

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

٤٦٤٤



دانشگاه شاهرود
دانشکده مهندسی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی هسته ای (پروتوزشکی)

شبیه سازی و اندازه گیری پارامتر های دزیمتری چشمه سزیم ۱۳۷ براکی تراپی بر اساس پروتکل TG-43 به کمک TLD و شبیه سازی مونت کارلو

به وسیله ی

صده یقه سینا

اساتید راهنما

دکتر رضا فقیهی

دکتر علی سلیمانی میگونی

دانشگاه شاهرود
موسسه تحقیقات هسته ای

۱۳۸۶ / ۱۷ / ۱۰

شهریور ماه ۱۳۸۶

۴ ۶ ۴ ۱ ۴

به نام خدا

شبییه سازی و اندازه گیری پارامتر های دزیمتری چشمه سزیم ۱۳۷ براکی ترایی بر
اساس پروتکل TG-43 به کمک TLD و شبیه سازی مونت کارلو

به وسیله ی

صدیقه سینا

پایان نامه ارائه شده به تحصیلات تکمیلی به عنوان بخشی از فعالیت های تحصیلی
لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته ی:

مهندسی هسته ای، مهندسی پرتو پزشکی

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی شده توسط کمیته پایان نامه با درجه: عالی

دکتر رضا فقیهی، اسنادیر بخش مهندسی هسته ای دانشگاه شیراز (رئیس کمیته).....

دکتر علی سلیمانی میگوئی، استاد دانشگاه گنتاکی امریکا.....

مهندس سیمین مهدی زاده، مربی بخش مهندسی هسته ای دانشگاه شیراز.....

دکتر محمد امین مصباح شیرازی، استادیار دانشگاه علوم پزشکی شیراز.....

شهریور ماه ۱۳۸۶

تقدیم به

پدر و مادرم

سپاسگزاری

با سپاس و تشکر فراوان از راهنمائی های ارزنده ی اساتید گرانقدر، آقایان دکتر رضا فقیهی و دکتر علی سلیمانی میگونی که مسئولیت راهنمائی این پروژه را به عهده داشتند و با تشکر فراوان از اساتید محترم ، خصوصا خانم مهندس سمین مهدی زاده و جناب آقای دکتر محمد امین مصلح شیرازی که در طی انجام پروژه از مشاوره ی ارزنده ی ایشان برخوردار بوده ام. در ضمن از جناب آقای دکتر پرز از اسپانیا و سرکار خانم روانفر از بیمارستان نمازی کمال تشکر و قدردانی را دارد.

چکیده

شبیه سازی و اندازه گیری پارامترهای دزیمتری چشمه سزیم ۱۳۷ براکی تراپی بر اساس پروتکل TG-43 به کمک TLD و شبیه سازی مونت کارلو

به وسیله ی:

