

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

دانشگاه پیام نور - آستانخانیه مرکزی	
محل ثبت اسناد	
شماره ثبت	۹۷
شماره سند	۶۸۵
شماره رتورن	۸۶۲۶



پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد
فیزیک هسته‌ای

۱۳۸۷ / ۹ / ۵

موضوع:

شبیه‌سازی توزیع دز چشمه‌ی ^{125}I در فانتوم آب و بافت نرم با
استفاده از کد MCNP

استاد راهنما: دکتر علی اصغر مولوی

استاد مشاور: مهندس علیرضا بینش

نگارش: عدالت مختاری نژاد

آبان ماه ۱۳۸۵

۱۰۳۷۷۴

مختاری نژاد

تقدیم به

پدر و مادر عزیز و

همسر مهربانم که در طول دوران تحصیل مشوق من بودند.

تقدیر و تشکر

من علمنی حرفاً فقد صیرنی عبداً

پس از حمد و سپاس از خداوند متعال بر خود واجب می‌دانم از تمامی کسانی که در تهیه این پایان‌نامه به من کمک نمودند تقدیر و تشکر نمایم.

رئیس اساتید گرامر خود جناب آقای دکتر علی اصغر مولوی که با راهنمایی‌های خود راه و روش تحقیق، شیوه برخورد با مسائل و تجزیه و تحلیل مسائل را به من آموخته و با اخلاق نیک خود باعث ایجاد انگیزه و علاقه‌ی من، به تهیه این پایان‌نامه شدند کمال تشکر را دارم. همچنین از استاد گرامر خود جناب آقای مهندس پیش که هم در دوران تحصیل و هم در تهیه این پایان‌نامه به من کمک‌های فزاینده‌ی نمودند تقدیر و تشکر می‌نمایم.

رئیس اساتید محترم دوره کارشناسی ارشد، جناب آقای دکتر محمدی، دکتر آریایی و دکتر سرپوشه‌ی بی‌شائبه‌ی سپاس‌گزارم. همچنین از جناب آقای دکتر علی کریمیان که قبول رحمت نموده و در مرکز دانشگاه پیام نور مرکز مشهد را برای دوری پذیرفتند نهایت تشکر و امتنان را دارم. از زحمات همسر مهربانم که در مراحل مختلف تحصیل و زندگی، با وجود مشکلات فزاینده‌ی مشغول و همواره همراه من بوده کمال تشکر و قدردانی را دارم.

همچنین از برادر عزیز جناب آقای یزدانی که در مراحل انجام این پایان‌نامه دوستانه‌ی مرا یاری کردند تشکر می‌نمایم.

مختاری نژاد



دانشگاه پیام نور

تاریخ
شماره
پوست

شماره سند
تاریخ سند

بسته ندفی

صورنجلسه دفاع از پایان نامه

پایان نامه تحت عنوان **تسویه مسازی توزیع در چشمه I^{۲۵} در فاسم آب و پادامت نرم**

که توسط **آقای عدالت محمدی نژاد** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته **مهندسی**

در مرکز **شهر** تهیه و به هیئت داوران ارائه گردیده است مورد تأیید می باشد.

تاریخ دفاع **۱۳۸۶/۸/۱۵** نمره **۱۹۱۵** درجه **ارزشیابی** (تقریباً **عالی**)

اعضای هیئت داوران

نام و نام خانوادگی	هیئت داوران	مرتبه علمی	اعضاء
دکتر علیرضا محمدی	استاد راهنما	استاد راهنما	
علیرضا منیر	استاد راهنمای همکار یا مشاور	استاد راهنمای همکار یا مشاور	
علی کریمی	استاد منتحن	استاد منتحن	
سعید لاری	نماینده گروه آموزشی	نماینده گروه آموزشی	

تغییرات لازم:

چکیده

فصل اول: پرتودرمانی

۱-۱	مقدمه	۱
۲-۱	ساختار بدن انسان و تأثیر پرتو بر آن	۲
۱-۲-۱	ترکیب مولکولی و اتمی بدن انسان	۲
۲-۲-۱	بافت‌ها و اعضای بدن انسان	۴
۳-۲-۱	فاکتورهای فیزیکی موثر در حساسیت پرتوی	۶
۴-۲-۱	تأثیر پرتو بر مولکول DNA	۷
۵-۲-۱	اثر پرتو بر مولکول آب	۷
۳-۱	اصول پرتودرمانی	۹
۱-۳-۱	ته‌تراپی	۱۰
۲-۳-۱	براکی‌تراپی	۱۱
۳-۳-۱	مقایسه براکی‌تراپی و تله‌تراپی	۱۳
۴-۱	وایشی هسته‌های رادیوآکتیو	۱۳
۱-۴-۱	وایشی آلفا	۱۴
۲-۴-۱	وایشی بتا	۱۵
۳-۴-۱	وایشی گاما	۱۸
۵-۱	برهم‌کنش پرتوها با ماده	۲۰
۱-۵-۱	برهم‌کنش پرتوهای بتا با ماده	۲۱
۲-۵-۱	برهم‌کنش پرتوهای آلفا با ماده	۲۲
۳-۵-۱	برهم‌کنش پرتوهای گاما با ماده	۲۲

فصل دوم: مدل چشمه‌ی رادیوآکتیو و خواص ید

۱-۲	معرفی ید	۲۶
۲-۲	کاربردهای ید	۲۷

۲۸.....	۳-۲	ایزوتوپ های ید.....
۳۲.....	۴-۲	نکات یمنی.....
۳۲.....	۵-۲	مشخصات چشمه های ^{125}I
۳۶.....	۶-۲	روش تولید ایزوتوپ ^{125}I
۳۷.....	۷-۲	کاربرد ^{125}I در پزشکی.....
۳۹.....	۱-۷-۲	روش های درمان سرطان پروستات.....
۴۰.....	۲-۷-۲	تومورهای چشمی.....

فصل سوم: ترابرد تابش ها و محاسبات دز ناشی از چشمه ^{125}I در فانتوم آب و بافت نرم با کد MCNP

۴۱.....	۱-۳	مقدمه.....
۴۲.....	۲-۳	روش مونت کارلو در شبیه سازی ترابرد تابش ها.....
۴۲.....	۱-۲-۳	روش مونت کارلو.....
۴۳.....	۲-۲-۳	شبیه سازی مونت کارلو در ترابرد تابش ها.....
۴۶.....	۳-۲-۳	کد مونت کارلوی MCNP.....
۴۷.....	۳-۳	کد MCNP و تالی ها یا خروجی های استاندارد آن.....
۵۲.....	۴-۳	شرایط اساسی انتخاب یک سیستم نرم افزاری.....
۵۳.....	۵-۳	یکاهای متداول در پرتوزایی و دزسنجی تابش.....
۵۵.....	۶-۳	مدل چشمه های رادیواکتیو.....
۵۵.....	۷-۳	مدل سازی ارگان هدف.....
۵۸.....	۸-۳	تجزیه و تحلیل نتایج دزسنجی.....
۵۸.....	۱-۸-۳	محاسبات دز در امتداد موازی با محور Y ها.....
۶۱.....	۲-۸-۳	محاسبات دز در امتداد موازی با محور Z ها.....
۶۴.....	۹-۳	رسم منحنی های هم دز.....
۶۵.....	۱۰-۳	مقایسه دز جذبی برای فانتوم آب و بافت نرم.....
۷۰.....	۱۱-۳	نتیجه گیری.....
۷۱.....		مرجع.....
۷۴.....		پیوست.....

