

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 اشعه
- اصول اساسی حفاظت در برابر اشعه

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.

اثرات پرتوهای یونساز

پرتوها باعث یونیزاسیون:

اتمها میگردند که،

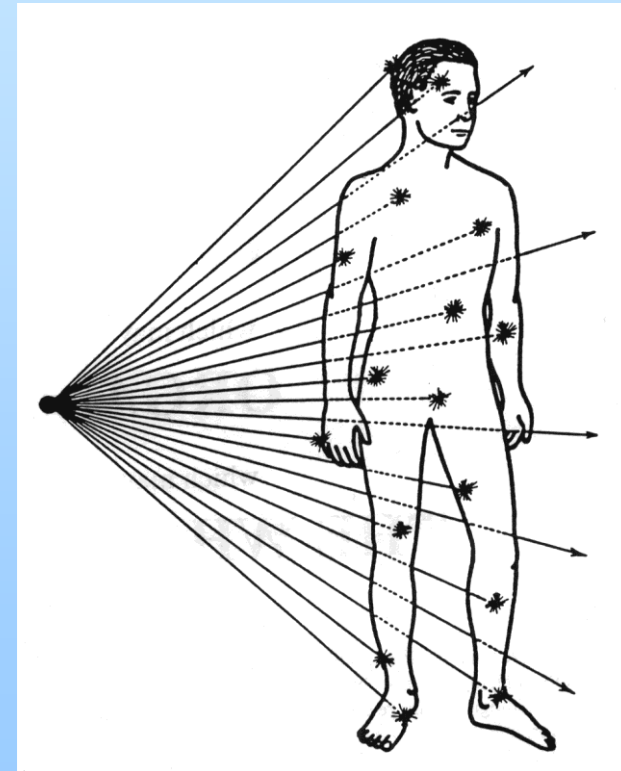
مولکولها را تحت تاثیر قرار میدهند و میتوانند بر،

سلولها اثر گذاشته و عامل تاثیر بر روی،

بافتها شوند و موجب تاثیر در

اندامها شده و منجر به تاثیر در

تمام بدن شوند
www.jcrhe.ir



اثرات بیولوژیکی پرتوها

اثرات قطعی

- آسیب اندامها
- ایجاد زمینه
- آب مروارید

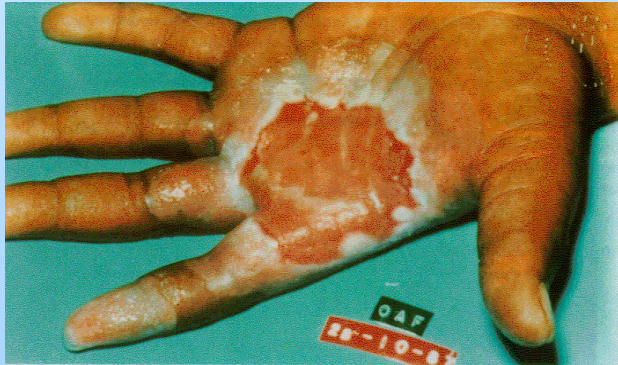
اثرات احتمالی

- ایجاد زمینه انواع سرطانها
- بروز اختلالات ژنی

اثرات قطعی

- اثرات قطعی ناشی از تخریب وسیع سئولها در دزهای بالاست
- بروز زود هنگام اثرات : چند روز تا چند هفته
- وجود حد دز آستانه برای ایجاد اثر خاص
- عدم بروز اثر قبل از دز آستانه
- میزان آسیب بستگی به سطح دز پرتو دارد

مثالهایی از اثرات قطعی



اثرات احتمالی

- ایجاد تغییرات در ژنها در اثر آسیب سلولی
 - تکثیر سلولی با ژنهای تغییر یافته موجب افزایش:
 - ابتلا به سرطانها
 - امکان تولد نوزاد با اختلالات ژنی
 - بروز نارسایی های ارثی
- میگردد
- برای این اثرات حد دز آستانه وجود ندارد
 - اثرات دیر آشکار میگردند
 - احتمال اثر با افزایش دز همراه است
 - شدت اثر به دز بستگی ندارد

هدف حفاظت در برابر اشعه

• جلوگیری از اثرات قطعی

• کاهش اثرات احتمالی

چگونگی دستیابی به هدف

- وجود قانون
- ساختار قانونی
- وجود مقررات و استانداردها
- ثبت و صدور پروانه
- بازرسی و نظارت
- اعمال مقررات

قانون حفاظت در برابر اشعه ایران

- این قانون در سال 1368 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 –

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

• استانداردهای ملی:

– حفاظت در برابر پرتوهای یونساز و ایمنی منابع پرتو-
استاندارد پایه، کد ملی: 7751

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)



کمیت ها و یکاهای حفاظت در برابر اشعه

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

کلیات

- انرژی
- پرتودهی و آهنگ پرتودهی
- دز جذبی
- دز معادل، آهنگ دز معادل و ضریب توزین پرتو
- دز مؤثر و ضریب توزین بافت
- دز معادل و مؤثر جمعی

انرژی

• انرژی عبارت است از توانایی انجام کار و کار عبارت است از جابجایی نقطه اثر نیرو و یکای هر دو در دستگاه بین المللی یکاها ژول (J) می باشد.

$$1 \text{ ژول} = 1 \text{ نیوتن متر [N.m]}$$

• در حفاظت در برابر اشعه برای معرفی انرژی پرتوها از یکای الکترون ولت (eV) استفاده می شود.

$$1 \text{ الکترون ولت} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ ژول [J]}$$

پرتودهی

- پرتودهی که با علامت (X) نشان داده می شود کمیته 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.

- **یک کولن بر کیلوگرم** عبارت است از آن مقدار تابش ایکس و گاما که بتواند در شرایط متعارفی یک کولن بار الکتریکی هم علامت در یک کیلوگرم هوا ایجاد نماید.

- **یک رونتگن** عبارت است از آن مقدار تابش ایکس و گاما که بتواند در شرایط متعارفی $58/2 \times 10^{-4}$ کولن بار الکتریکی هم علامت در یک کیلوگرم هوا ایجاد نماید.

$$R_{3876} \text{ C/kg}_{\text{air}} = 1 \text{ C/kg}_{\text{air}} \Rightarrow 4-10 \times 58/2 R = 1$$

- آهنگ هر کمیت عبارت است از میزان آن کمیت در واحد زمان.
- میزان پرتودهی در واحد زمان را **آهنگ پرتودهی** نامند .
- واحد آهنگ پرتودهی C/Kg.s و یا R/s می باشد.