صدیقه سینا

براکی تراپی یک روش درمانی است که در آن چشمه های رادیواکتیو آب بندی شده برای پرتودهی تومورهای بدخیم نواحی مختلف بدن از جمله مغز، سر، گردن، پروستات و رحم، از فاصله ی نزدیک به کار گمارده می شوند. قبل از استفاده از چشمه های براکی تراپی، دانش کاملی از نحوه ی توزیع دز در اطراف آن، امری ضروری است. چشمه ی سزیم ۱۳۷ سلکترون، یکی از چشمه های با نرخ دز کم است که در سیستم های بارگذاری از راه دور برای درمان سرطان های مختلف، از جمله سرطان های روده و رحم استفاده می شود. این سیستم متشکل از چشمه های فعال و غیر فعال کروی به قطر ۲،۵ میلیمتر است که با چینش های متنوع آن ها درون اپلیکاتور فولادی، می توان توزیع های دز مختلفی را به وجود آورد. در این تحقیق، ابتدا توزیع دز در اطراف یک چشمه ی کروی با تکنیک های مونت کارلو توسط کد MCNP4C و اندازه گیری عملی توسط دزیمتری ترمولومینسانس TLD بررسی گردید. کلیه ی آزمایش های مربوط به این تحقیق، در دو فانتوم مکعبی مجزا از جنس پلکسی گلاس با ابعاد 30cm×30cm×30cm با طراحی های خاص، انجام گرفت. برای این منظور، حفراتی بر روی این فانتوم ها به منظور قرار گرفتن چیپس های TLD حفر گردید و پس از پرتودهی، TLD ها توسط سیستم قرائت مدل هارشا ۴۵۰۰ خوانده شدند. نتایج دزیمتری تجربی و مونت کارلو، برای یک چشمه ی کروی فعال برای تعیین پارامترهای دزیمتری این چشمه از جمله ثابت نرخ دز Λ ، تابع دز شعاعی $g(r)$ و تابع ناهمسانگردی $F(r, \theta)$ استفاده گردید. در انتها نیز با استفاده از این پارامترها، توزیع دز در اطراف ۲۷ چینش مختلف، متشکل از ۶ چشمه ی فعال و غیر فعال به دست آمد.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول، مقدمه	
۱- مقدمه	۲
۱-۱- چشمه سزیم -۱۳۷	۳
۲-۱- اپلیکاتورها و سیستم های بارگذاری از راه دور	۴
۳-۱- چشمه سزیم سلکترون با سیستم بارگذاری از راه دور	۴
فصل دوم، تئوری	
۲- تئوری	۷
۱-۲- محاسبات دز در براکی ترابی	۷
۱-۱-۲- محاسبه دز بر اساس نرخ تابش	۷
۱-۱-۲- الف) محاسبه ی دز جذب شده در هوا	۹
۱-۱-۲- ب) محاسبه ی دز جذب شده در ماده	۹
۲-۱-۲- دزیمتری بر اساس پروتکل TG-43	۱۱
(Modular Dose Calculation Method(TG-43))	
۱-۲-۱-۲- فرمالیسم کلی دو بعدی	۱۲
۱-۲-۱-۲- الف) قدرت Air-Kerma	۱۳
۱-۲-۱-۲- ب) ثابت نرخ دز (Λ)	۱۵
۱-۲-۱-۲- ج) تابع هندسی ($G(r, \theta)$)	۱۶
۱-۲-۱-۲- د) تابع دز شعاعی ($g(r)$)	۱۷
۱-۲-۱-۲- ه) تابع ناهمسانگردی دو بعدی	۱۷
۲-۲-۱-۲- فرمالیسم کلی یک بعدی	۱۸
۲-۲-۱-۲- الف) تابع ناهمسانگردی یک بعدی	۱۹
۲-۲-۲- رابطه ی بین پارامتر های فرمالیسم TG43 و پارامتر های دیگر در سایر فرمالیسم ها	۱۹
۱-۲-۲- فاکتور افزایش جذب انرژی	۱۹
۲-۲-۲- فاکتور تضعیف بافت: $T(r)$	۲۰
۳-۲-۲- تابع شعاعی قدیمی تر (Dale's)	۲۱
۴-۲-۲- رابطه ی بین ثابت نرخ دز و سایر کمیت های دزیمتری	۲۲
۵-۲-۲- به کار گیری مدل چشمه نقطه ای برای یک سیستم مرسوم طراحی درمان	۲۳

فصل سوم، دزیمترهای مورد استفاده در دزیمتری چشمه های براکی تراپی

- ۳-۱- دزیمترهای مورد استفاده در دزیمتری چشمه های براکی تراپی..... ۲۵
- ۳-۲- دزیمتری ترمولومینسانس..... ۲۶

فصل چهارم، کد محاسباتی MCNP4C

- ۴-۱- دزیمتری توسط کد های محاسباتی..... ۳۱
- ۴-۲- کد محاسباتی MCNP4C..... ۳۲
- ۴-۳- فرمت فایل ورودی کد MCNP4C..... ۳۲
- ۴-۳-۱- خط عنوان (title card)..... ۳۳
- ۴-۳-۲- قسمت مربوط به سلول (Cell Cards)..... ۳۳
- ۴-۳-۳- قسمت مربوط به صفحات (Surface Cards)..... ۳۴
- ۴-۳-۴- کارت های داده (DATA CARDS)..... ۳۶
- ۴-۴- نحوه ی اجرای برنامه ی MCNP..... ۳۹

