

به نام خدا

آثار و خصوصیات فیزیکی پرتوهای یون ساز

منابع :

□ کتاب راه فیزیک پزشکی : فصل 8

□ پاورپوینت و مطالب استاد مربوطه

□ دیگر منابع : کتاب فیزیک پزشکی عقابیان

موضوع درس : شامل قسمت الف وب میباشد

قسمت الف) : چند صفحه از فصل 7 کتاب راه فیزیک پزشکی

جهت کسب اطلاعات بیشتر چند صفحه از قسمت رادیوبیولوژی آورده شده است .

چون مرتبط با قسمت حفاظت میباشد.

در صورت استفاده از کتاب عقابیان

شامل: صفحه 259 تا 261

- انواع پرتوهای یونساز مورد استفاده در پزشکی
- ضریب کیفی پرتو ، ضریب وزنی پرتو ، اثر نسبی بیولوژیکی



قسمت ب) :حفاظت پرتویی :

فصل 8 کتاب راه فیزیک پزشکی

در صورت استفاده از کتاب عقابیان

فصل 6 : بخش سوم: حفاظت در برابر پرتوها
عقابیان صفحه از 298 تا 318

✓ شامل: منابع پرتوهای یونساز

✓ پرتوگیری شغلی

✓ اصول دزیمتری و حفاظت در برابر پرتوهای یونساز

✓ مقدار دوز بیماران در رادیوگرافی، فلوئوروسکوپی و رادیوتراپی

✓ عوامل موثر در کنترل پرتوگیری

✓ اصول حفاظت کارکنان پرتوکار در مراکز پرتوشناسی تشخیصی و پزشکی هسته ای

زیست شناسی پرتو و حفاظت Radiobiology

بخش اول: زیست شناسی پرتویی

انواع پرتوهای یون ساز مورد استفاده در پزشکی



تقسیم بندی به دو گروه:

1- پرتوهای الکترومغناطیس: ایکس، گاما

2- پرتوهای ذره ای:

▪ الکترون ها،

▪ پرتون ها،

▪ ذرات الفا،

▪ نوترون ها،

▪ و یون های سنگین

زیان بخش: پرتوهای یون ساز بدون تردید زیان بخش هستند.

اگر دارای شدت کافی باشند باعث ایجاد سرطان و صدمات ژنتیکی می شوند.

اهمیت حفاظت پرتویی: در طی روزهای اولیه تولید و توسعه بمب اتمی (پروژه منهتن)

مزایای زیاد: از طرفی استفاده از پرتوهای یون ساز مزایای زیادی دارد

اثر مولد پرتوهای یون ساز: اثر اشعه ایکس و مواد رادیواکتیو بر بافت

انتقال³ انرژی به بافتها — ایجاد یونش و انگیزش

رادیو بیولوژی: عبارت است از بررسی اثرات پرتوهای یون ساز بر روی موجودات زنده

یونیزاسیون مخصوص: تعداد یونیزاسیونهای ایجاد شده در واحد طول بر اشعه را یونیزاسیون مخصوص (Ionization Density) گویند.

دوز تابشی: مقدار الکتریسیته (بارالکتریکی) تولید شده در اثر یونیزاسیون در واحد جرم هوای تحت تابش را دوز تابشی گویند

واحد دوز تابشی در سیستم SI: کولون بر کیلوگرم هوا است
$$X = dQ/dm$$

آثار و خصوصیات فیزیکی پرتوهای یون ساز 259

جذب انرژی پرتو توسط ماده: یونیزه شدن ماده ای که تحت تابش پرتو یونساز منجر به بروز آثار بیولوژیک در بافت زنده

انتقال خطی انرژی (Linear Energy Transfer; LET)

LET: برابر است با مقدار انرژی انتقال یافته به محیط مادی در واحد طول مسیر پرتو یا سرعت واگذاری انرژی به شکل ذره باردار حین عبور تشعشع از ماده

خصوصیات LET:

- ارتباط LET: به یونیزاسیون ویژه
- واحد LET: keV بر میکرون ($\text{keV}/\mu\text{m}$)
- با افزایش LET: تعداد یون های اختصاصی نیز افزایش مییابد.
- وابستگی مقدار LET: به متوسط همه انرژی های آن پرتو است (چون هیچ پرتویی تک انرژی نیست)

➤ اهمیت LET: رابطه نزدیکی با میزان آسیب بیولوژیکی

Effects of ionizing radiation

Material under Ionizing Radiation

- ❑ Absorbs energy
- ❑ Absorption leads to biological effects in living tissue.

Linear Energy Transfer (Linear Energy Transfer; LET)

Is the amount of energy transferred to the material per unit length of the ray path

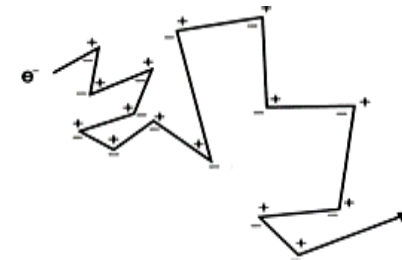
LET unit: keV on Micron (keV/ μm)

Division of LET radiation: Different beams with the same energy has different biological effects

3 types of LET :(Low – Intermediate – High)

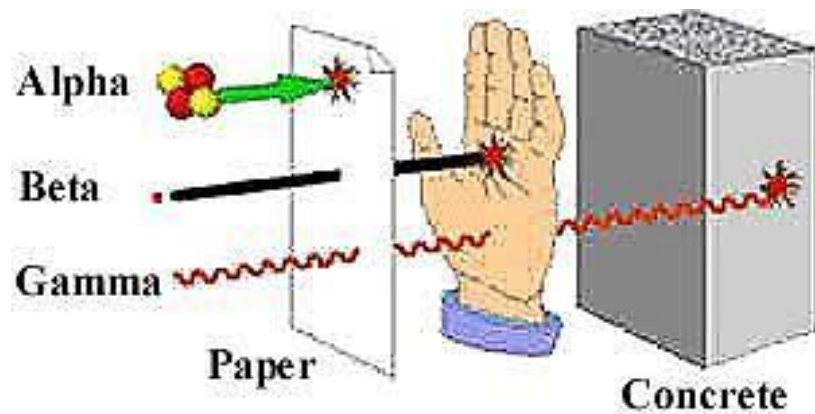
1) Low LET (low biological effects)

- ✓ Beams of α ; γ and β
- ✓ Their energy transferring to the matter gradually
- ✓ During the long path
- ✓ possibility of restructuring of tissue



تقسیم بندی پرتوها از نظر LET

توجه نوع پرتو: پرتوهای گوناگون با انرژی های یکسان دارای LET متفاوت (و در نتیجه تأثیر زیستی متفاوت هستند)

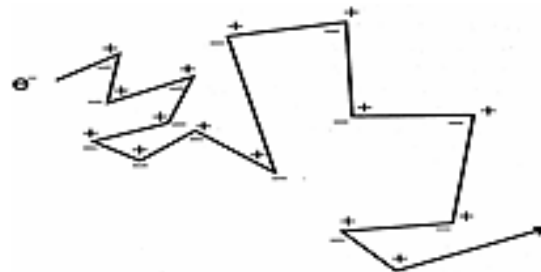


تقسیم بندی پرتوها از نظر LET

1) LET پایین

- پرتوهای α و β دارای LET پایین.
- هر سه پرتو کاربرد بسیار زیاد در پزشکی
- انرژی خود را به تدریج و بصورت پراکنده در ماده بر جای میگذارد (شکل).
- مسیر طولانی طی میکند (قدرت نفوذ زیادی دارند)
- امکان بازسازی بافت پس از پرتوگیری وجود دارد

شکل: مسیر حرکت نامنظم ذره با LET پایین



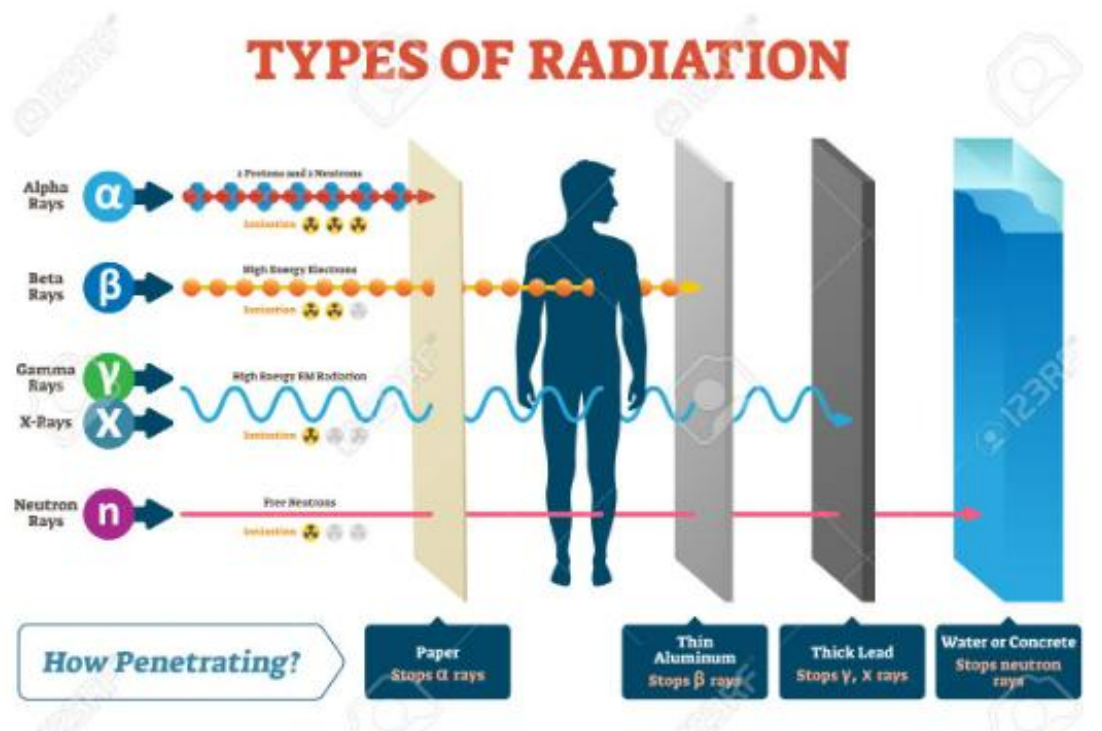
2) LET بینابینی: پرتوهای نوترون N

(3) LET بالا :

پرتوهای الفا و یون های سنگین:

❖ آزاد نمودن انرژی خود در فاصله کوتاه و بصورت متمرکز

شکل: مسیر منظم ذره با LET بالا



❖ قدرت نفوذ کمی دارند در نتیجه

❖ در پزشکی کاربردی ندارد

❖ بیشتر تراکم یون سازی

❖ آسیب آنها چشمگیر است و

❖ سلول توان ترمیم سریع ندارد

اثر بیولوژیک تشعشع با LET بالا مانند ذرات الفا

■ موجب آسیب بیولوژیک بیشتری میشوند اما

■ از قابلیت نفوذ کمتری برخوردارن

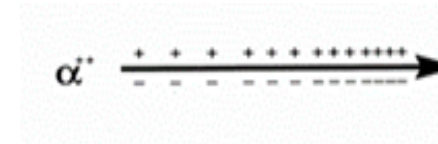
■ فقط میتوانند در چند میلی متر در بافت آسیب ایجاد کنند.

