

## فلسفه حفاظت در برابر اشعه

حفاظت انسان و محیط زیست در برابر اثرات زیانبار مواد پرتوزا دستگاه‌های پرتوساز از طریق وضع قوانین و مقررات مربوطه و همچنین کنترل و نظارت بر رعایت آن‌ها علم **فیزیک بهداشت** نامیده می‌شود. حفاظت در برابر اشعه در واقع حرفه‌ای است که انسان، محیط زیست و نسل‌های آینده را در برابر اثرات بیولوژیکی پرتوها بر اساس اصول علمی تدوین شده در دانش فیزیک بهداشت بر عهده دارد.

با وجود این که کاربرد پرتوهای یونساز در امور مختلف بسیار مفید و بعضاً منحصر به فرد می‌باشد لیکن عدم رعایت نکات ایمنی می‌تواند خطرات جدی برای کارکنان، مردم، محیط زیست و حتی نسل‌های آینده به همراه داشته باشد. خطرات بالقوه اینگونه پرتوها بلافاصله و پس از شناخت مواد پرتوزا در بیش از یکصد سال پیش کشف گردید است.

با پیشرفت در زمینه شناسایی خطرات و توانایی در اندازه‌گیری پرتوهای یونساز، رهنمودهای مربوطه در خصوص اقدامات حفاظتی رو به گسترش و توسعه نهاده، به طوری کلی هدف از حفاظت در برابر اشعه استفاده از مزایای کاربرد پرتوها در زمینه گوناگون و کاهش هرچه بیشتر خطرات ناشی از اثرات آن بروی کارکنان، مردم، محیط زیست و نسل‌های آینده می‌باشد.

پس از کشف دستگاه‌های پرتوساز و مواد پرتوزا در حدود صد سال پیش همراه با گسترش کاربرد این دستگاه‌ها و مواد، اثرات زیانبار پرتوهای یونساز نیز شناسایی گردید و بررسی این اثرات بروی انسان توسط کمیته‌ها و مجامع مختلف علمی و با پیشرفت علوم و تکنولوژی هسته‌ای روز به روز بیشتر مدنظر قرار گرفت به طوری که یکی از مهمترین این مجامع یعنی کمیسیون بین‌المللی حفاظت در برابر اشعه در سال ۱۹۲۸ بدین منظور پایه‌ریزی گردید. با گذشت چند دهه رهنمودها و توصیه‌های این کمیسیون در سطح جهان جنبه قانونی به خود گرفت. نهایتاً بسیاری از کشورها به منظور حفاظت کارکنان، مردم، محیط زیست و با عنایت به سیاست‌های ملی خود رهنمودها و پیشنهادات این کمیسیون و دیگر سازمان‌های بین‌المللی را دنبال نمودند و در سطح ملی به آن جنبه قانونی دادند.

در این راستا قانون حفاظت در برابر اشعه ایران در فروردین ماه ۱۳۶۸ به تصویب رسید همچنین آیین‌نامه این قانون در سال ۱۳۶۹ به تصویب هیات وزیران رسید. در جهت اجرای قانون حفاظت در برابر اشعه و آیین‌نامه آن، استانداردهای پایه حفاظت در برابر اشعه کشور در سال ۱۳۷۸ تهیه و تأیید گردید. در این استاندارد شرایط لازم برای حفاظت مردم و نسل‌های آینده و محیط زیست در برابر اشعه و پرتوهای یونساز پیش‌بینی شده است.

### اثرات پرتوهای یونساز:

اثرات پرتوهای یونساز به دو دسته اثرات قطعی و اثرات احتمالی تقسیم‌بندی می‌شوند:

#### ■ اثرات قطعی:

هنگامی که میزان دز دریافتی نسبتاً زیاد باشد اثرات قطعی پدیدار می‌شود که سبب از بین رفتن تعداد زیادی از سلول‌های بافتی می‌گردد. این امر ممکن است به از بین رفتن عملکرد اندام‌های آسیب‌دیده نیز منجر گردد. همواره یک آستانه دز وجود دارد که پایین‌تر از آن، اثرات قطعی بروز نمی‌نماید حال آنکه در بالاتر از سطح آستانه، با افزایش میزان پرتوگیری، شدت اثرات قطعی افزایش می‌یابد. با پایین نگه‌داشتن دز در زیر سطح آستانه، حفاظت و ایمنی در برابر اثرات قطعی تضمین می‌گردد.