فصل پنجم، پیشینه ی تحقیق

- مروری بر تحقیقات انجام شده..... ۴۲

فصل ششم، مراحل انجام پروژه

- ۶- روش انجام کار..... ۴۹
- ۶-۱- دزیمتری تجربی با استفاده از چیپس های TLD..... ۴۹
- ۶-۱-۱- دزیمتری نهائی..... ۵۱
- ۶-۲- با استفاده از شبیه سازی توسط کد مونت کارلو..... ۵۵
- ۶-۲-۱- دزیمتری یک تک چشمه سزیم بدون اپلیکاتور یا شبیه سازی..... ۵۶
- ۶-۲-۲- دزیمتری یک تک چشمه سزیم با اپلیکاتور توسط شبیه سازی..... ۵۷
- ۶-۲-۲- الف) شبیه سازی تابع دز شعاعی و sk..... ۵۷
- ۶-۲-۲- ب) شبیه سازی تابع ناهمسانگردی $F(r, \theta)$ ۵۸
- ۶-۳- به دست آوردن توزیع دز ناشی از ترکیب های ۵ تائی اکتیو و غیر اکتیو..... ۵۸

فصل هفتم، نتایج

- ۷-۱- نتایج دزیمتری تجربی به کمک تی ال دی..... ۶۱
- ۷-۱-۱- ثابت نرخ دز (Λ)..... ۶۱

۶۱.....	۲-۱-۷- تابع دز شعاعی $g(r)$ و تابع هندسی $G(r, \theta)$
۶۴.....	۳-۱-۷- تابع ناهمسانگردی $F(r, \theta)$
۶۵.....	۲-۷- با استفاده از شبیه سازی توسط کد مونت کارلو.....
۶۵.....	۱-۲-۷- شبیه سازی یک چشمه ی کروی بدون اپلیکاتور.....
۶۷.....	۱-۱-۲-۷- تقریب چشمه ی نقطه ای.....
۶۷.....	۲-۲-۷- شبیه سازی یک چشمه ی کروی با اپلیکاتور.....
۶۹.....	۳-۷- توزیع دز ناشی از ترکیبی از سورس های اکتیو و غیر اکتیو.....
۷۲.....	منابع و ماخذ.....
	ضمایم
۸۰.....	پیوست الف برنامه ی matlab جهت محاسبه ی $G(r, \theta)$
تا ۹۰ درجه.....	پیوست ب برنامه ی matlab جهت به دست آوردن نرخ دز در اطراف ۲۷ چینش مختلف برای زوایای ۳ تا ۹۰ درجه.....
۸۲.....	پیوست ج برنامه ی matlab جهت به دست آوردن نرخ دز در اطراف ۲۷ چینش مختلف برای زوایای ۹۰ تا ۱۸۰ درجه.....
۸۷.....	پیوست د توزیع دز در اطراف چینش های مختلف چشمه ها.....
۹۲.....	

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۳: پارامترهای دو فرایند گرمادهی	۲۸
جدول ۱-۴: کارت های سطح در MCNP	۳۵
جدول ۲-۴: متغیرهای مورد استفاده در تعریف سورس	۳۷
جدول ۳-۴: تالی های MCNP	۳۹
جدول ۱-۶: تعیین زمان پرتودهی	۵۲
جدول ۱-۷: تابع دز شعاعی بر حسب فاصله از مرکز چشمه	۶۲
جدول ۲-۷: مقادیر تابع هندسی $G(r, \theta)$ در زوایای مختلف با خطی فرض کردن تک چشمه ی سزیم	۶۳
جدول ۳-۷: تابع دز شعاعی $g_L(r)$ بر حسب فاصله از مرکز چشمه	۶۳
جدول ۴-۷: مقادیر اندازه گیری شده ی تابع ناهمسانگردی توسط دزیمتری TLD	۶۴
جدول ۵-۷: تابع دز شعاعی در فواصل مختلف بر اساس شبیه سازی مونت کارلو	۶۶
جدول ۶-۷: مقادیر تابع دز شعاعی نقطه ای و خطی بر حسب فاصله از مرکز چشمه	۶۸
جدول ۷-۷: مقادیر تابع ناهمسانگردی در فواصل مختلف از چشمه بر حسب زاویه نسبت به محور طولی اپلیکاتور	۶۴
جدول ۸-۷: توزیع دز در چینش ۶ تایی اکتیو در فواصل مختلف و زوایای ۳ تا ۹۰ درجه	۷۰
جدول ۹-۷: توزیع دز در چینش ۶ تایی اکتیو در فواصل مختلف و زوایای ۱۲۰ تا ۱۷۷ درجه	۷۰