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

www.iehe.ir
 $100\text{Gy}=1\text{ rad} \Rightarrow 1\text{ rad}=10^{-2}\text{Gy}$

دز معادل

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

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

- یکای جدید دز معادل مانند دز جذبی ژول بر کیلوگرم ماده می باشد که نام ویژه آن سیورت (Sv) می باشد.
- یکای قدیم دز معادل رم (rem) می باشد.

$$Sv^2-10rem=1 \text{ rem} \Rightarrow 10^2Sv=1$$

- میزان دز معادل در واحد زمان را آهنگ دز معادل می نامند.

- ضریب توزین پرتو ، ضریبی است که کیفیت (نوع و انرژی) پرتو را جهت محاسبه دز معادل 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

- چنانچه میدان پرتو متشکل از انواع پرتوها با مقادیر مختلف باشد، دز معادل کل بافت (H_T) و آهنگ آن (H°_T) از روابط زیر محاسبه خواهد شد:

$$H_T = \sum_R D_{T,R} * W_R$$

$$H^{\circ}_T = \sum_R D^{\circ}_{T,R} * W_R$$

- هنگام جایگزینی مقادیر دز جذبی، از یکسان بودن یکاهای دز جذبی اطمینان حاصل شود

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.

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

دز معادل و مؤثر جمعی

- بررسی آسیب های کلی ناشی از میدان های پرتوی بر یک جمعیت پرتودیده با استفاده از کمیت های دز معادل و مؤثر جمعی انجام می پذیرد.
- **دز معادل جمعی** ، عبارت است از حاصلضرب میانگین دز معادل دریافتی توسط زیرگروه جمعیتی در تعداد افراد آن زیرگروه .
- یکای دز جمعی **نفر- سیورت (man.Sv)** می باشد.
- **یک نفر- سیورت** عبارت است از دریافت یک سیورت توسط یک نفر یا در یافت میانگین یک میلی سیورت توسط 1000 نفر.
- **دز مؤثر جمعی** عبارت است از حاصلضرب دز معادل جمعی در فاکتور توزین پرتو و یکای آن **man.Sv** می باشد

استانداردهای پایه حفاظت در برابر اشعه

رئوس مطالب

- مقدمه
- هدف
- تعاریف
- خارج از شمول
- مسئولین اصلی
- مقررات عمومی فعالیت پرتوی
- مقررات پرتوگیری شغلی
- فوریت‌های پرتوی و مداخله
- حد دز

مقدمه

کمیسیون بین المللی حفاظت در برابر پرتو **ICRP**

**The International Commission on
Radiological Protection**

هدف: تهیه و تدوین اصول و توصیه های حفاظت در برابر اشعه

تاسیس: سال 1928 (دومین کنگره بین المللی رادیولوژی)



مقدمه

مقررات حفاظت در برابر اشعه در ایران

- قانون حفاظت در برابر اشعه با توجه به توصیه های ICRP شماره 26 تهیه و در فروردین ماه 1368 در مجلس شورای اسلامی تصویب شد.
- آئین نامه اجرائی قانون حفاظت در برابر اشعه در اردیبهشت ماه سال 1369 در هیئت وزیران تصویب شد.
- استانداردهای پایه حفاظت در برابر اشعه با توجه به توصیه های ICRP شماره 60 و براساس استاندارد های پایه ایمنی (Basic Safety Standards) مندرج در IAEA Basic Safety Series 115, 1996 تهیه و در تیرماه 1380 در واحد قانونی (سازمان انرژی اتمی ایران) تصویب شد.

کلیات - هدف

هدف استاندارد ها :

- جلوگیری از بروز اثرات قطعی پرتوها
- محدود کردن ریسک اثرات احتمالی پرتوها

کلیات – تعاریف

فعالیت پرتوی: به فعالیتهای زیر اطلاق می شود:

- فعالیتهائی که باعث افزایش تعداد منابع پرتو شوند،
- فعالیتهائی که باعث افزایش پرتوگیری شوند،
- فعالیتهائی که باعث شوند افراد بیشتری پرتوگیری کنند،
- فعالیتهائی که احتمال پرتوگیری را افزایش دهند،
- فعالیتهائی که مسیر پرتوگیری را تغییردهند.

مداخله: به اقدامات زیر اطلاق می شود:

- اقداماتی که برای پیشگیری از پرتوگیری از منابع غیرقابل کنترل انجام شوند
- اقداماتی که برای کاهش احتمال پرتوگیری از منابع غیرقابل کنترل انجام شوند.

کلیات - خارج از شمول

هرگونه پرتوگیری یا احتمال پرتوگیری که کنترل آنها براساس مقررات این استاندارد امکان پذیر نباشد، نظیر:

- پرتوگیری از پرتوهای کیهانی در سطح زمین
- پرتوگیری از پتاسیم پرتوزای طبیعی (پتاسیم 40)

کلیات - مسئولین اصلی

مسئولین اصلی بکارگیری مقررات این استاندارد:

- دارندگان پروانه ثبت
- دارندگان پروانه اشتغال
- کارفرمایان

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.

(به استثنای پرتوگیری بیمار در رادیوتراپی)

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.

مقررات عمومی فعالیت پرتوی موارد مستثنی شده (معاف)

در موارد زیر فعالیت پرتوی و منابع آن ممکن است از مقررات این استاندارد شامل اظهار ، پروانه ثبت و پروانه اشتغال معاف باشند:

- مواد پرتوزایی که مجموع پرتوزائی یا غلظت پرتوزایی آنها از مقادیر تعیین شده توسط واحد قانونی کمتر باشد.
- لامپ های الکترونیکی مانند لامپ تصویر مشروط بر اینکه:
 - آهنگ دز در فاصله 10 cm کمتر از یک میکروسیورت در ساعت باشد.
 - حداکثر انرژی پرتو تولیدی از 5 keV کمتر باشد.

مقررات عمومی فعالیت پرتوی

مقررات اداری و فنی

بمنظور کاهش خطای انسانی در بروز سوانح پرتوی

- پرتوکاران باید
 - واجد شرایط باشند.
 - در رابطه با اجرای وظائف از آموزش کافی برخوردار باشند.
 - از مسئولیت های محوله آگاهی داشته باشند.
- تجهیزات و دستگاهها باید طوری طراحی شوند که
 - امکان خطای کاری حداقل باشد.
 - بکار گیری ایمن دستگاهها سهولت انجام شود.
 - امکاناتی برای کشف خطای انسانی و تصحیح آن پیش بینی شده باشد.
 - بهنگام بروز اشکال مداخله به سهولت میسر باشد.

