# محاسبه دوز ناشی از چشمه <sup>۱۲۵</sup>۱ مدل ۶۷۱۱ و تعیین پارامترهای دوزیمتری آن در فانتوم آب و بافت

**علیرضا بینش<sup>ا\*</sup>، دکتر علی اصغر مولوی<sup>۲</sup>، عدالت مختاری نژاد<sup>۳</sup>** ۱ – دانشور، گروه فیزیک، دانشکده علوم، دانشگاه پیام نور فریمان ۲ – استادیار، گروه فیزیک،دانشکده علوم، دانشگاه پیام نور مشهد ۳ – مربی، گروه فیزیک، دانشکده علوم، دانشگاه پیام نور مشهد

تاریخ دریافت نسخه اصلاح شده: ۸٦/٤/٢٩ تاریخ پذیرش مقاله: ۸٦/٥/٢٩

### چکیدہ

مقدمه: دراین یژوهش که با استفاده از روش مونت کارلو دوز نسبی ناشی از چشمه <sup>۱۳۵</sup>۱ مدل ۶۷۱۱ محاسبه و یارامترهای دوزيمتري TG-43، كه توسط انجمن فيزيك يزشكان آمريكا مصوب شدهاند، براي فانتوم آب و بافت تعيين شده است. مواد و روشها: چشمه I <sup>۱۲۵</sup> مدل ۶۷۱۱ توسط شرکت آمرشام طراحی شده و مورد تائید انجمین فیزیک یزشکان آمریکا می باشد که برای انجام محاسبات، در مرکز یک فانتوم مکعبی بـه ابعـاد ۳۰ ×۳۰ ×۳۰ سـانتیمتر مکعـب از آب و بافـت در نظـر گرفته شده است. سپس تغییرات دوز جذبی را در امتداد موازی و عمود بر محور چشمه با استفاده از کُـد MCNP 4C محاسبه نمودهایم. در شبیه سازی مونت کارلو، آب با چگالی ۲ گرم بر سانتیمتر مکعب و تشکیل شده از دو اتـم هیـدروژن و یـک اتـم اکسیژن منظور شده است؛ و بافت با چگالی ۱/۰۴ گرم بر سانتیمتر مکعب و ترکیب اتمی دقیق استفاده شده است. نتایج: در این پژوهش تغییرات درصد دوز عمقی (PDD)<sup>1</sup> در راستای محورهای موازی و عمود بر چشمه و به فاصله ۰/۱ میلیمتر به کمک تالی F6:p و با خطای کمتر از ۵٪ محاسبه شده است؛ با استفاده از این دادهها، منحنیهای همدوز برای PDDهای ۱۲۵٪ ، ۱۰۰٪ ، ۷۵٪ ، ۵۰٪ و ۲۵٪ استخراج و رسم شده است. همچنین پارامترهای دوزیمتری تابع نامتقارنی و تابع توزیع دوز شعاعی g(r) نیز برای این چشمه محاسبه شده است و برای مواردی با نتایج دیگران مقایسه شده است. بحث و نتیجه گیری: تغییرات درصد دوز عمقی و پارامترهای دوزیمتری محاسبه شده در این پژوهش مطابقت خوبی با نتایج تجربی دیگران دارد و میتوان از آنها در بهبود براکی تراپی با این چشمه استفاده نمود. دوز جذب شده و شیب تغییرات دوز در نقاط نزدیک به چشمه خیلی زیاد است؛ و در این نواحی فقط با شبیه سازی مونت کارلو محاسبات دوز به صورت دقیق امکان پذیر است. این نتایج بیانگر کاربست مفید کد MCNP 4C در محاسبات دوزیمتری و حوزههای دیگر فیزیک پزشکی میباشد. (مجله فیزیک یزشکی ایران، دوره ۳، شماره ۱۲، پاییز ۸۵ : ۱۶–۹)

واژگان کلیدی : چشمه <sup>۱۲۵</sup>۱، توزیع دوز، کد MCNP 4C، منحنیهای همدوز، پارامترهای دوزیمتری

