

## تعیین دوز غده‌ای پستان در ماموگرافی با ترکیب هدف- فیلتر Rh-Rh با استفاده از پارامترهای زوبل-وو در برنامه ای به زبان فرترن

علی اصغر مولوی

استادیار گروه فیزیک، دانشکده علوم، دانشگاه تربیت معلم سبزوار

تاریخ پذیرش مقاله: ۸۵/۱۲/۲۵

تاریخ دریافت نسخه اصلاح شده: ۸۵/۱۰/۲۵

### چکیده

**مقدمه:** نوشتن یک برنامه کامپیوتری برای محاسبه متوسط دوز جذبی غده‌ای در ماموگرافی برای ماموگرامهای با هدف- فیلتر Rh-Rh و محاسبه سریع و دقیق دوز برای وضعیت‌های مختلف است. **مواد و روشها:** در این پژوهش، با استفاده از پارامترهای محاسبه شده توسط زوبل-وو، یک برنامه برای محاسبه دوز غده‌ای ماموگرامهای با هدف- فیلتر Rh-Rh به زبان فرترن نوشته شده است. این برنامه کامپیوتری، دوز را برای ماموگرامهای با هدف- فیلتر Rh-Rh و به ازای پارامترهای ورودی: ولتاژ بر حسب کیلو ولت، ضخامت نیم لایه اشعه ایکس بر حسب میلی متر آلومنیوم، ضخامت پستان بر حسب سانتی‌متر، و کسر غده‌ای بافت پستان محاسبه می‌کند. **نتایج:** تغییرات متوسط دوز جذبی غده‌ای بر حسب ولتاژ لامپ اشعه ایکس دستگاه ماموگرام به ازای ضخامت پستان ۵cm، ضخامت نیم لایه ۰/۳۵ میلی متر آلومنیوم، و برای مقادیر مختلف g محاسبه شده است. همچنین نتایج مربوط به تغییرات متوسط دوز جذبی غده‌ای به ازای یک رونتگن تابش بر حسب درصد غده‌ای بافت پستان برای ولتاژ ۲۸ کیلو ولت، ۰/۳۸۷ میلی متر آلومنیوم و ضخامت‌های مختلف پستان ارائه شده است. **بحث و نتیجه گیری:** نتایج این پژوهش در توافق بسیار خوبی با نتایج محاسبات بون و تجربی گینگلد و همکارانش است. همچنین این برنامه سریع، دقیق و ساده برای کاربر است؛ که می‌توان از آن برای بهینه سازی دوز تابشی در ماموگرافی استفاده کرد. (مجله فیزیک پزشکی ایران، دوره ۳، شماره ۱۰، بهار ۸۵: ۷۳-۶۹)

**واژگان کلیدی:** ماموگرافی، هدف- فیلتر Rh-Rh؛ دوز جذبی غده‌ای؛ پارامترهای زوبل-وو

### ۱- مقدمه

حالی است که بخاطر تشخیص زودرس و درمان بهتر نسبت به سالهای قبل این آمارها تعدیل شده است [۱]. از این رو، محاسبه یا اندازه‌گیری دوز جذبی در ماموگرافی بسیار حائز اهمیت است.

بافت پستان شامل دو نوع بافت غده‌ای و بافت چربی است. تخمین متوسط دوز جذبی غده‌ای هنگام عکس برداری پستان در ماموگرافی مهم است [۲-۴]. روش متداول برآورد دوز، شامل تعیین پرتودهی پوست برحسب رونتگن به پستان با

ماموگرافی با اشعه ایکس شاید یکی از ابداعات بسیار مهم در تشخیص و کنترل سرطانهای پستان است. قدرت تشخیص سرطان پستان در مراحل اولیه توسط ماموگرافی، حدود ۲ تا ۳ برابر آزمایشهای پزشکی دیگر است. مطابق با گزارشات انجمن سرطان آمریکا، سرطان پستان دومین عامل مرگبار زنان بعد از سرطان ریه در بین سرطانها است؛ و سالانه حدود ۴۰ هزار زن در آمریکا در اثر سرطان پستان جان می‌بازند. این در

