در پرتو درمانی توجه به اعضای بحرانی مانند تیروئید و مقدار دز قابل تحمل آن ها امری اساسی است که مستلزم استفاده از تعریف حجم دقیق هدف و نیز حجم اعضای بحرانی از نظر پرتویی در طراحی درمان می باشد. برای کم کردن دز رسیده به ارگانهای در معرض خطر باید تدابیر حفاظتی لازم را اندیشید. بطور مثال، باید تا حد ممکن ناحیه درمان را محدود کرد، برای محدود کردن حجم درمان و کم کردن دز رسیده به بافتهای سالم باید نحوه درمان و پرتو دهی با دقت زیاد طرح ریزی شود. در این تحقیق نشان داده شده است که شبیه سازی مونت کارلو به وسیله کد MCNPX روش مناسبی برای تعیین دز رسیده به بافت های سالم پیرامون ناحیه درمان در رادیو تراپی می باشد. این نتیجه گیری در شرایطی که شبیه سازی تا حد امکان به وضعیت فیزیکی بیمار نزدیک تر می باشد، دقیقتر است.

پیشنهادات

میتوان فانتوم معادل گروهی از بیماران را تهیه کرد و نتایج حاصل از دزیمتری و شبیه سازی آن را با نتایج حاصل از دزیمتری و شبیه سازی بیماران واقعی مقایسه کرد. از آنجا که مهم ترین عامل ایجاد خطا در محاسبات مونت کارلو در این تحقیق استفاده از احجام هندسی منظم به جای احجام هندسی نامنظم بدن بوده است، پیشنهاد می کنیم در تحقیقی مشابه از تصاویر CT و MRI بیماران استفاده شود و با کمک نرم افزار Scan 2 MCNP حجم و شکل دقیقی از اعضای بدن بیمار را بدست آورده شود تا از این



طریق خطای ناشی از هندسه بدن بیمار از محاسبات مونت کارلو حذف شود. بدین وسیله دز محاسبه شده با دقت بالایی بدست می آید.

مراجع

[۱] رخشان زهرا، مسجودی مرضیه. بررسی میزان آگاهی بالینی هشدار دهنده خودآزمایی پستان در دانشجویان Ijbd، فصل نامه بیماریهای پستان، ۱۳۸۸.

[2] Khan FM. The Physics of Radiation Therapy. 3rd Ed, Philadelphia (PA): Lippincott, 2003.

[3] C.Rubino, M. Schlumberger, "Thyroid Cancer After Radiation Expoaure", 2002, 38: 645- 647.

[4] Maigne, L., Hill, D., Breton, V., Reuillon, R., Calvat, P., Lazaro, D., Legr, Y., Donnarieix, D., 2004. Parallelization of Monte Carlo simulations and submission to a grid environment. ResRepLIMOS/RR-04-01.

[5] Daryoush Sheikh-Bagheri And D.W.O Monte Carlo Calculation Of nine Megavoltage Photon Beam Spectra Using The BEAM Code, Med Phys.29(3), March 2002.

[6] M. Cristy, and K. F. Eckerman: "Specific absorbed fractions of energy at various ages from internal photon sources", 1987, Report No. ORNL/TM-8381/V1. Oak Ridge, TN: Oak Ridge National Laboratory.