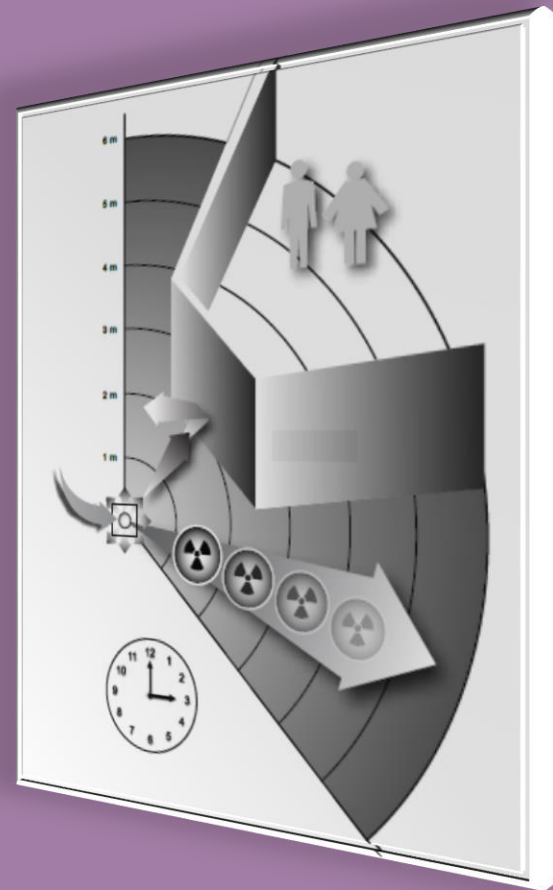


# حفاظت در برابر پرتوگیری خارجی برای تابش ایکس / گاما

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



# آنچه می آموزید!



# عناوین

انواع  
پرتوگیری

عامل زمان

عامل فاصله

نواحی کاری

عامل حفاظ

جمع بندی

- انواع پرتوگیری
- عامل زمان
- عامل فاصله
- نواحی کاری
- عامل حفاظ
- جمع بندی

# انواع پرتوگیری

انواع  
پرتوگیری

عامل زمان

عامل فاصله

نواحی کاری

عامل حفاظ

جمع بندی

• منابع پرتو ممکن است داخل بدن یا خارج از بدن قرار بگیرند. بر این اساس، پرتوگیری به دو دسته تقسیم می شود:

– پرتوگیری داخلی

• چشمه‌ی پرتوزا

– پرتوگیری خارجی

• چشمه یا دیگر منابع پرتو

# پرتوگیری داخلی

انواع  
پرتوگیری

عامل زمان

عامل فاصله

نواحی کاری

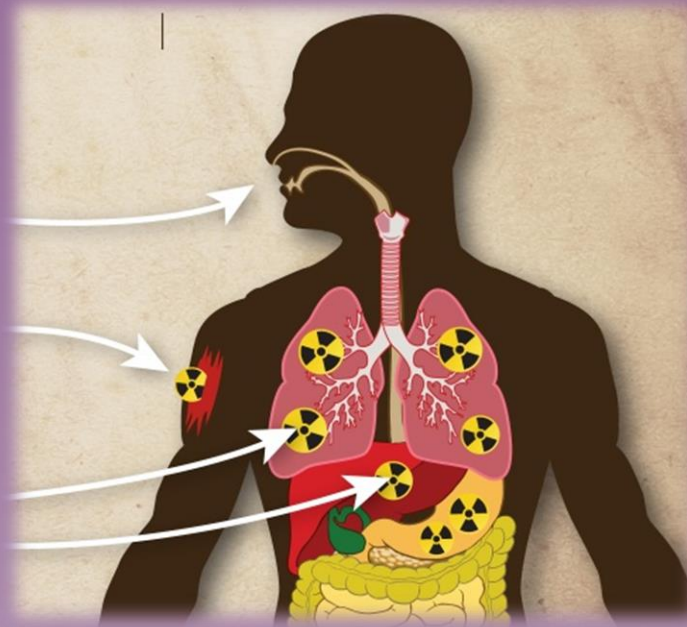
عامل حفاظ

جمع بندی

- چشمه‌های پرتوزا ممکن است از راه‌های زیر وارد بدن شوند:

خوردن، آشامیدن،  
تنفس  
جذب پوستی

مواد پرتوزای مختلف در  
اندام‌های مختلف تجمع  
می‌کنند



- یک راه ساده برای کاهش پرتوگیری داخلی، افزایش دفع مواد پرتوزا از بدن است.

# پرتوگیری خارجی

انواع  
پرتوگیری

عامل زمان

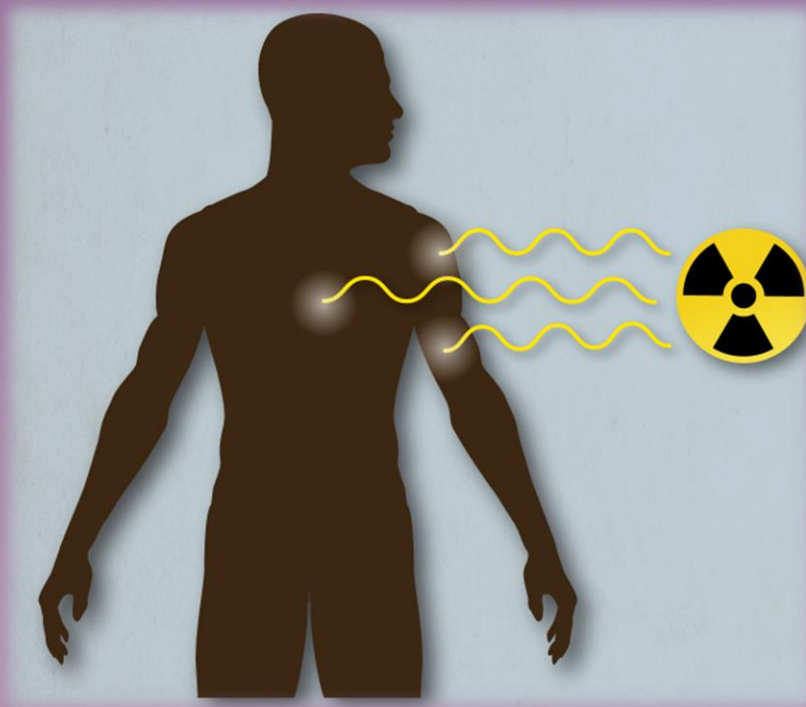
عامل فاصله

نواحی کاری

عامل حفاظ

جمع بندی

- وقتی منابع پرتو در خارج بدن باشند، پرتوگیری خارجی اتفاق می افتد.



