



تأثیر نسبی بیولوژیکی (RBE)

n دزهای مشابه از پرتوهای یونیزان به علت LET متفاوت دارای اثر بیولوژیکی متفاوت می باشند.

n معمولاً تأثیر بیولوژیکی پرتوهای مختلف را نسبت به تأثیر بیولوژیکی پرتو x با انرژی 250 kV و یا کبالت تعیین می کنند.

مقدار دز لازم پرتو x از یک چشمه استاندارد 250 kV برای ایجاد یک اثر بیولوژیکی مشخص

RBE =

مقدار دز لازم از پرتو مورد نظر برای ایجاد همان اثر بیولوژیکی مشخص

مثال

n مثال: وقتی که موش با پرتو 250 kV x مورد تابش 650 rad قرار گیرد موجب مرگ آن می شود. اگر همین موش مورد تابش تنها 210 rad نوترون قرار گیرد نیز می میرد. مطلوبست RBE این نوترونها.

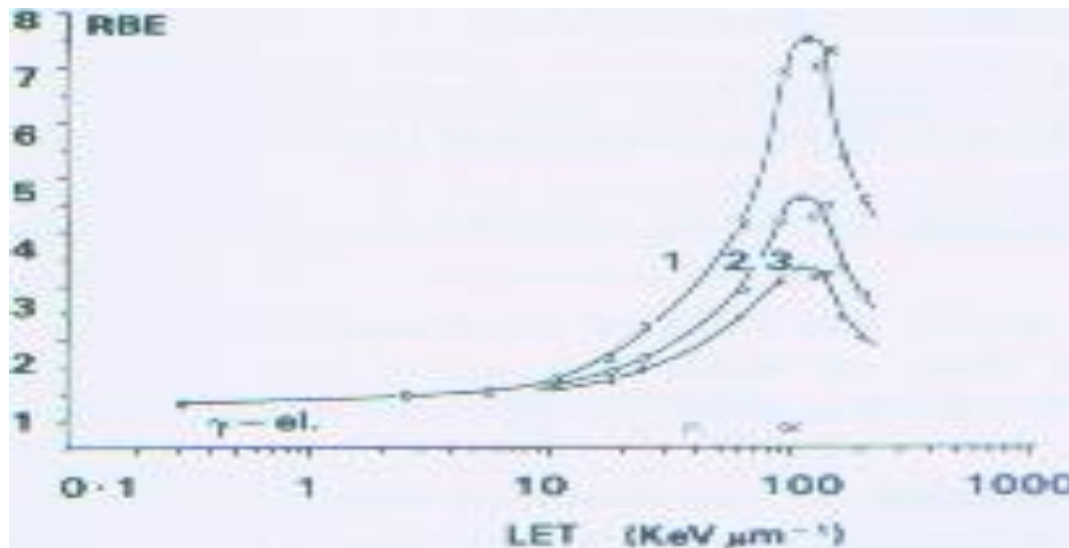
پاسخ:

$$\text{RBE} = \frac{650 \text{ rad}}{210 \text{ rad}} = 3.1$$

تأثیر نسبی بیولوژیکی (RBE)

RBE علاوه بر این که به نوع پرتو و انرژی آن بستگی دارد، به نوع بافت نیز وابسته است. شکل مقابل نشان دهنده RBE در بافتهای مختلف و LET های مختلف می باشد. همان طور که دیده می شود با افزایش LET مقدار RBE نیز افزایش می یابد تا آن که به یک بیشینه می رسد و پس از آن مقدار RBE با افزایش LET افزایش نمی یابد.

در واقع افزایش LET در ابتدا موجب افزایش انرژی به ذرات در طول مسیر می شود تا آن که LET به حدی افزایش می یابد که در این حالت همه هدفهای موجود در مسیر انرژی کافی برای انجام تغییر بیولوژیکی دریافت می نمایند. بنابراین افزایش بیشتر LET موجب هدر رفتن انرژی می شود و لذا بعد از آن RBE دیگر افزایش نمی یابد.



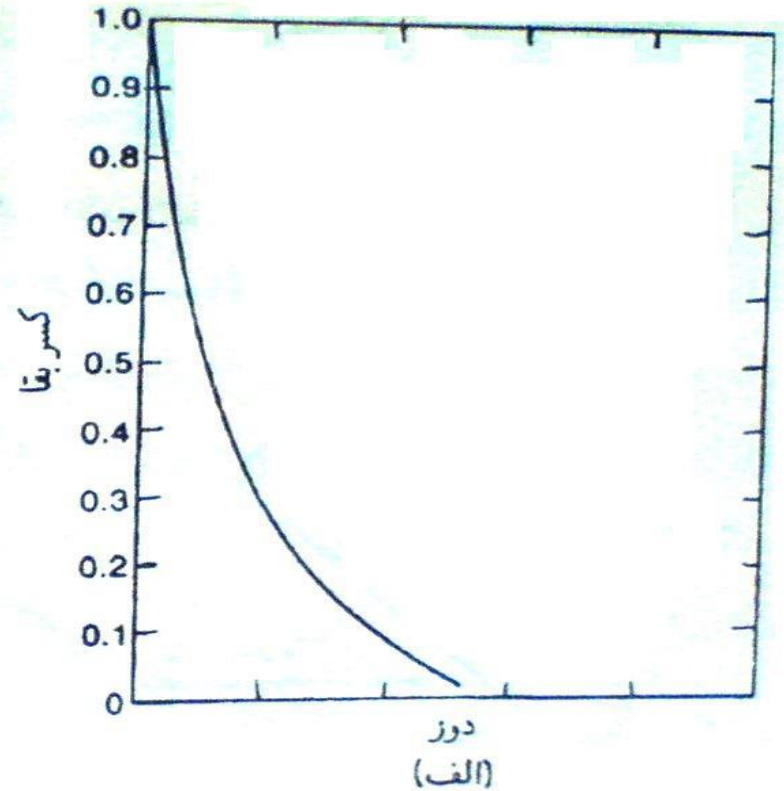
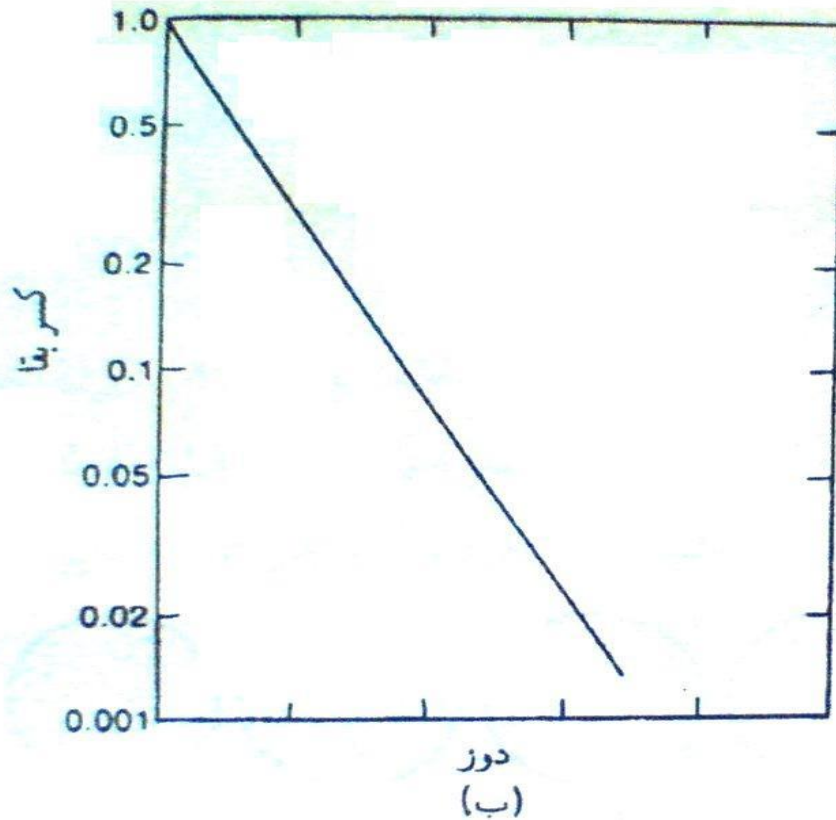
انواع منحنی های بقا (survival curve)

n اگر سلول بتواند رشد کند، یعنی قابلیت تولیدمثل خود را دارد. میزان از دست رفتن این قابلیت بر اثر تابش دز را با **منحنی بقا** نشان می دهند.