مقررات پرتوگیری شغلی

مسئولین فعالیت پرتوی

- دارندگان پروانه و کارفرمایان مسئول حفاظت کارکنان در برابر پرتوگیری شغلی و سایر مقررات این استاندارد هستند.
- دارندگان پروانه و کارفرمایان باید اطمینان دهند که :
 - پرتوگیری شغلی کارکنان از حد‌های تعیین شده تجاوز نمی کند.
 - تجهیزات، امکانات و خدمات حفاظت و ایمنی متناسب با شرایط تهیه شده است.
 - امکان انجام معاینات پزشکی دوره ای فراهم شده است.

مقررات پرتوگیری شغلی

مسئولین فعالیت پرتوی (ادامه)

دارندگان پروانه و کارفرمایان باید اطمینان دهند که:

■ وسایل حفاظتی و مونیتورینگ مورد نیاز تهیه شده و همراه با دستورالعمل روش استفاده در اختیار پرتوکاران قرار داده شده است.

■ برنامه دوره های آموزشی و بازآموزی مناسب برای پرتوکاران اجرا می شود.

■ بعنوان شرط استخدام از کارفرمای قبلی سوابق پرتوگیری و سایر اطلاعات مورد نیاز در ارتباط با حفاظت و ایمنی مستخدم جدید را اخذ می نماید.

مقررات پرتوگیری شغلی کارکنان

پرتوکاران ملزم به رعایت نکات زیر هستند:

- همکاری در اجرای مقررات و دستورالعملهای حفاظت و ایمنی.
- استفاده صحیح از تجهیزات مونیטورینگ و حفاظتی
- همکاری در برنامه های تعیین دز و آزمایشات پزشکی
- عدم انجام اقدامات خوسرانه
- پرتوکاران زن بمجرد آگاهی از بارداری مراتب را باید به کارفرما اطلاع دهد (کار فرما ملزم است شرایط کاری وی را بررسی و در صورت نیاز محل کار ایمن برای وی فراهم آورد).

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
ایمپی 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 اشغلی ناحیه تحت نظارت

هر ناحیه خارج از ناحیه کنترل شده که بررسی پرتوگیری اشغلی 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.

مقررات پرتوگیری شغلی مونیتورینگ محل کار

- دارندگان پروانه ملزم به تهیه و اجرای برنامه مونیتورینگ محل کار می باشند.
- موارد زیر در برنامه مونیتورینگ باید مشخص باشد:
 - کمیته‌های مورد اندازه گیری
 - زمان، محل و دوره زمانی اندازه گیری
 - روش و دستورالعمل برای اندازه گیری
 - آستانه های مرجع
 - اقدامات لازم در صورت تجاوز از مقادیر آستانه ها

مقررات پرتوگیری شغلی

سوابق پرتوگیری

- دارندگان پروانه باید سوابق پرتوگیری شغلی کارکنان را ثبت و نگهداری نماید (حداقل تا سن 75 سالگی و سی سال پس از خاتمه کار).
- موارد زیر باید در سابق کارکنان ثبت شود:
 - ماهیت کار با پرتو،
 - پرتوگیری های خارجی و داخلی که بیش از آستانه ثبت هستند،
 - نتایج مطالعات پزشکی در صورت وقوع سوانح پرتوی.
- امکان دسترسی کارکنان به سوابق پرتوگیری خودشان باید فراهم گردد.

فوریت های پرتوی و مداخله برنامه فوریت های پرتوی

در برنامه فوریت های پرتوی باید نکات زیر مشخص باشند:

- مسئولیتها جهت اطلاع رسانی به مسئولین زیربط.
- شرایط مختلف منبع که نیاز به مداخله را ایجاب میکند.
- دستورالعمل نحوه مقابله با مخاطرات.
- آستانه های مداخله
- نحوه ارتباطات و اطلاع رسانی به ارگانهای مداخله کننده.
- روش ها و وسایل ارزیابی سانحه
- روش اطلاع رسانی به مردم
- ملاکهای لازم برای خاتمه هر یک از اقدامات حفاظتی

فوریت های پرتوی و مداخله

حفاظت کارکنان در فوریت های پرتوی

پرتوگیری کارکنانی که در عملیات مداخله شرکت می کنند باید:

■ تعیین و ثبت گردد

■ از حد پرتوگیری شغلی کمتر باشد مگر برای :

- جلوگیری از مرگ.
- جلوگیری از دز جمعی قابل ملاحظه.
- جلوگیری از گسترش فاجعه.

فوریت های پرتوی و مداخله

حفاظت کارکنان در فوریت های پرتوی

توجه:

- در شرایط فوق باید سعی شود پرتوگیری از 2 برابر حد دز تجاوز نکند.
- در عملیات جلوگیری از مرگ، برای جلوگیری از بروز اثرات قطعی، باید سعی شود پرتوگیری از 10 برابر حد دز تجاوز نکند.
- در شرایط فوق کارکنان مداخله گر باید از ریسک عملیات کاملاً آگاه و از آموزش لازم برخوردار باشند و جهت اقدامات مورد نظر داوطلب باشند.

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 5 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

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



قانون حفاظت در برابر اشعه

مصوب 20 فروردین 1368

فصل اول

ماده ۱ - اهداف

با توجه به گسترش روز افزون کاربرد پرتوها در امور مختلف و ضرورت حفاظت کارکنان، مردم، نسلهای آینده و محیط در برابر اثرات زیان آور پرتوها، قانون حفاظت در برابر اشعه در فروردین 1368 در مجلس شورای اسلامی بتصویب رسید.

فصل اول

ماده ۲ - تعاریف

1. **اشعه یا پرتو** : شامل اشعه یونساز و غیر یونساز می باشد.
2. **منابع مولد اشعه** : به مواد پرتوزا اعم از طبیعی، مصنوعی، یا مواد و اشیای حاوی آن و یا دستگاهها و تاسیسات مولد اشعه اطلاق می گردد.
3. **کار با اشعه**: هرگونه کار یا فعالیتی است که در ارتباط با منابع مولد اشعه انجام شود.
4. **واحد قانونی**: در مفهوم "سازمان انرژی اتمی ایران" است.
5. **شخص مسئول**: شخص حقیقی است که برابر آئین نامه های مربوطه واجد صلاحیت علمی و فنی و شرایط لازم برای تصدی و نظارت بر کلیه امور مربوط به کار با اشعه در محدوده پروانه مربوطه باشد.
6. **مسئول فیزیکی بهداشت**: شخص حقیقی است که برابر آئین نامه های مربوطه واجد صلاحیت علمی و فنی و شرایط لازم برای تصدی مسئولیت حفاظت در برابر اشعه در محدوده پروانه مربوطه باشد.