فهرست شکل ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱: شمای استحاله ی Cs-137.....	۳
شکل ۲-۱: ساختمان چشمه های کروی سزیم.....	۴
شکل ۳-۱: دستگاه سلکترون	۸
شکل ۱-۲: دیاگرامی جهت نشان دادن روابط هندسی استفاده شده برای به دست آوردن تابش ناشی از یک چشمه خطی در نقطه ی P.....	۸
شکل ۲-۲: سیستم مختصات مورد استفاده در محاسبات دزیمتری براکی تراپی	۱۳
شکل ۳-۲: هندسه ی شماتیک برای تعیین قدرت چشمه براکی تراپی. فاصله I ، باید به اندازه ی کافی بزرگ باشد که چشمه و آشکارساز نسبت به هم نقطه ای به نظر برسند.....	۱۵
شکل ۴-۲: نحوه ی به دست آوردن طول فعال چشمه در صورتی که اکتیویته در قرص های کروی توزیع شده باشد.....	۱۶
شکل ۵-۲: نحوه ی به دست آوردن طول فعال چشمه در چشمه های با طول بیشتر از ۴،۵ میلیمتر	۱۷
شکل ۱-۴: برخورد نوترون با ماده.....	۳۱
شکل ۱-۶: نمائی از set up تجربی فانتوم استفاده شده برای اندازه گیری ثابت نرخ دز (A) و تابع دز شعاعی (g(r))، دایره ها مکان قرار گرفتن چیپس های TLD را نشان می دهند.....	۳۳
شکل ۲-۶: الف) شکل بندی و نحوه ی قرار دادن چشمه ها در فانتوم ب) قطعه ی مرکزی فانتوم ساخته شده.....	۵۳
شکل ۳-۶: نمائی از Set up تجربی فانتوم استفاده شده ، برای محاسبه ی فاکتور ناهمسانگردی.....	۵۴
شکل ۴-۶: الف) نحوه ی قرار گرفتن چشمه و اپلیکاتور در درون فانتوم ناهمسانگردی ب) قطعه ی مرکزی فانتوم ساخته شده	۵۵
شکل ۵-۶: چینش چشمه های کروی.....	۵۹
شکل ۱-۷: توابع دز شعاعی با فرض های چشمه نقطه ای و خطی.....	۶۴
شکل ۲-۷: تابع ناهمسانگردی برای فواصل مختلف در زوایای مختلف	۶۵
شکل ۳-۷: تابع دز شعاعی بر حسب فاصله از مرکز چشمه (به دست آمده توسط کد مونت کارلو).....	۶۶
شکل ۴-۷: $(D(r) / Sk) \times r^2$ بر حسب فاصله از مرکز چشمه، و مقایسه با تقریب چشمه ی نقطه ای میز برگر.....	۶۷

-
- شکل ۷-۵: تابع دز شعاعی نقطه ای و خطی بر حسب فاصله از مرکز چشمه ۶۸
- شکل ۷-۶: تابع نا همسانگردی در فواصل مختلف از چشمه بر حسب زاویه نسبت به محور طولی اپلیکاتور ۶۹
- شکل ۷-۷: چینش ۱۲۳۴۵۶ معرف ۶ چشمه اکتیو کروی ۷۰
- شکل ۷-۸: توزیع دز در اطراف ترکیب ۶ تائی اکتیو برای زوایای ۳ تا ۹۰ درجه ۷۱
- شکل ۷-۹: توزیع دز در اطراف ترکیب ۶ تائی اکتیو برای زوایای ۳ تا ۹۰ درجه ۷۱

فهرست نشانه های اختصاری

AAPM	<i>American Associations of Physics in Medicine</i>
$D'(r, \theta)$	<i>Dose rate at (r, θ)</i>
$F(r, \theta)$	<i>anisotropy function</i>
$g(r)$	<i>Radial dose function</i>
$G(r, \theta)$	<i>Geometry function</i>
HDR	<i>High Dose Rate</i>
Λ	<i>Dose rate constant</i>
LDR	<i>Low Dose Rate</i>
MCNP	<i>Monte Carlo N-Particle transport</i>
MDR	<i>Medium Dose Rate</i>
SK	<i>Strength of brachytherapy source, Air-Kerma Strength</i>
TLD	<i>ThermoLuminescence Dosimeters</i>
$T(r)$	<i>Tissue attenuation factor</i>

فصل اول

مقدمه

۱- مقدمه

پرتودرمانی یکی از روش های متداول درمان تومورها و بافت های سرطانی می باشد که به دو نوع تله تراپی (درمان خارجی) با اشعه ی X و چشمه های رادیوایزوتوپی و براکی تراپی (درمان داخلی) تقسیم می شود.