\* نویسنده مسؤول: علی اصغر مولوی

آدرس: گروه فیزیک، دانشکده علوم دانشگاه تربیت معلم سبزوار صندوق

amowlavi@sttu.ac.ir

پستی ۳۹۷

تلفن: ۴۴۱۰۱۰۵ - (۵۷۱) ۹۸+

نمبر: ۴۴۱۱۱۶۱ - (۵۷۱) ۹۸+

## ۲- مواد و روشها

همان طور که قبلاً اشاره شد، متوسط دوز جذبی غده‌ای تابعی از چهار متغیر است که به صورت زیر می‌توان آن را نشان داد:

$$D_{gN} = D_{gN}(kV, HVL, d, g) \quad (1)$$

که ضخامت نیم لایه خود وابسته به ولتاژ دستگاه و کسر بافت غده‌ای پستان است. زوبل - وو با در نظر گرفتن یک تابع ۶ پارامتری برای  $D_{gN}$  و محاسبه پارامترها برای سه نوع بافت:

- بافت چربی:  $g = 0$

- بافت ۵۰٪ چربی و ۵۰٪ غده:  $g = 0.5$

- بافت کاملاً غده‌ای:  $g = 1$

در نهایت با یک برونیابی چند جمله‌ای، مقدار دوز برای هر بافت با  $0 \leq g \leq 1$  را به روش تحلیلی بدست آوردند [۶].

تابع دوزانتخاب شده برای این منظور عبارت است از:

$$D_{gN}(g) = D_{gN}(g=0) - [3 D_{gN}(g=0) - 4 D_{gN}(g=0.5) + D_{gN}(g=1)]g + 2[D_{gN}(g=0) - 2D_{gN}(g=0.5) + D_{gN}(g=1)]g^2 \quad (2)$$

## ۳- نتایج

با اجرای برنامه برای وضعیت‌های مختلف، مقدار متوسط دوز جذبی غده‌ای به ازای واحد پرتودهی - رونتگن - محاسبه شده است. تغییرات متوسط دوز جذبی غده‌ای بر حسب ولتاژ لامپ اشعه ایکس دستگاه ماموگرام و به ازای ضخامت پستان ۵ سانتی متر و ضخامت نیم لایه ۰/۳۵ میلی متر آلومینیوم و برای مقادیر مختلف  $g$  در شکل ۱ نشان داده شده است. دیده می‌شود که با افزایش ولتاژ، دوز جذبی بطور تقریباً خطی افزایش می‌یابد. نتایج مربوط به تغییرات متوسط دوز جذبی غده‌ای به ازای یک رونتگن تابش بر حسب درصد غده‌ای بافت پستان برای ۲۸ کیلو ولت و ضخامت نیم لایه ۰/۳۸۷