فصل اول

ماده ۳- شمول مقررات

مقررات قانون حفاظت در برابر اشعه شامل کلیه امور مربوط به حفاظت در برابر اشعه در سطح کشور از جمله موارد زیر می باشد:

1. منابع مولد اشعه
2. کار با اشعه
3. احداث، تاسیس، راه اندازی، بهره برداری، ازکاراندازی و تصدی هر واحدی که کار با اشعه انجام شود.
4. هر گونه فعالیت در رابطه با منابع مولد اشعه شامل واردات، صادرات، ترخیص، توزیع، تهیه، تولید، ساخت، تملک، تحصیل، اکتشاف، استخراج، حمل و نقل، معاملات، پیمانکاری، نقل و انتقال، کاربرد و یا پسمانداری.
5. حفاظت کارکنان، مردم و نسلهای آینده و محیط در برابر اثرات زیان آور اشعه

فصل دوم

پروانه و مسئولیت ها

ماده 4- انجام هرگونه فعالیت در ارتباط با موارد 1 تا 4 ماده 3 مقررات این قانون غیر از موارد مستثنی بموجب آئین نامه های مربوطه، مستلزم اخذ پروانه کسب از واحد ذیربط و پروانه اشتغال از واحد قانونی میباشد.

تبصره: مجوز کار با اشعه در مورد موسسات پزشکی صرفاً برای متخصصین گروه پزشکی توسط کمیسیون مرکب از دو نفر متخصص امور حفاظت در برابر اشعه از واحد قانونی و دو نفر کارشناس از وزارت بهداشت و درمان و آموزش پزشکی مورد بررسی و تأیید قرار گرفته و از طرف واحد قانونی داده خواهد شد. صدور پروانه نهائی تاسیس واحد کار با اشعه از سوی وزارت بهداشت و درمان و آموزش پزشکی خواهد بود.

فصل دوم

پروانه و مسئولیت ها

ماده 5- دارنده پروانه کسب مکلف است یک نفر واجد شرایط بعنوان شخص مسئول و یک نفر واجد شرایط بعنوان مسئول فیزیکی بهداشت را به واحد قانونی معرفی تا پروانه اشتغال بنام آنان اخذ گردد.

تبصره - در موارد خاص (مانند واحد های تشخیصی با اشعه ایکس با فعالیت محدود) و طبق آئین نامه های مربوط، مسئولیت شخص حقیقی دارنده پروانه کسب، شخص مسئول و مسئول فیزیکی بهداشت میتواند تواما بر عهده یک یا دو شخص حقیقی واجد شرایط باشد.

فصل دوم

پروانه و مسئولیت ها

ماده 6- دارنده پروانه اشتغال مکلف است منحصرأ در محل و در حدود و شرایط مندرج در پروانه و دستورالعملهای مربوطه فعالیت نماید.

ماده 7- هرگونه تغییر در وضعیت حقوقی دارنده پروانه کسب در ارتباط با منابع مولد اشعه و نیز هرگونه تغییر کمی و کیفی در ارتباط با منابع مزبور مستلزم اخذ مجوز از واحد قانونی است.

تبصره - در خصوص موسسات پزشکی پس از اخذ مجوز از واحد قانونی، صدور پروانه کار جدید از سوی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی خواهد بود.

فصل دوم

پروانه و مسئولیت ها

ماده 8- دارندگان پروانه و یا قائم مقام قانونی آنها و نیز کلیه افرادی که به لحاظ وظیفه شغلی با منابع مولد اشعه در ارتباط می باشند، مکلفند موارد زیر را بلافاصله به واحد قانونی اطلاع دهند:

1. تعلیق یا تعطیل بهره برداری از منابع مولد اشعه.
2. مفقود شدن و یا سرقت منابع مولد اشعه .
3. هرگونه حادثه، اخلال، عیب و یا تغییر در رابطه با منابع مولد اشعه که احتمال افزایش مخاطرات بالقوه پرتوگیری افراد را در بر داشته باشد.
4. سوانح پرتوگیری و نیز پرتوگیری های مشکوک افراد.

فصل دوم

پروانه و مسئولیت ها

ماده 9- کلیه افرادی که بکار با اشعه گمارده می شوند باید تحت معاینات و آزمایشهای پزشکی لازم قبل و بعد از استخدام بصورت دوره ای طبق آئین نامه های مربوطه قرار گرفته و مدارک لازم را در اختیار واحد قانونی قرار دهند.

فصل دوم

پروانه و مسئولیت ها

ماده 10- گماردن افراد زیر بکار با اشعه ممنوع است:

1. افراد کمتر از 18 سال سن غیر از موارد مستثنی بموجب آئین نامه های مربوطه.
2. افرادی که در نتیجه آزمایشهای پزشکی مورد تأیید واحد قانونی کار با اشعه برای سلامتی آنان زیان آور تشخیص داده شده باشد.

فصل دوم

پروانه و مسئولیت ها

ماده 11- در انجام هرگونه فعالیت مربوط به موارد مندرج در ماده 3 ، دارنده پروانه کسب، شخص مسئول و مسئول فیزیکی بهداشت مکلفند:

1. کلیه مقررات، استانداردها، آئین نامه ها و دستورالعملهای حفاظت در برابر اشعه را رعایت نمایند.
2. کلیه تدابیر و تجهیزات حفاظتی لازم را طبق مقررات مربوطه پیش بینی و تامین و به اجرا در آورند.
3. از پرتودهی غیر ضروری اجتناب نمایند.

فصل دوم

پروانه و مسئولیت ها

ماده 12- کلیه افرادی که به کار با اشعه اشتغال دارند مکلفند وسائل حفاظت در برابر اشعه پیش بینی شده را شخصا بکار گرفته و مقررات و دستورالعملهای مربوطه را به اجرا در آورند.

فصل سوم

نظارت و بازرسی

ماده 13- واحد قانونی در جهت حسن اجرای مقررات این قانون، نظارت بر کلیه امور مندرج در ماده 3 این قانون و بازرسی در زمینه های مزبور را بعهده دارد.

ماده 14- دارنده پروانه کسب، شخص مسئول و مسئول فیزیکی بهداشت مکلفند توصیه ها و دستورالعملهای ابلاغ شده توسط واحد قانونی و بازرسین مربوطه را به اجرا در آورند.

ماده 15- در مواردی که اجرای امور مربوط به مفاد ماده 14 و یا حفاظت افراد و اموال در برابر اشعه مستلزم ارائه خدمات از طرف واحد قانونی باشد، اشخاص ذینفع مکلفند بهاء خدمات ارائه شده را طبق تعرفه مقرر در آئین نامه مربوطه بحساب خزانه داری کل واریز نمایند.

فصل سوم

نظارت و بازرسی

تبصره - در مورد موسسات پزشکی که منجر به صرف هزینه یا ارائه خدمات توسط وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی می شود آئین نامه مربوطه توسط وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی تهیه می گردد.