براکی تراپی یک روش درمانی است که در آن چشمه های رادیواکتیو آب بندی شده برای پرتودهی تومورهای بدخیم از فاصله ی نزدیک به کار گمارده می شود. این روش درمانی نقش مهمی در درمان سرطان های نواحی مختلف بدن از جمله مغز، سر، گردن، پروستات، رحم و ... دارد. [1]

براکی تراپی دو روش متفاوت دارد. روش اول، پرتو دهی درون حفره ای می باشد که در آن، چشمه های رادیواکتیو درون حفره های بدن در جوار تومورها قرار می گیرد و آن را در معرض پرتوگیری قرار می دهد. روش دوم براکی تراپی "interstitial" است که در آن سیدهای رادیواکتیو مستقیماً در حجم تومور کاشته می شوند. [2]

در براکی تراپی دز بالائی به بافت تومور وارد می شود در صورتی که در بافت های سالم اطراف تومور پرتوگیری به شدت کاهش می یابد. در گذشته، درمان به روش براکی تراپی اغلب با چشمه های رادیم و رادن صورت می گرفت. امروزه، افزایش چشمه های رادیونوکلوئیدی مصنوعی تولید شده از جمله Cs-137, Ir-192, Au-198, I-125, Pd-103 و ابزار های اتوماتیک با توانائی کنترل از راه دور جهت کاهش پرتوگیری تابش ناشی از چشمه های با اکتیویته ی بالا، تمایل به استفاده از این روش درمانی را افزایش داده است. [3]

این شاخه از پرتودرمانی، بر حسب میزان نرخ دزی که به بدن می دهد، به سه گروه زیر تقسیم می شود.

➤ منابع با نرخ دز پائین (low dose rate [LDR]) با نرخ دز ۰,۵ تا ۲ سانتی گری بر دقیقه

➤ منابع با نرخ دز متوسط (medium dose rate [MDR])

➤ منابع با نرخ دز بالا (High dose rate [HDR]) با نرخ دز ۱۲ سانتی گری بر دقیقه [3]

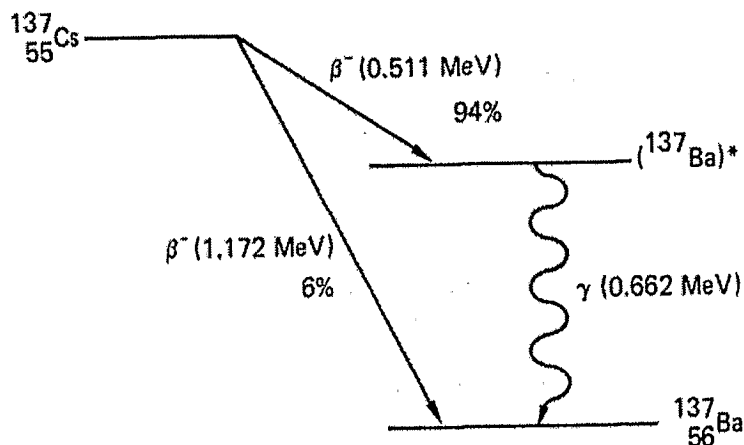
مهمترین مسئله در حوزه ی درمان به روش براکی تراپی نحوه ی توزیع دز در بافت مورد نظر می باشد، در واقع چشمه ها باید طوری در بدن قرار گیرند که بافت ناسالم تومور بیشترین میزان دز را دریافت کند و بافت های سالم اطراف آن، کمترین میزان دز را دریافت کنند. برای این منظور، به دست آوردن نحوه ی توزیع دز در اطراف چشمه در بدن بیمار قبل از انجام درمان، امری ضروری است که به این فرایند، طراحی درمان می گوئیم.

از زمانی که براکی تراپی به صورت کلینیکی مورد استفاده قرار گرفته است، رادیوتراپیست ها همواره به دنبال روش هایی برای به دست آوردن منحنی های توزیع دز بوده اند. در ابتدا، محاسبات توزیع دز در نقاط مختلف در اطراف چشمه، با استفاده از روش انتگرالی سیورت انجام می گرفت که این محاسبات مستلزم محاسبه ی پارامتر هائی بود که به دست آوردن این پارامتر ها امری پیچیده و مشکل است. امروزه با پیشرفت تکنولوژی، شبیه سازی سریع و دقیق منحنی های توزیع دز میسر گردیده است.

