



دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی گیلان

مستند علمی



دانشگاه علوم پزشکی دزفول

معاونت آموزشی
مرکز مطالعات و توسعه آموزش پزشکی (EDC)



دکتر مریم خرمی زاده

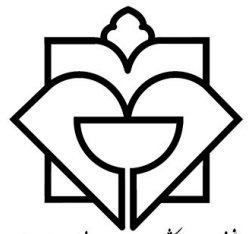
دکتری تخصصی فیزیک پزشکی

استادیار دانشگاه علوم پزشکی دزفول
دانشکده پزشکی

مفاهیم و اصول اساسی حفاظت در برابر اشعه



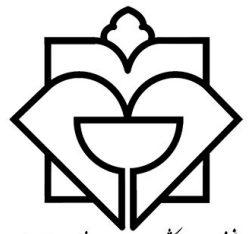
- تعریف پرتوهای یونساز
- اثرات بیولوژیکی پرتوهای یونساز
- هدف حفاظت در برابر اشعه
- چگونگی دستیابی به هدف
- قانون حفاظت در برابر اشعه ایران
- استانداردهای حفاظت در برابر پرتوگیری خارجی
- اصول اساسی حفاظت در برابر پرتوگیری داخلی



دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران

تعریف پرتوهای یونساز

پرتوهای یونساز از دیدگاه حفاظت در برابر اشعه به پرتوهایی اطلاق می‌گردد که بتوانند در مواد بیولوژیکی یونسازی نمایند نظیر پرتوهای آلفا، بتا، گاما، ایکس و نوترون.



دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران

منابع پرتوگیری

➤ منابع پرتو در طبیعت:

(background dose)

■ پرتوگیری از پرتوهای کیهانی در سطح

زمین

■ پرتوگیری از پتاسیم پرتوزای طبیعی

(پتاسیم ۴۰)

➤ منابع پرتو در پزشکی:

➤ رادیولوژی

➤ رادیوتراپی

➤ پزشکی هسته‌ای

هدف حفاظت در برابر اشعه

➤ جلوگیری از اثرات قطعی

➤ کاهش اثرات احتمالی

قانون حفاظت در برابر اشعه ایران

این قانون در سال ۱۳۶۸ توسط مجلس شورای اسلامی به تصویب رسیده است.

بر اساس این قانون، واحد قانونی موظف به اجرای مقررات، آیین نامه ها و استانداردهای مربوطه می باشد. این مسئولیت ها از طرف سازمان انرژی اتمی ایران به مرکز نظام ایمنی هسته ای کشور به عنوان واحد قانونی (Competent Authority/ Regulatory Body) تفویض شده است.



استانداردهای حفاظت در برابر اشعه

استانداردهای بین المللی: ➤

ICRP 60(The International Commission on
Radiological Protection) ❖

IAEA, Safety Series 115, Basic Safety Standard
(BSS) ❖

استانداردهای ملی: ➤

حفاظت در برابر پرتوهای یونساز و ایمنی منابع پرتو-
استاندارد پایه، کد ملی: ۷۷۵۱ ❖

Basic Radiation Safety Standard, (BRSS) ❖



اصول اساسی حفاظت در برابر اشعه

➤ توجیه پذیری فعالیت (Justification)

➤ بهینه سازی حفاظت (Optimization)

ALARA= As Low As Reasonably Achievable

➤ حدود دُز فردی (Dose Limits)



مقررات عمومی فعالیت پرتوی

توجیه پذیری

➤ هیچگونه فعالیت پرتوی یا منابع آن مجاز نیست مگر آنکه سود حاصل از آن در مقایسه با اثرات زیانباری که ممکن است برای افراد یا جامعه داشته باشد با در نظر گرفتن موازین اقتصادی و اجتماعی آشکار باشد.

فعالیت های زیر توجیه پذیر نیستند:

➤ افزودن مواد پرتوزا در مواد غذایی و آشامیدنی (بجز برای اهداف پزشکی)، آرایشی، اسباب بازی و جواهر و زینت آلات.



مقررات عمومی فعالیت پرتوی بهینه سازی

در رابطه با پرتوگیری از هر منبع پرتو در فعالیت پرتوی، حفاظت و ایمنی باید طوری بهینه گردد که :

➤ دز فردی

➤ تعداد افراد پرتودیده

➤ احتمال پرتوگیری

هر چه کمتر موجه شدنی باشد.



مقررات عمومی فعالیت پرتوی دز محدود شده

- بجز پرتوگیری پزشکی، برای بهینه سازی حفاظت و ایمنی باید دز محدود شده اعمال گردد.
- دز محدود شده باید از مقادیر تعیین شده توسط واحد قانونی و از حد دز تجاوز نکند.
- دز موثر مردم با در نظر گرفتن پرتوگیری از سایر منابع از حد دز تجاوز نکند.