چکیده

یکی از روش‌های موثر در درمان سرطان پروستات براکی‌تراپی می‌باشد، که در این روش چشمه‌های رادیواکتیو را به شکل کپسول‌های کوچک ساخته، و در فواصلی نزدیک به هدف قرار می‌دهند، تا تومورهای بدخیم بطور مستقیم تحت تابش قرار گیرند. برای درمان این نوع سرطان اغلب از چشمه‌های ^{125}I و ^{103}Pd استفاده می‌شود، که برای تعیین دز در اطراف این چشمه‌ها و رسم منحنی‌های هم‌دز می‌توان از روش‌های تجربی و محاسباتی استفاده نمود. البته از چشمه ^{125}I علاوه بر درمان سرطان پروستات در درمان تومورهای چشمی نیز استفاده می‌شود. در این پژوهش کد MCNP برای محاسبه دز جذبی در یک فانتوم آب و بافت نرم به کار برده شده است. روش کار به این شکل می‌باشد که ابتدا با استفاده از تابش‌های فوتونی گسیل شده به ازای یک واپاشی ناشی از چشمه ^{125}I ؛ هندسه چشمه و فانتوم آب را به طور دقیق برای ورودی MCNP تعریف نموده، سپس دز جذبی در فواصل مختلف از چشمه با گام‌های ۰.۱ میلی‌متر محاسبه شده است. در ادامه منحنی‌های دز در هر نقطه رسم شده و در نهایت با درون‌یابی منحنی‌های هم‌دز استخراج شده است. همچنین برای آن که نتایج به واقعیت نزدیکتر باشد دز جذبی برای فانتوم بافت نرم را محاسبه کرده و با نتایج فانتوم آب مقایسه شده است.

فصل اول

پرتو درمانی

۱-۱ مقدمه

یکی از کاربردهای مهم فیزیک هسته‌ای در علوم پزشکی می‌باشد، بطوریکه باعث ایجاد شاخه جدیدی از علم به نام پزشکی هسته‌ای شده است، که شامل کاربرد نوکلیدهای پرتوزا در تشخیص و درمان انواع بیماری‌ها می‌باشد. سابقه استفاده از نوکلئیدهای پرتوزا به حدود ۷۰ سال قبل بر می‌گردد که برای نخستین بار از رادیم ۲۲۶ جهت درمان تومورها و از ید پرتوزا، قبل از جنگ جهانی دوم برای اولین بار در تشخیص بیماری‌های تیروئید استفاده شد. پرتودرمانی درمانی بدون درد، کم‌عارضه ولی بسیار موثر در درمان سرطان‌ها محسوب می‌شود.

در پرتودرمانی از اشعه α ، گاما و یا الکترون، برای از بین بردن سلول‌های سرطانی استفاده می‌شود. البته در این روش سلول‌های سالم نیز تحت تاثیر قرار می‌گیرند، ولی حساسیت سلول‌های سرطانی نسبت به پرتو بیشتر بوده و وکنش بیشتری نسبت به آن نشان می‌دهند. با توجه به نوع و میزان ضایعه، این پرتوها می‌توانند ضایعه را به طور قطعی درمان کنند و یا به عنوان روش‌های تسکینی مانند تسکین درد، قطع خونریزی و یا بهبود تنگی نفس به کار روند. کاربرد دیسگر آن در کوچک کردن توده یا

کاهش مولکول‌های مشکوک است، تا عمل جراحی بعد از آن راحت‌تر بوده و در نتیجه درمان بهتر انجام بگیرد. البته در استفاده از مواد رادیواکتیو باید دقت کافی به عمل آید، زیرا همان‌طور که این مواد باعث درمان بیماری می‌شود از طرف دیگر باعث آسیب به بافت‌های سالم بدن خواهد شد. به همین دلیل هنگام استفاده از این مواد باید ابتدا مقدار دقیق دز، که برای بیمار لازم است محاسبه شود تا از ورود ماده رادیواکتیو اضافی به بدن جلوگیری شود، زیرا خطای ۵ تا ۱۰ درصدی در میزان دز تابشی نتیجه درمان را به شدت تحت تاثیر قرار خواهد داد.

۲-۱ ساختار بدن انسان و تاثیر پرتو بر آن

انسان خواسته یا ناخواسته در معرض تابش پرتوهای یون‌ساز قرار می‌گیرد. منابع این پرتوها می‌تواند منابع طبیعی مانند پرتوهای کیهانی، رادیونوکلئیدهای موجود در زمین و یا منابع مصنوعی. مانند رادیوداروهی که در پزشکی و رادیولوژی از آن استفاده می‌شود. باشد. تاثیر پرتو یون‌ساز بر روی ماده باعث یونش و برانگیزش الکترون‌ها در اتم و در نتیجه انتقال انرژی به بافت‌ها می‌شود. انرژی داده شده به دقت می‌تواند سبب تغییراتی در مولکول‌ها شود. اگر این تغییرات بر روی یک مولکول حساس حیاتی انجام گیرد نتیجه آن ممکن است فاجعه‌آمیز باشد.