\* نویسنده مسؤول، علیرضا بینش آدرس: گروه فیزیک، دانشکده علوم، دانشگاه پیام نور فریمان binesh ar@yahoo.com

تلفن: ۲۲۳۰۷۵ (۵۱۲) ۹۸+، نمابر: ۶۲۲۲۴۱۲ (۵۱۲) ۹۸+

۹ / مجله فیزیک پزشکی ایران، دوره ۳، شماره ۱۲، پاییز ۸۵

www.SID.ir

1- Percentage Depth Dose

عليرضا بينش و همكاران

#### ۱ – مقدمه

براکی تراپی با استفاده از چشمههایی که فوتونهایی با انرژی پایین گسیل میکنند، یکی از مهمترین روشها برای درمان سرطان پروستات میباشد [۲،۱]. برای کنترل و نابود کردن سلولهای سرطانی به طوری که کمترین آسیب به بافتهای سالم اطراف برسد، بايد محاسبات دوزيمتري با دقت بسيار بالايي انجام شود؛ به همین دلیل انجمن فیزیک پزشکی آمریکا (AAPM) گروه ویژهای تحت عنوان TG-43 را تشکیل داد که وظیفه آنها تعریف و تعیین پارامترهای مورد نیاز برای چشمههای رادیواکتیوی مورد استفاده در براکی تراپی است. یکی از روشهای محاسبه این پارامترها که مورد تأیید انجمن فیزیک پزشکی است، محاسبه توزیع دوز در آب با استفاده از روش مونت کارلو میباشد. در حقیقت یکی از توصیههای این انجمن آن است که قبل از استفاده چشمههای رادیوکتیو برای درمان بیماران، بهتر است با استفاده از روش مونت کارلو و یا روش های اندازهگیری، یارامترهای دوزیمتری لازم آنها تعیین گردد [۱–۱]. راديو ايزوتوپ I<sup>°۲</sup> يکی از ايزوتوپهای راديواکتيو يد است که با گسیل فوتون،ایی با انرژی پایین برای درمان سرطان پروستات به روش براکی تراپی استفاده میشود. این رادیو ایزوتوپ با عمر نسبتاً بالای خود (۵۹/٤ روز) چشمه مناسبی برای این نوع درمانها است. در این پژوهش از کد MCNP 4C برای محاسبه دوز نسبی در فانتوم آب و بافت، رسم منحنی های همدوز و تعیین پارامترهای دوزیمتری برای چشمه I<sup>۱۳۵</sup> مدل ۱۷۱۱ استفاده کردهایم و در نهایت نتایج خود را با کارهای دیگران مقايسه نمودهايم.

### ۲- مواد و روشها

۲-۱-۲ مشخصات چشمه ۱<sup>٬۱۵</sup> مدل ۶۷۱۱

چشمه I <sup>۱۳۰</sup> مدل ۲۷۱۱ توسط شرکت آمرشام طراحی شده و مورد تائید انجمن فیزیک پزشکان آمریکا میباشد. اجزای تشکیل دهنده این چشمه در شکل ۱ نشان داده شده است.

طیف فوتونهای گسیل شده از این چشمه در محدوده ۲۲ تا ۳۵ کیلو الکترون ولت است [۱] و در طی دو مرحله در راکتور تهیه می شود. در مرحله اول، ابتدا گاز  $Xe^{3^{11}}$  را وارد قلب راکتور نموده با نوترونهای پرانرژی بمباران می شود؛ سپس عنصر  $Xe^{3^{11}}$  با جذب نوترون به رادیوایزوتوپ ناپایدار  $Xe^{3^{11}}$  با جذب نوترون به رادیوایزوتوپ ناپایدار  $Xe^{3^{11}}$  با جذب نوترون به رادیوایزوتو و ناپایدار  $Xe^{3^{10}}$  با مده که در مرحله بعد با گیراندازی الکترون به  $Xe^{3^{10}}$  واپاشی می نماید [۸،۸]. از طیف بتای گسیل شده از پوسته تیتانیومی چشمه نمی باشند. طیف انرژی و شدت هر فوتون به ازای یک واپاشی  $I^{3^{11}}$  در جدول ۱ درج شده است. نیمه عمر ایزوتوپ  $I^{3^{11}}$  که با گیراندازی الکترون واپاشی انجام می دهد،  $Xe^{3^{10}}$  روز است.



