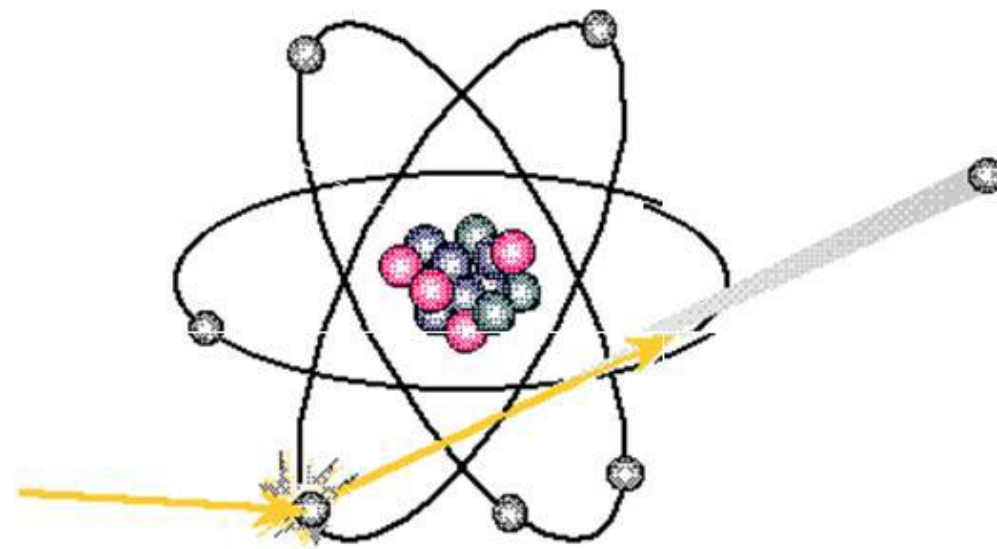


بهداشت پرتوها

کارشناسی پیوسته بهداشت حرفه ای

دانشگاه علوم پزشکی ایلام

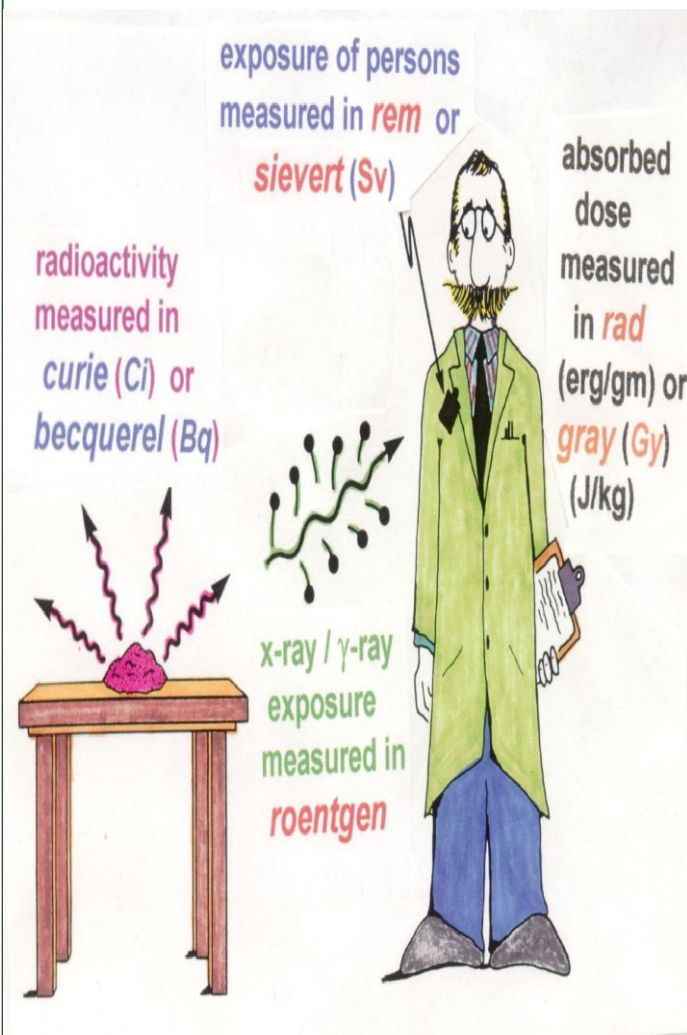
مبحث – پرتوهای یونساز (دزسنجی تابش)



Presented By: Ahmad Mehri

دوز جذب شده

2



- **بکرل یا کوری** (فعالیت رادیواکتیو منبع)، **گری یا راد** (دوز جذب شده پرتو در ماده یا بدن)، **سیورت یا رم** (اثر بیولوژیکی پرتو در بدن انسان).