■ **جنب پرتوهای الفا :** به وسیله لباس و در چند میلی متر اول پوست

2) Intermediate LET : like Beams of Neutrons N

3) High LET : like α rays and heavy ions:

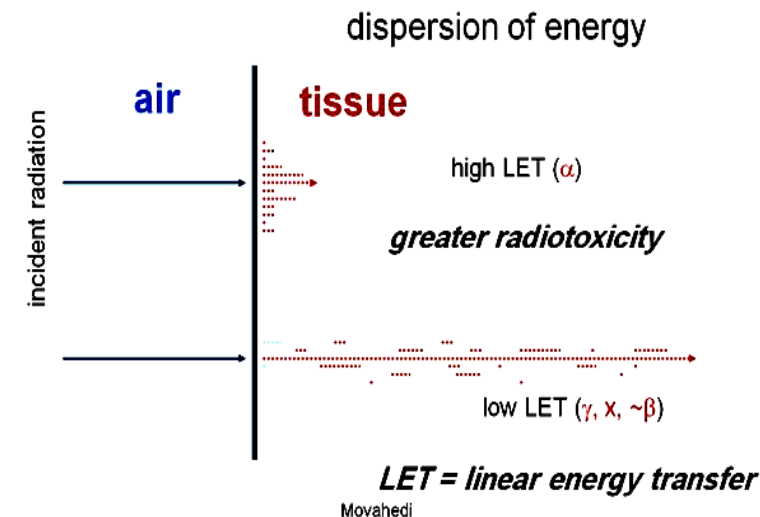
- ❖ Free its energy in a short distance and stopped.
- ❖ Low penetration
- ❖ concentration of ion making
- ❖ Dramatic and rapid cell damage (cells can not be repaired)



Examples of LET

Radiation	LET (keV/μm)
Cobalt-60 gamma radiation	0.2
250 keV X-radiation	2.0
10 MeV protons	4.7
150 MeV protons	0.5
2.5 MeV α particles	166

Linear Energy Transfer



ضریب کیفی پرتو (QF) Quality Factor

ضریب وزنی پرتو (Wr) Weighting factor

اثر نسبی بیولوژیکی (RBE) 260 Relative Biological Effectiveness



کمیت های مورد استفاده در دوزیمتری

اندازه گیری تابش جذب شده توسط ماده

اهمیت اندازه گیری دوز : کارکنان ◀ یونیزاسیون، خطر

دوز : به مقدار تشنع جذب شده در بدن بیمار اطلاق میشود

سه نوع واحد دوز کاربردی در تشنع

الف) دوز جذبی Absorbed dose (D) : مقدار انرژی جذب شده در واحد جرم [J/kg]

ب) دز معادل Equivalent dose (E) : زمانی که بیش تر از یک نوع پرتو یونیزان موجود باشد،

دز معادل برابر با مجموع حاصل ضرب های دز جذبی در فاکتورهای وزنی مربوطه خواهد بود.

ج) دوز موثر Effective dose (H) : این فاکتور نسبت خطرات ایجاد شده برای هر بافت را نسبت به خطرات ایجاد شده

در اثر تابش یکنواخت تمام بدن را به ما می دهد..

Beam Biology

Outline: B

Types of ionizing radiation.

Linear energy transfer (Linear Energy Transfer; LET)

3 types of LET : (Low – Intermediate – High)

Dosimetry

A) The absorbed dose

B) Equivalent dose

C) Effective dose (H)

Factors Affecting the Amount of Exposure in Radiography.

(ICRP): Limitation of dose Author: International Commission on Radiation Protection

ادامه کمیت های مورد استفاده در دوزیمتری.....

الف) دوز جذبی : Absorbed dose

دوز جذبی: مقدار انرژی جذب شده در واحد جرم ماده تحت تابش است.

واحد دوز جذبی گری است $Gy = [1J/1kg]$

کمیتی است که انرژی جذب شده از کلیه پرتوها در واحد جرم هر ماده را اندازه گیری می کند
وزن بدن/مقدار انرژی = دز

واحد دوز جذبی: در دستگاه SI گری Gy و واحد قدیم آن راد rad

$Gy = [1J/1kg]$ rad : واحد قدیم (100 rad = 1 Gy)

هر گاه یک ژول انرژی در یک کیلو گرم بافت ذخیره شود دوز جذبی یک گری است

گری Gy: انرژی معادل 1 ژول ناشی از انواع پرتوها که به 1 کیلوگرم از ماده منتقل می شود.

کاربردگری Gy:

☐ اندازه گیری انرژی جذبی

☐ استفاده برای هر پرتو یونساز

☐ هر زمان که در مورد دوز صحبت میشود

☐ دوز بیمار اغلب با گری یا راد بیان میشود

➤ **مهم:** اثر بیولوژیکی یک گری برای پرتوهای مختلف متفاوت است

عوامل موثر در آثار بیولوژیک پرتوها

مهم: کافی نبودن دوز جذب شده به تنهایی برای پیش بینی وخامت آثار بیولوژیکی و لازم است **نوع پرتو** نیز مشخص شود.

باید کمیتی بنام دز معادل تعریف شود. چرا؟ چرا؟؟
چون: عوامل متعددی در آثار بیولوژیک پرتو موثر هستند. مثل

عوامل موثر بر آثار بیولوژیک پرتوها

1- نوع تابش: بعضی از انواع تابش ها صدمات بیشتری نسبت به اشعه X ایجاد میکنند.
متفاوت بودن اثرات بیولوژیکی دوزهای مساوی از تابشهای مختلف

2- حساسیت اندام های گوناگون: تفاوت حساسیت اندام های مختلف به پرتو یکسان

3- امکان پرتوگری پرتوکاران از منابع مختلف انرژی
امکان تابش گیری پرتوکاران، بیش از یک منبع تشعشع یونساز

ب) دز معادل - هم ارز (E) - Equivalent Dose

دز معادل (دوز بیولوژیکی): کمیتی است که اثرات بیولوژیکی ناشی از جذب انواع پرتو در بافت را منظور می دارد

کافی نبودن واحد دوز جذبی برای بیان آثار بیولوژیکی پرتوهای یون ساز مختلف

پس برای کمی سازی اثربخشی بیولوژیکی از دوز معادل با واحد سیورت **SV** استفاده می شود.

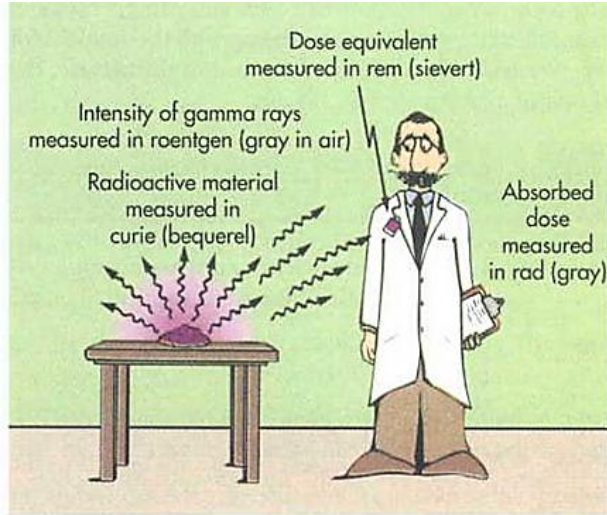


FIGURE 2-6 Radiation is emitted by radioactive material. The quantity of radioactive material is measured in becquerels. Radiation quantity is measured in roentgens, rads, or rems, depending on precise use. In diagnostic imaging, we may consider 1 R = 1 rad = 1 rem.

دوز معادل: برای اندام های فردی محاسبه می شود.

➤ بر اساس دوز جذب شده به اندام است،

➤ برای در نظر گرفتن اثربخشی نوع تابش تنظیم شده است. دز معادل و آهنگ دز معادل

زمانی که بیش تر از یک نوع پرتو یونیزان موجود باشد،

دز معادل: برابر با مجموع حاصل ضرب های دز جذبی در فاکتورهای وزنی مربوطه خواهد بود.

$$[Sv] \text{ QF} * \text{دوز} = \text{دوز معادل}$$

و برابر است با حاصل ضرب متوسط دز جذب شده از پرتو **R**

در بافت **T (DT,R)**، در ضریبی بنام ضریب توزین پرتو **(WR)**

$$(HT,R) = WR \times DT,R$$

➤ **واحد دوز معادل:** سیورت **Sv** است به یک اندام بیان می شود. واحد قدیم: **rem**

یک سیورت SV : بیانگر میزان تاثیر بیولوژیکی حاصل از یک گری پرتو ایکس در هر انرژی است.

برای محاسبه میزان دوز معادل بیولوژیکی، دوز جذبی هر پرتو بر (حسب گری) در ضریب وزنی آن پرتو WR ضرب میکنند

- $H(sv)=D(Gy)\times WR$

QF ضریب کیفی پرتو : مقایسه اثر بیولوژیک القا شده توسط یک پرتو در مقایسه با پرتو ایکس است .

اصطلاح فاکتور وزنی نوع اشعه یا ضریب وزنی: هر پرتو به نسبت نوع و انرژی آن دارای یک فاکتور وزنی است مثلاً یک گری پرتو نوترون خطرناکتر از یک گری پرتو اشعه ایکس است.

دربگیرنده هر دو عامل: الف) مقدار دوز جذب شده توسط بافت و ب) نوع پرتو

دوز معادل (تابش گیری شغلی): حاصلضرب دوز جذب شده در ضریب وزنی پرتو (QF یا Wr)

$$QF [Sv] * \text{دوز} = \text{دوز معادل}$$

دیمانسیون : چون ضریب وزنی یک کمیت بدون واحد است ؛ دیمانسیون دوز معادل و جذبی یکی است

اثر نسبی زیستی (Relative Biological Effectiveness; RBE)

RBE اثر نسبی زیستی : برای یک نوع خاص از پرتو :

عبارت است از نسبت دوز مرجع به دوز پرتو مورد نظر

$$RBE = \frac{\text{دوز پرتو استاندارد برای ایجاد یک تأثیر بیولوژیکی مشخص}}{\text{دوز پرتو دیگر برای ایجاد همان تأثیر زیستی}}$$

نوع پرتو مرجع استاندارد : پرتو ایکس با انرژی 250 kVp

دوز پرتو مورد آزمایش تقسیم بر / دوز پرتو ایکس 250 kVp **RBE**

فاکتورهای موثر بر RBE :

- ❖ LET : داشتن رابطه تنگاتنگ با LET
- ❖ نوع پرتو و انرژی پرتو، نوع سلول و بافت،
- ❖ حالت بیولوژیکی و حالت متابولیکی عضو، و آهنگ دوز و ...

مثلا تاثیر ذرات آلفا 10 برابر اشعه x

واحد سیورت SV و رم rem:

$$SV = Gy * QF \quad Rem = rad * RBE = rad * QF$$

RBE ، تاثیر بیولوژیکی نسبی:

نسبت دوز پرتوهای X به دز تابشی استاندارد

تابش:	X	(β γ)	N	α
: RBE	1	1	4 - 5	10 - 20

چرا پرتو α فاکتور وزنی بیشتری دارد؟

به 2 دلیل: جرم زیاد و واحد بار بیشتر

هر دو باعث کاهش برد ذره میشود.

ضرایب توزین پرتو (فاکتور کیفیت QF)

توجه :

- متفاوت بودن اثرات بیولوژیکی دوزهای مساوی از تابشهای مختلف (بر حسب راد) .
 - **QF**: مقایسه اثر بیولوژیک القا شده توسط یک پرتو در مقایسه با پرتو ایکس است .
 - **ضریب وزنی، W_r** : در متون جدید به جای **QF** ضریب **W_r** جایگزین شده است.
- چون در بیشتر مواقع کل بدن به طور یکنواخت تحت تابش قرار نمی گیرد
مثل **دوز دریافتی ریه** توسط گاز رادون بسیار بیشتر از دز دریافتی بقیه بدن است

فاکتور کیفیت (QF)	نوع پرتو
1	پرتوهای ایکس و گاما
1.7	پرتو بتا با انرژی 0.03 MeV بیشینه بزرگتر از
10	نوترونها و پروتونها تا انرژی 10 MeV
30	اگر چشم تابش شود
10	ذرات آلفا از مواد رادیو اکتیو طبیعی
20	هسته های سنگین

تفاوت QF با W_r :

- **QF**: برای پرتوهای با LET مختلف مشخص شده است.
- در حالی که
- **W_r :** برای پرتوهای با انرژی مختلف معین شده است.
- **QF** یک تخمین گرد شده **RBE** برای هر نوعی از پرتو است.

ج) دوز موثر Effective dose (H)

دوز موثر یا دوز معادل موثر: Effective dose Equivalent

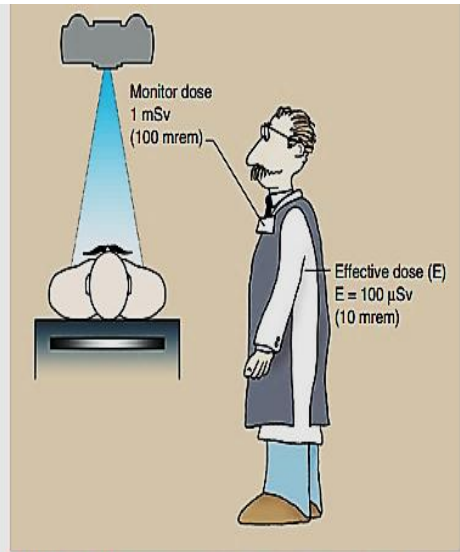


FIGURE 35-5 Effective dose for occupational radiation exposure is based on the occupational radiation monitor.

دوز موثر: کمیتی است که علاوه بر نقش پرتوهای مختلف، نقش پرتوگیری بافتهای مختلف بدن را در نظر می گیرد.

متفاوت بودن حساسیت اندامهای گوناگون به پرتوهای یونساز و

متفاوت بودن احتمال بروز یک اثر ناشی از یک پرتوگیری نیز برای بافتهای گوناگون

حاصل ضرب دز معادل جذبی هر بافت در فاکتور وزنی بافت را دز موثر گویند.