n به منظور بررسی روابط دز- پاسخ برای بقای سلول، خواه برای موجودات ریز یا سلولهای پستانداران، عموماً دو نوع رابطه یا منحنی بقای نمایی و منحنی سیگموئیدی (شانه دار) وجود دارد.

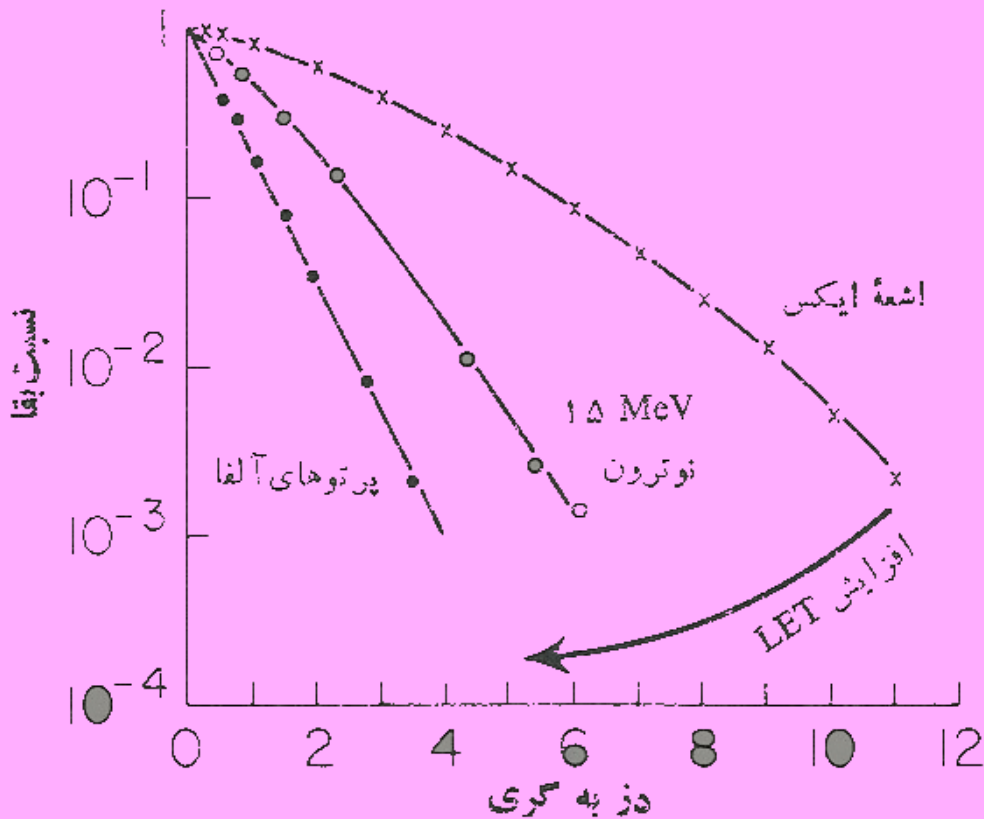
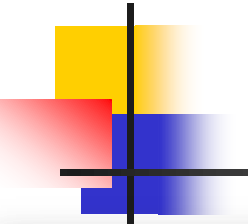
n شکل این منحنی ها در دو اسلاید بعدی به صورت نمایی و در مقیاس لگاریتمی رسم شده اند.

انواع منحنی های بقا (survival curve)



منحنی نمایی بقا. (الف) منحنی تغییرات کسر سلولهای زنده مانده بر حسب دز. (ب) منحنی تغییرات کسر سلولهای زنده مانده در مقیاس لگاریتمی بر حسب دز

وابستگی RBE به LET



- n با افزایش LET منحنی بقاء در دو جنبه مهم تغییر میکند:
- n شیب منحنی بقاء افزایش می یابد.
- n شانه منحنی سرعت کوچک می شود.

منحنی بقاء برای سلولهای کشت شده انسان

• پایین LET

• احتمال اینکه يك مسير تنها يك پارگي دو رشته اي ايجاد کند کم است و بیش از يك مسير لازم است.

• اشعه ایکس اثر بیولوژیکی کمی دارد.

• مناسب LET

• جدایی متوسط بین رخدادهای یونساز با قطر DNA دو رشته ای هماهنگی دارد.
یا

• فاصله متوسط وقایع یونیزاسیون منطبق با فاصله بین نقاط حساس سلول

• بالا LET

• به آسانی پارگی دو رشته ای ايجاد می کنند اما به علت نزدیکی زیاد وقایع یونیزاسیون به یکدیگر انرژی تلف می شود.

• دز تابش اشعه در کشتن سلولها از قابلیت کمتری برخوردار است چون اثر فوق کشنده رخ می دهد.



طبقه بندی آسیب های حاصل از پرتو

آسیب های حاصل از پرتوهای یونیزان را در سلولهای پستانداران می توان به سه گروه تقسیم نمود:

1. آسیب های کشنده (Lethal damage): این آسیب ها غیر قابل برگشت و غیر قابل ترمیم بوده و منجر به مرگ سلول می شوند.

2. آسیب زیر کشنده (Sublethal damage): این آسیب ها در شرایط طبیعی در ظرف چند ساعت ترمیم می شوند، مگر این که آسیب زیرکشنده اضافی دیگری به آن وارد شود. جمع این آسیب ها می تواند موجب ایجاد آسیب کشنده شود.

3. آسیب قابل کشنده (Potentially lethal damage): این آسیب ها مربوط به دسته ای از آسیب های کشنده است که در صورت تغییر محیط آنها ممکن است زنده بمانند. در صورتی که شرایط محیط زندگی برای گروهی از سلولها تغییر نماید، ممکن است که این سلولها زنده بمانند. ترمیم PLD در LET های بالا معمولاً انجام پذیر نمی باشد.



آسیب‌های کشنده و زیرکشنده

منحنی های بقا سلولهای مختلف پستانداران که تحت
تاثیر پرتو X یا گاما قرار می گیرند متفاوت می باشند.
معمولا این سلولها دارای یک شانه و سپس ناحیه ای با
شیب تند هستند.



اثر تندی دز (The dose rate effect)

n تندی دز در مورد پرتوهای یونیزان پراکنده مانند x و γ دارای تاثیر قابل توجهی بر حیات سلول می باشد.

n به طور کلی کاهش تندی دز موجب کاهش تاثیر پرتو می شود که در این ارتباط دو پدیده مجزا را بایستی در نظر گرفت:

1. ترمیم آسیب زیر کشنده حاصل از تشعشع، در حین تابش پرتو روی می دهد.