# پرتوگیری خارجی

انواع  
پرتوگیری

عامل زمان

عامل فاصله

نواحی کاری

عامل حفاظ

جمع بندی

- پرتوگیری تابشی هیچ کس، از جمله پرتوکاران، نباید از حدود قانونی فراتر رود.
- تا جایی که ممکن است، باید پرتوگیری پرتوکاران را کاست.

روش های کاهش پرتوگیری

کاستن از زمان  
پرتوگیری

کاستن از شدت میدان پرتو (آهنگ دز)

افزایش فاصله

استفاده از حفاظ

# عامل زمان

انواع  
پرتوگیری

عامل زمان

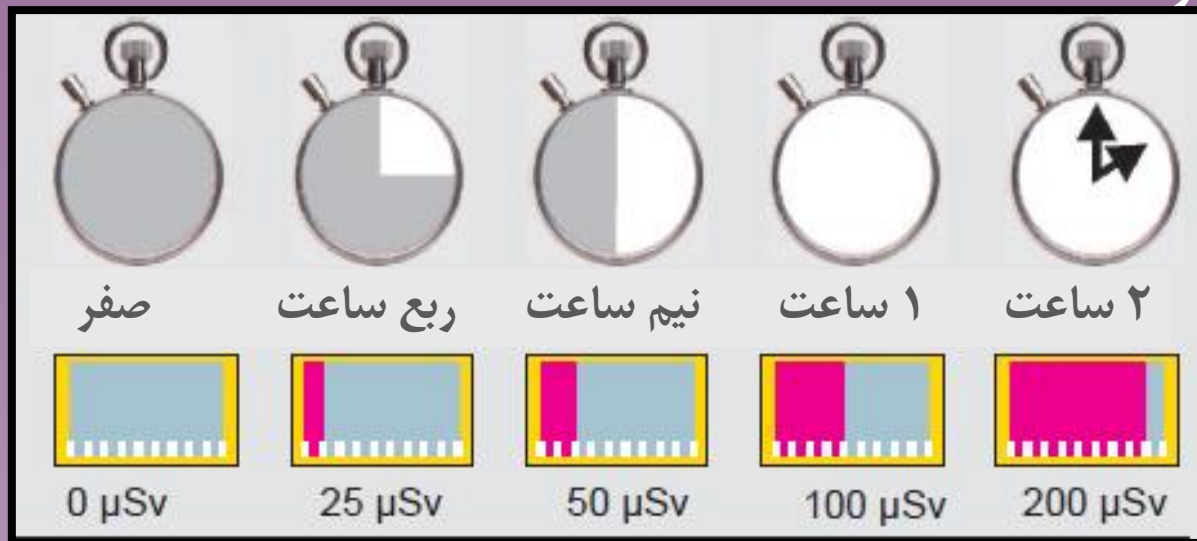
عامل فاصله

نواحی کاری

عامل حفاظ

جمع بندی

- هرچه زمان حضور پرتوکار در یک میدان تابشی بیشتر باشد، دز (معادل/مؤثر) دریافتی او بیشتر می شود.





# عامل زمان: مثال

- دز دریافتی پرتوکاری را که ۱۵ دقیقه در نقطه‌ی اندازه‌گیری این دستگاه ایستاده است حساب کنید.