۱-۲-۱ ترکیب مولکولی و اتمی بدن انسان

ترکیب بدن انسان بر روی اتم‌ها بنا نهاده شده است و این اتم‌ها و مولکول‌ها هستند که با پرتوهای گوناگون برهم‌کنش انجام می‌دهند. از طرفی ترکیب اتمی بدن است که درجه برهم‌کنش را مشخص می‌سازد. در جدول ۱-۱ ترکیب مولکولی بدن انسان و در جدول ۲-۱ ترکیب دقیق اتمی بدن انسان نشان

جدول ۱-۱: ترکیب مولکولی بدن انسان

درصد	ترکیب مولکولی
۸۰	آب
۱۵	پروتئین
۲	چربی
۱	قند
۱	اسید نوکلئیک
۱	سایر مولکولها

جدول ۲-۲: ترکیب اتمی بدن انسان

درصد	ترکیب اتمی
۱۰.۴۵۴	هیدروژن (H)
۲۲.۶۶۳	کربن (C)
۲.۴۹	نیتروژن (N)
۶۳.۵۲۵	کسیژن (O)
۰.۱۱۲	سدیم (Na)
۰.۰۱۳	منیزیم (Mg)
۰.۰۳	سیلیسیم (Si)
۰.۱۳۴	فسفر (P)
۰.۲۰۴	گوگرد (S)
۰.۱۳۳	کلر (Cl)
۰.۲۰۸	پتاسیم (K)

۰/۰۲۴	کلسیم (Ca)
۰/۰۰۵	آهن (Fe)
۰/۰۰۳	روی (Zn)
۰/۰۰۱	روبییدیم (Rb)
۰/۰۰۱	زیرکونیوم (Zr)

چهار نوع از این مولکول‌ها، یعنی پروتئین‌ها، چربی‌ها، قندها و اسید نوکلئیک، ماکرومولکول هستند که بسیار بزرگ بوده و در مواردی از صدها هزار اتم تشکیل شده‌اند؛ مثلاً طول مولکول DNA حدود 10^7 میکرون می‌باشد. یکی از درشت‌مولکول‌های درون هسته از نوع اسیدهای نوکلئیک DNA یا دی‌اکسی‌ریبونوکلئیک‌اسید (Deoxyribonucleic acid) می‌باشد، که حساس‌ترین و از دید تأثیر پرتو بحرانی‌ترین مولکول است. مولکول دیگری که بیش از همه مولکول‌ها در ماده حیاتی وجود دارد است. این مولکول نقش اساسی انتقال انرژی به یک مولکول هدف را بازی می‌کند و از این رو در تأثیر پرتو نقش مهمی دارد.

۱-۲-۲ بافت‌ها و اعضای بدن انسان

هنگام شکل‌گیری انسان از سلول تخم، سلول‌هایی با مشخصات گوناگون به وجود می‌آیند. تجمع سلول‌ها و ویژگی‌ها یا کار مشخص یک بافت را تشکیل می‌دهد. ترکیب بافت بدن انسان در جدول ۱-۳ نشان داده شده است.

جدول ۱-۳: ترکیب بافت بدن

نوع بافت	درصد
ماهیچه	۴۳
چربی	۱۴
اعصاب	۱۲.۴
اسکلت	۱۰
خون	۷.۷
مغز استخوان	۴.۲
بافت‌های زیربوستی	۵.۸
بوست	۲.۹