تحت تابش قرار گرفتن نواحی خاصی از بدن در پرتوگیری پزشکی

❑ مهم: مقایسه اثر پرتوهای یونساز مختلف در قسمت های متفاوت بدن انسان

نیاز به یک واحد رادیوبیولوژیک

لذا ضریب تاثیر پرتوگیری هر ارگان در تولید یک بیماری اشعه را ضریب وزنی آن ارگان نامیده و

با WT : Tissue weighing factor نمایش می دهند البته اخیراً این را دوز معادل موثر می نامند (HE).

نوع سلول	حساسیت پرتوی
لنفوسیت ها اسپرماتوگونیها اریتروبلاستها پوشش داخلی روده	بسیار
اسپرمتیدها فیبروبلاستها سلولهای اندوتلیال استئوبلاستها	متوسط
سلولهای ماهیچه ای سلولهای عصبی سلولهای غضروفی	اندک

TABLE 35-2	Weighting Factors for Various Tissues
Tissue	Tissue Weighting Factor (W_t)
Gonad	0.20
Active bone marrow	0.12
Colon	0.12
Lung	0.12
Stomach	0.12
Bladder	0.05
Breast	0.05
Esophagus	0.05
Liver	0.05
Thyroid	0.05
Bone surface	0.01
Skin	0.01

واحد دوز موثر و معادل :

✓ سیورت **Sivert** (Sv) و واحد قدیم آن رم **rem** است ($1\text{Sv} = 100 \text{ rem}$)

✓ بیانگر: دوز معادل یا دوز جذبی $\times$ فاکتور کیفیت

$$H = D \times QF$$

$$\text{RBE} = Qf$$

کاربرد دوز موثر : ابزار بررسی تابش های شغلی .

✓ برای مانیتورینگ تشعشع فردی

✓ کاربرد در دزیمتری و سنجش اثر بیولوژیکی

حساسیت سلول به پرتو : تا اندازه ای به مرحله بلوغ و

همچنین نقش آن بستگی دارد.

The standard radiation: X-ray energy 250 kVp.

RBE = Dose Of Standard Beam For Provide A Biologic Effectiveness /
Dose Of Other Beam For Provide The Same Biologic Effectiveness

RBE = 250 kVp X-ray dose / Radiation dose tested

Quality Factor (QF): is specified for the beams with
different LET
while

Weighting coefficient (Wr) : is defined to beams with
different energy.

Wr : in new texts rather than QF replaced.

the effect of alpha particles 10 times X-Rays

Why An alpha radiation weighting factor is more?

2 Reason: high-mass and charge more
Both reduce the particle board.

Beam Type	RBE (QF)
X; γ and β	1
N	4 - 5
α	10 -20

C) Effective dose (H):

the product of a specific part of the body equivalent dose in a tissue .

weighting factor: (Wt).

Effective dose (H) = D × QF

RBE = Qf

Sivert unit: (Sv and in the past has been rem)

The biological effects of radiation equal doses (in rad).

For example, the effect of alpha particles 10 times X-Rays

Sivert and rem unit : the absorbed dose multiplied by the value of life factor

•SV = Gy*QF 1SV= 100 rem

Beam type	QF
x and gamma	1
beta with energy more than 0.03mev	1.7
neutron & proton to10mev	10
if eye radiated	30
alpha from natural radioactivity	10
heavy cores	20

خلاصه: چهار نوع کمیت تشعشع

تشعشعات دارای چهار نوع کمیت است . 1- گری و 2- سیورت

3- رونتگن: تابش گیری در هوا

واحد: SI بر اساس C/ kg واحد سنتی R است

مقیاسی از یونیزاسیون تولید شده با اشعه ایکس

مورد استفاده : مقیاسی از تابش است و برای اندازه گیری شدت تشعشع استفاده دارد

4- بکرل Bq: یک بکرل مقداری از مواد رادیواکتیو است که در هر ثانیه از هسته

استحاله پیدا می کند.

واحد مقدار مواد رادیواکتیو است نه تابش صورت گرفته از آن مواد.

سنجش شدت و میزان استحاله مواد رادیواکتیو است. واحد قدیمی تر کوری Ci

واحد SI	واحد قدیمی	کمیت
کلومب بر کیلوگرم (C/kg)	رنتگن (R)	اکسپوژر (اندازه گیری شده در هوا)
گری (Gy)	راد (Rad)	دوز جذبی
سیورت (Sv)	رم (rem)	دوز معادل و دوز موثر (شغلی)
بکرل (Bq)	کوری (Ci)	رادیواکتیو

قسمت ب) :

فصل 6 : بخش سوم: حفاظت در برابر پرتوها از صفحه 298 تا 318

حفاظت در برابر پرتوها

منابع پرتوهای یون ساز: تقسیم به دو گروه : طبیعی و مصنوعی

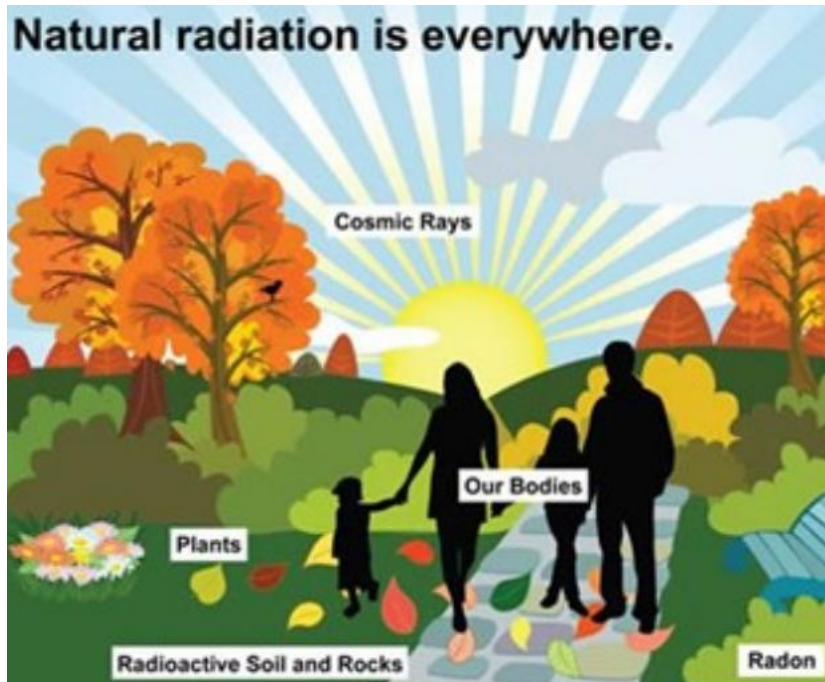
1- منابع پرتوزای طبیعی:

شامل

- ❖ پرتوهای کیهانی،
- ❖ رادیونوکلئیدهای حاصل از پرتوهای کیهانی
- ❖ رادیونوکلئیدهای اولیه در پوسته زمین

مشخصات منابع پرتوزای طبیعی:

- کاهش آن امکان پذیر نیست
- بشر از آغاز تحت تابش آن بوده
- میزان دریافت آن بستگی به موقعیت محل زندگی (مثل رامسر در ایران)
- پرتوهای کیهانی کمتر در مناطق سطح دریا نسبت به مناطق مرتفع
- نیمه عمر رادیونوکلئیدهای اولیه برابر با عمر زمین
- وجود مواد در مصالح ساختمانی



Beam Biology

Types of ionizing radiation : on used in medicine

The Source of Ionizing Radiation :

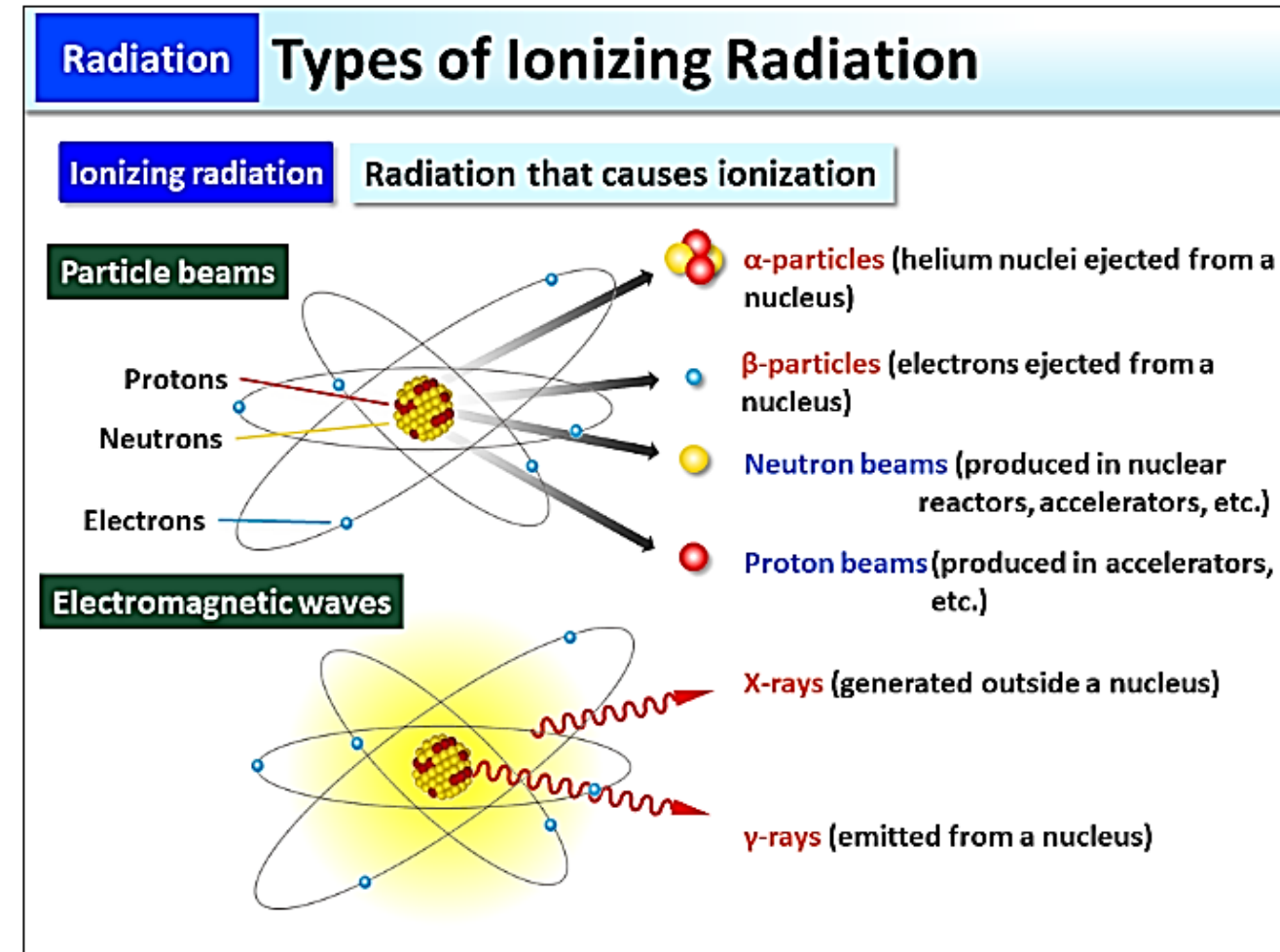
- 1-X-ray machines and
- 2-Radioactive Material

Two groups of Ionizing Radiation

1. Electromagnetic Radiation: X-ray, gamma

2. Beams of particles:

- Electrons,
- Protons and alpha particles,
- Neutrons and heavy ions



پرتوگیری ناشی از مناطق طبیعی:

تقسیم پرتوگیری ناشی از مناطق طبیعی به دو گروه

الف) پرتوگیری خارجی:

پرتوهای که از خارج بدن انسان را تحت تابش مثل پرتوهای کیهانی و مواد رادیواکتیو زمینی

ب) پرتوگیری داخلی:

خوردن، آشامیدن و تنفس که از داخل، بدن را تحت تابش قرار میدهند

مثال : از طریق تنفس گاز رادن ^{222}Rn

از طریق خوردن ^{40}K و ^{14}C



2- منابع پرتوزای مصنوعی:

رشد تکنولوژی هسته ای،

منابع تولید پرتوهای ایکس و گاما – مصارف پزشکی

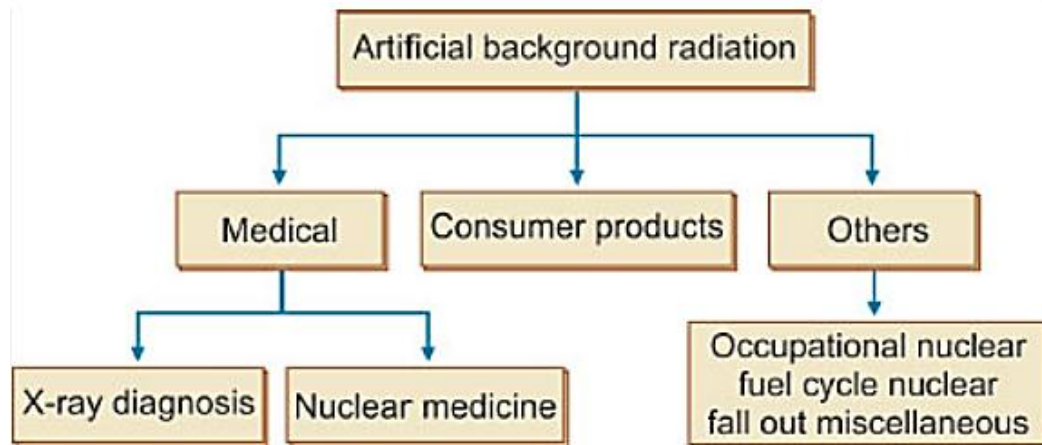
روش های تولید رادیونوکلئیدها کاربردی در پزشکی

تولید به سه طریق تولید.