$$1.65 \mu\text{Sv/h} \times 15/60 \\ h \\ = 0.4 \mu\text{Sv}$$



انواع  
پرتوگیری

عامل زمان

عامل فاصله

نواحی کاری

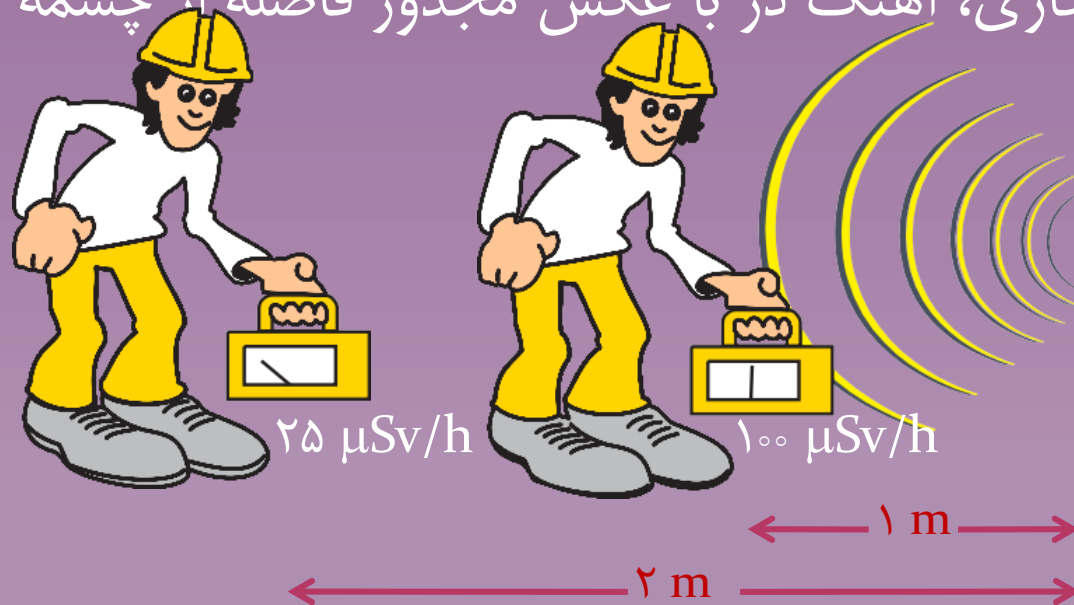
عامل حفاظ

جمع‌بندی

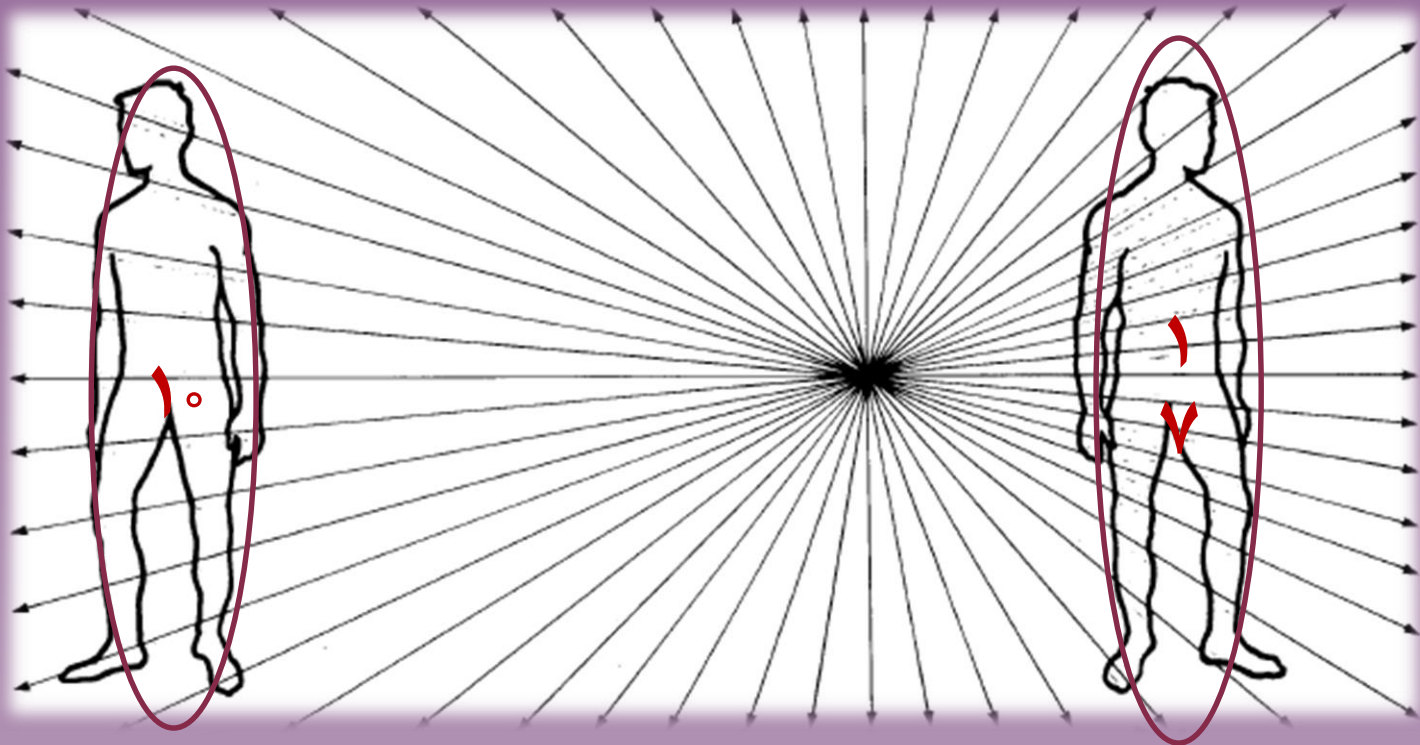
# عامل فاصله

- هر چه فاصله از چشمه بیش تر شود آهنگِ دز (معادل) کم تر می شود.

– برای یک چشمه‌ی کوچک، مانند چشمه‌های گامای پرتونگاری، آهنگ دز با عکس مجذور فاصله از چشمه متناسب است.



# عامل فاصله (ادامه)



انواع  
پرتوگیری

عامل زمان

عامل فاصله

نواحی کاری

عامل حفاظ

جمع بندی

انواع  
پرتوگیری

عامل زمان

عامل فاصله

نواحی کاری

عامل حفاظ

جمع بندی

برای پرتونگاری  
در چه فاصله‌ای از  
دوربین کار کنیم؟



# نواحی کار با پرتو

- برای انجام کار ایمن، باید فاصله‌ی مناسب تا منبع تابش رعایت شود. بر این اساس، برای انجام پرتونگاری، دو ناحیه تعریف می‌شود:

– ناحیه‌ی ممنوعه،

و

– ناحیه‌ی کنترل شده.

انواع  
پرتوگیری

عامل زمان

عامل فاصله

نواحی کاری

عامل حفاظ

جمع‌بندی

# نواحی کار با پرتو

انواع  
پرتوگیری

عامل زمان

عامل فاصله

نواحی کاری

عامل حفاظ

جمع بندی

- نواحی کار با پرتو باید مرزبندی شوند.

# نکته‌ی حفاظتی



• پیش از آغاز کار پرتونگاری، حتماً شعاعِ نواحی ممنوعه و کنترل شده را بدانید.

# ناحیه‌ی ممنوعه

• ناحیه‌ی ممنوعه ناحیه‌ای است که در آن آهنگِ دز (معادل) از  $2 \text{ mSv/h}$  بیش‌تر باشد.

– در شرایط عادی، هیچ‌کس (نه مردم و نه حتی پرتوکار) نباید در ناحیه‌ی ممنوعه حاضر باشد.

– حضور در ناحیه‌ی ممنوعه تنها در

• در شرایط اضطراری،

• برای افراد صاحب صلاحیت،

• با رعایت کلیه‌ی مقررات و دستورالعمل‌های حفاظتی، و

• با تجهیزات لازم (مانند پایش‌گرهای تابش و دزسنج‌های فردی)

مجاز است.

