

نشریه تابش و فناوری هسته‌ای، سال اول، شماره ۱، تابستان ۱۳۹۳

مقایسه تاثیر دو ترکیب هدف- فیلتر مختلف در میزان دوز جذبی پستان در ماموگرافی

و بررسی عوامل موثر بر آن به کمک کد MCNPX

سمیرا رازقندی^۱، علی اصغر مولوی^{۲*}

^۱ دانشجوی دکتری، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار

^۲ استاد گروه فیزیک، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار

(تاریخ دریافت مقاله: ۹۳/۲/۲۰ - تاریخ پذیرش مقاله: ۹۳/۵/۱۷)

چکیده

ماموگرافی با اشعه X یکی از روش‌های پرکاربرد در تشخیص سرطان پستان می‌باشد. به دلیل حساسیت بافت پستان، میزان دُز دریافتی بیمار در ماموگرافی اهمیت ویژه‌ای دارد. هدف از مطالعه حاضر، بررسی عوامل موثر در میزان دُز جذبی و مقایسه میزان دُز دریافتی برای شرایطی که دستگاه ماموگرافی شامل ترکیب هدف-فیلتر Mo-Mo یا W-Rh باشد. در این پژوهش، به کمک کد MCNPX، ساختار تیوپ اشعه X دستگاه ماموگرافی شبیه سازی شده و طیف حاصل از ترکیب هدف-فیلتر Mo-Mo را با ترکیب جدیدتر W-Rh محاسبه شد و سپس به منظور محاسبه دُز شرایط فانتوم پستان در ماموگرافی شبیه سازی شده است. میزان دُز دریافتی برای دو ترکیب هدف-فیلتر رایج دستگاه ماموگرافی با هم مقایسه شده و با تغییر در شرایط سیستم و ترکیب بافت، تاثیر عواملی همچون ولتاژ، ضخامت پوست و درصد بافت غده‌ای پستان در میزان دُز جذبی بیمار بررسی شده است. میزان دُز دریافتی بیمار برای ترکیب هدف-فیلتر W-Rh کمتر از ترکیب Mo-Mo می‌باشد، بنابراین این ترکیب می‌تواند جایگزین خوبی برای هدف-فیلتر Mo-Mo باشد. مطالعه حاضر نشان می‌دهد که ولتاژ، ضخامت پوست و درصد بافت غده‌ای پستان تاثیر به سزایی در میزان دُز دریافتی بیمار دارد.

واژه‌های کلیدی: ماموگرافی، دُز، کد MCNPX، فانتوم پستان.

* مؤلف مسؤل: استان خراسان رضوی، سبزوار، دانشگاه حکیم سبزواری، دانشکده فیزیک، صندوق پستی ۳۹۷

پست الکترونیکی: aa_mowlavi@yahoo.com

۱. مقدمه

در بسیاری از کشورها، سرطان پستان، جزء شایع‌ترین سرطان‌ها و عمده‌ترین دلیل مرگ و میر زنان، در سنین ۳۵ الی ۵۴ سالگی می‌باشد. بر اساس آمار مرکز ملی سرطان، در کشور آمریکا از هر هشت زن یک نفر به بیماری سرطان پستان مبتلا می‌شود [۱]. همچنین در حدود ۴٪ از آمار سالانه‌ی فوت زنان در آمریکای شمالی مربوط به این بیماری مهلک می‌باشد [۲]. از این رو تلاش برای تشخیص بهنگام این بیماری اهمیت بیشتری می‌یابد.

ماموگرافی با اشعه x یکی از ابداعات بسیار مهم در تشخیص و کنترل سرطان‌های پستان است. اهمیت ماموگرافی مستقیماً مربوط به ارزش آن در آشکارسازی و تشخیص سرطان در مراحل اولیه می‌باشد، که منجر به درمان بهتر می‌شود [۳].