ماده 16- دارنده پروانه و یا هر شخصی که بنحوی از انحاء منابع اشعه را برابر مفاد این قانون در اختیار و یا تحت نظر داشته و یا بعنوان شخص مسئول و یا مسئول فیزیک بهداشت انجام وظیفه نماید، مکلف است در حوزه فعالیت شغلی خود تسهیلات لازم برای اعمال نظارت و بازرسی واحد قانونی را فراهم نموده و اطلاعات و مدارک مورد نیاز را در اختیار واحد قانونی قرار دهد.

فصل سوم

نظارت و بازرسی

ماده 17- واحد قانونی مکلف است در اجرای مقررات این قانون، در صورت وقوف بر وجود اشکالات یا تخلفاتی در کار با اشعه یا بهره برداری از منابع مولد اشعه، پس از ابلاغ کتبی مدت دار به وزارت و یا موسسه مربوطه و در صورت عدم رعایت توصیه ها، دستور توقف و یا تعطیل بهره برداری از منابع مربوطه را صادر نموده و یا پروانه صادره را لغو نماید و در صورت لزوم با اخذ مجوز لازم از مراجع ذیصلاح اقدام به لاک و مهر آن بنماید.

فصل چهارم

جرایم و مجازات ها

ماده 18- موارد زیر جرم محسوب و مرتکب حسب مورد با رعایت شرایط و امکانات خا طی و دفعات و مراتب جرم و مراتب تادیب از وعظ و توبیخ و تهدید و درجات تعزیر به مجازات مشروح ذیل محکوم خواهد شد:

1. عدم استفاده از وسائل حفاظتی پیش بینی شده و همچنین عدم رعایت دستورالعملهای حفاظتی توسط کارکنان با اشعه جرم محسوب و متخلف به جریمه نقدی از ده هزار ریال تا صد و پنجاه هزار ریال محکوم خواهد شد.

2. گماردن افراد بدون انجام آزمایشات پزشکی لازم قبل از استخدام و یا بدون مراقبتها و آزمایشات دوره ای در مدت اشتغال بکار با اشعه جرم محسوب و متخلف به جریمه نقدی از ده هزار ریال تا پانصد هزار ریال محکوم خواهد شد.

3. گماردن افرادی بکار با اشعه، که به موجب ماده 10 این قانون کار با اشعه برای آنها ممنوع اعلام شده است، جرم محسوب و متخلف به جریمه نقدی از سی هزار ریال تا یک میلیون ریال محکوم خواهد شد.

4. کوتاهی در اعلام مواد 7، 8 و 9 این قانون توسط اشخاص نامبرده در موارد یاد شده، جرم محسوب و متخلف به جریمه نقدی از سی هزار ریال تا دو میلیون ریال محکوم خواهد شد.

فصل چهارم

جرایم و مجازات ها

ادامه ماده 18-

5. متخلف موارد زیر به جزای نقدی از سی هزار ریال تا پنج میلیون ریال و یا به حبس تعزیری از یک ماه تا ششماه و یا به هردو مجازات محکوم خواهد شد:

الف- بهره برداری از منابع مولد اشعه و یا کار با اشعه بدون اتخاذ تدابیر حفاظتی و تدارک تجهیزات حفاظتی توصیه شده توسط واحد قانونی.

ب - بهره برداری از منابع مولد اشعه و یا کار با اشعه بدون نظارت شخص مسئول و مسئول فیزیک بهداشت.

ج - اخلال در امر نظارت و بازرسی واحد قانونی و ندادن اطلاعات لازم و یا ارائه اطلاعات ناقص و یا کذب به واحد قانونی و نیز هر اقدامی که موجب انحراف تشخیص واحد قانونی گردد.

فصل چهارم

جرائم و مجازات ها

ادامه ماده 18-

6. ایجاد اخلال در کار با اشعه و یا منابع مولد اشعه جرم محسوب و متخلف به جزای نقدی از پانصد هزار تا پانزده میلیون ریال و یا به حبس تعزیری از یکماه تا سه سال و یا به هردو مجازات محکوم خواهد شد.
7. عدم رعایت حدود و شرایط مقرر در پروانه یا تغییر در شرایط مزبور جرم محسوب و متخلف به مجازات نقدی از یک میلیون ریال تا پنج میلیون ریال و یا به حبس تعزیری از 6 ماه تا دو سال و یا به هردو مجازات محکوم خواهد شد.
8. نداشتن پروانه معتبر در مواردی که بموجب ماده 4 این قانون داشتن پروانه الزامی اعلام گردیده است، جرم محسوب و متخلف به مجازات نقدی از یک میلیون ریال تا ده میلیون ریال و یا به حبس تعزیری از شش ماه تا سه سال و یا به هردو مجازات محکوم خواهد شد.

فصل چهارم

جرایم و مجازات ها

ادامه ماده 18-

9. بهره برداری از منابع مولد اشعه که توسط واحد قانونی بنحوی ممنوع اعلام شده است، جرم محسوب می شود و متخلف به مجازات نقدی از یک میلیون ریال تا پانزده میلیون ریال و یا به حبس تعزیری از شش ماه تا سه سال و یا به هردو مجازات محکوم خواهد شد.

ماده 19- در مواردی که جرائم موضوع این قانون به لحاظ انطباق با عناوین قانونی دیگر مستلزم مجازات شدید تر باشد مقررات قانون مجازات اشد در باره مرتکب اعمال خواهد شد.

فصل پنجم

مقررات ویژه

ماده 20- به افرادی که بطور مستمر بکار با اشعه اشتغال داشته باشند مزایای زیر بر مبنای مقدار و شرایط بالقوه پرتودهی محیط کار به تشخیص واحد قانونی و طبق آئین نامه های مربوطه تعلق می گیرد:

1. کاهش ساعت کار هفتگی تا میزان 25% ساعات کار مقرر برای سایر کارکنان.
2. افزایش میزان مرخصی استحقاقی تا یکماه در سال برای مدت اشتغال به کار با اشعه. استفاده از مرخصی استحقاقی سالیانه در اینگونه موارد در طول هر سال اجباری است.
3. افزایش مدت خدمت قابل قبول تا یک سال به ازاء هر یکسال کار با اشعه، حداکثر این افزایش تا ده سال و منحصرآ از نظر باز خرید، بازنشستگی، از کار افتادگی و تعیین حقوق وظیفه قابل احتساب می باشد.
4. پرداخت تا پنجاه درصد حقوق و مزایا بعنوان فوق العاده کار با اشعه.

تبصره - در مورد بند 2 این ماده بجای استفاده از مرخصی فرد ذینفع میتواند درخواست اشتغال در محلی غیر از محیط کار با اشعه بنماید.