انواع  
پرتوگیری

عامل زمان

عامل فاصله

نواحی کاری

عامل حفاظ

جمع‌بندی



# ناحیه‌ی کنترل‌شده

- ناحیه‌ی کنترل‌شده ناحیه‌ای است که در آن آهنگ دز (معادل) از  $2 \text{ mSv/h}$  کم‌تر و از  $25 \mu\text{Sv/h}$  بیش‌تر باشد.

– پرتوکاران مجازند در ناحیه‌ی کنترل‌شده تردد کنند یا مستقر شوند؛ به شرطی که به دزسنج فردی و پایش‌گرهای تابشی مجهز باشند.

– مردم عادی نباید در ناحیه‌ی کنترل‌شده تردد کنند.

- پیش از شروع به کار پرتونگاری باید مطمئن شوید که افراد غیرمجاز در ناحیه‌ی کنترل‌شده نباشند.

انواع  
پرتوگیری

عامل زمان

عامل فاصله

نواحی کاری

عامل حفاظ

جمع‌بندی

# ناحیه‌ی کنترل‌شده (ادامه)

انواع  
پرتوگیری

عامل زمان

عامل فاصله

نواحی کاری

عامل حفاظ

جمع‌بندی

- دستگاه کنترل از راه دور باید دست کم در ناحیه‌ی کنترل‌شده و در نقطه‌ای مستقر شود که آهنگِ دز کم‌ترین مقدار ممکن است.
- طول لوله‌ی دستگاهِ کنترل از راه دور باید با اکتیویته‌ی چشمه هم‌خوانی داشته باشد.

مرز ناحیه‌ی کنترل‌شده ممکن است طی  
عملیات پرتونگاری تغییر کند!

# نکته‌ی حفاظتی



- هیچ‌گاه بدون دزسنج‌های فردی و یک پایش‌گر تابش به ناحیه‌ی کنترل‌شده وارد نشوید.

؟ ؟ ؟ ؟ ؟ ؟ ؟ ؟ ؟ ؟

انواع  
پرتوگیری

عامل زمان

عامل فاصله

نواحی کاری

عامل حفاظ

جمع بندی

چه گونه مرز  
ناحیه‌ی ممنوعه و  
کنترل شده را  
بیابیم؟



# مرزبندی نواحی کاری

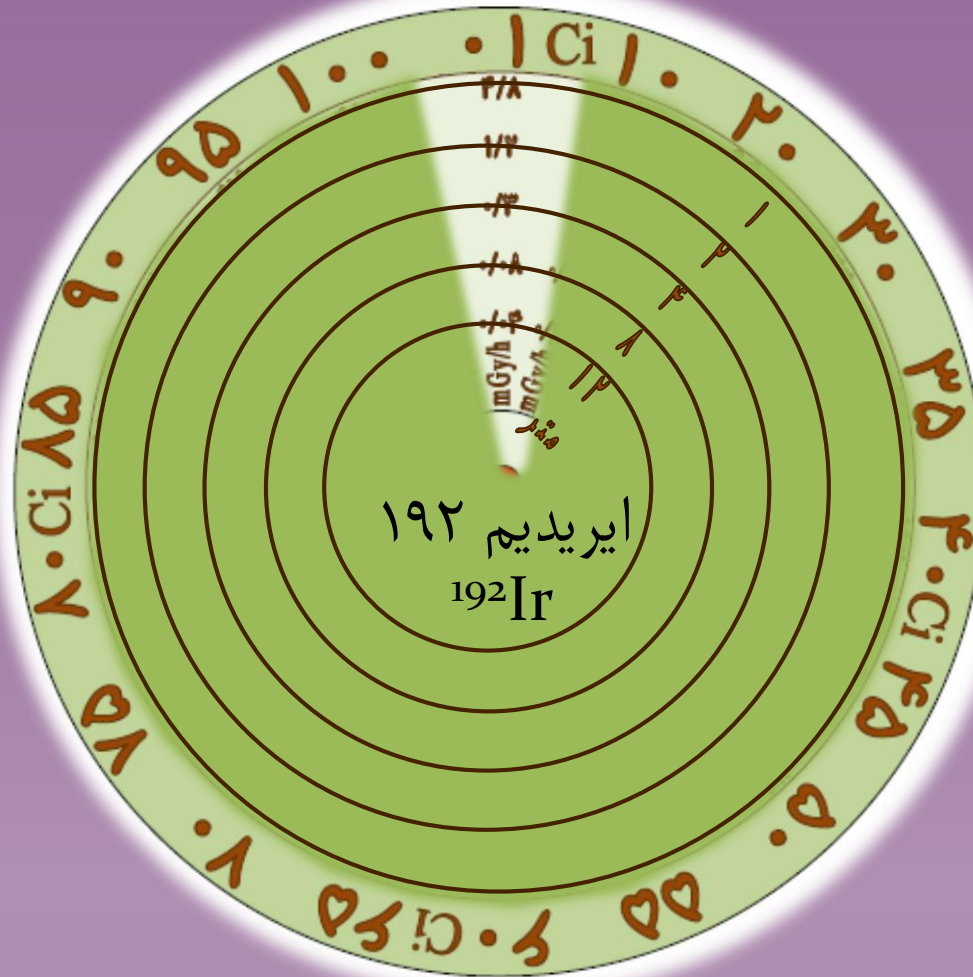
- مرز نواحی کاری را آهنگِ دز تعیین می کند.
- آهنگِ دز تابع فاصله، جنس چشمه و اکتیویتهی چشمه است.



$$\text{آهنگ دز جذبی در فاصله‌ی } d \text{ از یک چشمه‌ی با اکتیویتهی } A = \frac{\Gamma \times A}{d^2}$$

# یادآوری

انواع پرتوگیری
عامل زمان
عامل فاصله
نواحی کاری
عامل حفاظ
جمع بندی



# مرزبندی نواحی کاری: روش میان بر

انواع پرتوگیری
عامل زمان
عامل فاصله
نواحی کاری
عامل حفاظ
جمع بندی

فاصله‌ی مرز ناحیه تا محل چشمه (m)		نوع چشمه
کنترل شده	ممنوعه	کبالت - ۶۰
$23\sqrt{A}$	$2.6\sqrt{A}$	ایریدیم - ۱۹۲
$14\sqrt{A}$	$1.6\sqrt{A}$	سزیم - ۱۳۷
$11.5\sqrt{A}$	$1.3\sqrt{A}$	

A اکتیویته‌ی چشمه برحسب کوری است.