کمیت ها و یکاهای حفاظت در برابر اشعه



دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران

هدف

در مبحث حفاظت در برابر اشعه، به منظور ارزیابی خطرات بالقوه ناشی از پرتوها و نیز برآورد میزان آسیب بیولوژیکی ناشی از پرتوها، شناخت کمیت های و یکاهای آن امری ضروری است:

➤ کمیت هایی که میدان پرتو را توصیف می نمایند را **کمیت های پرتوسنجی** می نامند (مانند پرتودهی).

➤ کمیت هایی که **میزان مشخصی از پرتو** را اندازه گیری می نمایند **کمیت های دز سنجی** نامیده می شوند (دز جذبی ، دز معادل ، دز مؤثر و...).



پرتودهی

- پرتودهی که با علامت (X) نشان داده می شود کمیتی است برای سنجش میزان فوتون های ایکس و گاما و سه نکته در تعریف آن حائز اهمیت است:
- 1. فقط برای فوتون ها تعریف می گردد.
- 2. در هوا بکار برده می شود.
- 3. کل بارهای هم علامت تولید شده را اندازه گیری می نماید .
- یکای جدید پرتودهی **کولن بر کیلوگرم (C/Kg)** و یکای قدیم آن **روننگن (R)** می باشد.



دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران

دز جذبی

➤ دز جذبی که با (D) نشان داده می شود کمیتی است که انرژی جذب شده از **کلیه پرتوها** در واحد **جرم هر ماده** را اندازه گیری می کند.

➤ یکای جدید دز جذبی **ژول بر کیلوگرم** ماده می باشد که نام ویژه آن **گری (Gy)** می باشد.

➤ یکای قدیم دز جذبی **راد (rad)** می باشد .

➤ **یک گری** عبارت است از انرژی معادل یک ژول ناشی از **انواع پرتوها** که به یک کیلوگرم از ماده منتقل میشود.

$$1\text{Gy}=100\text{ rad}$$

➤ **یک راد** عبارت است از انرژی معادل 10^{-2} ژول ناشی از **انواع پرتوها** که به یک کیلوگرم ماده منتقل می شود.



دوز معادل

➤ دوز معادل که با $(H_{T,R})$ نشان داده می شود کمیتی است که دوز جذب شده در **بافت** را با توجه به **اثرات بیولوژیکی** آن را اندازه گیری می کند و برابر است با حاصل ضرب متوسط دوز جذب شده از پرتو نوع R در بافت T $(D_{T,R})$ در ضریبی به نام **ضریب توزین پرتو** (W_R) .

$$H_{T,R} = D_{T,R} * W_R$$

➤ یکای جدید دوز معادل مانند دوز جذبی **ژول بر کیلوگرم** ماده می باشد که نام ویژه آن **سیورت (Sv)** می باشد.

$$1Sv = 100 \text{ rem}$$

➤ یکای قدیم دوز معادل **رم (rem)** می باشد.

➤ میزان دوز معادل در واحد زمان را **آهنگ دوز معادل** می نامند.

- پرتو را جهت محاسبه دز معادل ضریب توزین پرتو ، ضریبی است که کیفیت (نوع و انرژی) در نظر می گیرد.
- ضریب توزین پرتو فقط برای بررسی اثرات احتمالی مورد استفاده قرار می گیرد.

ضریب توزین پرتو، W_R	نوع و محدوده انرژی
1	فوتون ها (در تمام انرژی ها)
1	الکترون ها (تقریبا در تمام انرژی ها)
5	نوترون ها با انرژی کمتر از 10keV و نوترون های حرارتی
10	نوترون های با انرژی 10keV تا 100 keV
20	نوترون های با انرژی 100keV تا 2MeV
10	نوترون های با انرژی 2MeV تا 20MeV
5	نوترون های با انرژی 20MeV و بیشتر
5	پروتون های با انرژی 2MeV و بیشتر
20	ذرات آلفا، پاره های شکافت و هسته های سنگین



دز مؤثر

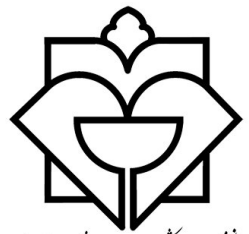
➤ دز مؤثر که با (E) نشان داده می شود کمیتی است که در محاسبه دز جذب شده در بافت ، علاوه بر نقش اثرات بیولوژیکی پرتوهای مختلف ، **نقش بافت های مختلف بدن** را (در ارتباط با وقوع آثار آماری ، نظیر سرطان ها) در نظر می گیرد و برابر است با مجموع حاصل ضرب دزهای معادل (H_T) در ضریبی به نام **ضریب توزین بافت (W_T)**.

$$E = \sum_T H_T * W_T$$

➤ یکاهای دز مؤثر همانند دز معادل **سیورت و رم** می باشد.