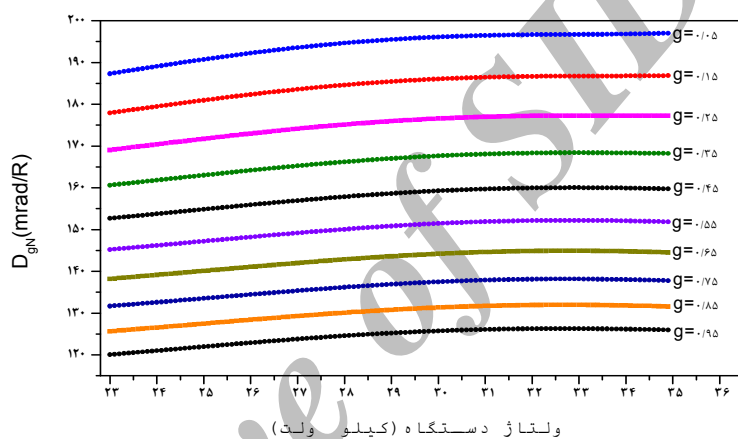
ضخامت مشخص است؛ سپس متوسط دوز جذبی غده‌ای از جداول تهیه شده به ازای واحد دوز  $D_{gN}$ ؛ یعنی میلی راد بر رونتگن، درون یابی و استخراج می‌گردد؛ که وابسته به کسر بافت غده‌ای پستان ( $g$ )، ضخامت پستان ( $d$ )، ولتاژ دستگاه ماموگرام ( $kV$ ) و همچنین به ضخامت نیم لایه ( $HVL$ ) طیف اشعه ایکس در آلومینیوم می‌باشد. وو و همکارانش، در سال ۱۹۹۴، جداول متوسط دوز جذبی غده‌ای را برای طیف اشعه ایکس به روش مونت کارلو استخراج کردند [۵]. در سال ۱۹۹۷ زوبل - وو داده‌های این جداول را در توابع غیر خطی با نرم افزار Mathematica برازش دادند و پارامترهای مناسب برای هر یک از هدف - فیلترها را بدست آوردند [۶]. هدف این پژوهش نوشتن یک برنامه کامپیوتری به زبان فرترن بوده است که با پارامترهای زوبل - وو متوسط دوز جذبی غده‌ای را سریع و دقیق محاسبه نماید.

با استفاده پارامترهای زوبل - وو یک برنامه به زبان فرترن [۸] نوشته شده است، که دوز را برای پارامترهای ورودی: ولتاژ، ضخامت نیم لایه اشعه ایکس، ضخامت پستان، و کسر غده‌ای بافت پستان محاسبه می‌کند. علاوه بر جامعیت، سرعت و دقت دوز محاسبه شده و استفاده آسان توسط کاربر از مشخصات این برنامه است که می‌توان از آن برای بهینه سازی دوز تابشی در ماموگرافی استفاده کرد.

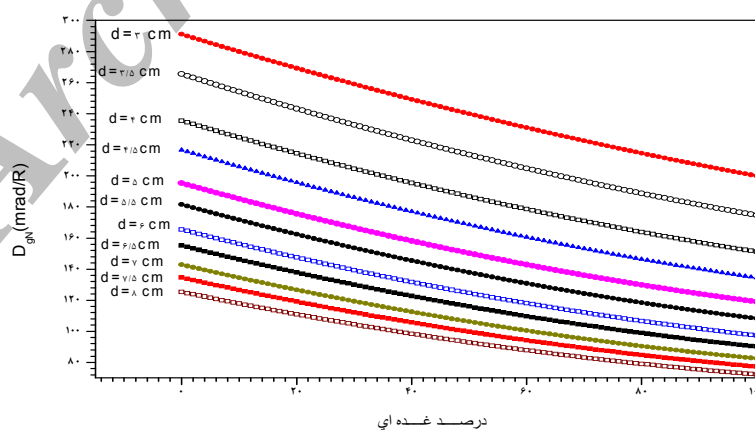
## دوز پستان در ماموگرافی با پارامترهای زوبل-وو

شبه سازی با کد مونت کارلوی بون، با نتایج حاصل از برنامه به ازای ۲۸ کیلو ولت با ضخامت نیم لایه ۰/۳۷۸ میلی متر آلومینیوم و  $g=1$  نشان داده شده است؛ مقایسه نتایج تجربی گینگلد و همکارانش با نتایج حاصل از برنامه این پژوهش برای ضخامت پستان ۳ سانتی متر و ۲۵، ۳۰ و ۳۵ کیلو ولت و ضخامت نیم لایه‌های متناظر به ازای  $g=0/25$  در شکل ۵ نمایش داده شده است. از برنامه نوشته شده می‌توان برای محاسبه دوز در وضعیت‌های مختلف استفاده کرد.