1- تابش دهی به هسته های پایدار در رآکتورها

2- تابش دهی به هسته های پایدار در شتابدهنده یا سیکلوترون

3- شکافت هسته ی سنگین (تولید بوسیله شکافت)



تعریف پرتوگیری شغلی: هر نوع پرتوگیری افراد به واسطه اشتغال

❖ مثال: پرتوگیری در بیمارستان ها ،

❖ مراکز تحقیقاتی ،

❖ درمعدن اورانیم،

❖ نیروگاه های هسته ای،

❖ مراکز تشخیصی – درمانی،

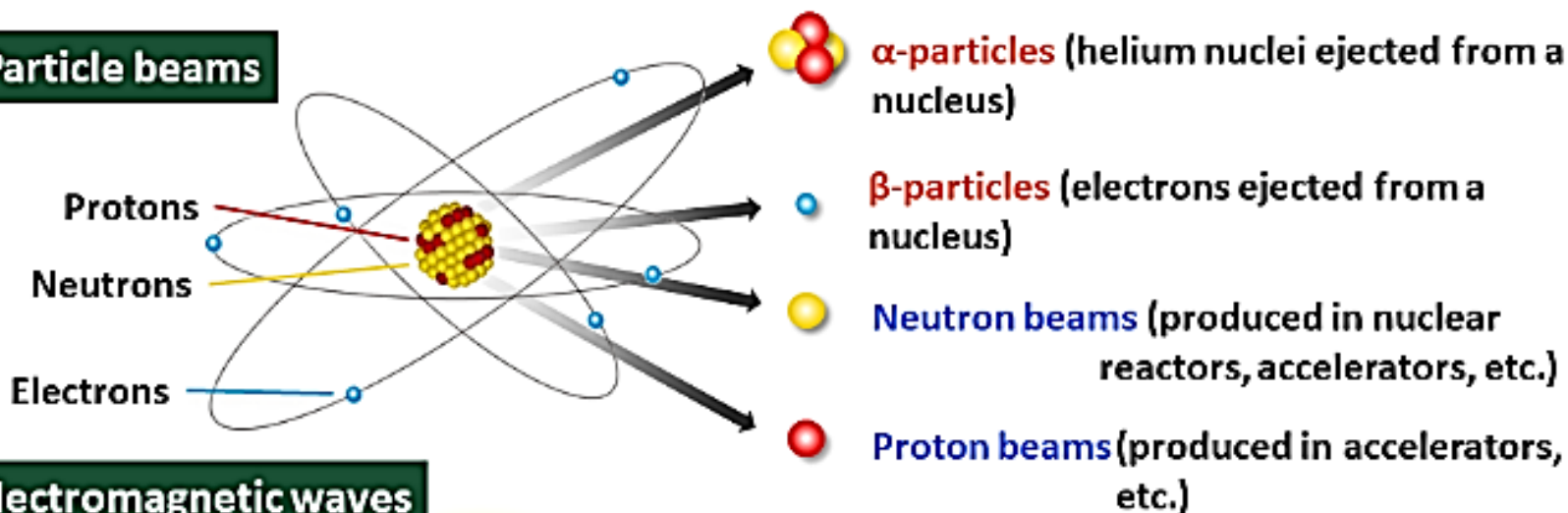
❖ خدمه پروازهای خارجی و ...

Radiation Types of Ionizing Radiation

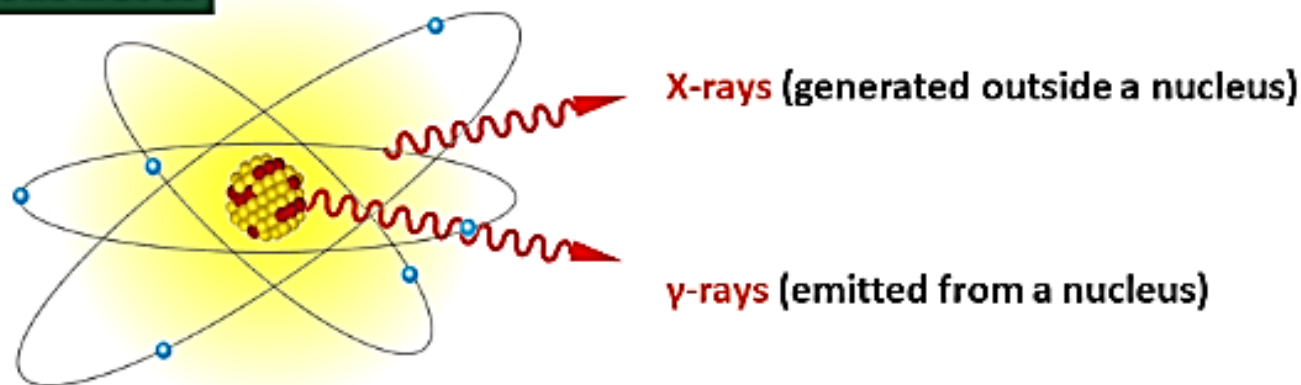
Ionizing radiation

Radiation that causes ionization

Particle beams



Electromagnetic waves



اصول دوزیمتری و حفاظت در برابر پرتوهای یون ساز صفحه 299



دوزیمتری : ردیابی و اندازه گیری پرتوها

حالت ردیابی پرتوها : برای نشان دادن وجود یا عدم وجود پرتو توسط صدا (بیپ)

حالت اندازه گیری: اندازه گیری شدت پرتوها به صورت تابش کلی مثل Gy
تعیین مقدار شدت و توزیع تشعشع ساطع شده از یک چشمه پرتو یونساز با روش های علمی.

■ مهم نظارت و توصیه های مراجع و کمیته های علمی بین المللی
دوزیمتری: اندازه گیری شدت پرتوزایی مواد رادیواکتیو، ایکس و گاما

توصیه های مراجع و کمیته های علمی بین الملل

- تأکید بر اجرای مقررات حفاظت پرتویی
- مقادیر کم پرتوگیری نیز ممکن است سبب ایجاد آسیب های جدی شود.
- کاهش دوز پرتوکاران و افراد عادی جامعه

حفاظت پرتویی: هر نوع اقدام جهت کنترل و کاهش پرتوگیری منابع پرتوزای مصنوعی

هدف : کم کردن پتانسیل آسیب زایی منابع پرتوزایی ساخت بشر

یادآوری کمیت های مورد استفاده در دوزیمتری

(الف) **دوز جذب شده:** مقدار انرژی جذب شده در واحد جرم ماده واحد آن J/kg یا گری Gy

(ب) **دوز معادل :** حاصل ضرب دوز جذب شده در ضریب وزنی پرتو (Wr).

واحد آن سیورت Sv یا رم

(ج) **دوز موثر:** حاصل ضرب دوز معادل یک قسمت خاص از بدن در ضریب توزین بافت . واحد آن سیورت Sv یا رم

Principles of Dosimetry and Protection against Ionizing Rays

Radiation protection: Any action to control and reduce exposure to artificial sources of radiation

Dosimetry: measuring the intensity of radioactive radiation, X-ray and gamma

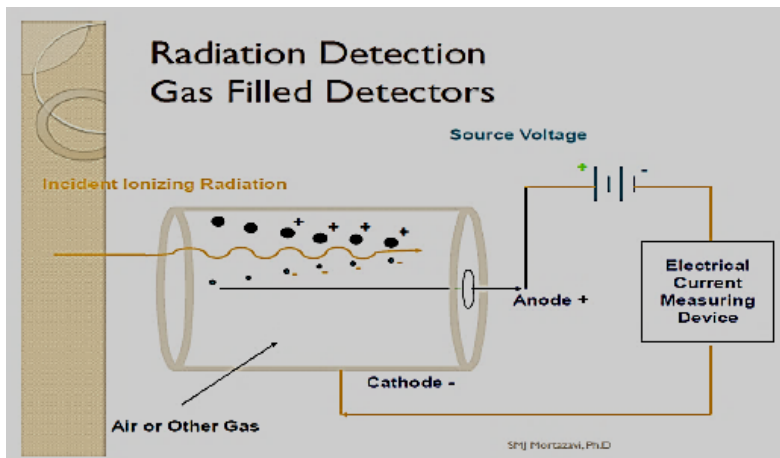
- References and recommendations of the international scientific committee
- **emphasis on the implementation of the radiation** protection regulations
- even **low levels of exposure** may cause serious damage.

Quantities used in dosimetry:

Dose in patients with radiographic, fluoroscopy and radiotherapy

In diagnostic range ,the dose of radiation is much less

Patient Dose **in normal** circumstances **is never enough to cause cell death.**



روشهای دوزیمتری: 300

دستگاه دوزیمتر: وسیله ای است برای ردیابی پرتوها و اندازه گیری تابش
اهمیت موضوع: اندازه گیری شدت پرتوزایی مواد رادیواکتیو، ایکس و گاما

دوزیمتری: اندازه گیری مقدار انرژی جذب شده در مواد مورد تابش

روش: جذب انرژی پرتوها در محیط مادی در نتیجه تغییرات فیزیکی و شیمیایی

نوع تغییرات در محیط مادی: افزایش دمای ماده، یونیزاسیون در ماده

دوزیمترهای گازی: 301

کاربرد: اندازه گیری شدت تابشی و ردیابی در نواحی اطراف

فلورسکوپ، آلودگیهای رادیواکتیو، ژنراتورهای رادیونوکلئید،

تابشهای کم انرژی β ساطع شده از کربن 14 (^{14}C) و تریتم (^3H)

چگونگی عملکرد:

➤ تابش پرتوهای یونیزان به ورودی دستگاه

➤ یونیزاسیون مولکول های درون گاز بوسیله تابش

➤ تولید جفت یون ها

➤ برقراری اختلاف ولتاژ بین دو الکترود

➤ ایجاد جریان الکتریکی توسط یون ها

➤ اندازه گیری جریان الکتریکی ایجاد شده

➤ تناسب تابش پرتوهای یونساز با جریان الکتریکی

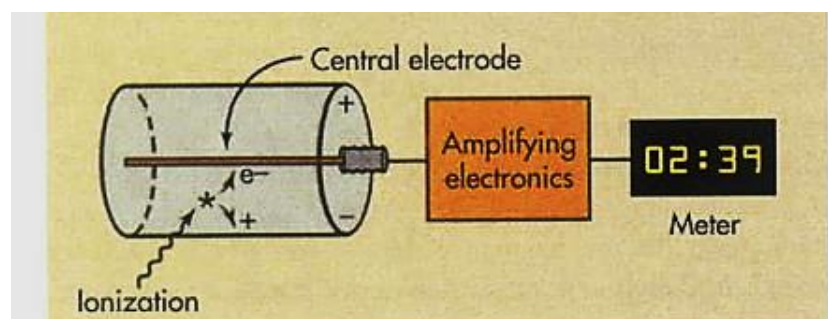
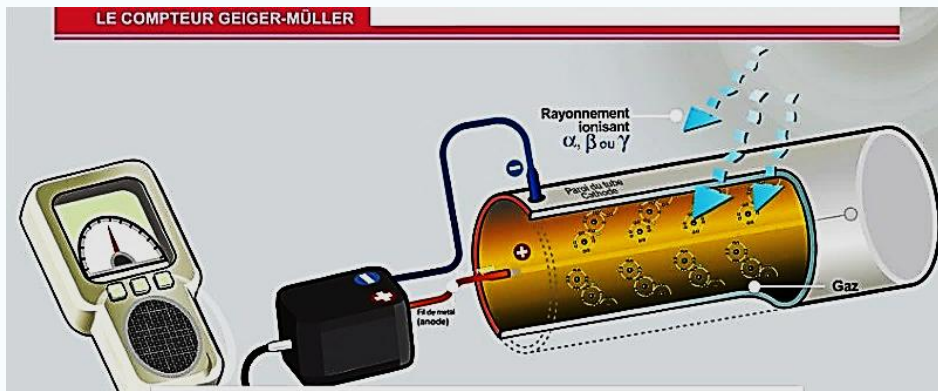


FIGURE 39-5 Ideal gas-filled detector consists of a cylinder of gas and a central collecting electrode. When a voltage is maintained between the central electrode and the wall of the chamber, electrons produced in ionization can be collected and measured.