# مرزبندی نواحی کاری (ادامه)

انواع  
پرتوگیری

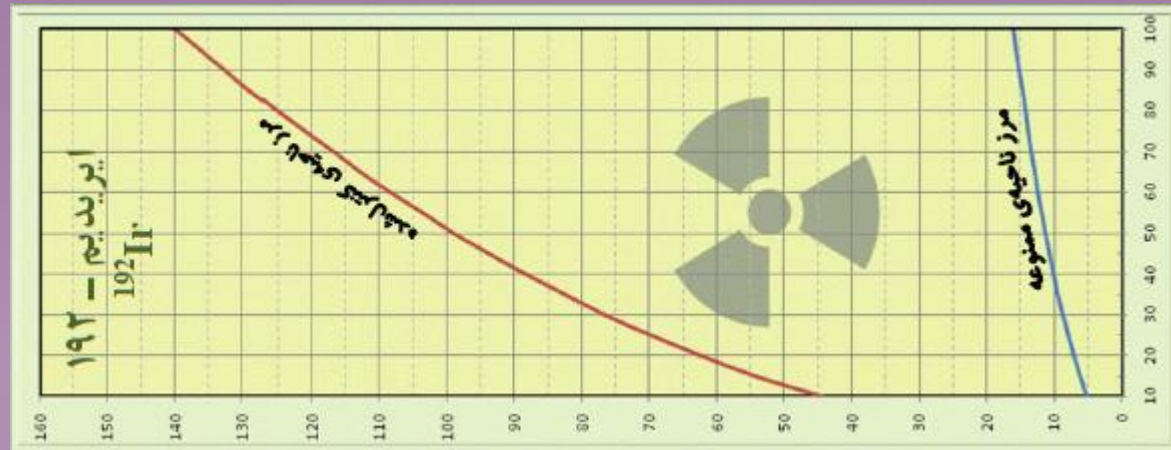
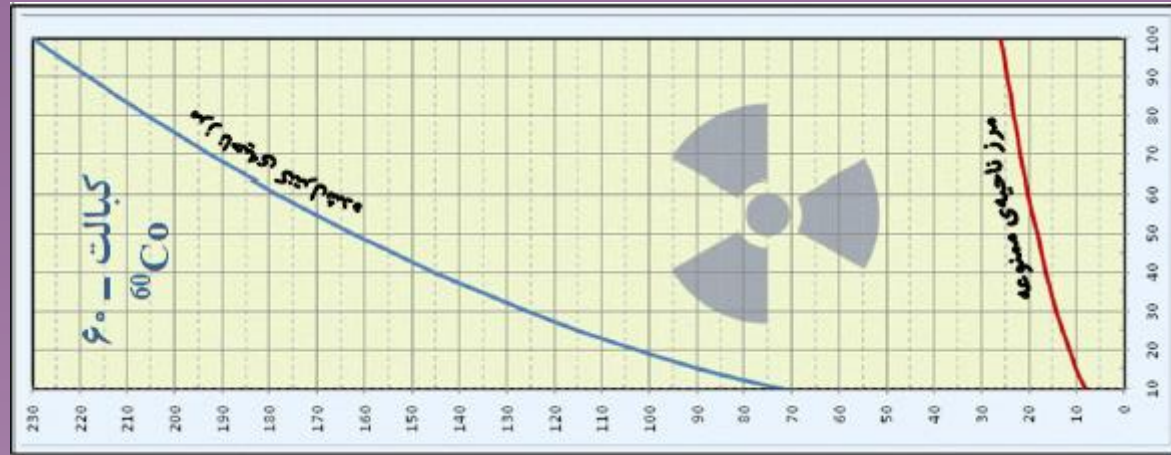
عامل زمان

عامل فاصله

نواحی کاری

عامل حفاظ

جمع بندی





؟ ؟ ؟ ؟ ؟ ؟ ؟ ؟ ؟ ؟

انواع  
پرتوگیری

عامل زمان

عامل فاصله

نواحی کاری

عامل حفاظ

جمع بندی

اگر نتوانم آن قدر فاصله  
بگیرم که در ناحیه‌ی  
کنترل شده باشم، چه کار  
کنم؟



# عامل حفاظ

- اگر در عمل نتوانیم به اندازه‌ی کافی از دوربین دور شویم، باید از یک مانع مناسب به‌عنوان حفاظ استفاده کنیم.

– هر مانعی می‌تواند پرتوهای گاما و ایکس را تضعیف کند.

– مواد به‌اصطلاح سنگینی مانند سرب، فولاد، و بتون بیش از مواد دیگر پرتوهای ایکس و گاما را تضعیف می‌کنند.

انواع  
پرتوگیری

عامل زمان

عامل فاصله

نواحی کاری

عامل حفاظ

جمع‌بندی

# میزان تضعیف

- میزان تضعیف پرتوهای ایکس در یک ماده به عوامل زیر بستگی دارد
  - جنس ماده، و
  - کیلوولتاژ دستگاه.
- میزان تضعیف پرتوهای گاما در یک ماده به عوامل زیر بستگی دارد
  - جنس ماده، و
  - نوع چشمه.