ضریب توزین بافت ، ضریبی است که نوع بافت تابش دیده را جهت محاسبه دز مؤثر در نظر می گیرد.

نوع بافت یا عضو	ضریب توزین بافت، W_T
غدد تناسلی	0.20
مغز استخوان (قرمز)	0.12
روده بزرگ	0.12
ریه	0.12
معدده	0.12
مثانه	0.05
سینه	0.05
جگر	0.05
مری	0.05
تیروئید	0.05
پوست	0.01
سطح استخوان	0.01
سایر اعضاء DR.KHORRAMIZADEH	0.05



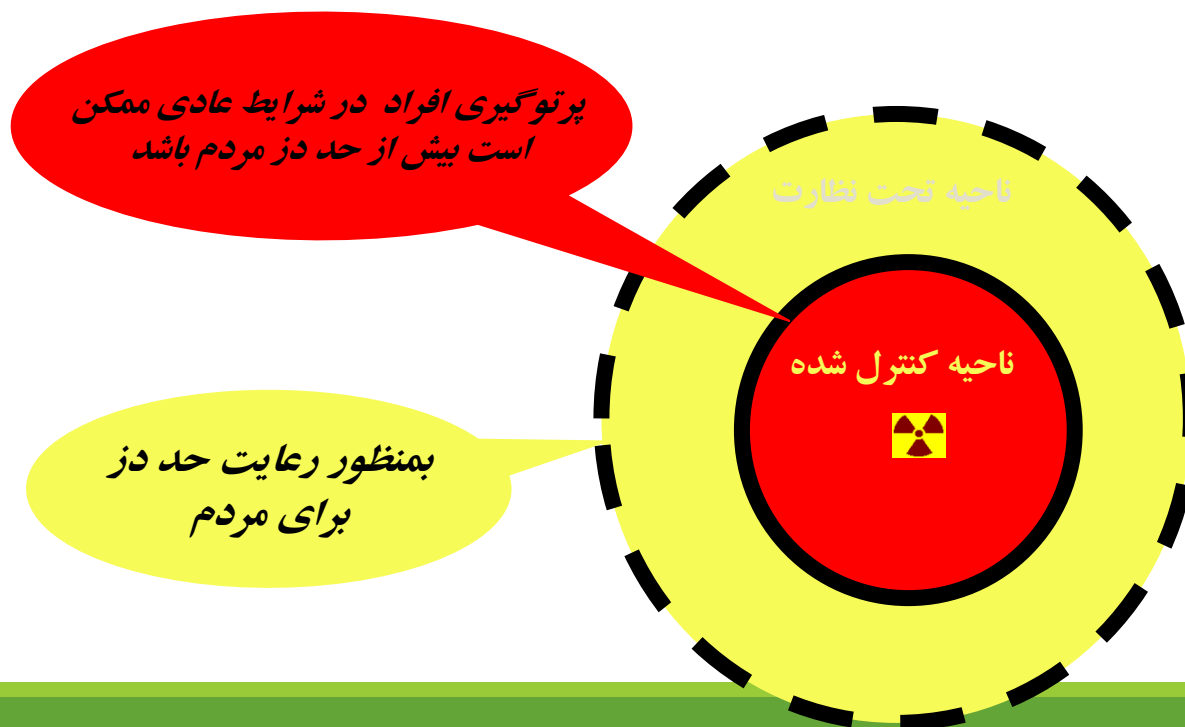
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران

مقررات پرتوگیری شغلی

تقسیم بندی نواحی کار

➤ ناحیه کنترل شده

➤ ناحیه تحت نظارت





مقررات پرتوگیری شغلی ناحیه کنترل شده

هر ناحیه ای که در آن معیارهای حفاظتی ویژه و مقررات ایمنی به دلیل

- کنترل پرتوگیری در شرایط عادی کار
- جلوگیری از پخش آلودگی
- جلوگیری یا محدود کردن پتانسیل پرتوگیری

انجام گیرد و یا مورد نیاز باشد **ناحیه کنترل شده** نامیده میشود.



مقررات پرتوگیری شغلی ناحیه تحت نظارت

هر ناحیه خارج از ناحیه کنترل شده که بررسی پرتوگیری شغلی در آن ضروری باشد، ناحیه تحت نظارت نامیده می شود. در این ناحیه معمولاً اجرای مقررات حفاظت و ایمنی ضرورت ندارد.