جدول ۱: طیف انرژی و شدت هر فوتون به ازای یک واپاشی I<sup>۱۲۰</sup>

انرژی فوتون (keV)	شدت (./)
77/1	۲٥
۲٥/۲	V
TV/E	۱۰۰
٣١	۲٥
٣٥/٥	٦

داده شده است. در محاسبات، آب با چگالی ۱ گرم بر سانتیمتر مکعب و تشکیل شده از دو اتم هیدروژن و یک اتم اکسیژن منظور شده است؛ و ترکیب اتمی و درصد وزنی تشکیل دهنده بافت با چگالی ۱٬۰۶ گرم بر سانتیمتر مکعب در جدول ۲ درج شده است [۹].

۲-۲- روش محاسبه دوز در فانتوم آب و بافت در این پژوهش، محاسبات مربوط به توزیع دوز در اطراف چشمه I<sup>۱۲۵</sup> که در مرکز یک فانتوم مکعبی آب و بافت به ابعاد ۳۰ ×۳۰ ×۳۰ سانتیمتر مکعب قرار دارد به روش مونت کارلو و با کمک کد محاسباتی MCNP 4C انجام شده است [٦]. در شکل ۲ وضعیت قرار گرفتن چشمه در مرکز فانتوم نشان

درصد وزنی در بافت	نام عنصر	درصد وزنی در بافت	نام عنصر
•/*•£	گو گر د	1./202	هيدروژن
•/\**	کلُر	22/112	كربن
•/*•٨	پتاسيم	٢/٤٩٠	نيتروژن
•/•7٤	كلسيم	75/050	اكسيژن
•/••0	آهن	•/117	سديم
•/••٣	روى	• /• 1٣	منيزيم
•/••1	روبيديم	•/•٣•	سليسيوم
•/••1	زيركونيم	•/182	فسفر
Y4		x Υ Φ Φ Φ Φ Φ Φ Φ Φ Φ Φ Φ Φ Φ	≻r x

جدول ۲: ترکیب اتمی و درصد وزنی تشکیل دهنده بافت با چگالی ۱/۰٤ گرم بر سانتیمتر مکعب

شکل۲: (الف) چشمه در ابعاد بزرگتر؛ (ب) طرحوار فانتوم آب یا بافت که چشمه <sup>۱۲۰</sup> در مرکز آن قرار گرفته است.

میلیمتر به کمک تالی F6:p و با خطای کمتر از ۵٪ محاسبه شده است؛ سپس با درون یابی نقاط هندسی همدوز را پیدا و، منحنی-های همدوز را استخراج و رسم نمودهایم. دوز در نقطهی X=۲ میلیمتر و ۰Y= میلیمتر را به عنوان مرجع معادل با درصد دوز عمقی صد در صد اختیار کرده و دوز در نقاط دیگر را نسبت به آن

3- نتايج -۱-۳ محاسبات درصد دوز عمقی و رسم منحنی های همدوز در این پژوهش تغییرات درصد دوز عمقی (PDD) در راستای محور X به فاصله ۱/۰ میلیمتر و در راستای محور Y به فاصله ۱/۰

بدست آوردهایم. در شکل ۳ منحنی تغییرات دوز در راستای

محورهای  $Y = \cdot$  میلیمتر، و Y = Y میلیمتر؛ و در شکل  $Y = \cdot$ 

تغییرات در راستای محورهای ۲/۰ =X میلیمتر، و X=۱ میلیمتر

PDD های ۱۲۵٪، ۱۰۰٪ ، ۷۰٪، ۵۰٪ و ۲۵٪ نشان داده شده است. با توجه به این منحنیها به وضوح مشاهده می شود که دوز جذبی D(r,θ) به فاصله شعاعی از چشمه (r) و زاویه قطبی (θ) بستگی دارد.