2. تجدید جمعیت سلولی در نتیجه تکثیر سلولی در حین تابش های طولانی پرتو صورت می پذیرد. هر چه مدت زمان تابش یک مقدار معین دز افزایش یابد ترمیم آسیب های زیرکشنده به طور موثرتر انجام می شود.

با کاهش تندی دز به مرحله و جایی می رسیم که تقریباً همه آسیب های زیرکشنده حین تابش ترمیم می شوند. اگر تندی دز خیلی کم باشد ممکن است در حین تابش پرتو تکثیر سلولی نیز صورت پذیرد.



اثر تندی دز (The dose rate effect)

n تاثیر تندی دز در مورد سلولهای مختلف متفاوت است و وابسته به نوع سلولها می باشد.

n در مقادیر بسیار پایین اثر مرگ آور بسیار کم می باشد، حتی اگر چند صد گری کل پرتو منتقل شده باشد.

n در رادیوتراپی تندی دز بایستی به حد کافی زیاد باشد به گونه ای که از ترمیم آسیب های زیرکشنده جلوگیری شود.

RBE و دزهای منقطع (Fractionation)

معمولاً در رادیوتراپی دز مورد نیاز جهت درمان به صورت تنها یک فرکشن به تومور منتقل نمی شود، بلکه دز لازم به چندین فرکشن تقسیم و طی آن چند فرکشن به تومور منتقل می شود.

RBE در رژیم درمانی منقطع بیشتر از موقعی است که با تابش منفرد انجام شود.



RBE برای سلولها و بافتهای مختلف

RBE در مورد بافتها متفاوت می باشد. آزمایش های انجام شده بر روی سلولهای مختلف این مطلب را به اثبات رسانده است. n

این آزمایش ها نشان داده اند که سلولهای مختلف دارای واکنش های مختلفی در برابر پرتو x می باشند. n

سلولهای پایه مغز استخوان حساس ترین سلولها در برابر پرتو x بوده اند. n

در مورد نوترونها نیز مطالب بالا یعنی وابستگی حساسیت سلول به پرتو وجود دارد، ولی این وابستگی کمتر می باشد. n

اختلاف این وابستگی مربوط به وجود شانه وسیع در مورد پرتو x در مقایسه با شانه کوچک در مورد نوترونها می باشد. n

RBE برای سلولها و بافتهای مختلف

n برای این که درمان با نوترونها و یا انواع دیگر پرتو با موفقیت بیشتری انجام شود، بایستی RBE آن نسبت به RBE بافتهای سالم مربوطه بیشتر باشد.

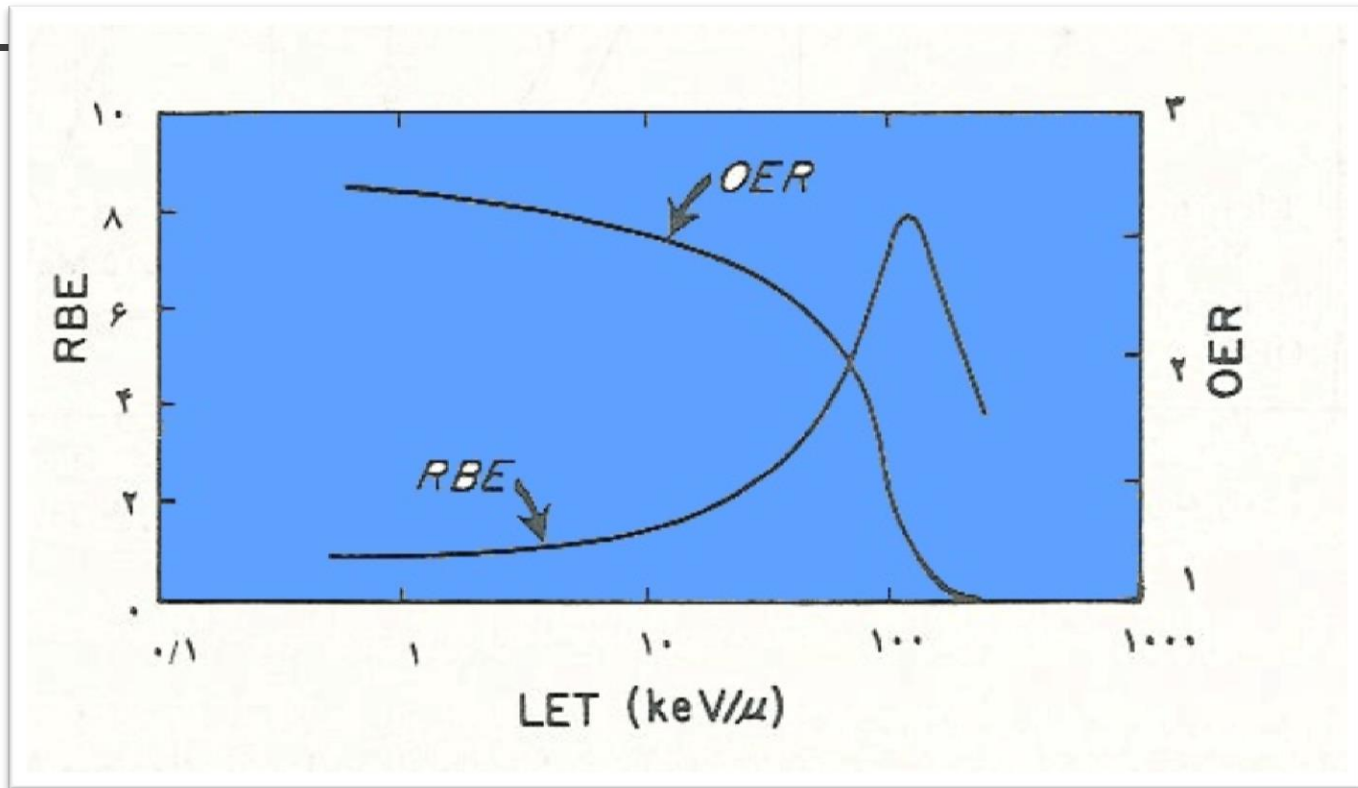
n برای این منظور از فاکتوری به نام فاکتور بهره درمانی (Therapeutic gain factor) استفاده می شود که این فاکتور باید بزرگتر از 1 باشد.

$$\text{فاکتور بهره درمانی (GF)} = \text{RBE}_{\text{تومور}} / \text{RBE}_{\text{بافت طبیعی}}$$

نسبت افزایشی اکسیژن (OER)

n اکسیژن بدلیل پایدار کردن رادیکال‌های آزاد ایجاد شده توسط پرتوها، باعث افزایش آسیب پرتوها میشود. اثر اکسیژن را با نسبت افزایشی اکسیژن (OER) می‌سنجند، و تعریف آن نسبت دز مورد نیاز برای ایجاد اثر بیولوژیکی مشخص در شرایط هیپوکسی به دز مورد نیاز برای ایجاد همان اثر با حضور اکسیژن میباشد

اثر اکسیژن و RBE



نکته مهم این است که: دو منحنی RBE و OER تصویر آینه ای هم هستند.

افزایش سریع RBE و کاهش سریع OER هر دو در حدود LET مشابه $100 \text{ KeV}/\mu\text{m}$ روی می دهد.