فصل پنجم

مقررات ویژه

ماده 21- وزارتخانه ها، نهاد های انقلاب اسلامی، موسسات، سازمانها و شرکت های دولتی و یا وابسته به دولت و موسساتی که شمول قانون بر آنها مستلزم ذکر نام است و نیز کلیه مامورین انتظامی موظفند در اجرای این قانون با واحد قانونی همکاری نمایند.

ماده 22- واحد قانونی مسئولیت حسن اجرای مقررات این قانون را برعهده داشته و مکلف است با بکار بردن متخصصین واجد صلاحیت علمی و فنی و از طریق تهیه و تدوین ضوابط، مقررات، استانداردها و دستورالعمل های لازم و بکار گیری امکانات تخصصی، آموزش و پژوهش و ارائه خدمات در سطح علمی پیشرفته روز تدابیر مقتضی را اتخاذ نماید.

فصل پنجم

مقررات ویژه

ماده 23- این قانون از تاریخ تصویب لازم الاجرا می باشد و از تاریخ مزبور کلیه قوانین و مقررات مغایر لغو و کان لم یکن تلقی می گردد. دولت مکلف است آئین نامه های مربوطه را بر اساس پیشنهاد واحد قانونی تصویب و جهت اجراء ابلاغ نماید. کلیه اشخاص حقیقی و حقوقی مشمول این قانون مکلفند حداکثر ظرف مدت 6 ماه از تاریخ اجرای قانون وضعیت خود را با مقررات آن منطبق نمایند.

تبصره- در خصوص موسسات پزشکی کشور آئین نامه های مربوطه توسط وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی و واحد قانونی تهیه و تدوین و پس از تصویب در هیات وزیران قابل اجرا خواهد بود.

فصل پنجم

مقررات ویژه

قانون فوق مشتمل بر بیست و سه ماده و شش تبصره، در جلسه علنی روز یکشنبه مورخ بیستم فروردین ماه یکهزار و سیصد و شصت و هشت مجلس شورای اسلامی تصویب و در تاریخ 30/1/1368 به تائید شورای نگهبان رسیده است.

حفاظت در برابر پرتوگیری خارجی

رئوس مطالب

- ۱- هدف
- ۲- انواع پرتوگیری و تعاریف آن ها
- ۳- پارامترهای حفاظت در برابر پرتوگیری خارجی
- ۴- عامل زمان
- ۵- عامل فاصله
- ۶- عامل حفاظ

هدف

با توجه به کاربردهای گسترده پرتوهای یونساز در صنایع و پزشکی لازم است چگونگی کار با این گونه پرتوها را بر اساس دستورالعمل ها و با استفاده از فنون ویژه تحت کنترل در آوریم طوری که میزان پرتوگیری تا حد ممکن کمتر و موجه باشد.

انواع پرتو گیری

خارجی

داخلی

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 زمان

محاسبه دز کل دریافتی:

آهنگ دز \times زمان پرتوگیری = دز کل

مثال ۱

اگر پرتو کاری روزانه دو ساعت در یک میدان پرتو گاما با آهنگ
دز 0.02 mSv/h فعالیت کند:
پرتوگیری وی برابر است با:

$$0.02 \text{ mSv/h} \times 2 \text{ h} = 0.04 \text{ mSv} \quad \text{روزانه}$$

$$0.04 \text{ mSv/day} \times 5 = 0.2 \text{ mSv} \quad \text{هفتگی (۵ روز کار)}$$

$$0.2 \text{ mSv/week} \times 50 = 10 \text{ mSv} \quad \text{سالانه (۵۰ هفته)}$$

مثال ۲

محاسبه حداکثر ساعت کار مجاز روزانه پرتوکاری که در یک میدان پرتو گامای 0.01 mSv/h کار می‌کند.
(حد دز سالانه برابر است با 20 mSv)

$$20\text{mSv} \div 50 = 0.4 \text{ mSv}$$

حد دز هفتگی (هر سال ۵۰ هفته):

$$0.4 \text{ mSv} \div 5 = 0.08 \text{ mSv}$$

حد دز روزانه (هر هفته ۵ روز):

$$0.08 \text{ mSv} \div 0.01 = 8 \text{ h}$$

ساعت کار مجاز روزانه:

مثال ۳

پرتوکاری ۵ روز در هفته در یک میدان پرتو گاما با آهنگ دز 0.1 mSv/h . کار می‌کند. اگر حد دز سالانه 20 mSv باشد، حداکثر مدت زمان کار روزانه او باید چند ساعت باشد؟

$$20 \text{ mSv} / (50 \times 5) = 0.08 \text{ mSv}$$

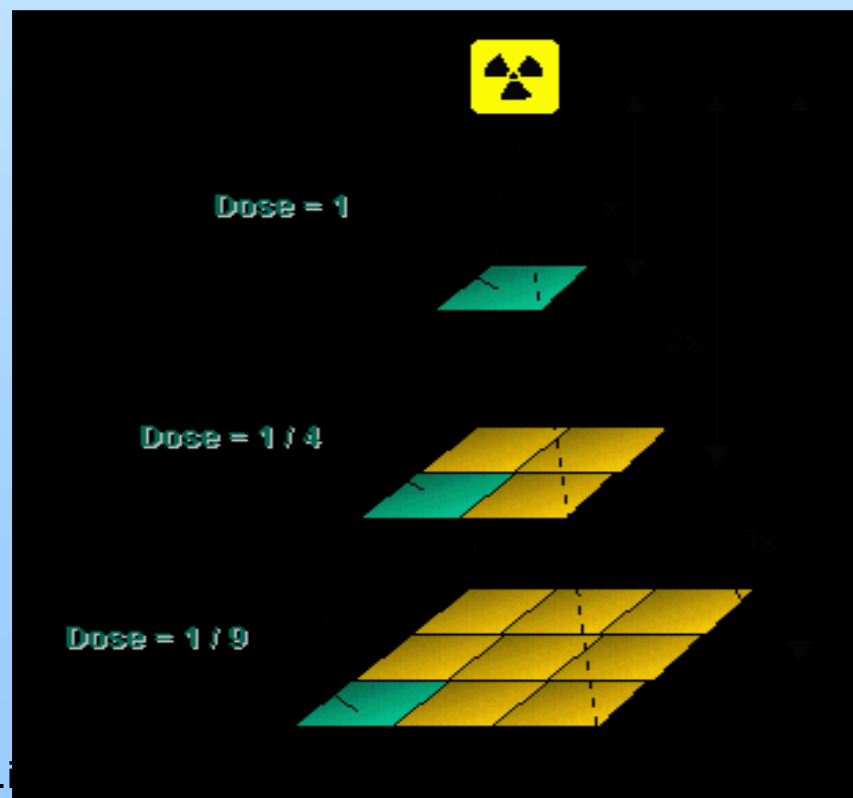
حد دز روزانه:

$$0.08 \text{ mSv} \div 0.1 \text{ mSv/h} = 0.8 \text{ h}$$

حداکثر ساعت کار در روز:

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:

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

آهنگ دز ← فاصله

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

به عبارت دیگر:

یا

$d^2 / \text{آهنگ دز در فاصله ۱ متری} = \text{آهنگ دز در فاصله } d \text{ متری}$

مثال ۴

در صورتی که آهنگ دز معادل در فاصله ۱ متری از یک چشمه نقطه‌ای برابر با $400 \mu\text{Sv}/\text{h}$ باشد، آهنگ دز معادل در فاصله:

$$\frac{400 \mu\text{Sv}/\text{h}}{\dot{D}_2} = \left(\frac{2\text{m}}{1\text{m}}\right)^2 \Rightarrow \dot{D}_2 = 100 \mu\text{Sv}/\text{h}$$

دو متری:

$$\frac{400 \mu\text{Sv}/\text{h}}{\dot{D}_2} = \left(\frac{10\text{m}}{1\text{m}}\right)^2 \Rightarrow \dot{D}_2 = 4 \mu\text{Sv}/\text{h}$$

ده متری:

$$\frac{400 \mu\text{Sv}/\text{h}}{\dot{D}_2} = \left(\frac{20\text{m}}{1\text{m}}\right)^2 \Rightarrow \dot{D}_2 = 1 \mu\text{Sv}/\text{h}$$

بیست متری:

مثال ۵

اگر آهنگ دز معادل در فاصله ۱ متری برابر با 100 mSv/h
اندازه‌گیری شده باشد:

آهنگ دز معادل در فاصله ۲ متری: $100 \div 2^2 = 25 \text{ mSv/h}$

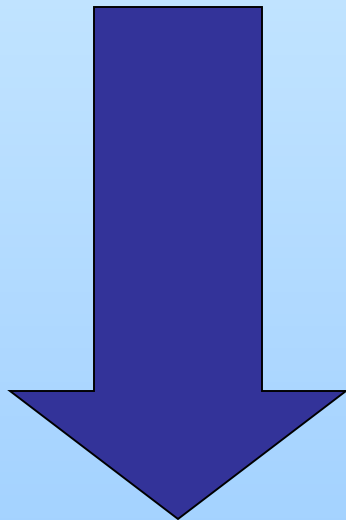
آهنگ دز معادل در فاصله ۵ متری: $100 \div 5^2 = 4 \text{ mSv/h}$

حفاظ گذاری

انواع حفاظ گذاری:

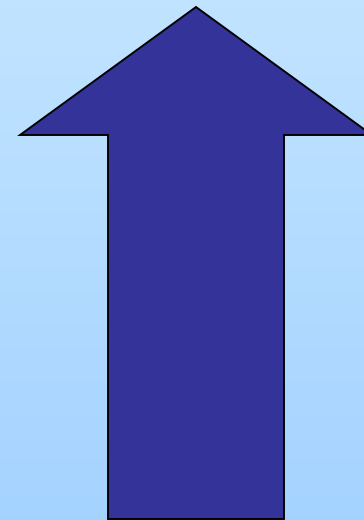
- (1) حفاظ گذاری در برابر پرتوهای **آلفا**
- (2) حفاظ گذاری در برابر پرتوهای **بتا**
- (3) حفاظ گذاری در برابر پرتوهای **ایکس و گاما**
- (4) حفاظ گذاری در برابر پرتوهای **نوترون**

پرتوگیری خارجی



Alpha particles
Beta particles
X-rays
Gamma rays
Neutrons

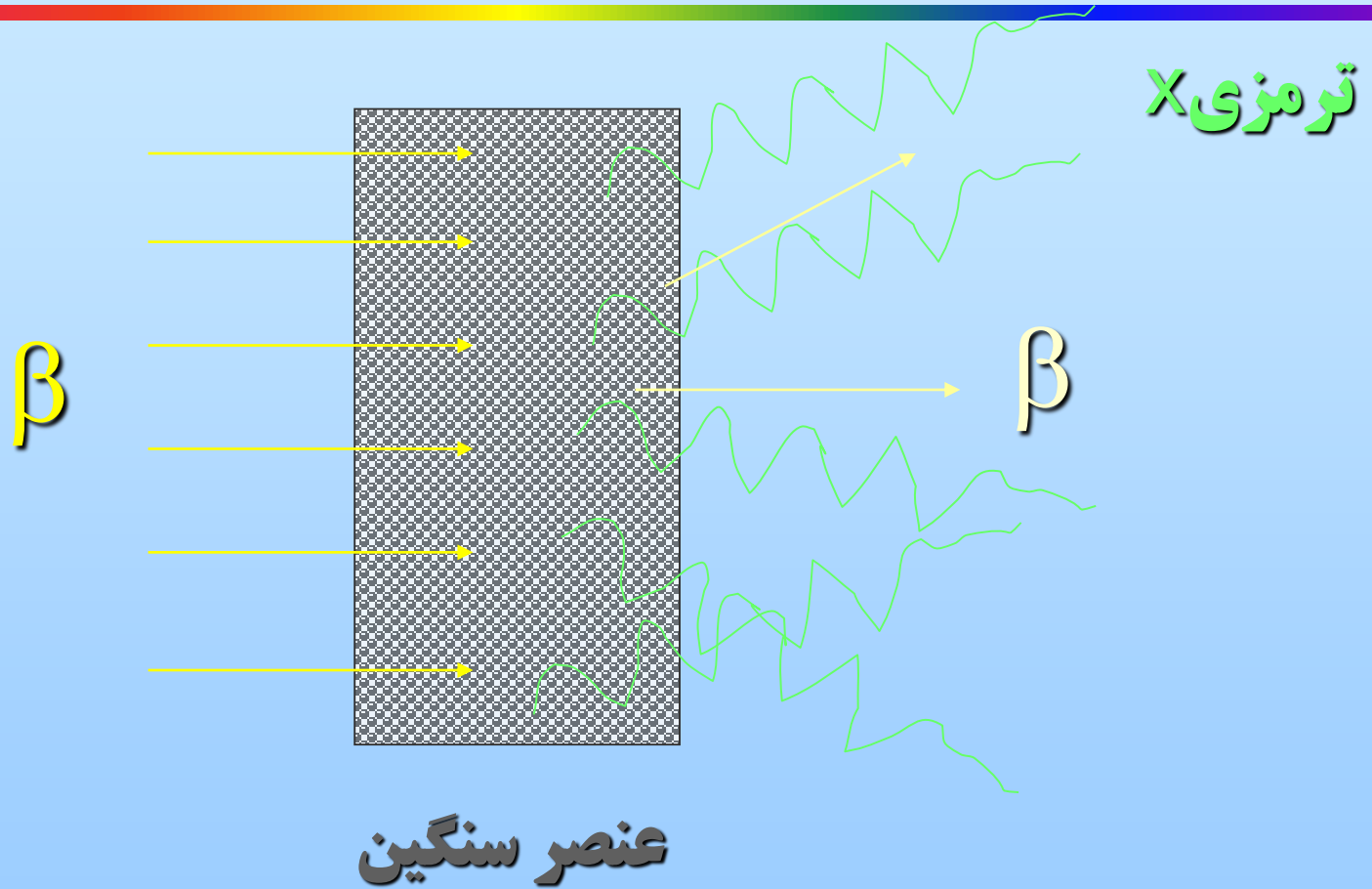
پرتوگیری داخلی



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.

