

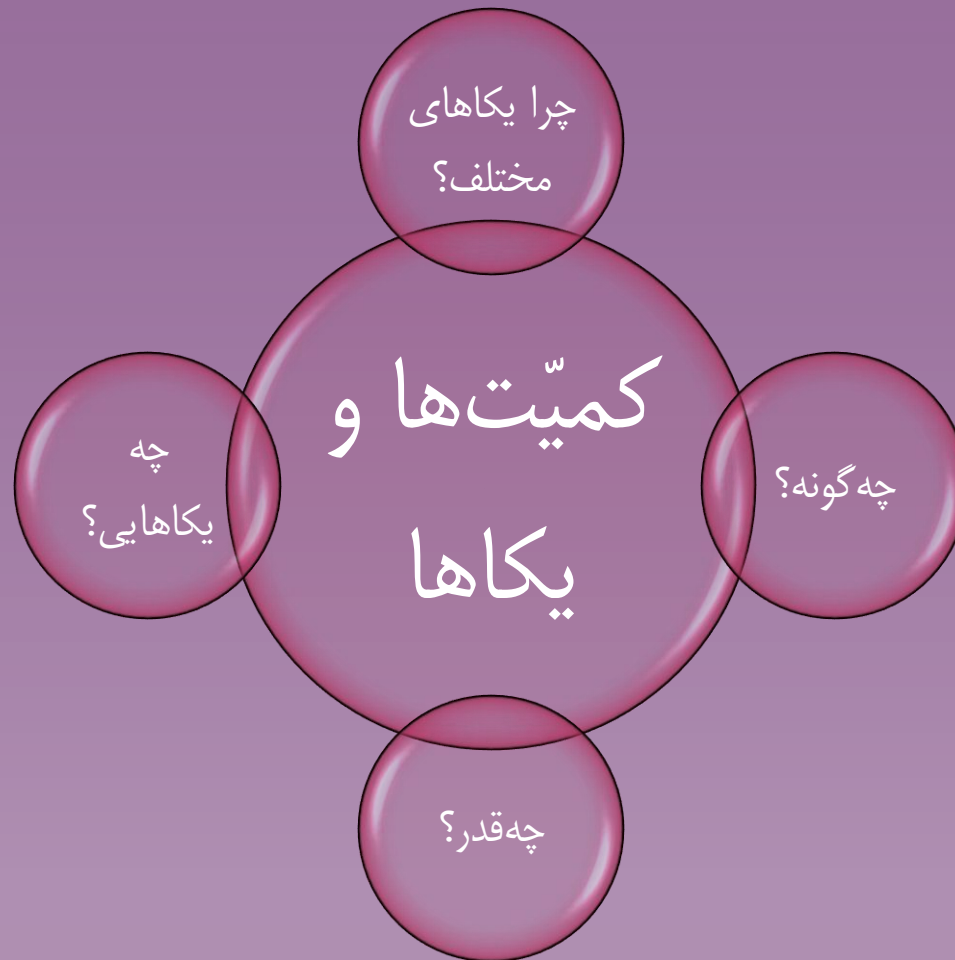
کمیت‌ها و یکاها در حفاظت پرتوی

حفاظت در برابر اشعه: پرتونگاری صنعتی
(ویرایش نخست - ۱۳۹۵)



۳۴ اسلاید

آنچه می‌آموزید!



عناوین

آسیب‌های
تابشی

دزِ جذبی

آهنگِ دز

دزِ معادل

دزِ مؤثر

دزِ تجمعی

جمع‌بندی

- آسیب‌های تابشی
- دزِ جذبی
- آهنگِ دزِ جذبی
- دزِ معادل
- دزِ (معادل) مؤثر
- دزِ تجمعی
- جمع‌بندی

آسیب‌های تابش

آسیب‌های
تابشی

دز جذبی

آهنگ دز

دز معادل

دز مؤثر

دز تجمعی

جمع‌بندی

- در درس‌های قبل آموختیم که
 - پرتونگاری با پرتوهای نافذ ایکس و گاما انجام می‌شود، و
 - ایکس و گاما می‌توانند برای انسان خطرناک باشند (آسیب تابشی).