باید اشاره کرد که قطر سلول‌های بدن از ۳ تا ۱۰۰ میکرون تغییر می‌کند. هر سلول از 10^{16} اتم تشکیل شده است که در ابتدای تولد، نوزاد دارای 2×10^{12} سلول است. بافت‌ها با ترکیب مشخص گرد هم آمده و عضو را می‌سازند. بعضی از بافت‌ها و عضوها در تجمع بخصوصی سیستم عضو را به وجود می‌آورند مانند سیستم عصبی، گوارشی، تنه و کراین و تولید مثل. اثر پرتوها که در کل بدن انسان پخش شده می‌شود، نتیجه صدمه به سیستم عضوی بدن است که به نوبه خود حاصل صدمه پرتو به سلولهای آن سیستم می‌باشد. حساسیت سلول به پرتو تا اندازه‌ای به مرحله بلوغ و هم چنین نقش آن بستگی دارد. به‌طور کلی سلول‌های نابالغ و با قدرت تکثیر پذیری زیاد حساسیت بیشتری نسبت به پرتو از خود نشان می‌دهند.

۱-۲-۳ فاکتورهای فیزیکی موثر در حساسیت پرتوی

فاکتورهای فیزیکی موثر در حساسیت پرتوی عبارتند از:

۱- هنگامی که یک ماده بیولوژیکی پرتو دهی می شود، واکنش ماده با مقدار انرژی در واحد جرم بافت تعیین می شود که یکای آن گری (Gy) می باشد و به صورت زیر تعریف می شود:

یک گری عبارت است از دز تابشی جذب شده ی یک ژول بر کیلوگرم

$$1\text{Gy} = 1 \text{ J/Kg}$$

زمانی که دزهای یکسان به یک نوع بافت داده می شود، واکنش سیستم ممکن است یکسان نباشد

زیرا فاکتورهای متغیر دیگری مانند انتقال انرژی خطی پرتو LET وجود دارد.

۲- فاکتور زمان: اگر دز پرتو به جای یک بار تابش در زمان کوتاه در زمان طولانی به سیستم داده شود اثر

آن کمتر است به عبارت دیگر اگر مدت تابش طولانی شود دز بیشتری لازم است تا همان اثر دز در

زمان کوتاه را داشته باشد.

۳- فاکتورهای بیولوژیکی که برخی از آنها ذاتی و برخی مصنوعی می باشد که عبارتند از:

a) تاثیر اکسیژن: نمونه های بیولوژیکی در مجاورت اکسیژن به پرتو حساس تر می باشند.

b) سن: سن قبل از تولد حساس ترین حالت را دارد و با گذشت زمان این حساسیت کمتر می شود.

c) حسیت: حس مؤلف در مقابل پرتو حساسیت کمتری دارد.

d) برخی مواد شیمیایی واکنش سیستم بیولوژیک را نسبت به پرتو تغییر می دهد. که برای موثر بودن به

هنگام تابش باید این مواد در محیط بیولوژیک حضور داشته باشد.

۱-۲-۴ تاثیر پرتو بر مولکول DNA

DNA به علت داشتن اطلاعات ژنتیکی مهمترین مولکول بدن است و در هسته هر سلول مولکول DNA به صورت کمپلکس با مولکولهای دیگر کروموزومها را میسازند. کروموزومها رشد و تولید مثل سلول را کنترل می کنند. اگر صدمه به DNA شدید باشد، ناهنجاریهای کروموزومی می تواند دیده شود. صدمه به DNA ممکن است باعث مرگ سلول شود. اگر تعداد کافی سلول از یک گونه به پرتو واکنش یکسانی نشان دهند یک عضو یا بافت بخصوص می تواند از بین برود.

صدمه به DNA می تواند سبب فعالیت های متابولیکی غیرعادی مانند تقسیم کنترل نشده ی سلولی شود که ویژگی تولید بیماری های بدخیم ناشی از پرتو است. اگر آسیب به DNA در سلول جنسی انجام بگیرد امکان دارد صدمه تانسلی های بعد ادامه یابد. به طور کلی تابش پرتو باعث اثرات زیر بر روی DNA می شود.