عوامل موثر بر RBE





چرخه سلولی

n بایستی توجه داشت که در یک مجموعه سلول همواره همه دوره های مختلف را می توان به طور هم زمان مشاهده نمود، چون سلول های مختلف با همدیگر هم فاز نمی باشند.

n نسبت تعداد سلولهایی که در یک مجموعه در حال میتوز هستند به کل تعداد سلولها را اندیکس میتوز (mitotic index) می نامند.

n هر چه این مقدار بیشتر باشد تکثیر سلولی بیشتر است.

n در تومورهای سرطانی این نسبت بیانگر سرعت پیشروی تومور می باشد.



مرگ سلولی

یکی از مهمترین آثار پرتوهای یونیزان ایجاد مرگ سلولی می باشد. از این خاصیت به ویژه در رادیوتراپی استفاده می شود. مرگ سلولی را می توان به دو نوع تقسیم نمود:

1. **مرگ میتوزی (Mitotic death):** این نوع مرگ مربوط به زمانی است که سلول در مرحله میتوز تحت تاثیر عاملی واقع شده و قدرت تکثیر سلولی خود را از دست بدهد. این نوع مرگ ممکن است موجب مرگ فوری سلول نشود بلکه در این مرحله قدرت تکثیر سلولی از دست می رود. سلول در مراحل بعدی چون توانایی تکثیر سلولی ندارد از بین خواهد رفت.

2. **مرگ بین مرحله ای (Interphase death):** این نوع مرگ مربوط به مرگی است که در اثر تغییر در سلول در مراحل غیر از میتوز ایجاد می شود. مرگ در این مرحله عمدتاً به صورت مرگ ناگهانی است و پس از تاثیر عامل خارجی بر روی سلول در این مراحل سلولی بلافاصله فعالیت حیاتی خود را از دست می دهد.

از دیدگاه تاثیر پرتو، مقدار پرتو لازم جهت ایجاد مرگ سلولی در حالت دوم بسیار بیشتر از ایجاد مرگ سلولی از نوع مرگ میتوزی می باشد.



حساسیت سلولهای مختلف

مهم ترین فاکتوری که تعیین کننده حساسیت سلولهای مختلف در مقابل پرتو است، D_{37} می باشد. هر چه مقدار D_{37} در مورد یک سلول کمتر باشد حساسیت سلول نسبت به پرتو بیشتر است.

آزمایشهای مختلف نشان داده اند که حساسیت سلولهای پستانداران نسبت به پرتو در مقایسه با باکتریها و ویروسها بیشتر می باشد.

D_{37} در سلولهای سرطانی پستانداران معمولاً 1 تا 2 گری می باشد در حالی که در مورد باکتریها این مقدار به دهها و صدها گری می رسد.

سلولهای گیاهی نیز مقاومتشان نسبت به پرتو زیاد است و D_{37} آنها به ده ها گری می رسد.

بنابراین سلولهای سرطانی و سلولهای پستانداران نسبت به پرتو حساسترند.



فاکتورهای موثر بر حساسیت پرتوی

n فاکتورهای متعددی در تاثیر پرتو بر روی بافتها موثر می باشند، بعضی از این فاکتورها عبارتند از:

1. **LET**: پرتوهای یونیزان مختلف دارای LET متفاوت می باشند. پرتوهای با LET مختلف دارای تاثیرات بیولوژیکی متفاوتی بر روی مواد بیولوژیکی هستند.

2. **فاکتور زمان (Fractionation)**: در صورتی که دز تابشی مشخصی به جای آن که در یک مرحله و سریع به یک عضو منتقل شود (acute exposure) در زمان طولانی به همان بافت منتقل شود دارای تاثیر کمتری خواهد بود.

برای نمونه 6 گری پرتو در 3 دقیقه برای یک موش مرگ آور است در حالی که اگر همین مقدار دز به صورت 10 mGy/h به موش منتقل کنیم زنده باقی می ماند.

این کار در رادیوتراپی بسیار با اهمیت بوده و موجب محافظت از بافت های سالم می شود. در فاصله بین دو تابش بافتهای سالم فرصت کافی برای ترمیم را دارا می باشند.

فاکتورهای موثر بر حساسیت پرتوی

3. **سن:** سن یک نمونه یا موجود در تاثیر پرتو روی آن بسیار مهم می باشد. بافت های انسان قبل از تولد دارای حساسیت زیادی نسبت به پرتو می باشند. با افزایش سن این حساسیت کاهش می یابد.

4. **بهبودی:** بسیاری از سلولها قادرند صدمات وارده را ترمیم نمایند. در صورتی که دز دریافتی به وسیله یک بافت جهت کشتن آن کافی نباشد آن بافت ممکن است مجددا خود را ترمیم نماید.

5. **محافظت کننده های پرتوی (Radioprotector):** برخی از مواد مانند سیستمین (Cysteine) و سیستيامین (Cysteamine) موجب افزایش مقاومت سیستم بیولوژیکی در مقابل پرتو می شوند. این مواد دارای نسبت حفاظت حدود 2 می باشند، یعنی در صورتی که 5 گری پرتو برای از بین بردن یک سیستم بیولوژیکی لازم باشد، در حضور این مواد دز لازم 10 Gy خواهد بود.

فاکتورهای موثر بر حساسیت پرتوی

6. **حساس کننده های پرتوی (Radiosensitizers):** بعضی از عوامل شیمیایی وجود دارند که موجب کاهش دز لازم برای یک اثر به خصوص بیولوژیکی می شوند. این گونه مواد، حساس کننده پرتوی نامیده می شوند. نمونه ای از این مواد اکتینومایسین D (Actinomycin D) و ویتامین K می باشند. این مواد دارای نسبت تاثیر 2 هستند، یعنی در صورتی که یک اثر به خصوص در غیاب این مواد با یک گری پرتو ایجاد شود، در صورتی که این مواد در محیط وجود داشته باشند، دز لازم 0.5 Gy خواهد بود.

یکی از مهم ترین مواد حساس کننده پرتوی اکسیژن است.



دز مرگ آور LD_{50}

LD_{50} دز مرگ آوری است (Lethal Dose) است که در صورت تابش به تمام بدن موجب مرگ 50 درصد جمعیت می شود. مدت زمان این مرگ به صورت اندیس نوشته می شود.

برای نمونه $LD_{50/30}$ به معنی دز مرگ آوری است که اگر به جمعیتی بتابد نیمی از آنها در مدت 30 روز خواهند مرد.

$LD_{100/30}$ دز مرگ آوری است که در صورتی که به جمعیتی بتابد همه جمعیت در 30 روز خواهند مرد.

اصول حفاظت:

ALARA -1

As Low As Reasonably Achievable



• این معیار و مفهوم تحت نام اصل ALARA یا هر چه کمتر موجه شدنی شناخته شده است . بدین معنی که بایستی میزان دز دریافتی موجه بوده و به حداقل ممکن ، کاهش

یابد

بیشینه دز مجاز

MPD

MAXIMUM PERMISSIBLE DOSE

• بیشترین دز تابش پرتو که با دانش امروز بشر بنظر نمی رسد سبب آسیب بدنی شود. دز بالای **MPD** خطرناک و کمتر از آن بی خطر در نظر گرفته می شود.