■ مثال: شمارنده گایگر مولر کاربرد فقط برای ردیابی پرتویی

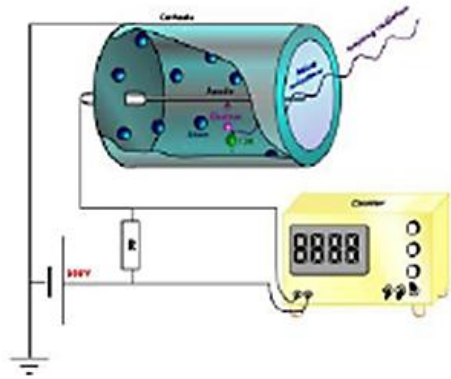
اتاقک یونیزاسیون: اشکار سازی پرتوهای ایکس ، گاما و بتای پر انرژی.

کاربرد: تعیین شدت تابش گیری به میلی رونتگن در ساعت

قرائت خروجی دستگاه: براساس میلی رم (mrem) یا mrem/hr

مثال: اتاقک یونیزاسیون: شامل دو الکترود مثبت و منفی، مثل خازن

گاز درون اتاقک نقش خازن حرکت یونهای



مثال دوزیمترهای گازی آشکارسازهای گایگر- مولر

شمارشگر گایگر: جمع آوری یون های تولید شده در یک اتاقک آکنده از گاز و تعیین مقدار تابش

نوع آشکارسازی : ردیابی و آشکارسازی پرتوهای ایکس، گاما ، بتای و الفا
همینطور تعیین موقعیت چشمه های مفقود شده
متداولترین و مفیدترین آشکارساز چشمه های تشعشع و مقادیر کم آلودگی رادیواکتیو

کاربرد

- ☐ مواردی که شدت تابش پایین (مانند پزشکی)
- ☐ کاربرد در امور ایمنی پرتو ؛ بررسی آلودگی های محیطی
- ☐ حساس به پرتو ایکس، گاما ، بتای و الفا
- ☐ حساس ترین نوع آشکارساز
- ☐ مهم: از آن نمیتوان برای اندازه گیری شدت تابش استفاده کرد



2- دوزیمتری ترمولومینسانس (TLD) صفحه 302

تئوری فیزیکی: تابش پرتوهای یونیزان به بعضی از مواد سبب درخشش نور روشن از آنها پس از حرارت دادن میگردد.

مشخصات TLD:

ساخته شده از فلوراید کلسیم همراه منگنز یا فلورید لیتیم به صورت ناخالصی حرارت دادن این بلورها پس از تابش گیری

تابش انرژی جذب شده به صورت **نور** (ترمولومینسانس)

تئوری بور: در یک اتم منفرد، سطوح انرژی مجاز الکترونی شامل

یک سری ترازهای جداگانه انرژی

باند ظرفیت: اشغال بالاترین سطح انرژی بوسیله الکترون ها

باند هدایت: پایین ترین باند خالی از الکترون

نواحی ممنوعه: فاصله میان باند های انرژی مجاز یعنی بین باند هدایت و ظرفیت

ایجاد حفره: جابجایی الکترون

چگونگی ایجاد حفره: اگر یک الکترون از باند ظرفیت انرژی کافی دریافت کند

و به باند هدایت برود یک جابجایی در باند ظرفیت بر جا میگذارد

ناخالصی موجود در کریستال: تغییر در باندهای انرژی

پدید آمدن سطوح مجاز انرژی بین باند ظرفیت و هدایت در ناحیه ممنوعه

تحت تابش قرار دادن کریستال

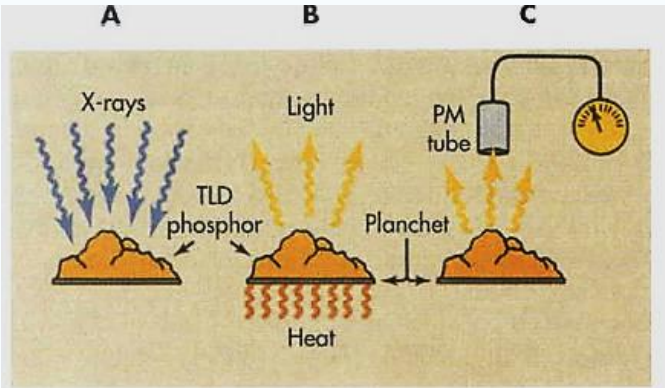


FIGURE 39-11 TLD is a multistep process. A, Exposure to ionizing radiation. B, Subsequent heating. C, Measurement of the intensity of the emitted light.



خلاصه عملکرد دستگاه TLD:

فرایند فلورسانس: تحت تابش قرار دادن کریستال ← رسیدن الکترون باند ظرفیت به باند هدایت سپس به باند ظرفیت باز میگردد ← تابش نور (فلورسانس)

فرایند ترمولومینسانس: اگر تله عمیق باشد، بازگشت الکترون از باند هدایت به باند ظرفیت توام با تابش نور است به این

افزایش ناخالصی کریستال: هر چه بیشتر باشد اثر لومینسانس بیشتر است
مهم: استفاده از خاصیت ترمولومینسانس در دوزیمتری پرتو های یونساز
سیستم حرارتی دوزیمتر را تا دمای معینی گرم میکند ←
نور تابش میشود ← تبدیل به جریان الکتریکی میشود ← تقویت میشود
مقدار دوز متناسب با جریان است

کاربرد: فقط اندازه گیری دوز جمعیتی

مهم: عدم کارایی در اندازه گیری آهنگ دوز (چون دستگاه پاسخ بلافاصله نمیدهد)
کاربرد برای رد یابی و مونیتورینگ تابشهای شغلی و اندازه گیری دوز بیمار
مزیت عمده TLD: ساخت آنها در اندازه و شکل های مختلف

قابل استفاده مجدد پس از گرم شدن کریستال ها

حساسیت دستگاه: در محدوده (0.05 mSv - 5 mrem)

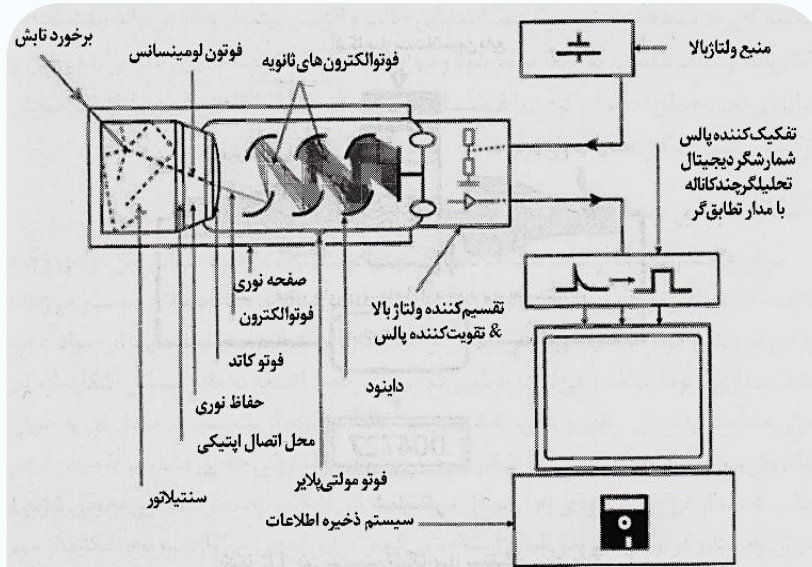


شکل ۳-۶: TLD



لامپ تقویت کننده فوتونی (فتومالٹی پلایور PM)

بکارگیری آن در TLD



شکل ۲۳-۵: طرح ساده آشکارساز کریستالی ولامپ فوتومولتی پلایر.

هدف: ایجاد جریان الکتریکی متناسب با تابش نور فرودی

قسمت های اصلی لامپ تقویت کننده فوتونی

دریچه کاتد: محل ورود نور

فتوکاتد: برخورد نور به آن تولید الکترون بر اثر فتوالکتریک
جنس حاوی ترکیبی از سزیم، آنتیموان و بیسمورت.

الکتروود فلزی داینود: به عنوان تقویت کننده الکترون ها.

شتاب الکترون ها به سمت آنها و تولید الکترون های ثانویه و....

داینود آخر تولید 10^8 الکترون به ازای هر فتوالکتریک

آند: شتاب الکترونها به سمت آن

خلاصه نحوه عملکرد لامپ تقویت کننده فوتونی کاربردی در TLD

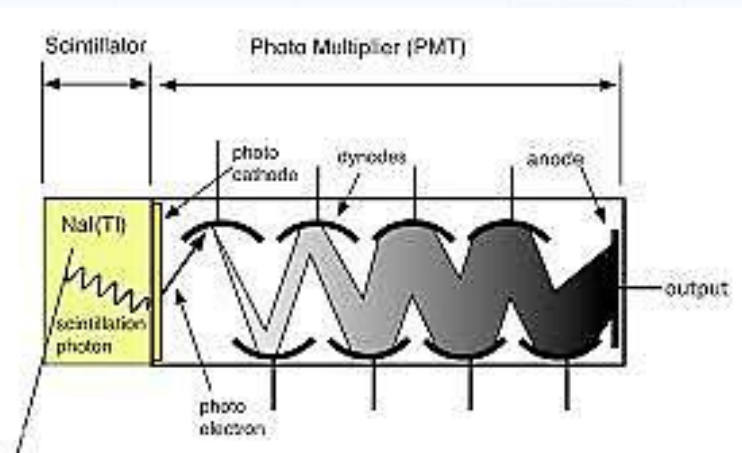
✓ برخورد نور تولید شده در TLD به صفحه فتوکاتد

✓کنده شدن الکترون

✓برخورد الکترون کنده شده به صفحه داینود

✓شتاب دادن الکترون به داینود بعدی و جدا شدن بیشتر

✓ایجاد جریان الکتریکی متناسب با دوز جذبی



دوزیمترهای جرقه زن (سنتیلاتورها) 305

نحوه کارکرد :

- برخورد پرتو : به ماده حساس آشکار ساز (مایع)
- جذب انرژی : توسط مایع و تولید نور مرئی با توجه به خاصیت فلورسانسی (سوسو میزنند)
- تبدیل نور به جریان الکتریکی در خروجی

مواد مورد استفاده در جرقه زن (سوسوزن) :

محلول های فلورسان، بلور غیر آلی یدید سدیم (NaI) یا از مواد آلی مثل آنتراسن

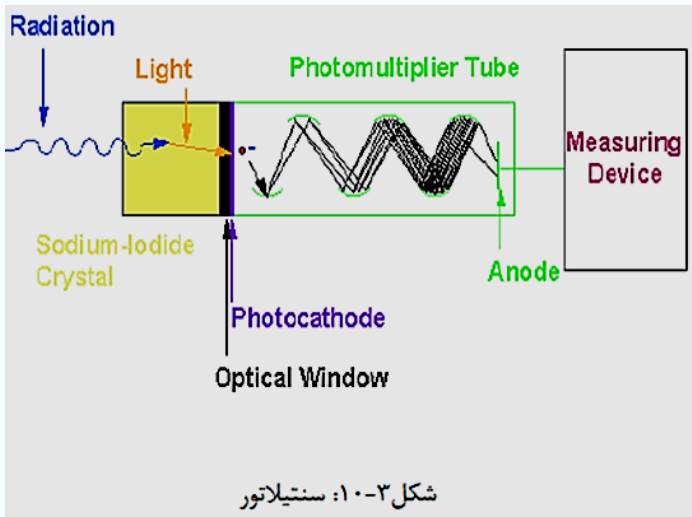
روش کار

- تحت تابش قرار گرفتن الکترون های این مواد
- کسب انرژی و حرکت از باند ظرفیت به باند هدایت
- در بازگشت به باند ظرفیت از خود نور تولید میکنند
- مقدار سنجش نور : متناسب با دوز جذب شده

مهمترین مزیت : شناسایی و اندازه گیری دسته **پرتوهای X**؛ ذرات **بتا** و پرتو های کم انرژی **گاما** و ذرات **نوترون**

کاربرد: زیاد مثل دوزیمتر پایه ای برای دوربین گاما، سی تی و تصویربرداری رادیوگرافی دیجیتال

تفاوت دوزیمترهای جرقه زن با TLD : تولید نور بلافاصله پس از پرتوگیری و بدون نیاز به گرم کردن





سه نوع دوزیمتر فردی:
فیلم بج، TLD و دوزیمتر قلمی

خصوصیات: قابل حمل – حساسیت بالا – قابل اعتماد و کم خرج
محل نصب: به ناحیه ای از لباس پرتوکار



ویژگیهای دوزیمتر فردی

- پاسخ آن باید سریع و دقیق باشد
- قادر به اندازه گیری دوز پرتوهای مختلف باشد
- کوچک و سبک باشد
- نصب به لباس پرتوکار



1- فیلم بج : دوزیمتر فردی

فیلم بج: متداولترین نوع مانیتور فردی- برای اندازه گیری تابش گیری کل بدن

حساسیت آن به دوز 10 میلی رم (0.1 m Sv) و بیشترین حساسیت به انرژی 50 kev

محل نصب: یقه روی روپوش

نحوه عملکرد: ساخته شده از امولسیون فتوگرافی

فیلم بج تحت تابش قرار در نتیجه ، سیاه شدن هالید نقره در امولسیون فتوگرافی.