۱- مرگ سلول ۲- سرطان ۳- صدمه ی ژنتیکی

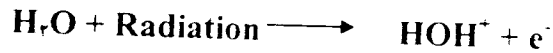
۱-۲-۵ اثر پرتو بر مولکول آب

چون ۸۰ درصد بدن انسان از مولکولهای آب تشکیل شده است پرتوتابی به آب نشان دهنده ی برخورد اصلی پرتو به بدن است. به طوری که تجزیه مولکولهای آب در اثر تابش (رادیکالیز آب)، اولین رویه دی است که آسیب بیولوژیکی از آن آغاز می شود.

اولین مرحله پیدایش آسیب که می توان آن را مرحله ی فیزیکی اولیه بنامیم کوتاهترین مرحله است و

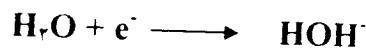
در حدود 10^{-12} S به طول می انجامد. در این مرحله انرژی در سلول ذخیره شده و باعث می شود که یون-

ها و مولکول‌ها یونیزه و برانگیخته شوند. مولکول‌های آب در اثر جذب انرژی یک الکترون از دست می‌دهند و به یک مولکول با بار مثبت تبدیل می‌شوند:



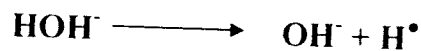
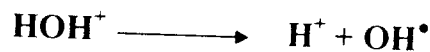
ممکن است این دو یون ترکیب شده و مولکول آب را تشکیل بدهند ولی اگر ترکیب نشوند،

واکنش زیر انجام می‌گیرد:

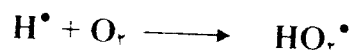


در ادامه یون‌های مثبت HOH^+ تجزیه و به H^+ و رادیکال آزاد هیدروکسیل یعنی OH^\bullet تبدیل

می‌شود و یون‌های منفی HOH^- تجزیه و رادیکال آزاد H^\bullet را ایجاد می‌کند یعنی:



پس نتیجه رادیولیز آب یون‌های H^+ و OH^- و رادیکال‌های H^\bullet و OH^\bullet که مولکول‌های غیر-رادرار، با الکترون‌های جفت نشده در پوسته‌ی والانس می‌باشد، هستند، که از نظر شیمیایی بسیار اکتیو می‌باشند. یون‌های H^+ و OH^- با هم ترکیب شده و مولکول بی‌خطر H_2O را می‌سازند و رادیکال‌های غیر پایدار با نیمه‌عمر 10^{-12} Sec و انرژی زیاد می‌توانند انرژی خود را به مولکول‌های دیگر منتقل نمایند و باعث گسست پیوندهای مولکولی و تولید ضایعاتی نقطه‌ای، در فاصله‌ای دورتر از محل وقوعی ایجاد یونیزه‌یون، شوند. همچنین دو مولکول OH^\bullet قادرند ترکیب شده و H_2O_2 که برای حیات سلول بسیار سمی است را تولید کنند. H^\bullet با ترکیب با اکسیژن رادیکال پراکسید را به وجود می‌آورد، که این مولکول همراه با H_2O_2 محصولات اصلی زیان‌آور آب هستند.



اگر یونیزاسیون اصلی روی یک مولکول رخ دهد، اثر را مستقیم و چنانچه یونیزاسین در فاصله‌ای دور از مولکول صورت پذیرد و این مولکول تحت تاثیر عوامل یونش واقع شود، اثر غیر مستقیم خواهد بود. اثر اصلی پرتو روی بدن انسان غیر مستقیم است، زیرا تقریباً ۹۵٪ از تأثیرات پرتو به صورت غیر مستقیم می‌باشد [۱]. در اثر واکنش رادیکال‌های آزاد با مولکول‌های آلی داخل سلول اثرات مهمی صورت می‌گیرد هر واکنشی با پروتئین‌ها و مولکول DNA هسته صورت بگیرد از اهمیت خاصی برخوردار است. واکنش این ماکرومولکول‌ها با محصولات رادیولیز آب ممکن است در نتیجه گسیختگی پیوندهای هیدروژنی یا در اثر بهم پیوستن، داخل رشته‌ای مولکول در رشته‌ای DNA تغییراتی در دومین و سومین ساختار پروتئین‌ها ایجاد کند. گسیختگی پیوندها ممکن است تغییرات فاحشی در خواص بیولوژیکی مولکول‌ها ایجاد کند. به عنوان مثال یک پروتئین آنزیم ممکن است در اثر همین تغییرات کاملاً فعالیت آنزیمی خود را از دست بدهد. گسسته شدن یا بهم پیوستن رشته‌های مولکولی DNA ممکن است اثرهای جدی در بر داشته باشد. که از بین رفتن قابلیت تقسیم سلول و تولید جهش‌هایی که ممکن است منجر به پیدایش سرطان یا تولد نوزادانی که از لحاظ ژنتیکی آسیب دیده‌اند، گردد [۳ و ۱].