مقررات پرتوگیری شغلی مونیتورینگ فردی

- استفاده از مونیتور فردی برای کارکنانی که بطور موقت یا دائم در ناحیه کنترل شده کار می کنند، الزامی است.
- مونیتورینگ فردی برای کارکنان ناحیه تحت نظارت ضرورت ندارد.
- برای تعیین پرتوگیری شغلی کارکنان ناحیه تحت نظارت میتوان از نتایج مونیتورینگ محل کار استفاده نمود.
- در مواردی که تعیین پرتوگیری براساس مونیتورینگ فردی میسر و یا قابل اعتماد نباشد ارزیابی باید براساس نتایج مونیتورینگ محیطی و بازرسی محل کار انجام پذیرد.
- برای کارکنانی که در معرض پرتوگیری داخلی هستند، باید برنامه مونیتورینگ مناسب اجرا گردد.

حد دز

- دز نباید از حد های مشخص شده در ICRP60 و استانداردها تجاوز نماید.
- حدهای دز، حدهای مجاز برای دز نیست.
- حدهای دز، برای پیشگیری از اثرات قطعی و محدود کردن اثرات آماری (در سطح قابل قبول) تعیین شده اند.
- برای پرتوگیری پزشکی حد دز بکار نمی رود.

حد دز پرتوگیری شغلی

➤ میانگین دز موثر در ۵ سال متوالی 20 mSv/y

➤ دز موثر سالیانه 50 mSv/y

➤ دز معادل در عدسی چشم 150 mSv/y

➤ دز معادل در دست، پا و پوست 500 mSv/y



دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران

حد دز پرتوگیری مردم

➤ دز موثر سالیانه 1 mSv/y

❖ دز موثر تا 5 mSv در یکسال می تواند قابل قبول باشد مشروط بر اینکه میانگین پرتوگیری سالیانه از 1 mSv/y تجاوز نکند.

➤ دز معادل در عدسی چشم 15 mSv/y

➤ دز معادل در دست، پا و پوست 50 mSv/y



حد دز

برای محصلین یا کارآموزان در سنین ۱۶-۱۸ سال

➤ دز موثر سالیانه 6 mSv/y

➤ دز معادل در عدسی چشم 50 mSv/y

➤ دز معادل در دست، پا و پوست 150 mSv/y

حفاظت در برابر پرتوگيري خارجي

انواع پرتوگیری

خارجی

داخلی



دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران

عوامل مؤثر بر خطر پرتوگیری خارجی

(۱) زمان

(۲) فاصله

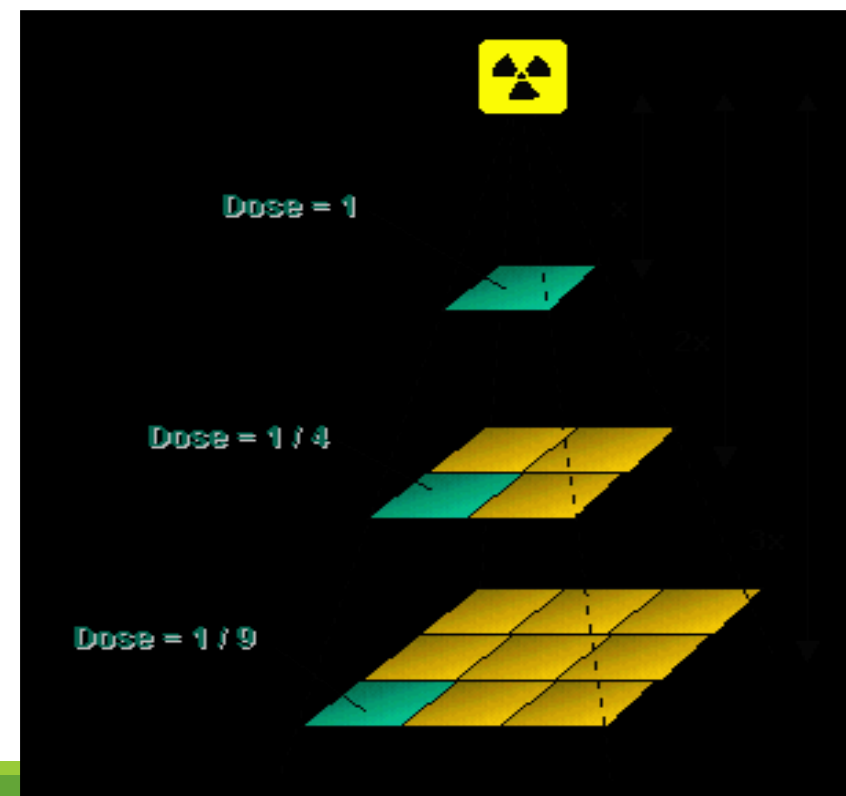
(۳) حفاظ

به منظور کاهش خطر پرتوگیری باید:

- (1) زمان حضور در میدان پرتو به حداقل برسد.
- (2) فاصله تا محل چشمه به حداکثر برسد.
- (3) از حفاظ مناسب (با توجه به نوع پرتو) استفاده شود.