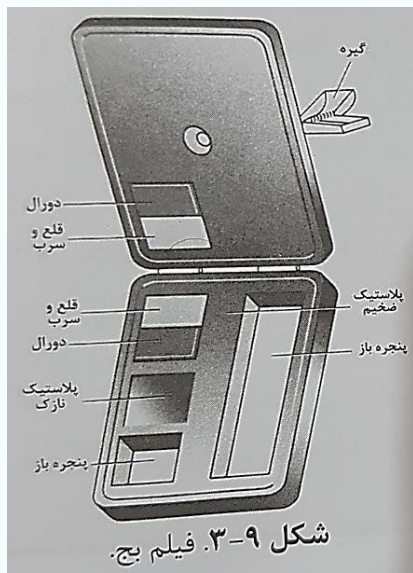
قسمت های فیلم بج: تشکیل شده از یک قطعه فیلم درون پوشش کاغذی و

حفاظ پلاستیکی جهت محافظت از نور

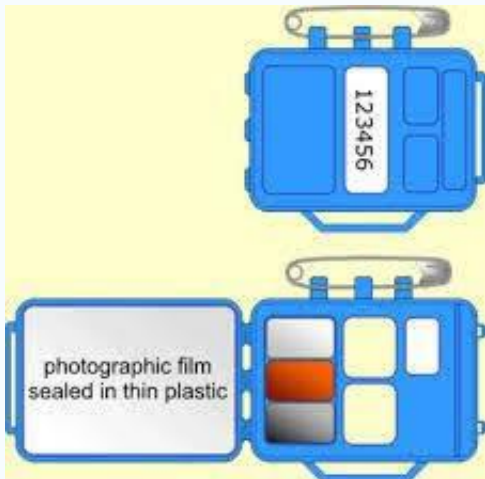
قاب بنام بج: قرار دادن فیلم و حفاظ آن درون قاب

محل نصب: قسمتی که بیشتر در معرض تشعشع است (لباس پرتوکار)

زمان قرائت : باید هر یک ماه پردازش شوند



شکل ۹-۳. فیلم بج.



2- دوزیمتر قلمی (جیبی)



کارکرد مثل اتاقک های یونیزاسیون :

مزیت : قرائت دوز بلا فاصله پس از تابش گیری

اما اگر تابش گیری از محدوده دوزیمتر افزایش یابد مقدار اضافی نشان داده نمیشود

نوع تابش گیری: فقط اشعه ایکس و گاما

نحوه کارکرد:

دستگاه شامل یک الکتروود مثبت و دیگری منفی .

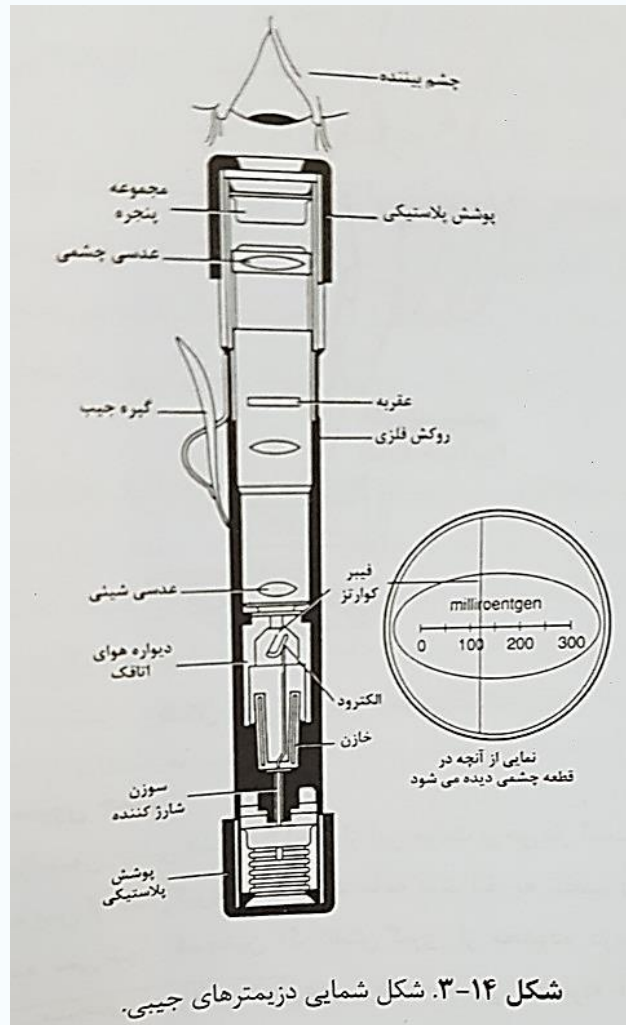
یک الکتروود ثابت است و دیگری متحرک است.

قبل از تابش گیری الکتروود مثبت در اتاقک حامل بار مثبت میشود .

یونش هوا درون دستگاه: باعث حرکت فیبر دوزیمتر میکردد

کاهش بار فیبر با افزایش تعداد یون های منفی در اتاقک

نزدیکتر شدن فیبر به الکتروود ثابت



شکل ۱۴-۳. شکل شمایی دزیمترهای جیبی.



خلاصه ای از نحوه کارکرد دوزیمتر قلمی

† رشته ای از کوارتز به الکتروود مثبت متصل است و درون اتاقک هوا قرار دارد.

† رشته کوارتز در اثر نیروی دافعه الکتریکی دور از الکتروود مثبت قرار میگیرد

† تابش پرتو سبب کاهش بار الکتروود مثبت در نتیجه کاهش نیروی دافعه الکتریکی

† نتیجه: حرکت رشته کوارتز به الکتروود مثبت

† عدسی نوری : اندازه گیری حرکت رشته کوارتز بر حسب دوز جذبی

کاربرد مهم : امکان قرائت دوز به صورت فوری و لحظه ای وجود دارد

در بخش رادیولوژی توسط پرسنل



○ مقایسه :

○ دوز رادیوترایي : بالا بودن دوز تجویز شده در رادیوترایي

○ دوز رادیولوژی تشخیصی : بسیار کمتر بودن دوز بیمار در روش های تشخیصی نسبت به رادیوترایي

○ مقدار دوز در شرایط عادی : هرگز به حدی نمی رسد که موجب مرگ سلول ها گردد.

عوامل موثر بر مقدار پرتوگیری در رادیوگرافی و فلوروسکوپي

1- انرژی اشعه: هر چه انرژی (kVp) متوسط ایکس بیشتر باشد قدرت نفوذ آن بیشتر و مقدار کمتری در بدن جذب میشود

2- فاکتورهای تکنیکی پرتودهی: فاکتورهایی که کمیت و کیفیت اشعه را تعیین می کند (کیلو ولتاژ، میلی آمپر و زمان پرتودهی)

3- محدود سازی یا کولیماسیون میدان پرتو: باعث کاهش میزان دریافت اشعه می شود.

و در نتیجه حفاظت بیمار از پرتوگیری غیرضروری مثال حفاظ تیروئید در رادیوگرافی دندانپزشکی

راه کار کاهش دوز دریافتی بیمار

الف) استفاده از اشعه ایکس پر انرژی (kVp) ، کاهش اثر فتوالکتریک

ب) استفاده از فیلتر جهت جذب پرتوهای کم انرژی



4- محافظت از نواحی خاص: شیلد کردن عدسیهای چشم، پستانها و گنادها

5- اندازه بیمار : هنگامی که ضخامت و چگالی بیمار افزایش مییابد در نتیجه افزایش میزان پرتوگیری پرتوگیری افراد چاق بیش از افراد لاغر.

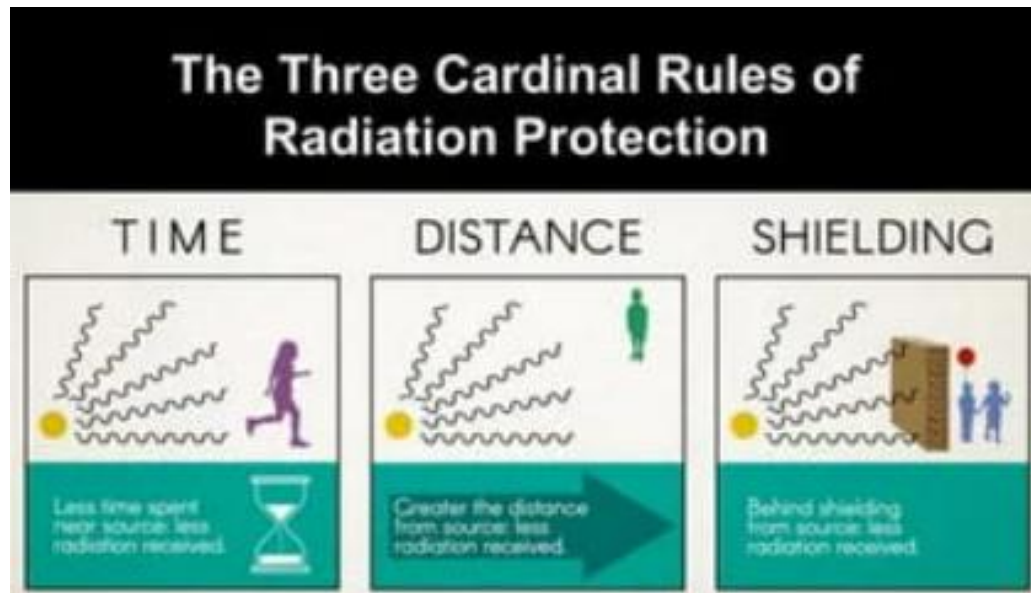
6-فاصله منبع تا پوست: کاهش شدت اشعه با عکس مجذور فاصله

7-گریدهای ضد پراکندگی: کاربرد گرید باعث افزایش دریافت اشعه توسط بیمار می شود

عوامل دیگر: حساسیت فیلم، نوع صفحه تشدید کننده



FIGURE 40-12 Contact shields can be flat (A) or shaped (B).



Factors Affecting the Amount of Exposure in Radiography

1. Radiation Energy: The intermediate energy X-ray spectrum, (kVp)

Photoelectric effect = $1/E^3$

(inversely proportional to the 3.th power of energy so chose higher energy)

2. The Exposure Technical Factors: factors that determine the quality and quantity of radiation
(low mA and exposure time and higher kV)

3. limiting the radiation field size : reduce the amount of radiation received.

4. Size of the patient: by decreasing the thickness and density of the patient, the dose decreases

5. The distance from the radiation source: exposure decreased with increasing distance from the inverse-square

6. The anti-scatter grid: Application Grid to increase radiation received by the patient

Other factors: sensitivity film resonator type

عوامل موثر در کنترل پرتوگیری 311

اصطلاح فیزیک بهداشت: یک دانشمند پرتویی است که در ارتباط با تحقیقات، آموزش یا وجوه عملکرد ایمنی پرتویی باشد.

وظیفه فیزیک بهداشت: فراهم نمودن حفاظت پرتویی برای کارکنان و عموم مردم

مهم ترین اصول حفاظت پرتوکاران و بیماران در برابر اشعه:

(1) افزایش فاصله از چشمه تابش (مهم ترین روش حفاظت)

فاصله موثر ترین عامل کاهش پرتوگیری در پرتو شناسی تشخیصی

با افزایش فاصله از یک چشمه پرتو میتوان مقدار پرتوگیری را کاهش داد.