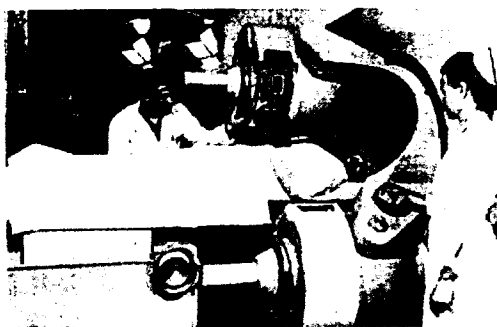
۱-۳ اصول پرتو درمانی

رادیوتراپی به درمان بعضی از بیماری‌ها به وسیله‌ی پرتوهای یون‌ساز اطلاق می‌شود و در حالت خاص، بیشتر، هدف درمان یا تخریب ظایعات بدخیم است. این تخریب باید انتخابی باشد، یعنی در حالی که سبب زمین بردن تومور می‌شود، به بافت سالم مجاور آن آسیب زیاد وارد نیآورده و امکان بهبود سریع آن باشد. این کار بیشتر با تابش دهی به تومور از جهت‌های مختلف انجام می‌گیرد، تا دز داده شده به تومور به بیشترین حد خود برسد. در پرتو درمانی معمولاً از دو روش پرتو درمانی خارجی (تله‌تراپی) و

پرتو درمانی داخلی (براکی تراپی) استفاده می‌شود، که در ادامه ادامه این دو روش را بیشتر توضیح خواهیم داد.

۱-۳-۱ تله تراپی

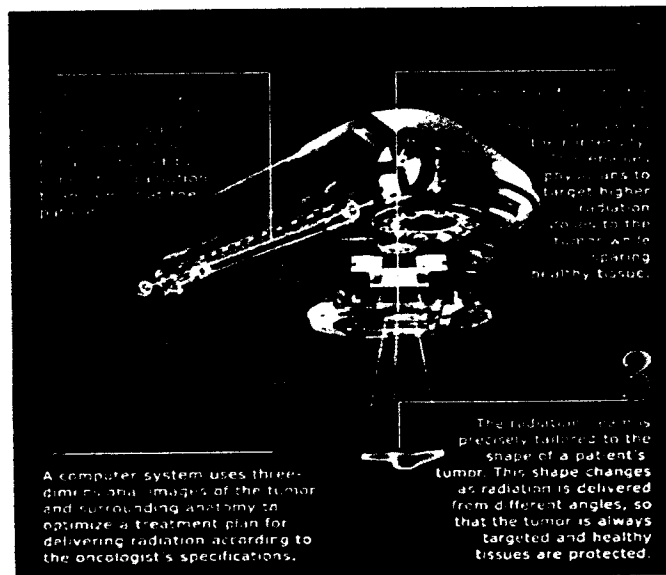
در این روش معمولاً اشعه گاما را توسط چشمه‌های رادیواکتیو و پرتوهای X را توسط دستگاه مولد این پرتوها، از محیط خارج بدن به سمت تومور می‌تابانند، که از این روش بیشتر در درمان سرطان‌های سطحی، مانند سرطان پوست، پستان و ... استفاده می‌شود. در سال ۱۹۵۱ رادیوتراپی با ^{60}Co برای اولین بار در انگلستان مورد استفاده قرار گرفت. از انرژی اشعه گامای چشمه ^{60}Co برای درمان سرطان‌های سر و گردن استفاده می‌شود. مهم‌ترین کاربرد آن در درمان سرطان‌های مربوط به گردن می‌باشد، ولی از آن در درمان سرطان‌های مری، شش‌ها و پروستات نیز استفاده می‌شود. در شکل ۱-۱ دستگاه تله‌تراپ و وضعیت بیمار نشان داده شده است [۵].