پارامتر فاصله

- قانون عکس مجذور
برای چشمه های فاصله
نقطه ای، پرتوگیری با
عکس مجذور فاصله
متناسب است



اثر فاصله بر آهنگ دز

آهنگ دز متناسب با عکس مجذور فاصله کاهش می‌یابد:

$$\dot{D} \propto \frac{1}{d^2}$$

به عبارت دیگر:

$$\frac{\dot{D}_1}{\dot{D}_2} = \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2$$

یا

متری d / آهنگ دز در فاصله ۱ متری = آهنگ دز در فاصله d^2



حفاظ گذاری

انواع حفاظ گذاری:

- (1) حفاظ گذاری در برابر پرتوهای **آلفا**
- (2) حفاظ گذاری در برابر پرتوهای **بتا**
- (3) حفاظ گذاری در برابر پرتوهای **ایکس و گاما**
- (4) حفاظ گذاری در برابر پرتوهای **نوترون**



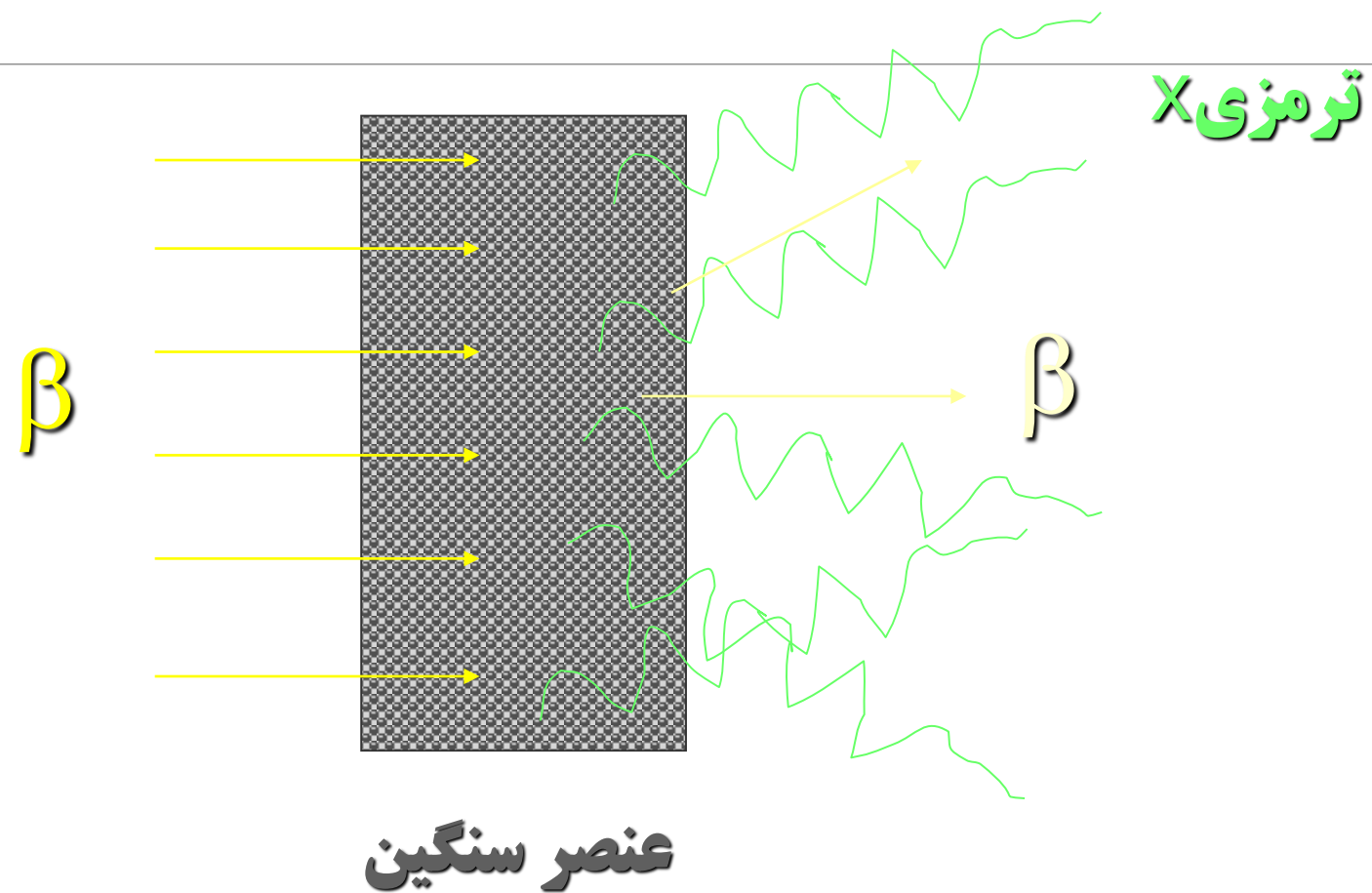
حفاظ گذاری در برابر پرتوهای آلفا

پرتوهای α در اثر برخورد با مولکول های هوا به
سرعت انرژی از دست می دهند. بنابراین نیازی به
حفاظ برای مهار آنها نیست.



دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران

حفاظ گذاری در برابر پرتوهای بتا





حفاظ گذاری در برابر پرتوهای بتا (ادامه...)

مناسب ترین حفاظ برای مهار پرتوهای β از دولایه تشکیل می شود:

لایه اول: ماده ای با **عدد اتمی کوچک** مانند پلاکسی گلاس یا

پلاستیک با ضخامت زیاد، برای متوقف کردن پرتوهای بتا
(الکترونها).

لایه دوم: ماده ای با **عدد اتمی بزرگ** مانند سرب برای تضعیف
پرتوهای X تولیدی.



حفاظ گذاری در برابر پرتوهای ایکس و گاما

اشعه ایکس تک انرژی و یا اشعه گاما در عبور از حفاظ به صورت نمایی تضعیف می گردد:

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

I_0 شدت قبل از حفاظ : شدت عبوری پس از حفاظ

μ : ضریب تضعیف خطی

x : ضخامت ماده حفاظ



حفاظ گذاری در برابر پرتوهای نوترونی

✓ نوترون ها بار الکتریکی ندارند.

✓ بیشینه انتقال انرژی وقتی رخ می دهد که نوترون با هسته اتم هیدروژن برخورد کند.

✓ با افزایش عدد جرمی میزان کندکنندگی آنها کوچک می شود. بنابراین برای حفاظ گذاری در برابر نوترون ها از مواد هیدروژن دار مانند آب یا پارافین استفاده می شود.

✓ جذب نوترون در حفاظ تولید گاما می کند.

حفاظ گذاری در برابر پرتوهای نوترونی (ادامه...)