انواع  
پرتوگیری

عامل زمان

عامل فاصله

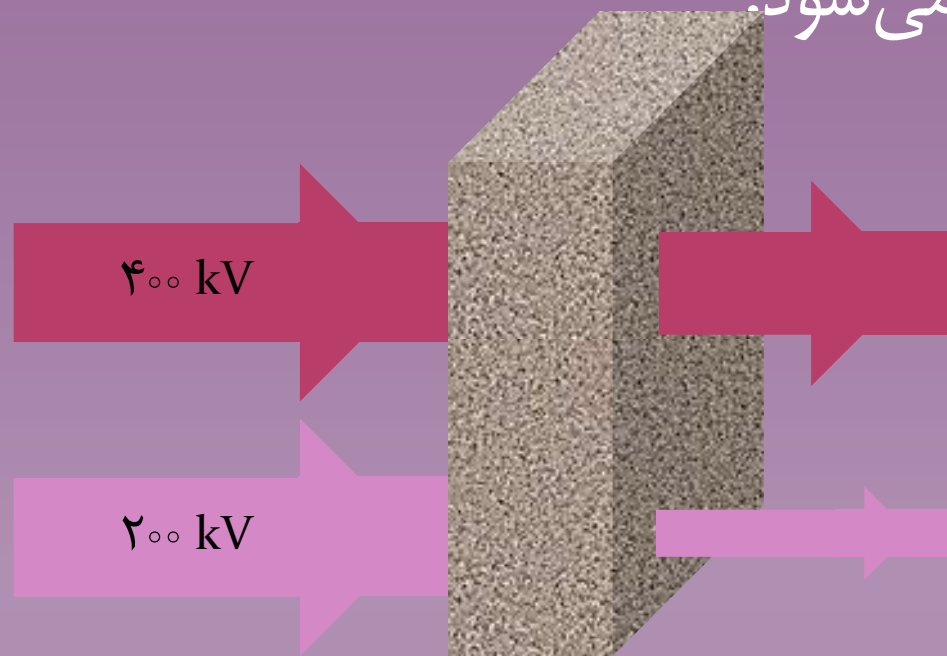
نواحی کاری

عامل حفاظ

جمع بندی

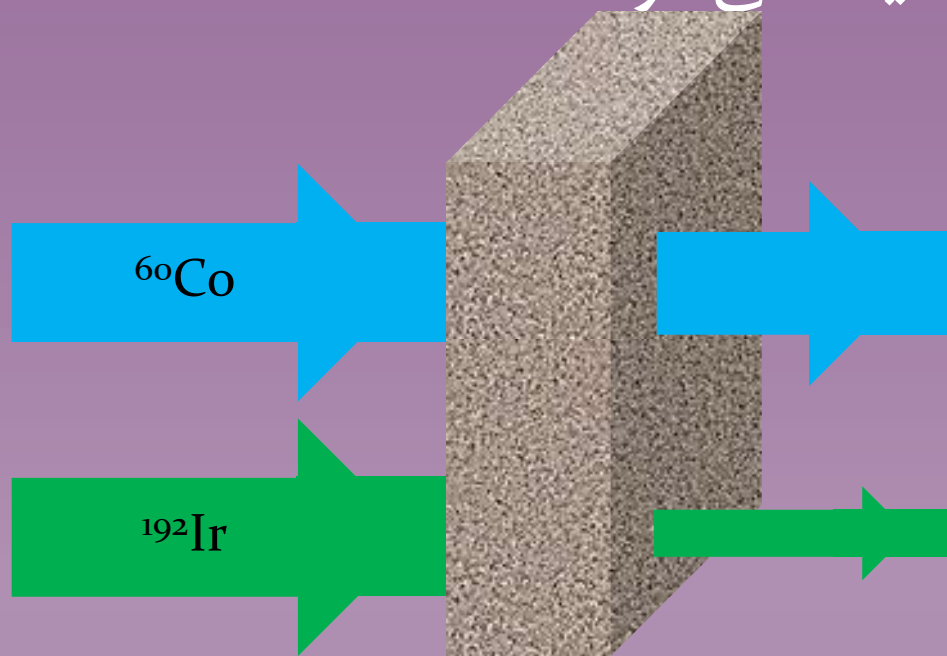
# مثال ۱

- هنگام عبور از یک مانع، شدت پرتوهای ایکس  $400 \text{ kV}$  از شدت پرتوهای ایکس  $200 \text{ kV}$  کم‌تر تضعیف می‌شود.



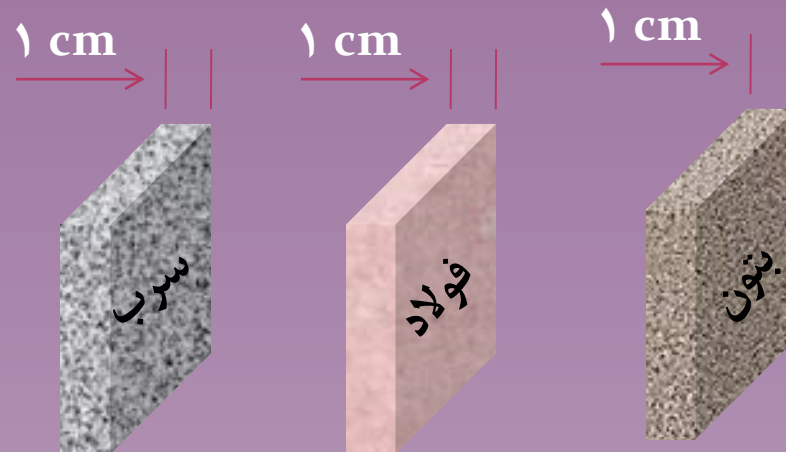
## مثال ۲

- هنگام عبور از یک مانع، شدت پرتوهای گامای کبالت - ۶۰ از شدت پرتوهای گامای ایریدیم - ۱۹۲ کم‌تر تضعیف می‌شود.



# اثر جنس حفاظ

- کدامیک از موانع زیر پرتوهای ایکس و گاما را بیش تر تضعیف می کند؟



انواع  
پرتوگیری

عامل زمان

عامل فاصله

نواحی کاری

عامل حفاظ

جمع بندی

# اثر جنس حفاظ

- برای این که بتوان مواد مختلف را از نظر تضعیف‌کنندگی‌شان مقایسه کرد کمیته‌هایی به نام لایه‌ی نیمه‌کننده و لایه‌ی یک‌دهم‌کننده تعریف می‌شود.