• براساس نظر سازمان بهداشت جهانی در برابر پرتوها افراد به دو دسته تقسیم می شوند :

• عموم جامعه: **MPD=0.5 rem/year**

• حرفه ای ها: **MPD=5 rem/year**

دز تجمعی مجاز برای حرفه ای ها

• از رابطه زیر نباید تجاوز کند:

$$D=5(N-18)/ 100$$

N سن

بیشینه مجاز یک سال $5rem=50mSv$

18 حداقل سن

در هر هفته دز پرتوکار از $1mSv$ نباید تجاوز کند.

تبصره ها

- در 13 هفته کاری (ربع سال) دز پرتوکار نباید از **30mSv** تجاوز کند.
- افراد زیر 18 سال نباید با پرتو کار کنند. در غیر اینصورت دز دریافتی آنها نباید از **1mSv** در سال تجاوز کند.
- برای زنان پرتوکار: **MPD** باید کمتر یا مساوی **5mSv** در سال باشد.



عوامل موثر در برابر حفاظت از اشعه

1- زمان پرتودهی را کم کنیم n

2- فاصله از منبع تشعشع (عکس مجذور فاصله) n

3- استفاده از وسایل محدود کننده اشعه n

Alpha



Paper

Beta

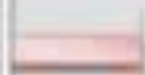


Aluminium

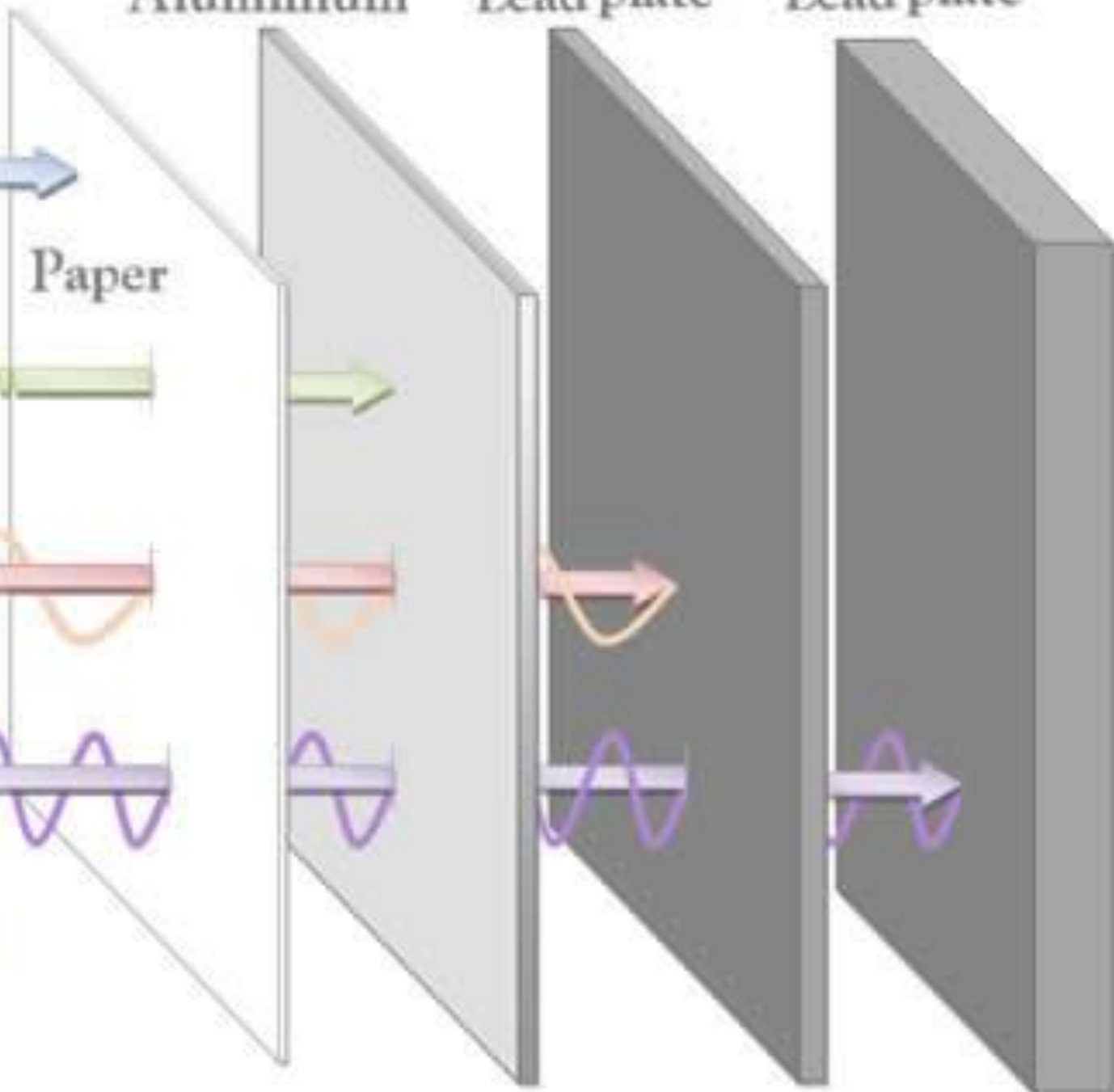
Lead plate

Lead plate

X



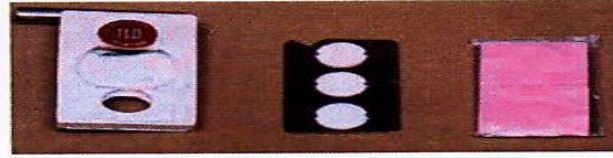
Gamma



2- حفاظت کارکنان

مونیتورینگ فردي

TLD



پن دوزیمتر



فیلم بج



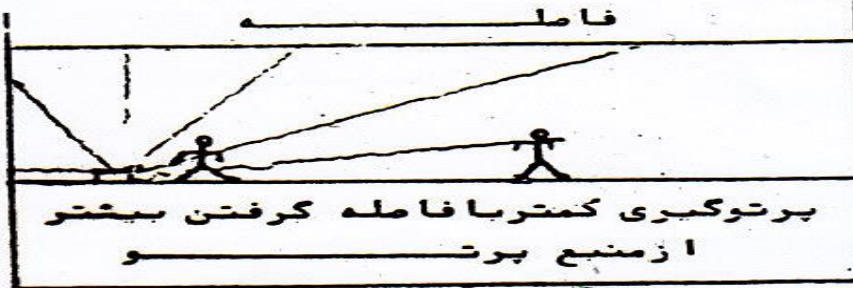
رعایت:

زمان

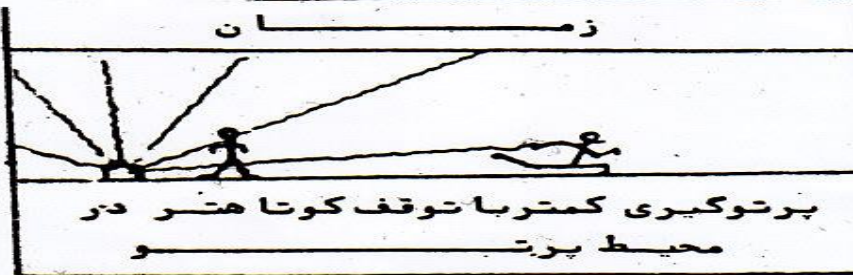
حفاظ

فاصله

فاصله



زمان



حفاظ



3- حفاظت بیمار

کاهش اندازه میدان تابش
عدم تکرار کلیشه ها
افزایش KV کاهش mas
استفاده از کمپرسور
استفاده از فیلتر