- **گری**: آسیب حاصل از تابش به جذب انرژی بستگی دارد، و تقریباً با تراکم انرژی جذب شده در بافت متناسب است. **گری (Gy)** عبارت است از دوز تابشی جذب شده یک ژول بر کیلوگرم.

$$1 \text{ Gy} = 1 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

- یکای گری برای کلیه انواع دوز سنجی تابش یوننده ناشی از میدانهای خارجی پرتوهای گاما، ایکس، بتا، آلفا، نوترون و پروتون کاربرد دارد.

دز جذب شده

3

(2) راد (Radiation Absorbed Dose, rad):

- پیش از آنکه یکاهای SI پذیرفته شوند، دز تابش با یکایی به نام راد (صورت اختصاصی دز تابش جذب شده) اندازه گیری می شد.

- راد بنا به تعریف عبارت است از : تابش جذب شده متناظر با انرژی ۱۰۰ ارگ بر گرم

$$1 \text{ rad} = 100 \frac{\text{ergs}}{\text{g}}.$$

Since $1 \text{ J} = 10^7 \text{ ergs}$, and since $1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$

$$1 \text{ Gy} = 100 \text{ rads}.$$

$$1 \text{ rad} = 0.01 \text{ Gy} = 1 \text{ centigray (cGy)}.$$

- با آنکه گری یکای جدیدتری است و انتظار می رود که سرانجام جای راد را بگیرد، ولی هنوز هم راد را به طور وسیعی به کار می برند.
- دز جذب شده برای برنامه ریزی درمان سرطان و سایر بیماریها، در صنعت برای کنترل کیفیت مواد و دستگاهها، برای ارزیابی اثرات تابش بر سلولها و محیط زیست کاربرد دارند.

دوز جذب شده

4

- مثال: یک سلول واحد را در نظر بگیرید، با ابعاد $10 \times 10 \times 10$ میکرومتر و جرم 10^{-12} کیلوگرم، در بافتی با وزن 0.1 گرم، که در آن یک ذره LET کم، $1 \text{ keV}/\mu\text{m}$ هنگامی که از سلول عبور می کند، 10 keV را به سلول منتقل می کند، دوز جذب شده اشعه به بافت را محاسبه کنید.

$$\begin{aligned}\text{radiation absorbed dose (tissue)} &= \frac{10 \text{ keV} \times 1.6 \times 10^{-16} \frac{\text{J}}{\text{keV}} \times 1 \frac{\text{Gy}}{\text{J/kg}}}{1 \times 10^{-4} \text{ kg}} \\ &= 1.6 \times 10^{-11} \text{ Gy},\end{aligned}$$

که یک دز بی نهایت کم است. با این حال، اگر قرار باشد دوز جذب شده (به اشتباه) روی تک سلولی اعمال شود، دوز محاسبه شده برابر است با:

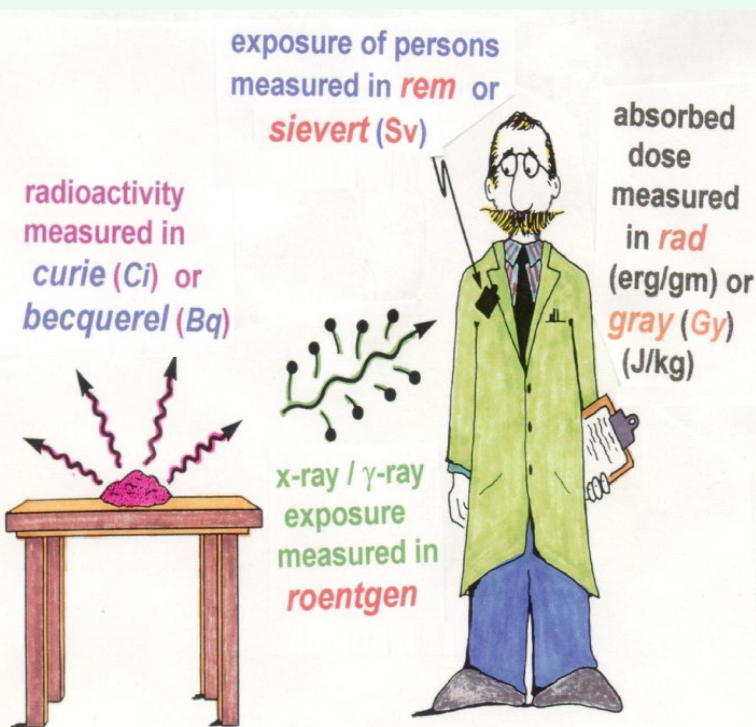
$$\begin{aligned}\text{radiation absorbed dose (cell)} &= \frac{10 \text{ keV} \times 1.6 \times 10^{-16} \frac{\text{J}}{\text{keV}} \times 1 \text{ Gy} \cdot \text{kg/J}}{1 \times 10^{-12} \text{ kg}} \\ &= 1.6 \times 10^{-3} \text{ Gy}.\end{aligned}$$