۱-۱- چشمه سزیم ۱۳۷

هدف از این تحقیق، به دست آوردن نحوه ی توزیع دز در بدن در براکی تراپی با چشمه سزیم است. سزیم ۱۳۷، یک رادیوایزوتوپ گامااست که به عنوان جایگزینی برای چشمه های رادیم در هر دو نوع براکی تراپی درون حفره ای و interstitial استفاده می گردد. این سورس ها به فرم پودرهای غیر قابل حل و یا گوی های سرامیکی نشان دار با سزیم ۱۳۷ تولید می شوند و توسط دو لایه فولاد زنگ نزن به فرم سید ها یا سوزن هائی در می آیند. مزیت سزیم نسبت به رادیم، مسئله ی حفاظ گذاری است، از آنجا که ضخامت لایه ی نیم جذب (HVL) سزیم کمتر از رادیم است، پس به حفاظ کمتری نیاز دارد و خطر کمتری نیز به دنبال دارد. سزیم با نیمه عمر ۳۰ ساله می تواند بدون تعویض، به مدت ۷ سال به طور کلینیکی مورد استفاده قرار گیرد، گرچه زمان درمان باید برای واپاشی رادیو اکتیو، ۲% به ازای هر سال نیز تصحیح شود.

شمای استحالته ی Cs-137 در شکل ۱-۱ نشان داده شده است.



شکل ۱-۱ : شمای استحالته ی Cs-137 [3]

چنانچه از شکل ۱-۱ پیداست، Cs-137 با واپاشی β به باریوم ۱۳۷ واپاشی می کند و در پی ۹۴٪ این واپاشی ها، Ba-137 با واپاشی گاما به Ba-137 پایدار واپاشی می کند. ذرات بتا و اشعه های X شاخص کم انرژی تولید شده، توسط پوشش چشمه که معمولا از جنس فولاد زنگ نزن است، جذب می شوند طوری که چشمه کلینیکی ساطع کننده ی گامای خالص است. [3]

۲-۱- اپلیکاتورها و سیستم های بارگذاری از راه دور

اپلیکاتورهای متنوعی جهت ثابت نگه داشتن چشمه های براکی تراپی درون حفره ای استفاده می شوند. برای مثال یک cervix اپلیکاتور، از یک تیوب مرکزی به نام تاندم و کپسول های جانبی یا اویدها تشکیل شده است که این کپسول ها توسط اسپیسر ها از هم جدا می شوند.

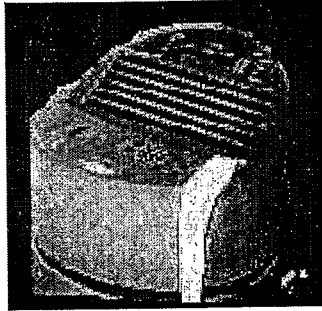
امروزه، اغلب از ابزارهایی استفاده می شود که بارگذاری چشمه رادیواکتیو را بعد از قرار دادن اپلیکاتور و بررسی قرارگرفتن مناسب آن ها در بدن بیمار توسط رادیوگرافی، ممکن می کند. در تکنیک های بار گذاری دستی، بیمار و پزشک مسئول، در حین آماده سازی و قرار دادن چشمه در داخل اپلیکاتور هائی که از پیش در بدن بیمار قرار داده شده اند، در معرض پرتوگیری قرار می گیرند. سیستم های جدید بارگذاری، از راه دور کنترل می شوند و به این ترتیب نیازی به تماس مستقیم با منابع تابش نیست. به این ترتیب که چشمه بلافاصله پس از استفاده به محفظه ی اصلی خود باز می گردد تا منجر به پرتوگیری اضافه ی بیمار نگردد. [3]

۳-۱- چشمه سزیم سلکترون با سیستم بارگذاری از راه دور

این چشمه، که شامل قرص های کروی ۲/۵ میلیمتری می باشند که قطر هسته های فعال آن، ۱/۵ میلیمتر است و با ۰/۵ میلیمتر فولاد پوشانده شده اند. (شکل ۱-۲) با کنار هم قرار دادن چشمه های کروی اکتیو و غیر اکتیو (dummy)، می توانیم توزیع های متفاوت دز را به دست آوریم. سپس چینی انتخاب شده ی چشمه، وارد اپلیکاتور می شود.