شیلد تیروئید



شیلد کفادها



دستکش سربی

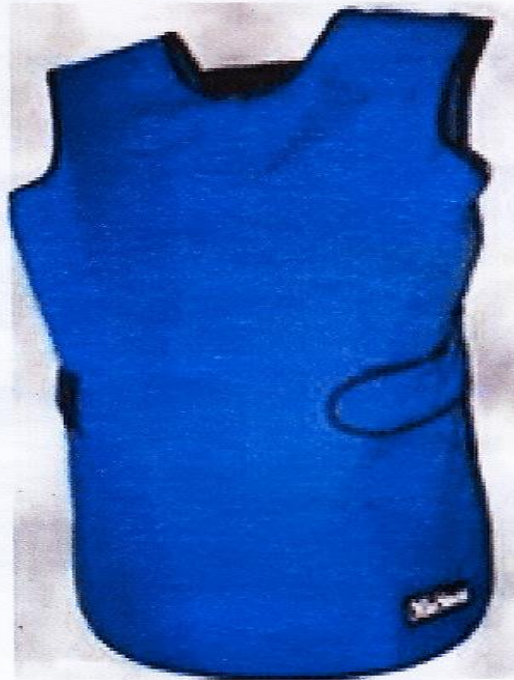


Apron protective
(روپوش حفاظتی از جنس سرب با ضخامت حداکثر
0/5 میلیمتر



Apron protective

روپوش حفاظتی: از جنس سرب با ضخامت حداکثر
۰/۵ میلیمتر

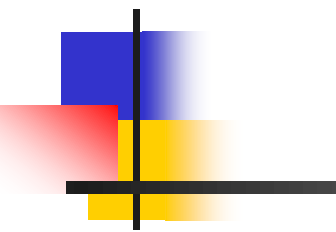


شیلد تیروئید



PHOTOGRAPHERS
DIRECT.COM

راديو تراپى



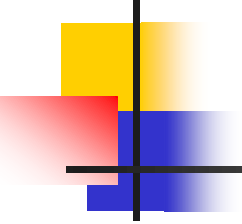
فهرست

- مفاهیم رادیوتراپی
- تومورها
- مولدهای تشعشع
- دستگاه کبالت
- تله تراپی
- براکی تراپی
- شتاب دهنده ی خطی و اجزای آن
- بتاترون
- IMRT



پرتودرمانی

⊙ رادیو تراپی یا پرتودرمانی عبارتست از استفاده پرتوهای یونیزان جهت کنترل و درمان بافتهای سرطانی که به عنوان یکی از مهمترین روشها در معالجه بسیاری از سرطانها شناخته شده است.



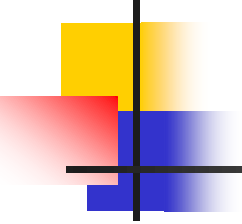
n مبنای این روش اثرات متقابل پرتوهای یون ساز با مواد و همچنین اثرات بیولوژیک این پرتوها می باشد. بدیهی است که شدت و انرژی پرتوهای مورد استفاده در رادیوتراپی باید به حدی باشد که بتوان با استفاده از آنها اثرات بیولوژیکی کاملاً مخرب به سلولهای سرطانی وارد نمود



n هدف از پرتو درمانی از بین بردن حداکثر سلولهای سرطانی با حداقل آسیب به بافت های سالم است .

تومورها

n سلولها به طور دائم تقسیم شده و تکثیر می شوند گاهی در بین فرایند تکثیر سلول ، یک سلول معیوب تولید می شود. در این میان فرآیندهایی در بدن وجود دارد که این سلول معیوب را نابود کرده و اجازه تقسیم به سلول معیوب را نمی دهد.

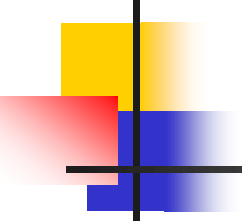


n مقدار دوز مورد استفاده در پرتودرمانی به نوع تومور و بافت یا اندام های در معرض آسیب بستگی دارد .

n برای بعضی از تومورها ، پرتودهی به نواحی غیرتومورال برای جلوگیری از رشد مجدد سلولهای سرطانی صورت میگیرد . این تکنیک ، پرتو درمانی پیشگیری کننده (**Prophylactic**) نامیده میشود



n . رادیوتراپی همچنین میتواند به کاهش علائم بیمار
مثل درد ناشی از گسترش سرطان به استخوان یا
سایر بافت های بدن کمک کند . این تکنیک
رادیوتراپی تسکین (**Palliative**) نامیده میشود .



n به هر علت اگر این فرآیند نابود شود یعنی سلول های معیوب بتوانند رشد کرده و تکثیر شوند، نطفه تومور یا سرطان به وجود خواهد آمد. رشد بافت تومور نسبتا سریع می باشد. این بافت به سرعت عروق خونی تشکیل داده و تکثیر میشود

تومورها با توجه به نحوه رشد ، نوع پراکندگی در بدن و شکل ظاهری به دو دسته خوش خیم و بدخیم تقسیم می شوند.