شکل ۱-۱: دستگاه تله‌تراپ.

شتاب دهنده خطی یا LINAC نوع دیگری از دستگاه‌های مربوط به تله‌تراپی می‌باشد که از طریق شتاب دادن به الکترون‌هایی که از سطح یک دیسک فلزی گرم شده خارج می‌شوند، اشعه X تولید می‌کند. مطابق شکل ۱-۲ الکترون‌ها در داخل یک لوله توخالی شتاب داده می‌شوند تا سرعت آنها به

نزدیکی سرعت نور برسد، در این عمل انرژی الکترون‌ها بسیار بالا رفته سپس این الکترون‌های پرانرژی، یک هدف فلزی را که معمولاً از جنس تنگستن می‌باشد بمباران کرده و سبب گسیل اشعه X از آن خواهد شد. پرتوهای گسیل شده توسط ولتاژی در گستره ۴ تا ۲۵ میلیون ولت - با توجه به انرژی مورد نیاز برای نفوذ به داخل تومور - بصورت یک باریکه مدادی شکل موازی‌سازی می‌شوند. آهنگ دز تولید شده توسط این وسیله تا ۶۰۰ سانتی‌گری بر دقیقه قابل افزایش است، از طرفی می‌توان آن را در مساحتی به قطر ۲mm که به اندازه ابعاد یک خال می‌باشد متمرکز نمود [۶].



شکل ۱-۲: دستگاه شتاب دهنده خطی یا LINAC.

۱-۳-۲ براکی تراپی

در این روش چشمه‌های رادیواکتیو را به شکل کپسول‌های کوچک ساخته، و در فواصلی نزدیک به هدف قرار می‌دهند، تا تومورهای بدخیم به طور مستقیم تحت تابش قرار گیرند. براکی تراپی نوعی پرتو درمانی خاص می‌باشد که می‌توان در آن مقدار مناسب تابش را برای بافت انتخاب نمود. در

برای تراپی از چشمه‌های رادیواکتیو نقطه‌ای یا مفتولی در داخل تومور یا نزدیک آن استفاده می‌شود. برای تراپی در مواردی که جراحی غیر ممکن است یا نتیجه خوبی ندارد، می‌تواند بکار برده شود. تاکنون از این روش برای درمان انواع تومورها، نظیر تومورهای موجود در گردن، پانکراس، صفرا، پروستات و پستان مورد استفاده واقع شده است [۱۲].

امتیاز برای تراپی این است که یک دز بسیار بالا به تومور، با حداقل تابش به بافت‌های اطراف داده می‌شود. ایراد عمده‌ی آن یکنواخت نبودن دز به علت بالاتر بودن شدت تابش در نزدیکی منبع است؛ هرچند به کارگیری چند منبع به یکنواخت ساختن دز کمک می‌کند. ایراد دیگر آن است که پس از قرار گرفتن منبع در محل مورد نظر چگونگی توزیع تابش را نمی‌توان تغییر داد. معمولاً در برای تراپی سوزن‌های حاوی رادیونوکلئیدها را درون تومور فرو می‌برند، با این که این درمان ابتدایی به نظر می‌رسد، ولی هنگامی که مورد استفاده قرار می‌گیرد روش درمانی بسیار مفیدی خواهد بود.

در نوع دیگر از برای تراپی دانه‌های حاوی مواد رادیواکتیو با طول عمر نسبتاً کوتاه به کار می‌روند، که این مواد رادیواکتیو، در غلاف‌هایی از جنس‌های مختلف با توجه به نوع ماده رادیواکتیو قرار داده می‌شوند و درون تومور برای همیشه جای داده می‌شوند. در شکل ۱-۳ سوزن‌های حاوی دانه‌های رادیواکتیو و صفحه نگه‌دارنده این سوزن‌ها که در برای تراپی پروستات مورد استفاده قرار می‌گیرد، نشان داده شده است.