آسیب تابشی (ادامه)

آسیب‌های
تابشی

دز جذبی

آهنگ دز

دز معادل

دز مؤثر

دز تجمعی

جمع‌بندی

آیا توانایی
آسیب‌رسانی
پرتوهای مختلف
یکسان است؟

چه گونه آسیب
یک پرتو را اندازه
بگیریم؟



آیا واکنش
اندام‌های مختلف
به تابش یکسان
است؟

آیا هرچه شدت
پرتو پیش‌تر باشد،
آسیب آن پیش‌تر
است؟

اندازه‌گیری آسیب

آسیب‌های تابشی

دز جذبی

آهنگ دز

دز معادل

دز مؤثر

دز تجمعی

جمع‌بندی

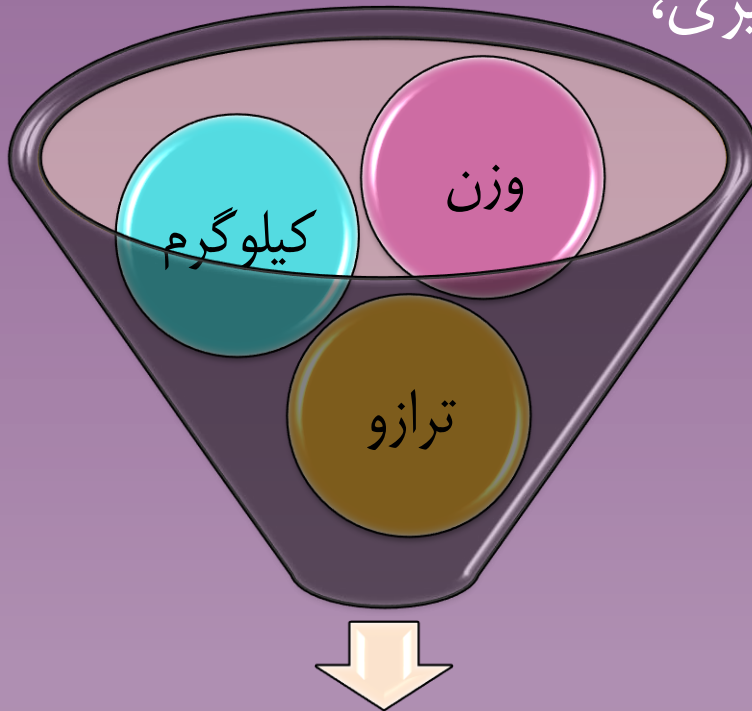
• برای اندازه‌گیری آسیب چه چیزهایی لازم است؟

– یک کمیّت قابل اندازه‌گیری،

– یکا (واحد)،

– دستگاه اندازه‌گیری، و

– روش اندازه‌گیری.



اندازه‌گیری وزن

کمیتِ دز جذبی: تعریف

- آسیبی که پرتوهای یون‌ساز به بدن وارد می‌کنند به انرژی‌ای (گرمایی) بستگی دارد که در بدن آزاد می‌کنند.

- **دز جذبی بدن** (ناشی از تابش) برابر است با مقدار انرژی‌ای که تابش در هر کیلوگرم بافت‌های بدن آزاد می‌کند.

آسیب‌های تابشی

دز جذبی

آهنگِ دز

دزِ معادل

دزِ مؤثر

دزِ تجمعی

جمع‌بندی

یکای دز جذبی

آسیب‌های
تابشی

دزِ جذبی

آهنگِ دز

دزِ معادل

دزِ مؤثر

دزِ تجمعی

جمع‌بندی

- یکای دزِ جذبی **گری (Gy)** نام دارد.
- $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$.
- گاهی از یکای کوچک‌تری به نام **راد (rad)** هم استفاده می‌شود.

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

دز جذبی: مثال

- جذب ۲۸۰ ژول انرژی در بدن یک انسان ۷۰ کیلوگرمی مشابه دز جذبی ۴ گری (۴ Gy) است. – این مقدار انرژی برابر گرمای یک قلمپ چای داغ است.



آسیب‌های
تابشی

دز جذبی

آهنگ دز

دز معادل

دز مؤثر

دز تجمعی

جمع‌بندی

آهنگ دز جذبی

- در نقطه‌ای در اطراف یک منبع تابش، دز جذبی‌ای که در هر لحظه (مثلاً هر ثانیه یا هر دقیقه) به بدن منتقل می‌شود **آهنگ دز جذبی** از آن چشمه نام دارد.

$$\text{آهنگ دز جذبی} = \frac{\text{دز جذبی}}{\text{زمان}}$$

آسیب‌های
تابشی

دز جذبی

آهنگ دز

دز معادل

دز مؤثر

دز تجمعی

جمع‌بندی

آهنگ دز جذبی: مثال

- فردی بیست ثانیه در نزدیکی یک چشمه‌ی پرتونگاری بوده است و دز جذبی‌ای برابر با ۵ mGy دریافت کرده است. آهنگ دز جذبی در نقطه‌ای که او ایستاده چند mGy/s بوده است؟

$$\text{آهنگ دز جذبی} = \frac{5 \text{ mGy}}{20 \text{ s}}$$

$$\text{آهنگ دز جذبی} = \frac{0.25 \text{ mGy/s}}{}$$

آسیب‌های تابشی

دز جذبی

آهنگ دز

دز معادل

دز مؤثر

دز تجمعی

جمع‌بندی

آهنگ دز جذبی یک چشمه‌ی گاما

- مهم‌ترین عوامل مؤثر بر آهنگ دز جذبی در نقطه‌ای پیرامون یک چشمه:

– نوع چشمه

- انرژی فوتون‌ها را تعیین می‌کند،

– اکتیویته‌ی چشمه

- تعداد فوتون‌ها در هر ثانیه (آهنگ تابش فوتون) را تعیین می‌کند،

– فاصله از چشمه

- هرچه از چشمه دورتر باشیم، آهنگ دز کمتر می‌شود.

آسیب‌های
تابشی

دز جذبی

آهنگ دز

دز معادل

دز مؤثر

دز تجمعی

جمع‌بندی

اثر نوع چشمه

آسیب‌های تابشی

دز جذبی

آهنگ دز

دز معادل

دز مؤثر

دز تجمعی

جمع‌بندی

میانگین انرژی فوتون‌ها

نوع چشمه

۱۲۵۰ keV

کبالت ۶۰ (^{60}Co)

۴۰۰ keV

ایریدیم ۱۹۲ (^{192}Ir)

انرژی فوتون‌ها را بر حسب الکترون‌ولت می‌سنجند.

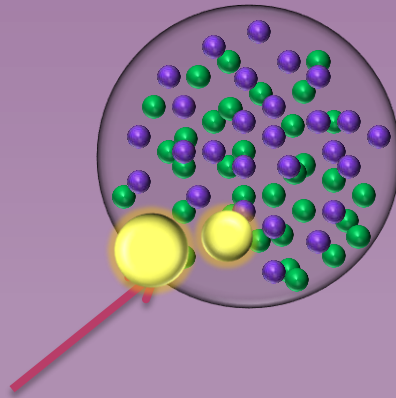
$$1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

اثر نوع چشمه (ادامه)

- مقایسه‌ی آهنگ گسیل فوتون در واپاشی کبالت - ۶۰ (^{60}Co) با نظیرش در ایریدیم - ۱۹۲ (^{192}Ir)