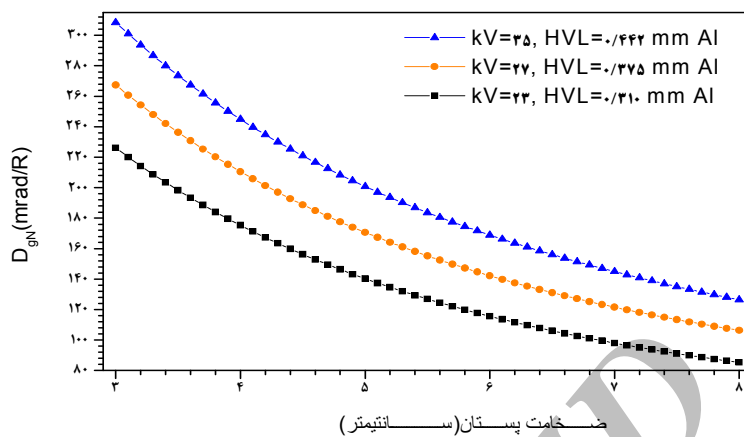
میلی متر آلومینیوم و ضخامت‌های مختلف در شکل ۲ نمایش داده شده است. شکل ۳ تغییرات متوسط دوز جذبی غده‌ای بر حسب ضخامت پستان برای  $g=0/4$  و در مقادیر ۲۳، ۲۷ و ۳۵ کیلوولت و ضخامت نیم لایه‌های متناظر را نشان می‌دهد. همان طور که انتظار می‌رود، تغییرات متوسط دوز جذبی غده‌ای بر حسب ضخامت پستان (d) به صورت یک تابع نمایی است. نتایج بدست آمده در توافق خوبی با سایر نتایج محاسباتی و نتایج تجربی می‌باشد [۹،۱۰]. در شکل ۴ نتایج



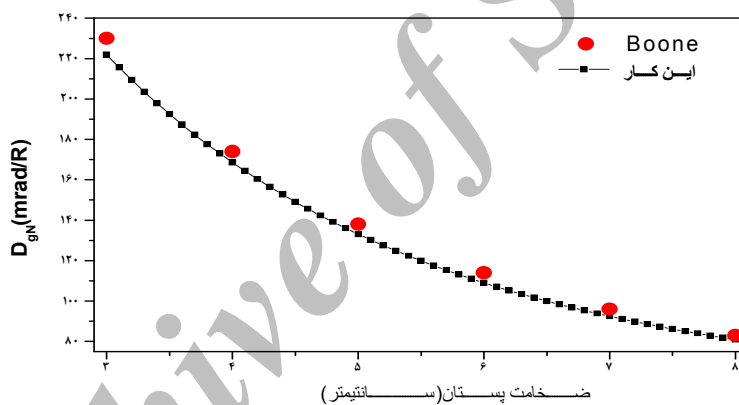
شکل ۱- تغییرات متوسط دوز جذبی غده‌ای به ازای یک راد تابش بر حسب ولتاژ لامپ اشعه ایکس برای ضخامت ۵ سانتی متر و ضخامت نیم لایه ۰/۳۵ میلی‌متر آلومینیوم و مقادیر مختلف g



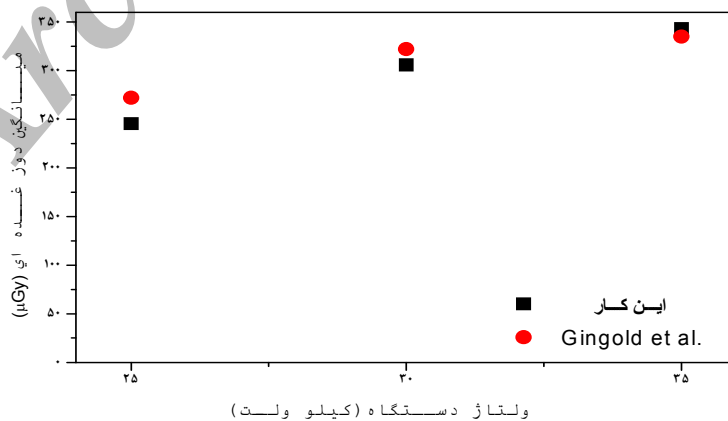
شکل ۲- تغییرات متوسط دوز جذبی غده‌ای به ازای یک روئنگن تابش بر حسب درصد غده‌ای بافت پستان برای ۲۸ کیلو ولت و ضخامت نیم لایه ۰/۳۸۷ میلی متر آلومینیوم و ضخامت‌های مختلف .