انواع  
پرتوگیری

عامل زمان

عامل فاصله

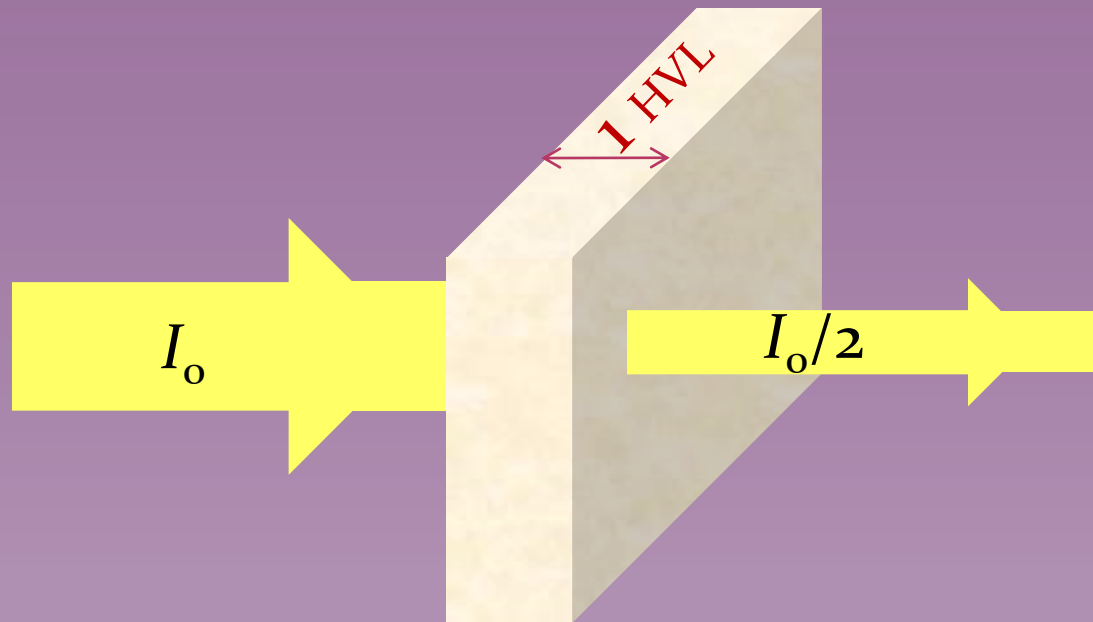
نواحی کاری

عامل حفاظ

جمع‌بندی

# لایه‌ی نیمه‌کننده

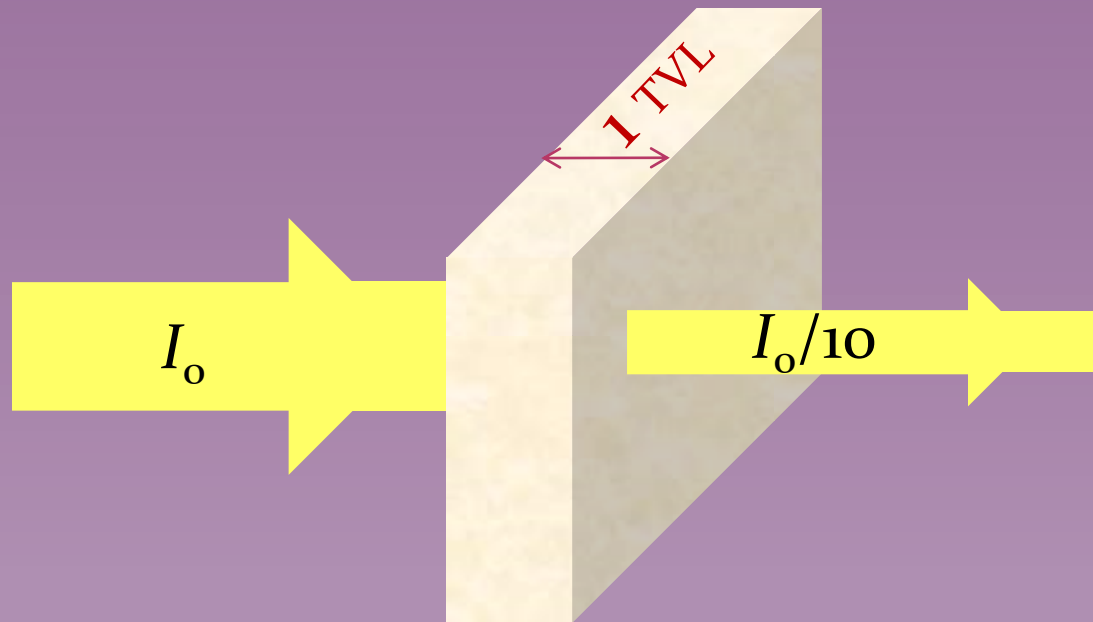
- لایه‌ی نیمه‌کننده (HVL): ضخامتی از ماده که شدت پرتوها را به یک‌دوم مقدار اولیه می‌کاهد.





# لایه‌ی یک‌دهم‌کننده

- لایه‌ی یک‌دهم‌کننده (TVL): ضخامتی از ماده که شدت پرتوها را به یک‌دهم مقدار اولیه می‌کاهد.



؟ ؟ ؟ ؟ ؟ ؟ ؟ ؟ ؟ ؟

انواع  
پرتوگیری

عامل زمان

عامل فاصله

نواحی کاری

عامل حفاظ

جمع بندی

ضخامت HVL مواد  
مختلف چه قدر است؟



# ضخامت لایه‌ی نیمه‌کننده: پرتوهای ایکس

- ضخامت لایه‌ی نیمه‌کننده، برای مواد مختلف، با تغییر ولتاژ دستگاه مولد تابش ایکس تغییر می‌کند.