حفاظ گذاری در برابر پرتوهای بتا



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

دو عامل مؤثر در طراحی حفاظ:

(۱) برد بیشینه پرتوهای β

(مسافتی که پرتوهای بتا به طور مستقیم در ماده طی می

کنند تا متوقف شوند.)

(۲) تابش ترمزی

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 I : شدت عبوری پس از حفاظ

μ : ضریب تضعیف خطی

x : ضخامت ماده حفاظ

حفاظ گذاری در برابر پرتوهای ایکس و گاما

✓ پرتوهای X و Γ هنگام عبور از مواد، در اثر پدیده یونسازی جذب شده و یا انرژی از دست می دهند.

✓ تعریف **لایه نیمه کننده (HVL)**: ضخامتی از ماده است که شدت پرتو را به نصف مقدار اولیه اش کاهش می دهد.

$$\frac{I_0}{I} = 2^n$$

شدت پرتو (آهنگ دز) پس از عبور از n لایه HVL:

✓ تعریف **لایه یکدهم کننده (TVL)**: ضخامتی از ماده است که شدت

پرتو را به یکدهم مقدار اولیه اش کاهش می دهد.

$$\frac{I_0}{I} = 10^n$$

شدت پرتو پس از عبور از n لایه TVL:

حفاظ گذاری در برابر پرتوهای ایکس و گاما (ادامه...)

HVL و TVL به نوع ماده بستگی دارند.

سیمان (cm)		آهن (cm)		سرب (cm)		منبع پرتو
TVL	HVL	TVL	HVL	TVL	HVL	
					0.02	تکنسیوم ۹۹
15.7	4.7			2.4	0.72	ید ۱۳۱
16.3	4.9	5.4	1.6	2.2	0.65	سزیم ۱۳۷
14.0	4.3	4.3	1.3	1.9	0.55	ایریدیم ۱۹۲
20.3	6.3	6.7	2.0	4.0	<u>1.1</u>	کبالت ۶۰
5.42	1.65			<u>0.087</u>	0.0026	100 kV X
8.55	2.59			0.142	0.043	200 kV X

مثال ۷

آهنگ دز معادل در فاصله یک متری از یک چشمه ایریدیم ۱۹۲،
 $10^5 \mu\text{Sv/h}$ می باشد. اگر بخواهیم آهنگ دز معادل در این
فاصله به $1 \mu\text{Sv/h}$ برسد:

$$\frac{10^5 \mu\text{Sv/h}}{1 \mu\text{Sv/h}} = 10^5 \Rightarrow n = 5$$

$$5 \times 1.9\text{cm} = 9.5\text{cm}$$

$$5 \times 14\text{cm} = 70\text{cm}$$

تعداد لایه های یکدهم کننده برابر است با:

ضخامت حفاظ سربی لازم به این منظور:

ضخامت حفاظ سیمانی لازم به این منظور:

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.

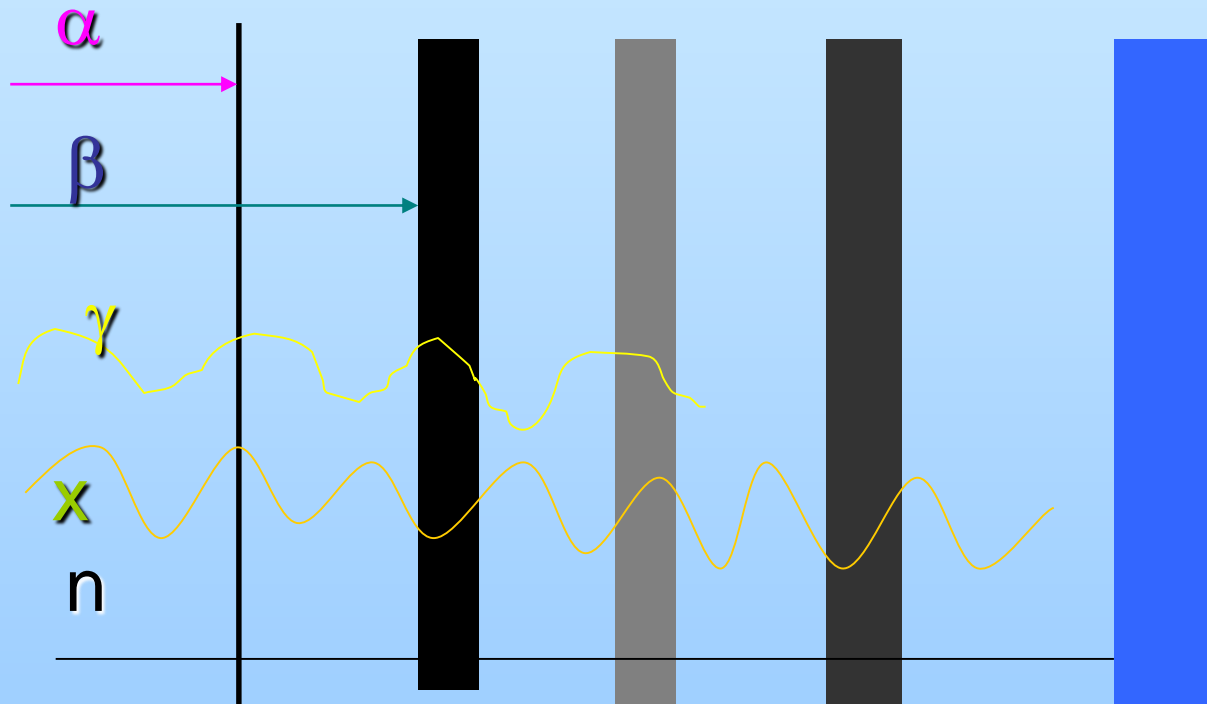
حفاظ گذاری در برابر پرتوهای نوترونی (ادامه...)

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



پارافین سرب استیل پلاستیک کاغذ



پایان

موفق باشید