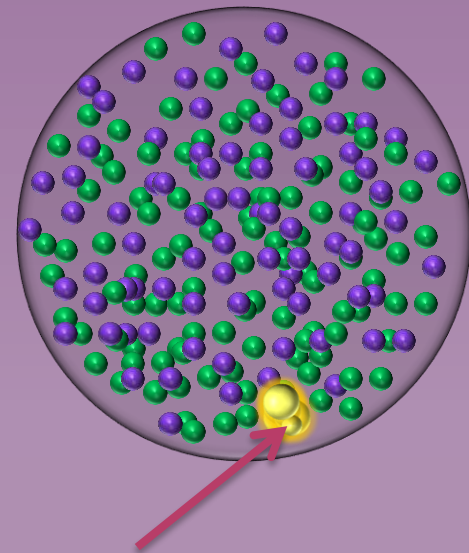
واپاشی کبالت - ۶۰

انرژی میانگین = 1250 keV



واپاشی ایریدیم - ۱۹۲

انرژی میانگین = 400 keV



آسیب‌های تابشی

دز جذبی

آهنگ دز

دز معادل

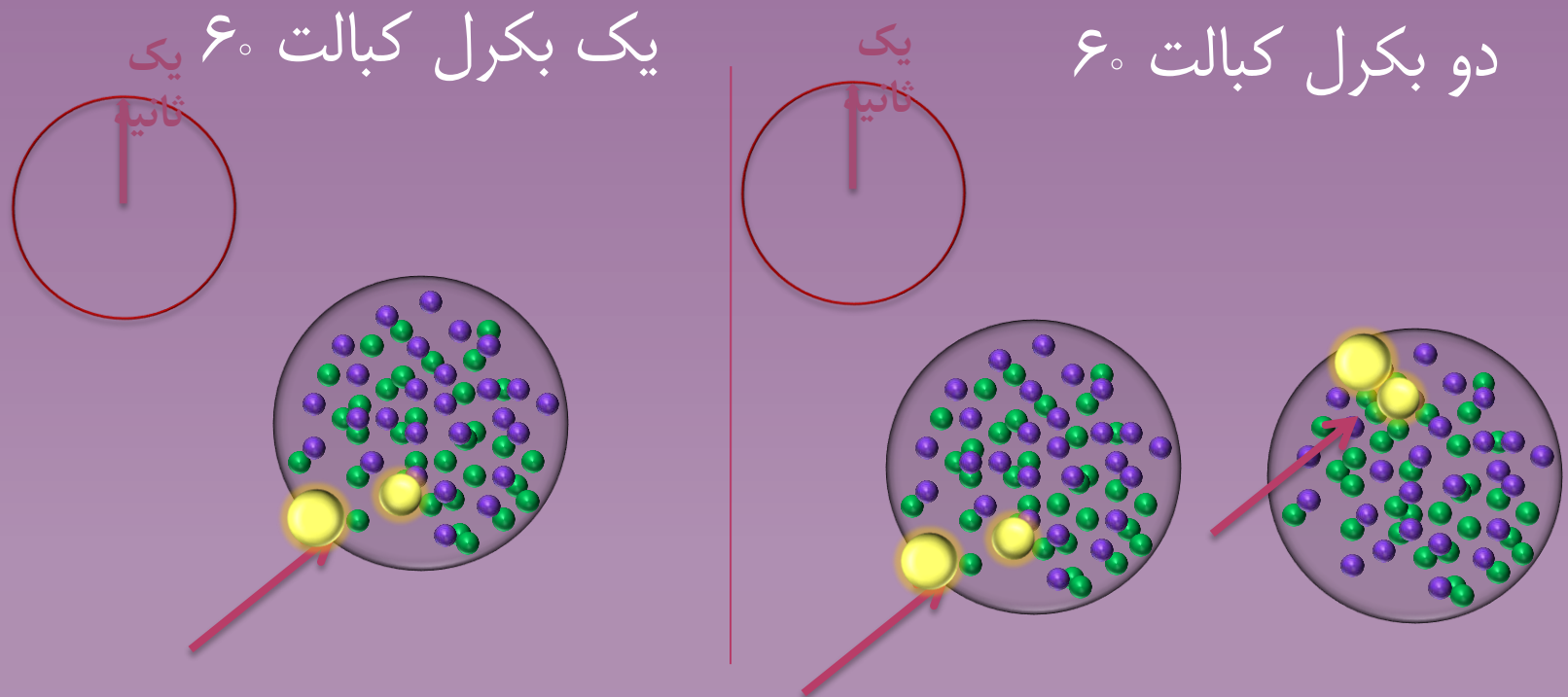
دز مؤثر

دز تجمعی

جمع‌بندی

اثر اکتیویته‌ی چشمه

- آهنگِ گسیلِ فوتون‌های گامای یک چشمه با اکتیویته‌ی آن متناسب است.



آسیب‌های تابشی

دز جذبی

آهنگِ دز

دز معادل

دز مؤثر

دزِ تجمعی

جمع‌بندی

اثر فاصله بر آهنگِ دز

- هر چه فاصله از چشمه بیش تر شود آهنگِ دز آن کم تر می شود.
- برای یک چشمه‌ی کوچک، مانند چشمه‌های گامای پرتونگاری، آهنگ دز با عکس مجذور فاصله از چشمه متناسب است.