#### ■ اثرات احتمالی:

اثرات احتمالی در تمام سطوح پرتوگیری اتفاق می‌افتند. یکی از عواقب خطرناک این گونه پرتوگیری‌ها احتمال بروز سرطان می‌باشد که معمولاً چند سال بعد از پرتوگیری اولیه ممکن است آشکار شود. بروز اینگونه اثرات در یک شخص هم محتمل است و هم ممکن است که هرگز اتفاق نیافتد، لیکن با افزایش دز، احتمال وقوع آن بیشتر می‌شود. بروز اثرات اینگونه پرتوگیری‌ها برای دزهای کم مقدار در یک شخص معین بعید است. سیستم حفاظتی رادیولوژیکی بر سه اصل اساسی زیر استوار است:

**الف) توجیه عنوان فعالیت پرتوگیری:** هر گونه فعالیت در رابطه با منابع پرتو، قابل توجیه می‌باشد، به عبارتی دیگر سود حاصل از فعالیت پرتو برای جامعه بیش از ضرر آن نباشد.

**ب) بهینه نمودن حفاظت در برابر اشعه:** احتمال پرتوگیری از منابع پرتو به کمترین مقدار ممکن برسد و انجام اقدامات حفاظتی در برابر هزینه صرف شده و با در نظر گرفتن موازین اقتصادی و اجتماعی موجه و امکان‌پذیر باشد.

**ج) رعایت حد دز:** پرتوگیری افراد از منابع پرتو قابل کنترل، با رعایت حدود دز و کنترل خطر ناشی از پرتوگیری بالقوه است. حدود مجاز پرتوگیری افراد به شرح ذیل می‌باشد:

دز دریافتی	پرتوگیری شغلی کارکنان	پرتوگیری مردم عادی	پرتوگیری جوانان ۱۶ تا ۱۸ سال
دز موثر سالانه	۲۰ میلی سیورت	۱ میلی سیورت	۶ میلی سیورت

کشف اشعه ایکس توسط روننگن در ۱۸۹۵ میلادی و پرتوزایی آن توسط بکرل در ۱۸۹۶ درست یکسال بعد از کشف آن زمینه را برای بهره‌برداری از تابش اشعه یونیزان در علوم و تکنولوژی را فراهم ساخت امروزه تابش یونیزان برای مقاصد پزشکی در سه بخش کاربرد دارد:

■ رادیولوژی تشخیصی ساده - تخصصی شامل فلورسکپی، سی تی اسکن، سی آر ام اتاق عمل، ماموگرافی و آنژیوگرافی

■ رادیوتراپی‌ها (تشخیصی - براکی‌تراپی)  
 ■ پزشکی هسته‌ای (تشخیصی، درمانی)

پرتوهای یونساز که به شیوه‌های مختلف (چشمه باز، چشمه بسته و دستگاه پرتوساز) در مراکز رادیولوژی، رادیوتراپی و طب هسته‌ای تولید و مورد استفاده قرار می‌گیرد اثرات زیانباری را با پرتوگیری خارجی بر روی انسان ایجاد می‌کند؛ این خطرات پرتوگیری (خارجی) با عامل زمان، فاصله و حفاظ مرتبط بوده و می‌توان آن را به حداقل ممکن تقلیل یا حتی از بین برد.

در پرتوگیری داخلی چنانچه ماده پرتوزا به هر نحوی وارد بدن فرد شود پرتوگیری شروع و تا زمان حضور ماده در بدن ادامه خواهد داشت. پرتوگیری داخلی عمدتاً از راه‌های خوردن مواد غذایی و آب آلوده (وجود اورانیوم، رادیوم، و رادون در آب‌های زیرزمینی)، استنشاق هوای آلوده (راه آلودگی و در کارکنان موسسات مرتبط با پرتو ها)، جذب پوستی و جذب ایاتروژنیک (شامل تجویز رادیوداروها برای اهداف تشخیصی یا درمانی) باعث ایجاد عوارض در بدن افراد می‌شود. در این خصوص نیز رفتار عناصر پرتوزا در بدن به سمیت پرتو، خصوصیات شیمیایی، مقدار پرتوزایی نشت کرده در بدن، نوع پرتو تابشی از هسته پرتوزا نیمه عمر فیزیکی و بیولوژیکی عنصر پرتوزا، وضعیت بالینی و سن خود شخص بستگی داشته و میزان آسیب وارده را تعیین می‌کند.