شکل ۱-۲: ساختمان چشمه های کروی سزیم



شکل ۱-۳: دستگاه سلکترون

گریسبی و همکاران در سال ۱۹۹۲ دزیمتری این گونه چشمه ها را انجام دادند. آن ها ثابت کردند که می توان با برخی چینش های خاص این کره های اکتیو و غیراکتیو، توزیع دزی معادل توزیع دز چشمه استوانه ای به دست آورد. این افراد، نرخ دز سطحی در صفحه ی مرکزی را برای چینش های متفاوت pellet ها با سورس سزیم استوانه ای مقایسه کردند.

چنانچه ذکر شد، آگاهی از نحوه ی توزیع دز در اطراف هر چشمه براکی تراپی جهت انجام یک طراحی درمان بهینه امری ضروری است. در قدیم توزیع دز در اطراف یک چشمه براکی تراپی را توسط روابط انتگرالی سیورت به دست می آوردند. در حالی که این فرمالیسم قدیمی نیازمند دانستن μ و ضریب تضعیف موثر فیلتر به عنوان تابعی از ضخامت و فاکتور های تضعیف بافت می باشد، که به دست آوردن هر یک از این فاکتورها بسیار مشکل است. به این منظور AAPM گزارش شماره ی ۴۳ را انتشار داد که نیازی به اندازه گیری این پارامتر ها ندارد، به طوری که با اندازه گیری توزیع نرخ دز در اطراف یک چشمه براکی تراپی توسط دزیمترهایی چون تی ال دی و ژل دزیمتر ها و یا توسط کد مونت کارلو، می توان پارامتر های مربوطه را به دست آورد.

با داشتن این پارامترها برای یک چشمه ویژه ی براکی تراپی مثل سزیم ، به راحتی نرخ دز در نواحی با فواصل مختلف در اطراف چشمه به دست می آید. به نحوی که می توان برای هر بیمار، روش درمانی مناسب را به دست آورد.

هدف از انجام این پروژه ، به دست آوردن این پارامتر ها برای چشمه سزیم براکی تراپی (Selectron LDR/MDR) مورد استفاده بیمارستان نمازی شیراز می باشد.

فصل دوم

تئوری

۲- تئوری

۲-۱- محاسبات دز در براکی تراپی

۲-۱-۱- محاسبه دز بر اساس نرخ تابش

توزیع نرخ پرتوگیری در اطراف یک چشمه خطی براکی تراپی می تواند توسط انتگرال سیورت که در سال ۱۹۲۱ توسط سیورت معرفی شد، محاسبه شود. این روش که بر پایه ی تقسیم چشمه خطی به چشمه های کوچک اولیه و اعمال تصحیحات مربوط به هر کدام انجام می گیرد. اگر چشمه دارای طول فعال L و فیلتراسیون T باشد، به مانند آن چه در شکل ۲-۱ نشان داده شده است، نرخ تابش dI در نقطه ی $p(x,y)$ ناشی از المان dx توسط رابطه ی زیر نشان داده می شود.

$$dI = \frac{A}{L} \Gamma dx \cdot \frac{1}{r^2} \cdot e^{-\mu' \cdot t \sec \theta} \quad (1)$$

که A و γ اکتیویته و ثابت نرخ واپاشی یک چشمه فیلتر نشده هستند و μ' ضریب تضعیف موثر است. سایر متغیرها در شکل ۲-۱ نشان داده شده اند. و با روابط زیر نشان داده می شوند.

$$r = y \sec \theta \quad (2)$$

$$x = y \tan \theta \quad (3)$$

$$dx = y \sec^2 \theta d\theta \quad (4)$$

با انتگرال گیری از معادله ی ۱ داریم:

$$I(x, y) = \frac{A\Gamma}{Ly} \int_{\theta_1}^{\theta_2} e^{-\mu' \cdot t \cdot \sec \theta} d\theta \quad (5)$$

اگر قدرت منبع در یک فاصله ی مشخص مانند S ، X_s باشد، آن گاه خواهیم داشت:

$$I(x, y) = \frac{X_s \cdot S^2}{Ly} \cdot e^{\mu' t} \int_{\theta_1}^{\theta_2} e^{-\mu' \cdot t \cdot \sec \theta} d\theta \quad (6)$$