

آموزش عمومی پدافند هسته ای و پرتوی

قرارگاه پدافند پرتوی کشور

سازمان پدافند غیرعامل کشور



پیام ولی

سخن رهبر **شهید** (ره) درباره پدافند غیرعامل

پدافند غیرعامل مثل مصونیت‌سازی بدن انسان است، از درون ما را مصون می‌کند؛ بنابراین پدافند غیرعامل یک اصل خواهد بود برای همیشه، نه برای یک مقطع خاص.

اصرار دارم که مسئولین همه بخش‌های مختلف کشور، چه بخش‌های نظامی و چه بخش‌های غیرنظامی، همکاری کامل و لازم را با پدافند غیرعامل داشته باشند.



در مقابل **شیوه‌های پیچیده‌ی تهاجم دشمنان**، پدافند غیرعامل نیز باید کاملاً هوشیار و جدی باشد و به‌صورت **علمی، دقیق، به‌روز و همه‌جانبه**، عمل و با هرگونه نفوذ مقابله کند.

رهبر معظم انقلاب اسلامی - ۱۳۹۷/۰۸/۰۶

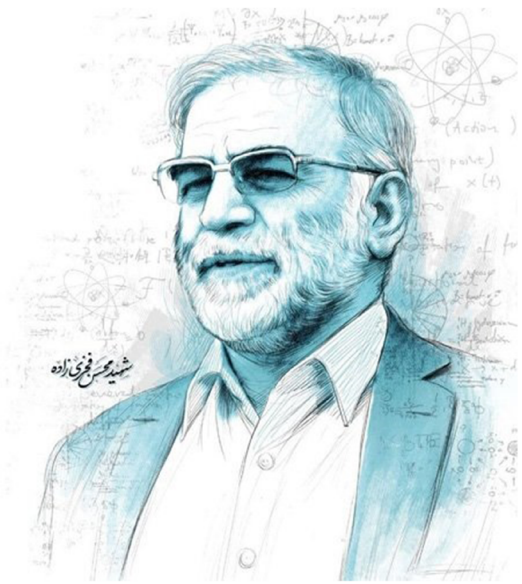
کتابچه آموزش عمومی

پدافند هسته‌ای و پرتوی

قرارگاه پدافند پرتوی کشور

سازمان پدافند غیرعامل کشور

مقدمه ۶
کاربردهای مواد پرتوزا ۷
مفاهیم ۷
پرتو ۷
پرتوهای یونساز ۷
ذره آلفا ۷
ذره بتا ۷
پرتو گاما ۸
نوترون ۸
مواد پرتوزا ۸
پرتوزایی ۹
نیمه عمر ۹
دز یا پرتوجذب شده ۹
دز معادل ۹
دز موثر ۹
آشکارسازی پرتوها ۹
پرتوگیری طبیعی ۱۰
حوادث هسته‌ای و پرتوی ۱۱
تاریخچه حوادث هسته‌ای فرآیندی و غیر مترقبه ۱۲
تاریخچه استفاده از تسلیحات هسته‌ای ۱۳
سلاح هسته‌ای چیست؟ ۱۳
حوادث هسته‌ای و پرتوی محتمل در کشور ۱۴
پیامدهای حوادث هسته‌ای و پرتوی ۱۴
پرتوگیری و آلودگی ۱۵
حفاظت در برابر پرتوگیری خارجی ۱۵
حفاظت در برابر آلودگی داخلی ۱۶
حفاظت در برابر آلودگی خارجی ۱۶
اثرات بیولوژیکی پرتو ۱۶
وظایف مردم در حوادث هسته‌ای و پرتوی ۱۷
قرص یدید پتاسیم یا اصطلاحاً قرص ید چیست؟ ۱۹
ساختار مقابله با حوادث هسته‌ای در کشور ۱۹
اقدامات پدافند پرتوی ۲۱



شهید دکتر محسن فخری زاده، یکی از دانشمندان برجسته و نخبه ایرانی در حوزه‌ی علوم هسته‌ای و دفاعی بود که در تاریخ ۷ آذر ۱۳۹۹ توسط عوامل تروریستی در آبسرد به شهادت رسید.

شهید بزرگوار فخری زاده تحصیلات خود را در رشته‌ی فیزیک در مقطع کارشناسی و مهندسی هسته‌ای در مقاطع ارشد و دکتری ادامه داد. او به عنوان یکی از متخصصان علمی کشور، در پروژه‌های مختلف هسته‌ای و دفاعی ایران نقش موثری ایفا کرد. فعالیت‌های علمی و پژوهشی او به ویژه در زمینه‌ی فناوری هسته‌ای و سیستم‌های پیشرفته‌ی دفاعی، باعث شد تا به عنوان یکی از چهره‌های کلیدی در برنامه هسته‌ای ایران شناخته شود.

شهید فخری زاده علاوه بر فعالیت‌های علمی، به تربیت نسل جدیدی از دانشمندان و محققان نیز اهتمام ورزید و بسیاری از دانشجویان و پژوهشگران را تحت آموزش قرار داد. او به عنوان یک شخصیت ملی، همواره بر اهمیت استقلال علمی و فناوری کشور تاکید داشت و به دنبال پیشرفت ایران اسلامی بود.

شهادت او نه تنها ضایعه‌ای بزرگ برای خانواده و ایشان، بلکه برای جامعه علمی و ملت ایران بود. پس از شهادت، مقام معظم رهبری و دیگر مقامات کشور بر اهمیت کارهای علمی و تلاش‌های شهید فخری زاده تاکید کردند و او را نماد مقاومت و پایداری در برابر تهدیدات دانستند. یاد و نام این شهید عزیز همواره در دل مردم زنده خواهد ماند و الهام‌بخش نسل‌های آینده خواهد بود.







استقرار پایشگر درگاهی خودرو و پایش اتوبوس‌های تخلیه مردم



پایش آلودگی مردم روستاهای
تخلیه‌شده توسط پایشگر درگاهی نفر





پایش آلودگی مردم روستاهای
تخلیه‌شده توسط پایشگر درگاهی نفر

۱. مقدمه

امروزه فناوری هسته‌ای در بخش‌های مختلف زندگی انسان، از تولید انرژی و تشخیص و درمان بیماری‌ها گرفته تا کشاورزی، صنعت، پژوهش‌های علمی و حفاظت از محیط زیست، کاربرد دارد. با وجود مزایای فراوان این فناوری، آشنایی با ماهیت پرتوها، کاربردهای آن‌ها و اصول حفاظت در برابر پرتوهای یونساز برای عموم مردم اهمیت زیادی دارد؛ زیرا شناخت صحیح این موضوعات می‌تواند به افزایش آگاهی، کاهش نگرانی‌های غیرضروری و آمادگی بهتر در برابر حوادث احتمالی کمک کند. الزامات و دستورالعمل‌های ایمني عموماً بين المللي بوده و رعايت برخي از آنها خصوصاً در مورد نيروگاه‌هاي هسته‌اي الزام‌آور است و حتي توسط آژانس بين المللي انرژي اتمي نظارت مي‌شود. ماحصل اين پيش بيني‌هاي ايمني منجر گرديده، كه احتمال رخداد حادثه در استفاده از تكنولوژي هسته‌اي بسيار ناچيز باشد و همين امر به عنوان امتيازی نسبت به ساير صنايع محسوب مي‌شود. به عنوان نمونه ایمنی نیروگاه بوشهر در مقابل زلزله را مي‌توان بيان كرد كه در يكي از ايمن‌ترين نقاط ايران از نظر زلزله‌خیزی ساخته شده است. در هنگام طراحی نیروگاه بررسی‌های زمین‌شناسی دقیقی برای برآورد وضعیت زلزله‌خیزی منطقه توسط کارشناسان داخلی و خارجی انجام شده است. بنابراین تمامی ساختمان‌ها، تجهیزات مکانیکی و الکترونیکی نیروگاه به نحوی طراحی شده‌اند که بتوانند در هنگام بروز این زلزله نیروگاه را خاموش نموده و از انتشار مواد پرتوزا به خارج از نیروگاه جلوگیری نمایند. طراحی نیروگاه بوشهر از منظر مقاومت در برابر زلزله توسط کارشناسان نظام ایمنی هسته‌ای کشور و آژانس بین المللی انرژی اتمی مورد بررسی قرار گرفته است.

علي رغم ايمني بالاي تكنولوژي هسته‌اي ليكن تا كنون به دليل حوادث فرآيندی شامل خطاهاي انساني، نقص تجهيزات، پيامدهاي حوادث طبيعي در تاسيسأت هسته‌اي و همچنين حوادث غير فرآيندی شامل به كار بردن تسليحات هسته‌ای عليه يک كشور، منجر به بروز حوادث و بحران‌هاي هسته‌اي گرديده كه برخي از آنها شدت كم و وسعت محدود و برخي از آنها با شدت و گستردگي زيادي همراه بوده است.

از آنجا كه مديريت حوادث و بحران‌هاي هسته‌اي نيازمند ايجاد مديريت يكپارچه، مؤثر و هماهنگ برای به حداقل رساندن آسیب‌های ناشی از پیامد حادثه، کاهش اثرات احتمالی پرتو بر مردم، حفظ اموال و تجهیزات و حفاظت از محیط زیست و نسل‌های بعد مي‌باشد، لازم است در كشور آمادگی لازم براي مقابله با اينگونه حوادث ايجاد شود. يكي از اصلي‌ترين اقدامات آمادگي، آموزش و افزايش سطح آگاهي در مواجهه با حوادث هسته‌اي است كه در اين كتابچه اطلاعات اوليه و پايه ارائه شده است.



۲.کاربردهای مواد پرتوزا

مواد پرتوزا مزایای فراوانی دارند. استفاده از این مواد در نیروگاه‌های برق هسته‌ای، تأسیسات تحقیقاتی و پزشکی، فرآوری مواد غذایی، صنایع فولاد، کاغذ، ساختمان و پتروشیمی تنها نمونه‌هایی از کاربرد آن‌ها می‌باشد.

کاربرد انرژی در بخش‌های مختلف به گونه‌ای است که اگر کشوری فناوری هسته‌ای را نهادینه نماید، در بسیاری از حوزه‌های علمی و صنعتی ، ارتقاء پیدا کرده و مسیر توسعه را با سرعت طی می‌نماید.

برخی از کاربردهای مهم انرژی هسته‌ای عبارتند از :

- تصویربرداری از ارگان‌های بدن در پزشکی هسته‌ای
- تصویربرداری قلبی عروقی
- اسکن استخوان
- رادیوگرافی
- گاما اسکن
- استرلیزه کردن و میکروب‌زدایی وسایل پزشکی
- رادیوبیولوژی
- استفاده از رادیودارو در تشخیص و درمان بیماری‌ها، مانند انواع سرطان.
- تشخیص و درمان برخی بیماری‌های قلبی، تشخیص عفونت‌ها و التهاب مفصلی، آمبولی و لخته وریدی.
- تشخیص و درمان سرطان‌های دامی، تولید مثل دام، اصلاح نژاد دام، تغذیه، بهداشت و ایمن سازی محصولات دامی و خوراک دام
- شناسایی حوزه‌های آب زیرزمینی
- شیرین کردن آب‌های شور
- چاه پیمایی و کشف چاه نفت
- افزایش ماندگاری محصولات کشاورزی
- مبارزه با آفات محصولات کشاورزی
- موتاسیون یا جهش ژنتیکی و تولید محصولات با کیفیت بالا
- باستان شناسی و عمریابی
- نشت یابی لوله‌ها و مخازن
- چگالی سنجی و ضخامت سنجی

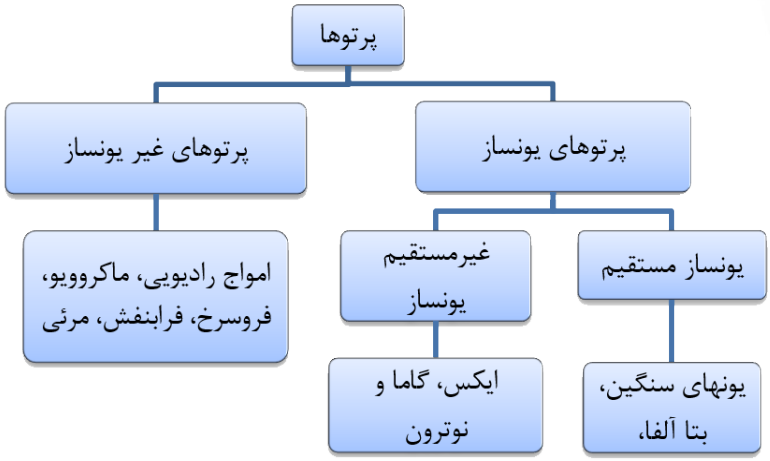
۳.مفاهیم

❖ پرتو

پرتو، امواج یا ذراتی هستند که در محیط منتشر می‌شود. برخی از انواع پرتوها مانند آلفا دارای جرم و برخی دیگر مانند نور مرئی یا اشعه ایکس و گاما فاقد جرم هستند. پرتوها به طورکلی به دو دسته یونساز و غیریونساز تقسیم‌بندی می‌شوند. آنچه باعث تفکیک پرتوهای یونساز از سایر پرتوها گردیده، توانایی آنها در خارج کردن الکترون‌ها از اتم‌های تشکیل دهنده مواد است که این فرایند، یونیزاسیون نامیده می‌شود و می‌تواند در هر ماده‌ای نظیر سرب، فولاد، آب، پلاستیک و یا بدن انسان اتفاق بیفتد.

پرتوهای یونساز به دلیل پیامدهای فرایند یونیزاسیون و مخاطرات آن، از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. مواد پرتوزا دارای هسته های ناپایداری هستند که در فرآیند واپاشی رادیواکتیو، یک یا چند نوع تابش یونساز مانند ذرات آلفا، ذرات بتا یا پرتو گاما گسیل می کنند.

در پدافند هسته‌ای و پرتوی فقط پرتوهای یونساز مدنظر می باشند و از این به بعد هر جا از کلمه پرتو استفاده می‌شود، منظور پرتوهای یونساز است.



تقسیم بندی پرتوها

❖ پرتوهای یونساز

پرتوهای یونساز قابل رؤیت نبوده و قدرت نفوذ متفاوتی دارند. این پرتوها عبارتند از : ذرات آلفا، بتا و نوترون، اشعه ایکس و گاما (تابش الکترومغناطیسی). ذرات آلفا و بتا یونساز مسقیم، اشعه گاما، ایکس و ذرات نوترون یونساز غیر مستقیم هستند، چون بار ندارند.

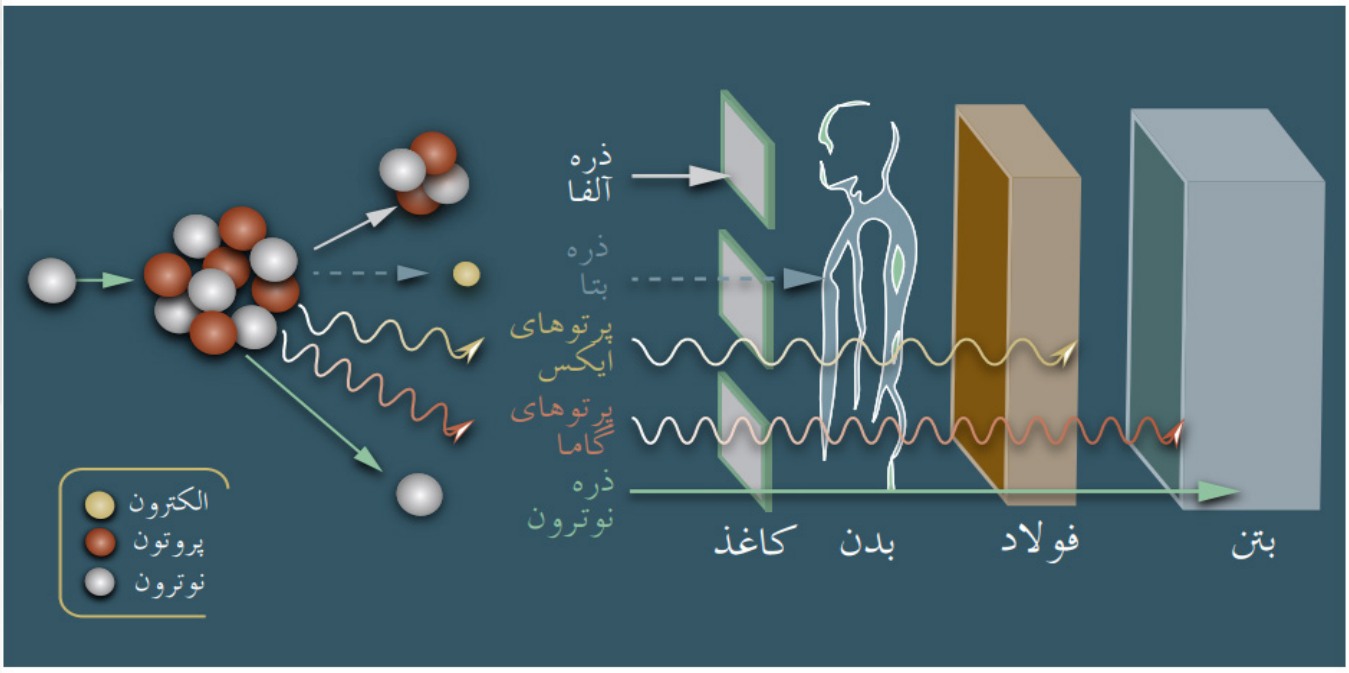
❖ ذره آلفا

پرتو آلفا سنگین‌ترین ذره تابشی است و دارای بار الکتریکی مثبت است که از هسته خارج می‌شود. پرتوهای آلفا نمی‌توانند در یک صفحه کاغذ یا پوست نفوذ کنند و تا زمانی که خارج از بدن هستند حتی وقتی که مستقیماً روی پوست قرار دارند، هیچ خطری ایجاد نمی کنند، زیرا نمی توانند به بدن نفوذ کنند و لایه خارجی مرده پوست بدن آنرا جذب می کند. اما اگر این ذرات به داخل بدن وارد شوند می توانند خطر جدی برای سلامتی ایجاد نمایند.

❖ ذره بتا

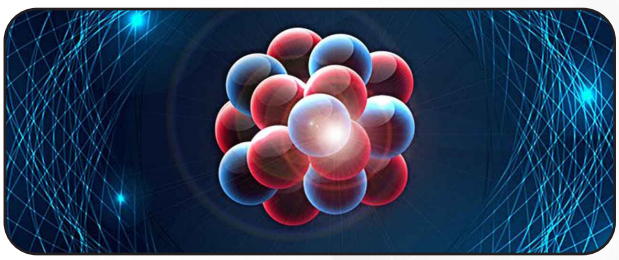
ذرات بتا الکترون‌ها یا پوزیترون‌هایی هستند که در فرآیند واپاشی بتای هسته‌ای گسیل می‌شوند. پرتو بتا الکترون‌های با بار منفی یا مثبت می‌باشند، که از ذرات آلفا بسیار کوچکترند ولی نسبت به آنها کمی قدرت نفوذ بیشتری دارند. این ذرات را می‌توان به‌وسیله پلاستیک، آلومینیوم یا لباس‌های ضخیم متوقف نمود. هنگام برخورد ذرات بتا با پوست انسان، آنها می‌توانند تا فاصله چند میلیمتری نفوذ کنند و به سلول‌های زنده زیرین پوست برسند، و درصورتی که مقدار و انرژی ذره بتا بقدر کافی بالا باشد می‌تواند سبب آسیب جدی به پوست یا سوختگی چشم‌ها شوند. ذرات بتا همانند ذرات آلفا می‌توانند در صورت ورود به بدن مخاطرات جدی بر سلامت داشته باشند.

قدرت نفوذ انواع مختلف پرتوها



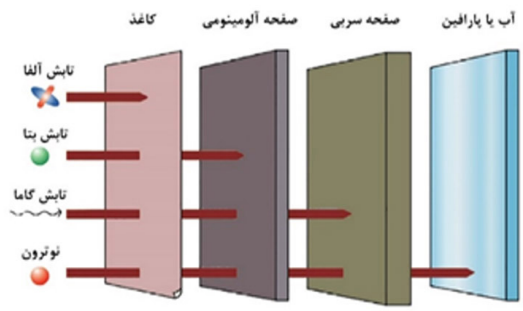
❖ پرتو گاما

پرتوهای گاما و اشعه ایکس فوتون‌های پر انرژی با قدرت نفوذ زیاد هستند و فقط مواد با چگالی بالا نظیر سرب، استیل و بتن را جهت حفاظت در مقابل این پرتوها می‌توان به کاربرد. از لحاظ ماهیت تفاوتی بین پرتوهای ایکس و گاما وجود ندارد و صرفاً براساس منبع تولید آنها نامگذاری می‌شوند، به نحوی که به فوتون‌هایی که از داخل هسته خارج می‌شوند گاما و به فوتون‌های با منشاء خارج از هسته، اشعه ایکس گفته می‌شود. این پرتوها در برخورد با بدن انسان به راحتی نفوذ کرده و بسته به میزان و انرژی پرتو به بافت آسیب می‌رسانند.



❖ نوترون

نوترون یک ذره زیر اتمی بدون بار الکتریکی است که از طریق برخورد و واکنش هسته‌ای با ماده، ذرات ثانویه باردار تولید می‌کند. پرتوهای نوترون ذرات با انرژی زیادی هستند که از هسته اتم ساطع می‌شوند و از الکترون‌ها بسیار بزرگتر می‌باشند اما چون بار الکتریکی ندارند می‌توانند قبل از ازدست دادن انرژی خود، از بسیاری از مواد عبور کنند. آب، پلاستیک و دیگر موادی که هیدروژن زیادی دارند جهت حفاظت در برابر نوترون‌ها استفاده می‌شوند.



مقایسه میزان نفوذ پرتو

❖ مواد پرتوزا

موادی هستند که به دلیل ناپایداری در هسته خود به‌طور خودبه‌خود واپاشی (تجزیه) شده و به هسته جدید تبدیل می شوند. این واپاشی منجر به ساطع شدن یک یا چند پرتو یونساز به محیط می گردد.

علائم با معانی مختلفی برای نشان مواد پرتوزا استفاده می‌شود ولی به طور کلی دو نشانه وجود پرتو در محیط در زیر ملاحظه می‌شود.



هشدار وجود پرتو



هشدار وجود پرتو

❖ پرتوزایی

پرتوزایی عبارت است از تعداد هسته‌هایی که در واحد زمان واپاشی می‌کنند یا به عبارت دیگر تعداد واپاشی‌ها در واحد زمان است.

❖ نیمه عمر

نیمه عمر عبارت است از زمان لازم برای آنکه نصف هسته‌های پرتوزا بر اثر واپاشی به هسته‌های پرتوزای دیگری تبدیل شوند، یا مدت زمانی است که طی آن پرتوزایی به نصف مقدار اولیه‌اش می‌رسد.

❖ دز یا پرتوجذب شده

دز یعنی وقتی تابش یونساز وارد بدن یا ماده می‌شود، انرژی را در آن رسوب می‌دهد. به بیان دیگر، اثر تابش را بر حسب انرژی جذب شده در واحد جرم ماده می‌سنجند که دز نامیده می‌شود. یکای جدید دز در دستگاه بین‌المللی یکاها، گرِی (Gy) است. برای مثال اگر ۱ ژول انرژی در ۱ کیلوگرم ماده جذب شود، دز ۱ گری می‌شود.

❖ دز معادل

با توجه به اینکه پرتوها اثر یکسانی بر بدن ندارند، از کمیت دز معادل استفاده می شود. دز معادل کمیتی است که اثرات بیولوژیکی ناشی از جذب انواع پرتوها در بافت را منظور می‌دارد. یکای جدید دز معادل در دستگاه بین‌المللی یکاها، سیورت می‌باشد که با نماد Sv نشان داده می‌شود. میلی‌سیورت یک هزارم سیورت و میکروسیورت یک میلیونیم سیورت می‌باشد.

❖ دز مؤثر

از آنجا که بافت‌های بدن آسیب‌پذیری متفاوتی در برابر هم دارند، از کمیت دز مؤثر استفاده می‌شود. در واقع دز مؤثر کمیتی است که علاوه بر اینکه نقش پرتودهی مختلف را در بروز اثرات بیولوژیکی منظور می‌دارد، نقش حساسیت بافت‌های مختلف بدن را نیز در نظر می‌گیرد. یکای دز مؤثر همانند یکای دز معادل در دستگاه بین المللی یکاها، سیورت می‌باشد.
به عنوان مثال عکس رادیولوژی قفسه سینه موجب پرتوگیری ۱۰ میکروسیورت (۱۰ μSv) می‌گردد.

۴. آشکارسازی پرتوها

پرتوهای یونیزان توسط حواس پنجگانه انسان قابل احساس نمی‌باشند لذا برای شناسایی و اندازه‌گیری وجود تابش‌های یونساز (آلفا، بتا، ایکس، گاما، نوترون) لازم است از ابزار مناسبی استفاده شود که آشکارساز نام دارد. آشکارساز پرتو وسیله‌ای است که برهمکنش پرتو یونساز با ماده را به یک اثر قابل اندازه‌گیری، مانند بار الکتریکی، پالس الکتریکی، نور، تغییر قابل شناسایی شیمیایی یا فیزیکی، تبدیل می‌کند. از لحاظ کارکردی ۳ نوع آشکارساز پرتو وجود دارد که در ادامه به آن‌ها پرداخته می‌شود.

❖ دزیمتر

دزیمتر وسیله‌ای است که مقدار انرژی جذب شده (دز تابشی) توسط یک فرد یا یک محیط را در طول زمان اندازه گیری می‌کند. دزیمتر از یک آشکارساز یا عنصر حساس به تابش استفاده می‌کند، ولی هر آشکارسازی لزوماً دزیمتر نیست. دزیمترها انواع مختلفی دارند، متداول‌ترین آنها دزیمترهای دستی یا محیطی است که توسط فرد قابل حمل بوده و میزان پرتوگیری در محل اندازه‌گیری را نشان می‌دهند. برخی دزیمترها کوچک و سبک بوده که به دزیمتر فردی معروف‌اند و روی سینه فرد نصب می‌شوند.

❖ آلودگی سنج

اگر آلودگی پرتوی یعنی ذرات یا گرد و غبار آلوده در محیط وجود داشته باشد، از آلودگی‌سنج برای شناسایی آنها استفاده می‌شود. واحد نمایش آلودگی سنج‌ها شمارش بر ثانیه (cps) یا شمارش بر دقیقه (cpm) است و میزان ذرات آلوده بر روی سطوح از جمله لباس یا بدن انسان، محیط پیرامون، خودرو، تجهیزات و ساختمان‌ها را نشان می‌دهد.
آلودگی‌سنج‌ها دو نوع دستی یا ایستگاهی (درگاهی) دارند که هر نوع در مدل‌های مختلفی تولید شده است. آلودگی‌سنج دستی توسط فرد قابل حمل بوده و برای شناسایی آلودگی سطوح لازم است سطح مورد نظر توسط فرد به صورت پیوسته و از نزدیک پایش شود.
آلودگی‌سنج ایستگاهی در یک مکان مستقر و افراد یا خودرو با عبور از میان آن از لحاظ آلودگی سطحی بررسی می‌شوند. این تجهیزات عموماً در ایستگاه‌های رفع آلودگی برای تشخیص آلودگی سطحی افراد و خودروها استفاده می‌گردند.



ایستگاه پایش درگاهی نفرات (رزمایش پرتوی خلیج فارس-استان بوشهر ۱۳۹۸)

❖ طیف‌نگار

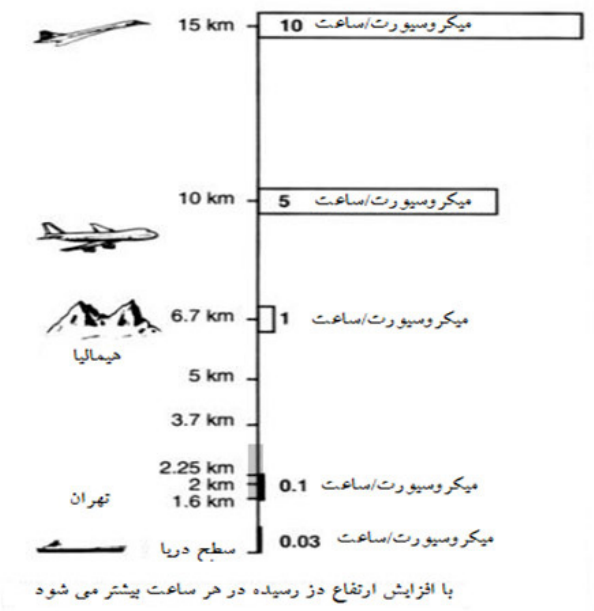
این تجهیزات نوع ماده پرتوزا و مقدار آن را مشخص می‌نمایند.

۵. پرتوگیری طبیعی

همه افراد جامعه به طور معمول در معرض تابش پرتوهای یونساز قرار دارند. به طور کلی منابع پرتوگیری به دو دسته منابع طبیعی و منابع مصنوعی تقسیم می‌شوند.

مهم‌ترین منابع مصنوعی، پرتوهایی است که در نتیجه استفاده وسیع مواد پرتوزا و دستگاه‌های پرتوساز در مراکز پزشکی(تشخیصی و درمانی)، تحقیقاتی و صنایع استفاده می‌شوند. البته انفجارات هسته‌ای و حوادث پرتویی رخ داده در گذشته نیز سهمی هر چند کوچک در پرتوگیری مردم جهان از منابع مصنوعی داشته است. اگر چه انسان‌ها اغلب بر این باورند که پرتوگیری از منابع مصنوعی زیان بار و خطرناک است اما منابع طبیعی پرتوزا سهم بسیار بیشتری در پرتوگیری بشر و موجودات زنده دارند و پرهیز از این نوع پرتوگیری تقریبا غیر ممکن است.

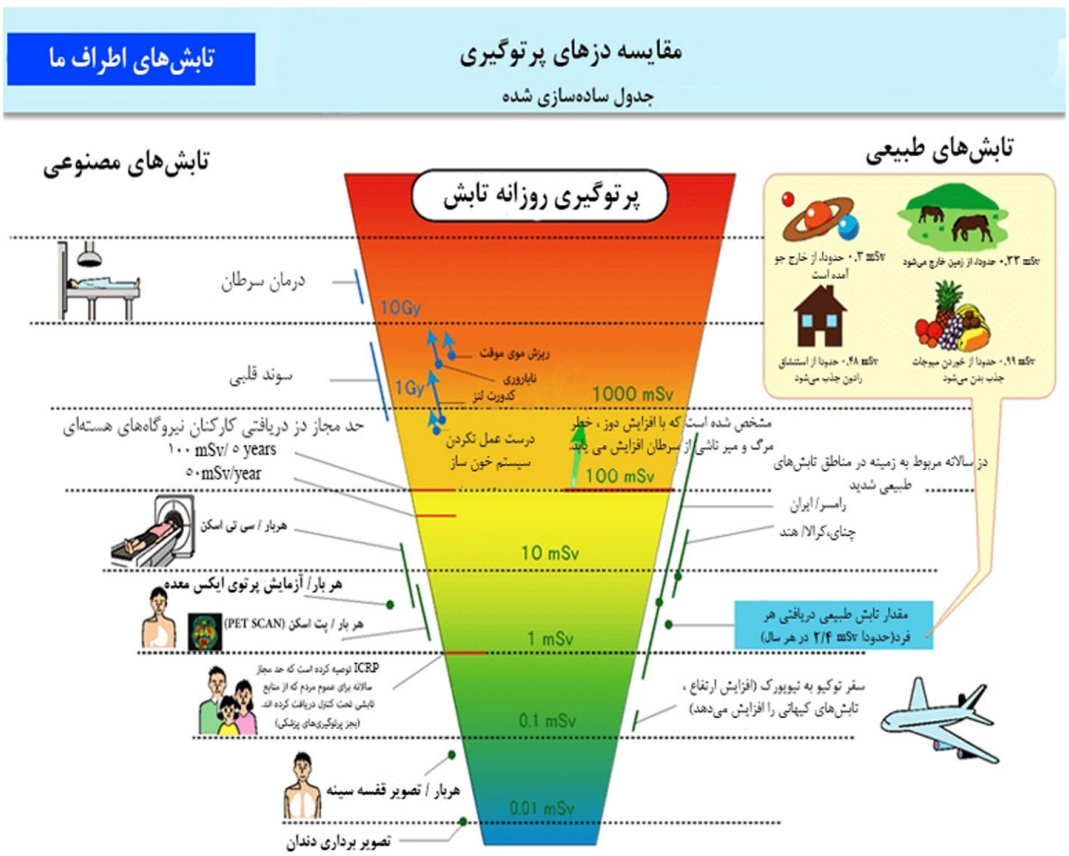
منشأ پرتوهای طبیعی، یکی تابش‌های کیهانی است که از فضا تابیده می‌شود و هر چه ارتفاع از سطح دریا بیشتر شود این پرتوگیری افزایش می‌یابد. به عنوان مثال در مسافرت‌های هوایی و در ارتفاع ۱۰ کیلومتری از سطح دریا، افراد در هر ساعت، ۵ میکروسیورت (۵μSv) در تابشی ناشی از تابش کیهانی دریافت می‌کنند.



شکل ۶ : میزان پرتوگیری مردم در ارتفاع های مختلف از سطح دریا

منشأ دیگر پرتوهای طبیعی عناصر پرتوزا هستند که به طور عادی در خاک، هوا، آب، غذا و بدن انسان وجود دارند. اورانیم و توریم موجود در محیط که از زمان پیدایش زمین وجود دارند، گاز رادون ناشی از استفاده سوخت‌های فسیلی، مصالح ساختمانی و کودهای فسفاته، و پتاسیم پرتوزای موجود در داخل بدن و محیط اطراف از اصلی‌ترین منابع پرتوگیری طبیعی می‌باشند. در بعضی از کشورها مناطقی با پرتوزایی طبیعی بالا ناشی از وجود غلظت زیاد مواد پرتوزای طبیعی در محیط (و یا به دلیل ارتفاع زیاد و افزایش پرتوهای کیهانی) وجود دارد.

به طور کلی مردم کره زمین سالیانه مقداری پرتوگیری طبیعی دریافت می‌کنند که میانگین آن حدود ۲/۴ میلی‌سیورت برآورد می‌شود که ۱/۱ میلی‌سیورت آن مربوط به پرتوهای کیهانی و مواد پرتوزای موجود در پوسته زمین و ۱/۳ میلی‌سیورت آن ناشی از گاز رادون می‌باشد. که البته این مقدار بسته به ارتفاع محل زندگی و میزان مواد پرتوزا در محیط متفاوت است همانگونه که ذکر شد، متوسط پرتوگیری طبیعی ناشی از تمامی موارد اشاره شده، حدود ۲/۴ میلی سیورت می‌باشد. برای توضیح بیشتر و درک بهتر این عدد می‌توان گفت که در هر نوبتی که انسان جهت گرفتن عکس رادیولوژی تحت تابش قرار می‌گیرد، حدود ۰/۰۱ میلی سیورت دز دریافت می‌نماید، به عبارتی متوسط پرتوگیری سالانه انسان به طور طبیعی برابر با پرتوگیری ۲۴۰ عکس رادیولوژی از قفسه سینه است.



پرتوگیری طبیعی و مصنوعی





۶. حوادث هسته‌ای و پرتوی

حوادث هسته‌ای و پرتوی دارای ویژگی‌هایی هستند که از دیگر حوادث متمایز می‌گردند. این ویژگی‌ها عبارتند از:

- اثرات این حوادث می‌تواند ابعاد بین المللی داشته باشد. وجود آلودگی به مواد پرتوزا در مواد غذایی کشورهای اسکاندیناوی در زمان کوتاهی پس از حادثه چرنوبیل دال بر این مدعاست.
- اثرات مخرب این حوادث به لحظات اولیه خلاصه نمی‌گردد و می‌توانند آثار جبران ناپذیر بیولوژیکی و زیست محیطی برای افراد جامعه و نسل‌های آینده ایجاد نمایند.
- اثرات پرتو با حواس پنجگانه قابل درک نمی‌باشند، لذا مقابله با سوانح پرتوی مستلزم بکارگیری تجهیزات خاص و نیروی متخصص و آموزش دیده می‌باشد.
- سرعت و دقت در عملیات کمک‌رسانی اهمیت بالایی در کاهش اثرات سوانح پرتوی دارد .
- دریافت اطلاعات مناسب و به موقع در زمینه شرایط جوی و محیطی تأثیر بسزایی در کاهش شدت حادثه و تصمیم‌گیری صحیح در عملیات امداد دارد.
- برخورد نادرست و نامناسب با اینگونه حوادث موجب بروز آثار و عوارض شدید انسانی، زیرساختی، زیست محیطی، روانی، اقتصادی، اجتماعی و سیاسی می‌گردد.

❖ شرایط اضطراری پرتوی

وضعیتی که بر اثر بروز تهدیدات و مخاطرات هسته‌ای منجر به انتشار تشعشعات رادیواکتیو گردیده است. این شرایط برای انسان و محیط‌زیست خطر داشته و نیازمند واکنش سریع و مدیریت دقیق با استفاده از ظرفیت‌ها و بسیج منابع می‌باشد تا از تلفات و خسارات جانی و مالی جلوگیری شود.



❖ تاریخچه حوادث هسته‌ای فرآیندی و غیر مترقبه

حادثه	کشور	سال
مایاک	شوروی	۱۹۵۷
ویندِاسکیل	انگلستان	۱۹۵۷
تری مایل آیلند	آمریکا	۱۹۷۹
چرنوبیل	اوکراین	۱۹۸۶
گویانیا	برزیل	۱۹۸۷
فوکوشیما	ژاپن	۲۰۱۱

مایاک، اتحاد جماهیر شوروی

تاسیسات هسته‌ای مایاک در اتحاد جماهیر شوروی سابق در سال ۱۹۵۷ از طریق نشت مواد پرتوزا، بیش از ۱۵۰۰۰ کیلومتر مربع را با زباله‌های پرتوی آلوده کرد. این حادثه که موسوم به حادثه کیشتیم نیز می‌باشد به تنهایی بخش‌های زیادی از اورال شرقی را غیرقابل سکونت کرد. هزاران نفر مجبور به جابه‌جایی شدند و تا به امروز، این منطقه تحت تأثیر آلودگی پرتوی است و یکی از آلوده‌ترین مکان‌های روی زمین محسوب می‌شود.

ویندااسکیل / سلافیلد، انگلستان

بزرگترین مجتمع هسته‌ای نظامی اروپا در سلافیلد واقع شده است. این مرکز قبلاً برای برنامه تسلیحات هسته‌ای بریتانیا، پلوتونیوم تولید می‌کرد و اکنون به عنوان مرکز بازفرآوری زباله‌های هسته‌ای عمل می‌کند. آتش سوزی در سال ۱۹۵۷ و همچنین حوادث متعدد و نشت مواد پرتوزا در این مرکز، محیط زیست را آلوده کرد و مردم را در معرض سطوح بالای تابش قرار داد.

تری مایل آیلند، ایالات متحده آمریکا

عجیب‌ترین و ناشناخته‌ترین حادثه راکتور هسته‌ای در تاریخ ایالات متحده، در نیروگاه هسته ای تری مایل آیلند در مارس ۱۹۷۹ رخ داد. نقص تجهیزات، مشکلات مربوط به طراحی و خطای انسانی منجر به ذوب بخشی از قلب راکتور و انتشار مقادیر زیادی گاز و مایع پرتوزا به جو گردید.

چرنوبیل، اوکراین

در آوریل ۱۹۸۶ ذوب قلب راکتور نیروگاه هسته ای چرنوبیل ویران کننده‌ترین فاجعه هسته ای تاریخ را رقم زد. بخش های عظیمی از زمین آلوده به مواد پرتوزا شده و برای نسل‌های بعد غیرقابل سکونت گردید. پیامدهای این حادثه محدودبه اتحاد جماهیر شوروی سابق نبوده بلکه بخش اعظمی از جهان را درگیر نمود به نحوی که باعث ایجاد ده ها هزار مورد سرطان، ناهنجاری های ژنتیکی، مرده زایی و مرگ و میرگردید.

گویانیا، برزیل

در سپتامبر ۱۹۸۷ در گویانیا یکی از جدی‌ترین حوادث تابشی در تاریخ اتفاق افتاد. باز شدن یک دستگاه رادیوتراپی حاوی سزیم ۱۳۷ منجر به تابش مستقیم به ۲۴۹ نفر گردید. مدت کوتاهی بعد چهار نفر جان باختند. حداقل ۲۱ نفر آسیب شدید پوستی را متحمل شدند. اثرات دراز مدت این حادثه هرگز مورد بررسی قرار نگرفت. رفع آلودگی محله‌های آسیب دیده فقط به صورت سطحی انجام شد.

فوکوشیما، ژاپن

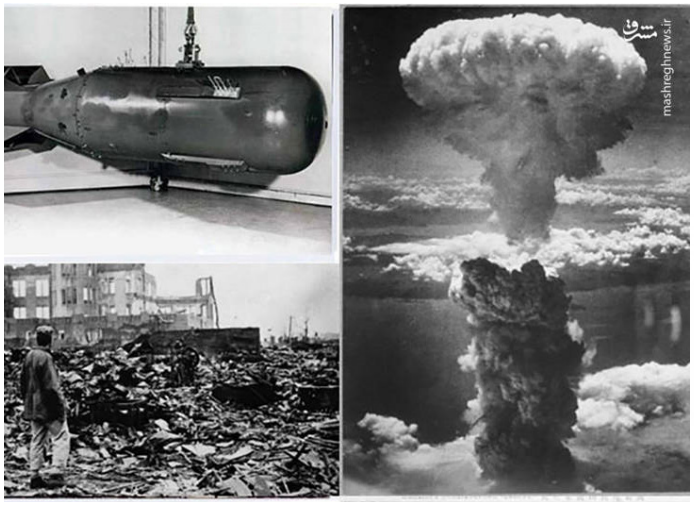
در مارس ۲۰۱۱ ذوب قلب رآکتور در نیروگاه هسته‌ای فوکوشیما دایچی باعث بزرگترین آلودگی پرتوی اقیانوس‌های جهان شد که تاکنون ثبت شده است. علاوه بر این، خاک، هوا، غذا و نوشیدنی را آلوده کرد و مردم را در معرض سطوح خطرناک تابش قرار داد. میزان کامل اثرات بهداشتی حادثه با توجه به گذشت مدت زمان طولانی از وقوع حادثه هنوز هم قابل پیش‌بینی نمی‌باشد، لیکن به دلیل میزان بالای سطوح تابش منتشر شده، باید فرض کرد که چندین هزار مورد سرطان در دهه های آینده رخ خواهد داد.



نیروگاه هسته‌ای چرنوبیل -اوکراین، بعد از وقوع حادثه

❖ تاریخچه استفاده از تسلیحات هسته‌ای (حوادث هسته‌ای غیر فرآیندی)

سلاح هسته‌ای تاکنون فقط در جنگ جهانی دوم و در دو حمله علیه شهرهای ژاپن، هیروشیما و ناگازاکی، استفاده شده است. این دو حمله در اوت ۱۹۴۵ توسط ایالات متحده آمریکا انجام شدند. آمریکا بمب هسته‌ای موسوم به پسر کوچک (Little Boy) را بر شهر هیروشیما انداخت (۶ اوت)، که شمار جان‌باختگان تا پایان سال ۱۹۴۵ حدود ۱۴۰ هزار نفر برآورد شده است. همچنین بمب هسته‌ای پلوتونیومی موسوم به مرد چاق (Fat Man) را بر شهر ناگازاکی انداخت (۹ اوت) که شمار جان‌باختگان آن حمله تا پایان سال ۱۹۴۵، حدود ۷۰ هزار نفر برآورد شده است.



بمباران اتمی شهرهای هیروشما و ناگازاکی ژاپن؛ تشکیل ابر قارچی و ویرانی‌های ناشی از این نوع سلاح

❖ سلاح هسته‌ای چیست؟

وسیله‌ای انفجاری است که انرژی تخریبی خود را از واکنش‌های هسته‌ای، شامل شکافت هسته‌ای، همجوشی هسته‌ای یا ترکیبی از آن‌ها، به دست می‌آورد. این نوع سلاح آثاری مانند موج انفجار، تابش گرمایی، تابش‌های یونساز اولیه، بارش رادیواکتیو، پالس الکترومغناطیسی(EMP) و تابش ناشی از مواد رادیواکتیو باقیمانده دارد، که خسارات گسترده انسانی و زیست محیطی ایجاد می‌کند.

ویژگی متمایزکننده‌ی سلاح‌های هسته‌ای نسبت به سلاح‌های متعارف، چگالی انرژی فوق‌العاده بالا و پیامدهای آنی و بلندمدت انسانی، زیست‌محیطی، زیرساختی و راهبردی آن‌ها می‌باشد؛ به‌گونه‌ای که کارکرد آن‌ها صرفاً نظامی نبوده و نقش تعیین‌کننده‌ای در بازدارندگی، موازنه‌ی قدرت، و معادلات سیاسی - بین‌المللی ایفا می‌کنند.

❖ سلاح هسته‌ای تاکتیکی چیست؟

سلاح هسته‌ای تاکتیکی یک جنگ افزار هسته‌ای است. این تسلیحات برخلاف تسلیحات هسته‌ای استراتژیک که برای تخریب شهرها و زیرساخت‌های کلان طراحی شده‌اند، برای استفاده در میدان نبرد و علیه اهداف نظامی خاص یا اهداف حساس ساخته شده‌اند. این تسلیحات با قدرت انفجاری بین ۰/۱ تا ۱۰۰ کیلوتن (kt)، قادر به نابودی پایگاه‌های نظامی، خطوط لجستیک یا تجمعات نیروها هستند، بدون آنکه تخریب گسترده‌ای مانند سلاح‌های با قدرت انفجاری در مقیاس مگاتن (Mt) ایجاد کنند.

با این حال حتی یک کلاهک تاکتیکی با قدرت ۱۰ کیلوتن می‌تواند منطقه‌ای به شعاع ۱-۲ کیلومتر را به کلی نابود کند و تا ۵ کیلومتر اثرات گرمایی و پرتوی مرگبار به جابگذارد.

۱ کیلوتن معادل انرژی انفجار حدود ۱۰۰۰ تن TNT است. با افزایش قدرت انفجار، شعاع آسیب به صورت خطی افزایش نمی‌یابد؛ مثلاً ۱۰ برابر شدن قدرت انفجار، شعاع آسیب را ۱۰ برابر نمی‌کند. رابطه قدرت انفجار با میزان تخریب مستقیم اما غیر خطی و بسیار وابسته به شرایط است؛ هرچه قدرت انفجار بیشتر باشد، فشار موج انفجار و در نتیجه شدت تخریب ساختمان‌ها و تأسیسات بیشتر می‌شود.

❖ عوامل مؤثر در شدت تخریب سلاح هسته‌ای

شدت تخریب فقط به قدرت انفجار بستگی ندارد؛ به عوامل زیادی از جمله، ارتفاع انفجار (انفجار در ارتفاع بالا باعث کاهش بارش رادیواکتیو می‌شود ولی موج انفجار را در مساحت بیشتری پخش می‌کند، انفجار در سطح زمین آلودگی شدیدتری به دنبال دارد)، جهت و سرعت باد (مسیر حرکت ابر قارچی و بارش رادیواکتیو به‌طور مستقیم تحت تأثیر باد قرار دارد)، توپوگرافی زمین (موانع طبیعی مانند کوه‌ها و دره‌ها می‌توانند شدت تشعشع یا موج انفجار را کاهش دهند یا مسیر آن را منحرف کنند)، شرایط آب و هوایی (رطوبت، دما و فشار جو می‌توانند بر نحوه پخش شدن ذرات رادیواکتیو و برد حرارت اثر بگذارند)، تراکم ساختمان‌ها، نوع زمین یا سازه، جمعیت منطقه و فاصله از مرکز انفجار بستگی دارد. به همین دلیل دو سلاح با قدرت مشابه، می‌توانند در شرایط مختلف پیامدهای متفاوتی داشته باشند.

❖ عوامل مؤثر در آلودگی رادیولوژیکی ناشی از سلاح هسته‌ای

آلودگی رادیولوژیکی (پرتوها، مواد رادیواکتیو و آثار ناشی از آنها) ناشی از یک انفجار هسته‌ای فقط به توان انفجار وابسته نیست، بلکه به مجموعه‌ای از عوامل فیزیکی و محیطی بستگی دارد؛ از جمله نوع انفجار (انفجار هوایی یا انفجار زمینی / سطحی)، ارتفاع انفجار از سطح زمین، جهت و سرعت باد، میزان و نوع بارش، جنس خاک و مصالحی که وارد ابر آتش می‌شوند، و ترکیب رادیونوکلیدهای تولید شده یا آزاد شده. در انفجار سطحی یا زمینی، چون خاک و آوار بیشتری به داخل ابر انفجار کشیده می‌شود (اصولاً ابر قارچی شکل در انفجار سطحی تشکیل می‌شود، در انفجار هوایی ابر تشکیل می‌شود ولی قارچی شکل نیست، چون ساقه ندارد) معمولاً مقدار رسوب رادیواکتیو و آلودگی سطحی پایدار (آلودگی رادیواکتیوی که به‌راحتی از سطح جدا نمی‌شود) بیشتر است. در مقابل، در انفجار هوایی، آلودگی سطحی گسترده معمولاً کمتر است (اگر ابر قارچی شکل نگیرد) و اثرهای اصلی بیشتر به موج انفجار و تابش حرارتی مربوط می‌شوند. انفجار هوایی به انفجاری گفته می‌شود که در ارتفاعی بالاتر از سطح زمین رخ می‌دهد و در آن، منبع انفجار با سطح زمین در تماس مستقیم نیست (کروی آتش و موج انفجار در هوا شکل می‌گیرد).

❖ حوادث هسته‌ای و پرتوی محتمل در کشور

کلیه رخدادهای هسته‌ای متصور برای کشور در سه دسته حملات نظامی، حوادث هسته‌ای و اقدامات تروریستی هسته‌ای خلاصه می‌شوند. این تهدیدات پیامدهای پرتوی مشترک داشته ولی از لحاظ گستردگی ابعاد حادثه متفاوت‌اند.

الف) حملات نظامی

۱- حمله نظامی با استفاده از سلاح‌های هسته‌ای.

۲- حمله نظامی با استفاده از سلاح‌های متعارف به تاسیسات هسته‌ای.

ب) حوادث هسته‌ای

۱- بروز حادثه در نیروگاه هسته‌ای بوشهر.

۲- بروز حادثه در تاسیسات چرخه سوخت هسته‌ای کشور .

۳- بروز حادثه در جریان حمل سوخت نیروگاه یا مواد پرتوزا داخل کشور.

۴- بروز حادثه در نیروگاه هسته‌ای کشورهای همسایه از جمله ارمنستان و امارات.

۵- بروز حادثه در راکتور زیردریایی‌های هسته‌ای مستقر در خلیج فارس و دریای خزر.

ج) اقدامات تروریستی هسته‌ای

۱- آلوده کردن منابع غذایی و آب با استفاده از مواد پرتوزا.

۲- انتشار مواد پرتوزا در محیط به صورت دستی یا به صورت انفجار (بمب کثیف).

۴- اقدام خرابکارانه در تاسیسات هسته‌ای کشور.

❖ پیامد های حوادث هسته‌ای و پرتوی

در حوادث هسته‌ای و پرتوی با توجه به نوع حادثه که فرآیندی باشد یا غیر فرآیندی، نتایج و پیامدهای حاصله در چند بعد، خود را نشان می‌دهند. از مهمترین پیامدها می‌توان به پیامدهای انسانی، زیست محیطی، زیرساختی، اجتماعی، روانی و اقتصادی اشاره کرد، که در

❖ پیامدهای انسانی

- مرگ و جراحات گسترده بر اثر موج انفجار و سوختگی
- آسیب پرتوی و در دزهای بالا، بروز سندروم حاد پرتوی (ARS) (آلودگی داخلی). یعنی بدن در مدت کوتاه دز زیادی پرتو گرفته و بعد از چند ساعت تا چند روز، علائمی مثل تهوع، استفراغ، ضعف و بعدتر اختلالات شدیدتر ممکن است ظاهر شود.
- افزایش خطر ابتلا به برخی از سرطان ها در اثر پرتوگیری، از جمله سرطان خون و سرطان تیروئید در برخی از شرایط مواجهه.
- آسیب روانی و اجتماعی و از دست رفتن دسترسی به خدمات درمانی.

❖ پیامدهای اجتماعی و روانی

از آنجا که مواد پرتوزا با حواس پنجگاه قابل درک نمی‌باشد و از طرفی عدم شناخت و آگاهی از میزان مخاطرات واقعی در حوادث هسته‌ای باعث گردیده ترس و وحشت عمومی از اصلی‌ترین پیامدهای این حوادث باشد، حتی شایعه بروز حادثه هسته‌ای می‌تواند باعث نگرانی و اضطراب گردد، درحالی‌که با ارتقای آگاهی و رعایت دستورالعمل‌های ساده می‌توان از مخاطرات آن در امان ماند.

در برخی از حوادث هسته‌ای و پرتوی که نیاز به تخلیه و اسکان اضطراری مردم وجود دارد، ممکن است منجر به ایجاد تعارضات اجتماعی و بروز اختلال در فعالیت‌های عادی مردم شود. این مسئله جزئی از اثرات اجتماعی ناشی از وقوع حوادث در تأسیسات هسته‌ای است.

علاوه بر این، مردمی که در حادثه دچار اثرات پرتوگیری و یا آلودگی شده‌اند و یا خانواده و بستگان خود را در طی حادثه از دست داده‌اند، ممکن است به اختلالات روحی و یا اثرات روانی نظیر افسردگی مبتلا شوند.

❖ پیامد های زیرساختی سلاح هسته‌ای

- تخریب ساختمان‌ها، جاده‌ها و تأسیسات حیاتی.
- اختلال در شبکه برق، مخابرات، حمل و نقل و سامانه‌های کنترل.
- کاهش ظرفیت بیمارستان‌ها و مراکز امدادی برای رسیدگی به تعداد زیاد مصدومان.

❖ پیامد های زیست محیطی

در حوادث هسته‌ای و پرتوی بسته به سطح حادثه، محیط پیرامونی دچار آلودگی ناشی از انتشار مواد پرتوزا می‌شود. در این صورت آلودگی محیط زیست و منابع آبی از پیامدهای بلند مدت حادثه می‌باشد که نیاز به برنامه‌ریزی وسیع جهت رفع آلودگی دارد.

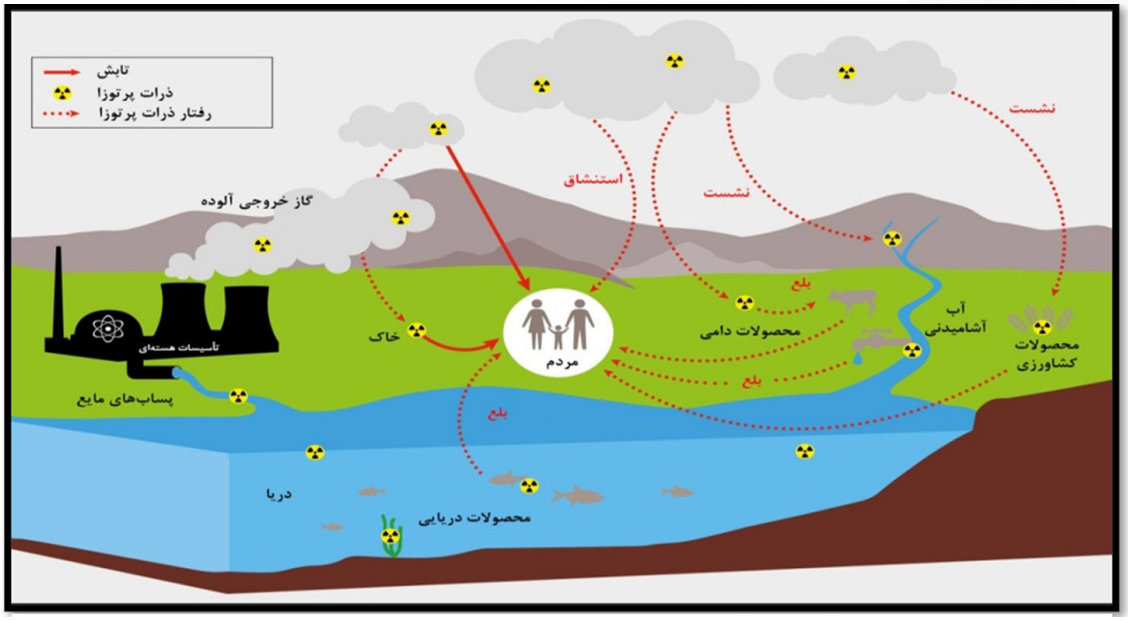
- آلودگی احتمالی خاک، آب و مواد غذایی با مواد رادیواکتیو.
- آسیب به پوشش گیاهی و زیست بوم‌ها در اثر انفجار، حرارت و آلودگی پرتوی.
- انتقال مواد رادیواکتیو به مناطق دیگر از طریق باد و بارش؛ گسته آن به شرایط انفجار و شرایط جوی بستگی دارد.

برای جبران خسارات ناشی از حوادث هسته‌ای، هزینه‌هایی از جمله پایش، رفع آلودگی محیط ، هزینه بازسازی تأسیسات و ساختمان‌های تخریب شده و ... وجود دارد. از طرفی به دلیل وجود آلودگی، اقتصاد محلی و منطقه دچار تغییرات و چالش‌های فراوانی خواهد شد و حتی پس از بازگشت به شرایط عادی، ذهنیت وجود آلودگی، بازگشت اقتصاد به حالت عادی را مشکل می‌نماید.

از طرفی بسته به شرایط، احتمال دارد محدودیت مصرف مواد غذایی در منطقه اعمال گردد که در این صورت هزینه دیگری نیز تحمیل می شود.



نمایی از نیروگاه حادثه دیده فوکوشیمای ژاپن



چرخه نشت و انتشار مواد پرتوزا در یک حادثه پرتوی

۷. پرتوگیری و آلودگی

پرتوگیری با آلودگی تفاوت دارد. در پرتوگیری فرد ممکن است در معرض تابش قرارگیرد، بدون اینکه آلوده شود. در واقع پرتو ساطع شده از منبع پرتو، با بدن برخورد کرده و به سلول‌ها آسیب می‌رساند، بدون اینکه فرد با مواد پرتوزا یا منبع تماس داشته باشد. در این حالت اثرات پرتو بر بدن گذاشته شده و این فرد مخاطره‌ای برای دیگران ندارد.

آلودگی هنگامی اتفاق می‌افتد که تماس مستقیم با ذرات یا گرد و غبار پرتوزا رخ دهد. این ذرات می‌توانند در روی سطوح اشیا، لباس یا پوست فرد نشست کرده و یا به وسیله استنشاق، بلع و یا زخم به داخل بدن راه یابند که به ترتیب آلودگی خارجی و داخلی نامیده می‌شوند. در این حالت فرد ضمن پرتوگیری بدن خود از این ذرات، می‌تواند باعث انتقال آنها در تماس یا ارتباط با افراد دیگر نیز شود.

۸. حفاظت در برابر پرتوگیری خارجی

پرتوگیری خارجی هنگامی اتفاق می‌افتد که بافت‌ها و سلول‌ها تحت تابش مواد پرتوزا یا منابع پرتو که در خارج از بدن هستند، قرار گیرند. در این حالت از سه عامل به شرح ذیل برای کاهش یا حفاظت در برابر پرتو استفاده می‌شود:

۱- عامل زمان

مدت زمانی که فرد نزدیک یك ماده پرتوزا یا در یك ناحیه آلوده می‌گذراند، باید محدود شود. در دریافتی ناشی از پرتوگیری خارجی متناسب با زمان حضور است. بنابراین هر چه کم تر در معرض پرتو قرار گیرد، دز کمتری دریافت می‌کند. اگر نیاز باشد که افراد برای انجام فعالیت‌های حیاتی (نجات جان انسان و یا فعالیت‌های امدادی) وارد یك منطقه با سطح آلودگی بالا شوند، می‌بایست زمانی را که در آنجا صرف می‌کنند به حداقل ممکن برسانند تا دز دریافتی آنها بیشتر از حدود مجاز پرتوگیری نشود.

۲- عامل فاصله

پرتوهای ساطع شده از منبع پرتوزا همواره با افزایش فاصله واگرا می‌شوند، به طوری که با افزایش فاصله از منبع پرتوزا، آهنگ دز متناسب با عکس مجذور فاصله کاهش می‌یابد. بنابراین هر چه قدر با فاصله بیشتری از منبع یا کانون آلودگی بتوان ماموریت محوله را انجام داد، میزان پرتوگیری فرد به طور چشمگیری کاهش می‌یابد.

۳- عامل حفاظ

در صورت امکان قرار گرفتن اشیاء، ساختمان یا عوارض زمین بین فرد با منبع پرتو، می‌تواند باعث کاهش قابل توجه پرتوگیری فرد شود. مواد موثر برای محافظت در برابر پرتوهای مختلف در بخش تعریف پرتوهای یونساز آورده شده است.

❖ حفاظت در برابر آلودگی داخلی

اگر مواد پرتوزا به صورت گرد و غبار در محیط وجود داشته باشد می‌تواند از طریق استنشاق، بلع و یا جذب از طریق زخم، وارد بدن شده و پرتوگیری داخلی اتفاق بیفتد. در این حالت تا زمانی‌که ماده پرتوزا در بدن وجود داشته باشد، این پرتوگیری ادامه خواهد داشت. لذا برای پیشگیری از پرتوگیری داخلی از طریق جلوگیری از ورود مواد پرتوزا (ذرات حاوی مواد رادیواکیو معلق در هوا مثل سزیم-۱۳۷) به بدن، از پوشش‌های حفاظتی ساده و ماسک‌های تنفسی برای جلوگیری از آلودگی پوست بدن و ورود مواد پرتوزا به داخل بدن استفاده می‌شود.

❖ حفاظت در برابر آلودگی خارجی

در صورت وجود گرد و غبار آلوده در محیط و ایجاد آلودگی خارجی بر سطوح لباس و بدن، لازم است جهت جلوگیری از پرتوگیری فرد ناشی از آلودگی خارجی و همچنین ممانعت از انتشار آلودگی به افراد یا سطوح دیگر، رفع آلودگی با انجام مراحل ذیل صورت پذیرد:

۱- خروج لباس هاي آلوده

۲- شستشوي بدن با آب و صابون (شامپوی ساده بدون نرم کننده)

با انجام این اقدامات حداقل ۹۵٪ میزان آلودگی بر طرف می‌گردد.

۹. اثرات بیولوژیکی پرتو

اثرات بیولوژیکی قرارگرفتن در معرض پرتو، به طور گسترده برای چندین دهه مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. این اثرات می‌توانند طیف وسیعی از اثرات خفیف، مانند قرمزی پوست، تا اثرات شدید مثل مرگ در کوتاه مدت یا سرطان در بلندمدت را دربرگیرند. میزان دز و اینکه تمام بدن یا عضو خاصی این میزان پرتو را جذب کند، از مهم‌ترین عوامل تعیین نوع اثر می‌باشند.

پرتوهای یونیزان بر عملکرد معمول سلول‌ها اثر می‌گذارند. سلول‌های خون‌ساز، سلول‌های پوشاننده دستگاه گوارش و سلول‌های جنین نسبت به سایر سلول‌ها آسیب‌پذیرتر هستند.

به طور کلی اثرات پرتوها شامل دو بخش اثرات قطعی و اثرات احتمالی می‌باشد.

❖ اثرات قطعی:

این اثرات وقتی بروز می‌کنند که دز دریافتی از یک حد آستانه بیشتر باشد. ویژگی‌های اثرات قطعی عبارتند از:

الف: قبل از آنکه یک اثر مشخص ظاهر شود، باید مقدار دز از یک آستانه معین تجاوز کند.

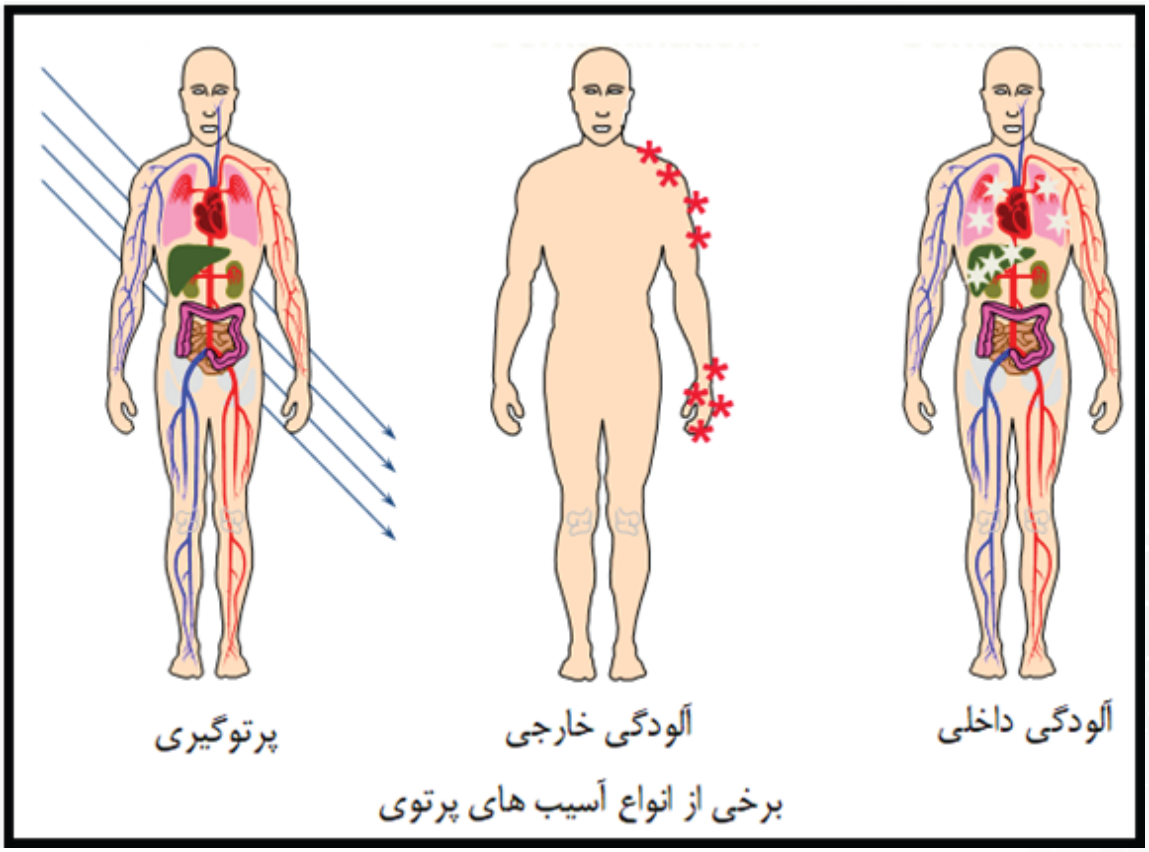
ب. هرچه مقدار دز بیشتر باشد اثر آن بیشتر و نمایان‌تر است.

چنانچه دز از مقدار آستانه کمتر باشد هیچ اثری ظاهر نمی‌شود، اما هنگامی که دز دریافتی از مقدار آستانه عبور نماید، اثرات آن رفته رفته ظاهر می‌شوند.

تهوع و استفراغ، کاهش سلول‌های خونی، قرمزی پوست، اسهال، خستگی، ضعف، سردرد، ریزش مو، آب مروارید، در پرتوگیری‌های بیش از حد اغما و مرگ، از اثرات قطعی پرتوها می‌باشند که هر کدام آستانه دز خاص خود را داراست.

❖ اثرات احتمالی:

اثراتی هستند که برای بروز آنها معمولا آستانه دز وجود ندارد، نظیر سرطان‌های مختلف و عوارض سوء بر روی نسل‌های آینده. این اثرات به صورت تصادفی پدیدار می‌گردند. سرطان‌های مختلف و تغییرات ژنتیکی، اصلی ترین اثرات احتمالی پرتوگیری می‌باشند. اگر شخصی پرتوگیری نکرده باشد، احتمال بروز سرطان در او صفر نیست ولی با افزایش پرتوگیری، احتمال بروز سرطان افزایش می‌یابد.



برخی از انواع آسیب های پرتوی

۱۰. وظایف مردم در حوادث هسته‌ای و پرتوی:

در هنگام حوادث هسته‌ای و پرتوی بسته به نوع و شدت حادثه و بر اساس ارزیابی‌های صورت گرفته توسط کارشناسان، سه حالت ممکن است رخ دهد و در هر کدام لازم است مردم اقداماتی انجام دهند، که در ادامه بیان می‌گردد.



نمایی از نیروگاه اتمی بوشهر

❖ پناه گیری:

یکی از موثرترین روش‌ها برای جلوگیری از پرتوگیری، پناه گیری می‌باشد. در گام نخست لازم است که افراد در کوتاه‌ترین زمان ممکن از فضای آزاد به فضای بسته پناه ببرند. گام دوم این است که تمامی منافذی که به بیرون ارتباط دارد، مسدود شوند و سیستم‌های تهویه‌ای که هوای آزاد بیرون را به داخل محوطه پناه گیری منتقل می کنند، خاموش گردند.

■ بهترین مکان برای پناه گیری در وسط ساختمان و یا در زیر زمین خانه‌ها و آپارتمان‌ها است. افرادی که از بیرون به داخل منزل یا محل پناه گیری وارد می‌شوند، لازم است برای رفع آلودگی خارجی، البسه را داخل کیسه قرار داده و استحمام نمایند.
در هنگام توصیه به پناه گیری حتما یک سری محدودیت‌های غذایی نیز ایجاد و اعمال خواهد شد. از جمله این موارد عدم امکان استفاده از مواد غذایی باز در فضای آزاد به دلیل احتمال آلوده بودن به مواد پرتوزا می‌باشد.



پناه‌دهی مردم اطراف نیروگاه اتمی (رزمایش پرتوی خلیج فارس - استان بوشهر ۹۹)

■ پس از اعلام خاتمه پناه گیری، شرایط زندگی به روال عادی باز می گردد، هر چند ممکن است تا مدتی محدودیت های غذایی ادامه یابد.

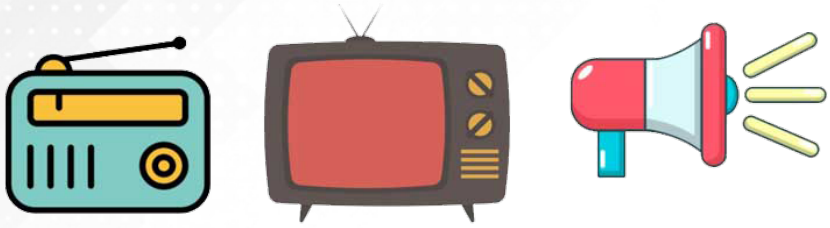


مکان‌های مناسب جهت پناه گیری

❖ تخلیه

اگر آلودگی به میزانی است که نیاز به ترک محل باشد، توسط مسئولین ذیربط اطلاع‌رسانی خواهد شد. در این حالت افراد ضمن حفظ خونسردی و با رعایت توصیه‌های نیروهای امدادی، بدون وسایل ضروری و با حداقل لوازم به سمت محل تجمع اعلام شده حرکت کرده و با استفاده از وسایل حمل و نقل عمومی از منطقه آلوده خارج می‌گردند. البته با اعلام مسئولین امکان تخلیه توسط خودروهای شخصی نیز وجود دارد، لیکن لازم است مسیر تخلیه از سوی مسئولین حادثه اعلام شده باشد تا احتمال مواجهه با مواد پرتوزا به کمترین میزان کاهش یابد. ضروری است هنگام خروج از منزل از ماسک‌های معمول برای جلوگیری از ورود ذرات معلق پرتوزا در هوا به سیستم تنفسی، استفاده گردد.

از آنجا که پرتوهای ساطع شده از مواد پرتوزا قابل لمس نیستند، دامنه شایعات زیاد خواهد بود لذا لازم است به منظور کسب اطلاعات دقیق و درست، منابع رسمی اطلاع‌رسانی مورد توجه قرار گیرند.



روش های اطلاع‌رسانی

■ در هنگام خروج از محدوده آلوده افراد، وسایل و خودروها توسط آلودگی‌سنج‌های دستی یا درگاهی مورد پایش قرار خواهند گرفت تا اطمینان حاصل گردد آلودگی سطحی به مواد پرتوزا وجود ندارد. در صورت آلودگی لازم است افراد در ایستگاه‌های رفع آلودگی با تعویض البسه و استحمام، رفع آلودگی شده و پس از پایش مجدد و اطمینان از عملیات رفع آلودگی از منطقه خارج شوند.



ایستگاه‌های رفع آلودگی





ایستگاه‌های رفع‌آلودگی از نفرات و خودروها (رزمایش پرتوی خلیج فارس - استان بوشهر ۹۸)

❖ قرص یدید پتاسیم یا اصطلاحاً قرص ید چیست؟

عبارت است از تجویز ید پایدار غیررادیواکتیو، با هدف اشباع تیروئید با ید پایدار و جلوگیری از جذب ید رادیواکتیو در شرایط اضطراری هسته‌ای (در هنگام بروز حادثه فرآیندی در نیروگاه‌های هسته‌ای یا حوادث غیر فرآیندی مانند استفاده از تسلیحات هسته‌ای) و پرتوی که معمولاً به شکل قرص یدید پتاسیم (KI) است. زیرا در این گونه از حوادث، عنصر ید ۱۳۱ پرتوزا در هوا منتشر می‌گردد، از طریق غده تیروئید انسان جذب شده و در دراز مدت باعث ایجاد سرطان تیروئید می‌گردد. لذا با مصرف قرص ید پایدار، تیروئید اشباع شده و اجازه جذب ید پرتوزا را نمی‌دهد. لازم به ذکر است زمان و میزان مصرف قرص یدید پتاسیم باید براساس اطلاع‌رسانی مسئولین حادثه انجام شود تا محافظت لازم رخ دهد. به این ترتیب، جذب ید رادیواکتیو در تیروئید کم می‌شود و دز داخلی تیروئید پایین می‌آید. این اقدام فقط برای حفاظت از تیروئید در برابر ید رادیواکتیو است، نه یک پادزهر پرتوی برای همهٔ انواع مواجهه با تابش‌ها. قرص یدید پتاسیم (KI) باید وقتی مقام‌های کشوری و یا مدیریت بحران دستور بدهند مصرف شود، چون اثر آن به زمان‌بندی دقیق وابسته است؛ بهترین زمان مصرف، کمتر از ۲۴ ساعت قبل از مواجهه تا ۲ ساعت پس از شروع مواجهه است و تا حدود ۸ ساعت پس از مواجهه هنوز می‌تواند تا حدی مفید باشد، اما بعد از ۲۴ ساعت دیگر حفاظتی نخواهد داشت. **نمک یددار معمولی و مواد غذایی حاوی ید جایگزین قرص یدید پتاسیم نمی‌باشند.**

❖ حوادث با پیامدهای کم

در حوادث با شدت یا آلودگی کم، نیاز به اقدام خاصی از طرف مردم نیست. زیرا مقادیر کم آلودگی مخاطره‌ای برای افراد نداشته و فقط لازم است ضمن عدم توجه به شایعات، با رعایت دستورالعمل‌های اعلامی از مراجع رسمی، مسئولین حادثه و نیروهای امدادی را تا رسیدن به شرایط عادی یاری نمایند.



قرص یدید پتاسیم

۱۱. ساختار مقابله با حوادث هسته‌ای در کشور

❖ قرارگاه پدافند پرتوی کشور

از آنجا که حوادث و تهدیدات هسته‌ای و پرتوی و در برخی اوقات شایعه مرتبط با آن، مستعد ایجاد وضعیت‌های بحرانی در کشور بوده، درنتیجه کنترل آن نیازمند بکارگیری هماهنگ قسمت اعظمی از منابع کشور و استان درگیر می‌باشد.

موفقیت در کنترل بحران‌های هسته‌ای و پرتوی، نیازمند کار تیمی کلیه دستگاه‌های لشکری و کشوری و بر اساس آمادگی‌های از قبل ایجاد شده می‌باشد. تفاوت بحران پرتوی با دیگر بحران‌ها در آن است که سایر بحران‌ها را می‌توان با برخی از حواس خود درک نمود. اما در حوادث پرتوی بدون وجود تجهیزات پایش و علم بر اعداد بیان کننده میزان خطر، نمی‌توان از آنها آگاهی پیدا نمود. بنابراین، لازم است شرایطی فراهم گردد تا خطرات حوادث احتمالی شناسایی شده و عموم مردم و تیم‌های پاسخ آگاه شوند. از این رو قرارگاه پدافند پرتوی پیرو ابلاغیه کمیته دائمی پدافند غیرعامل کشور به شماره ۱۲۷/۳۱۵/۱۶۶ مورخ ۱۳۹۰/۱۱/۱۹ تشکیل گردید و ماموریت آن سیاست‌گذاری، فرماندهی و مدیریت، راهبری و هدایت دستگاه‌های اجرایی لشکری و کشوری برای پیشگیری و مقابله با تهدیدات و حوادث پرتوی و پیامدهای ناشی از آن در چارچوب خرخه مصوب پدافند پرتوی کشور در سطوح مختلف، با استفاده از توانمندی‌های موجود و ارتقاء ظرفیت‌های تخصصی در محورهای فرهنگ سازی، آموزش، رزمایش و کسب آمادگی، حفاظت و ایمنی، رصد و پایش، آشکارسازی و هشداردهی، اطلاع‌رسانی، تشخیص و ارزیابی، کنترل و محدودسازی، امداد و نجات، درمان و بازیابی و بازتوانی، تثبیت و رفع آلودگی در محیط ملی، استانی و شهرستانی به صورت سلسله مراتبی اقدام می‌نماید. مرکز اقدام عمل کلی قرارگاه با قابلیت‌های تخصصی منحصر بفرد در سطح ملی، بازوی توانمند قرارگاه در حمایت از قرارگاه‌های استانی است.

هدف اصلی قرارگاه پدافند پرتوی، بالا بردن سطح هماهنگی و آمادگی دستگاه‌های مختلف در مواجهه با حوادث پرتوی و ارتقاء آستانه مقاومت ملی و مردمی، اجتماعی و روانی، به منظور حفاظت و صیانت از مردم در برابر تهدیدات پرتوی، همچنین ایجاد و حفظ آرامش و اعتماد عمومی است.

❖ ساختار قرارگاه پدافند پرتوی کشور

یکی از اولین اقدامات قرارگاه پدافند پرتوی، تشکیل قرارگاه‌های استانی (در تابعیت قرارگاه پدافند پرتوی کشور) در استان‌های با احتمال وقوع حوادث هسته‌ای می‌باشد.

قرارگاه‌های استانی با هدف استفاده حداکثری از منابع و ظرفیت‌های هر استان در مهار و کنترل بحران‌های پرتوی و فراهم نمودن زمینه مشارکت مردم در اجرای اقدامات خودامدادی و همکاری با گروه‌های پاسخ، در استان‌های تهران، بوشهر، اصفهان، قم، مرکزی، آذربایجان شرقی و غربی، گیلان و اردبیل تشکیل گردیده است.

استاندار هر استان فرمانده قرارگاه بوده و فرمانده سپاه، جانشین فرمانده قرارگاه پدافند پرتوی استان است. تمامی تصمیمات مقابله با حوادث پرتوی در استان، توسط قرارگاه پدافند پرتوی اتخاذ و به مرحله اجرا گذاشته می‌شود. کلیه دستگاه‌ها در زمان بحران‌های ناشی از حوادث پرتوی، در کنترل عملیاتی قرارگاه قرار خواهند گرفت.

به منظور هماهنگی در راستای مقابله با حوادث و تهدیدات هسته‌ای و پرتوی، طرح ملی آمادگی و پاسخ به تهدیدات هسته‌ای و پرتوی به تصویب رسیده است.

❖ کارگروه‌های پاسخ به تهدیدات و مخاطرات هسته‌ای و پرتوی

به منظور هماهنگی در مدیریت تهدیدات و مخاطرات پرتوی و هسته‌ای، دستگاه‌های اجرایی (اعم از دولتی، عمومی، غیردولتی و نظامی) کارگروه‌های ۱۵ گانه پاسخ به تهدیدات و مخاطرات پرتوی و هسته‌ای در قرارگاه‌های عملیاتی پدافند پرتوی شهرستانی، استانی و ملی به شرح زیر سازماندهی شده‌اند.

۱- کارگروه پایش، دزیمتری ، نمونه‌برداری و آنالیز نمونه
۲- کارگروه رفع آلودگی
۳- کارگروه امنیت چرخه موادغذایی، حفاظت و امحای حیوانات
۴- کارگروه نظم، امنیت و تحدید منطقه
۵- کارگروه اطلاعات و امنیت
۶- کارگروه بهداشت و درمان
۷- کارگروه اطفاء حریق، مدیریت اجساد و ضایعات و پسماندار‌ی
۸- کارگروه جستجو و نجات، اسکان اضطراری و مراقبت جمعی
۹- کارگروه تخلیه اضطراری
۱۰- کارگروه پشتیبانی، خدمات و تأسیسات زیربنایی
۱۱- کارگروه فرهنگی، آموزش، اطلاع‌رسانی، مدیریت افکار عمومی و آرام‌بخشی
۱۲- کارگروه پناه‌دهی و پناه‌گیری
۱۳- کارگروه ارتباطات و فناوری اطلاعات
۱۴- کارگروه حقوقی، بیمه و ارزیابی خسارت
۱۵- کارگروه دیپلماسی و ارتباطات بین‌الملل

اقدامات پدافند پرتوی



مدیریت یک بحران هسته‌ای نیازمند مدیریت یکپارچه، موثر و هماهنگ برای به حداقل رساندن آسیب‌های ناشی از پیامد حادثه، کاهش اثرات احتمالی و جلوگیری از بروز اثرات قطعی بر مردم، حفظ اموال و تجهیزات و حفاظت از محیط زیست و نسل‌های بعد می‌باشد. اهداف برنامه مقابله با شرایط اضطراری هسته‌ای و پرتوی به شرح زیر است:

- کاهش و محدود نمودن پیامدهای حادثه
- ارتقای خدمات سلامت به مردم شامل پیشگیری از آثار قطعی، مرگبار و کاهش آثار احتمالی و بلند مدت حادثه
- ارتقای سطح آموزش و اطلاع‌رسانی عمومی
- مردم یاری و صیانت از مردم
- کاهش پیامدهای روانی
- حفاظت از محیط زیست
- کاهش پیامدهای اقتصادی

برای این منظور لازم است اقدامات پدافند پرتوی انجام شود تا بتوان این اهداف را محقق نمود. در ادامه اقدامات پدافند پرتوی معرفی می‌گردند.

❖ رصد تهدیدات:

بررسی احتمال رخداد تهدیدات پرتوی در داخل و خارج از کشور.

❖ امنیت و کنترل تردد:

کنترل تردد، تامین امنیت و حفاظت از اموال و افراد در مناطق متأثر از حادثه، حمایت از اقدامات گروه های پاسخ و کنترل ورود و خروج مواد پرتوزا از مرزها.

❖ پیش‌بینی انتشار آلودگی:

پیش‌بینی نحوه انتشار مواد پرتوزا در هوا و ارزیابی پرتوگیری افراد و پیامدهای بهداشتی و محیطی آن.

❖ هشدار و اطلاع رسانی:

اعلام هشدارهای به موقع به سازمان‌ها وکارکنان مدیریت بحران، مسئولین و عموم مردم و همچنین پوشش کامل خبری حادثه و انتشار مطالب آموزشی.

❖ امداد و نجات:

جستجو و نجات سانحه دیدگان و مصدومین، انجام کمک‌های اولیه در مورد آسیب‌های پرتوی و غیر پرتوی و اطفای حریق آتش سوزی‌ها.

❖ رفع آلودگی:

ارزیابی آلودگی سطحی و رفع آلودگی مواد پرتوزا از سطوح، افراد، تجهیزات، خودروها، اماکن و معابر شهری، رفع آلودگی مواد پرتوزا از محیط(بیابان، جنگل، مرتع و...)، مزارع، باغات، دام و طیور و منابع غذایی.

❖ آشکار سازی و پایش:

اندازه‌گیری مداوم میزان پرتوزایی در محیط و تعیین نوع و غلظت هسته‌های پرتوزا در منابع آبی و غذایی و تحلیل نتایج جهت انجام اقدامات مداخله‌ای یا حفاظتی.

❖ تخلیه:

حفاظت مردم، دام، طیور و منابع غذایی در بحران‌های هسته‌ای از طریق تخلیه آن‌ها از مناطق خطرناک.

❖ اسکان و محدودسازی:

مراقبت از سانحه‌دیدگان از طریق تأمین سرپناه موقت، پذیرش تخلیه‌شدگان در مراکز مراقبت جمعی و یا تهیه و توزیع ملزومات اساسی زندگی.

❖ بهداشت و درمان:

پیشگیری از اثرات بحران‌های هسته‌ای بر سلامت مردم و کارکنان تیم‌های عملیاتی و همچنین انجام کمک‌های اولیه و اقدامات درمانی در مورد آسیب‌های پرتوی و غیر پرتوی.

❖ مدیریت ضایعات و اجساد:

آواربرداری، مدیریت ضایعات و زباله‌ها، جمع آوری و دفن اجساد و لاشه‌های حیوانات در بحران‌های پرتوی.

❖ حفاظت و پناه‌دهی:

حفاظت از مردم و تأمین و مدیریت پناهگاه‌های مورد نیاز در بحران‌های پرتوی.

❖ تأمین منابع عمومی:

تأمین ارتباط سریع، مستمر و مطمئن به منظور ایجاد هماهنگی با تمامی نهادهای عملیاتی مقابله با حادثه.
تأمین و مدیریت آب، برق و سوخت مورد نیاز.
تأمین و مدیریت مواد غذایی مورد نیاز انسان، دام، طیور و آبزیان و پیش‌گیری از آلودگی منابع.

❖ آموزش و رزمایش:

آموزش عموم مردم و مسئولان به منظور کسب مهارت‌های لازم و همچنین اجرای رزمایش‌های هسته‌ای جهت هماهنگی سازمان‌ها و کارکنان تیم‌های عملیاتی برای مقابله با بحران‌های پرتوی.

تفاوت پرتوگیری با آلودگی پرتوی

آلودگی خارجی

آلودگی خارجی زمانی رخ می‌دهد که مواد پرتوزا در تماس با پوست، مو یا لباس فرد قرار گیرند

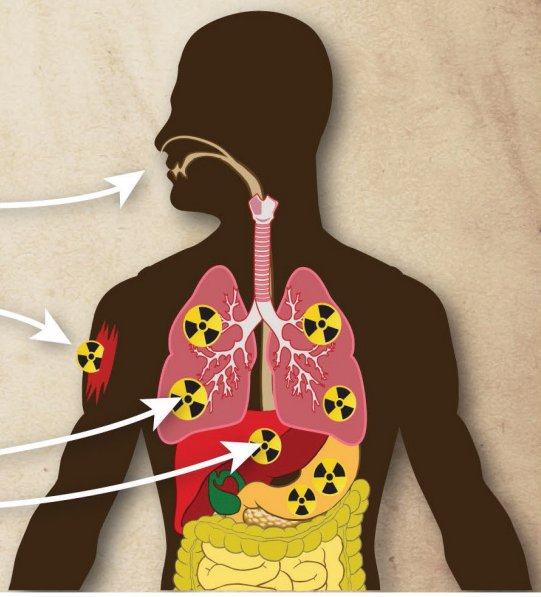


آلودگی داخلی

آلودگی داخلی زمانی رخ می دهد که مواد پتوزا بلعیده یا تفس میشوند

آلودگی داخلی همچنین میتواند بواسطه ورود مواد پرتوزا از طریق زخمها یا جراحات نیز رخ دهد

مواد پرتوزا بسته به نوع خود در بافت‌های متفاوتی تجمیع می‌شوند

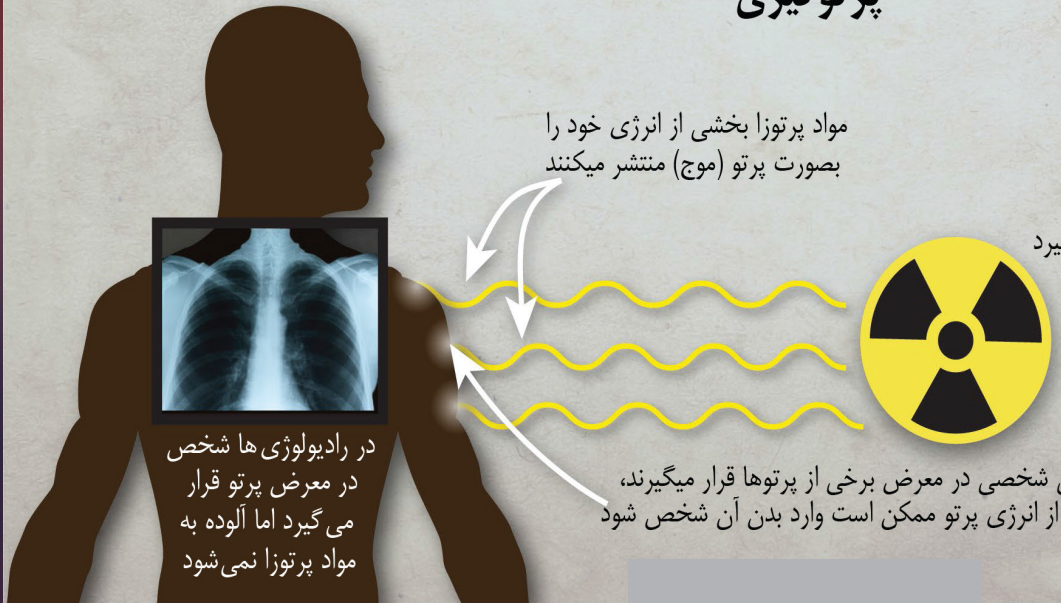


پرتوگیری

شخص زمانی آلوده به موادپرتوزا میشود که این مواد بر روی یا داخل بدن آن شخص قرار گرفته باشند

شخصی که در معرض پرتوگیری قرار گرفته، الزاما به مواد پرتوزا آلوده نمی شود. تهدید زمانی بوجود میآید که شخص در معرض تابش مقدار زیادی پرتو قرار بگیرد

مواد پرتوزا بخشی از انرژی خود را بصورت پرتو (موج) منتشر میکنند



در رادیولوژی ها شخص در معرض پرتو قرار می گیرد اما آلوده به مواد پرتوزا نمی‌شود

وقتی شخصی در معرض برخی از پرتوها قرار میگیرند، مقداری از انرژی پرتو ممکن است وارد بدن آن شخص شود

سازمان پدافند غیرعامل کشور
قرارگاه پدافند پرتوی کشور