$$\text{آهنگ دز جذبی} \propto \frac{1}{\text{فاصله به توان ۲}}$$

آسیب‌های
تابشی

دز جذبی

آهنگِ دز

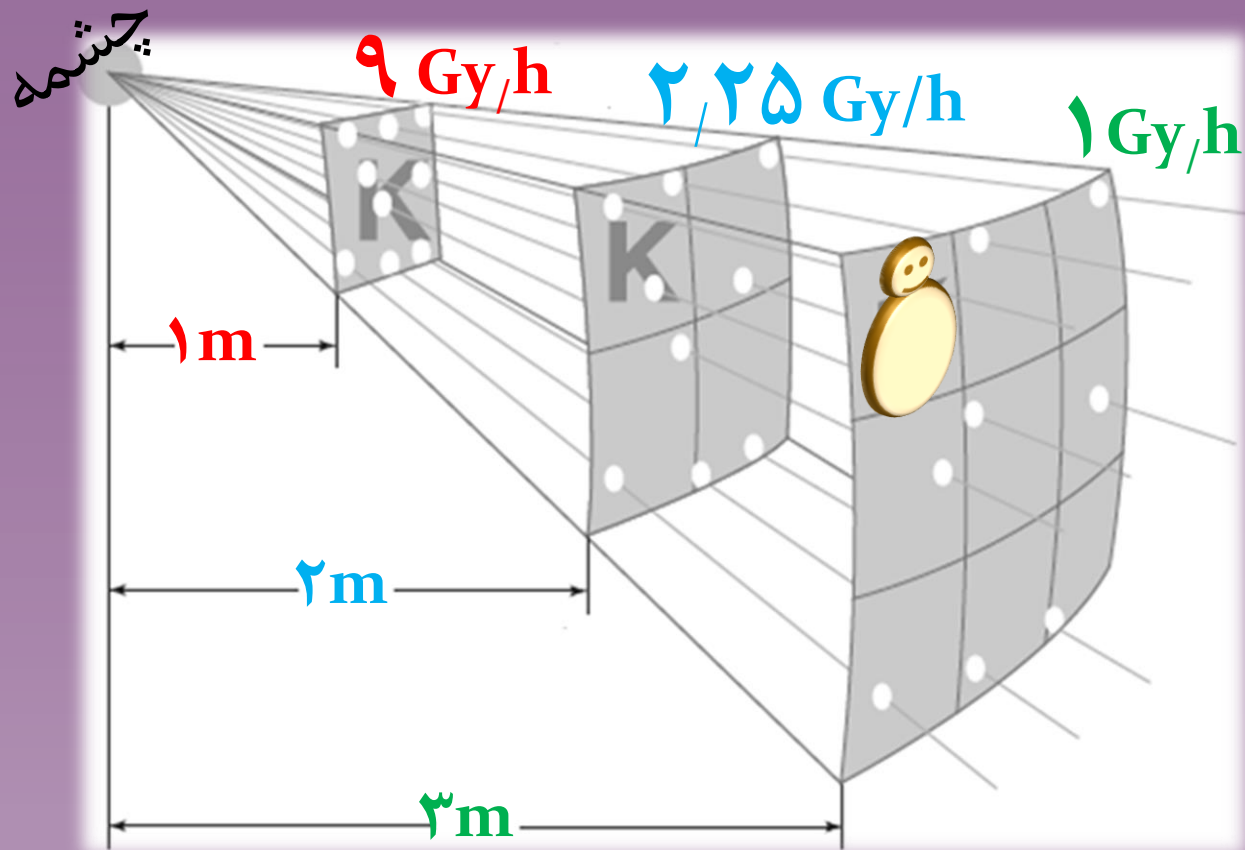
دز معادل

دز مؤثر

دزِ تجمعی

جمع‌بندی

اثر فاصله بر آهنگِ دز (ادامه)



آسیب‌های تابشی

دز جذبی

آهنگِ دز

دز معادل

دز مؤثر

دزِ تجمعی

جمع‌بندی

نکته‌ی حفاظتی



همیشه در دورترین فاصله‌ی ممکن تا چشمه کار
کنید!

فاکتور گاما

آسیب‌های تابشی

دز جذبی

آهنگ دز

دز معادل

دز مؤثر

دز تجمعی

جمع‌بندی

• آهنگ دز جذبی حاصل از یک چشمه‌ی گاما

– با اکتیویته‌ی یک کوری

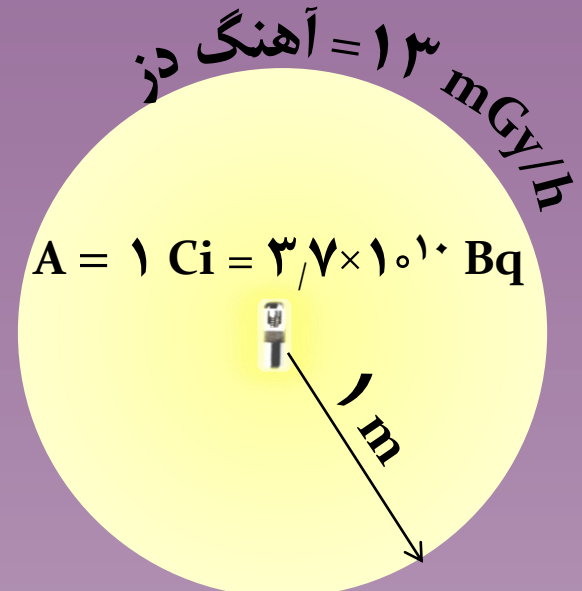
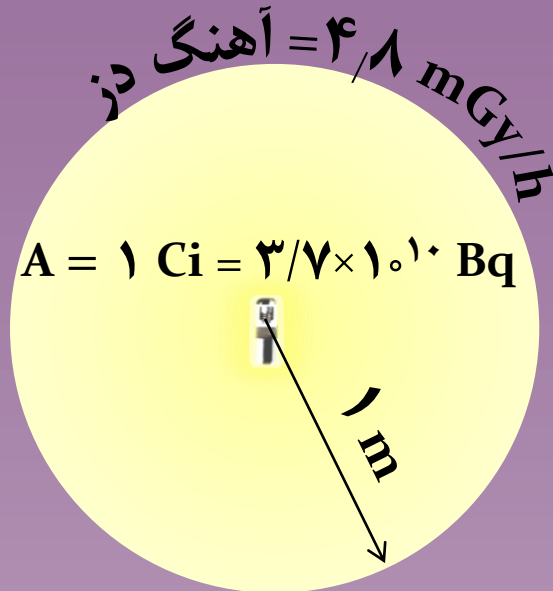
– در فاصله‌ی یک متری

فاکتور گامای (گاماگسیلی ویژه‌ی Γ) آن چشمه
نامیده می‌شود.