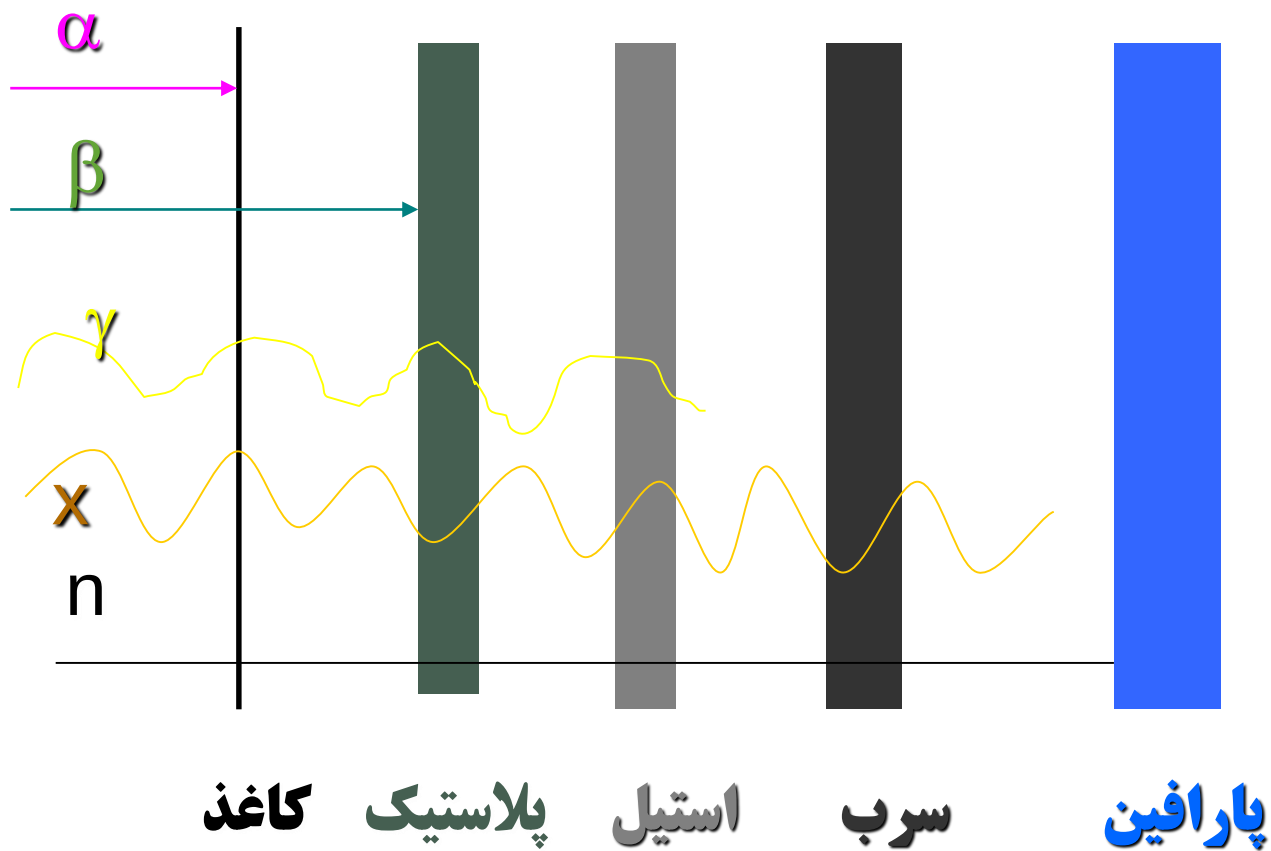


دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران

حفاظ چشمه های نوترونی از دو لایه تشکیل می شود:

- (1) لایه ای از مواد هیدروژن دار
- (2) لایه ای از مواد سنگین مانند سرب

مقایسه میزان نفوذ پرتوهای مختلف



حفاظت در برابر پرتوگیری خارجی



مهمترین حفاظ های پرتویی مورد استفاده در پزشکی

□ روپوش سربی:

- روپوش سربی از سرب به همراه ترکیباتی از لاستیک کش دار و قابل انعطاف ساخته می شوند.