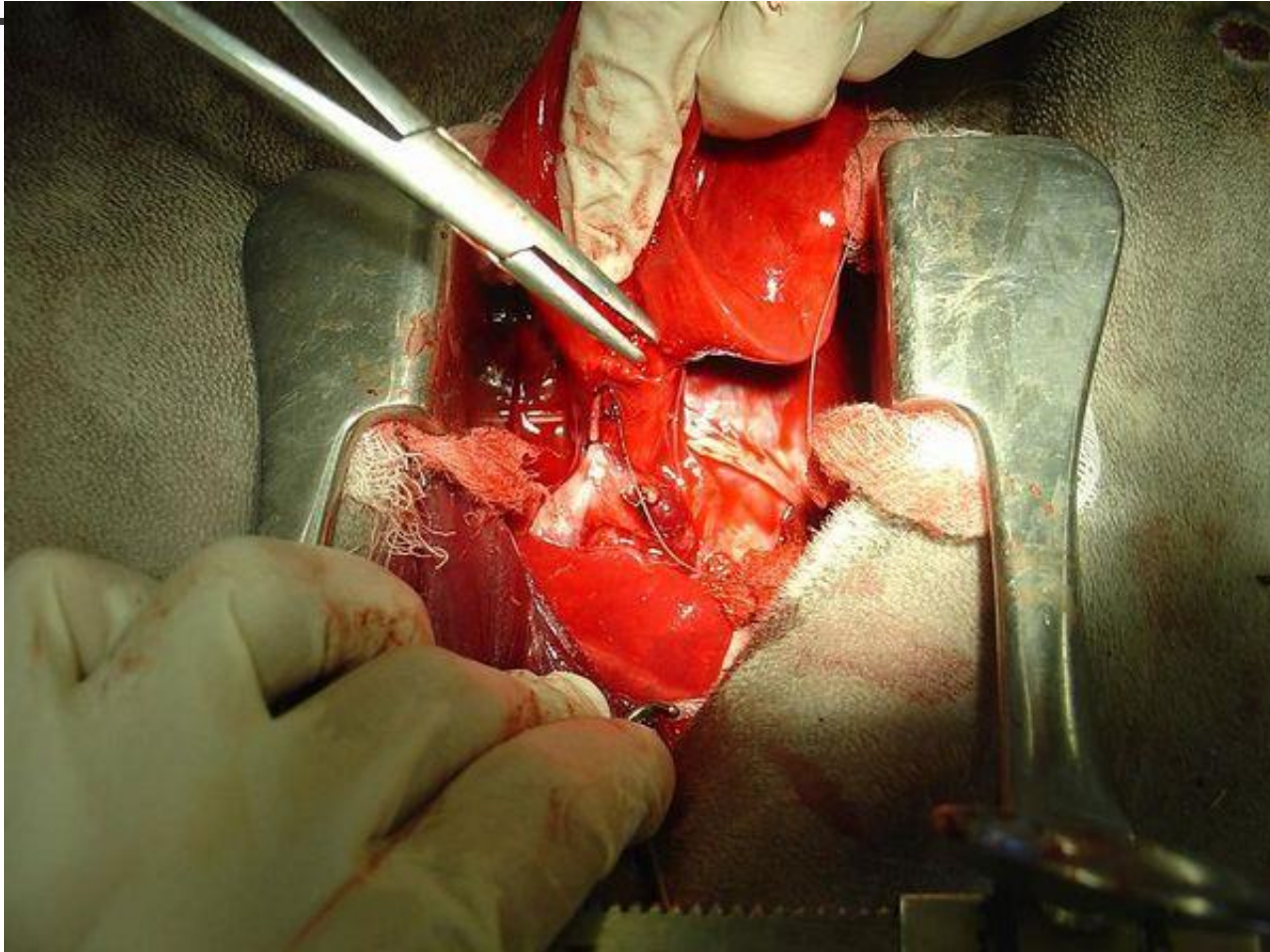
الف) تومورهای خوش خیم

تومورهایی که شباهت بیشتری به سلولهای اولیه داشته، رشدی منظم تر دارند و در اطراف خود کپسول تشکیل می دهند. این نوع تومور متاستاز نمی دهد ، و اغلب می توان با یک جراحی آن را نابود نمود.



ب) تومور بدخیم

این تومورها شباهت کمتری به سلول های پایه یا مادر دارند، خیلی سریع تکثیر می شوند، شکلی بسیار نامنظم داشته، اغلب متاستاز می دهند ، تومورهای بدخیم در مراحل اولیه قابل درمان می باشند، اما در مراحل بالاتر، درمان آنها بسیار مشکل و گاهی غیر ممکن است. اصولاً تومورهای بدخیم را به نام سرطان می شناسند.



راههای تشخیص تومورها

□ معاینه

الف) خود شخص به طور ماهانه بدن خود را از لحاظ وجود توده،
خال و زخمها بررسی کند.

ب) پزشک به طور دوره ای معمولا هر شش ماه عمل معاینه را انجام
می دهد.

□ آزمایش

وجود برخی از آنزیمها به علت وجود تومورها در بدن بالا می رود.

□ رادیوگرافی

□ پزشکی هسته ای

□ MRI

□ Ct scan

□ آنژیوگرافی

□ Biopsy

با نمونه برداری از بافت و آزمایش میکروسکوپی بافت به وجود تومور و نوع آن پی می برند.

□ آندوسکوپی

□ کولونوسکوپی

□ سیستوسکوپی

□ تست پاپ اسمیر جهت بررسی رحم.



درمان

n جراحی

در تومورهایی که متاستاز نداده اند و یا در مراحل پایین می باشند
و یا در مکانهایی که تومور قابل دسترسی است .

n شیمی درمانی

برخی داروها فعالیت و رشد تومورها را مختل می کند. داروهای
سایتوتوکسیک می تواند سلولهای تومورال را بکشد. برخی از
داروهای شیمیایی تشکیل دوک را در تقسیم میتوز به تأخیر
می اندازند و یا متابولیت سلول را مختل می سازند. برخی از
داروها تأثیرات اشعه را کاهش می دهد.



□ رادیوتراپی

اصولاً با ۲ هدف درمان و یا تسکین مورد استفاده واقع می شود.
در موارد تسکین، تنها درد بیمار را کاهش داده و مرگ را به
تأخیر می اندازند.

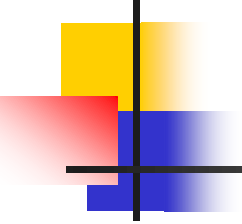
در این روش با تابش پرتوهای یونیزان استفاده از اثرات
نابودکننده آنها اقدام به درمان تومورها می نمایند.

الف) تومورهای سطحی

ب) تومورهای عمقی

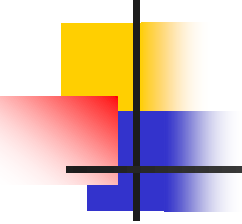
ج) درمان داخل حفره ای

د) تزریق ماده رادیواکتیو نشاندار



n پرتودهی ممکن است توسط دستگاهی خارج از بدن (رادیوتراپی خارجی) و یا توسط منبع پرتو در داخل بدن (رادیوتراپی داخلی) انجام شود

n . نوع پرتودهی به نوع تومور ، تحمل بافت های سالم اطراف محل آن ، مسافتی که پرتو باید در داخل بدن طی کند همچنین به سلامت عمومی بیمار ، تاریخچه بیماری و اینکه آیا بیمار از روشهای دیگر درمان استفاده خواهد کرد یا نه و مجموعه ای عوامل دیگر بستگی دارد .



n در بیشتر بیماران از روش پرتودرمانی خارجی و در تعدادی از بیماران از دو روش پرتو درمانی خارجی ، داخلی همراه با هم و یا جداگانه استفاده میشود .



رادیوتراپی خارجی

n پرتودرمانی یا رادیوتراپی خارجی معمولاً در بیماران سرپایی مورد استفاده قرار میگیرد. در بیشتر این بیماران نیاز به بستری شدن در بیمارستان نیست رادیوتراپی خارجی برای درمان انواع سرطان شامل سرطان مثانه، مغز، پستان، رکتوم، پانکراس، معده، گردن رحم، حنجره، ریه، پروستات استفاده میشود

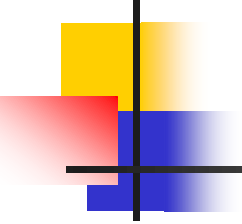
n علاوه بر این رادیوتراپی خارجی ممکن است برای کاهش دردهای متاستاتیک و یا مشکلات دیگر ناشی از گسترش تومورها مورد استفاده قرار گیرد.



رادیوتراپی داخلی : (*Brachy Therapy*)

n در این روش منبع تشعشع که در یک پوشش نگهدارنده کوچک پیچیده شده در داخل تومور و یا بسیار نزدیک به آن قرار میگیرد و **Implant** یا ماده کاشتنی نامیده میشود .

n مواد کاشتنی ممکن است در شکلهای مختلف مانند سیمهای کوچک ، تیوبهای پلاستیکی (کاترها) **ribbans** (رشته ای) کپسول و یا به شکل دانه ای وجود داشته باشد . مواد کاشتنی مستقیماً در داخل بدن گذاشته میشوند . در رادیوتراپی داخلی ممکن است بیمار نیاز به بستری داشته باشد

- 
-
- n رادیوتراپی داخلی معمولاً به یکی از روشهای زیر انجام میشود که هر کدام به طور جداگانه توضیح داده شده است .
 - n در هر سه روش از مواد کاشتنی سربسته استفاده میشود .

رادیوتراپی داخل نسجی : (*Interstitial Radiotherapy*)

n در این روش ماده رادیواکتیو در داخل بافت یا نزدیک محل تومور قرار میگیرد . این روش در درمان تومور های سر و گردن ، پروستات ، گردن رحم (**Cervix**) ، تخمدان ، پستان ، نواحی لگن و اطراف مقعد استفاده میشود .