شکل ۳- تغییرات متوسط دوز جذبی غده‌ای بر حسب ضخامت پستان برای  $g=0.4$  برای مقادیر ۲۷، ۲۲، ۲۵ کیلو ولت و ضخامت نیم لایه‌های متناظر



شکل ۴- مقایسه نتایج مونت کارلوی بون با نتایج حاصل در این پژوهش به ازای ۲۸ کیلو ولت و ضخامت نیم لایه  $0.378$  میلی متر آلومینیوم و  $g=1$



شکل ۵- مقایسه نتایج تجربی گینگلدوهمکارانش با نتایج حاصل از این پژوهش برای ضخامت پستان ۲ سانتی متر و ولتاژ ۲۵، ۳۰ و ۳۵ کیلو ولت و ضخامت نیم لایه-ها ی متناظر به ازای  $g=0.25$

ماموگرافی با هدف -فیلتر Rh-Rh ارائه شد که در توافق بسیار خوبی با نتایج محاسباتی و تجربی قبلی است. استفاده از این برنامه می‌تواند برای کاربران در حوزه فیزیک پزشکی ساده و مفید باشد ضمن آن که در تأمین هدف قانون کمینه کردن استفاده از اشعه‌های یونیزان برای کاهش عوارض جانبی (ALARA) برای کاهش دوز دریافتی خانمها در ماموگرافی نیز مفید می‌باشد.

#### ۴- بحث و نتیجه گیری

محاسبه متوسط دوز جذبی غده‌ای به روش مونت کارلو اگر چه دقیق و علمی است ولی مستلزم حجم زیادی از محاسبات است. روش زوبل-وو در پارامتری کردن متوسط دوز جذبی غده‌ای و بدست آوردن یک روش تحلیلی برای آن مناسب، سریع و دارای دقت خوبی است. در این پژوهش، نتایج برنامه‌ای به زبان فرترن در محاسبه دوز برای مقادیر

#### منابع

1. Bruce M, Mammography Regulatory Issues. Radiation Safety Section Michigan Department of Consumer and Industry Services. Available at: [www.fda.gov/cdrh/mammography](http://www.fda.gov/cdrh/mammography), 2001.
2. Dance DR, Skinner CL, Carlsson GA: Breast dosimetry. *Appl Radiat Isot* 1999; 50: 185- 203.
3. Dance DR: Monte Carlo calculation of conversion factors for the estimation of mean glandular breast dose. *Phys Med Biol* 1990; 35: 1211-1219.
4. Jing Z, Huda W, Walker JK: Scattered radiation in scanning slot mammography. *Med Phys* 1998; 25(7): 1111-17.
5. Wu X, Gingold EL, Barnes GT, Tucker DM: Normalized average glandular dose in molybdenum target-rhodium filter and rhodium target-rhodium filter mammography. *Radiology* 1994; 193: 83-89.
6. Sobol WT, Wu X: Parametrization of mammography normalized average glandular dose tables. *Med Phys* 1997; 24(4): 547-554.
7. Briesmeister JF, MCNP Monte Carlo N-Particle Transport Code, Version 4C, Los Alamos National Laboratory, 2000.
8. Microsoft FORTRAN PowerStation 4.0 software, Microsoft Company, 1994.
9. Boone JM, Glandular Breast Dose for Monoenergetic and High-Energy X-ray Beams: Monte Carlo Assessment, *Radiology*. 1999; 213: 23-37.
10. Gingold EL, Wu X, Barnes GT, Contrast and Dose with Mo-Mo, Mo-Rh, and Rh-Rh Target-Filter Combinations in Mammography, *Radiology*. 1995; 195: 639-644.