در ماموگرافی به دلیل استفاده از کیلو ولتاژهای پایین عموماً در محدوده 25-32 kV، قسمت اعظم فوتون‌های کم انرژی، در لایه‌های سطحی بافت جذب می‌شوند و فقط تعداد بسیار معدودی از آنها ممکن است به لایه‌های عمیق‌تر بدن برسد، در نتیجه سبب افزایش دُز جذب شده و اثرات ناخواسته می‌گردد. از آنجا که پستان از ارگان‌های حساس است، بنابراین حذف این قسمت از پرتوها پیش از رسیدن به بدن بیمار ضروری می‌باشد. این عمل مهم توسط فیلترهای به کار برده شده در دستگاه ماموگرافی صورت می‌گیرد [۴]. در سیستم‌های ماموگرافی جدید علاوه بر Mo-Mo به عنوان ترکیب هدف-فیلتر در تیوپ اشعه x، ترکیب دیگری از W-Rh نیز به منظور کاهش دُز دریافتی بیمار به کار برده می‌شود [۵].

در این پژوهش، به کمک کد شبیه سازی MCNPX، شرایط پستان در دستگاه ماموگرافی شبیه سازی شده و اهمیت تاثیر سه فاکتور ولتاژ به کار رفته در سیستم تصویربرداری، میزان

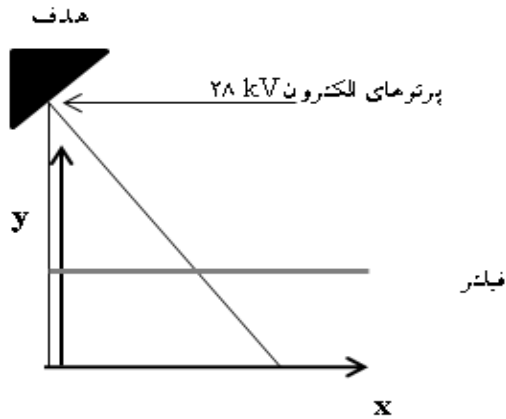
توزیع بافت غده‌ای در پستان و ضخامت پوست، در میزان دُز جذبی بیمار برای دو ترکیب هدف-فیلتر (W-Rh و Mo-Mo)، با هم مقایسه شده است.

۲. روش پژوهش

ماموگرافی نوعی تصویربرداری به کمک اشعه x می‌باشد و از آنجا که در هر تصویربرداری با اشعه x احتمال اندکی برای افزایش خطر سرطان وجود دارد بنابراین میزان دُز دریافتی بیمار اهمیت می‌یابد. در اینجا به کمک کد مونت کارلو MCNPX میزان دُز جذبی بررسی می‌شود. مراحل کار شامل دو مرحله می‌باشد:

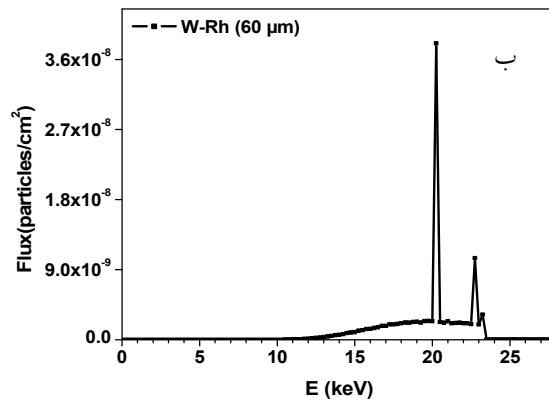
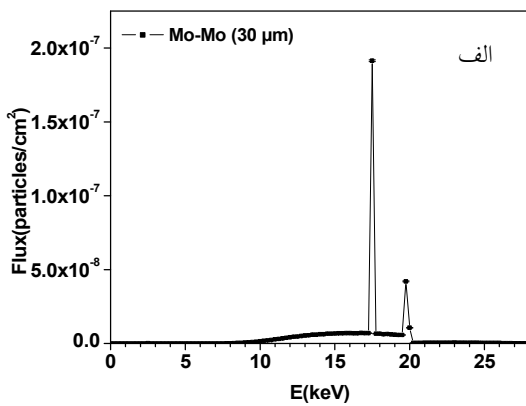
در ابتدا با شبیه سازی ساختار تیوپ اشعه x، طیف حاصل از هدف-فیلتر به کار برده شده در دستگاه ماموگرافی (در اینجا هدف-فیلتر Mo-Mo و W-Rh) محاسبه شد. شکل ۱ طرحی از آنچه که در نظر گرفته شده است را نشان می‌دهد. پرتوهای الکترون تک انرژی ۲۸kV پس از برخورد به سطح هدف تحت زاویه ۴۵°، در فاصله ۱۵ cm، فوتون‌های اشعه x را تولید می‌کنند. شار این فوتون‌ها پس از عبور از فیلترهایی از جنس Mo (با ضخامت ۶۰ μm) و Rh (با ضخامت ۶۰ μm) توسط آشکارساز ثبت می‌شود. در شکل ۲ طیف به دست آمده به کمک کد MCNPX نشان داده شده است [۶ و ۷].