فاکتور گاما (مثال)

فاکتور گامای ایریدیم ۱۹۲

فاکتور گامای کبالت ۶۰



آسیب‌های تابشی

دز جذبی

آهنگ دز

دز معادل

دز مؤثر

دز تجمعی

جمع‌بندی

تعیین آهنگِ دز یک چشمه

- با دانستن فاکتور گامای یک نوع چشمه می‌توان آهنگِ دز چشمه را در هر زمان و مکان تعیین کرد.

آهنگ دز جذبی در فاصله‌ی d از یک چشمه‌ی با اکتیویته‌ی A

$$= \frac{\Gamma \times A}{d^2}$$

آسیب‌های تابشی

دز جذبی

آهنگِ دز

دز معادل

دز مؤثر

دزِ تجمعی

جمع‌بندی

تعیین آهنگِ دز یک چشمه (ادامه)

آسیب‌های تابشی

دز جذبی

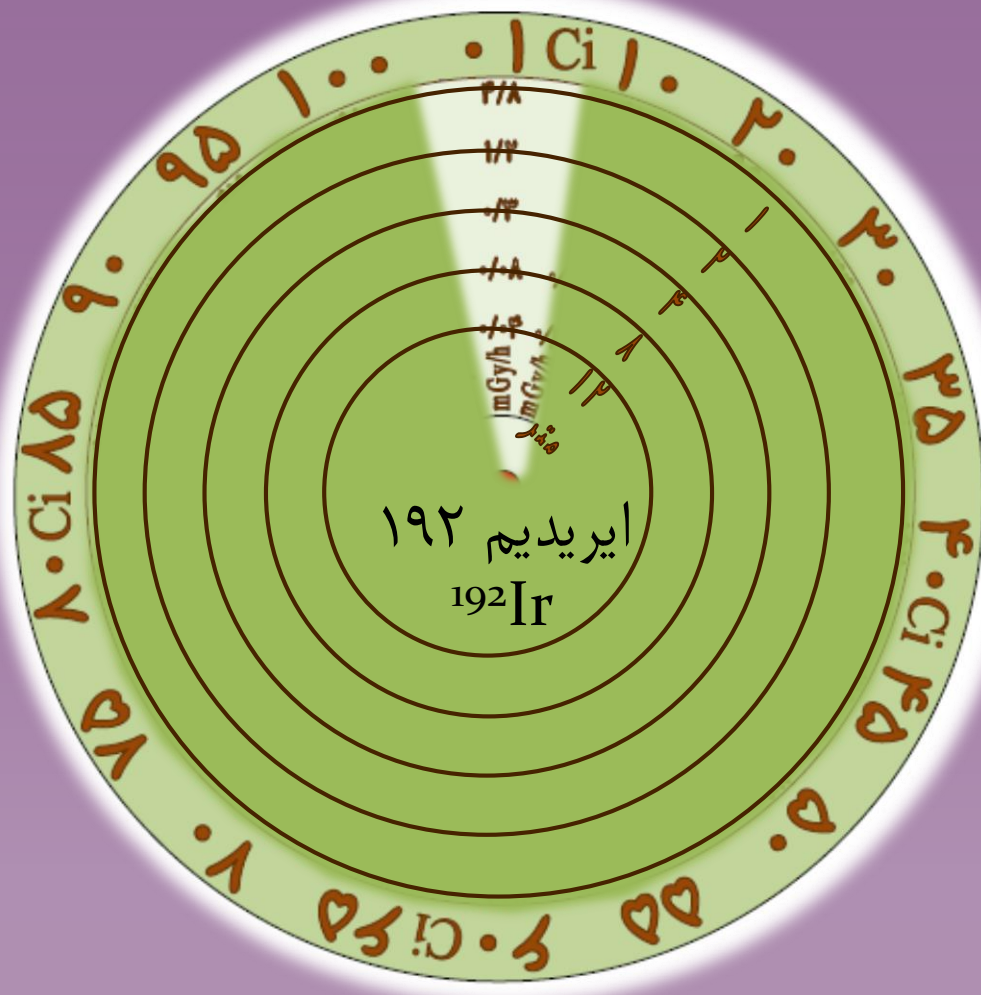
آهنگِ دز

دز معادل

دز مؤثر

دزِ تجمعی

جمع‌بندی



رابطه‌ی آسیب با نوع پرتو

• به غیر از گاما و ایکس، پرتوهای یون ساز دیگری هم هست:

– آلفا،

– بتا، و

– نوترون.