مواجهه بیرونی (X- and Gamma Radiation)

5

- یکای پرتوگیری (Exposure Unit) یا X Unit: مقداری از تابش گاما یا ایکس تعریف می شود که بتواند در هر کیلو گرم هوا یونهای حامل ۱ کولن بار (با هر علامتی) برای هر بار مثبت یا منفی، یک کولن دارای حدود $10^{18} \times 6/25$ یون است. بار هر یون بسیار کوچک است و برابر $10^{-19} \times 1/6$ است، ایجاد کند. این واحد برای اندازه گیری بار الکتریکی ایجاد شده در هوا توسط پرتوهای الکترومغناطیس (ایکس و گاما) تعریف شده و برای ذرات باردار مانند آلفا یا بتا کاربرد ندارد.

$$1 \text{ X unit} = 1 \text{ C/kg air}$$



- رونتگن واحد قدیمی مواجهه بیرونی می باشد که معادل $10^{-4} \times 2/58$ کولن بر کیلوگرم هوا می باشد.
- کاربردها:
 - برای تعیین میزان تابشی که بیماران یا پرسنل در معرض آن قرار می گیرند.
 - برای ارزیابی تابش طبیعی و مصنوعی در هوا
 - در دستگاههای سنجش تابش، مانند دزیمترهای پرتوگیری از این واحد اندازه گیری استفاده می شود.

محدودیت های مواجهه بیرونی

6

۱- **پرتوگیری فقط به اثرات تابش در هوا اشاره دارد** و نمی تواند مقدار انرژی جذب شده (گری یا راد) یا اثرات زیستی تابش (حساسیت مختلف بافتهای بدن) بر مواد یا بافت های زیستی (سیورت یا رم) را ارزیابی کند.

۲- **محدودیت در نفوذ پرتو آلفا و بتا: پرتو آلفا** ذرات سنگینی هستند که به سرعت در هوا یونیزه می شوند و **برد بسیار کوتاهی دارند** (معمولا در چند سانتیمتر هوا). به دلیل محدودیت در نفوذ، **قبل از آنکه در ابعاد قابل اندازه گیری هوا تاثیر بگذارد، متوقف می شوند**. بنابراین، نمی توان پرتوگیری آنها را در هوا به طور موثر اندازه گیری کرد. **پرتو بتا:** این ذرات شامل الکترونها (بتا منفی) و پوزیترونها (بتا مثبت) هستند، برد بیشتری نسبت به آلفا دارند اما همچنان در تماس نزدیک با ماده (مانند هوا) **به سرعت انرژی خود را از دست می دهند**.

بنابراین پرتوهای گاما و ایکس با استفاده از اثرات فوتوالکتریک، پراکندگی کامپتون و تولید زوج یون، فوتونهای خود را در حجم وسیعی از هوا یونسازی می کنند. اما پرتوهای آلفا و بتا به دلیل ماهیت ذره ای خود، انرژی شان را در مسیرهای کوتاهی متمرکز می کنند و این یونسازی محدود و غیر قابل محاسبه است.

محدودیت های مواجهه بیرونی

7

۳- از آنجا که یونش حاصل از تابش پرتوها نسبتاً به آسانی قابل اندازه گیری است، یکای پرتوگیری بر حسب یونش هوا تعریف می شود. ولی **در انرژیهای فوتونی کمتر از چندین Kev و بیشتر از چندین Mev اندازه گیری یکای پرتوگیری تا حدی دشوار و دارای محدودیت خواهد بود.** دلیل آنها عبارت است از:

✓ **عدم یونیزاسیون در انرژی پایین:** فوتونها با انرژی کمتر از چند الکترون ولت انرژی کافی برای ایجاد یونیزاسیون در هوا را ندارند. به عبارتی نمی توان الکترون را از اتم یا مولکول جدا کنند.