#### جهت انجام فعالیت پرتو با هدف تشخیص و یا درمان اصول زیر لازم است:

- توجیه‌پذیری (سنجش زیان فعالیت پرتو در برابر سود حاصله)
- آموزش کلیه پرتوکاران
- دز پرتو گیری شغلی
- پرتوگیری در مردم عادی (تعیین گروه سنی و جنسی بحرانی، در نظر گرفتن سلامت نسل فعلی و آینده)
- امکان انجام آزمایشات دوره‌ای
- تأمین و استفاده از وسایل حفاظتی و مونتورینگ فردی
- اجرای مقررات و دستورالعمل‌های حفاظتی و ایمنی
- همکاری موسسات و کارکنان در برنامه‌های تعیین دز
- ثبت و گزارش‌دهی شرایط مغایر با استانداردهای پایه در دفتر موسسه و اقدام مناسب در دفع آن به صورت مکتوب
- تغییر وضعیت کاری پرسنل زن در صورت بارداری (و نه برکناری فرد)
- رعایت تقسیم‌بندی نواحی کار (کنترل‌شده- تحت نظارت) و تردد افراد با در نظر گرفتن سن آنها
- حفظ سوابق پرتوگیری شغلی در پرونده پرسنلی افراد و بایگانی آن تا ۷۵ سالگی فرد و ۳۰ سال بعد از خاتمه کار
- برنامه‌ریزی عملیاتی برای پرتوگیری اورژانس و ایجاد سیستم مونتورینگ اورژانس و مداخله مناسب و حفظ حقوق کارکنانی که در عملیات مداخله شرکت می‌کنند.
- رعایت مقررات حد دز (دز موثر و دز معادل در اعضا)

#### معرفی پرتوهای غیر یونساز:

پرتوهای غیر یونساز پرتوهایی هستند که طول موج آنها در هوا بلندتر از ۱۰۰ nm و فرکانس آنها کمتر از ۱۰ Hz  $\times 10^3$  و انرژی کوانتومی آنها کمتر از  $4/12 \text{ eV}$  است.

#### طبقه بندی پرتوهای غیر یونساز

نوع پرتو	Hz بسامد برحسب	طول موج	کاربرد
uv ماورای بنفش	$3 \times 10^{15} - 7.5 \times 10^{14}$	100 - 400 nm	استریل کردن - حشره کش - D تامین ویتامین های برقی - صنعت چاپ و تکثیر
Vs نور مرئی	$3.85 \times 10^{14} - 7.5 \times 10^{14}$	400 - 780 nm	-
IR مادون قرمز	$3 \times 10^{11} - 3.85 \times 10^{14}$	780 - 10 <sup>6</sup>	فیزیوتراپی - دستگاههای کنترل از راه دور - آشکار سازهای اشعه
Mw میکرو ویو	$3 \times 10^{11} - 3 \times 10^{11}$	1 - 1000 nm	ماشینهای صنعتی - مخابرات - رادار - رادیو و تلویزیون
RF رادیویی	$3 \times 10^8 - 3 \times 10^8$	1 - 1000 nm	تلفن همراه - MRI پزشکی
LF بسامد پائین	$3 \times 10^4 - 3 \times 10^5$	1 - 10 km	-
VLF بسامد بسیار کم	$300 - 3 \times 10^4$	1 - 1000 km	-
ELF بسامد به شدت کم	<300	>1000 km	انتقال و توزیع برق - کلیه وسایل برقی
US مافوق صوت	<20	-	سونوگرافی - سونار - پزشکی - وسایل صنعتی - ضخامت سنجی

جذب پرتوهای الکترومغناطیسی غیریونساز توسط بافت‌های زنده در آنها گرما ایجاد می‌کند اغلب اثرات بیولوژیکی حاصل از پرتوگیری با این پرتوها نتیجه همین پدیده می‌باشد لازم به ذکر است که اثراتی نیز مشاهده شده‌اند که نمی‌توان آنها را نتیجه گرما ایجاد شده در بافت به شمار آورد. برخی از این اثرات ناشی از واکنش‌های شیمیایی هستند و سازوکار برخی دیگر هنوز شناخته نشده است.

#### مطالبی در خصوص آنتن‌های تقویت کننده: BTS

تلفن همراه به وسیله آنتن‌های تقویت کننده BTS یک ارتباط بی‌سیم را برقرار می‌کند در واقع ایستگاه‌های گیرنده و فرستنده مخابراتی که بر روی زمین نصب می‌شوند واسطه‌هایی‌اند که کمبود یا فقدان آنها می‌تواند مبنای یک ارتباط بی‌سیم را دچار اشکال کند .  
در آنتن به طور استاندارد فضایی در حدود یک تا ۲۰۰ کیلومتر مربع را پوشش می‌دهد. طبق استاندارد ICNIRP میزان مجاز قرار گرفتن در معرض موج الکترومغناطیسی بطور متوسط ۲ وات بر کیلو گرم است.