• در بدن انسان، میزان یون سازی پرتوها باهم فرق دارد.

– یون سازی یک گری دز جذبی مثلاً آلفا از یون سازی یک گری دز جذبی گاما بیش تر است.

آسیب‌های تابشی

دز جذبی

آهنگ دز

دز معادل

دز مؤثر

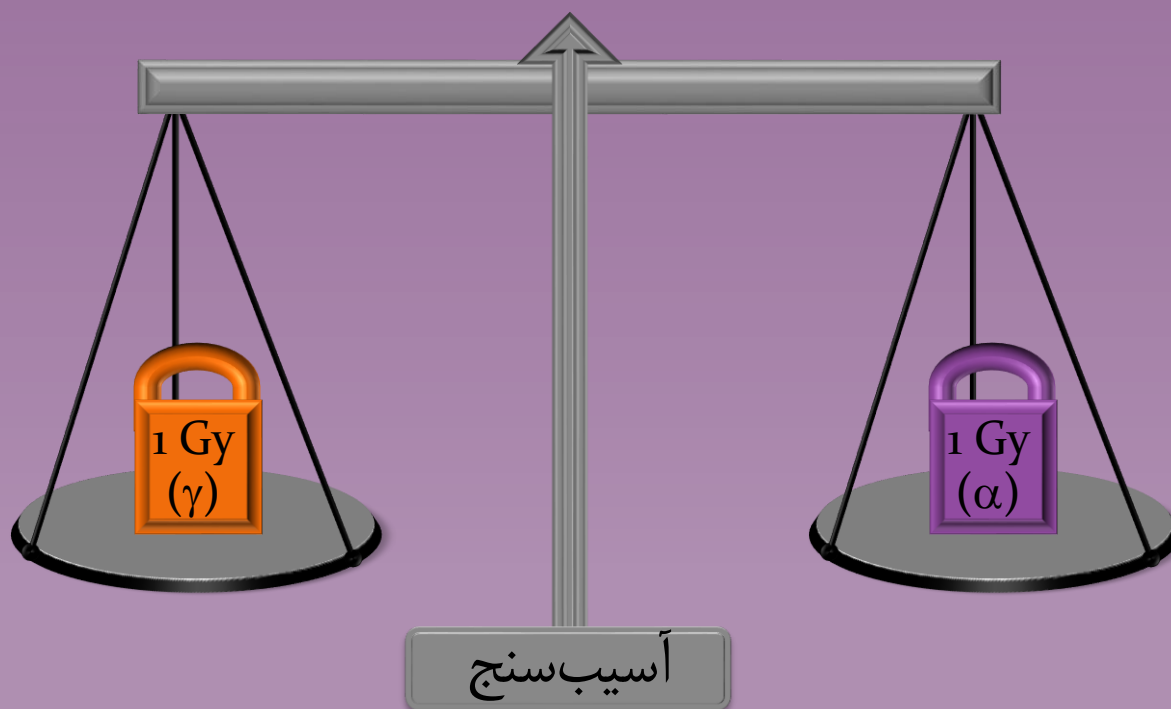
دز تجمعی

جمع بندی

رابطه‌ی آسیب با نوع پرتو (ادامه)

• از نظر آسیب‌رسانی:

$$1 \text{ Gy (گاما/ایکس)} \neq 1 \text{ Gy (آلفا)} \neq 1 \text{ Gy (بتا)} \neq 1 \text{ Gy (نوترون)}$$



آسیب‌های
تابشی

دز جذبی

آهنگ دز

دز معادل

دز مؤثر

دز تجمعی

جمع‌بندی

دزِ معادل

- کمیتی باید تعریف شود که بتوان توسط آن و بدون اطلاع از نوع تابش میزان آسیب را نشان داد.
- این کمیت **دزِ معادل** نام دارد.

آسیب‌های
تابشی

دزِ جذبی

آهنگِ دز

دزِ معادل

دزِ مؤثر

دزِ تجمعی

جمع‌بندی

یکای دز معادل

• یکای دز معادل سیورت (Sv) است.