شکل ٤: (الف) منحنی تغییرات دوز نسبی در راستای ۲-۵ × X= میلیمتر؛ (ب) منحنی دوز در راستای X=۱ میلیمتر



شکل ٥: منحنی های همدوز چشمه I<sup>۰۲۱</sup> در فانتوم آب

## TG-43 - تعیین پارامترهای دوزیمتری TG-43

تابع نامتقارنی (F(r, θ و تابع توزیع دوز شعاعی (g(r) پارامترهای مهمی در دوزیمتری میباشند که باید این توابع را با دقت بالایی بر طبق موافقت نامه تصویب شده توسط گروه TG-43، محاسبه کرده و نتایج خود را با کارهای تجربی که دیگران انجام دادهاند مقایسه کنیم. بر طبق توافقنامه [۵،۳] این پارامترها با روابط زیر تعریف می شوند [۱۱،۱۰].  $S_{K}$  مقداری ثابت که به مشخصات چشمه بستگی دوز جذبی، مقداری ثابت که به مشخصات چشمه بستگی داشته و توسط شرکت سازنده چشمه تعیین می شود،  $\Lambda$  ثابت آهنگ دوز، شرکت سازنده چشمه تعیین می شود،  $\Lambda$  ثابت آهنگ دوز، شرکت مازنده چشمه تعیین می شود،  $\Lambda$  ثابت آهنگ دوز، جرول  $G(r,\theta)$  عامل هندسی و  $(r_{0},\theta_{0})$  نقطه مرجع می باشد. در جدول T و جدول ٤ مقادیر  $F(r,\theta)$  در فواصل مختلف از چشمه که بترتیب در فانتوم آب و بافت محاسبه شده، درج شده است.

$$\dot{\mathbf{D}}(\mathbf{r},\theta) = \mathbf{S}_{k} \Lambda \frac{\mathbf{G}(\mathbf{r},\theta)}{\mathbf{G}(\mathbf{r}_{0},\theta_{0})} \mathbf{g}(\mathbf{r}) \mathbf{F}(\mathbf{r},\theta) \tag{1}$$

$$F(r,\theta) = \frac{\dot{D}(r,\theta)}{\dot{D}(r,\theta_0)} \frac{G(r,\theta_0)}{G(r,\theta)}$$
(7)

$$g(\mathbf{r}) = \frac{\dot{\mathbf{D}}(\mathbf{r}, \theta_0)}{\dot{\mathbf{D}}(\mathbf{r}_0, \theta_0)} \frac{\mathbf{G}(\mathbf{r}_0, \theta_0)}{\mathbf{G}(\mathbf{r}, \theta_0)} \tag{(7)}$$