کاهش آهنگ پرتوگیری از یک چشمه نقطه ای با مجذور فاصله از چشمه همراه است (کاربرد قانون عکس مجذور فاصله)

تا حد امکان دورترین فاصله ممکن را بین منبع تابش و فرد تحت تابش بکار برید

44

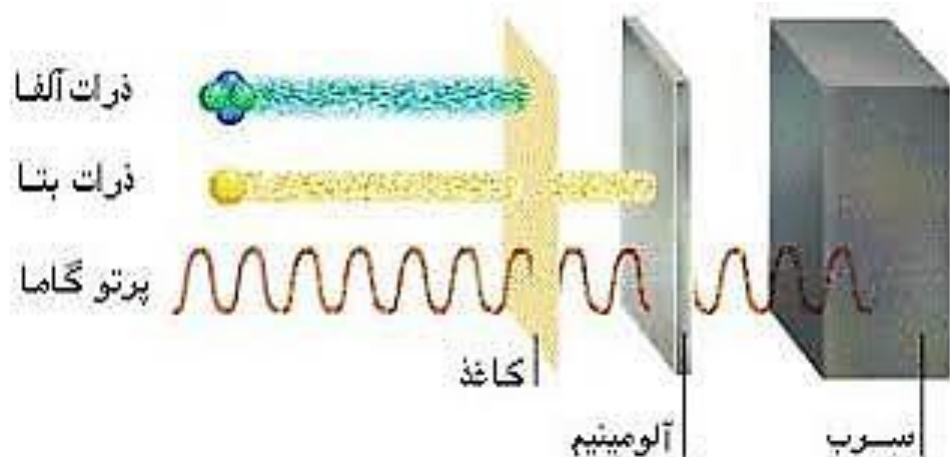
(2) به حداقل رساندن زمان پرتوگیری

دوز جذب شده: حاصلضرب زمان پرتوگیری در آهنگ دوز

پس با کاهش زمان پرتوگیری میتوان دوز جذب شده را کاهش داد

زمان و تابش گیری رابطه مستقیم دارند

تابش = میزان تابش × زمان تابش



3) حفاظ گذاری : قرار دادن موانع حفاظتی را بین منبع تابش و شخص

مورد تابش

حفاظ متشکل از موانع ساختمانی ثابت (ساخته شده از بتون یا سرب)

حفاظ گذاری پرتو های ایکس و گاما : قدرت نفوذ نسبتا زیاد

در نتیجه باید تضعیف پرتو قبل از رسیدن به افراد

حفاظت مناسب : فلزات سنگین و بتون

روپوش سربی: در گزارش روپوش سربی و دست کش های سربی

معادل 0.5 میلیمتر سرب توصیف شده است

دیگر روش های حفاظ گذاری : حفاظ تیروید پوشش صورت و عینک از دیگر وسایل

انتخاب حفاظ مناسب با توجه به نوع پرتو : هرچقدر قدرت نفوذ پرتو بیشتر باشد

حفاظ آن نیز ضخیم تر خواهد بود

حفاظ گذاری پرتوهای الف: نیاز به حفاظ ندارد

قدرت نفوذ پرتوهای الف در هوا حدود چند سانتی متر و در بدن حدود چند میکرون

علت استفاده از سرب بعنوان حفاظ در برابر پرتوهای ایکس و گامای کم انرژی مربوط است به:
بالا بودن عدد اتمی

حفاظ گذاری برای پرتوهای بتا: حفاظ الومینیومی همراه با روکش سربی است.
روکش سربی پرتوهای ایکس تولید شده احتمال را تضعیف میکند.

حفاظ گذاری برای پرتوهای نوترونی: استفاده از مواد هیدروژن دار یا عناصر کادمیم با روکش سربی
(جنس فلزات سنگین ، سرب و یا معادل بتنی آن)

انواع حفاظ پرسنل : (پیش بند سربی، عینک سربی، دستکش سربی، تیروئید بند و ...)

• موارد مورد توجه

الف - آزمایشات غیر ضروری: در صورتی که درخواست دقیق پزشکی وجود نداشته باشد
نباید آزمایشات اشعه X انجام شود.

ب - تکرار آزمایشات به دلیل درست کار نکردن دستگاه



حفاظ گذاری با روپوش های سربی T



سربکوبی و ایزولاسیون - ترانس

حد دوز 312

تعیین حد دوز به عنوان جزیی از کنترل پرتوگیری مورد نیاز است
کار کمیسیون بین المللی حفاظت پرتویی (ICRP): حد دوز را مشخص میکند
سطوحی از دوز را تعیین میکند که در مقادیر بالاتر از آنها، عواقب ناشی از تابش برای تشخیص زیان آور و غیر قابل قبول است.

- 1- حد دوز موثر دریافتی کارکنان (پرتوکاران) Occupational Workers**
بیشترین دوز موثر: افرادی مثل کار دیولوژیست ها که به میزان زیادی در برابر پرتو قرار دارند.
برای آنان نیز حد دوز (Dose Limit) تعریف میشود.
الف) حد دوز به طور متوسط در سال 20 ml Sivert
ب) حد دوز در 5 سال متمادی در مجموع 100 ml Sivert
شرط: دوز موثر در هر سال از 50mSv برای پرتوکار فراتر نرود
زنان پرتوکار بار دار: محدودیت دوز دارند

2- حد دوز موثر برای عموم مردم: General public

- 1mSv : در سال (در 5 سال 5 میلی سیورت)
برای افرادی که در نزدیکی نیروگاه های هسته ای زندگی میکنند
شرط: دوز موثر در هر سال از 2mSv برای عموم فراتر نرود

علت جدا سازی پرتوکاران از عموم جامعه (دوز آنها از عموم مردم بیشتر است)

- بیشتر بودن پرتوگیری آنها از دیگر افراد جامعه
- قبول آگاهانه ریسک خطرات جزئی کار با پرتو
- کم بودن تعداد آنها نسبت به کل جامعه

3- افراد بیمار : هیچ محدودیتی وجود ندارد ولی ولی توجه به

□ تابش در کمترین حد قابل قبول امکان پذیر ویا

اصل ALARA: مفهوم این اصل کاهش استفاده از پرتوهای یون ساز به حداقل ممکن

□ هرچه کمتر موجه و شدنی: بهترین توصیف برای قاعده (ALAR)

As Low As Reasonably Achievable

□ بزرگ تر بودن مزایا نسبت به عوارض : یا موجه سازی کاربردهای پرتو

بهترین توضیح برای اصل توجیه پذیری در حفاظت پرتوی : **Justification**

قانون ده روز: حساسیت جنین به سرطان زایی پرتوهای یونساز (دو برابر بزرگسالان)

تا آنجا که ممکن است از تابش به مادران خودداری شود.

زنان در سن باروری فقط می توانند در طی ده روز پس از شروع قاعدگی

مورد **معاینات تشخیصی و درمانی** پرتو در ناحیه لگن و اندام های تحتانی شکم قرار گیرند.

شامل زنانی نمیشود که سلامت آنها در خطر است.

□ **برنامه حفاظت در برابر پرتو :** حفظ تابش گیری بیماران، کل جامعه و پرتوکاران به صورت معقول و ممکن تا حد پایین

مهم: حدود دوز پیشنهاد شده از طرف کمیسیون بین المللی حفاظت پرتویی (ICRP)

(ICRP): International Commission on Radiological Protection

کاربرد	شغلی	عموم مردم
دوز موثر	متوسط در ۵ سال 20 msv	متوسط در هر سال 1 msv
دوز موثر سالانه عدسی چشم پوست دست و پا	150mSv 500mSv 500mSv	15mSv 50mSv

Dosage Recommended by the ICRP

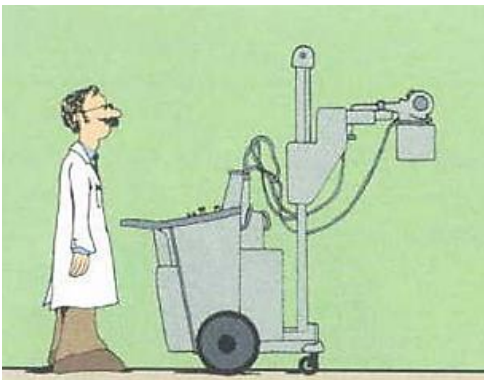
The annual dose limit for the general public: **1msv**,
The annual dose limit for Radiation Staff (radiographers) : **20msv**
(average of 5 years)

Table : **about dosage recommended by the ICRP**

Table : about dosage recommended by the ICRP
very important to understand

Type of Limit	Occupational	Public
Effective Dose	20 mSy per year, averaged over defined period of 5 years.	1 mSy per year
Annual equivalent dose in:		
Lens of the eye	150 mSy	15 mSy
Skin	500 mSy	50 mSy
Hands and feet	500 mSy	--

اصول حفاظت کارکنان پرتوکار ... 314



A- بیشترین دوز دریافتی کارکنان

افرادی مثل **کاردیولوژیست ها** که به میزان زیادی در برابر پرتو قرار دارند.

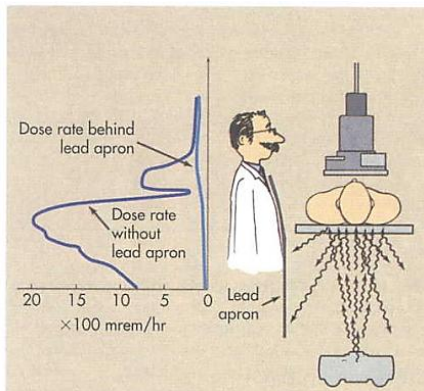
بیشترین دوز دریافتی کارکنان در روشهای تشخیصی: مربوط به آزمایش های

فلوروسکوپی، رادیوترایی پرتابل، آنژیوگرافی و، پزشکی هسته ای

راه حل: کار با دستگاه پوشیدن پیشبند سربی الزامی

➤ **دوز پرتوکاران در آزمایش های رادیولوژی پرتابل:** پرتوکار دوز قابل توجهی در فاصله کم دریافت میکند.

راه حل افزایش فاصله با بکارگیری کابل بلند جهت اکسپوز



B - کمترین دوز دریافتی: در آزمایشات ماموگرافی و سی تی اسکن است،

به حفاظ خاصی نیاز نیست.

دوز سی تی:

پرتونگاران که سی تی انجام میدهند به ندرت تابش گیری قابل توجهی دارند،

در زمان تابش اشعه به بیمار، پرتوکار در اتاق حضور ندارد.

دوز بیمار در هنگام سی تی: تقریباً برابر و یا کمی بیشتر از دوز رادیوگرافی همان ناحیه است.

در سی تی میزان دوز به موارد زیر بستگی دارد:

51
ضخامت برش (نسبت عکس) - قدرت تفکیک کنتر است - قدرت تفکیک فضایی
Movahedi

➤ دوز پرتوکاران در آزمایش های پزشکی هسته ای: کارکنان باید از روشهای خاصی استفاده نمایند
استفاده از حفاظ سربی هنگام آماده سازی سرنگ و تزریق آن به بیمار.

آماده سازی رادیو دارو: قرار گیری پرتوکاران پشت شیشه های سربی - پوشیدن پیشبند –
دستکش یکبار مصرف – استفاده از TLD روی دست و

کسب مهارت پرتوکار (مثل همگام فلوروسکوپی)

حد دوز سالایانه برای افراد بیمار چند میلی سیلورت است؟
الف) 15
ج) 500

ب) 20
د. حدی وجود ندارد

کدام یک از پرتوکاران به میزان زیادی در برابر پرتو قرار دارند؟
الف) کار با دستگاه رادیوگرافی تک دندان
ج). کار دیولورژیست ها

ب) کسانی که با دستگاه مموگرافی کار میکنند
د) کار با دستگاه رادیوگرافی عمومی

در جهت کاهش دوز دریافتی بیمار کدام گزینه صحیح نیست؟
الف) بکار گیری اشعه ایکس با انرژی (kVp) کمتر.
ب) بکار گیری mAs کمتر
ج) محدود سازی میدان پرتو
د) افزایش فاصله منبع پرتو تا پوست

واحد رونتگن در کجا به کار می رود؟
الف) برای اندازه گیری شدت تشعشع
ج) برای مقدار یونیزاسیون هوا.
ب) برای دز جذب شده بیمار
(برای اندازه گیری ذرات آلفا)

حساسیت انسان به اشعه در چه موقعی زیاده تر است؟
الف) قبل از تولد.
ج) در سالهای جوانی و رشد
ب) بلافاصله بعد از تولد
د) در سنین بالا

واحد مقدار پرتودهی، دوز جذبی و دز معادل به ترتیب عبارت است از:
الف) C/Kg ، رم، سیورت
ج) رونتگن، گری، گرمی
ب) رونتگن، گری؛ سیورت
د) راد، رم، گرمی

از پرتوهای زیر کدامیک یونسازی مستقیم دارند؟
الف) اشعه X
ج) ذرات بتا.
ب) اشعه گاما
د) ذرات نوترون



THANK YOU
for your
ATTENTION!

