



انجمن حفاظت در برابر اشعه ایران



مجله سنجش و ایمنی پرتو، جلد ۸، شماره ۴، ویژه‌نامه پرتوهای یون‌ساز، ۱۳۹۹، صفحه ۵۲-۴۹

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

## بررسی میزان دز دریافتی توسط پرتوکاران زن در مراکز اسکن ریه با رادیو داروی $^{99m}TC - MAA$ به صورت تجربی و شبیه‌سازی

مرضیه السادات حسینی مقدم<sup>۱</sup>، محمد رضا شجاعی<sup>۱\*</sup> و حمزه حسین‌نژاد<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>دانشکده فیزیک و مهندسی هسته‌ای، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، سمنان، ایران.

<sup>۲</sup>دانشکده دخترانه الزهراء، دانشگاه فنی و حرفه‌ای مشهد، مشهد، ایران.

\*سمنان، شاهرود، دانشگاه صنعتی شاهرود، دانشکده فیزیک و مهندسی هسته‌ای، کدپستی: ۳۶۱۹۹۹۵۱۶۱

پست الکترونیکی: shojaei.ph@gmail.com

### چکیده

یکی از مهم‌ترین گروه‌هایی که می‌توانند در معرض تابش‌های هسته‌ای قرار بگیرند، زنان باردار و جنین آن‌ها می‌باشند. این گروه از افراد می‌توانند به صورت تکنسین در مراکز هسته‌ای در مجاورت بیماران تحت درمان یا مراکز تشخیصی پزشکی هسته‌ای حضور داشته باشند، هدف از مقاله تعیین میزان دز دریافتی توسط تکنسین‌های خانم است که به طور غیرمستقیم در مجاورت تابش‌های هسته‌ای قرار دارند. جهت صحت‌سنجی نتایج شبیه‌سازی کامپیوتری مقایسه‌ای با نتایج تجربی انجام گرفته از بخش پزشکی هسته‌ای بیمارستان امام حسین (ع) واقع در شاهرود صورت گرفت، که آنالیز آماری انجام گرفته روی نتایج نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری بین نتایج شبیه‌سازی و نتایج تجربی وجود ندارد.

کلیدواژگان: رادیوداروی تکنسیوم-۹۹، شبیه‌سازی مونت کارلو، برنامه MCNPX، آهنگ دز تابشی.

### ۱. مقدمه

اسکن قلب و ریه، تکنسین‌ها و پرتوکاران شاغل در این بخش‌ها همواره در معرض تابش هسته‌ای قرار دارند. این تابش‌های هسته‌ای از وجود چشمه‌های پرتوزا در محیط و همچنین به طور غیر مستقیم از بیماران که مراجعه‌کننده به این بخش‌ها می‌باشند، ساطع می‌شوند. به عبارت دیگر شخص بیمار پس از تزریق رادیودارو تا پایان زمان طول عمر آن رادیو دارو به عنوان چشمه رادیو اکتیو عمل می‌کند. این پرتوگیری هنگامی که زن باردار در مراکز

تمامی مطالعات نشان می‌دهند که آهنگ دز تابشی از بیماران دریافت‌کننده رادیودارو به عنوان یکی از منابع مهم تابش اشعه، به زنان باردار مراجعه‌کننده به مراکز پزشکی هسته‌ای محسوب شود. [۲] در این مطالعه هدف اندازه‌گیری آهنگ دز تابشی از بیماران در مراکز اسکن ریه به زنان باردار است، که به دلایل مختلف در بخش پزشکی هسته‌ای حضور دارند و با رادیوداروی تکنسیوم-۹۹ درصد در تماس هستند. در مراکز پزشکی هسته‌ای به ویژه مراکز

جدول (۲): ویژگی‌های رادیوداروی به کار رفته در تصویربرداری ریه [۶]

ویژگی‌ها	میزان اکتیویته	نیمه عمر	زمان
توزیقی (mCi)	مؤثر	تصویربرداری	
$^{99m}Tc - MAA$	۲-۴	۳ ساعت	بلافاصله

کد کامپیوتری مونت کارلو، MCNPX ابزار قدرتمند و چند منظوره برای محاسبات ترابرد ذرات است. کد MCNPX می‌تواند برای محاسبات ضریب تکثیر، آهنگ واکنش، میزان دزدیافتی توسط فانتوم‌ها، طیف و شار نوترون، توزیع آهنگ واکنش‌ها، حفاظ‌گذاری و ... استفاده شود. برای مقایسه داده‌های تجربی، شبیه‌سازی مونت کارلو توسط کد MCNPX انجام شد. به این منظور فانتوم زن باردار که معمولاً در اواخر دوران بارداری که به علت تحرک کم، دچار آمبولی ریه می‌شود و برای انجام اسکن هسته‌ای به مراکز مراجعه می‌کند براساس فانتوم میرد برای زن مرجع شبیه‌سازی شد، و فانتوم زن باردار در فواصل مختلف از فانتوم زن معمولی قرار گرفت و آهنگ دزتابشی به فانتوم زن باردار در فواصل مختلف از بیماران دریافت‌کننده رادیودارو محاسبه شد. اصول این فانتوم (زن باردار) در کد MCNPX شبیه‌سازی شد، به این صورت که ریه‌ها به عنوان چشمه و جنین در زن باردار به عنوان هدف (در بدترین حالت ممکن) در نظر گرفته شد. محاسبات مونت کارلو توسط کد MCNPX 2.6.0 انجام شده است. [۱]