زاويه					شعا	ع (سانتی	متر)				
(درجه)	•/0	•/Vo	1	1/0	٢	۲/٥	٣	٤	٥	٦	٧
٠	•/\.	•/٢٣٦	•/792	• /٣٣٢	•/270	•/237	٤٧٨</td <td>•/<b>0</b>•A</td> <td>•/010</td> <td>•/٦٤٧</td> <td>•/£VV</td>	•/ <b>0</b> •A	•/010	•/٦٤٧	•/£VV
۱۰	•/210	•/207	•/01V	•/027	•/090	•/090	۰/٦٣١	•/٦٩٩	•/٦٤٦	•/٦٦٩	•/٦٢٣
۲۰	•/787	•/٦٦٢	•/V1£	•/٧٢٦	۰/۷۵۳	•/٧٦٤	•/\\\	/ VA٤</td <td>• /۸۳٥</td> <td>•/\4٩</td> <td>•/V\V</td>	• /۸۳٥	•/\4٩	•/V\V
۳۰	٠/٧٨٩	۰/VVV	•/٨٤١	•/٨٣٣	•/٨٢٢	۰/۸۸٦	•/AVV	•/٩٦٩	•//0٦	•/\\"\	·///0·
٤٠	•/AVA	•//\٦٩	٠/٩٠٨	•/٩•١	•/90V	1/••9	• /٨٨٣	•/٩٩٩	•/9٣٢	۰/۸۰٥	۰/۷۹۹
٥٠	•/٩٢٦	•/٩٣٧	•/900	•/902	•/9٦9	•/989	•/9•7	•/900	•/970	• /۸۳٥	•/٨٢٢
٦٠	•/907	•/٩٥٩	•/٩٨٩	٠/٩٧٣	•/٩٨٢	١/٠٠٨	·///٥	•/٩٢٨	۱/۰۰۹	۰/۸۰۳	•/٨٩٠
٧٠	۰/۹۸۲	•/٩٦٩	١/•٤٥	١/•١٨	١/•١١	۱/۰٦٣	•/902	•/909	•/٩٣٣	•//\٦٩	<b>•</b> /۸۸٦
٨٠	٠/٩٨٩	•/٩٩١	۱/۰۵۱	١/•٣٦	١/• ٥٩	١/•٥٦	•/972	1/•14	•/9V0	•/٩•١	•////٣
٩٠	١	١	١	١	١	١	١			١	١
١٠٠	۱/۰۱۰	•/997	١/• ٥٦	•/٩٩٢	١/• ١٧	١/••٧	•/927	1/.17	•/90V	1/.77	•//٩٨
۱۱۰	•/٩٩٤	•/971	١/•١٨	۱/۰۰۳	1/• 27	1/•97	١/• ١٩	•/٩٩٦	•/٩٧•	•/٨٤٩	•/923
17.	•/٩٦٣	•/927	•/٩٩•	۱/۰۰٦	•/٩٧١	۱/۰۰٦	•/90V	۱/۰۰۸	•/97•	·/V9E	۰/۸۵۱
۱۳۰	•/977	•/977	•/927	٠/٩١٣	•//٩٩	۱/۰۰۷	٠/٩٠٢	•/927	•/٩٦٢	•/9.٣	•//٩٩
12.	•/AV0	۰/۸٦٦	•/917	•////٦	۰/۹۱۰	•/910	•/AA•	•/٩٢٨	•/٩٣٣	•/٨٤٥	•/٨٢٣
10.	۰/۷V٩	• /VVA	•///1٤	۰/۸۱٦	•///1٤	•/٨٥٣	•/٨١٣	• /۸۳۹	•/AV0	•/٨٤٢	•///19
١٦٠	٠/٦١٣	•/٦٣٢	•/٦٩١	•/V11	•/V•V	•////١	۰/۷۵۱	•/٨٣٥	•/٨٠١	٠/٧٤٧	•/\\"
۱۷۰	•/YAV	•/٣٥٣	•/270	•/277	•/070	•/02٣	•/07٣	•/٥٤V	•/0V0	•/٦٧٨	•/٦•٣