Opening slide image courtesy of Wikimedia Commons.

Twitter Tag: #briefr

The Briefing Room



Original Article

بررسی میزان انطباق وضعیت حفاظت پرتوی بخش پزشکی هسته‌ای بیمارستان نمازی شیراز با استانداردهای بین‌المللی

محمد مهدی موحدی، علیرضا مهدیزاده*

گروه فیزیک و مهندسی پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۰۶/۰۲

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۰۳/۰۱

چکیده

زمینه و هدف: پزشکی هسته‌ای در سال‌های اخیر با ورود فناوری‌های جدید نظیر PET و SPECT/CT، شناسایی ملکول‌های جدید قابل ردیابی و همچنین رادیو داروهای قابل ردیابی پیشرفت قابل ملاحظه‌ای داشته است. بیمارستان نمازی شیراز در حال حاضر با توجه به تعداد مراجعه کنندگان از مراکز بزرگ پزشکی هسته‌ای ایران و جهان محسوب می‌شود. در این طرح داده‌های جمع‌آوری شده در بررسی‌های کمی شامل اندازه‌گیری آهنگ دوز در مناطق مختلف بخش پزشکی هسته‌ای و بررسی‌های کیفی گسترده با استانداردهای جهانی حفاظت در برابر اشعه مقایسه گردیده است و انتظار می‌رود این داده‌ها در آینده به عنوان مرجعی برای پایش وضعیت حفاظت در برابر اشعه مورد استفاده قرار گیرند.

مواد و روش‌ها: تندی دوز در نقاط تعیین شده در بخش پزشکی هسته‌ای در هر نقطه در سه روز متفاوت و هر بار در ۵ اندازه‌گیری ثبت و میانگین‌گیری می‌شود. همچنین بررسی صحت عملکرد و استفاده مناسب از وسایل حفاظتی و دوزیمتری انجام گرفته است.

نتایج: طبق اندازه‌گیری‌های به عمل آمده میانگین بیشترین تندی دوز در بخش پزشکی هسته‌ای بیمارستان نمازی مربوط به اتاق SPECT در کنار تخت در حین تزریق بیمار به میزان $25 \mu\text{Sv/h}$ و میانگین کمترین تندی دوز مربوط به پشت دیوار اتاق SPECT کنار اتاق پذیرش به میزان $0.13 \mu\text{Sv/h}$ می‌باشد.

نتیجه‌گیری: اندازه‌گیری و بررسی‌های کیفی نشان می‌دهد که در بخش پزشکی هسته‌ای بیمارستان نمازی موارد حفاظت پرتوی با دستورالعمل‌های کمیسیون بین‌المللی حفاظت در برابر اشعه (ICRP) همخوانی دارد.

کلمات کلیدی: پزشکی هسته‌ای، استانداردهای جهانی، حفاظت در برابر اشعه، تندی دوز.

¹Professor of Medical Physics, Department of Medical Physics and Medical Engineering, School of Medicine, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran

²The Center for Radiological Research, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran

³Pathology Resident, Pathology Department, School of Medicine, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran

⁴Nuclear Engineering Department, School of Mechanical Engineering, Shiraz University, Shiraz, Iran

⁵Faculty Member of Medical Engineering, Department of Medical Physics and Medical Engineering, School of Medicine, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran

Are Radiation Exposure Levels Used in Cardiology Dangerous?

Mortazavi S. M. J.^{1,2}, Omidifar N.³, Faghihi R.⁴, Mehdi-zadeh S.⁴, Masoumi S.³, Hashemi S. M.², Haghani M.³, Nowrouz-Alizadeh F.⁴, Movahhedi M. M.^{*5}

Abstract

Background: The number of interventional cardiology procedures performed has increased rapidly over the past years. While these procedures help physicians avoid using highly complicated invasive methods, it usually leads to high levels of exposure to ionizing radiation of both patients and cardiologist. The dose received by the cardiologist during interventional cardiology procedures is determined by a wide range of factors such as clinical problems to be treated, the interventional technique to be used, the x-ray system employed, experience of the cardiologist, the protective measures taken as well as their use during the examination.

Objective: To measure the dose received by 22 cardiologists, radiology residents, radiologic technologists and nurses during interventional cardiology examinations performed in various teaching hospitals affiliated to Shiraz University of Medical Sciences.

Methods: The radiation dose was basically measured by thermoluminescence dosimeters (TLD). Other personal dosimetry devices such as film badges and pen dosimeters were also used. According to IAEA guidelines, the dosimeter should be worn under the lead apron (at waist level) for estimating the effective dose but due to high workload in interventional radiology and since the areas of the body which are not protected by the apron receive much higher radiation doses, in this study an additional dosimeter was used over the apron (at collar level).

Results: The mean $\pm$ SD monthly dose recorded by dosimeters of cardiologists over the apron at collar level was 912.1 ± 224.4 (range: 660.8–1176.4) μGy ; hands received doses up to $9674.4 \mu\text{Gy month}^{-1}$ as recorded by TLD chips.

Conclusion: The annual effective dose received by interventional cardiologists who use standard lead aprons hardly reaches the occupational exposure dose limit of 20 mSv/y.

Keywords

Interventional cardiology; Radiation; Dose; Cardiologists; Radiation protection

دوزیمترهای نیمه هادی

معمولی ترین دوزیمتر:

طرز کار مثل یک اتاقک یونیزاسیون است

پرتو یون ساز سبب تولید الکترون و حفره در نیمه هادیها می شود

جمع آوری توسط یک میدان الکتریکی و اندازه گیری آنها

نحوه کار نیمه رساناهای p, n : فاصله میان باند ظرفیت و باند هدایت در نیمه هادی ها کم است. وقتی یک الکترون از باند ظرفیت به باند هدایت برود؛ یک حفره در باند ظرفیت بر جای میگذارد.

جنس:

1- ژرمانیوم با مقدار کمی لیتیوم: $Ge (Li)$ برای اشکار سازی پرتوهای X و γ

2- سلسیوم با مقدار کمی لیتیوم: $Si (Li)$ برای اشکار سازی پرتوهای ذره ای

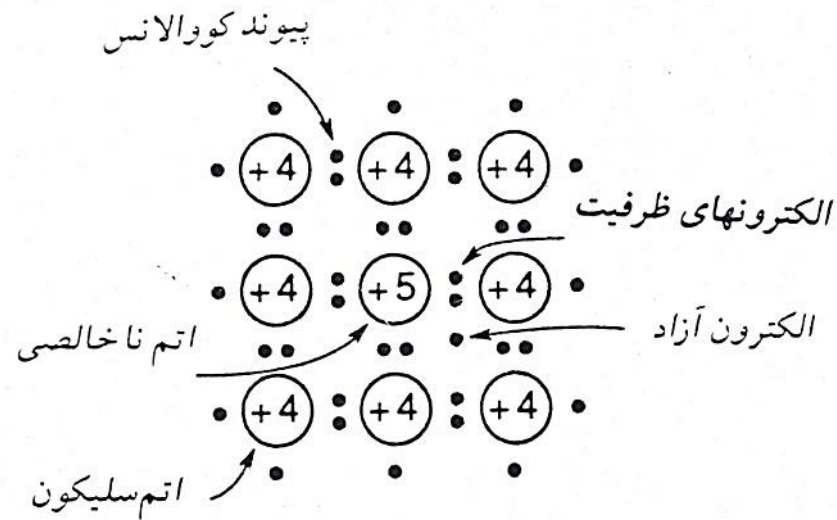
نیمه هادی نوع N :

سلیکون حاوی چهار الکترون ظرفیتی است.

در صورتی که یک ماده با پنج الکترون ظرفیتی به عنوان ناخالصی به شبکه اضافه شود. اتمهای اضافه شده جای بعضی از اتمهای سلیکون را در سرتاسر کریستال می گیرد.

این ناخالصی یک دهنده نامیده می شود چرا که یک الکترون اضافی از دست می دهد. کریستالی که از اضافه کردن اتم دهنده حاصل می شود، نوع N نامیده می شود که N از بار منفی الکترون اضافی اقتباس شده است.

نیمه هادی نوع N : ژرمانیوم یا سیلکون + آرسنیک ؛ آنتیموان



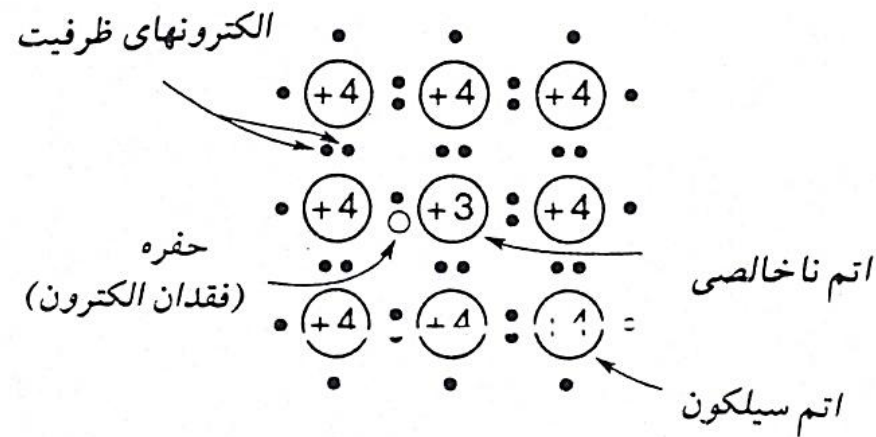
نیمه هادی نوع P :

سلیکون چهار ظرفیتی در صورتی که با یک ناخالصی سه ظرفیتی اضافه شود، فقط سه الکترون برای شراکت با چهار الکترون اطراف سلیکون، خواهد داشت
شکل 12-3 .

یک اتم سلیکون اکنون دارای یک الکترون است که در جستجوی الکترون دیگری است، تا با آن یک پیوند کووالانس تشکیل دهد، **فقدان چنین الکترونی یک حفره** نامیده می شود.

از آنجا که **حفره** در مقایسه با الکترون دارای **بار مثبت** است،
لذا این ماده، **نیمه هادی نوع P** نامیده می شود.

نیمه هادی نوع P : ژرمانیوم یا سلیکون + آلومینیوم ، گالیوم ، ایندیوم



شکل ۱۲-۳ نیمه هادی سلیکونی نوع P

ضرایب توزین پرتو (فاکتور W_R)

Radiation weighting factors (W_R)

ICRP 60 (1991)

نوع پرتو	دامنه انرژی	ضریب توزین پرتو
ایکس و گاما	تمام انرژی ها	1
الکترون، پوزیترون و بتا	تمام انرژی ها	1
نوترون	کمتر از 10keV	5
نوترون	بین 10keV-100keV	10
نوترون	بین 100keV-2MeV	20
نوترون	بین 2MeV-20 MeV	10
نوترون	بیشتر از 20MeV	5
پروتون (به استثنای recoil) proton	بیشتر از 2MeV	2-5
آلفا و پاره های شکاف، هسته های سنگین	تمام انرژی ها	20

ضرایب توزین بافت

(ICRU 60, 1991; NCRP 116, 1993)

بافت	ضرایب توزین بافت	بافت	ضرایب توزین بافت
<u>گونه‌ها</u>	0.2	<u>کبد</u>	0.5
مغز قرمز استخوان	0.12	سلول های استخوانی	0.05
روده بزرگ	0.12	تیروئید	0.05
ریه	0.12	پوست	0.01
معدده	0.12	سطح استخوان	0.01
مثانه	0.05	سایر اندامها	0.05
پستان	0.05	جمع (تمام بدن)	1

رابطه بین یکاهای جدید و قدیم پرتوها

کمیت فیزیکی	یکای جدید	یکای قدیم	رابطه بین یکای جدید و قدیم
Activity	becquerel	curie (Ci)	$1 \text{ Bq} = 2.7 \times 10^{-11} \text{ Ci}$ $1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$ $1 \text{ mCi} = 37 \text{ MBq}$
Exposure	coulomb/kg	roentgen ®	$1 \text{ R} = 2.58 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$ $1 \text{ C/kg} = 3876 \text{ R}$
Absorbed dose	gray (=J/kg)	rad	$1 \text{ Gy} = 100 \text{ rad}$ $1 \text{ rad} = 1 \text{ cGy}$
Equivalent dose	sievert	rem	$1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem}$ $1 \text{ rem} = 10 \text{ mSv}$