### ۳. نتایج حاصل از شبیه‌سازی و داده‌های تجربی

جدول شماره (۳)، مقدار متوسط آهنگ دز حاصل از اندازه‌گیری می‌باشد که بیش‌ترین مقدار آهنگ دزتابشی در زمان اول اندازه‌گیری برابر ۱/۵ میکروسیورت بر ساعت در فاصله ۲۵cm از بیماران به دست آمد.

جدول (۳): مقدار متوسط آهنگ دز حاصل از اندازه‌گیری در زمان و مکان‌های مختلف بر حسب  $\mu Sv.h^{-1}$

مکان اندازه‌گیری (cm)	زمان اندازه‌گیری

پزشکی هسته‌ای و یا بیمارستان مشغول به کار باشند، از اهمیت بیش‌تری برخوردار است. [۳]

### ۲. مواد و روش‌ها

جامعه آماری ما شامل ۲۰ نفر بیمار مراجعه‌کننده به مراکز پزشکی هسته‌ای می‌باشد. برای انجام این پژوهش اطلاعات مربوط به مشخصات بیماران شامل قد، وزن، جنس، وضعیت بارداری در یک فرم مخصوص ثبت گردید. سپس از دستگاه BICRON surveyor 2000<sup>TM</sup> که با  $^{137}Cs$  کالیبره شده بود استفاده شد. اندازه‌گیری‌ها در سه بازه زمانی ۱۰ دقیقه، ۲۰ دقیقه، ۳۰ دقیقه در چهار فاصله ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ سانتی متری از بیماران به دلیل یافتن تغییرات آهنگ دزتابشی با افزایش فاصله انجام شد. اطلاعات مربوط به بیماران، در جدول شماره (۱) جمع‌آوری شده است.

جدول (۱): مقدار پرتوداروی تزریقی، میانگین سنی و تعداد بیماران

میانگین	میانگین رادیوداروی
تعداد بیماران	سنی بیماران
توزیقی (mCi)	
۲۰ نفر	$42 \pm 2$
	۳/۸

میزان اکتیویته تزریقی به بیماران در اسکن ریه  $4 mCi$  از رادیودارو  $^{99m}Tc - MAA$  در نظر گرفته شد و بلافاصله پس از تزریق با به کارگیری انسداد فیزیکی، ۸۰ درصد اکتیویته مصرف شده در بستر آلوتولار ریوی دیده می‌شود. به این صورت که ذرات به تدریج دچار تحلیل و فرسایش شده و در عرض ۳۰ دقیقه در سیستم رتیکولاندوتلیال قطعه‌قطعه می‌شوند، این ذرات دارای نیمه عمر مؤثر در حدود ۳ ساعت می‌باشند، بنابراین زمان شروع تصویربرداری بلافاصله بعد از تزریق صورت می‌گیرد [۶]. ویژگی‌های رادیوداروی  $^{99m}Tc - MAA$  در جدول شماره (۲) آورده شده است.

رادیوداروی  $^{99m}Tc-MAA$  به دلیل ایجاد انسداد مویرگی در ریه برای انجام این اسکن مناسب می باشد، این ذرات به تدریج دچار تحلیل و فرسایش شده و در عرض ۳۰ دقیقه در سیستم رتیکواندوتلیال قطعه قطعه می شوند و با توجه به همین ویژگی، در نمودار شماره (۲)، تغییرات آهنگ دزتابشی نسبت به زمان در فاصله های ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ سانتی متری زن باردار از بیماران تحت اسکن هسته ای ریه در ۳۰ دقیقه اول رسم شده که با گذشت زمان کاهش می یابد.

۲۰۰cm	۱۰۰cm	۵۰cm	۲۵cm	
۰/۴۳	۰/۶۱	۰/۹۶	۱/۶	۱۰ دقیقه
۰/۳۵	۰/۴۹	۰/۸۲	۱/۲	۲۰ دقیقه
۰/۲۸	۰/۳۱	۰/۵۴	۰/۹۶	۳۰ دقیقه

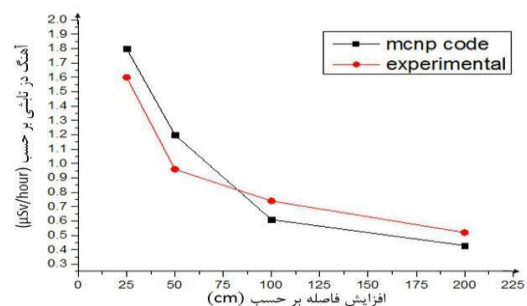
جدول شماره (۴) مقادیر آهنگ دزتابشی بلافاصله بعد از تزریق در فواصل مختلف از بیماران را با استفاده از شبیه سازی مونت کارلو نشان می دهد.

جدول (۴): مقدار متوسط حاصل از شبیه سازی در مکان های مختلف بر حسب  $\mu Sv.h^{-1}$

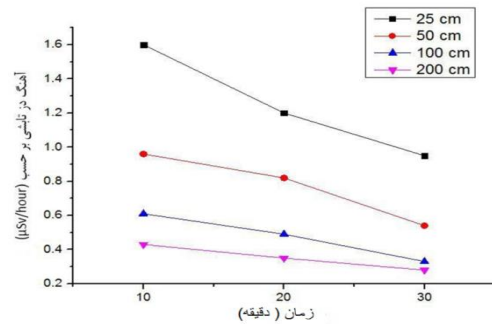
مکان اندازه گیری (cm)				زمان اندازه گیری
۲۰۰cm	۱۰۰cm	۵۰cm	۲۵cm	
۰/۴۳	۰/۶۱	۱/۲	۱/۸	بلافاصله

نمودار شماره (۱) با مقایسه مقادیر بدست آمده در هر دو حالت، گویای این امر می باشد. مقادیر به دست آمده نشان می دهد که آهنگ دزتابشی در فواصل کم در حالت تجربی، کم تر از مقادیر بدست آمده با شبیه سازی می باشد، که این مقادیر در فواصل دورتر بالعکس می باشند.

ارزیابی کمی از تفاوت بین طیف های شبیه سازی شده و نتایج اندازه گیری شده با استفاده از تحلیل آماری انجام شد. آزمون  $t$ -test (آزمون دو طرفه) برای طیف های شبیه سازی شده در مقایسه با اندازه گیری های تجربی انجام شد. این آزمون هیچ تفاوت آماری معنی داری بین طیف شبیه سازی و نتایج تجربی برای تمام آزمایشات انجام شده در این کار نشان نداد.



نمودار (۱): مقایسه میزان آهنگ دزتابشی در دو حالت تجربی و شبیه سازی.



نمودار شماره (۲) : تغییرات آهنگ دزتابشی با گذشت زمان.

#### ۴. نتیجه گیری

بیشترین حالت برای دریافت دز خارجی جنین زمانی است که پرتوکار باردار باشد که طبق اعلام NRC دز رسیده به جنین یک پرتوکار باردار نباید در دوره بارداری ۹ ماهه از  $5mSv$  ( $0.5rem$ ) بیش ترشود و باید توجه کرد که، از  $500 \mu Sv$  در ماه تجاوز نکند [۵]، که با توجه به نتایج بدست آمده، اگر تنها اسکن ریه انجام شود، خطری جنین را تهدید نمی کند. این درحالی است که سایر فرآیندها از قبیل تزریق پرتودارو، سرنگ های آلوده و همچنین سایر آزمون های هسته ای و غیره که در کنار آزمون ریه انجام می شوند در نظر گرفته نشده است. در نهایت پیشنهاد می شود، از ورود زنان باردار به عنوان همراه جلوگیری شود اما در مواردی که سلامت مادر در معرض خطر باشد، با وجود احتمال خطر برای جنین، اسکن هسته ای با کمترین دزدریافتی انجام می شود، که در این حالت دزخارجی بر میزان دزداخلی دریافتی توسط جنین افزوده می شود و این که در مراکز هسته ای آزمایش بارداری همراه صورت بگیرد.

#### ۵. مراجع

- [1] Cunningham, J. R., and Harold E. J, *The physics of radiology*. Springfield Charles C. Thomas, U.S.A, (1983).
- [2] Cherry, S.R., Sorenson, J.A. and Phelps, M.E, *Physics in nuclear medicine*. Elsevier HealthSciences, (2012).
- [3] Xu, X. G., and Keith F. E., *Handbook of anatomical models for radiation dosimetry*. CRC Press, (2009).
- [4] Valentin, J. *ICRP publication 84: pregnancy and medical radiation*. Annals of the ICRP 30 (2000):1.
- [5] Bushberg, Jerrold T., and John M. Boone. *The essential physics of medical imaging*. Lippincott Williams & Wilkins, (2011).
- [6] Knishi E., Kusama T., *Urinary excretion and external radiation dose from patients*

*administrated with radiopharmaceuticals* 54(18):  
(1994).