در مرحله دوم از شبیه سازی، به منظور محاسبه دُز جذبی، فانتوم فشرده پستان، به شکل نیم استوانه‌ای به شعاع ۱۰ cm و ضخامت فشرده ۴ cm در نظر گرفته شد، که سه لایه، پوست، چربی و بافت نرم پستان را شامل می‌شود. ضخامت و چگالی لایه‌ها در جدول ۱ بیان شده است. فانتوم پستان و هندسه ساده شبیه سازی شده از دستگاه ماموگرافی در شکل ۳ نشان داده شده است. که در آن چشمه اشعه x، در فاصله ۶۵ cm از

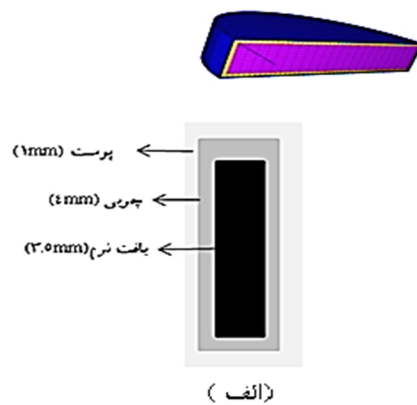
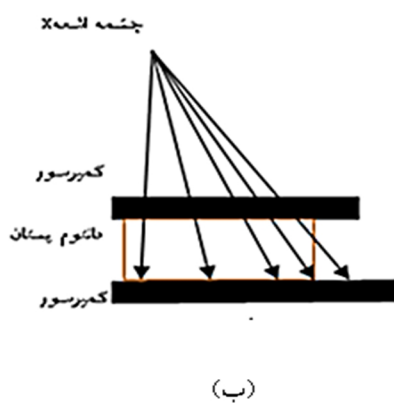


شکل ۱. تیوپ اشعه X شبیه سازی شده

صفحات کمپرسور مطابق با فاصله تیوپ اشعه X از کمپرسور در دستگاه ماموگرافی قرار داده شده است. پستان به وسیله صفحه‌ای از جنس پلی کربنات به ضخامت 0.3cm فشرده می‌شود [۸]. با کمک تالی مش میانگین انرژی واحد حجم (MeV/cm^3) را محاسبه کرده و سپس با تقسیم آن بر چگالی لایه، دز جذبی را بدست می‌آوریم. مواد و ترکیبات ارگان‌های تشکیل دهنده فانتوم شبیه سازی شده، بر اساس پایگاه داده ای ICRP نوشته شده است [۹].