✓ **عدم اندازه گیری دقیق واحدهای مواجهه بیرونی در فوتون های بالاتر از چند مگا الکترون ولت:** در این بازه انرژی فوتونها از طریق فرآیندهایی مانند تولید زوج یون یا تابش کامپتون در تعامل با مواد عمل می کنند. این فرآیندها منجر به تولید ذرات ثانویه بسیار پرانرژی (یونیزاسیون غیرمستقیم) می شوند که یونیزاسیون های چند مرحله ای و پیچیده در هوا ایجاد می کنند که اندازه گیری دقیق پرتوگیری در این حالت به تجهیزات پیشرفته تری نیاز دارد.

✓ **بنابرای یکای پرتوگیری تنها در مورد پرتو های ایکس و گامایی که انرژی آنها از ۳ Mev تجاوز نمی کند به کار می رود.** در مورد فوتونهایی که انرژی بیشتری دارند، پرتوگیری بر حسب یکای وات ثانیه بر متر مربع، و آهنگ پرتوگیری بر حسب وات بر متر مربع بیان می شود.

مواجهه بیرونی (X- and Gamma Radiation)

8

- با توجه به اینکه بار هرتک یون برابر $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ و میانگین انرژی لازم برای تولید هر زوج یون در هوا برابر با 34 eV است، می توانیم تعریف عملیاتی یکای پرتوگیری را به یکاهای اصلی جذب انرژی در واحد جرم هوا تبدیل کنیم.

$$1 \text{ X unit} = 1 \frac{\text{C}}{\text{kg}}_{\text{air}} \times \frac{1 \text{ ion}}{1.6 \times 10^{-19} \text{ C}} \times 34 \frac{\text{eV}}{\text{ion}} \times 1.6 \times 10^{-19} \frac{\text{J}}{\text{eV}} \\ \times 1 \frac{\text{Gy}}{\text{J/kg}} = 34 \text{ Gy (in air)}.$$

- قبل از آنکه دستگاه SI پذیرفته شود، یکای پرتوگیری پرتو **روننگن** نامیده و با نماد R نشان داده می شد. روننگن به آن مقدار از تابش ایکس یا گاما تعریف می شد که بتواند یونهای حامل یک ایستا کولن بار (با هر علامتی) در هر سانتیمتر مکعب هوا در دمای صفر درجه سانتیگراد و فشار 760 میلیمتر جیوه تولید کند.

$$1 \text{ R} = 1 \text{ sC/cm}^3$$

- یونهای حامل یک ایستا کولن بار به گروهی از یونها اشاره دارد که تعداد آنها به قدری زیاد است که مجموع بار الکتریکی آنها به 1 کولن می رسد. برای هر بار مثبت یا منفی، **یک کولن دارای حدود 6.25×10^{18} یون است**. بار هر یون بسیار کوچک است و برابر $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ است.

مواجهه بیرونی (X- and Gamma Radiation)

9

$$1 \text{ R} = 1 \text{ sC/cm}^3 \text{ air} \times \frac{1 \text{ cm}^3 \text{ air}}{1.29 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3 \text{ air}} \times \frac{1 \text{ ion}}{4.8 \times 10^{-10} \text{ sC}} \times 34 \frac{\text{eV}}{\text{ion}} \\ \times 1.6 \times 10^{-12} \frac{\text{erg}}{\text{eV}} \times \frac{1 \text{ rad}}{100 \frac{\text{erg}}{\text{g}}}$$

$$1 \text{ R} = 0.877 \text{ rad (to air).}$$

$$\frac{34 \frac{\text{J/kg}}{\text{C/kg}} \times 10^7 \frac{\text{ergs}}{\text{J}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}}}{87.7 \frac{\text{ergs/g}}{\text{R}}} = 3881 \frac{\text{R}}{\text{C/kg}}$$

or

$$1 \text{ X unit} = 3881 \text{ R.}$$

$$1 \text{ R} = (1/3881) \text{ X unit} = 2.58 \times 10^{-4} \text{ X unit.}$$

- چون هر یون حامل باری برابر $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ و جرم هر سانتیمتر مکعب هوای استاندارد برابر 0.00129 g/cm^3 گرم است، پرتوگیری 1 R با جذب 87.7 erg/g در هر گرم هوا (با دزی برابر 0.877 rad) متناظر خواهد بود.
- هنگامی که پرتوگیری بر حسب رونتگن اندازه گیری می شود، شدت میدان پرتو ایکس یا گاما بر حسب یکاهایی چون رونتگن بر دقیقه یا میلی رونتگن بر ساعت اندازه گیری می شود.
- ارتباط میان یکای پرتوگیری و رونتگن را می توان به صورت روبه رو محاسبه کرد: