

# بیماری‌ها و عوارض ناشی از پرتوهای یونیزان



مدیریت

بهداشت، ایمنی و محیط زیست

به نام خدا

## **بیماری‌ها و عوارض ناشی از پرتوهای یونیزان**

تهران: خیابان طالقانی - شماره ۳۷۸ تلفن ۶۶۴۹۱۳۱۱ مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست

عنوان: بیماری‌ها و عوارض ناشی از پرتوهای یونیزان

تهیه کننده: مدیریت بهداشت ایمنی و محیط زیست

ناشر: انتشارات روابط عمومی شرکت ملی پالایش و پخش

نوبت چاپ: اول - ۱۳۸۹

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

## فهرست عناوین

۵	پیشگفتار
۷	مقدمه
۸	عوارض ناشی از پرتوهای یونیزان
۸	اثرات زودرس
۹	اثرات دیررس
۹	سایر عوارض
	محدوده و مرز نواحی ممنوعه، کنترل شده و تحت نظارت در عملیات
۱۳	پرتونگاری
۱۴	نکات ایمنی و حفاظتی پرتونگاری
۱۶	منابع و مأخذ

سفید

## پیشگفتار

پیشرفت روزافزون دانش و فناوری، بشر را بیش از پیش با پرتوهای خطرناک روبرو می‌کند و عوارض جبران‌ناپذیر آن گریبان نیروی کار و جامعه را می‌گیرد. هر سال هزاران کارگر در سراسر دنیا به واسطه این امر دچار ناتوانی و از کارافتادگی می‌شوند، این مجموعه بنا بر اهمیت حفاظت فردی در برابر پرتوهای یونساز در صنعت تهیه شده تا با ذکر عوارض ناشی از پرتوهای یونساز و بیان نکات ایمنی کار با این پرتوها اطلاعات مفیدی در اختیار کارکنان قرار دهد؛ به طوری که افراد را با بیماری‌ها و عوارض ناشی از پرتوهای یونیزان که ممکن است در محیط کار یا خارج از آن با آن روبرو شوند، آشنا کند. تجربه نشان می‌دهد آگاهی افراد با خطرات پیش رو، باعث جلب توجه بیشتر آنان نسبت به نکات ایمنی و اصول پیشگیری در هنگام کار خواهد شد و همچنین آشنایی با عوارض و نشانه‌های بیماری باعث شناخت زودرس بیماری از سوی فرد و پس از آن مراجعه به مراکز بهداشتی درمانی و پیشگیری از پیشرفت بیماری و وخیم شدن اوضاع می‌شود و در نهایت این مدیریت را به هدف والای خویش، یعنی حفظ و صیانت از نیروی کار و پیشگیری از بروز بیماری‌های شغلی و افزایش بهره‌وری نزدیک می‌کند.

سفید

## مقدمه

با پیشرفت سریع فناوری، دامنه کاربرد پرتوهای یونساز و مواد رادیواکتیو، گسترش قابل توجهی یافته و استفاده از منابع و تجهیزات پرتوزا در صنایع گوناگون رو به گسترش نهاده است، به طوری که صنعت نفت نیز از این قاعده مستثنی نیست. در این باره می‌توان به کنترل ضخامت بسیاری از مواد با استفاده از پرتوهای هسته‌ای، اندازه‌گیری ضخامت، چگالی و سطح مواد در مخازن، نشت یابی مایعات به ویژه در لوله‌های نفت، تعیین کیفیت جوش فلزات، دستگاه‌های هشداردهنده و اعلام حریق و فعال کردن سیستم آتش‌نشانی، تعیین میزان خوردگی قطعات فلزی در موتورها و سیستم‌های متحرک به روش هسته‌ای، رادیوگرافی از قطعات درونی یک سیستم بسته و... به عنوان گوشه ای از کاربردهای گسترده فناوری هسته‌ای در صنعت اشاره کرد. از جمله پرتوهایی که برای این منظور مورد استفاده قرار می‌گیرند شامل پرتوهای ایکس و گاما هستند. با وجود این که کاربرد پرتوها در کارهای مختلف بسیار مفید و بعضاً منحصر به فرد است، لیکن عدم رعایت نکات ایمنی می‌تواند خطرات جدی غیرقابل جبرانی برای کارکنان، مردم، محیط زیست و حتی نسل‌های آینده به همراه داشته باشد.

پرتوها عموماً اثرات مخرب و زیانباری به صورت مستقیم و غیر مستقیم و به طور زودرس و دیررس بر انسان دارند که اغلب این آثار زیان‌بار، بدون درد یا اثر موضعی فوری است و ممکن است حتی مدت‌ها پس از پرتوگیری آشکار شوند.



**پرتونگاری:** پرتونگاری، روش تصویربرداری از یک شیء روی فیلم عکاسی، با استفاده از پرتوهای نافذ نظیر پرتوهای گاما، ایکس و نوترون است که به منظور آشکارسازی عیوب، تعیین ضخامت و بوجود آوردن تصویر با کیفیت مطلوب انجام می‌گیرد.

### عوارض ناشی از پرتوهای یونیزان

در صورتی که تابش پرتوها تقریباً به صورت یکنواخت به تمام بدن برسد، بیشترین خطری که سلامتی فرد را تهدید می‌کند، متوجه پرتوگیری بافت‌ها و اعضای ویژه‌ای است که به آنها اعضای بحرانی گفته می‌شود. به طور کلی این اعضا عبارتند از: مغز استخوان، لوله‌های گوارشی، شش‌ها، غده تیروئید، کلیه‌ها، طحال، پانکراس، پروستات، بافت‌های ماهیچه‌ای و چربی.

آسیب‌های زیست‌شناختی پرتوها، به اثرات زودرس و دیررس تقسیم شده‌اند. **اثرات زودرس:** اگر قسمتی از بدن به میزان بیش از ۱۰۰ راد در معرض پرتو قرار گیرد، دچار عارضه شدیدی به نام اثرات حاد پرتو می‌شود. پرتوگیری حاد، تمام اندام‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. علائم آسیب ناشی از پرتوگیری حاد به مقدار جذب پرتو و زمان پرتوگیری بستگی دارد. به طور کلی آسیب‌های ناشی از پرتوگیری حاد برحسب افزایش مقدار پرتو به سه گروه تقسیم می‌شوند:

**آسیب‌های مراکز خونساز:** شامل کاهش تعداد گلبول‌های سفید خون، کاهش پلاکت‌های خون، کاهش و توقف کامل فعالیت مراکز خونساز (مغز استخوان)  
**آسیب‌های دستگاه گوارش:** آسیب در بافت پوششی دستگاه گوارش که منجر به ایجاد زخم (ضایعه) در دستگاه گوارش، اسهال خونی و علائمی مانند کاهش وزن و عفونت داخلی و سرانجام مرگ فرد می‌شود.

**آسیب‌های اعصاب مرکزی:** تابش بسیار شدید و کوتاه‌مدت به رگ‌های خونی مغز و ستون فقرات آسیب شدیدی می‌رساند و منجر به عدم تعادل عصبی،

ناهماهنگی و بی‌نظمی در حرکت ماهیچه‌ها، حساسیت زیاد و سرانجام مرگ به علت نارسایی قلبی می‌شود.

**علائم مشترکی که در گروه‌های یاد شده مشاهده می‌شوند عبارتند از:**

الف - حالت تهوع و استفراغ

ب - احساس خستگی و فرسودگی

ج - افزایش حرارت بدن

د - تغییرات خونی

#### **اثرات دیررس (تأخیری)**

**اثرات ژنتیکی:** اشعه یونیزان می‌تواند سبب بروز تغییرات ژنی و ایجاد صدمات کروموزومی شود. اگر این تغییر ژنی در یک سلول جنسی روی دهد، این صدمه به شکل یک اختلال و موتاسیون وراثتی به نسل بعد منتقل خواهد شد.

**اثرات سرطان‌زایی:** مهم‌ترین عارضه دراز مدت و دیررس اشعه‌های یونیزان، ایجاد سرطان است. فاز نهفته در فاصله زمانی مواجهه با اشعه یونیزان و بروز سرطان حدوداً ۱۰ سال یا بیشتر است. غالب سرطان‌های مشاهده شده عبارتند از: سرطان خون، سرطان پوست، سرطان ریه، سرطان استخوان و سرطان کبد. **کوتاهی عمر (مرگ زودرس):** شواهد بسیاری وجود دارد که افرادی که به سبب نوع شغل، تأثیر پرتوهای یونساز قرار می‌گیرند، عمر متوسطشان کمتر از دیگران است. البته در مورد این‌گونه افراد می‌توان با مراقبت صحیح و احتیاط لازم این اثر را به نحو قابل توجهی کاهش داد.

**سایر عوارض (ممکن است زودرس یا دیررس باشند):**

#### **• اثرات پوستی:**

۱- **سرخی ملایم:** در این نوع عارضه، ناحیه پرتو دیده پوست دچار سرخی ملایم شده و با گذشت حدود ۷ روز برطرف می‌شود.

۲- **تاول مرطوب:** حالت التهاب و سرخی شدید پوست که منجر به تاول می‌شود و بازیابی و ترمیم آن حدود ۶ هفته طول می‌کشد.

۳- **مرگ سلولی:** این عارضه به صورت نوعی آزرده‌گی دردناک و شدید پوستی ظاهر می‌شود که ترمیم و بهبودی کامل آن ممکن است چند سال به طول انجامد.

اگر شدت تابش زیاد باشد منجر به ریزش مو می‌شود و چنانچه دوباره شروع به رشد کند، رنگ موها خاکستری یا سفید خواهد شد.

۴- **سایر عوارض پوستی:** نازک شدن و ورقه شدن پوست، عدم تعریق، بروز زخم‌هایی که التیام پیدا نمی‌کنند، تغییر رنگ پوست، از بین رفتن خطوط سر انگشتان، عفونت و سرانجام سرطان پوست

• **اثرات بر چشم:**

۱- **کاتاراکت:** میزان بروز کاتاراکت و همچنین شدت و وسعت آن به مقدار اشعه بستگی دارد. دوره نهفته در فاصله زمانی تابش اشعه و بروز کاتاراکت از چند ماه تا ۳۵ سال گزارش شده است که میزان متوسط آن ۲ تا ۳ سال است. افزایش میزان دوز سبب کوتاهتر شدن دوره نهفته می‌شود.

• **اثرات روی سلولهای جنسی:**

۱- **عقیمی:** عقیمی بیشتر به عنوان یک عارضه دیررس شناخته شده و درخصوص مواجهه اتفاقی و تصادفی حاد به عنوان عارضه جدی مطرح نیست، پس از تابش شدید و اتفاقی دوزهای بالا به تمام بدن، یک دوره عقیمی موقت بوجود خواهد آمد.

۲- **اثر روی بیضه‌ها:** برخورد پرتو به سلولهای جنسی باعث کاهش تعداد آنها و احتمالاً سبب عقیمی کامل می‌شود.

۳- **اثر روی تخمدان‌ها:** سلولهای تناسلی زنانه ممکن است در اثر

پرتوگیری، همگی از بین بروند.

• اثر روی جنین

جنین نسبت به اشعه بسیار حساس است، این اثرات به سن جنین بستگی دارد، هر چه جنین جوان تر باشد، تأثیرپذیری بیشتری دارد.

• اثرات روی دستگاه تنفسی

بافت‌های ریه بر اثر تابش سخت شده و علامت آن سرفه و تنگی نفس است و نهایتاً می‌تواند منجر به سرطان ریه شود.

برای حفاظت افراد در برابر پرتوگیری باید موارد زیر به کار گرفته شوند:

- ۱- به حداقل رساندن زمان پرتوگیری (عامل زمان)
- ۲- به حداکثر رساندن فاصله از منبع پرتو (عامل فاصله)
- ۳- ایجاد حفاظ در مقابل منبع پرتو (عامل حفاظ)
- ۴- آموزش: دادن آموزش‌های لازم به افرادی که به نوعی با پرتوهای یونساز در تماس‌اند. این آموزش‌ها شامل: شناخت اثرات و خطرات تماس با پرتوها و بهداشت و حفاظت در برابر پرتوهاست. (نمایش فیلم‌ها در امور استحفاظی برای کارکنان و کسانی که با پرتوها کار می‌کنند بسیار مفید و لازم خواهد بود).
- ۵- تجهیزات: استفاده از لباس‌ها و پوشش‌های حفاظتی مناسب به گونه‌ای که فرد هرگز بدون وسیله حفاظتی با منبع پرتوزا روبرو نشود. این تجهیزات شامل: پیشبندهای سربی متناسب با مقدار اشعه، دستکش‌های مخصوص لاستیکی و عینک‌های شیشه ای ... است.
- ۶- روش‌های تکمیلی کنترل پرتوگیری:
  - الف) نمایش علائم هشدار در موارد وجود مواد رادیواکتیو
  - ب) به حداقل رساندن جابجایی مواد رادیواکتیو
- ۷- مانیتورینگ پرتوها: روش‌های کنترل پرتودهی با در نظر گرفتن شرایط کاری تنظیم می‌شود، اما اغلب بهتر است مقدار پرتوهای دریافتی

کارکنان در طول یک دوره کنترل شود. این روش‌ها می‌تواند به عنوان یک کنترل دائمی در دراز مدت صورت گیرد:

الف) پایش منظم مقادیر پرتوها در محیط‌های موردنظر: در محل کار باید دستگاه‌های آشکارساز و شمارنده مستقر شود تا کارکنان از میزان آلودگی محیط آگاه شوند.

ب) استفاده از مونیتورهای فردی: تمام کارکنانی که در معرض پرتوها قرار دارند باید از وسایل اندازه‌گیری پرتوها مانند دوزیمتری یا فیلم بچ استفاده کنند و دوزیمترهای قرائت مستقیم فردی که میزان دوز دریافتی پرتوکار را در محیط کار اندازه می‌گیرد.

باید خاطر نشان ساخت که استفاده از مونیتورهایی که متناسب با نوع پرتو طراحی شده‌اند و در فواصل زمانی مناسب کالیبره می‌شوند، برای رسیدن به نتایج قابل اطمینان اهمیت زیادی دارد.

#### توجه:

**زخم و خراشیدگی:** با داشتن زخم‌های باز انجام هرگونه کار با مواد و منابع پرتوزا ممنوع است. ضمناً در صورتی که خراشیدگی و زخم یا جراحی در ضمن کار تولید شود باید دقت و احتیاط زیادی به عمل آورد که از آلودگی دور بماند.

**پیشگیری و اطمینان:** برای دقت کامل در پیشگیری از خطرات پرتوهای یونیزان و اطمینان از این که فرد شاغل در مواجهه با این‌گونه مواد قرار گرفته یا خیر، باید آزمایش‌های مکرر خون انجام شود. مشاهده کم‌خونی راهنمای خوبی برای شاغلین است و باید هر شش ماه یک بار تکرار شود.

**«شورای حفاظت در برابر پرتوها» محدود کردن پرتوگیری را بر سه اصل استوار کرده است:**

۱- انجام هر آزمایش یا عملی با استفاده از پرتوهای یونساز در صورتی امکان‌پذیر است که نفع حاصل از آن آشکار باشد.

- ۲- مقدار مجاز پرتوگیری در هر مورد، براساس حداقل ممکن که منطقاً قابل قبول بوده و مانع اجرای طرح نشود (ALARA)، تعیین شود.
- ۳- مقدار معادل پرتوگیری برای هر فرد نباید از حداکثر مقدار مجاز تعیین شده تجاوز کند.

**محدوده و مرز نواحی ممنوعه، کنترل شده و تحت نظارت در عملیات پرتونگاری:**

- ۱- **ناحیه ممنوعه:** محلی که بیش از ۲ میلی سیورت در ساعت آهنگ پرتودهی داشته باشد، ناحیه ممنوعه بوده و حضور کلیه افراد در این ناحیه ممنوع است. حضور پرتونگاران با برنامه‌ریزی صحیح و دقیق، فقط در موارد خاص، در صورتی که اطمینان حاصل شود که مجموع حجم پرتو دریافتی از ۵۰ میکرو سیورت تجاوز نمی‌کند، بلامانع است.
  - ۲- **ناحیه کنترل شده:** اطراف منطقه ای که آهنگ پرتودهی در آن از ۷/۵ میکروسیورت در ساعت تجاوز می‌کند باید توسط موانع فیزیکی به عنوان مرز ناحیه کنترل شده مشخص شود در این منطقه حضور افراد غیر پرتونگار ممنوع است.
  - ۳- **ناحیه تحت نظارت:** باید اطراف منطقه‌ای که آهنگ پرتودهی آن بین ۲/۵ تا ۷/۵ میکروسیورت بر ساعت است، به وسیله علائم مشخص شود. ایجاد موانع فیزیکی در این حالت روی مرز ضرورت ندارد اما پرتونگاران باید مراقب باشند که افراد حاضر در این ناحیه به طور ناگهانی وارد ناحیه کنترل شده نشوند.
  - ۴- **ناحیه آزاد:** اطراف مناطقی که آهنگ پرتودهی آن کمتر از ۲/۵ میکروسیورت بر ساعت است ناحیه آزاد فرض می‌شود.
- محاسبه و تخمین نواحی سه گانه برای چشمه پرتوزا قبل از عملیات پرتونگاری باید توسط فرد مسؤول به وسیله دستگاه گایگر محیطی انجام گیرد و ارقام حاصله به طور دوره‌ای کنترل شود. در صورت لزوم حدود مرزهای نواحی،

اصلاح و در محل‌های ورود به هر ناحیه، علائم مناسب آگاه‌کننده و هشدار دهنده نصب شود. برای ناحیه ممنوعه نیز باید الزامات و دستورالعمل‌های حفاظت شغلی و ایمنی لازم تهیه شده و تجهیزات حفاظتی و پایشی در محل‌های ورودی و خروجی این ناحیه استقرار یابد.

### نکات ایمنی و حفاظتی پرتونگاری

پرتو نگاری باید با رعایت موارد زیر، هنگامی صورت پذیرد که کلیه کارهای دیگر خاتمه یافته باشند:

۱- همه کارکنان سایت موظفند بر اساس موارد مندرج در پروانه پرتونگاری عمل کنند.

۲- جهت انجام موارد ایمنی در استفاده از اشعه، تجهیزات و وسایل پرتوزا (وسایل پرتونگاری) باید توسط افراد مجاز Radiation Protection (Officer) R.P.O که دارای تاییدیه از هیأت نظارت بر فعالیت‌های اتمی (سازمان انرژی اتمی) هستند، راه‌اندازی و به کار گرفته شوند.

۳- مواد پرتوزا باید تحت نظارت مستقیم افراد R.P.O مورد استفاده قرار گیرد. این کار باید در نوبت کاری شب انجام گرفته و تحت هیچ شرایطی نباید بدون حضور نفرات R.P.O از این مواد استفاده شود. افراد R.P.O مسؤوّل تهیه پروانه کار هستند.

۴- محل دقیق و زمان دقیق انجام پرتونگاری باید در پروانه پرتونگاری دقیقاً ذکر شده باشد.

۵- تا حصول اطمینان از خروج کلیه افراد، به استثنای افراد پرتونگار از محوطه انجام کار نباید پروانه پرتونگاری صادر شود.

۶- برای جلوگیری از ورود افراد غیرمجاز (افراد غیر از افراد پرتونگار) به محوطه‌های محافظت شده جهت پرتونگاری، پروانه‌هایی که برای

- محل‌های دیگر سایت صادر شده، باید بازبینی و در صورت لزوم لغو شوند.
- ۷- راه پله‌ها، نردبان‌ها و سایر راه‌های دسترسی به منطقه پرتونگاری، باید مسدود شده و علائم هشدار دهنده پرتونگاری در محل نصب شود.
- ۸- همه افراد شاغل در قسمت پرتونگاری باید مجهز به وسایل نشان دهنده میزان اشعه، (شامل: فیلم بیج، دوزیمتر فرمولوسیناش، دوزیمتر قلمی، یک دوزیمتر هشدار دهنده محیطی برای افراد و یک دوزیمتر محیطی برای گروه) باشند.
- ۹- هنگامی که ایزوتوپ‌های رادیواکتیو ( مواد رادیواکتیو ) در سایت نگهداری می‌شوند، باید کانتینر یا بشکه تأیید شده‌ای جهت نگهداری این مواد، در جایی دور از مسیر عبور و مرور عادی نگهداری شود.
- ۱۰- بشکه محتوی مواد رادیواکتیو باید درون حصار حفاظتی قفل شده‌ای قرار گیرد.
- ۱۱- موقعیت و طراحی کانتینرهای نگهداری این مواد باید دارای تأییدیه کارفرما باشد.
- ۱۲- فقط افرادی که در پروانه رادیوگرافی مورد تأیید قرار گرفته اند مجاز به کار در محدوده پرتونگاری هستند.
- ۱۳- باید در اطراف ناحیه تحت کنترل، علائم و چراغ‌های هشدار دهنده نصب و به وسیله نوار خطر محصور شود.
- ۱۴- بهترین محل برای انبار مواد رادیواکتیو، زیرزمین است.
- ۱۵- حمل و نقل چشمه پرتوزا از محلی به محل دیگر باید فقط توسط کارکنان پرتونگاری انجام شود.
- ۱۶- پرتونگار علاوه بر مطالعه و آگاهی از وضعیت اضطراری، باید یک نسخه از این دستورالعمل را به همراه داشته باشد.



۱۷- باید مشخصات فنی روی محموله‌های مواد پرتوزا درج و نصب شود.

این موارد عبارتند از:

✓ نوع چشمه

✓ میزان پرتوزایی در تاریخ تحویل

✓ شاخص حمل و نقل

✓ نام تحویل گیرنده

✓ علائم هشدار دهنده

✓ نشانی فرستنده

#### منابع و مأخذ

- 1- ICRP "Recommendations Vol.I", ICRP 26. Annals of the ICRP. Pergamon Prees , Oxford, 1978.
- 2- ICRP "Recommendations Vol.II", ICRP 26. Annals of the ICRP. Pergamon Prees , Oxford, 1991.
- 3- D.Couch "Radiation: Cost of Benefit ". SCRAM-Journal-UK.No.64, 1988.
- 4- H.Cember "Introduction to Health Physics" Pergamon Press , 1983.
- 5- F.A.Metteler.et.all. "Medical Management Of Radiation Accidents" 1990.
- 6- G.V.Darlymple.et.all "Medical Radiation Biology" 1973.
- 7- IAEA, Tec Doc 1162.

۸- سازمان انرژی اتمی، مجموعه قوانین و مقررات حفاظت در برابر اشعه

۹- مصباح، اشرف السادات، پرتوهای یونساز و بهداشت آنها، انتشارات دانشگاه

تهران

۱۰- غیائی نژاد، مهدی / کاتوزی، مهرا، حفاظت در برابر اشعه، انتشارات دربیید

با مطالعه این مجموعه، فرد، با عوارض و اثرات زیانبار ناشی از پرتوهای یونیزان آشنا شده و در صورت مواجهه قادر به شناسایی اثرات زودرس ناشی از پرتوها و علائم اولیه پرتوگیری بیش از حد خواهد بود، همچنین راهکارهای پیشگیری از مواجهه غیر مجاز و نکات ایمنی را خواهد آموخت.