شکل ۲. الف) طیف اشعه X حاصل از هدف- فیلتر Mo-Mo (ب) W-Rh



شکل ۳. الف) نمایی دو و سه بعدی از فانتوم شبیه سازی شده (ب) شرایط شبیه سازی شده پستان در دستگاه ماموگرافی

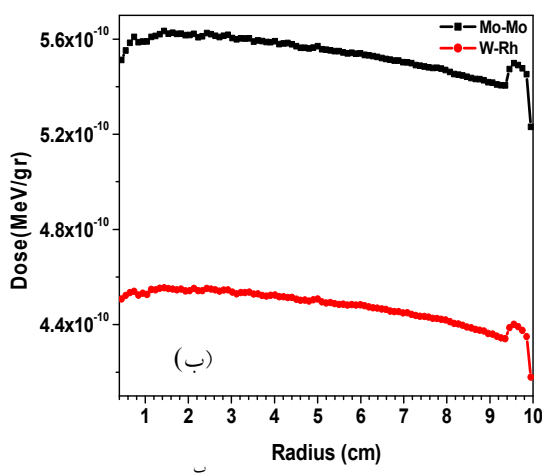
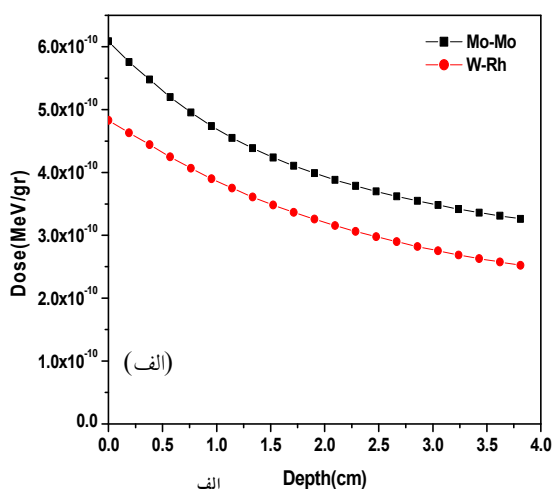
در این پژوهش، تاثیر تغییر در برخی از عوامل مهم مؤثر بر برآورد ارزش میزان دُز جذبی، در ماموگرافی با کمک تغییر در هندسه سیستم و ترکیب بافت، مورد بررسی قرار گرفته‌اند. دُز جذبی برای سه ولتاژ ۲۴، ۲۸ و ۳۲ کیلوولت و ترکیب بافت غده در سه درصد مختلف ۵۰٪، ۱۰۰٪ و ۱۰۰٪ برای ترکیب هدف-فیلتر W-Rh محاسبه شده، همچنین با تغییر ضخامت پوست از ۱ mm به ۶، تاثیر ضخامت پوست بر میزان دُز نشان داده شده است [۱۰-۱۲].

۳. یافته‌ها

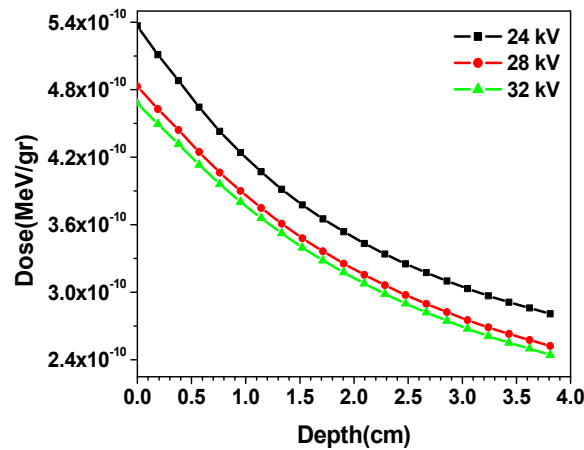
با اجرای برنامه برای دو حالتی که دستگاه ماموگرافی شامل ترکیب هدف-فیلتر Mo-Mo یا W-Rh باشد، میزان دُز در راستای عمق و در راستای شعاع در عمق ثابت 1.6 cm از سطح پوست محاسبه شد. شکل (الف-۵) مقایسه دُز عمقی را برای دو ترکیب ذکر شده نشان می‌دهد، همچنین در نمودار (ب-۵) می‌توان مقایسه دُز جذبی سطحی را دید. شکل ۶ تغییر میزان دُز جذبی عمقی را با افزایش ولتاژ نشان می‌دهد. مطابق انتظار، میزان دُز با