- ضخامت آنها معادل 0.5 میلیمتر سرب است.
- یک روپوش سربی $70-80$ درصد مغز فعال استخوان را می پوشاند.

□ دستکش سربی: دستکش های سربی با ضخامت 0.25 میلیمتر سرب، که بسیار ظریف بوده و به راحتی قابل استفاده اند.

حفاظت در برابر پرتوگیری خارجی



مهمترین حفاظ های پرتویی مورد استفاده در پزشکی

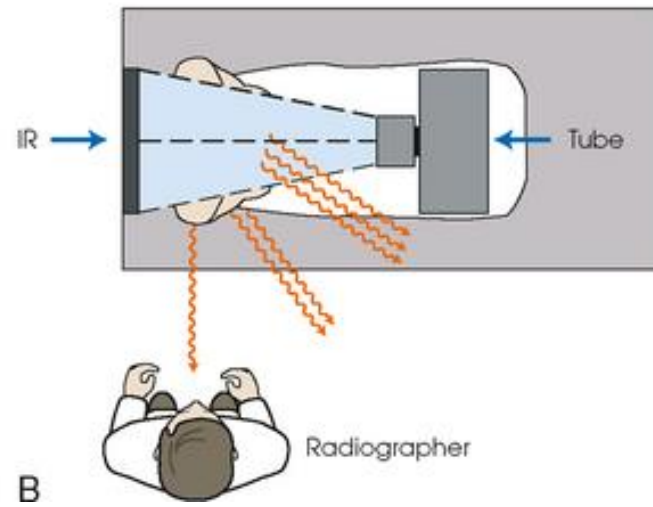
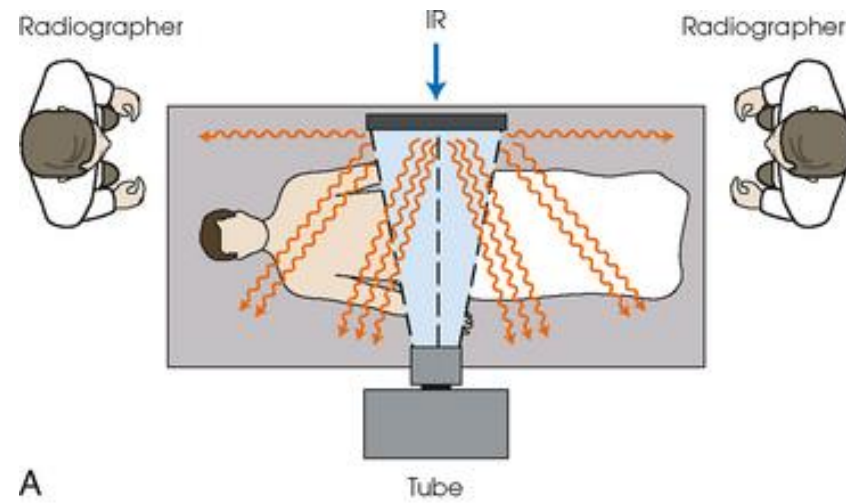
□ حفاظ تیروئید:

○ باتوجه به اینکه پرتوگیری تیروئید امکان بوجود آمدن غده های سرطانی را در تیروئیدافزایش می دهد

○ و این احتمال در خانم ها بدلیل تغییرات هورمونی ۴ برابر بیشتر از آقایان است بنابراین استفاده از حفاظ تیروئید برای خانم ها از اهمیت بیشتری برخوردار است.

□ دیوار سربی: حفاظ های متحرک سربی معمولاً به گونه ای ساخته شده اند که به سهولت به محل های موردنظر منتقل می شود.







دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران

حفاظت در برابر پرتوگیری داخلی بدن

پرتوگیری داخلی عبارت است از پرتوگیری بدن انسان، بوسیله منابع پرتوزایی که وارد بدن شده اند. پرتوگیری انسان از عناصر پرتوزای موجود در محیط، اعم از محیط کار و یا محیط زیست امکان پذیر می باشد.

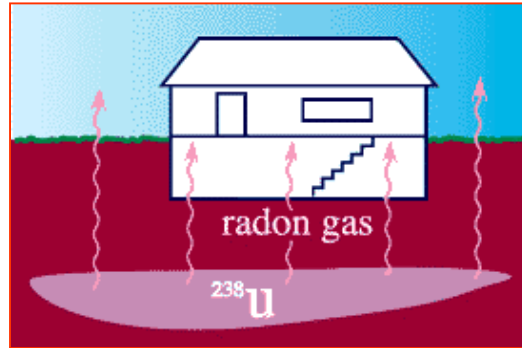


دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران

حفاظت در برابر پرتوگیری داخلی بدن

راه های ورود عناصر پرتوزا به بدن انسان:

راه های ورود مواد پرتوزا به درون بدن به شرح زیر می باشند:



☐ استنشاق هوای آلوده

☐ خوردن و آشامیدن مواد غذایی و آب آلوده

☐ جذب از راه پوست سالم بدن

☐ وجود زخم بر روی پوست بدن

☐ قرار گرفتن بدن در معرض پرتوهای نوترون

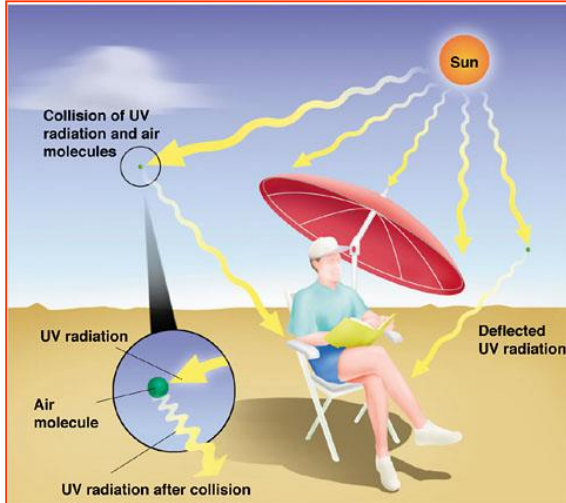
☐ شکل دیگری از آلودگی داخلی بدن، ورود عمدی عناصر پرتوزا به بدن انسان می باشد که همانا تجویز رادیودارویی ها به

بیماران در پزشکی برای تشخیص یا درمان بیماری ها است.



دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی گیلان

حفاظت در برابر پرتوگیری داخلی بدن



راه های حفاظت در برابر آلودگی داخلی بدن انسان:

همنطوریکه در پیش اشاره شد مواد پرتوزا می توانند از سه راه عمده به درون بدن راه یابند:

□ استنشاق هوای آلوده به گازها و گرد و غبار پرتوزا

□ بلع، یعنی نوشیدن آب آلوده و خوردن مواد غذایی آلوده

□ جذب از راه پوست سالم و یا زخم ها

معیارهای حفاظتی برای مقابله با راه یافتن مواد پرتوزا به درون بدن

□ کنترل منبع پرتوزا (جدا سازی محل کار – حفاظ گذاری – کاهش زمان مجاورت با منبع و ...)

□ کنترل فرد (استفاده از وسایل حفاظت فردی متناسب با نوع کار)



پایان
موفق باشید