ضخامت لایه‌ی نیمه‌کننده - HVL (mm)			ولتاژ لامپ اشعه‌ی ایکس (kV)
سرب	آهن	سیمان	
0.3	—	15.1	100
0.5	—	25.0	200
1.5	—	31.2	300
2.5	—	33.0	400
7.9	—	44.2	1000

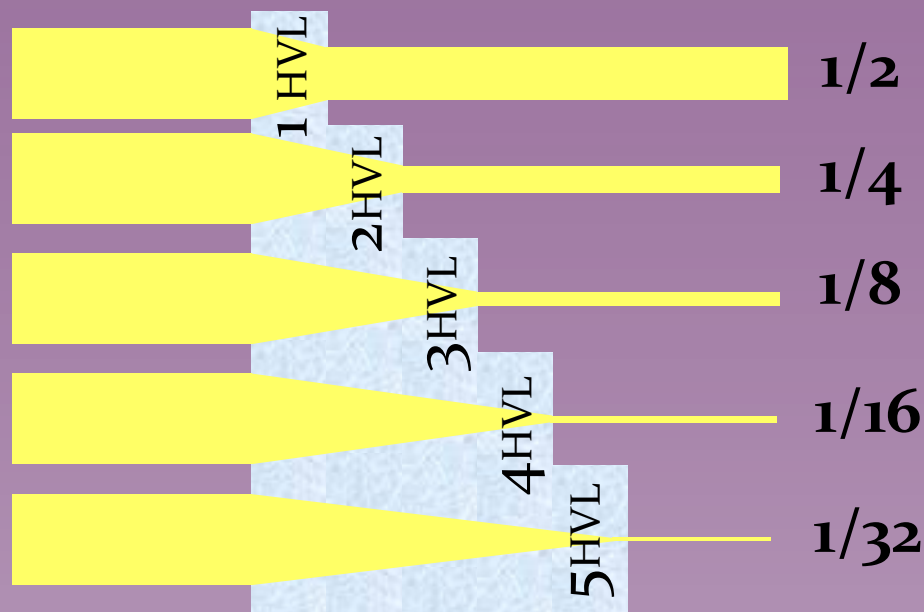
# ضخامت لایه‌ی نیمه‌کننده: پرتوهای گاما

- ضخامت لایه‌ی نیمه‌کننده، برای مواد مختلف، با تغییر نوع چشمه‌ی مولد تابش گاما تغییر می‌کند.

ضخامت لایه‌ی نیمه‌کننده - HVL (mm)			نوع چشمه
سرب	آهن	سیمان	
4.8	12.7	44.5	ایریدیم - ۱۹۲
12.5	21.6	60.5	کبالت - ۶۰

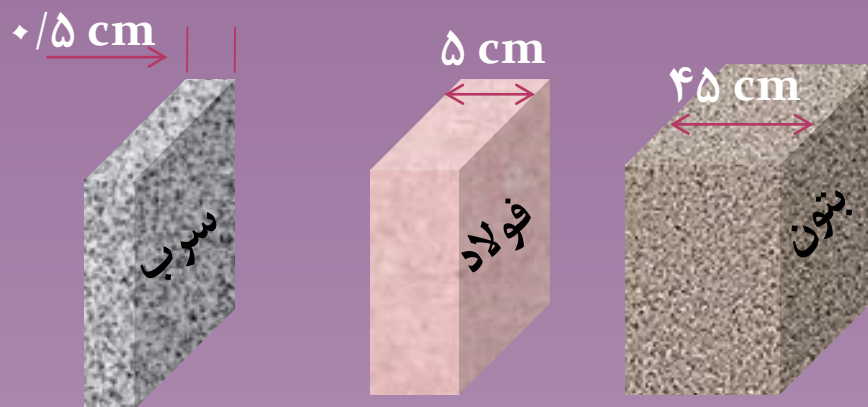
# لایه‌های نیمه‌کننده‌ی متوالی

- $n$  لایه‌ی نیمه‌کننده شدت پرتوها را به  $1/2^n$  برابر شدت اولیه می‌کاهد.



## مثال ۳

- کدامیک از موانع زیر پرتوهای گامای یک چشمه‌ی  $^{60}\text{Co}$  را بیش‌تر تضعیف می‌کند؟



- اکتیویته‌ی چشمه برای حل این مسئله اهمیتی ندارد.
- باید ضخامت هر کدام از این موانع را برحسب تعداد HVLها به دست آوریم.
- برای ایریدیم - ۱۹۲ داریم:
  - $10 \text{ HVL} \approx 5 \text{ cm}$  سرب،
  - $4 \text{ HVL} \approx 5 \text{ cm}$  آهن، و
  - $10 \text{ HVL} \approx 45 \text{ cm}$  بتون.
- پس در این شرایط، حفاظ بتونی و سربی مانند هم عمل می کنند.

## مثال ۴

- در مثال ۳، اگر چشمه از جنس کبالت - ۶۰ باشد، آیا شرایط تغییر می کند؟

ضخامت لایه‌ی نیمه‌کننده - HVL (mm)			نوع چشمه
سرب	آهن	سیمان	
4.8	12.7	44.5	ایریدیم - ۱۹۲
12.5	21.6	60.5	کبالت - ۶۰



انواع  
پرتوگیری

عامل زمان

عامل فاصله

نواحی کاری

عامل حفاظ

جمع بندی

- برای کبالت - ۶۰ داریم:
- $4 \text{ HVL} \approx 5 \text{ cm}$  / سرب،
- $2 \text{ HVL} \approx 5 \text{ cm}$  آهن، و
- $1 \text{ HVL} \approx 45 \text{ cm}$  بتون.
- پس در این شرایط، حفاظ سربی مؤثرتر از بقیه است.

# جمع‌بندی

- برای حفاظت در برابر پرتوگیری خارجی از سه عامل زمان، فاصله، و حفاظ می‌توان بهره برد.

انواع  
پرتوگیری

عامل زمان

عامل فاصله

نواحی کاری

عامل حفاظ

جمع‌بندی

# پرسش؟