جدول ۱. ضخامت و چگالی بافت‌های مختلف فانتوم

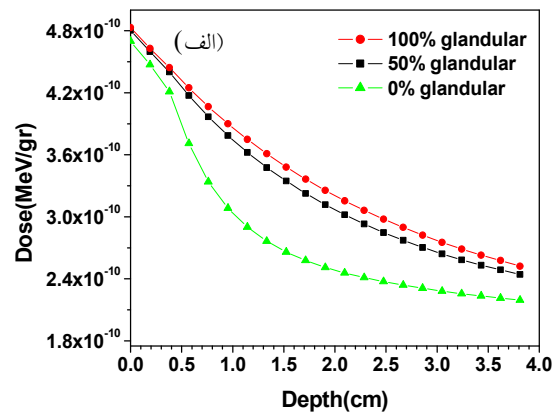
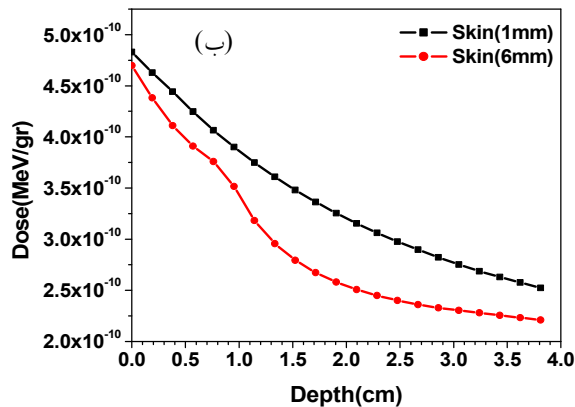
بافت‌های مختلف	پوست	چربی	بافت نرم
ضخامت (mm)	۱	۴	۳۵
چگالی (gr/cm ³)	۱,۱	۹,۲	۹,۹



شکل ۴. الف) نمودار دُز جذبی عمقی در فانتوم پستان. ب) نمودار دُز جذبی سطحی در فانتوم پستان



شکل ۵. میزان دُز جذبی عمقی پستان، در سه ولتاژ مختلف



شکل ۶. الف) میزان دُز عمقی جذبی به ازای سه درصد مختلف بافت غده‌ای در پستان ب) دُز جذبی پستان در دو ضخامت ۱mm و ۶mm.

۴. نتیجه گیری

افزایش می‌یابد. مطالعات بسیاری میزان دُز دریافتی را با افزایش ضخامت پوست مورد بررسی قرار داده و کاهش دُز دریافتی را با افزایش ضخامت گزارش داده‌اند [۲ و ۵]. نتایج حاصل از مطالعه حاضر نیز تایید کننده همین مطلب می‌باشد. از آنجا که هر یک از این عوامل تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر میزان دُز جذبی بیمار دارند، در محاسبه‌ها دزیمتری در نظر گرفتن هر یک از آنها حائز اهمیت است.

با توجه به نمودارهای شکل ۵ مشاهده می‌گردد که ترکیب هدف-فیلتر W-Rh دُز دریافتی بیمار را نسبت به ترکیب Mo-Mo بیشتر کاهش می‌دهد بنابراین می‌تواند ترکیب جایگزین مناسبی باشد. نمودار شکل ۶ نشان می‌دهد که افزایش ولتاژ سیستم سبب کاهش میزان دُز دریافتی می‌شود. درصد غده‌ای بافت پستان تاثیر بسزایی در میزان دُز جذبی پستان دارد. شکل (الف) نشان می‌دهد هر چه درصد غده‌ای پستان افزایش پیدا کند، پرتو x بیشتری جذب خواهد شد و بنابراین میزان دُز جذبی