جدول ۳ : مقادیر F(r,θ) محاسبه شده در فانتوم آب

				متر)	ع (سانتی	شعا					زاويه
٧	٦	٥	٤	٣	٥/٢	٢	١/٥	١	۰/V٥	•/0	(درجه)
•/07•	•/09•	•/077	•/0/1	•/071	•/202	•/279	•/٣٦٤	۰/٣٠٨	•/7٣٩	•/\\0	٠
•/٦٦١	•/٦٩•	•/٦٤٩	•/\70	•/٦٥٨	•/٦•٣	•/09V	•/٥٤٨	•/01•	•/٤٦٤	•/٤١٦	۱۰
•/٧٢٢	۰/VV۱	•/٨٢١	•/\\0	٠/٨١٧	۰/V٤٦	۰/V٤٣	۰/۷۱۱	•/V1 •	•/٦٦٧	•/٦٣٩	۲۰
•/\44	•/٨٤٦	•//\٦٩	١/•٧٩	•/٨٥٥	•////	۰/۸۱۸	•/٨٢٩	•////١	• /VAY	•/٧٩٣	۳۰
•/٨٤٩	•////	• /AAV	٠/٩٩٨	•/٩٢٦	•/٩٧٧	•/900	۰/۸۹٥	•//4/	۰/۸۸۱	•/AVA	٤٠
•///1٢	•/AAV	•/938	1/•07	•/912	•/9٣٢	•/901	•/٩٤٩	•/90•	•/980	•/977V	٥٠
•/٩٨٢	•/٨٤٠	•/٨٩٩	١/•٨٧	•/971	•/٩٨٢	٠/٩٧٤	1/••7	•/٩٨٩	•/٩٧•	•/٩٦•	٦٠
<b>•</b> /۸۸٦	٠/٩٠٣	•/911	1/101	١/•١٧	١/•١٧	•/٩٨٣	١/•٤٧	1.11	•/911	•/٩٧٥	٧٠
•/97V	•/٩٤٩	•/90V	١/•٦١	١/•٤٦	1/•٣٢	١/•٦•	1/• ٣٣	1/. 27	1/	•/٩٩٢	٨٠
١	١	١	١	١	١	١	١	1	١	١	٩٠
•/٩٥٦	1/•٧٢	•/938	۱/•VV	1/•17	•/٩٧٩	•/٩٩٤	•/٩٩٤	1/• 27	•/٩٩٧	1/••۲	1
•//\٩/	•/AVV	•/٩٦•	١/• ٥٧	١/•٧١	١/•٦٠	1/••1	1/•12	١/٠١٦	•/٩٦•	٠/٩٨١	11.
•//\٦٤	•//\٦/	•/٩٧•	1/••7	•/٩٦٨	•/٩٧٧	•/٩٤٩	•/٩٩٨	1/***	•/907	•/٩٦٨	17.
•/977	•//٩٩	•/٨٩٢	١/٠٠٦	•/9٣٩	•/90V	•/AVV	•///	•/901	•/931	•/97•	13.
•////۲	•///٩•	•//٩٤	١/•٦٩	·/٩٧)	•/911	•//٩٢	•////٦	•/912	• /٨٧٣	•/AVV	12.
•/AV•	•////	•/AV•	•/٩٦٩	•///٦٠	•/٨٣٥	•/\44	• /٨٠ ١	•//12	• /VAV	۰/VV٥	10.
۰/V٤۲	٠/٧٩٣	•/VV۲	•/٨٣٩	۰/VV٩	۰/۸۰۳	•/VY£	•/V\V	•/٦٨٣	•/787	•/712	١٦٠
•/٦٥٦	•/0V٦	•/0VA	•/٦٧٢	•/712	•/017	•/019	•/£٦١	•/٤١٩	۰/۳۵٥	•/YAV	۱۷۰

جدول ٤: مقادير  $F(r, \theta)$  محاسبه شده در فانتوم بافت

### ٤- مقایسه نتایج محاسبه شده با نتایج دیگران

در جدول ۵ مقادیر g(r) محاسبه شده بر حسب r برای فانتوم آب و بافت و مقایسه با نتایج نَتْ و همکارانش آورده شده است [۱۱]. در شکل ۲ نیز نتایج محاسبه شده برای  $F(1 cm, \theta)$  رسم شده است که با نتایج تجربی که توسط ویور بدست آمده مطابقت خوبی دارد [۱۲]؛ نمودار نتایج این پژوهش برای g(r) و نتایج نَتْ و همکارانش [۱۱] در شکل V نشان داده شده است که بیانگر تطابق خوبی بین کار انجام شده در این پژوهش با نتایج تجربی دیگران می باشد.



شکل٦: مقایسه نتایج بدست آمده در این پژوهش برای (β, F(۱Cm با نتایج ویور [۱۲]

دوزیمتری <sup>۱۲۵</sup>۱ مدل ۶۷۱۱

### جدول ٥: مقادیر (g(r) محاسبه شده بر حسب r برای فانتوم آب و بافت و مقایسه با نتایج نَث و همکارانش[۱۱]

MCNP استفاده از محاسبات دوز انجام شده توسط کد MCNP منحنیهای همدوز چشمه I<sup>۹۳</sup> مدل ۲۷۱۱ و پارامترهای مهم دوزیمتری استخراج شده است. از منحنیها تغییرات دوز نسبی دیده میشود که دوز جذب شده و شیب تغییرات دوز در نقاط نزدیک به چشمه خیلی زیاد است؛ و در این نواحی فقط با شبیه سازی مونت کارلو محاسبات دوز به صورت دقیق امکان پذیر است. پارمترهای دوزیمتری محاسبه شده در این پژوهش مطابقت خوبی با نتایج تجربی دیگران دارد و میتوان از آنها در براکی تراپی استفاده نمود، و این نتایج بیانگر کاربست مفید کد MCNP 4C در محاسبات دوزیمتری و حوزههای دیگر فیزیک پزشکی میباشد.