رادیوتراپی داخل حفره ای : (*Therapy Intracavitary*)

n در این روش منبع رادیواکتیو بوسیله یک اپلیکاتور در داخل بدن قرار میگیرد . این روش معمولاً در درمان تومورهای رحم استفاده میشود .

n محققان در حال مطالعه و بررسی انواع رادیوتراپی داخلی برای درمان دیگر سرطانها شامل پستان ، مثانه ، رحم و واژن هستند .

رادیوتراپی سیستمیک : (پزشکی هسته ای)

n در این روش از مواد رادیواکتیو مانند **I** و استرانسیوم به صورت خوراکی و یا تزریقی استفاده می‌شود . این روش درمانی گاهی اوقات برای درمان سرطان تیروئید و لنفوم غیر هوچکینی بزرگسالان استفاده می‌شود .

براکي تراپي



مزایای رادیو تراپی

دوزیمتری تشعشع بر پایه فیزیک بنا نهاده شده است اما در روش های دارویی همچنان تلاش برای رسیدن به کمیت های قابل مقایسه ادامه دارد.

در رادیوتراپی عبور تشعشع از مناطق بدون جریان خون یا جابجایی فعال سلول هاست که چنین مناطقی در روش های درمانی دارویی ، از دسترسی به داروهای مورد نظر محروم می مانند .

در درمان های دارویی پس از مدتی استفاده از دارو ، بافت های مورد نظر نسبت به دارو مقاوم می شوند که چنین حالتی در رادیوتراپی بسیار کم رخ می دهد .

مولدهای اشعه X



- v مولدهای درمان سطحی
- v مولدهای اورتو ولتاژ
- v ماشین های مگا ولتاژ



دستگاه کبالت 60

این سیستم از منبع رادیواکتیو ^{60}Co استفاده می کند. نیمه عمر آن ۵.۳ سال و تابش کننده ی بتا است. ^{60}Co با یک تابش بتا به نیکل ^{60}Ni تبدیل می شود. پس نیکل با دو تابش گاما با انرژی های ۱.۱۷ و ۱.۳۳ Mev به حالت پایدار می رسد.



شتاب دهنده ی خطی

LINAC

یک جزء شتاب دهنده است که ذرات باردار الکترون ، پروتون یا یون های سنگین را در خط مستقیم شتاب می دهد .

ذرات باردار بوسیله ی میدان الکتریکی به سمت لامپ های الکترونی شتاب می گیرند و با عبور از این تیوب ها انرژی آنها بیشتر و بیشتر می شود تا اینکه از شتاب دهنده خارج شوند .

قسمت های اصلی آن شامل موارد ذیل است :

- تفنگ الکترونی
- همواگر یا Buncher

بتاترون

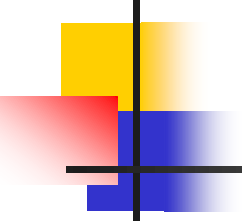
اصول کار بتاترون بر این مبناست که الکترون ها در یک میدان مغناطیسی در یک مدار دایره ای شتاب پیدا می کنند و سرعت آن افزایش می یابد .

الکترون با دور زدن انرژی اش بیشتر می شود . وقتی به حد مورد نظر رسید، الکترون منحرف کننده آن را تحت تاثیر قرار می دهد و در اثر انحراف مسیرش تغییر می کند و طوری طراحی شده است که از قسمت پنجره خارج می شود و به هدف برخورد می کند و تولید اشعه ی X می کند و یا آنکه به یک صفحه ی نازک جهت پراکنده نمودن الکترون ها برای درمان با الکترون برخورد میکند.

کم بودن مقدار دوز و کوچکی اندازه ی فیلد بتاترون در مقابل شتاب دهنده های خطی از عیوب بزرگ آن است .

حفاظت

n در رادیوتراپی داخلی (داخل نسجی ، داخل حفره ای) که با منابع رادیواکتیو سر بسته انجام میشود بیمار ممکن است در بیمارستان بستری شود . در این مورد پیش بینی های لازم برای حفاظت پرتویی پرسنل بیمارستان و ملاقات کنندگان صورت خواهد گرفت . منابع سر بسته بطور اساسی ناحیه اطراف خود را مورد تشعشع قرار میدهند ، بنابراین تنها ناحیه اطراف منبع ، و نه تمام بدن بیمار رادیواکتیو خواهد شد



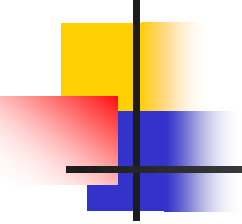
n در رادیوتراپی سیستمیک از منابع رادیواکتیو سرباز که وارد جریان خون میشوند استفاده میشود . مقداری از این مواد رادیواکتیو از طریق بزاق ، عرق یا ادرار بیمار از بدن خارج میشوند و تازمانیکه اکتیویته آنها به اتمام نرسیده است بدن رادیواکتیو است .

n بنابراین بعضی از مواقع پیش بینی های حفاظتی لازم برای افرادی که در تماس نزدیک با بیمار هستند بکار میرود .

رادیوتراپی تطبیقی سه بعدی

3D Conformal Radiation Therapy

رادیوتراپی تطبیقی برخلاف طرح درمان های قدیمی سه بعدی است و از کامپیوتر برای هدف گیری دقیق تر تومور استفاده میشود . امروزه بیشتر متخصصین سرطان شناسی از این روش استفاده میکنند . تصاویر سه بعدی **CT** ، **MRI** ، **PET** و یا **SPECT** تهیه و به کمک نرم افزارهای مخصوص ، پرتوهایی که با شکل تومور مطابقت دارند طراحی میشود .



n چون در این تکنیک بافت سالم اطراف تومور به طور وسیع از تشعشع دور است از دوزهای بالاتر برای درمان تومور می توان استفاده کرد .

n استفاده از این روش در تومور های پروستات ، ریه ، کبد و تومور های مغزی نتایج بهتری در برداشته است



IMRT

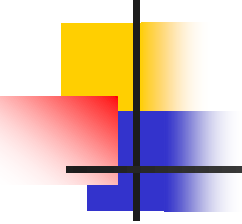
INTENSITY-MODULATED-ⁿ
RADIATION
THERAPY



پرتو درمانی با شدت متغیر (IMRT)

IMRT حالتی پیشرفته از پرتو درمانی با دقت بالاست که شتاب دهنده های پرتوی X را تحت کنترل کامپیوتر، برای تابش دوزهای دقیق تشعشع به تومور بدخیم بهینه می سازد .

دوز تشعشع به گونه ای طراحی می شود که از طریق کنترل های خاص و با تغییرات مختلف شدت به صورت سه بعدی با شدت زیاد به ناحیه تومور برخورد کند ، در حالیکه حداقل آسیب به بافت سالم اطراف وارد می شود .



n در این روش که یک نوع رادیوتراپی تطبیقی سه بعدی جدید است معمولاً از پرتوهای X با شدت‌های متفاوت برای انتقال دوزهای متفاوت پرتو به نواحی کوچک بافت به طور همزمان استفاده میشود.

n در این تکنولوژی نیز دوزهای بالا به تومور و دوزهای کمتر به بافتهای سالم اطراف میرسد. در برخی تکنیکها بیمار دوز روزانه بیشتری دریافت میکند و زمان کل درمان کاهش و موفقیت درمان بیشتر میشود. **IMRT** ممکن است عوارض جانبی درمان را کاهش دهد