مراجع

- tomography X-ray spectra, US government printing office, Washington, DC. HHS publication (FDA), 162, 81-82, 1981.
- [8] D. R. Dance, C. L. Skinner, G. Alm Carlsson, Breast dosimetry, *Appl Radiat Isotopes*, 50, 185-203, 1999.
- [9] International Commission on Radiological Protection (ICRP), Basic anatomical and physiological data for use in radiological protection reference values, ICRP Publication 89, 2002.
- [10] K. H. Nigaprucke, P. Puwanich, N. Phaisangittisakul, W. Wiwat Youngdee, Monte Carlo simulation of average glandular dose and investigation of influencing factors. *J Radiat Res*, 51, 441-448, 2010.
- [11] J. Zoetelif, W. Veldkamp, Thijssen MAO and Jansen JTM Glandularity and mean glandular dose determined for individual women at four regional breast cancer screening units in The Netherlands, *Phys Med Biol*, 51, 1807-1817, 2006.
- [12] P. Toroi, F. Zanica, K. C. Young, G. Marchal, H. Hilde Bosmans, Experimental investigation on the choice of the tungsten/rhodium anode/filter combination for an amorphous selenium-based digital mammography system. *Eur Radiol*, 17, 2368-2375, 2007.
- [1] International Atomic Energy Agency (IAEA), Radiation Protection of Patients (RPoP), available from: www.rpop.iaea.org, accessed 12 March, 2014.
- [2] The National Cancer Institutes (NCI), available from: www.cancer.gov, accessed 12 March, 2014.
- [3] L. M. Wun, R. M. Merrill, E. J. Feuer, Estimating life time and age conditional probabilities of developing cancer. *Lifetime Data Anal*, 4(2), 169-86, 1998.
- [4] K. A. Thilander, P. Ackerholm, I. Berlin, N. Bjurstam, S. Mattsson et al, Influence of anode-filter combinations on image quality and radiation dose in 965 women undergoing mammography. *Radiology*, 203, 348-354, 1997.
- [5] A. A. Mowlavi, X-ray spectra calculation for different target-filter of mammograms using MCNP Code. *Iran. J. Radiat*, 3(3), 129-133, 2005.
- [6] J. F. Briesmeister, MCNP-A general Monte carlo N-particle transport code. Version 4C, Los Alamos National Laboratory, NM, Los Alamos, NM LA-13709-M, 2000.
- [7] T. R. Fewell, R. E. Healy, Handbook of computed

Comparison of two different filter-target combinations effect in breast absorbed dose in mammography and evaluation of influencing factors with MCNPX

S. Razghandi¹, A. A. Molavi^{2*}

1. Ph.D Student, Department of Physics, Sabzevar University, Sabzevar, Khorasan Razavi, Iran

2. Professor, Department of Physics, Sabzevar University, Sabzevar, Khorasan Razavi, Iran

* Corresponding author's E-mail: aa_mowlavi@yahoo.com

(Received: 10/5/2014 - Accepted: 8/8/2014)

ABSTRACT

X- ray mammography is one of the most commonly used techniques for helping in early detection of breast cancer. The breast tissue is highly radiosensitive therefore the estimation of absorbed dose to the breast is an important part of the quality control of mammographic. In the present study, difference between the absorbed dose have been compared for Mo/Mo and W/Rh target/filter combinations then, the influencing factors in the absorbed dose have been investigated. In this study, the simulations of the x-ray tube of the mammography device were done by use of the MCNPX code, and spectrum of the common filter of Mo-Mo and newer compound of W-Rh were calculated. Then, for calculation of the absorbed dose, the breast phantom condition were simulated. We compare absorbed dose of the two common target-filter combinations which used in the mammography system. In addition to, we study the effect of the different factors; such as voltage, thickness of skin and glandular tissue of the breast on the absorbed dose level. Patient absorbed dose by use of the target-filter combination of W-Rh is less than the Mo-Mo combination, so this combination can be a good alternative for Mo-Mo target-filter. The present study shows that the voltage, thickness of skin and glandular tissue of the breast has a significant effect on the patient absorbed dose.

Keywords: *Mammography, Dose, MCNPX code, Breast phantom*