٥- نتيجه گيري

برأي فالتوم	براي فالتوم	شعاع
بافت	آب	(سانتی متر)
1/111	١/١١٦	•/70
١/•٨٢	١/•٨٣	•/0
1/• 27	١/•٤٥	•/٧٥
١	١	١
•/9.•0	٠/٩	١/٥
٠/٨٠١	• /VAA	۲
•/V19	• /V	۲/٥
•/7٣٤	•/7٣٢	٣
•/070	•/077	٣/٥
۰/٤V٥	•/٤٨١	٤
•/٤١٤	•/£7•	٤/٥
• /٣٦١	•/٣٥٦	٥
• / ٣ ٢ ٤	۰/٣·٨	0/0
•/۲۸۲	•/٢٧٣	٦
•/77	•/٣٣٨	٦/٥
•/١٨٤	•/19٨	٧
•/\0٦	•/۱۳۸	٨
•/119	•/117	٩
•/•97	•/•٨٤	۱۰
	برای تاکر با بافت ۱/۱۱۱۱ ۱/۰۸۲ ۱/۰۸۲ ۱/۰۸۲ ۰/۵۳۵ ۰/۵۳۵ ۰/۵۳۵ ۰/۵۳۵ ۰/۵۳۵ ۰/۵۳۵ ۰/۵۳۲ ۰/۲۸۲ ۰/۲۸۲ ۰/۲۸۲ ۰/۲۸۲ ۰/۲۸۲ ۰/۲۸۲	i $i$



شکل۷: مقایسه نتایج بدست آمده در این پژوهش برای تابع (g(r با نتایج نَتْ و همکارانش [۱۱]

### منابع

- Duggan DM, Improved radial dose function estimation using current version MCNP Mont-Carlo simulation: Model 6711 and ISC3500<sup>125</sup>I brachytherapy sources, Appli Radiat Isot 2004; 61:1443-1450.
- 2. Usgaonker SR, MCNP Modeling of prostate brachytherapy and of organ dosimetry, 2003; MSc thesis, USA.
- 3. Nath R, Anderson LL, Luxton G, Weaver KA, Williamson J F, Meigooni AS, Dosimetry of interstitial brachytherapy sources: recommendations of the AAPM Radiation Therapy Committee Task Group No. 43, American Association of Physicists in Medicine. Med Phys 1995; 22: 209–234.
- 4. Williamson JF, Comparison of measured and calculated dose rates in water near I-125 and Ir-192 seeds, Med Phys 1991; 18: 776-786.
- Rivard MJ, A discretized approach to determining TG-43 brachytherapy dosimetry parameters: case study using Monte Carlo calculations for the MED3633 103Pd source, Appl Rad Iso 2001; 55: 775– 782.
- 6. Briesmeister JF, MCNP A general Monte Carlo N-particle transport code, Version 4C, Los Alamos National laboratory Report LA–13709–M, USA; 2000.
- 7. McMaster University Reactor; 2004. http://www.science.mcmaster.ca/mnr/Main-Page/isotope-roduction.htm.
- 8. Table of Nuclides; 2004. http://atom.kaeri.re.kr/ton/
- 9. Jarrett JM, Experimental method development for direct dosimetry of permanent interstitial prostate brachytherapy implants, MSc Thesis in Southeastern Louisiana University; 2005.
- 10. Rivard MJ, Comprehensive Monte Carlo calculations of AAPM Task Group Report No. 43 dosimetry parameters for the Model 3500 I-Plant <sup>125</sup>I brachytherapy source, Appl Rad Iso 2002; 57: 381–389.
- 11. Nath R, Yue N, Dose distribution along the transverse axis of a new <sup>125</sup>I source for interstitial brachytherapy; Med Phys 2000; 27(11): 2536-2540.
- 12. Weaver KA, Anisotropy functions for <sup>125</sup>I and <sup>103</sup>Pd sources, Med Phys 1998; 25: 2271–2278.----