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

$$\begin{aligned} 1 \text{ Gy (گاما)} &= 1 \text{ Sv (گاما)} \\ 1 \text{ Gy (ایکس)} &= 1 \text{ Sv (ایکس)} \\ 1 \text{ Gy (آلفا)} &\neq 1 \text{ Sv (آلفا)} \\ 1 \text{ Gy (بتا)} &= 1 \text{ Sv (بتا)} \\ 1 \text{ Gy (نوترون)} &\neq 1 \text{ Sv (نوترون)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ kg (سیبزمینی)} &= 1 \text{ kg (پیاز)} \\ 1 \text{ Sv (گاما)} &= 1 \text{ Sv (ایکس)} \\ 1 \text{ Sv (آلفا)} &= 1 \text{ Sv (گاما)} \\ 1 \text{ Sv (بتا)} &= 1 \text{ Sv (ایکس)} \end{aligned}$$

آسیب‌های تابشی

دز جذبی

آهنگ دز

دز معادل

دز مؤثر

دز تجمعی

جمع‌بندی

یکای دز معادل (ادامه)

آسیب‌های تابشی
دز جذبی
آهنگ دز
دز معادل
دز مؤثر
دز تجمعی
جمع‌بندی



دز معادل (مثال)

- طبق استانداردهای موجود، آهنگِ دز معادل روی سطح یک دوربین قابل حمل نباید از 2 mSv/h بیشتر باشد. این آهنگِ دز چند میکروسیورت بر ساعت ($\mu\text{Sv/h}$) است؟

$$2 \text{ mSv/h} \times 1000 = 2000 \mu\text{Sv/h}$$

آسیب‌های تابشی

دز جذبی

آهنگِ دز

دز معادل

دز مؤثر

دزِ تجمعی

جمع‌بندی

دز مؤثر

- آموختیم که حساسیت به تابش بافت‌ها و اندام‌های مختلف باهم فرق دارد؛ پس
- اگر کل بدن در معرض تابش قرار گیرد، آسیبی که به اندام‌های مختلف می‌رسد یکسان نخواهد بود.
- دز معادلی که با احتساب اختلاف حساسیت اندام‌ها به دست می‌آید دز مؤثر نام دارد.
- یکای دز مؤثر هم سیورت (Sv) است.

آسیب‌های تابشی

دز جذبی

آهنگ دز

دز معادل

دز مؤثر

دز تجمعی

جمع‌بندی

ضرایبِ وزنِ دهیِ بافت

آسیب‌های
تابشی

دزِ جذبی

آهنگِ دز

دزِ معادل

دزِ مؤثر

دزِ تجمعی

جمع‌بندی

w_T	بافت یا اندام	w_T	بافت یا اندام
۰/۰۴	کبد	۰/۰۸	غددِ تناسلی
۰/۰۴	مری	۰/۱۲	مغزِ استخوان
۰/۰۴	تیروئید	۰/۱۲	کولن
۰/۰۱	پوست	۰/۱۲	ریه
۰/۰۱	سطح استخوان	۰/۱۲	معدہ
کم‌تر از ۰/۰۱	بقیه‌ی اعضا	۰/۰۴	مثانه
		۰/۱۲	پستان

دز تجمعی

- آسیب تابشی یک فرد به مجموع دز تابشی دریافتی او در کل مدتی که در مواجهه با پرتو بوده است بستگی دارد.
- **دز معادل (یا مؤثر) تجمعی** مجموع دز معادل (یا مؤثر) دریافتی یک فرد در یک مدت مشخص است.
- یکای دز معادل تجمعی هم **سیورت** است.

آسیب‌های تابشی

دز جذبی

آهنگ دز

دز معادل

دز مؤثر

دز تجمعی

جمع‌بندی

دز تجمعی (مثال)

آسیب‌های تابشی

دز جذبی

آهنگ دز

دز معادل

دز مؤثر

دز تجمعی

جمع‌بندی

• حد دز سالانه‌ی پرتوکاران

– دز مؤثر تجمعی دریافتی یک پرتوکار در یک سال نباید از 50 mSv بیش‌تر شود.

– دز مؤثر تجمعی دریافتی یک پرتوکار در ۵ سال نباید از 100 mSv بیش‌تر شود. (میانگین دز مؤثر سالانه $= 20 \text{ mSv}$)

جمع بندی

- آسیب تابشی به مقدار انرژی جذب شده در بدن بستگی دارد
- کمیت دز جذبی با یکای گری (Gy) معرف انرژی جذب شده در بدن است.
- نوع پرتو نیز در مقدار آسیب‌های تابشی اثر دارد؛ برای به حساب آوردن این اثر از کمیت دز معادل با یکای سیورت (Sv) استفاده می‌شود.
- برای به حساب آوردن حساسیت اندام‌های مختلف به پرتو از کمیت دز مؤثر با یکای سیورت استفاده می‌شود.

آسیب‌های تابشی

دز جذبی

آهنگ دز

دز معادل

دز مؤثر

دز تجمعی

جمع بندی

