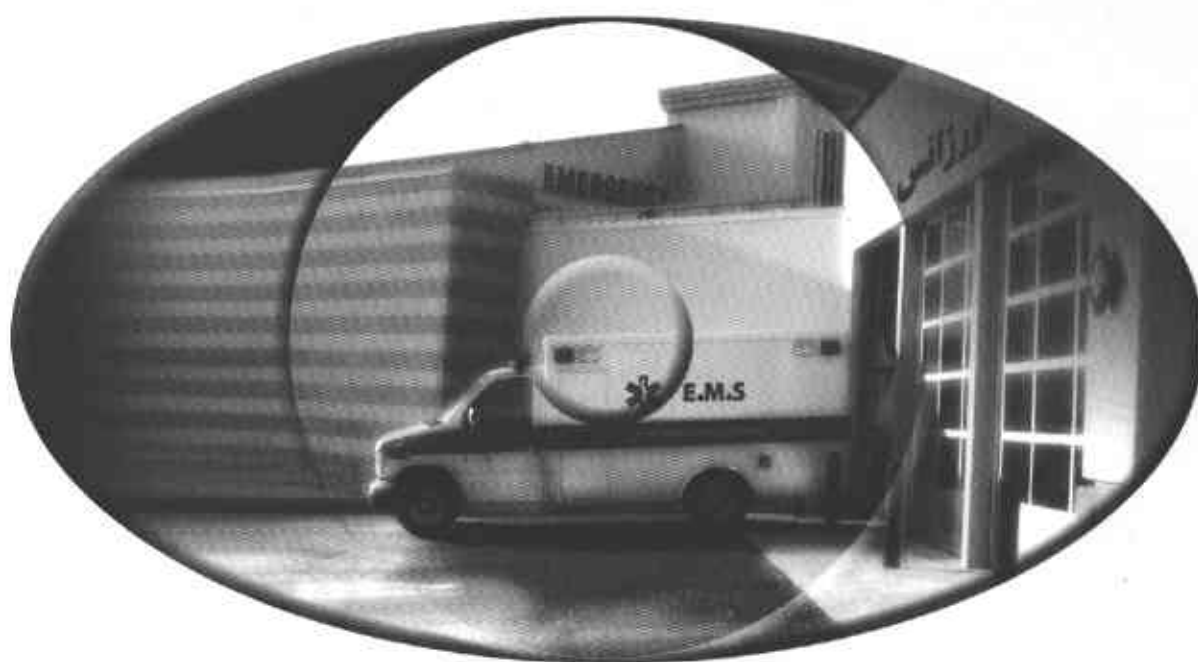




جمهوری اسلامی ایران
وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
کمیته پدافند غیرعامل

آمادگی و پاسخ مراکز درمانی

در حوادث پرتوی



تألیف: دکتر سید عباس حسینی
دکتر مرضیه فتنی

تقدیم به

پیشگاه والای

حضرت صاحب الامر (عج)

- مرا هزار امید است و هر هزار، "تو" یی -

آمادگی و پاسخ مراکز درمانی در حوادث پرتوی



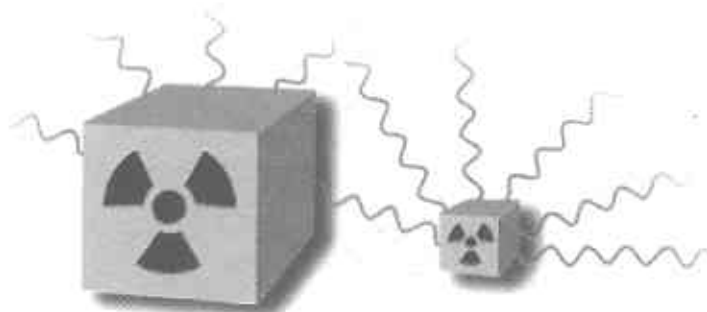
دکتر سید عباس حسنی

رئیس مرکز مدیریت حوادث و فوریت های پزشکی کشور
دبیر کارگروه بهداشت و درمان در حوادث و سوانح غیر مترقبه
دبیر کمیته پناهند غیر عامل وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

دکتر مرضیه فتحی

دستیار تخصصی طب اورژانس

سرنامه	: حسنی، عباس، ۱۳۴۹ -
عنوان و نام پدیدآور	: آمادگی و پاسخ مراکز درمانی در حوادث پرتوی / عباس حسنی، مرضیه فتحی.
مشخصات نشر	: تهران: میمنه، ۱۳۸۷.
مشخصات ظاهری	: ۱۸۶ ص. - مصور، چلچل.
شابک	: ۳۰۰۰ ریال : 978-964-6779-01-3
وضعیت فهرستویی	: فیا.
پادداشت	: واژه نامه.
موضوع	: تشعشع - آسیب ها - درمان.
موضوع	: قربانیان تشعشع -- مراقبت های پزشکی.
موضوع	: حوادث هسته ای.
موضوع	: بیمارستان ها - خدمات پرستاری.
شناسه افزوده	: فتحی، مرضیه، ۱۳۵۶ -
رده یدی کنگره	: ۱۳۸۷ Ta ۵۸۳/RC۹۳
رده بندی دیویی	: ۶۱۶/۹۸۹۷
تساره کتابتانی ملی	: ۱۲۶۲۷۹۰



نام کتاب: آمادگی و پاسخ مراکز درمانی در حوادث پرتوی

تألیف: دکتر سید عباس حسنی، دکتر مرضیه فتحی

تاریخ انتشار: ۱۳۸۷

نوبت چاپ: اول

تیراژ: ۴۰۰۰ جلد

لینوگرافی و چاپ: نگین ۶۶۴۱۹۰۰۳

شابک: ۳-۱-۰۱-۶۷۷۹-۹۶۴-۹۷۸

مقدمه وزیر محترم بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

پرتوها، علیرغم آسیب رسانی بالقوه خود، جایگاه خوبی در زندگی ما انسان ها پیدا کرده اند. به طوری که استفاده برنامه ریزی شده از آن ها در قالب کاربردهای تحقیقاتی، صنعتی و پزشکی، زمینه ساز پیشرفت های قابل توجهی در هر یک از این عرصه ها می باشد. با یک نگاه ساده به دهه هایی که از ورود ملموس تر پرتوها به زندگی انسان ها گذشته است، به راحتی می توان مشاهده کرد که تعداد افرادی که جان آن ها به کمک پرتوهای یونیزان (که نقش انکارناپذیری در تشخیص زودهنگام بیماری ها و درمان آن ها دارند) نجات پیدا کرده است بسیار بیشتر از تعداد افرادی است که در اثر سوءاستفاده از این پرتوها یا در اثر حوادث غیر عمدی پرتوی از بین رفته یا آسیبی دیده اند.

بدیهی است عدم کنترل دقیق کاربرد پرتوهای یونیزان و عدم توجه به ملاحظات ایمنی لازم در این زمینه، می تواند خطراتی را متوجه جامعه انسانی کند که از شدت و وسعت متنوعی برخوردار هستند؛ و مثل هر موقعیت مشابه دیگری، منطقی ترین برخورد با یک خطر بالقوه، احراز آمادگی های لازم برای مقابله با آن ها است. خوشبختانه، برخورد با آسیب های پرتوی از پروتکل های استاندارد بسیار ساده ای تبعیت می کند که اجرای آن ها توسط تمامی بخش های اورژانس بیمارستانی، به عنوان اولین خط برخورد با بیماران در شرایط مختلف، بسیار سهل و کارآمد است.

در همین راستا، و با توجه به احساس نیاز به مستندات منجمی که جنبه های مختلف آمادگی و پاسخ مراکز درمانی را در اورژانس های پرتوی در برداشته و در کنار بیان قابل فهمی از اساس فیزیکی رویدادها و آسیب های مرتبط با پرتوهای یونیزان، دستورالعمل های مورد نیاز برای بررسی و مراقبت از بیماران را نیز به شکلی کاربردی، شامل شوند؛ مولفین صفحات پیش رو، اقدام به بررسی متون و مقالات و مطالعه دستورالعمل های استاندارد بین المللی موجود در این زمینه نموده و بسیار تلاش نموده اند، مطالب را به صورتی روان و کاربردی به نگارش در آورند تا آن شاء... خوانندگان محترم این صفحات نیز، مانند مؤلفین، به این نتیجه که کلیه مراکز درمانی کشور، توانایی پاسخ دهی موثر و کارآمد به یک حادثه پرتوی را دارند نائل شوند.

از خداوند متعال، مسئلت داریم به همه بندگان خود توفیق خدمت مخلصانه در زمان حیات ولی عصرش - ارواحنا له الفدا - را عطا فرماید، ان شاء الله...

دکتر لکمرانی

وزیر بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

تیرماه ۱۳۸۷

مقدمه سرپرست محترم مرکز نظام ایمنی هسته ای کشور- سازمان انرژی اتمی

از آنجا که، توسعه فن آوری و به کارگیری پرتوها، برای پیشرفت جوامع بشری، محرز و مسلم می باشد. لذا، توجه به سلامت و بهداشت افراد جامعه در برابر اثرات زیان بار پرتوها نیز، از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است. آگاهی جامعه پزشکی از کاربرد پرتوها و اثرات بیولوژیک آن، می تواند در کاهش عواقب پرتوی، نقش اصلی را ایفا نماید. مطالعه حوادث پرتوی دهه های اخیر در سطح بین المللی، مؤید چنین موضوعی می باشد.

گرچه، توجه به موارد ایمنی، در طراحی و به کارگیری مواد پرتوزا و تجهیزات پرتوساز، احتمال وقوع حوادث را تا ۱۰^{-۵} کاهش داده است؛ معذالک، وقوع حادثه را همیشه باید مد نظر قرار داد.

حوادث، می توانند یک یا چند نفر و در مواردی، افراد بیشتری را در معرض پرتوگیری قرار دهند. گاهی، در صحبت از حوادث، سرزمین های فراتر از مرزهای کشور ما مد نظر قرار می گیرند که حادثه نیروگاه اتمی چرنوبیل، معروف ترین، در این زمینه است.

جوامع بین المللی، تمهیداتی را در این جهت اندیشیده اند و معاهدات بین المللی در این ارتباط وجود دارد که ضمن الزام کشورها به توجه به ایمنی هسته ای، کمک های فنی را در اختیار کشورها قرار داده و در شرایط مواجهه با حوادث هسته ای، بلافاصله، مساعدت های لازم از طریق آژانس بین المللی انرژی اتمی و کشورهای دیگر در اختیار گذارده می شود. لیکن، لازم است به تناسب توسعه کشور در زمینه های هسته ای، ساختار مناسب و آمادگی های لازم نیز در کشور ایجاد شود. این آمادگی، نقطه قوت و توان کشور را در استفاده از تکنولوژی هسته ای نشان می دهد.

تلاش عزیزان وزارت محترم بهداشت، درمان و آموزش پزشکی در این جهت، جای قدردانی دارد. گرچه، مطالعه اجمالی مکتوب حاضر، نشان از لزوم تکمیل و بهینه سازی آن دارد، لیکن به یمن شروع در این امر خطیر، اقدام بسیار شایسته ای است. نظر به این که برنامه ملی هسته ای و پرتوی کشور در دست تهیه است؛ این کتاب، در کنار روش های اجرایی دیگر برنامه های آمادگی بخش پزشکی کشور، قابل استفاده در برنامه ملی خواهد بود.

همکاران نظام ایمنی هسته ای کشور وظیفه خود می دانند که در بهترین سطح، همکاری مدام خود را در پیشبرد این مهم، با ارگان های اجرایی کشور به خصوص وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی ادامه دهند.

من ا.، التوفیق و علیه التکلیل

مهندس ناصر راست خواه

مرکز نظام ایمنی هسته ای کشور

فهرست مطالب

مقدمه

مقدمه وزیر محترم بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
مقدمه سرپرست محترم مرکز نظام ایمنی هسته ای کشور-سازمان انرژی اتمی
سخنی با خوانندگان

تاریخچه

بخش اول

- ۱۴..... آشنایی با تاریخ اتم و کشف مواد رادیواکتیو
- ۱۷..... آشنایی با چگونگی جلب شدن توجه جوامع انسانی به حفاظت پرتوی
- ۳۰..... آشنایی با راه های حفاظت در برابر پرتوها
- ۳۷..... آشنایی با حوادث پرتوی مهم جهان
- ۳۰..... آشنایی با تاریخچه آژانس بین المللی انرژی اتمی
- ۳۳..... سازمان انرژی اتمی ایران

فیزیک پرتوی

بخش دوم

- ۳۸..... آشنایی با ساختمان اتم، امواج الکترومغناطیس، پرتوهای یونیزان و غیر یونیزان
- ۴۱..... آشنایی با ویژگی های اصلی پرتوهای مختلف
- ۴۵..... آشنایی با واحدهای اندازه گیری پرتو
- ۴۷..... آشنایی با ابزارهای اندازه گیری پرتو

جهانی مملو از پرتوها

بخش سوم

- ۶۴..... آشنایی با پرتوهای موجود در محیط
- ۷۲..... آشنایی با انواع حوادث پرتوی
- ۷۲..... آشنایی با سطوح مختلف خطرات و تهدیدهای حوادث پرتوی
- ۷۲..... آشنایی با اثرات بیولوژیک پرتوها

انواع حوادث پرتوی

بخش چهارم

- ۸۰..... آشنایی با انواع مختلف حوادث پرتوی
- ۸۶..... آشنایی با سطوح مختلف خطرات و تهدیدها ناشی از حوادث پرتوی

بخش پنجم اصول، اجزا و ملاحظات در آمادگی و پاسخ بیمارستانی

- ۹۴..... آشنایی با اصول پاسخ بیمارستانی در حوادث پرتوی
۹۷..... آشنایی با اجزای پاسخ بیمارستانی در حوادث پرتوی

بخش ششم آمادگی بیمارستانی

- ۱-۶..... آشنایی با نیازمندی های فضای فیزیکی برای پاسخ دهی در حوادث پرتوی
۱۰۸..... آشنایی با تجهیزات مورد نیاز برای پاسخ دهی در حوادث پرتوی
۱۰۹..... آشنایی با نیازمندی های بیمارستانی در زمینه نیروی انسانی برای پاسخ دهی در حوادث پرتوی

بخش هفتم پاسخ بیمارستانی

- ۱۱۴..... آشنایی با اقدامات مورد نیاز در پاسخ بیمارستانی به حوادث پرتوی

بخش هشتم رویکرد به بیماران دچار آسیب های پرتوی

- ۱۲۲..... آشنایی با نحوه برخورد با بیماران غیر آلوده به مواد رادیواکتیو
۱۲۳..... آشنایی با نحوه برخورد با بیماران آلوده به مواد رادیواکتیو

ضمیمه ها

۱. تریاژ بیمارستانی بیماران در ۲۴ ساعت اول بعد از بروز حادثه

- الف: غیر ترومایی ۱۲۳
ب: ترومایی ۱۳۴
۲. روش پوشیدن و در آوردن لباس های محافظ ۱۵۱
۳. روش آلودگی زدایی از بیماران آلوده به ماده رادیواکتیو ۱۶۵
۳. آماده سازی فضای فیزیکی، تجهیزات و ملزومات مورد نیاز، فرم های ثبت اطلاعات ۱۷۴

سخنی با خوانندگان

تلاش برای تهیه و تکمیل دستورالعمل های بیمارستانی مورد نیاز برای آمادگی و پاسخ مراکز درمانی، در حوادث پرتوی، انگیزه اولیه مؤلفین، برای آغاز راهی بود که در پایان، به انتشار کتاب حاضر انجامید.

فقدان کتاب ها و راهنماهای ساده و در عین حال کاربردی، در زمینه آمادگی های پایه ای که لازم است قبل از بروز حوادث پرتوی، در مراکز درمانی ایجاد شوند؛ و اصولی که پاسخ هر مرکز درمانی، در زمان بروز حوادث پرتوی، باید مبتنی بر آن ها باشد؛ مؤلفین را بر آن داشت تا با مطالعه و بررسی تعاریف و مفاهیم اساسی مرتبط با پرتوها، ویژگی ها و اثرات فیزیکی و بیولوژیک آنها، نحوه حفاظت در برابر آسیب های پرتوی و دستورالعمل های موجود در این زمینه؛ ضمن اشاره مختصر به نکات و حوادث تاریخی مهم (در فصول آغازین کتاب)، بیش و روش تناسی مناسبی را، در رویکرد به آمادگی و پاسخ مراکز درمانی در حوادث پرتوی، در اختیار خوانندگان عزیز قرار دهند در همین راستا، و برای تأمین اهداف عملی و عملیاتی، جداول، نمودارها، فرم ها و دستورالعمل هایی که در فصول مختلف و در بخش ضمیمه، ارائه شده اند؛ که امید است راه گشا و مفید واقع شوند.

برای شروع کار، منابعی که به زبان فارسی در دسترس بودند مورد مطالعه قرار گرفته اند تا از دوباره کاری ها و انتشار مطالب تکراری جلوگیری شود. سپس مراجعی که به زبان انگلیسی در اختیار بودند، بر اساس درجه اهمیت و اعتبار، مورد بررسی قرار گرفتند. از جمله این مراجع معتبر، کتابی است که نتیجه فعالیت مشترک "آژانس بین المللی انرژی اتمی" و "سازمان بهداشت جهانی" بوده و سطوح مختلف آمادگی و پاسخ در حوادث پرتوی را در قالب توصیه ها و دستورات کلی (که باید منطقه ای و محلی شوند) ارائه می دهد.

در تمام قسمت هایی از کتاب که امار، اطلاعات یا جملاتی، به صورت مستقیم، از کتاب یا مقاله ای نقل گردیده اند؛ برای حفظ اصانت، از علامت گیومه و معرفی منبع مورد استفاده در پاورقی همان صفحه استفاده شده است. در قسمت هایی که نقل قول مستقیم در کار نبوده، ولی مطالب، نقل به مضمون شده اند، علامت گیومه استفاده نشده ولی آدرس مرجع/مراجع مورد استفاده، در پاورقی همان صفحه، قید شده اند. سایر قسمت های کتاب، قسمت هایی هستند که مؤلفین، پس از بررسی منابعی که در پایان فصل مورد اشاره قرار گرفته اند، آن ها را، به روشی متفاوت، و تا جای ممکن، ساده و کاربردی، بیان کرده اند. برخی از مطالب، مانند تشریح انواع پرتوهای یونیزان و ویژگی های آن ها، سندرم رادیاسیون حاد و علائم و نشانه های مرتبط با آن و روش الودگی زدایی از افراد آلوده به مواد رادیواکتیو، در بیش از یک مرجع، موجود هستند. بنابراین فهرستی مختصر از مراجعی که خواننده محترم می تواند به آن ها مراجعه نماید، در پایان هر فصل آورده شده است.

بدیهی است، آمادگی و پاسخ، در سطح پیش بیمارستانی نیز از اولویت های مطرح در زمینه مدیریت حوادث پرتوی است که امید است به یاری خداوند متعال، در آینده نزدیک، به آن پرداخته شود.

مؤلفین، در پایان، بر خود لازم می دانند، ضمن تقدیر و تشکر فراوان از حمایت و همفکری های عالمانه جناب آقای دکتر محسن عباسی، رهنمودهای ارزشمند جناب آقای دکتر سعید ستایشی و همکاری ها و زحمات اعضای محترم دبیرخانه کارگروه بهداشت و درمان در حوادث و سوانح غیر مرفه (جناب آقای دکتر غلامرضا معصومی، جناب آقای دکتر محمد افضلی مقدم، سرکار خانم دکتر متیانه حدادی، خانم مریم سیاه تیر و خانم بهتاز ابوالتمس)؛ از خداوند متعال، سلامت و سعادت این عزیزان را خواستار باشند.

از آنجا که هیچ اثری، اعم از تألیف یا ترجمه، خالی از اشکال نیست؛ پدیدآورندگان اثر حاضر، با کمال میل و اشتیاق، پذیرای انتقادهای و پیشنهادهای خوانندگان ارجمند خواهند بود.

باشد که مفید و موثر واقع شود - ان شاء الله -

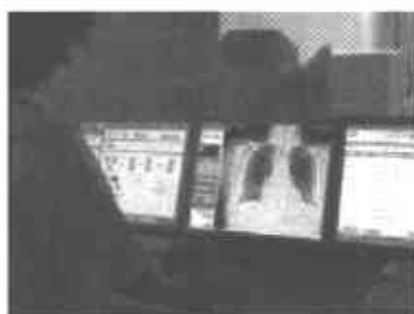
سید عباس حسینی

مرضیه فتحی

بخش اول

تاریخچه

در ساندل زندگی آینده هیچ گاه با گذشته برابر نیست



امروز: استفاده از پرتوها در پزشکی و صنایع مختلف



دیروز: انفجارهای هسته ای در هیروشیما و ناگازاکی

اهداف فصل

- آشنایی با تاریخ اتم و کشف مواد رادیواکتیو
- آشنایی با چگونگی جلب تمدن توجه جوامع انسانی به حفاظت پرتوی
- آشنایی با راه های حفاظت در برابر پرتوها
- آشنایی با حوادث پرتوی مهم جهان
- آشنایی با تاریخچه آژانس بین المللی انرژی اتمی و سازمان انرژی اتمی ایران

۱-۱ تاریخ اتم و کشف مواد رادیواکتیو

از زمان های بسیار دور فیلسوفان و دانشمندان مختلفی تمایل به بررسی اساس فیزیکی جهان پیدا کرده و ساختمان ماده را مورد پژوهش و بررسی قرار داده اند. شاید بتوان گفت یونانیان قدیم اولین کسانی بودند که فهمیدند جهان از ذرات بسیار ریزی ساخته شده است. آن ها اسم این ذرات بسیار ریز را "اتم" به معنای "تجزیه ناپذیر" قرار دادند. اما قرن ها بعد با کشف ذرات سازنده اتم روشن شد که این نامگذاری اشتباه بوده است. در طی قرن های گذشته اطلاعات ما درباره اتم و اجزای آن بسیار گسترش یافت تا جایی که دانشمندی به نام "دیمیتری مندلیف"^۱ جدول گردش دوره ای عناصر را ارائه داده و عملاً ویژگی های اصلی عناصر کشف نشده را نیز پیش گویی نمود. اما باید اعتراف کرد که بخش عمده این پیشرفت ها در قرن ها و بهتر است گفته شود دهه های اخیر به دست آمده است.

شاید بتوان گفت اولین نامی که در تاریخچه اطلاعات ما درباره فیزیک اتمی و مواد رادیواکتیو یا پرتوهای یونیزان و امثال آن در تاریخ ثبت شده، نام "ویلیام رونتگن"^۲ است که در اواخر قرن هجدهم، اصول ایجاد اشعه ایکس و پرتوهای یونیزان را کشف کرده و ایده استفاده از این پرتوها در علم پزشکی را مطرح نمود. بعد از رونتگن سه دانشمند بزرگ دیگر قدم های اولیه در مسیر کشف و استفاده از پرتوهای یونیزان و انرژی هسته ای را برداشتند. این سه دانشمند عبارت بودند از:

۱. ماری کوری^۳

۲. پیر کوری^۴

۳. هنری بکرل^۵

هنری بکرل، دانشمندی فرانسوی و اولین کسی بود که یک عنصر رادیواکتیو را کشف کرده و آن را "اورانیوم"^۶ نامید. بکرل در سال ۱۸۹۶، خبر کشف اورانیوم را در آکادمی علوم فرانسه اعلام نمود. ماری کوری و همسرش پیر کوری، به انجام آزمایش های متعدد و بررسی های دقیق تر روی اورانیوم پرداختند؛ تا این که ماری کوری توانست در جریان این پژوهش ها، "رادیوم"^۷ و "پولونیوم"^۸ را که دو عنصر رادیواکتیو دیگر بودند، کشف نماید. در سال ۱۹۰۳، جایزه نوبل فیزیک به دلیل همین اکتشافات، به طور مشترک به این دو دانشمند داده شد.



هنری بکرل ۱۸۵۲-۱۹۰۸

ماری کوری ۱۸۶۷-۱۹۳۵

دو دانشمند بزرگ فیزیک اتمی و کاشفان اولیه مواد رادیواکتیو

- ^۱ Mendeleev
- ^۲ William Roentgen
- ^۳ Marie Curie
- ^۴ Pierre Curie
- ^۵ Henry Becquerel
- ^۶ Uranium
- ^۷ Radium
- ^۸ Polonium

بعد از کشف عناصر رادیواکتیو توسط کوری و بکرل، دانشمندان دیگری شروع به آزمایشات دیگر برای کشف ویژگی‌های مختلف این عناصر نمودند. یکی از این دانشمندان، "رادر فورده"^۱ بود. رادر فورده توانست پرتوهای یوتیزان آلفا و بتا را که از عناصر رادیواکتیو ساطع می‌شوند، شناسایی نموده و آن‌ها را معرفی کند. وی برای اولین بار توضیح داد که ذرات آلفا در واقع هسته‌های اتم‌های هلیوم هستند در حالی که ذرات بتا از الکترون ساخته شده‌اند. به دلیل همین کشف جایزه نوبل فیزیک در سال ۱۹۰۸ به او داده شد.

در سال ۱۹۱۱ و بعد از مرگ شوهرش، ماری کوری یک بار دیگر جایزه نوبل را دریافت کرد. این بار جایزه نوبل در رشته شیمی و به خاطر تحقیقاتی که روی عنصر رادیوم انجام داده بود، به وی اعطا گردید. ماری کوری در سال ۱۹۳۴ و به دلیل مشکلات جسمی ناشی از مواجهه بیش از حد^۲ با مواد رادیواکتیو-که اثرات بیولوژیک آن‌ها در آن زمان هنوز ناشناخته بود- درگذشت. بدون شک این دانشمند بزرگ و تأثیرگذار بخشی از بهایی است که جامعه انسانی برای دست یابی به انرژی اتمی پرداخته است.

(عکس سمت راست ماری کوری و همسرش پیر کوری را در آزمایشگاه خانگی خودشان نشان می‌دهد این تصویر در صفحه اول یکی از روزنامه‌های قدیمی فرانسه به چاپ رسیده است)



در اوایل قرن بیستم مطالعه روی پرتوها به شدت افزایش یافت. به طوری که در سال ۱۹۳۹ و در جریان جنگ‌های جهانی دوم، شیمی دان‌های آلمانی برای اولین بار گزارشی از بمباران هسته اتم اورانیوم و تبدیل آن به چت اتم کوچکتر ارائه دادند. به این ترتیب انرژی هسته‌ای ناشی از "شکافت هسته"^۳ در این زمان کشف گردید. دو هفته بعد یک دانشمند مجارستانی اعلام کرد که هسته اتم اورانیوم می‌تواند به صورت خودبه خودی نیز شکسته شده و منجر به رهایی انرژی شود و در همین زمان دانشمندان دیگری نیز اقدام به تکرار موفقیت آمیز آزمایشات فوق نمودند. از آنجا که در جریان جنگ جهانی دوم، به خاطر ناامنی‌های اجتماعی ناشی از جنگ، دانشمندان بسیاری کشورهای خود را در اروپا و آسیا ترک کرده و به ایالات متحده رفته بودند، دولت نازی‌ها برای پیش برد اهداف خود در این زمینه مجبور به نامه نگاری محرمانه با برخی از این دانشمندان برای درخواست کمک گردید. یکی از این دانشمندان "آلبرت اینشتین"^۴ بود. اینشتین به این درخواست کمک، پاسخ منفی و از سوی دیگر "روزولت"^۵، رئیس جمهور وقت آمریکا را نیز را در جریان فعالیت‌های ارتش آلمان قرار داد. اطلاع دولت ایالات متحده از این فعالیت‌ها منجر به صدور دستوری

^۱ Rutherford

^۲ Over exposure

^۳ Fission

^۴ Albert Einstein

^۵ Roosevelt

توسط روزولت، برای راه اندازی پروژه ای موسوم به "پروژه منهاتن"^{۱۴} گردید که محل آزمایشگاه های آن در Los Alamos و رهبر آن دانشمندی به نام "رابرت اِپنهايم"^{۱۵} بود. به این ترتیب امریکایی ها نیز مطالعه روی سلاح های هسته ای را به طور رسمی آغاز نمودند.

در همین سال ها "پلوتونیوم" به عنوان یک ماده رادیواکتیو دیگر کشف گردید. اولین کسی که توانست با استفاده از پلوتونیوم و واکنش های هسته ای، مقدار زیادی انرژی هسته ای را آزاد نماید، دانشمندی ایتالیایی به نام "فرمی"^{۱۶} بود. وقتی او آزمایش خود را با موفقیت انجام داد همکاریش در تماس تلفنی با رئیس وقت دانشگاه هاروارد گفت: "کشتیران ایتالیایی به سواحل دریای جدید رسید"^{۱۷}. این خبر می توانست یک خبر علمی شادی بخش باشد چرا که این امکان برای بشر فراهم گردید که با صرف مقدار نسبتاً کمی انرژی، مقدار بسیار قابل توجهی انرژی تولید کند، اما متأسفانه اولین چیزی که مردم دریای قدیم از این دریای جدید تازه کشف شده دیدند، انفجارهایی مهیب و مرگبار در دو شهر دارای پایگاه های نظامی هیروشیما^{۱۸} و ناگازاکی^{۱۹} زاین بود:

انفجار اول در تاریخ ششم اگوست ۱۹۴۵ در شهر هیروشیما رخ داد که ۱۴۰ هزار نفر را تا پایان همان سال و ۲۰۰ هزار نفر را تا ۵ سال بعد از آن از بین برد. در این بمب از اورانیوم استفاده شده بود و طراحان آن به اندازه ای به عملکرد صحیح آن اطمینان داشتند که قبل از کاربرد، آن را امتحان نکردند.

۱. از آنجا که دولت ژاپن به مقاومت خود در برابر ارتش امریکا ادامه داد، ارتش امریکا سه روز بعد، یعنی در تاریخ نهم اگوست ۱۹۴۵، یک بمب اتمی دیگر را برای خاتمه دادن به نبردهای جاری جهان امتحان نمود. محل انفجار بعدی شهر دارای پایگاه های نظامی ناگازاکی بود. در این انفجار ۷۰ هزار نفر از بین رفتند و تمام شهر با خاک یکسان شد. به طوری که شهر ناگازاکی، "شهر مردگان"^{۲۰} نام گرفت. به جز ۷۰ هزار نفری که در اثر انفجار جان باختند، ۷۰ هزار نفر دیگر هم تا ۵ سال بعد از انفجار اولیه در اثر عوارض ناشی از پرتوهای یوتیزان، از بین رفتند. در ساختار این بمب از پلوتونیوم استفاده شده بود.^{۲۱}

بنابراین می توان نتیجه گرفت:

اکتشافات جدید و پیشرفت های به دست آمده در زمینه پرتوها به راحتی به دست نیامدند بلکه برعکس جامعه انسانی بهای سنگینی برای به دست آوردن آن ها پرداخته است. آری، به طور حتم، ما نه در دهه های اخیر بلکه در طول زمان قربانیان زیاد و بهای سنگینی پرداخته ایم تا ویژگی ها و کاربردهای مختلف انرژی هسته ای و پرتوهای یونیزان را شناسایی کرده و آن ها را به کار بستیم. از جمله این قربانیان می توان به دستیار توماس ادیسون اشاره کرد. وی به خاطر تومووری از دنیا رفت که در اثر تابش بیش از حد اشعه ایکس ایجاد شده بود. دسته ای دیگر از این قربانیان زنان جوانی بودند که در اثر عوارض بالینی ناشی از جذب مواد رادیواکتیو در گذشتند.

^{۱۴} Manhattan Project

^{۱۵} Robert Oppenheimer

^{۱۶} Jim Fermi

^{۱۷} Fischer, David, History of the International Atomic Energy Agency : the first forty years, Vienna : The Agency, ۱۹۹۷

^{۱۸} Hiroshima

^{۱۹} Nagasaki

^{۲۰} City of dead

^{۲۱} Fischer, David, History of the International Atomic Energy Agency : the first forty years, Vienna : The Agency, ۱۹۹۷.

در جریان جنگ جهانی اول از رنگ های دارای رادیوم (مخلوط رادیوم و فسفر) برای شب‌نگ کردن هواپیماهای جنگی استفاده می‌شد و بعد از جنگ نیز استفاده از این رنگ ها در عقربه ساعت ها ادامه یافت در حالی که اثرات بیولوژیک آن اطلاعاتی در دست نبود و به این ترتیب تعداد زیادی از افراد دچار آلودگی هایی در سطوح مختلف شدند، زنان جوانی که برای رنگ کردن عقربه ها استخدام می‌شدند در فاصله نوزدهم عقربه ها، قلم مو را با دندان های خود نگه می‌داشتند غافل از این که در حال بلع مواد رادیواکتیو می‌باشند، عکس زیر یکی از سائین های کاری را که از این زنان استفاده می‌کردند نشان می‌دهد. در عرض ۲ سال، ۹ نفر از زنان این کارگاه در اثر آنمی شدید همراه با ضایعات تخریبی دهان و استخوان های فک از بین رفتند. تا این که دانشمندی که ضایعات دندانی یکی از این زنان را درمان می‌کرد به ارتباط بین رادیوم موجود در رنگ و عوارض بالینی آن در این زنان پی برد.



۲-۱ جلب توجه جوامع انسانی به حفاظت پرتوی

در سال ۱۹۱۵ انجمن انگلیسی رونتگن اولین اقدام در جهت حفاظت پرتوی^{۱۳} را به عمل آورد. این انجمن در تلاشی گسترده اقدام به کشف راهبردهایی در جهت کاهش مواجهه بیش از حد مردم با اشعه ایکس نمود. سپس در سال ۱۹۹۲، برخی از انجمن های آمریکایی نیز این قوانین انگلیسی را مورد مطالعه و استفاده قرار دادند. کم کم آگاهی از عوارض پرتوها و راه های حفاظت در برابر آن ها افزایش پیدا کرد. این افزایش در آگاهی ها و اطلاعات موجود منجر به گسترش آموزش ها و پژوهش های مرتبط گردیدند. طی دهه های ۱۹۲۰ و ۱۹۳۰ راهنماهایی تدوین شدند که در هر یک از آن ها به نحوی به راهکارهای حفاظت پرتوی پرداخته شده بود. اما تا سال ۱۹۴۰ تمامی این تلاش ها، غیر دولتی و به صورت پراکنده صورت می گرفتند. تا این که جنگ جهانی دوم و استفاده از بمب اتم و ساخته شدن راکتورهای اتمی دولت های مختلف را مجبور کردند که مسئله مواجهه انسان ها با پرتوها را جدی بگیرند.

در سال ۱۹۷۰ برای اولین بار در کشور آمریکا "انژنس حفاظت از محیط"^{۱۴} ایجاد شد که بخشی از آن مسئولیت حفاظت از مردم و طبیعت در برابر پرتوها را عهده دار گردید. این سازمان در ایالات متحده راهنماها و دستورالعمل هایی را طراحی کرده است که تمامی گروه های فعال در زمینه پرتوها باید بر اساس آن ها عمل کنند.

^{۱۳} Radiation protection

^{۱۴} Environmental Protection Agency (EPA)

در سال ۱۹۹۶ آژانس بین المللی انرژی اتمی استانداردهای ایمنی پایه در برابر منابع رادیواکتیو را منتشر ساخت که در آن ضروریاتی که باید در تمام فعالیت های مرتبط با مواد رادیواکتیو رعایت شوند مورد توجه قرار گرفته اند. این استانداردها نیازمندی های جهانی را در نظر گرفته اند و راهنمایی برای مسئولین سلامت کشورهای مختلف می شوند. در همین سال، آژانس بین المللی انرژی اتمی الگویی را برای ایجاد زیرساخت های حفاظت پرتوی ارائه داد که در آن به کشورهای مختلف پیشنهاد می شد سازمان ها و نهادهایی را در قالب زیرساخت های پیشنهادی ایجاد نمایند که تا به طور متمرکزتری روی دامنه های مختلف مرتبط با حفاظت پرتوی فعالیت نمایند. این زیر ساخت ها در جدول زیر ارائه شده اند.

وظایف اصلی	زیر ساخت مورد نظر	
- تنظیم قوانین حفاظت پرتوی - فراهم آوردن یک ضمانت اجرایی برای قوانین مصوب		مرجع قانونگذاری و زیر ساخت مقرراتی
- تأمین ایمنی هر کسی که به طور مستقیم با مواد رادیواکتیو در تماس است با دوزیمتری مستمر و ثبت دوزهای دریافتی - افزایش کیفیت ابزارآلات مورد استفاده و ایمنی عمومی محیط		کنترل مواجهه های شغلی
- طراحی مداخله های تشخیصی که با حداقل پرتوهای به بیمار نتیجه مطلوب را تأمین نمایند - طراحی و ارتقای روش های رادیوتراپی - کنترل مستمر کیفیت ابزارآلات مورد استفاده		کنترل مواجهه های طبی
- تأمین و اجرای برنامه هایی برای ذخیره سازی و نگهداری مواد رادیواکتیو - تأمین و ارجاع برنامه هایی برای برخورد مناسب و ایمن با زباله های اتمی - بررسی مواد غذایی - طراحی و ساخت ابزارهایی برای اندازه گیری میزان پرتوهای موجود در محیط (هوا، آب و...)		کنترل مواجهه های محیطی و عمومی
- هدف این زیر ساخت این است که در صورت بروز یک حادثه پرتوی دامنه اثرات و عوارض آن را محدود نماید. تحقق این هدف با تهیه و اجرای برنامه های ملی امکانپذیر خواهد بود - آموزش سطوح مختلف کارکنان درگیر در پاسخ دهی - تأمین منابع انسانی و مالی کافی		آمادگی و پاسخ فوری

جدول زمانی پیشرفت های علمی به دست آمده در زمینه مواد رادیواکتیو و انرژی اتمی^{۳۱}

تاریخ	توضیح
۱۸۹۵	روننگن "اشعه ایکس" را کشف کرد
۱۸۹۷	بکرل و ماری کوری "خاصیت رادیواکتیوی" را کشف کردند
۱۸۹۵ تا ۱۸۹۹	رادر فورده "پرتوهای آلفا و بتا" را کشف کرد.
۱۸۹۸	ماری و پیر کوری "پولونیوم" و "رادیوم" را استخراج نمودند.
۱۹۰۵	اینشتین "رابطه جرم با انرژی" را بر اساس قرمول معروف خود یعنی $E = mc^2$ به دست آورد
۱۹۰۸	رادر فورده به خاطر کشف این که ذرات آلفا در اصل هسته اتم هلیوم هستند و ذرات بتا از الکترون تشکیل شده اند، جایزه نوبل گرفت.
۱۹۳۹	همچونشی (فوزیون) هسته ای، برای اولین بار در یک مقاله تئوریک توسط آنکسسون و هاترمین بررسی شد.
۱۹۳۹	اینشتین نامه ای به رئیس جمهور روزولت نوشته و او را در جریان فعالیت های هسته ای نازی ها قرار می دهد.
۱۹۴۲	آغاز پروژه مانهاتن به دستور روزولت، در همین سال واکنش زنجیره هسته ای در دانشگاه اکسفورد شناخته شده و بلافاصله تأسیسات تحقیقاتی نیروگاهی هسته ای در قالب پروژه مانهاتن ساخته می شوند.
۱۹۴۵	اولین بمب اتمی توسط ایالات متحده تست شد. در همین سال بمب باران های اتمی هیروشیما-ناگازاکی انجام شد
۱۹۴۶	قانون انرژی اتمی در امریکا، تشکیل کمیته انرژی اتمی در این کشور را الزامی کرد.
۱۹۵۰	ترومن، رئیس جمهور وقت، دستور ساخته شدن بمب های هیدروژنی توسط کمیته انرژی اتمی را صادر کرد.
۱۹۵۱	برای اولین بار با استفاده از واکنش های هسته ای، در یک راکتور آزمایشی، برق تولید شد
۱۹۵۷	تأسیس آژانس بین المللی انرژی اتمی
۱۹۵۹	در ایالات متحده، دو راکتور صنعتی وجود داشت.
۱۹۶۰	فرانسه اولین آزمایش خود را روی بمب اتمی انجام داد
۱۹۶۴	چین اولین آزمایش خود را روی بمب اتمی انجام داد.
۱۹۶۹	گفتگوهای اولیه در زمینه عقد معاهده محدودسازی راهبردی جنگ افزارهای اتمی ۲۵ در هلنکی آغاز شد.
۱۹۷۰	آژانس حفاظت از محیط در امریکا تأسیس شد
۱۹۷۳	دستگاه سی تی اسکن ساخته شد.
۱۹۷۵	اشعه لیزر که با جدا سازی ایزوتوپ های اورانیوم ساخته می شود، شناخته شد.
۱۹۸۲	"گفتگوهای راهبردی برای کاهش جنگ افزار" موسوم به "START" در ژنو آغاز شدند.
۱۹۸۶	حادثه چرنوبیل به عنوان بدترین حادثه پرتوی جهان رخ داد.
۱۹۸۹	۱۱۱ راکتور صنعتی در ایالات متحده وجود داشته.
۱۹۹۱	ایالات متحده و شوروی سابق توافق کردند در طی ۷ سال آینده تلاش های خود برای دست یابی به سلاح های اتمی را ۳۰٪ کاهش دهند.
۱۹۹۵	۱۷۸ کشور دوباره معاهده منع گسترش سلاح های هسته ای را تجدید کردند.
۱۹۹۶	آژانس بین المللی انرژی اتمی استانداردهای ایمنی یابیه در برابر منابع رادیواکتیو را منتشر ساخت.
۱۹۹۸	فرانسه، هند و پاکستان آزمایشاتی روی سلاح های هسته ای خود انجام می دهند.

^{۳۱} <http://library.thinkquest.org/۱۷۹۰۰/texts/timeline/treaties.html>^{۳۲} Strategic Arms Limitation Treaty (SALT)^{۳۳} Strategic Arms Reduction Talks (START)

۱-۲-۲ کاربردهای انرژی اتمی

جنگ جهانی دوم و استفاده از بمب اتم و اثرات مرگبار آن به عنوان اولین تصویر ارائه شده از انرژی هسته ای نتوانست جلوی حرکتی را که برای دست یابی به مزایای چشمگیر این انرژی وجود داشت بگیرد. انرژی هسته ای همچنان مورد توجه دانشمندان بود و کاربردهای بیشتری در زمینه های مختلف پیدا کرد که برخی از آن ها در جدول زیر مورد اشاره قرار گرفته اند.

برخی از کاربردهای انرژی هسته ای			
	تولید نیرو ^{۲۷} در نیروگاه ها		کاربردهای پزشکی تشخیصی
	دفاع ملی ^{۲۸}		استفاده های تحقیقاتی ^{۲۹}
	استفاده در کشاورزی و...		استفاده های صنعتی ^{۳۰}

با گسترش کاربردهای انرژی هسته ای و مواد رادیواکتیو، چشمه های مواد رادیواکتیو به جز نیروگاه ها و آزمایشگاه های تحقیقاتی در نقاط دیگری مانند بیمارستان ها و موسسات تشخیصی و درمانی پزشکی نیز یافت شدند. به همین نسبت خطرات ناشی از این مواد نیز افزایش پیدا کردند.

۱-۳ راه های حفاظت در برابر پرتوها

در آزمایشگاه ها، موسسات، نیروگاه ها و هر جای دیگر از یک علامت رسمی بین المللی به شکل "نمبر"^{۳۱}، که دارای سه پره است و در شکل زیر نمایش داده شده است، برای نشان دادن "خطر آسیب پرتوی یا تماس با ماده رادیواکتیو" استفاده می شود.



^{۲۷} Power
^{۲۸} Research
^{۲۹} National defense
^{۳۰} Industrial
^{۳۱} Trefoil

هر ظرف یا ابزار یا مکانی که این علامت را داشته باشد، برای فرد یا محیط پیرامون خود خطر آلودگی یا مواجهه با مواد رادیواکتیو و پرتوهای ناشی از آن ها را به همراه دارد. برخی از ابزارهای حاوی مواد رادیواکتیو مانند سوزن هایی که در درمان تومورها مورد استفاده قرار می گیرند به اندازه ای کوچک هستند که نمی توان روی آن ها علامت قوق را چسباند، بنابراین این علامت روی ظرف حاوی این ابزارها ثبت می شود. به جز استفاده از این علامت بین المللی، روش های دیگری هم برای حفاظت در پرتو ها شکل گرفته است که از جمله آن ها می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- استفاده از آشکارسازهای اشعه^{۲۲}: این دستگاه ها در کشورهای زیادی مورد استفاده قرار گرفته و در ورودی های ساختمان ها و محوطه های مهم آن ها را تعبیه نموده اند. کارخانه های ذوب فلزات نیز از این ابزارها برای کشف مواد رادیواکتیو احتمالی استفاده می کنند.



برای آشکار شدن اهمیت نقش این آشکارساز ها به مورد زیر که توسط آژانس بین المللی انرژی اتمی گزارش شده است توجه کنید:

در ماه نوامبر سال ۲۰۰۰، موقع عبور کارگری که در یک نیروگاه هسته ای در کشور فرانسه کار می کرد از روبری دستگاه آشکارساز اشعه، زنگ های هشدار آن به صدا درآمد تیم مخصوص سنجش آلودگی و آلودگی زدایی کارخانه بلافاصله در محل حاضر شده و کارگر قوقی را مورد پرتو سنجی قرار دادند نتیجه به دست آمده بسیار جالب بود: "کارگر، به هیچ ماده رادیواکتیوی آلوده نبود اما در ساعت او از مولد رادیواکتیو استفاده شده بود" بررسی های بعدی نشان داد که پیچ های ریزی که در ساختار ساعت استفاده شده بودند آلوده به کبالت-۶۰ بودند این چا بود که نگرانی تیم آلودگی زدایی نیروگاه فرانسوی تبدیل به یک نگرانی جهانی تر در زمینه استفاده از وسایل فلزی آلوده به مواد رادیواکتیو گردید. ساعت های فوق از کشور هنگ کنگ وارد شده بودند و بررسی های بعدی نشان داد فلزی که برای تولید این پیچ های ریز مورد استفاده قرار بود از چین وارد شده بوده است. ادامه یی گیری ها در کشور چین نشان داد که کارخانه تولید کننده این پیچ های ریز از خرده فلزات یا زباله های فلزی استفاده می کرده است که کلاه های مخصوص رادیوتراپی در درمان تومورهای مغزی نیز بخشی از آن ها بوده اند^{۲۳}

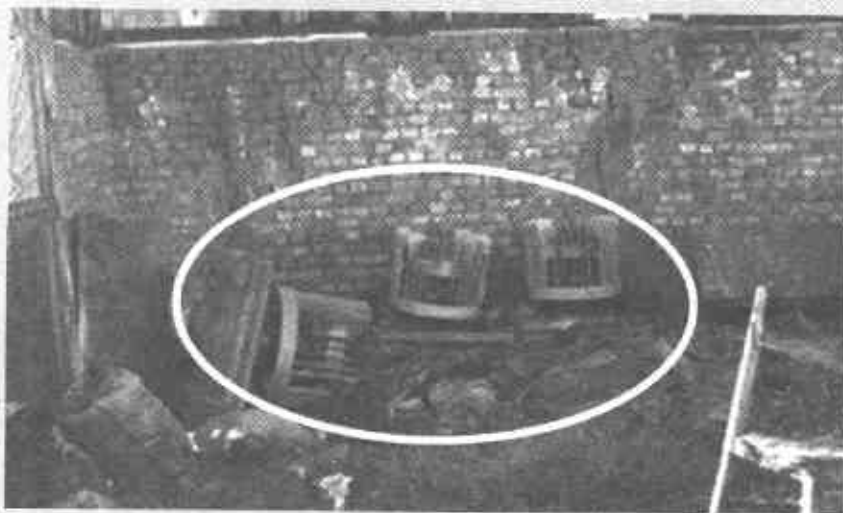
^{۲۲} Radiation detectors

^{۲۳} C.M. Kenzie, A.D. Kuepfer, Transport and Waste Safety, IAEA Division of Public Information, IAEA Division of Radiation

- برخورد صحیح با چشمه های رادیواکتیو گم شده، رها شده یا دزدیده شده: مواد رادیواکتیوی که در رادیولوژی ها، در صنعت و کشاورزی مورد استفاده قرار می گیرند داخل جعبه های مخصوص مهر و موم شده ای، نگهداری می شوند که در شکل زیر نشان داده شده اند و تا زمانی که در این ظرف های مخصوص باشند ما می توانیم از مزایا و منفعت های آن ها بهره مند شویم. اما اگر این چشمه های رادیواکتیو رها یا گم شوند، دزدیده شوند یا اشتباهی در مکان نامناسب قرار بگیرند، به جای منابع مفید و کمک کننده به بشر تبدیل به منابعی بسیار خطرناک و آسیب رسان به او خواهند شد.



برای نشان دادن شیوع نسبتاً قابل توجه و دامنه وسعت و عمق شدتی که آسیب های ناشی از چشمه های رادیواکتیو گم شده، رها شده یا دزدیده شده می توانند ایجاد نمایند تصویری در عکس زیر ارائه و توسط آژانس بین المللی انرژی اتمی چاپ شده است که در آن سه ژنراتوری که با استفاده از مواد رادیواکتیو تولید گرما می کرده اند در خرابه های یک ساختمان قدیمی رها شده اند.



یکی از راه های جلوگیری از بروز چنین حوادث خطرناکی آموزش کافی کسانی است که قرار است متولی چنین منابعی باشند. آن ها باید قبل از دریافت مجوز استفاده از این مواد در مراکز خود، دوره های آموزشی لازم را سپری کرده باشند، برای روشن شدن بیشتر اهمیت موضوع می توانی موارد گزارش شده زیر را مطالعه نمایید:

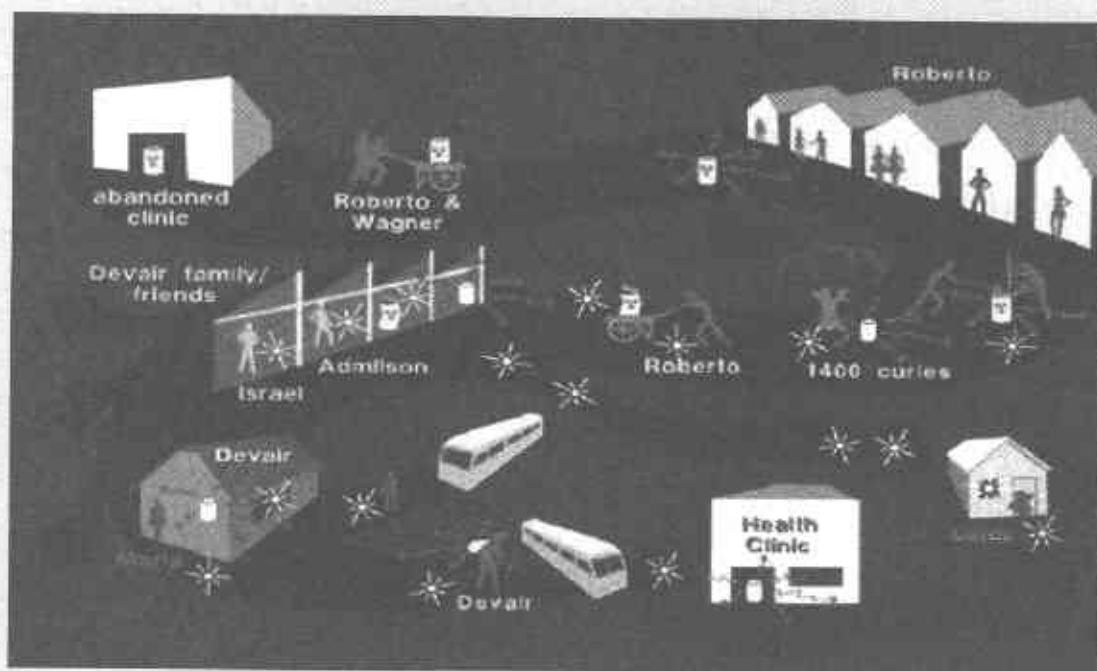
در سال ۲۰۰۰، در کشور تایلند یک منبع کبالت که قبلاً برای رادیوتراپی استفاده می شد و در حال حاضر در انبار یک مرکز رادیوتراپی رها شده بود همراه با فلزات اسقاطی دیگر به فروش رسید. این منبع همراه با سایر فلزات خریداری شده به کارگاهی انتقال داده شد و در آن جا با استفاده از ابزارهای مختلف باز شد. بعد از باز شدن منبع مهر و موم شده تعدادی از کارکنان کارگاه دچار تهوع و استفراغ شدند. آن ها کسانی بودند که در معرض تابش پرتوها قرار داشتند. عده ای دیگر از کارکنان که با مواد رادیواکتیو تماس پیدا کرده بودند نیز دچار سوختگی در محل تماس گردیدند. در اثر این حادثه، ۳ نفر مریدند. ۱۸۷۰ نفر دیگر که تا شعاع ۱۰۰ متری منبع فعالیت یا زندگی می کردند در معرض پرتوهای یونیزان قرار گرفتند که بسیاری از آن ها علائم خطر شده و نیاز به مداخلات پزشکی پیدا کرده و ۲۵۸ نفر از آن ها در حال حاضر نیز تحت پی گیری های دقیق پزشکی قرار دارند.

در سال ۱۹۹۳، در آنکارای ترکیه ۳ منبع رادیواکتیو کبالت-۶۰ که برای یک مرکز رادیوتراپی خریداری شده بودند دیگر مورد استفاده قرار نمی گرفتند و با اجازه مقامات دولتی مسئول در این زمینه در املاک فرعی مرکز رادیوتراپی مربوط نگهداری می شدند تا به ایالات متحده فرستاده شوند. بعد از مدتی به دلایل نا مشخص دو تا از این سه منبع رادیواکتیو به املاک متعلق به این مرکز در استانبول منتقل شدند. در سال ۱۹۹۸، این املاک فروخته شدند. مالکان جدید این دو صندوق سنگین فلزی به عنوان بخشی از آهن آلات اسقاطی ساختمانی که تازه خریداری کرده بودند به دو برادر که فلزات اسقاطی می خریدند فروختند. دو برادر، دو صندوق فلزی را به منزل برده و به کمک خانواده خود سعی در باز کردن آن ها نمودند. شکل زیر سوراخ های ایجاد شده توسط آن ها در این منابع را نشان می دهد.



کم کم و در عرض یک هفته، تمام اعضای خانواده و کسان دیگری که به خانه آن ها رفت و آمد داشتند دچار تهوع و استفراغ شدند. پزشکان بیمارستان نتوانستند علائم و نشانه های ۱۸ نفری را که با تهوع استفراغ به بیمارستان مراجعه کرده بودند را به گاستروانتریت نسبت دهند چون ۱۰ نفر علائم سندرم رادیاسیون حاد شدید را نشان می دادند. ۵ نفر از آن ها به مدت ۴۵ روز بستری شدند.

سال ۱۹۸۷ کشور برزیل، شهر Goiania شهری است با ۱/۳ میلیون نفر جمعیت. منابع رادیواکتیو حاوی ۱۳۰۰ کوری سزیم-۱۳۷ که در یک مرکز رادیوتراپی قدیمی به حال خود رها شده بوده اند توسط دو نفر پیدا شده، شکسته شده و در سطح شهر پراکنده می شوند.



محتوطه ای به وسعت ۳۰۰۰۰۰ متر مربع آلوده شده، ۱۳۰ هزار نفر یعنی ۱۰٪ جمعیت به مراکز اورژانس یا پایگاه های موقت پزشکی دایر شده در شهر مراجعه نمودند. ۲۳۹ نفر یعنی ۰/۳ درصد جمعیت شهر با سزیم-۱۳۷ تماس پیدا کرده و با آن آلوده شده بودند. ۱۳۹ نفر دچار آلودگی داخلی با آن شدند. ۲۰ نفر از مردم نیاز به درمان پیدا کردند. ۴ نفر جان باختند. ۱۱۳ هزار نفر در استادیوم المپیک این شهر مورد پرتوسنجی قرار گرفتند.



حوادثی مشابه این که در آن افراد به صورت ناخواسته به مواد رادیواکتیو آلوده شده و این آلودگی را منتشر کرده اند، در سال های ۱۹۹۷ در جورجیا، ۱۹۹۹ در پرو، ۱۹۸۹ در السالوادور، ۱۹۹۰ در اسرائیل، ۱۹۹۱ در بلاروس رخ داده است ولی اهمیت آن ها از نظر شدت و وسعت کمتر از مثال های ذکر شده می باشد. تجربه حوادث گذشته نشان می دهند که با اقدامات عمومی اولیه و اقدامات پزشکی فوری می توان تا حد زیادی از شدت صدمات وارده به قربانیان و گسترش آن در سطح جامعه و ابعاد مختلف آسیب زایی حوادث پرتوی کاست. بنابراین داشتن یک طرح ملی، منطقه ای و محلی برای برخورد صحیح و مناسب با حوادث پرتوی از الزامات بهداشتی-درمانی هر کشور در حوزه سلامت عمومی آن است.

• ارائه آموزش های لازم به گروه های پرخطر: یکی دیگر از راه های حفاظت پرتوی این است که به گروه هایی از مردم که در معرض خطرات بیشتری از نظر مواجهه و برخورد با مواد رادیواکتیو قرار دارند آموزش های لازم داده شود. در موارد خاصی دیده شده است که مواجهه با دوز بالای اشعه در جریان اقدامات پزشکی (در اثر اشتباه در تنظیم دستگاه ها، خرابی دستگاه ها یا اشتباه در محاسبه دوز مورد نیاز) منجر به بروز آسیب پرتوی در افراد گردیده است (کاستاریکا در ۱۹۹۶، پاناما در ۲۰۰۰، هلند در ۲۰۰۱). بنابراین باید در مورد این نوع عوارض هشدارهای لازم به پزشکان و تکنسین هایی که در این نوع از مراکز فعالیت می کنند داده شود. گروه دیگری از افراد پرخطر کارگرانی هستند که سر و کار آن ها با فلزات اسقاطی است یا کارگرانی که در کارخانه های ذوب فلزات کار می کنند یا کسانی که مسئول پاک سازی ساختمان های مخروبه و غیره هستند.

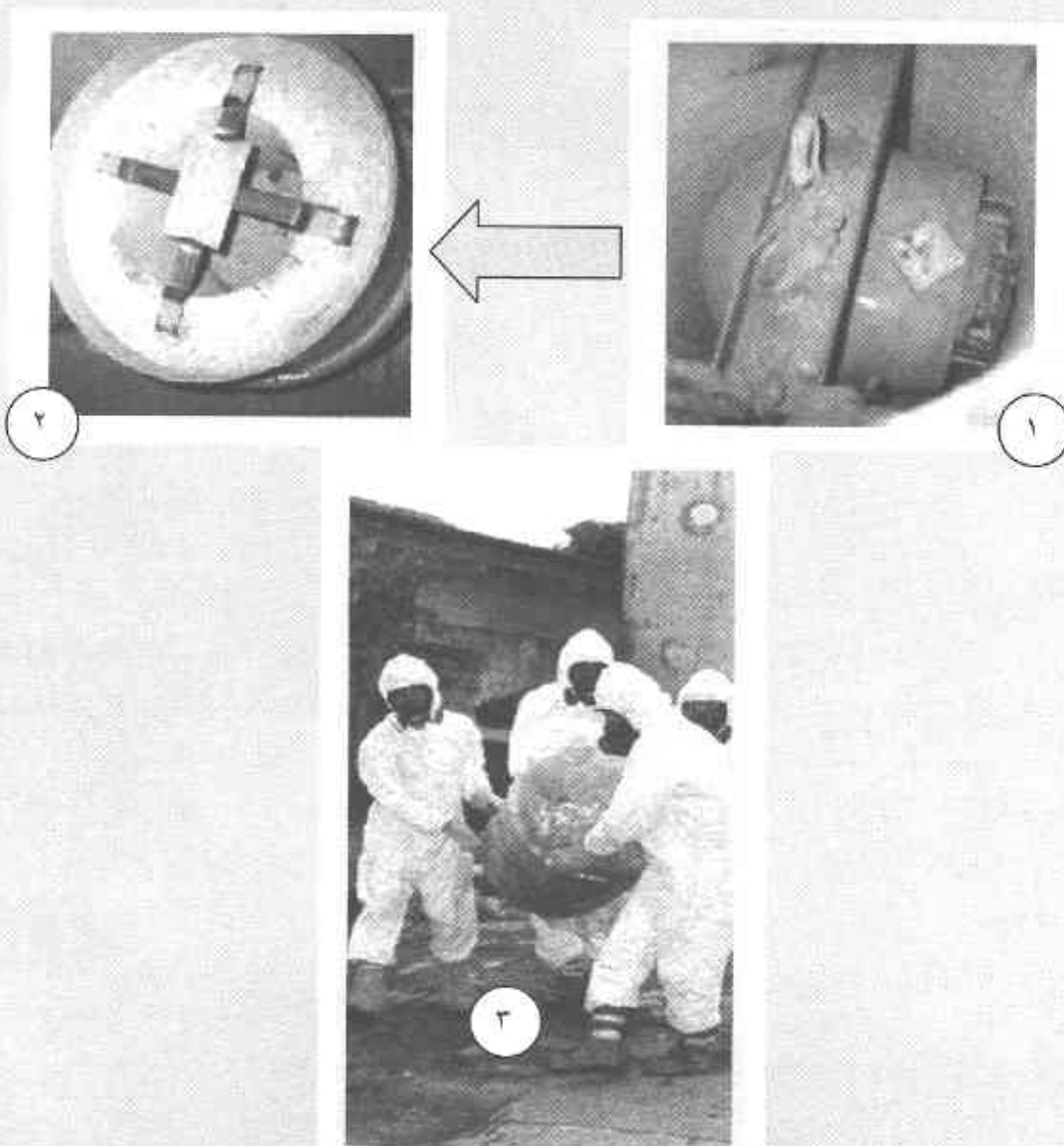
آموزش های لازم در زمینه خطرات احتمالی ناشی از چشمه های رها شده مواد رادیواکتیو برای این افراد الزامی است. آن ها باید با علائم هشدار دهنده مواد رادیواکتیو آشنا باشند و بدانند که در صورت شک به پیدا کردن چنین منابعی باید هر چه زودتر مراتب را به مراجع قانونی اطلاع داده و به نکات ایمنی زیر توجه کنند:

۱. از توقف طولانی در مجاورت منبع رادیواکتیو اجتناب نمایند. هر چه مدت زمان مواجهه با پرتوهای یونیزانی که ممکن است در اثر آسیب دیدگی محفظه نگهداری ماده رادیواکتیو از آن ساطع شود بیشتر باشد، آسیب های وارده به فرد هم بیشتر خواهد شد.
۲. تا جایی که می توانند از منبع مشکوک فاصله بگیرند. پرتوها در فاصله های کمتر تراکم بیشتری دارند. هر چه فاصله از منبع بیشتر شود، تعداد پرتوهایی که به فرد می رسد کمتر خواهد بود.
۳. اطراف منبع مشکوک را با بتون های سیمانی، ورقه های سربی یا استیل یا هر نوع فلز دیگری که در اختیار دارند بپوشانند. اگر محفظه نگهدارنده اصلی آسیب جدی ندیده باشد، پرتوهای قابل توجهی از آن ساطع نشده و لذا در مدت زمان کوتاهی که صرف پوشاندن آن می شود، خطر چندانی را برای فرد به همراه نخواهند داشت. در شکل زیر نشان داده شده است که عده ای از مردم بعد از پیدا کردن یک منبع رها شده رادیواکتیو یک ورقه آهنی بزرگ را روی آن قرار داده اند.



مثال:

منبع رادیواکتیو زیر در یک ساختمان متخریبه، توسط فردی پیدا شده است. توجه داشته باشید که چون منبع، داخل صندوق فلزی مهر و موم شده مخصوص است، فرد را در معرض تابش پرتوها قرار نمی دهد مگر این که این صندوق آسیبی دیده باشد بنابراین وی تا جایی ممکن از محل فاصله گرفته و به مسئولین مربوط اطلاع داده است.
مأموران به محل مراجعه کرده و منبع مورد نظر را با رعایت اصول و استانداردهای ایمنی منتقل می کنند.



۴-۱ حوادث پرتوی مهم جهان

به طور خلاصه می توان گفت همان طور که کشف انرژی هسته ای و کاربردهای مختلف آن در صده اخیر رخ داده است، احساس خطر از این ناحیه نیز مربوط به همین صده بوده و دارای سه موج برانگیزاننده است:

۱. استفاده از بمب اتم در جریان جنگ جهانی دوم در سال ۱۹۴۵ و ترس از انفجارهای بعدی که منجر به تلاش برای جلوگیری از استفاده از این انرژی در ساخت سلاح ها شده و شاید بتوان به نوعی تأسیس آژانس بین المللی انرژی هسته ای را به آن نسبت داد. چرا که همان طور که اشاره گردید هدف اصلی این سازمان گسترش استفاده صلح آمیز از انرژی هسته ای و ممانعت از تولید سلاح های اتمی ذکر گردیده است.
۲. موج دوم بعد از حوادث پراکنده پرتوی در نقاط مختلف جهان که در رأس آن ها حادثه چرنوبیل قرار داشت احساس خطر از ناحیه چشمه های رادیواکتیو مورد استفاده در صنایع و مراکز پزشکی را مطرح ساخت.
۳. موج سوم که در سال های اخیر شکل گرفت است مربوط به استفاده از این انرژی در حملات تروریستی است. بعد از حادثه ۱۱ سپتامبر که در حال حاضر در بسیاری از مقالات به عنوان سمبل حوادث تروریستی در سطح جهان مورد استفاده قرار می گیرد بسیاری کشورها توجه بیشتری به آمادگی در برابر حوادث تروریستی داشته اند.

در کشور ما نیز، حوادث پرتوی و آسیب های پرتوی دو مورد از سه موج مذکور را پوشش می دهند. حوادث ناشی از گم شدن یا رها شدن چشمه های مواد رادیواکتیو یا آسیب های ناشی از بروز انفجار غیر عمدی در نیروگاه ها از یک سو و استفاده از مواد رادیواکتیو در حملات تروریستی علیه کشور از سوی دیگر سلامت عمومی جامعه را تهدید می کنند. پیشرفت روزافزون کشور در زمینه دست یابی به استفاده صلح آمیز از انرژی هسته ای نیاز به پیشرفت همزمان آمادگی های پزشکی برای پیشگیری از بروز یا گسترش آسیب های احتمالی را به شدت مطرح نموده و مسئولیت کارگزاران امر سلامت در این زمینه را گوشزد می نماید. شاید آن چه در ذهن بیشتر مردم جامعه از انرژی هسته ای شکل گرفته است، تصور ابر قارچی شکل، ناشی از انفجار بمب های اتم باشد اما حقیقت این است که:

"تولید افرادی که استفاده صحیح و مناسب از پرتوهای یونیزان در قالب کاربردهای صنعتی و پزشکی و تحقیقاتی خود تا کنون نجات داده است بسیار بیشتر از کل افرادی است که در حوادث مختلف منجر به فوت آن ها شده"^{۲۶}

کشف یک توده سرطانی در ریه یا پستان یا استفاده از اشعه ایکس یکی از بارزترین مثال هایی است که می تواند مزایای این انرژی را در برابر مایب آن به نمایش بگذارد.

در گذشته، شناخته شده ترین مرکز ثبت اطلاعات مربوط به حوادث پرتوی در ایالات متحده مستقر بوده و "REACTS" نام داشت. بر اساس اطلاعات این مرکز، بین سال های ۱۹۴۴ تا ۲۰۰۴، ۴۲۶ حادثه پرتوی در سراسر جهان رخ داد که در جریان آن ها ۱۳۳۸۱۱ نفر دچار آسیب شدند، آسیب های وارده به ۳۰۳۶ نفر از آن ها شدید بود و در ۱۴۳ مورد منجر به مرگ گردید. لیستی از مهم ترین حادثه های پرتوی جهان در جدول زیر ارائه شده است^{۲۷-۲۸}. بعد از تلاش های آغاز شده از سال ۱۹۹۰، آژانس بین المللی انرژی اتمی با همکاری آژانس انرژی هسته ای^{۲۹}، از سازمان OECD^{۳۰}، سیستم INES^{۳۱} را پایه گذاری نمود که بر اساس برنامه سال ۲۰۰۶، ۶۰ کشور عضو آن بوده و رسماً اطلاعات رخدادهای هسته ای از سطح ۲ به بالا را به صورت On-Line برنامه و مبادله می نمایند.

^{۲۶} Radiation Emergency Assistance Center/Training Site

^{۲۷} Judith E Tintinalli, emergency medicine: a comprehensive guide, Mc Graw Hill, USA, ۲۰۰۱

^{۲۸} <http://www.cnn.com/interactive/asianow/۹۹۱۰/history.nuclear.disaster/content/mojnu.html>

^{۲۹} Nuclear Energy Agency (NEA)

^{۳۰} Organization of Economic co-operation and Development

^{۳۱} International Nuclear Event Scale

تاریخ	محل	توضیحات
۱۹۵۲	کانادا	اولین حادثه پرتوی ناشی از راکتور - در منطقه <i>Chalk river</i> وقتی تکنسین مربوط، به طور تصادفی ۴ تا از دریچه های کنترل راکتور را باز کرد هسته راکتور تقریباً تخریب شد و در اثر گرمای زیاد ایجاد شده بخشی از سوخت اورانیوم موجود در هسته راکتور ذوب شده و مایع رادیاتور به جوش آمده و با مواد رادیواکتیو مخلوط شد. خوشبختانه این حادثه آسیب انسانی در پی نداشت و به خوبی کنترل شد.
۱۹۵۵	Idaho	یک راکتور زاینده آزمایشی در اثر خطای اپراتور دچار سقوط شده و منجر به ذوب شدن نسبی محوطه اطراف در اثر گرم شدن محیط می شود.
۱۹۵۷	انگلستان	بدترین حادثه پرتوی در انگلستان Windscale Pile - خطای انسانی منجر به آتش سوزی در راکتور تولید کننده پلوتونیوم، سوختن مقدار زیادی اورانیوم، انتشار پرتوهای یونیزان تا شعاع ۲۰۰ مایلی و کشته شدن ۲۲ نفر شد.
۱۹۵۷	روسیه	حادثه Kyshtym
۱۹۵۸	شوروی سابق	انفجار در نیروگاه هسته ای که صدها میل مربع را تخریب کرد. ۱۰ هزار نفر مجبور به ترک منطقه آلوده شده و هر چند دولت وقت به طور رسمی اعلام کرد که حادثه رخ داده هیچ آسیب انسانی نداشته است به گفته دانشمندان روس، صدها نفر کشته شدند.
۱۹۶۶	دیترویت	ذوب شدن نسبی راکتور زاینده آزمایشی که تقریباً بعد از حادثه از کار افتاد.
۱۹۷۵	آلمان	تقص در سیستم های ایمنی در برابر آتش سوزی باعث شد در اثر بروز آتش سوزی در نیروگاه اتمی نزدیک به Griefswald در سواحل بالتیک در آلمان شرقی مطابق نیروگاه تخریب شود.
۱۹۷۹	امریکا	بدترین حادثه پرتوی رخ داده در تاریخ ایالات متحده - تقریباً ۶ ماه بعد از راه اندازی، ترکیبی از خطاهای انسانی و مکانیکی منجر به از کار افتادن سیستم های خنک کننده یکی از دو راکتور و بروز حادثه در نیروگاه هسته ای Three Mile Island در نزدیکی پنسیلوانیا شدند. آب و گازهای آلوده به مواد رادیواکتیو وارد محیط پیرامون گردیدند.
۱۹۸۶	اوکراین	بدترین حادثه پرتوی در تاریخ جهان - انفجار و آتش سوزی وسیع در یکی از ۴ راکتور هسته ای چرنوبیل در شهر کیف اوکراین منجر به فوران پرتوها در بخش قابل توجهی از اروپا شد، ۳۱ نفر جا درجا کشته شدند و صدها و بلکه هزاران نفر آسیب دیدند.

توضیحات	محل	تاریخ
۲۴۴ نفر با سزیم-۱۳۷ که در یک مرکز درمانی قدیمی رها شده بود آلوده شدند. ۳ نفر در اثر این حادثه جان باختند	برزیل	۱۹۸۷
	روسیه	۱۹۹۲
کاهش فشار روی کانال های راکتور منجر به رهایی یه رادیواکتیو و گازشهی خنثی در محیط گردید.		
	ژاپن	۱۹۹۵
حادثه در راکتور منجر به نشست ۲ تا ۳ تن سدیم از سیستم خنک کننده راکتور گردید		
	ژاپن	۱۹۹۷
انفجار و آتش سوزی در کارخانه تولید سوخت هسته ای که حداقل ۳۵ نفر را در معرض پرتوهای یونیزان قرار داد		
کارگران با مخلوط کردن مقدار زیادی اورانیوم به تانک ذخیره راکتور منجر به بروز واکنش های هسته ای در نیروگاه اتمی شده و حداقل ۵۵ نفر را در معرض تابش پرتوهای یونیزان قرار می دهند	ژاپن	۱۹۹۹
پنخارات غیر رادیواکتیو خارج شده از یک نیروگاه هسته ای ۴ کارگر نیروگاه را کشته و ۷ نفر دیگر را دچار سوختگی شدید نمودند	ژاپن	۲۰۰۳
نشست پرتوها و آتش سوزی در یک نیروگاه هسته ای مهم به دنبال زلزله ای با شدت ۶/۸ ریشتر رخ داد. مسئولین مربوطه نیروگاه را تعطیل کردند بررسی های بعدی نشان داد نیروگاه درست روی یکی از مراکز زلزله ژاپن ساخته شده است.	ژاپن	۲۰۰۷

۵-۱ تاریخچه مختصر تأسیس آژانس بین المللی انرژی اتمی^۱

ایده ایجاد یک سازمان بین المللی مستقل برای نظارت بر فعالیت های مرتبط با انرژی اتمی، برای اولین بار در سال ۱۹۵۳ توسط آیزنهاور^۲، رئیس جمهور وقت آمریکا، در قالب یک سخنرانی با عنوان "اتم ها برای صلح"^۳ که پیش از شروع اجلاس عمومی سازمان ملل ایراد گردید، مطرح شد. آیزنهاور با تأکید بر خطراتی که از جانب بمب های اتم و بمب های هیروژنی - که چندین برابر بمب های اتم قدرت دارند - متوجه جامعه انسانی است، از تمامی کشورها درخواست نمود تا فعالانه وارد تلاش هایی شوند که در زمینه حفاظت از انسان ها و محیط زیست آن ها در برابر پرتوهای یونیزان صورت می گیرند. وی در پایان سخنرانی خود این مطلب را نیز اضافه نمود که با ایجاد سازمانی بین المللی که بتواند بر فعالیت های هسته ای جهان نظارت داشته باشد دیگر:

"استفاده از انرژی هسته ای، رویایی برای آینده نخواهد بود."^۴

هر چند پیشنهادات آیزنهاور در آن زمان با واکنش های متفاوت و در برخی موارد با انتقادات تند و تیزی از سوی برخی کشورها روبرو شد اما استقبال جهانی از این پیشنهاد منجر به این شد که ۴ سال بعد، در ۲۹ جولای ۱۹۵۷ "آژانس بین المللی انرژی اتمی" در شهر وین اطریش تأسیس شده و فعالیت خود را به طور رسمی آغاز نماید.

"رسالت سازمانی" آژانس بین المللی انرژی اتمی^۵



"The Agency shall seek to accelerate and enlarge the contribution of atomic energy to peace, health and prosperity throughout the world.

It shall ensure, so far as it is able, that assistance provided by it or at its request or under its supervision or control is not used in such a way as to further any military purpose."

"آژانس باید در جستجوی افزایش و گسترش استفاده از انرژی اتمی در جهت صلح، سلامت و رفاه جهانیان باشد. آژانس باید تا جایی که می تواند تضمین کند که کمک هایی که از طرف او در اختیار دولت ها قرار می گیرد یا فعالیت هایی که به درخواست او یا تحت نظارت او انجام می شوند در راستای کمک به استفاده های نظامی از انرژی اتمی نیستند"

^۱ International Atomic Energy Agency(IAEA)

^۲ Eisenhower

^۳ Atoms for peace

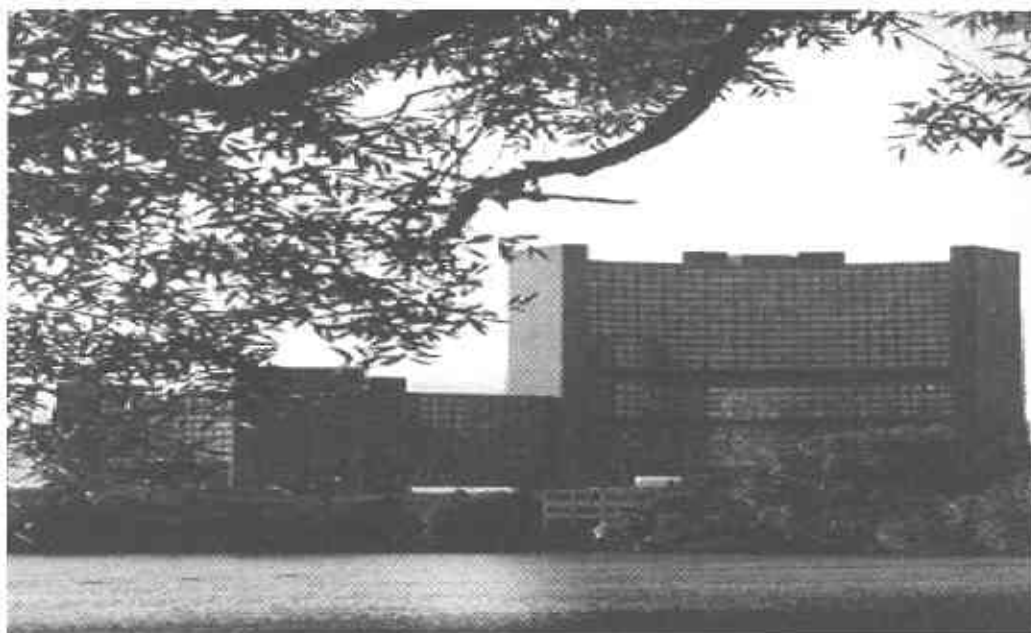
^۴ History of the international atomic energy agency-the first forty years, David Fischer, IAEA, ۱۹۹۷: ۹-۱۲

^۵ "Maximizing the contribution of nuclear technology to society, while verifying its peaceful use. IAEA Primer: International Atomic Energy Agency Information Series Division of Public Information

دفتر موقت آژانس بین‌المللی انرژی اتمی
در هتل بزرگ خیابان Ringstasse که از خیابان‌های
مرکزی شهر وین است در این عکس نشان داده شده است.
این ساختمان به مدت ۲۰ سال یعنی تا سال ۱۹۷۹،
دفتر مرکزی آژانس بین‌المللی انرژی اتمی بود.



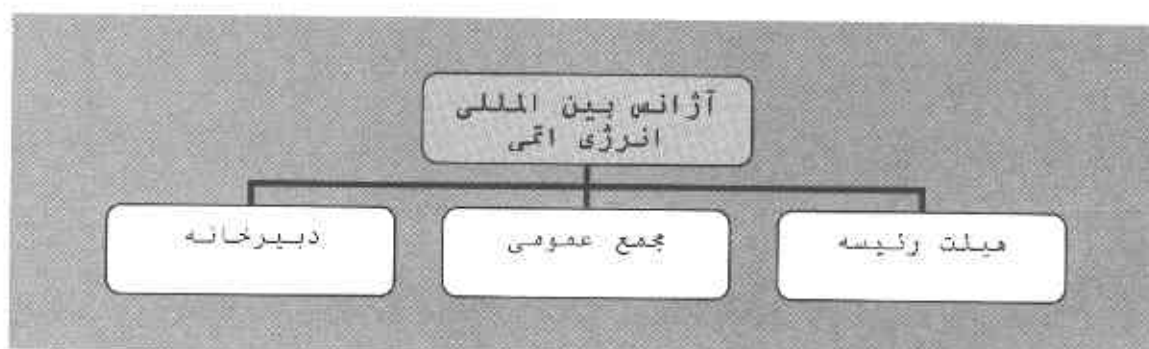
آژانس بین‌المللی انرژی اتمی در سال ۱۹۷۹ به ساختمان فعلی خود که در شکل زیر نشان داده شده است انتقال پیدا نمود. در حال حاضر به این ساختمان مرکز بین‌المللی وین^{۴۵} گفته می‌شود. این سازمان، در حال حاضر ۱۴۰ عضو فعال دارد.



^{۴۵} Vienna International Center (VIC)

آژانس بین المللی انرژی اتمی، یک سازمان بین المللی است که برای نظارت و گسترش فعالیت های صلح آمیز هسته ای ایجاد شده است. مهم ترین وظیفه این سازمان جلوگیری از کاربرد نظامی انرژی اتمی است. این آژانس مستقل از سازمان ملل فعالیت می کند ولی گزارش فعالیت های خود را هم به مجمع عمومی و هم به شورای امنیت سازمان ملل ارائه می دهد. شعبه اصلی با ساختمان مرکزی آژانس بین المللی انرژی اتمی در شهر وین در کشور اتریش قرار دارد. دو دفتر منطقه ای نیز در تورنتوی کانادا و توکیو ژاپن وجود دارد. دفاتر ارتباطی این آژانس بین المللی در نیویورک و ژنو و آزمایشگاه های آن در سیرسدورف و وین اتریش و موناکو و تریست ایتالیا قرار دارند در فاصله دو سال از تأسیس، مقررات و لوایح عمومی این سازمان تدوین و تصویب شدند. از زمان تأسیس یعنی سال ۱۹۵۷ تا کنون ۴ نفر ریاست این سازمان را بر عهده داشته اند که نام و دوره ریاست آن ها در جدول زیر ارائه شده است.

ردیف	نام و نام خانوادگی	دوره ریاست
۱	استرلینگ کول ^{۳۶}	۱۹۵۷ تا ۱۹۶۱
۲	سیگوارد اکلوند ^{۳۷}	۱۹۶۱ تا ۱۹۸۱
۳	هانس بلینکس ^{۳۸}	۱۹۸۱ تا ۱۹۹۷
۴	محمد البرادعی ^{۳۹}	۱۹۹۷ تا کنون



آژانس بین المللی انرژی اتمی دارای سه بخش اصلی در بدنه خود است که عبارتند از:

۱. هیئت رئیسه^{۴۰}: هیئت رئیسه ۱۳ عضو انتصابی و ۲۲ عضو انتخابی دارد. این هیئت رئیسه، سالی ۵ بار تشکیل جلسه می دهد و توصیه های لازم یا اطلاعات مقطعی به دست آمده را به نحوی تدوین می کند که قابل ارائه به اعضای مجمع عمومی باشند. رعایت استانداردهای حراست و ایمنی توسط این هیئت رئیسه کنترل می شوند.
۲. مجمع عمومی^{۴۱}: در این مجمع، تمامی اعضای آژانس که در حال حاضر ۱۴۴ عضو هستند هر سال یک بار در ماه سپتامبر گرد هم می آیند تا فعالیت های سال پیش را بررسی و ارزیابی نمایند و برنامه ها و بودجه های عمومی سال آینده را تنظیم نمایند در این مجمع عمومی، سیاست های کلی و خط مشی های اصلی آژانس مشخص می شوند. تعیین دبیر آژانس هم در همین مجمع صورت می گیرد.

^{۳۶} Sterling cole

^{۳۷} Sigvard Eklund

^{۳۸} Hans Blix

^{۳۹} Mohamed ElBaradei

^{۴۰} Board of governors

^{۴۱} General conference (GC)

۳. دبیرخانه^{۵۲}: در حال حاضر ۲۳۰۰ نیروی تخصصی و پشتیبانی در آژانس مشغول به فعالیت هستند. دبیرخانه آژانس مسئولیت اجرای برنامه ها و فعالیت های مصوب آژانس را بر عهده دارد. در رأس دبیرخانه آژانس دبیر عمومی قرار دارد.

آژانس بین المللی انرژی اتمی عملاً تمام جنبه های کاربردی انرژی اتمی را پوشش می دهد. کاربردهای پزشکی و تحقیقاتی نیز برخی از محل های نظارت آژانس می باشد. به عنوان مثال در سال ۲۰۰۴ یک برنامه بین المللی برای گسترش رادیوتراپی به عنوان یکی از راه های درمانی سرطان ها موسوم به "برنامه حرکت برای درمان سرطان"^{۵۳} توسط آژانس بین المللی انرژی اتمی طراحی و اجرا شد.

این سازمان همراه با رئیس خود در سال ۲۰۰۵ به خاطر "تلاش هایی که در جهت گسترش استفاده صلح آمیز از انرژی هسته ای و مبارزه با استفاده های نظامی از آن"^{۵۴} کرده بود، جایزه صلح نوبل را از آن خود کرد.

۱-۶ سازمان انرژی اتمی ایران^{۵۵}

در کشور ایران نیز سازمان خاصی به امور مربوط به پژوهش و فن آوری و حفاظت پرتوی می پردازد و هدف اصلی آن ارتقاء کاربردهای صلح آمیز انرژی هسته ای در کشور می باشد. این سازمان در سال ۱۳۵۳ در ایران تأسیس شده و از همان سال تا کنون به طور مستمر مشغول به فعالیت می باشد.

سازمان انرژی اتمی ایران
که مقدمات ایجاد آن از اوایل سال ۱۳۵۳ فراهم
گردیده بود، با تصویب قانون «سازمان انرژی اتمی» در
تاریخ ۱۶ تیر ماه ۱۳۵۳ عملاً به صورت یک شخصیت
حقوقی رسمیت یافت.
این عکس ساختمان فعلی این سازمان را در تهران،
اتهای خیابان کارگر شمالی نشان می دهد



^{۵۲} Secretariat

^{۵۳} Program of Action for Cancer Therapy (PACT)

^{۵۴} "For their efforts to prevent nuclear energy from being used for military purposes and to ensure that nuclear energy for peaceful purposes is used in the safest possible way".

^{۵۵} <http://www.aei.org.ir/NewWeb/Farsi/ordpage.asp?id=۲۸۸>

قبل از پیروزی انقلاب اسلامی ایران، این سازمان با گسترش سریع و بی‌رویه، عهده‌دار تعهدات سنگین از بابت قراردادهای بی‌شمار در نقاط مختلف کشور و در راستای نصب و راه‌اندازی ۲۳۰۰۰ مگاوات برق هسته‌ای شده بود. بعد از پیروزی انقلاب اسلامی با تجدید نظر اساسی در کل برنامه‌های سازمان و ایجاد تغییرات بنیادی در اهداف و وظایف آن، قدم‌های موثری در جهت کاربرد و استفاده صلح‌آمیز از انرژی اتمی در کشور برداشته شد. این اقدامات که از نیمه دوم دهه هفتاد کاملاً مشهود بوده است، در جهت دستیابی به خودکفایی نسبی و با توجه به محدودیت‌های شدید اعمال شده توسط کشورهای غربی صورت گرفته است.

۱-۶-۱ راهبردهای اصلی سازمان انرژی اتمی ایران

عناوین مهم راهبردهای سازمان که برنامه‌ها و فعالیت‌های آن در این چهارچوب در حال انجام می‌باشند، عبارتند از:

- توسعه و گسترش علوم و فنون هسته‌ای و ایجاد زیربنای علمی و فنی لازم
- توسعه کاربرد علوم و فنون هسته‌ای در صنعت، کشاورزی، پزشکی و خدمات
- انجام مطالعات و اقدامات لازم برای مکان‌یابی، طراحی، احداث و بهره‌برداری ایمن از نیروگاه‌های اتمی به منظور تامین بخشی از برق مورد نیاز کشور
- تامین بخشی از سوخت مورد نیاز برنامه بلندمدت کشور در زمینه بهره‌برداری از ۲۰ هزار مگاوات نیروگاه اتمی و راکتورهای تحقیقاتی
- اعمال کلیه تمهیدات ضروری جهت جمع‌آوری، نگهداری، تثبیت و دفع پسماندهای هسته‌ای
- حفاظت و کنترل رادیولوژیکی مردم و محیط زیست در برابر اشعه مطابق معیارها و ضوابط بین‌المللی
- تامین منابع بروز و جامع اطلاعات علمی در زمینه انرژی هسته‌ای

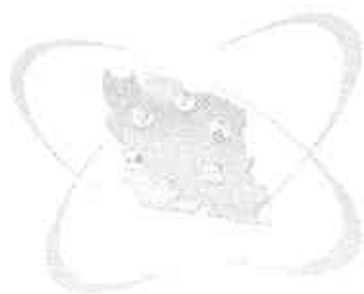
۱-۶-۲ دستاوردهای سازمان انرژی اتمی ایران

برخی از دستاوردهای مهم سازمان در سال‌های اخیر عبارتند از:

- پیشرفت قابل ملاحظه در نصب و راه‌اندازی واحد اول نیروگاه اتمی بوشهر
- دستیابی به چرخه سوخت هسته‌ای در جهت تامین بخشی از سوخت مورد نیاز برنامه توسعه نیروگاه‌های کشور
- اکتشاف، استخراج معادن اورانیوم و حفر اولین چاه به عمق ۲۷۰ متر در ساعت یزد
- تولید کیک زرد در بندرعباس
- ساخت کارخانه تولید غلاف سوخت (ZPP)
- ساخت کارخانه تبدیل اورانیوم اصفهان (UCF)
- بهره‌برداری پروژه آب سنگین اراک
- طراحی راکتور تحقیقاتی ۴۰ مگاواتی آب سنگین و شروع عملیات ساخت آن
- تولید انواع رادیوداروها، رادیوایزوتوپ‌ها، لیزرها، آرایه خدمات پرتودهی و سایر محصولات و خدمات در زمینه‌های مختلف پزشکی، کشاورزی، صنعتی و خدماتی
- سازمان انرژی اتمی ایران در حال حاضر دارای معاونت‌هایی از جمله معاونت تحقیقات و فن‌آوری و معاونت ایمنی و حفاظت پرتوی می‌باشد. پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، مرکز نظام ایمنی هسته‌ای کشور، شرکت تولید مواد اولیه و سوخت هسته‌ای ایران، مرکز آموزش بهسازی نیروی انسانی از جمله مراکز وابسته به این سازمان می‌باشند.

۱-۶-۳ مرکز نظام ایمنی هسته ای کشور

بهره برداری از نیروگاه ها و تاسیسات هسته ای و نیز تجهیزات و دستگاه هایی که در صنعت، پزشکی و کشاورزی از انواع پرتوها استفاده می کنند خطراتی در بر دارد. برای پیش گیری از این خطرات که می تواند سلامتی کارکنان و مردم را تهدید کند و انجام نظارت ها و بازرسی های فنی لازم، در کلیه کشورها، ارگان هایی بنام نظام ایمنی هسته ای تشکیل شده است.



در کشور ما این وظیفه طبق قانون بعهده سازمان انرژی اتمی ایران محول شده است و نظام ایمنی هسته ای کشور در این سازمان، مسئولیت اجرای آن را بعهده دارد. این نظام باید استاندارد ها، مقررات، آیین نامه ها و دستور العمل های لازم را در کلیه زمینه های ایمنی تاسیسات و تجهیزات هسته ای و حفاظت در برابر پرتو ها تهیه کرده و در اجرای آن نظارت کند. نظام ایمنی هسته ای کشور دارای ۴ مدیریت اصلی به شرح زیر می باشد:

مرکز تکتولوژی حفاظت و ایمنی هسته ای

دفتر امور ایمنی هسته ای کشور

دفتر پادمان هسته ای ملی

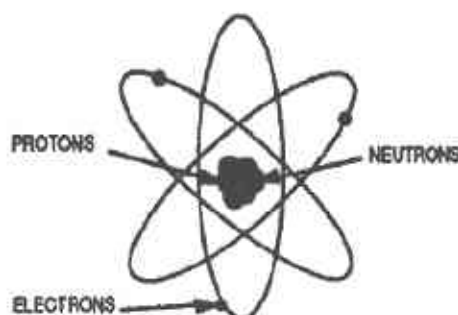
دفتر امور حفاظت در برابر اشعه کشور

References:

۱. www.epa.gov
۲. <http://library.thinkquest.org/۱۸۲۰/texts/timeline/treaties.html>
۳. <http://www.cnn.com/interactive/asianow/۹۹۰/history.nuclear.disaster/content.monju.html>
۴. <http://www.aecol.org.ir/NewWeb/Farsi/ordpage.asp?id=۲۸۸>
۵. http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_technology
۶. Fischer D, History of the International Atomic Energy Agency: the first forty years, Vienna: The Agency, ۱۹۹۷.
۷. C.M. Kenzie, A.D. Kuepfer, Transport and Waste Safety, IAEA Division of Public Information, IAEA Division of Radiation, Printed by the IAEA in Austria, September ۲۰۰۵
۸. David J. Brenner, Center for Radiological Research Columbia University Medical Center - djbr@columbia.edu
۹. Late Health Effects from Radiation: Knowledge gained from the ۶۰ years' experience in Japan, Executive Board Meeting Room WHO/HQ, Geneva, Switzerland, September ۲۰۰۵
۱۰. Didier Louvat, Khammar Mrabit, Patricio O'Donnell- Torroba, et al, Plus ۹۰ and counting...countries Rise TO THE Challenge of Radiation Safety, IAEA Department of Technical Cooperation and Department of Nuclear Safety and Security, March ۲۰۰۶
۱۱. Maximizing the contribution of nuclear technology to society, while verifying its peaceful use, IAEA Primer International Atomic Energy Agency Information Series, Division of Public Information

بخش دوم

فیزیک پرتوی



اهداف فصل

- آشنایی با ساختمان اتم
- آشنایی با امواج الکترومغناطیس، پرتوهای یونیزان و غیر یونیزان
- آشنایی با ویژگی های اصلی پرتوهای مختلف
- آشنایی با واحدهای اندازه گیری پرتو
- آشنایی با ابزارهای اندازه گیری پرتو

یکی از مهم ترین راه هایی که این اتم می تواند در پیش بگیرد این است انرژی اضافه ای را که به دست آورده، آزاد کند. به عبارت دیگر اتم ناپایدار فرایند های هسته ای را در پیش خواهد گرفت که به کمک آن ها با رهایی انرژی اضافی، خود را به وضعیت پایداری برساند. این خارج شدن یا رهایی انرژی از هسته اتم را "رادیواکتیویته" (پرتوفشانی) یا "وایابی پرتوزا"^{۶۱} می گویند. اصطلاحات "رادیاسیون یا پرتو یا تشعشع"^{۶۲} و "رادیواکتیو (پرتوفشان)" اغلب به هم اشتباه می شوند. برای جلوگیری از بروز این اشتباه عبارت زیر را به خاطر داشته باشید: "اتم های رادیواکتیو، رادیاسیون دارند" یعنی: "اتم های پرتوفشان، پرتو ساطع می کنند."^{۶۳}

اگرچه بیشتر اتم ها در حالت عادی پایدارند، برخی از آن ها ناپایدار می باشند. آنچه نقش اصلی را در تعیین پایداری یا عدم پایداری یک اتم دارد تعادل بین تعداد نوترون ها و پروتون های هسته اتم می باشد. اتم های کوچک پایدار، دارای تعداد مساوی از نوترون ها و پروتون ها است. در اتم های نسبتاً بزرگ پایدار هستند تعداد نوترون ها کمی بیشتر از تعداد پروتون ها هستند. اگر تعداد نوترون های داخل هسته خیلی بیشتر از تعداد پروتون ها باشد، واکنش هایی داخل آن رخ می دهند که طی آن ها نوترون ها به پروتون تبدیل می شوند تا پایداری بیشتری را برای اتم تأمین نمایند. به این واکنش، واکنش "تجزیه بتا" یا "وایابی بتا" گفته می شود. در جریان این واکنش، بار مثبت از طریق رهایی یک پوزیترون (الکترونی با بار مثبت) تخلیه شده و با کاهش سطح انرژی، اتم را پایدار می کند. انرژی رها شده در اغلب موارد به صورت موج گاما رها می شود. امواج گاما، فوتون های پرانرژی هستند. فوتون ها، بسته های بدون جرم و بدون بار انرژی هستند. هسته هایی که به طور خود به خود واکنش های تبدیلی فوق را پشت سر بگذارند، اتم های "رادیواکتیو" نامیده می شوند و همان طور که گفته شد انرژی رها شده را "تشعه" یا "پرتو" یا "رادیاسیون" می نامند. در طی چند دهه گذشته، چندین ایزوتوپ رادیواکتیو به صورت مصنوعی ساخته شده اند مانند سزیم-۱۳۷، ید-۱۳۱، استرونتیوم-۹۰ و...

مروری بر چند اصطلاح	
رادیونوکلئید	هسته ناپایدار
رادیواکتیویته	پرتوفشانی
رادیاسیون (پرتو)	آلفا، بتا، گاما، نوترون، تشعه ایکس
فعالیت	سرعت وایابی ماده رادیواکتیو
نیمه عمر	زمانی که طی آن فعالیت ماده رادیواکتیو نصف می شود

۲-۱-۳ امواج الکترومغناطیس

یک اتم ناپایدار، در جریان پایدارسازی خود، انرژی اضافی دریافتی را به صورت امواجی از انرژی که به آن ها امواج الکترومغناطیس گفته می شود، رها می سازد. امواج الکترومغناطیس امواجی هستند با طول موج و فرکانس های متفاوت که عملاً می توان آن ها را بر اساس طول موج یا فرکانس در نقاط مختلف یک طیف نسبتاً وسیع ولی شناخته شده قرار داد. امواجی که در قسمت های مختلف این طیف قرار می گیرند دارای ویژگی های متفاوت فیزیکی هستند و به همین تناسب نیز وقتی وارد محیط

^{۶۱} Radioactivity

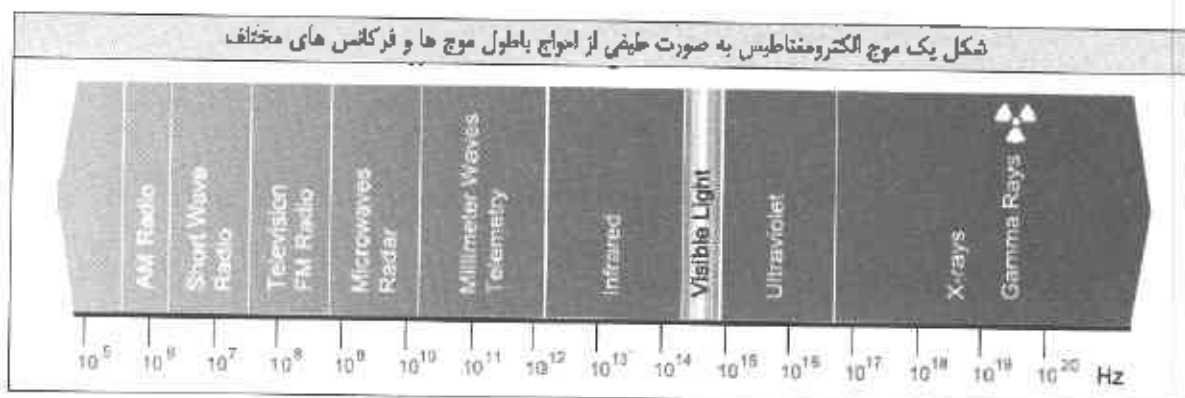
^{۶۲} Radionactive decay

^{۶۳} Radiation

^{۶۴} Dennis Confer, Nelson Chao, Daniel Weisdorf, David Weinstock, NMDP Radiation Training, CME Information, The Medical College of Wisconsin, The original release date: May, ۲۰۰۶; The termination date: May, ۲۰۰۸

^{۶۵} Electromagnetic

های مختلف (مانند بدن انسان) می شوند نیز اثرات متفاوتی از خود به جای می گذارند و به عبارت دیگر همان طور که ویژگی های فیزیکی متفاوتی دارند، اثرات بیولوژیک متفاوتی را نیز اعمال می کنند.



۴-۱-۲ پرتوهای یونیزان و غیر یونیزان

طیف امواج الکترومغناطیس امواجی را شامل می شود که می توانند فرکانس و انرژی کم^{۶۷} داشته باشند یا فرکانس و انرژی زیاد^{۶۸} داشته باشند. امواجی که دارای فرکانس و لذا انرژی زیاد هستند می توانند در صورت برخورد با اتم ها، الکترون های اتم را جدا کرده و آن را باردار کنند. به همین دلیل به این امواج، *امواج یونیزان* گفته می شود. امواج آلفا^{۶۹} و بتا^{۷۰}، اشعه X^{۷۱} و اشعه گاما^{۷۲} اشکال یونیزان امواج الکترومغناطیس می باشند. اشعه ماوراءبنفش^{۷۳}، امواج نورانی^{۷۴}، مادون قرمز^{۷۵} و امواج رادیویی و تلویزیونی^{۷۶} غیر یونیزان می باشند. دستگاه های لیزر، اولتراسوند و MRI نیز از امواج غیر یونیزان استفاده می کنند.

دوره	اشعه آلفا	یونیزان	فرکانس بالا انرژی بالا	طیف موج الکترومغناطیس
	اشعه بتا			
	اشعه X			
	اشعه گاما			
موج		غیر یونیزان	فرکانس پایین انرژی پایین	
موج	اشعه ماوراءبنفش			
	امواج نورانی			
	اشعه مادون قرمز			
	اشعه دستگاه های لیزر، اولتراسوند و MRI			

- ^{۶۷} Ionizing
^{۶۸} Non-Ionizing
^{۶۹} Low-frequency, low-energy
^{۷۰} High-frequency, high-energy
^{۷۱} Alpha
^{۷۲} Beta
^{۷۳} X-ray
^{۷۴} Gamma
^{۷۵} Ultra-violet
^{۷۶} Visible light
^{۷۷} Infra-red
^{۷۸} Radio-waves

انواع پرتوهای یونیزان

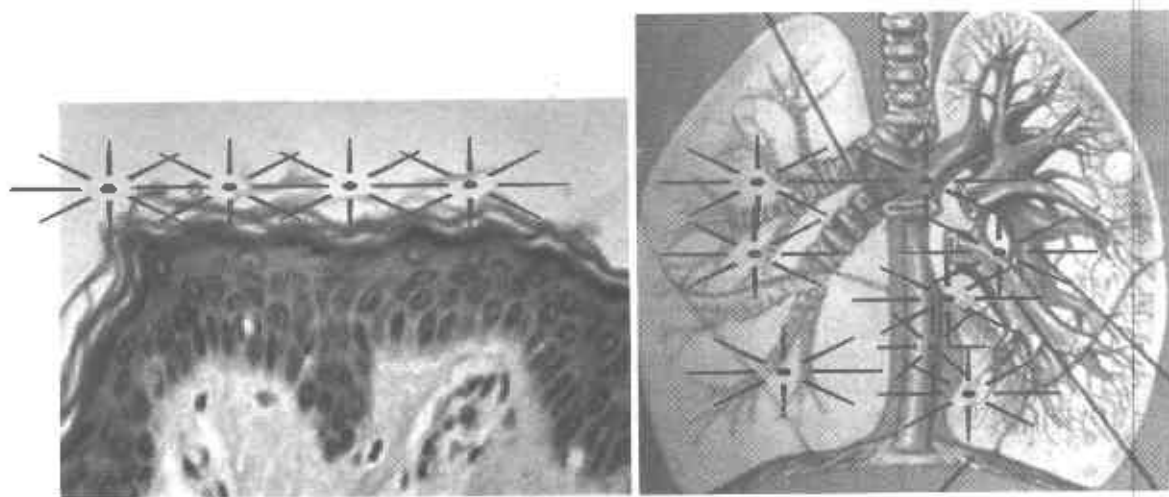
پرتوها می توانند به صورت موج^{۳۳} یا ذره^{۳۴} ساطع شوند. انواعی از پرتو که به صورت ذره از منبع خود ساطع می شوند شامل ذرات آلفا، بتا و نوترون ها هستند. انواعی از پرتو که به صورت موج از منبع خود ساطع می شوند شامل اشعه گاما، اشعه ایکس و امواج الکترومغناطیس هستند.

ذرات آلفا: در بیشتر موارد، رادیوایزوتوپ های سنگین با عدد اتمی بالای ۸۲ مانند اورانیوم و پلوتونیوم متبع تولید ذرات آلفا هستند. ذرات آلفا، از دو پروتون و دو نوترون تشکیل شده و دارای جرم و بار زیادی هستند به طوری که جرم آن ها ۴ برابر جرم نوترون است.

چون این ذرات اندازه بزرگ و بار الکتریکی قابل توجهی دارند، سرعت حرکت آن ها کم بوده و تعامل شان با محیط اطراف بیشتر است به طوری که نمی توانند فاصله زیادی را طی کنند و حداکثر فاصله ای که می توانند از مبدأ خود طی کنند بین ۱۰ تا ۱۸ سانتی متر می باشد.

حتی پراثری ترین ذرات آلفا نیز به طور کامل توسط لباس های نظامی یا لایه های مرده پوست جذب می شوند بنابراین آسیب مواجهه خارجی بدن با این نوع از ذرات قابل توجه نیست. اما باید توجه داشت که این ذرات مقدار زیادی از انرژی را، به سرعت، در حجم کمی از بافت تخلیه می کنند بنابراین در مواردی که یک منبع رادیواکتیو در داخل بدن ذره آلفا تولید کند یا ذرات آلفا از طریق بلع یا استنشاق وارد بدن شوند، سبب آسیب قابل توجه در بافت های اطراف خود خواهند شد. بنابراین:

همچنان که خطر اصلی این نوع ذرات در صورت آلودگی داخلی متوجه انسان خواهد شد، خطرناک ترین ذرات در آلودگی های داخلی به مواد رادیواکتیو نیز ذرات آلفا هستند.



ذرات آلفا حتی نمی توانند از یک لایه کاغذ یا لایه کراتینی سطح پوست عبور کنند. در شکل بالا، مقطع میکروسکوپی پوست در سمت چپ نشان داده شده است و ستاره هایی که نشانگر ذرات آلفا هستند در سطح آن متوقف شده اند. در حالی که در سمت راست ذرات آلفا از طریق استنشاق وارد ریه شده اند و لذا می توانند آسیب های جدی تری را برای

^{۳۳} Wave

^{۳۴} Particle

فرد در پی داشته باشند (متبع عکس ها، پایگاه اینترنتی آژانس بین المللی انرژی اتمی^{۳۹} می باشد). برای آشکارسازی این ذرات، دستگاه های ویژه ای در دسترس هستند. (۱ و ۲ و ۳)

ذرات بتا: بیشتر رادیوایزوتوپ ها Tl در زمان تجزیه خود ذرات بتا، و به دنبال آن امواج گاما تولید می کنند. ذرات بتا، ذراتی باردار ولی سبک هستند که به همین دلیل می توانند با سرعت بیشتری حرکت کنند. ذرات بتا، بیشتر در پرتوهای ناشی از واکنش های خود هسته اتم جود دارند.

این ذرات می توانند فاصله های چند متری را در هوا و فواصل کوتاهی را در بافت های بدن طی کنند. به طوری که عمق نفوذ آن ها در لایه های پوست بدن، حدود ۸ میلی متر است. این عمق نفوذ باعث می شود برخورد مقادیر زیادی از این پرتو به پوست متجرب به بروز آسیب در لایه بازال شاخی آن شود. ضایعه ایجاد شده، "سوختگی بتا" خوانده می شود که شبیه سوختگی ناشی از گرما است.

ذرات بتا نیز مانند ذرات آلفا، زمانی یک تهدید جدی محسوب می شوند که آلودگی داخلی با آن ها رخ داده باشد. چون انرژی این ذرات کمتر از انرژی ذرات آلفاست، آسیب ناشی از آلودگی داخلی با آن ها نیز کمتر از آلودگی داخلی با ذرات آلفاست (۱ و ۳). اگر موادی که می توانند از خود ذره بتا ساطع کنند به فاصله کمی بعد از تماس از روی پوست برداشته شوند، نخواهند توانست آسیب های چندانی را بر جای بگذارند.

ذرات نوترون: نوترون ها فقط در زمان رخداد انفجارهای هسته ای ناشی از حوادث جدی در نیروگاه های هسته ای، شتاب دهنده ها^{۴۰} و نیروگاه های ساخت سلاح ساطع می شوند. واکنش های هسته ای خطری را از این بابت ایجاد نمی کنند. نوترون ها از نظر الکتریکی خنثی بوده و بار الکتریکی ندارند. طیف انرژی، سرعت و قدرت نفوذ نوترون ها بسیار متغیر است فاصله ای که این ذرات می توانند از منبع خود بگیرند حدود ۹۰۰ متر است.

این ذرات دارای جرم اتمی بسیار زیادی بوده و به همین دلیل می توانند با هسته اتم ها تداخل کرده و ساختار اتم را به شدت به هم بریزند. در بافت های بدن ایزوتوپ رادیواکتیوی که در اغلب موارد ایجاد می شود، "سدیم-۲۴" می باشد که می تواند در نمونه های خون و در ادرار آن را اندازه گیری کرد (۱ و ۳).

امواج گاما و ایکس: پرتو های ایکس و گاما، امواجی الکترومغناطیس هستند پس چون ذره نیستند، جرم و باری هم ندارند. سرعت حرکت این امواج برابر سرعت حرکت نور است. پرتوهای ایکس طول موج بالاتری داشته، فرکانس پایین تری دارند؛ بنابراین انرژی کمتری را هم منتقل می کنند. در حین انفجارهای هسته ای و در جریان ریزش هسته ای، پرتوهای گاما به صورت پرتوهایی بدون بار و شبیه پرتو ایکس تولید می شوند.

پرتوهای گاما بسیار پر انرژی هستند و به راحتی از مواد مختلف عبور می کنند به دلیل خصوصیت نفوذ زیاد، پرتو گاما می تواند سبب پرتوگیری تمام بدن شود. پرتوهای گاما، رایج ترین شکل دارای قابلیت نفوذ پرتوهای یونیزان را تشکیل می دهد و می تواند مسافتی چند متری را در هوا و چندین سانتی متری را در بافت های بدن طی کنند. بنابراین خطرناک ترین نوع پرتوها بوده و برای محافظت در برابر نفوذ این پرتوها نیاز به استفاده از موادی بسیار متراکم در ساخت و ساز محافظت هاست. مثلاً بر اساس بررسی های انجام شده برای جذب حدود ۵۰٪ از امواج گامای ساطع شده از یک منبع رادیواکتیو باید یک لایه بتونی به عرض ۶ سانتی متر یا یک فضای معمو از آب به عرض ۱۳ سانتی متر

^{۳۹} www.iaea.org

^{۴۰} Accelerators

استفاده شود. مسافتی که امواج گاما می توانند در هوا طی کنند به طور متوسط حدود $1/6$ کیلومتر می باشد مواجهه با یک منبع خارجی پرتوهای ایکس پرتوزی می تواند منجر به پرتوافکنی کل بدن شود دریافت دوزهای بالای این پرتو می تواند منجر به بروز سندرم رادیاسیون حاد در فرد شود (۳۰).

توجه: تمامی انواع پرتوهای یونیزان چه آلفا یا بتا و چه گاما در صورتی که آلودگی داخلی با مواد رادیواکتیو وجود داشته باشد برای بدن آسمان مضر و خطرناک هستند ورود مواد رادیواکتیو به داخل بدن از طریق خوردن آب یا غنای آلوده، استنشاق هوای آلوده یا زخم های باز صورت می گیرد.

انواع پرتو						
نوع	منابع تولید	قدرت نفوذ	عمق آمپش	محل نفوذ	بار الکتریکی	جذب انرژی
آلفا	رادیوایزوتوپ های سنگین تر از اورانیوم ^{۸۱} مانند پلوتونیوم که در سلاح های هسته ای و مراکز تولید رادیوایزوتوپ ها وجود دارد	چند سانتی متر در هوا	تلفات آلودگی داخلی	کافت لا به شاخی پوست	+۲	۴
بتا	بیشتر رادیوایزوتوپ ها	تقریباً تا ۸ میلی متر در پوست	آلودگی داخلی برخورد با پوست	لباس ها	-۱	$1/200$
نوترون	نیروگاه ها، شتاب دهنده ها، نیروگاه های ساخت سلاح	متغیر است	پرتوافکنی کل بدن ^{۸۲}	موادی که محتوای هیدروژن بالایی دارند	۰	۱
گاما	بیشتر رادیوایزوتوپ ها	چندین متر در هوا و چندین سانتی متر در بافت های بدن	پرتوافکنی کل بدن	بتن، سرب	۰	۰

^{۸۱} Transuranic

^{۸۲} Whole-body irradiation

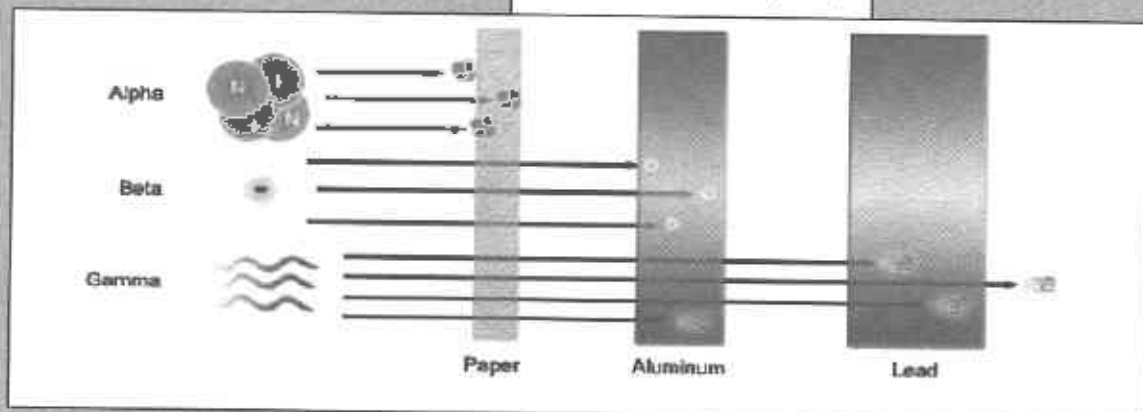
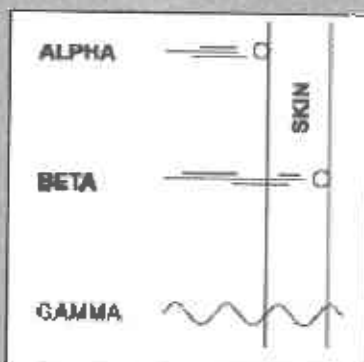
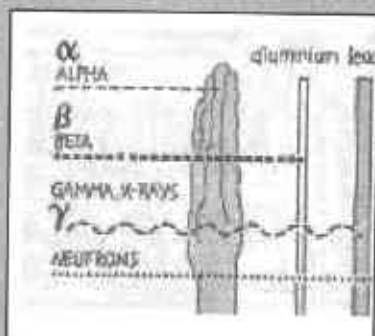
انکالی مختلف نشان دهنده قدرت نفوذ پرتوها



قوت آلفا با کمک ورقه ای از کاغذ متوقف می شود

قوت بتا در برخورد با لباس و یک سد یک لایه شیشه ای یا لاستیک یا شیشه کمتر از یک اینچ متوقف می شود

انواع گاما با کمک چکین اینچ تا چندین فوت بتن یا یک ورقه سرب به ضخامت کمتر از یک اینچ متوقف می شود



نوع ذره	قدرت فاصله گرفتن از منبع تولید	قدرت نفوذ در بدن انسان
آلفا	۸ تا ۱۲ سانتی متر در هوا	نوعاً لایه خارجی پوست جذب می شود
بتا	چند متر در هوا	تا ۸ میلی متر در پوست
گاما	۱۰۰ کیلومتر در هوا	در تمام بافت های بدن به عمق

۳-۲ واحدهای اندازه گیری

اندازه گیری پرتو می تواند بر حسب فعالیت، مواجهه یا مقدار صورت بگیرد. واحدهای قدیمی و سنتی که در این زمینه ها مورد استفاده قرار می گرفتند عبارت بودند از: کوری^{۴۲}، رونتگن^{۴۳}، راد^{۴۴}، رم^{۴۵}. اما امروزه از واحدهای سیستم بین المللی (SI) استفاده می شود که عبارتند از بکرل^{۴۶}، گری^{۴۷}، سیپرت^{۴۸}.

برای نشان دادن ارتباط بین مقدار پرتوهای دریافتی توسط بدن با اثرات بیولوژیک آن ها از "مواجهه" یا Exposure و "مقدار" یا "Dose" استفاده می شود. برای سهولت در به خاطر سپردن این دو واژه و مفاهیم آن ها جمله زیر را به خاطر بسپارید:

"وقتی شما در معرض مواجهه یا پرتوها قرار می گیرید، بدن شما مقدار قابل سنجشی از پرتوها را جلب می کند."^{۴۹}

- رونتگن: رونتگن واحدی است که برای بیان مقدار پرتوهای گامایی که یک فرد با آن مواجه شده است استفاده می شود. رونتگن با حرف R نشان داده می شود و مستقل از زمان است در واقع مجموع پرتوهای گامایی را که فرد با آن ها مواجه شده است را نشان می دهد مثلاً اگر فردی در نوبت های مختلف مواجهه مقادیری مانند ۵ رونتگن و ۶ رونتگن اشعه دریافت کرده باشد، در کل ۱۱ رونتگن اشعه دریافت کرده است.
- راد (دوز جذبی پرتوها): مواد مختلفی که در معرض تابش مقدار ثابتی از پرتوهای مختلف (آلفا، بتا، گاما و نوترون ها) قرار می گیرند، مقادیر متفاوتی از پرتوها را جذب می نمایند. برای برقراری ارتباط بین نوع پرتوها با انرژی که به ماده می دهند واحدی ابداع گردید به نام "راد" که واحد جذبی پایه پرتو را نشان می دهد. یک راد پرتو جذبی یعنی این که هر گرم از ماده مورد تابش ۱۰۰ ergs انرژی دریافت کرده است. هر رونتگن اشعه گاما معادل یک راد دوز جذبی پرتو است.
- رم یا Roentgen Equivalent Man: REM واحدی است که بین دوز هر یک از انواع پرتوهای مختلف و اثرات بیولوژیک آن دوز رابطه برقرار می کند.

چون انواع مختلف پرتو دارای انواع مختلفی از اثرات بیولوژیک با شدت های متفاوت هستند برای یکسان سازی مقیاس اندازه گیری آن ها از دوز معادل استفاده می شود که قبلاً بر حسب "رم" و امروزه بر حسب "سیپرت" بیان می شود. برای محاسبه دوز معادل، باید دوز جذبی پرتو را در ضرایب مخصوصی ضرب نمود، تفاوت دوزهای جذبی و معادل بیشتر در مواردی خود را نشان می دهد که ذره مورد نظره یک ذره پرانرژی باشد مثلاً:

- در مورد ذره آلفا، انرژی بسیار زیادی که پرتو آلفا با خود حمل می کند در یک سطح مختصر تجمع ینا می کند، توانایی این ذره برای ایجاد آسیب های بیولوژیک بسیار زیاد است. دوز معادل پرتو آلفا حدود ۲۰ برابر دوز جذبی آن است به عبارت دیگر، یک راد یا گری از پرتو آلفا تقریباً معادل ۲۰ رم یا سیپرت است.

^{۴۲} Curie

^{۴۳} Roentgen

^{۴۴} Rad

^{۴۵} Rem

^{۴۶} Becquerel

^{۴۷} Gray

^{۴۸} Sievert

^{۴۹} Dennis Confer, Nelson Chao, Daniel Weisdorf, David Weinstock, NMDP Radiation Training, CME Information The Medical College of Wisconsin, The original release date is May ۱, ۲۰۰۷. The termination date is May ۱, ۲۰۰۸.

- در مورد ذره بتا، پرتو ایکس و پرتو گاما، دوز معادل برابر با دوز جذبی است. به عبارت ساده تر، یک راد یا گری از پرتوهای بتا یا ایکس یا گاما، تقریباً معادل یک رم است. برای این نوع از پرتوها که کم انرژی هستند واحدهای دوز جذبی و دوز معادل در اغلب موارد به جای هم استفاده می شوند.
- وزن بدن برای پرتوهایی استفاده می شود که در داخل بدن قرار می گیرند. مواد رادیواکتیو مختلف، وقتی در داخل بدن قرار می گیرند، مقادیر مختلفی از اشعه را تولید می کنند. مقدار کلی اشعه ای را که یک فرد می تواند در طول زندگی دریافت کند بدون این که برای سلامت وی خطری محسوب شود را "حداکثر بار مجاز برای بدن" می نامند.
- این واحد، مربوط به کل زمان زندگی فرد است و برای موقعیت هایی که در آن بیمار، در مدت زمان محدودی در معرض دوز بالایی از اشعه قرار گرفته است، کاربرد چندانی ندارد به همین دلیل امروزه از "دوز مجاز سالانه"^{۹۲} برای کمی کردن مقدار اشعه ای که یک فرد از مواد رادیواکتیو کاشته شده در بدن خود می تواند دریافت کند استفاده می شود.

واحدهای اندازه گیری پرتو				
اصطلاح	تعریف	واحد قدیمی	واحد سیستم بین المللی (SI)	تبدیل واحد
دوز جذبی ^{۹۳} پرتو	واحدی از دوز جذب شده که می توان آن را برای هر نوعی از پرتو به کار برد و در اصل مقدار انرژی وارد شده به ماده را بیان می دارد	راد (r)	گری (Gy)	$1rad = 0.01Gy$ $1Gy = 100rad$
فعالیت ^{۹۴}	مقدار رادیواکتیوی موجود (که مرتبط با سرعت تخریب ماده رادیوایزوتوپ یا تعداد دفعات تجزیه در واحد ثانیه است)	کوری (Ci)	بکرل (Bq)	$1Bq = 2.7 \times 10^{-11} Ci$ $1Ci = 3.7 \times 10^{10} Bq$
مواجهه ^{۹۵}	مقدار پرتوهای ایکس یا گاما که می تواند منجر به تعداد مشخصی از موارد یونیزاسیون در هوا شوند	رونگن	کلمب به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن (Coul/kg)	$1R = 2.58 \times 10^{-4} Coul/kg$
دوز معادل ^{۹۶}	واحدهایی که یک معیار مشترک برای اندازه گیری انواع مختلف پرتو فراهم می آورند	رم	سیررت (Sv)	$1Rem = 0.01Sv$ $1Sv = 100Rem$
پرتوگیری داخلی ^{۹۷}	مقدار پرتویی که بافت های بدن در اثر کالست داخلی رادیوایزوتوپ ها دریافت می کنند	وزن بدن	N/A	

۱-۳-۲ اهمیت اندازه گیری پرتوها

نتایج پزشکی برخورد پرتو ها با بدن فرد می توانند به دو صورت باشند:

۱. نتایج قطعی یا جبری^{۹۸}: برای پیش بینی احتمال بروز نتایج قطعی مواجهه با پرتوهای مختلف، از دوز جذبی توزین شده با اثرات نسبی بیولوژیک یا Relative Biological Effectiveness (RBE)-weighted absorbed dose استفاده می شود. RBE اثرات قطعی به عوامل مختلفی همچون این عوامل بستگی دارد: نوع پرتوها، بافت یا عضوی که در معرض تابش قرار می گیرد، دوز پرتوها.

^{۹۲} Maximum permissible body burden (MPBB)

^{۹۳} Annual limit of intake

^{۹۴} Absorbed dose

^{۹۵} Activity

^{۹۶} Exposure

^{۹۷} Dose equivalent

^{۹۸} Internalized radiation

^{۹۹} deterministic

نسبت اثرات بیولوژیک پرتوهای مختلف ^{۱۱}	
پرتو	اثرات بیولوژیک نسبی یا RBE
فوتون ها (پرتوهای ایکس و گاما)	۱
الکترون ها	۱
نوترون ها	۳
ذرات آلفا استنشاق شده در داخل بافت ریه	۷
ذرات آلفا وارد شده به مغز استخوان	۲
ذرات آلفا وارد شده به بافت کولون	۰
پد رادیواکتیو ۱۳۱ در بافت تیروئید	۰.۲
ذرات آلفا در برخورد با سلول های جنسی	۱۰

۲. نتایج احتمالی یا تصادفی^{۱۲}: برای پیش بینی احتمال بروز این نوع از نتایج طبی می توان از دوز موثر پرتو استفاده نمود. در همین راستا مفهومی به نام "ضریب توزین پرتوی" یا "radiation weighting factor: WR" که واحد اندازه گیری آن سیورت است مطرح گردیده است که به صورت نتیجه جذب دوز متوسط جذب شده اشعه در بافت ها یا اندام های مختلف بدن تعریف می شود.

۴-۲ دستگاه های (شمارش گرهای) آشکارسازی^{۱۳} پرتو

همان طور که اشاره شد برای پیش بینی عوارض بالینی برخورد با پرتوها اندازه گیری دوز پرتوها دارای اهمیت هستند. همچنین در مواردی که لازم است تشخیص داده است آیا فردی اساساً دچار آلودگی شده است یا نه و در مواردی که آلودگی زدایی از فردی صورت می گیرد برای بررسی این که آلودگی زدایی کامل صورت گرفته یا نه، باید پرتوها اندازه گیری شوند. دستگاه های مختلفی برای اندازه گیری پرتوها وجود دارند. برخی از این دستگاه ها سطح آلودگی به مواد رادیواکتیو را مشخص می کنند و با برخی دیگر می توان نوع ماده رادیواکتیو را نیز تعیین نمود برخی از این دستگاه ها می توانند دوز تجمعی پرتوها در دوره های زمانی مشخص را ثبت نمایند، بنابراین این دستگاه ها بر اساس کاربرد خود انواع مختلف دارند.

نوع دستگاه	کاربرد	مثال
دوزیمترهای فردی	دوز تجمعی برخورد کرده به فرد در دوره زمانی که توسط فرد مورد استفاده بوده است	دوزیمترهای جیبی دوزیمترهای ترمولومینسانس دوزیمترهای فتوگرافیک
ابزارهای آزمایشگاهی	تعیین نوع و مقدار ماده رادیواکتیو در نمونه های دریافت شده از بیمار (نمونه ادرار یا نمونه به دست آمده از پوست آلوده و ...)	شمارش گر مایع شمارش گر گاز
پرتوسنج ها	تعیین آلودگی/عدم آلودگی به مواد رادیواکتیو و سطح آن تعیین مقادیر پایه پرتوهای یونیزان موجود در محیط	شمارش گر گایگر-مولر اتاناک یونیزاسیون ابزارهای چشمک زن

^{۱۱} Generic procedures for medical response during a nuclear or radiological emergency; Co-sponsored by IAEA and WHO, ۲۰۰۵

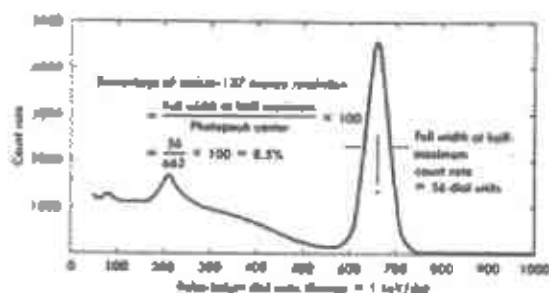
^{۱۲} stochastic

^{۱۳} Monitoring

در رویکرد درمانی به بیمارانی که دچار آلودگی با مواد رادیواکتیو شده اند، نوع ماده رادیواکتیو نیز اهمیت دارد. چرا که می توان بر اساس نوع ماده رادیواکتیو از مواد دیگری برای سم زدایی استفاده نمود.

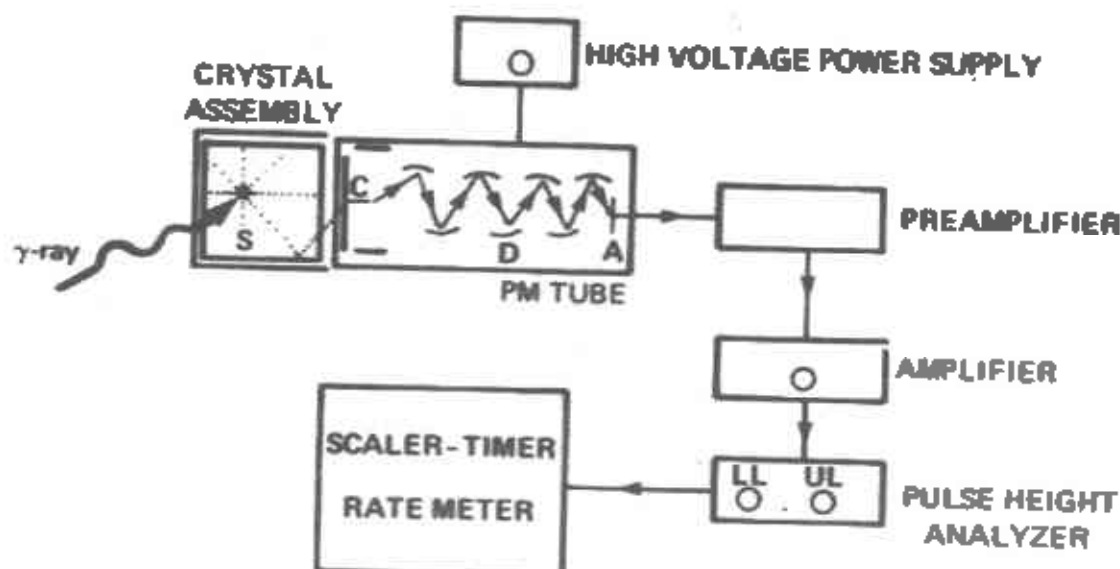
نوع ماده	ماده مورد استفاده در سم زدایی ^{۱-۲}
سزیم	Prussian blue خوراکی
کیالت	هیچ ماده خیلی موثری وجود ندارد اما استفاده خوراکی از پی سیلامین توصیه شده است.
ید	در ۳ ساعت اول، می توان از یدید پتاسیم استفاده نمود. پروپیل تیو اوراسیل یا PTU را هم باید در نظر داشت.
رادیوم ^{۱-۳}	برای کاهش جذب گوارشی و دفع ادراری آن از کلسیم خوراکی استفاده می شود.
پلوتونیوم ^{۱-۴}	Ca-DTPA, Zn-DTPA تزریقی
تریتیوم ^{۱-۵}	تجویز مایعات برای برقراری دیورز
اورانیوم ^{۱-۶}	نقط در ۲ ساعت اول Ca-DTPA and Zn-DTPA پی کریئات سدیم برای قلیایی کردن ادرار
ایتریوم ^{۱-۷}	Ca-DTPA, Zn-DTPA تزریقی

برای تعیین نوع مواد رادیواکتیو هم دستگاه های خاصی ساخته شده و به کار گرفته می شوند یکی از این نوع دستگاه ها دستگاهی است موسوم به crystal scintillation gamma spectroscopy. در این دستگاه تجمعی از کریستال ها به عنوان اولین دوره و ورودی پرتوها به دستگاه عمل می کنند، هر پرتو بعد از برخورد به کریستال ها وارد محفظه لوله شکل دیگری شده و به صورت پالس هایی با بلندی مشخص (که نمونه ای از آن ها که مربوط به اتم سزیم است در شکل زیر نشان داده شده است) و با فرکانس مشخص مسافت این لوله را طی می کند و وارد یک تقویت کننده می شود.

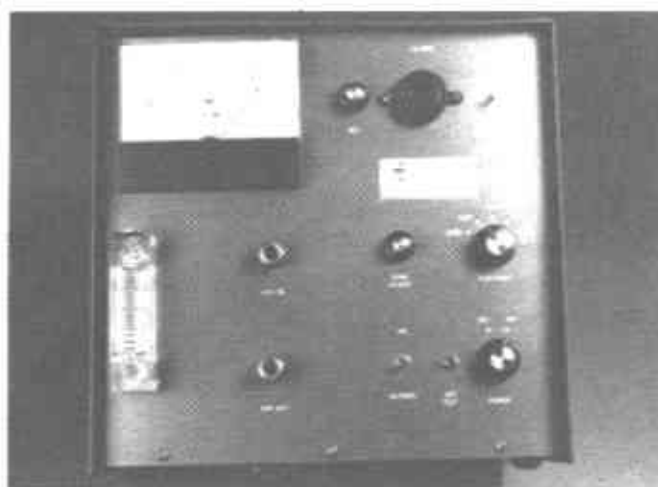


تقویت کننده اطلاعات ورودی یک قسمت دیگر را تأمین می کند که مسئولیت تحلیل اطلاعات مربوط به طول بلندی هر یک از پالس ها را بر عهده دارد. این قسمت از دستگاه بر اساس طول پالس های دریافتی نوع ماده رادیواکتیو را مشخص می کند. قسمت دیگری نیز در این دستگاه وجود دارد که میزان پرتوها را نیز نشان می دهد.

- ^{۱-۱} Decorporation
- ^{۱-۲} Radium
- ^{۱-۳} Plutonium
- ^{۱-۴} Tritium
- ^{۱-۵} Uranium
- ^{۱-۶} Yttrium



شمارش گرهای آزمایشگاهی^{۱۰۸}: دستگاه هایی که در آزمایشگاه ها و برای تعیین نوع و مقدار ماده رادیواکتیو مورد استفاده قرار می گیرند. با استفاده از این شمارش گرها می توان سطح و نوع ماده رادیواکتیو را در نمونه مایع یا گاز تعیین نمود. برخی از دستگاه های آزمایشگاهی می توانند نوع و مقدار ماده رادیواکتیو را در یک نمونه گازی^{۱۰۹} هم تعیین نمایند. می توان با قرار دادن این دستگاه ها در محیط رخداد یک حادثه پرتوی یا در بخش اورژانسی که پذیرای بیماران آلوده به ماده رادیواکتیو است (مثلاً در اتاق آلودگی زایی و...) مقدار پرتوهای موجود در محیط را مشخص نمود. شکل یکی از انواع این دستگاه ها در شکل زیر آورده شده است.

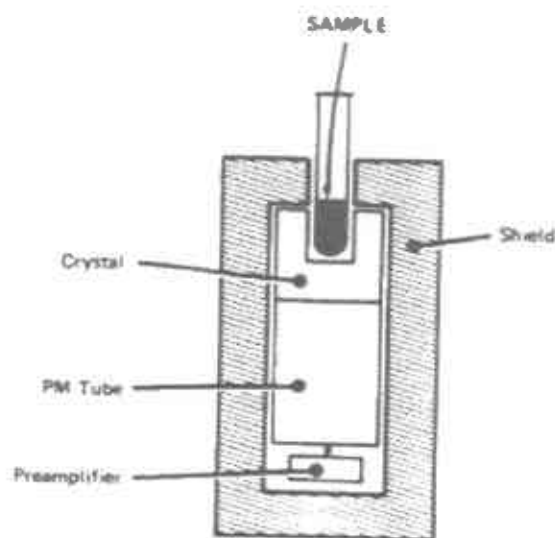


^{۱۰۸} Laboratory counters

^{۱۰۹} Airborne activity samplers

می توان نمونه ادرار بیمار را به آزمایشگاه فرستاد. آزمایشگاه با استفاده از دستگاه های شمارش گر مخصوصی که دارد و در شکل زیر نشان داده شده اند قادر خواهد بود، نوع و مقدار ماده رادیواکتیو دفع شده در ادرار را تعیین کند به این دستگاه ها، "شمارش گرمایع"^{۱۱۰} گفته می شود.

در شرایط بالینی، وقتی با بیماری مواجه می شویم که با ماده رادیواکتیو تماس داشته و مثلاً مقدار قابل توجهی ماده رادیواکتیو را خورده است یا استنشاق کرده است یا در اثر آلودگی پوستی طولانی مدت و قابل توجه، مقدار قابل توجهی از ماده را جذب کرده باشد می توانیم برای تعیین نوع ماده رادیواکتیو و مقدار آن نمونه ادرار بیمار را که بهتر است اولین نمونه ادرار بعد از آلودگی به ماده رادیواکتیو باشد به آزمایشگاه های دارای تجهیزات فوق فرستاده و اطلاعات لازم را به دست آوریم.



دوزیمترهای فردی^{۱۱۱}: ابزارهایی هستند که هر کس معمولاً باید آن ها را روی لباس خود نصب نماید تا دوزی از اشعه که آن فرد در یک دوره زمانی با آن مواجه می شود را نشان دهد.

این دستگاه ها می توانند مقدار دوزی از پرتو را که دریافت می دارند به صورت عددی نشان دهند بنابراین به آن ها "دوزیمتر" یا "دوزسنج" یا "اندازه گیر مقدار" گفته می شود.

مشکل اصلی این دوزیمترها هم همین است که فقط می توانند کل دوز پرتوهایی را که در معرض آن بوده اند نشان دهند. مثلاً اگر فرد در مدت زمان بسیار کوتاهی در معرض تابش مقدار زیادی پرتو قرار بگیرد دوزیمتر فردی او نمی تواند نشان دهد که چه مقدار اشعه در چه مدت زمانی با او برخورد کرده است. بنابراین نمی توان مواجهه های خطرناک ناگهانی با پرتوها را با استفاده از این ابزار سنجید.

دوزیمترهای فردی انواع مختلفی دارند:

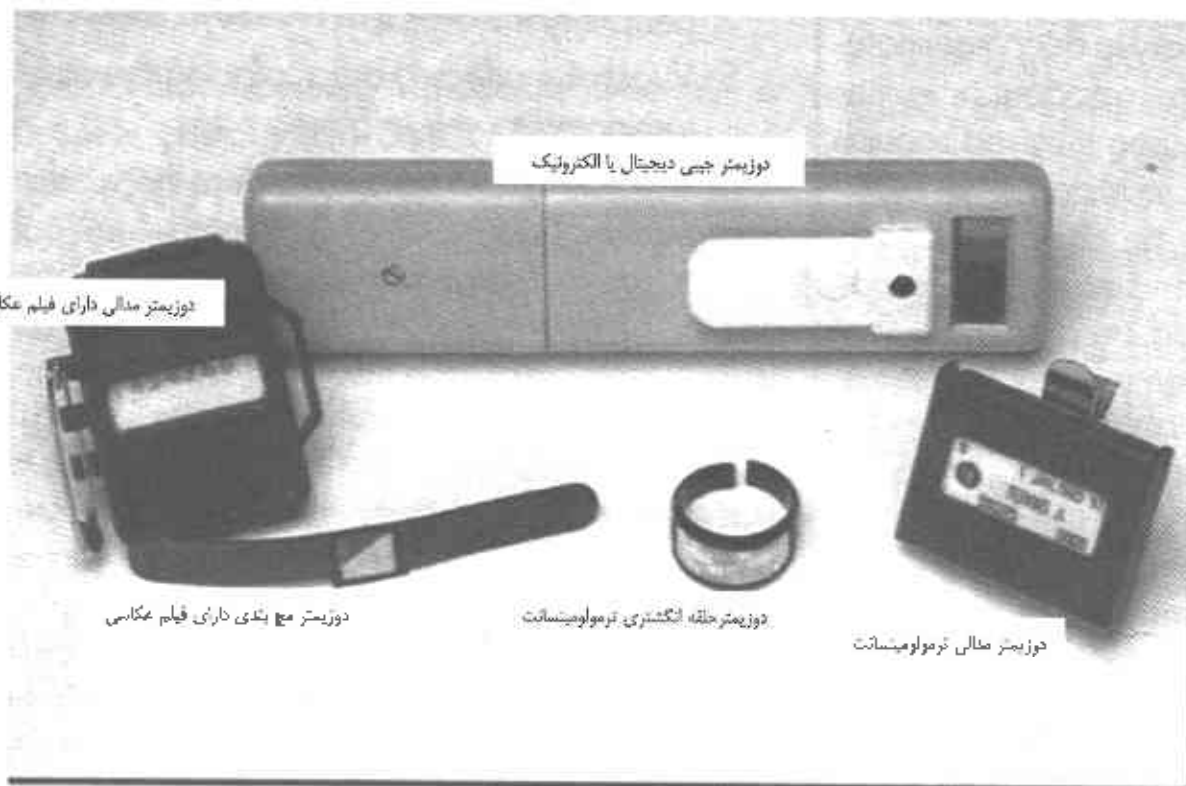
- انواع دارای فیلم عکاسی^{۱۱۲}: در این نوع از دوزیمترها از فیلم های عکاسی استفاده شده است. در نتیجه، اثر پرتوهای یونیزان به طور دائم روی این فیلم ها ثبت شده و می ماند. از طرفی این نوع از دوزیمترها می توانند نوع پرتوهای دریافتی و میزان انرژی آن ها را نیز نشان دهند. دوزیمترهای فوق بسیار ارزان قیمت و از نظر اقتصادی به صرفه هستند اما اندازه نسبتاً بزرگی دارند و به مرور زمان آثار ثبت شده روی آن ها کم رنگ می شود.
- انواع ترمولومینسانس^{۱۱۳}: این نوع از دوزیمترهای فردی بیشتر بر اساس گرمای حاصل از برخورد پرتوهای یونیزان کار می کنند. بنابراین عملاً به صورت غیر مستقیم پرتوها را حس کرده و آن ها را ثبت می کنند. این نوع از دوزیمتر می تواند به شکل حلقه انگشتری ساخته شود که فرد بتواند به راحتی آن را در یکی از انگشتان دست خود فرو برد (همان طور که در شکل نشان داده شده است، این نوع دوزیمتر را می توان زیر دستکش هم به کار برد) و می تواند به شکل مدالی (قابل نصب روی جیب) ساخته شود. توجه داشته باشید کاربرد اصلی این نوع دوزیمترها در مواردی است که احتمال برخورد دست ها با مواد رادیواکتیو یا پرتوهای یونیزان بیشتر از سایر قسمت های بدن می باشد.
- انواع جیبی^{۱۱۴}: دوزیمترهای جیبی در داخل جیب گذاشته شده یا با گیره های مخصوصی روی لبه جیب نصب می شوند. بهتر است فرد دوزیمتر را روی لبه جیب بالای تنه خود نصب نماید. (به شکل مربوط به دوزیمتر جیبی دیجیتال که دوز اندازه گیری شده را به صورت عدد ۳۲۹ نشان داده است توجه کنید). در این نوع از دوزیمترها پرتوهای یونیزان به طور مستقیم حس شده و اندازه گیری می شوند.

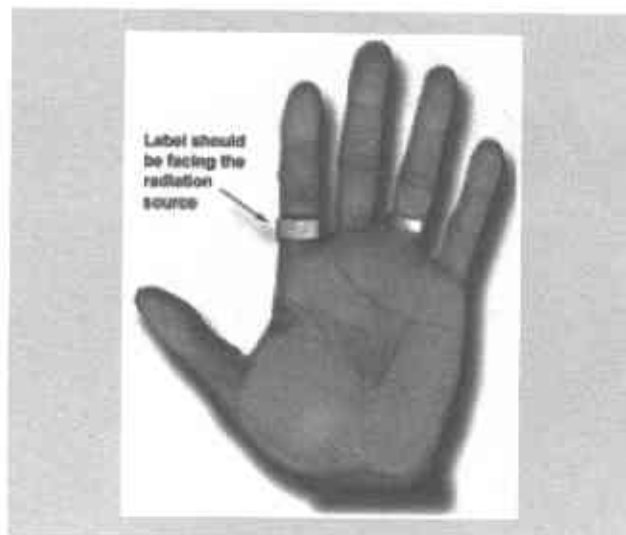
^{۱۱۱} personal dosimeters

^{۱۱۲} Photographic film

^{۱۱۳} Thermo Luminescent Dosimeter (TLD)

^{۱۱۴} Pocket





یک نکته بسیار مهم کاربردی در استفاده از این ابزارها این است که دوزیمترهای فردی باید روی سطحی ترین لایه لباس فرد نصب شوند. حساسیت این دستگاه ها به اندازه ای است که اگر حتی یک لایه پارچه روی آن ها را بپوشاند عملکرد دستگاه مختل خواهد شد. بنابراین در موارد مختلفی که استفاده از دوزیمترهای فردی کاربرد دارد آخرین چیزی که باید بعد از پوشیدن لباس ها استفاده شود دوزیمتر فرد است. در حالت عادی، رایج ترین کاربردهای دوزیمترهای فردی را در رادیولوژی ها و آزمایشگاه های تحقیقاتی شاهد هستیم.

پرتوسنج ها یا تشعشع سنج ها^{۱۱۵}: این دستگاه ها برای اندازه گیری سطح پایه پرتوهای موجود در محیط و تعیین سطح آلودگی فرد به مواد رادیواکتیو مورد استفاد قرار می گیرند. پرتوسنج ها در علوم نظامی به معنای دستگاه های دوزسنج تشعشع اتمی یا دستگاه تشعشع سنج اتمی بوده و دستگاه هایی هستند که در صورت دریافت پرتوهای خاص با مقداری بیش از یک مقدار استاندارد تعریف شده، صدای آژیر هشداردهنده ای از آن ها شنیده می شود. این دستگاه ها دارای سه نوع مهم می باشند که عبارتند از: گایگر-مولر^{۱۱۶}، اتاقک های یونیزانسیون^{۱۱۷}، ابزارهای چشمک زن^{۱۱۸}.

گایگر-مولر: انواع مختلفی از این دستگاه ها برای اندازه گیری پرتوها ساخته شده و در دسترس هستند. شکل زیر نوعی را که بسیار معروف تر از بقیه انواع است و به آن **Pancake** گفته می شود نشان می دهد. این نامگذاری به مناسبت شکل پروب این دستگاه است که به شکل دایره و شبیه pancake می باشد. کاربرد اصلی این شمارش گر در بررسی آلودگی/عدم آلودگی فرد به مواد رادیواکتیو می باشد. شمارش گر گایگر-مولر محدودیت هایی هم دارد. از جمله این که نمی تواند مقادیر کم پرتوهای بتا که از برخی عناصر رادیواکتیو مانند "تریتیوم"^{۱۱۹} ساطع می شود را آشکار سازد و وجود هر نوع مانعی بین پروب دستگاه و منبع تشعشع باعث جذب پرتوهای آلفا توسط مانع شده و لذا ذرات آلفا به پروب نرسیده و شمارش نمی شوند. حتی اگر لایه نازکی از خون یا بیش از ۵ سانتی متر هوا بین پروب و ماده رادیواکتیو وجود داشته باشد مانع از رسیدن پرتوهای آلفا به پروب شده و شمارش گر نمی تواند پرتوهای آلفا را آشکار سازد.

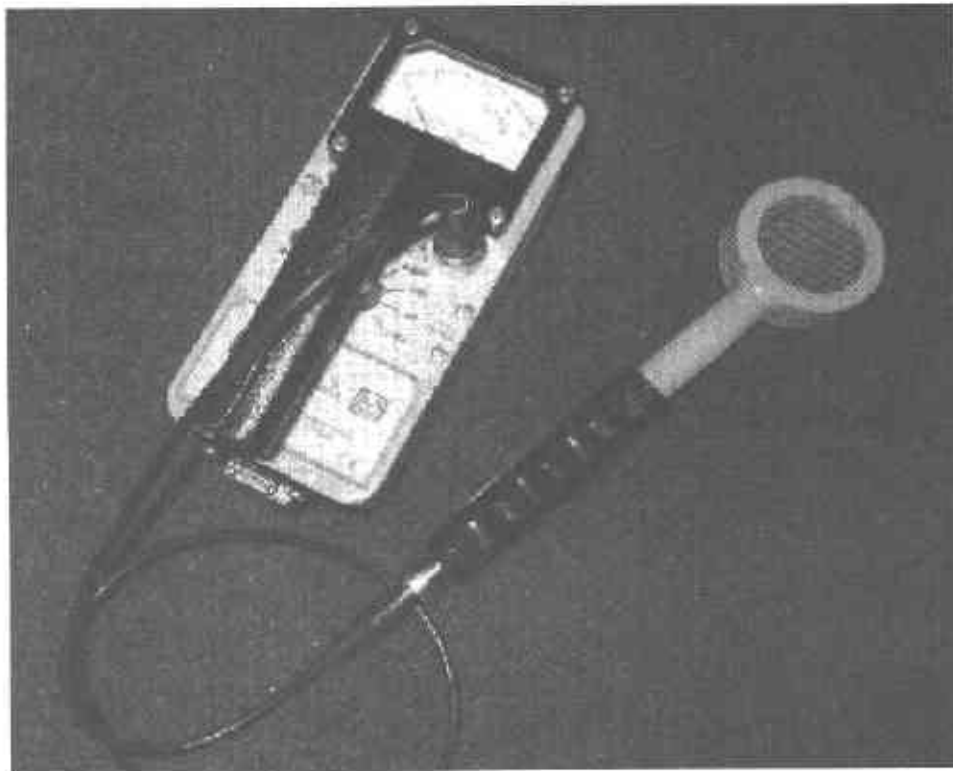
^{۱۱۵} Survey meter

^{۱۱۶} Geiger-Muller

^{۱۱۷} Ionization chamber survey meters

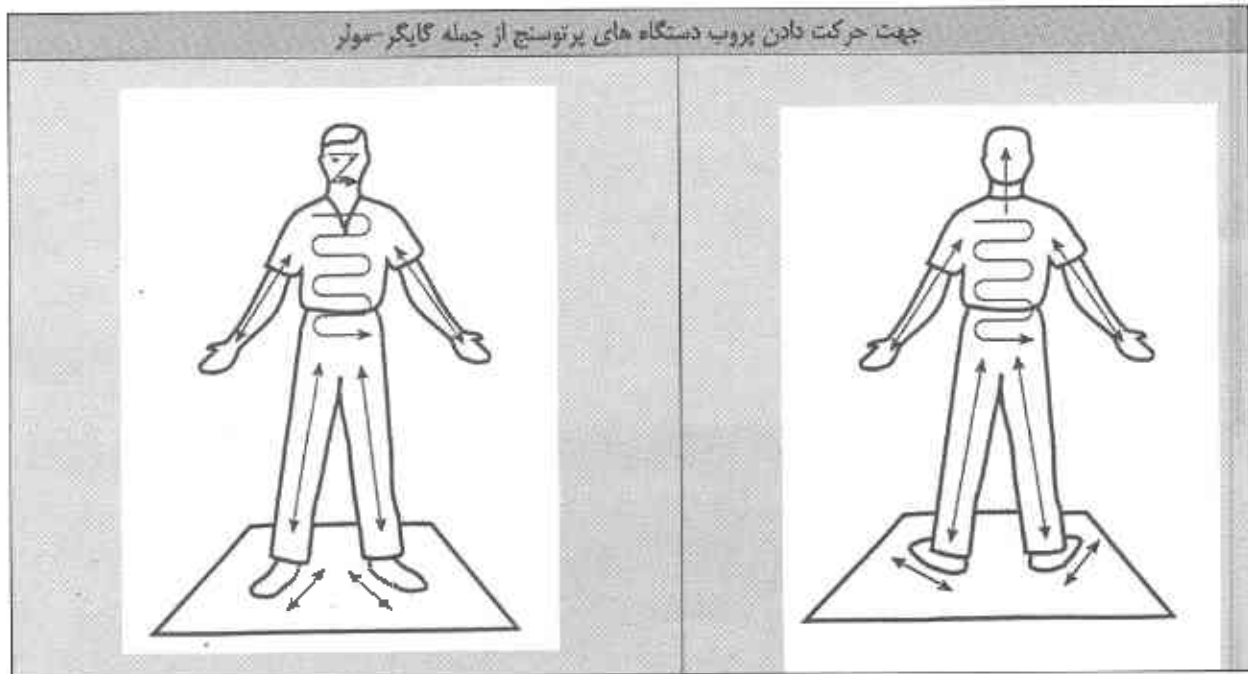
^{۱۱۸} Scintillation survey meters

^{۱۱۹} Tritium



نمایش گر گایگر-مولر موسوم به نمایش گر Pancake

جهت حرکت دادن پروب دستگاه های یوتونسج از جمله گایگر-مولر



نحوه استفاده از شمارشگر گایگر

- پروب دستگاه در دست گرفته شده و بر اساس جهت فلش ها حرکت داده می شود. عقربه دستگاه حرکت کرده و میزان دوز پرتوی را که دریافت می کند نشان می دهد. فاصله پروب از لباس یا بدن بیمار یا هر چیزی که آلودگی آن بررسی می شود باید حدود ۴ سانتی متر باشد و سرعت اسکن کردن یا پروب نیز باید بین ۲/۵ تا ۵ سانتی متر در ثانیه باشد.



- اگر پرتوهای دریافتی از یک منطقه بیش از حد مورد انتظار بود باید پروب را به مدت ۱۰ ثانیه روی محل مورد نظر نگه دارید تا شمارش لازم انجام شود. دستگاه تعداد پرتوهای شمارش شده خود در واحد دقیقه^{۱۲۱} را نشان می دهد که اختصاراً به آن CPM^{۱۲۲} گفته می شود توجه داشته باشید که عملاً پروب دستگاه نمی تواند تمام پرتوهای صاطع شده را شمارش کند بلکه فقط درصدی از پرتوها را شمارش می کند.



- لازم است یک متخصص فیزیک پزشکی نوع ایزوتوپ را تعیین کرده و بررسی کند که تعداد شکافت های اتم ماده رادیواکتیو موجود در واحد دقیقه^{۱۲۳} چقدر است. به این ترتیب کارایی آشکارسازی^{۱۲۴} دستگاه به دست می آید در دستگاه گایگر-مولر ممکن است کارایی آشکارسازی پرتوهای آلفا، ۲ تا ۴٪ و کارایی آشکارسازی پرتوهای ۲۵٪ باشد از تقسیم کردن تعداد شمارش بر دقیقه ها بر کارایی آشکارسازی می توان تعداد شکافت ها در واحد دقیقه را به دست آورد. مثلاً اگر تعداد پرتوهای شمارش شده در واحد دقیقه توسط دستگاه ۱۰۰ باشد و کارایی آشکارسازی آن ۲۰٪ تخمین زده شود تعداد شکافت ها در دقیقه ۵۰۰ خواهد بود.

^{۱۲۱} Count Per Minute(CPM)

^{۱۲۲} Disintegrations Per Minute(DPM)

^{۱۲۳} Detection efficiency

برای آشکارسازی و شمارش پرتوهای آلفا از دستگاه مخصوص دیگری که به آن "آلفا مونیتور"^{۱۲} گفته می شود و در شکل زیر آمده است استفاده می شود. مشخصه این دستگاه شکل خاص پروب آن است که بر عکس گایگر، چهارگوش است. این دستگاه فقط پرتوهای آلفا را اندازه گیری می نماید.



این دستگاه برای شمارش و اندازه گیری ذرات آلفا مورد استفاده قرار می گیرد

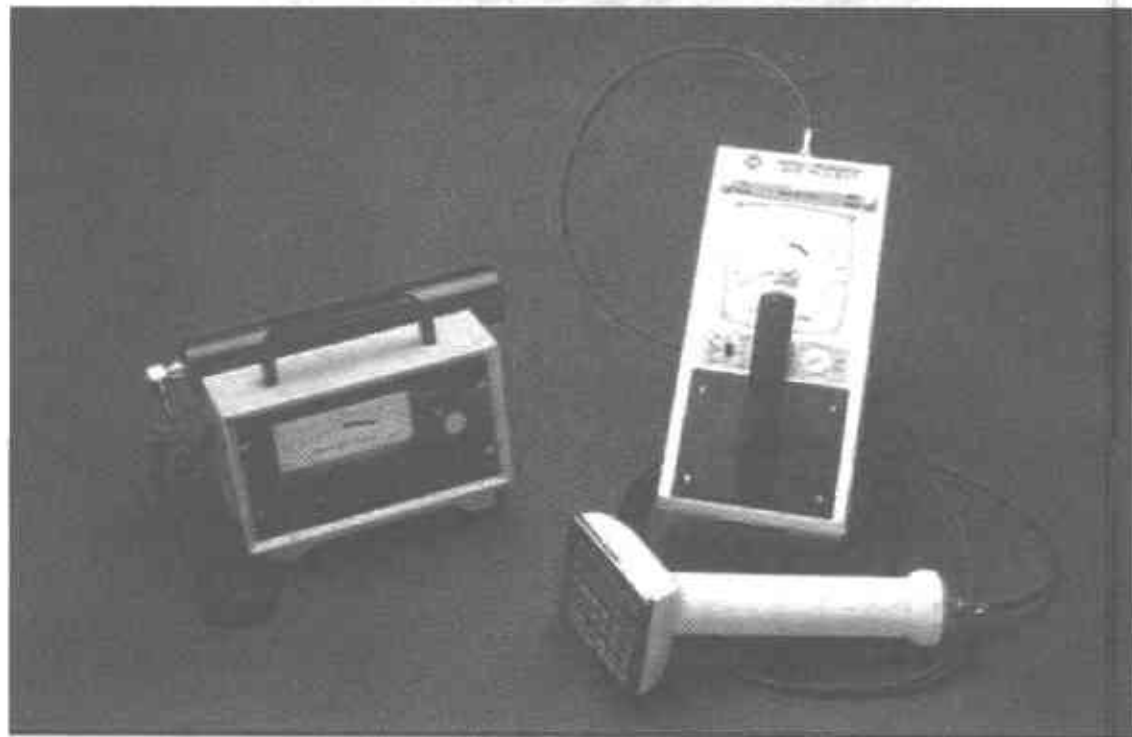
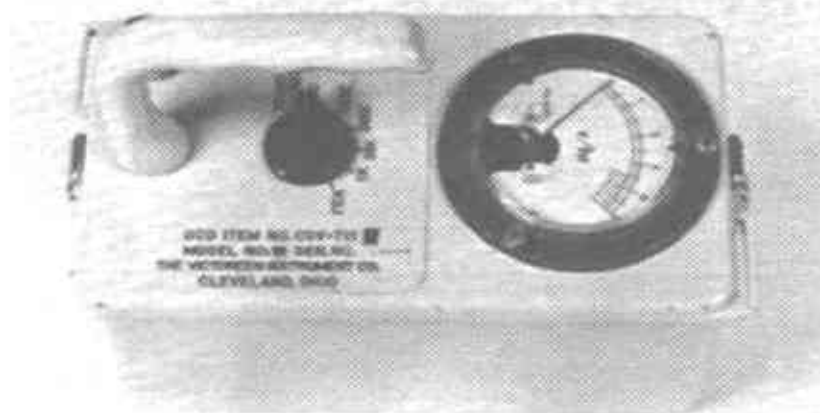
دستگاه دیگری از این نوع وجود دارد که پرتوهای گامای نفوذی به یک محوطه را اندازه گیری می کند.^{۱۳} با استفاده از این دستگاه در واقع میزان پرتوهای موجود در محیط آشکارسازی شده و مشخص می شود که آیا وارد شدن به این محیط خاص ایمن است یا نه؟ و اگر می توان وارد این محوطه شد تا چه مدت می توان در آن به سر برد. این دستگاه پرتوها را بر اساس میلی رونتگن در ساعت اندازه گیری و ثبت می کند. برخی از انواع این دستگاه ها دارای "پنجره" مخصوصی برای ورود و اندازه گیری پرتوهای بتا نیز می باشند و لذا با استفاده از آن ها می توان پرتوهای بتا را نیز اندازه گیری نمود.



^{۱۲} Alpha monitor

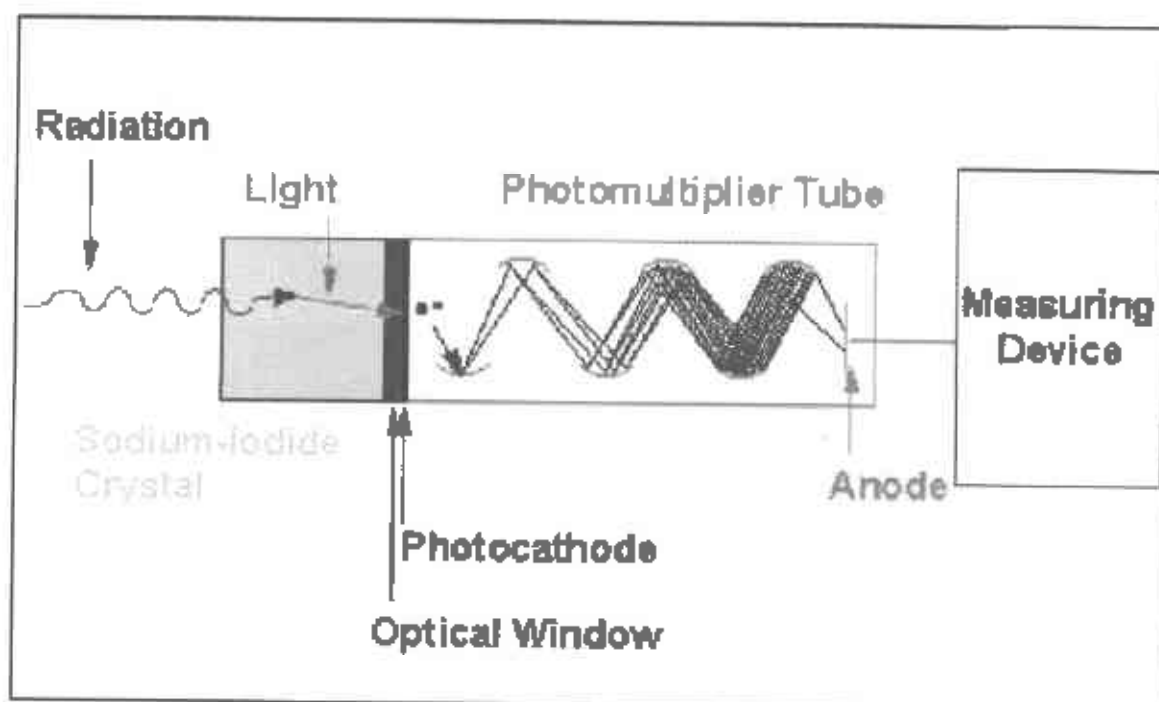
^{۱۳} Dose Rate Meter

اتاقک های یوتیزاسیون: ساختار این نوع از دستگاه ها در شکل زیر نشان داده شده است و مشخصه آن ها داشتن یک محفظه اتاق مانند است. در این نوع از دستگاه ها هم پروبی وجود دارد که با استفاده از آن پرتوها کشف می شوند و مقدار آن ها روی صفحه عقربه دار خوانده می شود. در شکل زیر دو نوع از دستگاه ها نشان داده شده اند. در نوع سمت راست پروب دستگاه، مربعی شکل و در نوع سمت چپ، پروب دستگاه متطیل شکل است. شکل پایینی، مربوط به انواع قدیمی تر این دستگاه ها می باشد.



ابزارهای چشمک زن: ساختار این نوع از وسایل در شکل زیر نشان داده شده است. در این دستگاه، پرتوها از یک محفظه اتاق مانند عبور می کنند که عملاً پرتوهای نورانی در حال عبور از خود را تشدید می کند. پرتوی ابتدایی که وارد

دستگاه می شود یک پرتو یونیزان است، این پرتوی یونیزان در حین عبور از کریستال سدیم-یدید تبدیل به نور مرئی شده، از یک پنجره نوری باریک عبور کرده و بعد از رد شدن از یک کاتد نوری وارد محفظه ای می شود که در بالا به آن اشاره شد آنچه کاربر دریافت می دارد، پرتوهای نوری تقویت شده مرئی است که متناسب با شدت پرتوهای ورودی اولیه می باشد. وقتی دستگاه روی سطح مورد بررسی جا به جا می شود با رسیدن به منطقه آلوده پرتوهای نوری ایجاد کرده و برق می زند که با جا به جا کردن مکرر دستگاه، حالت چشمک زدن به خود می گیرد.



دستگاه های دیگری هم وجود دارند که به منظورهای خاصی طراحی و ساخته شده اند مثلاً دستگاه هایی که برای آشکارسازی میزان ید رادیواکتیو جذب شده توسط تیروئید به کار می روند.



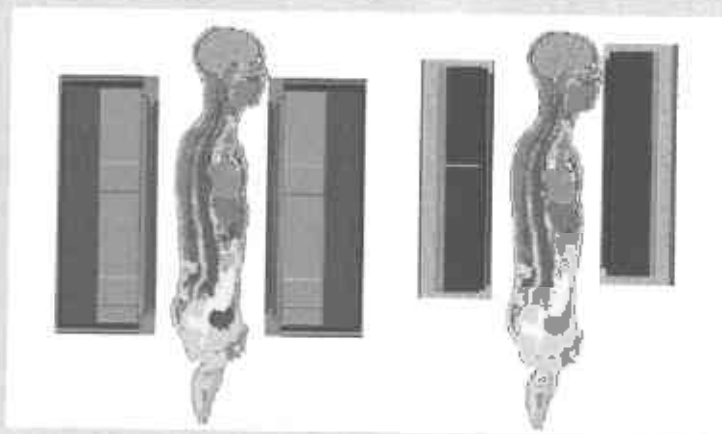
Whole body counter:

دستگاه هایی هم ساخته شده اند که می توانند تمامی پرتوهای یونیزان ساطع شده از بدن فرد^{۱۲۵} را به طور همزمان اندازه گیری نمایند. شکل سمت راست یکی از انواع این دستگاه ها را نشان می دهد.



^{۱۲۵} Whole body counter

دستگاه های خاصی از جمله دوربین هایی که با اشعه گاما کار می کنند (Gamma cameras) نیز برای بررسی آلودگی داخلی بیماران به مواد رادیواکتیو مورد استفاده قرار می گیرند



Radioactive waste monitor

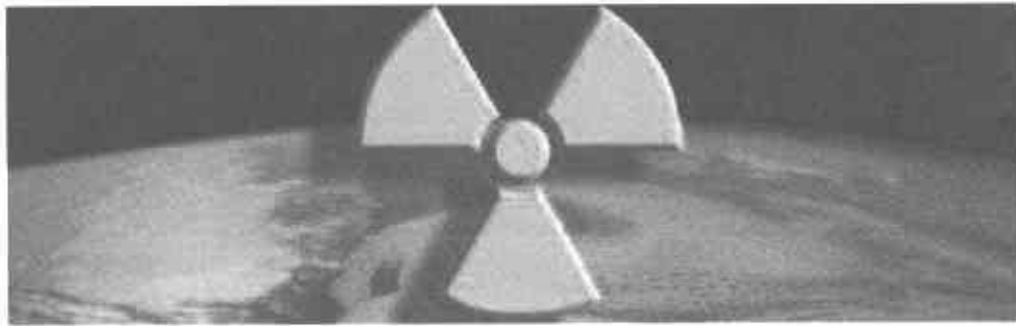
دستگاه هایی هم ساخته شده اند که می توانند تماسی پرتوهای یونیزان ساطع شده از سطوح ها و صندوق های حاوی زباله های اتمی را اندازه گیری کنند



References:

- ۱ <http://www.bt.cdc.gov/radiation/pdf/MassCasualtiesGuidelines.pdf>
- ۲ <http://www.uos.harvard.edu/ehs/radsafety/dosimetry.shtml>
- ۳ <http://www.radiation-scol.org/radsource/a--htm>
- ۴ <http://remm.nlm.gov/containonly.htm>
- ۵ http://library.thinkquest.org/۱۶۹۴./texts/atomic_nomenclature/atomic_nomenclature۱.html
- ۶ <http://www.ncrp.com/>
- ۷ <http://www.orau.gov/reacts>
- ۸ <http://orise.orau.gov/reacts/index.htm>
- ۹ <http://www.bt.cdc.gov/radiation/pdf/hospitalinstruments.pdf>
- ۱۰ <http://www.epa.gov/radiation/radionuclides/him>
- ۱۱ Dennis Confer, Nelson Chao, Daniel Weisdorf, David Weinstock, NMDP Radiation Training, CME Information, The Medical College of Wisconsin, The original release date: May, ۲۰۰۷; The termination date: May, ۲۰۰۸
- ۱۲ Generic procedures for medical response during a nuclear or radiological emergency: Co-sponsored by IAEA and WHO, ۲۰۰۵
- ۱۳ Didier Louvat, Khammar Mrabit, Patricio O'Donnell- Torroba, et al, Plus ۹۰ and counting...countries Rise TO THE Challenge of Radiation Safety, IAEA Department of Technical Cooperation and Department of Nuclear Safety and Security, March ۲۰۰۶
- ۱۴ Population monitoring in radiation emergencies: a guide for state and local public health planners Developed by the Radiation Studies Branch Division of Environmental Hazards and Health Effects National Center for Environmental Health Centers for Disease Control and Prevention U.S. Department of Health and Human Services August ۲۰۰۷
- ۱۵ Reducing Risks in the Scrap Metal Industry protect Printed by the IAEA in Austria, ۲۰۰۵ sional draft
- ۱۶ Maximizing the contribution of nuclear technology to society, while verifying its peaceful use. IAEA Primer International Atomic Energy Agency Information Series, Division of Public Information
- ۱۷ Judith E Timinalli, emergency medicine: a comprehensive guide, ۲۰۰۲, McGraw-Hill, USA
- ۱۸ Peter Rosen, emergency medicine, ۲۰۰۶, Mosby, USA
- ۱۹ R. Anigstein, R. H. Olsher, Instructions for Using Gamma Cameras to Assess Internal Contamination from Inhaled Radioisotopes, Centers for Disease Control and Prevention National Center for Environmental Health Division of Environmental Hazards and Health Effects, Radiation Studies Branch, ۲۰۰۷

جهانی مملو از پرتوها



اهداف فصل

- آشنایی با پرتوهای موجود در محیط
- آشنایی با انواع حوادث پرتوی
- آشنایی با سطوح مختلف خطرات و تهدیدهای حوادث پرتوی
- آشنایی با اثرات بیولوژیک پرتوها

۳-۱ مقدمه

پرتوها، بخشی از جهان هستی می باشند. وجود آن ها، حقیقتی انکارناپذیر است. خورشید، که زندگی تمامی موجودات زنده کره زمین، به آن وابسته است، بزرگترین منبع تولید پرتو در جهان می باشد. حتی در داخل بدن خود ما نیز، مواد رادیواکتیوی وجود دارند که دائماً در حال تشعشع اند. همه ما، در تمام طول زندگی خود روی کره خاکی، در معرض تابش پرتوهای مختلف قرار داریم. برخی از این پرتوها، توسط دستگاه هایی تولید می شوند که توسط خود ما طراحی و ساخته شده اند. استفاده از پرتوهای ایکس در تصویربرداری از بدن که به فاصله کمتر از ۶ ماه از کشف آن صورت گرفت مثال بسیار خوبی در این زمینه است.

ما در محیطی مملو از پرتو به دنیا می آییم و در میان انواع مختلف، پرتوهای در حال تابش از دنیا می رویم. اما چه تعداد از ما در زندگی روزمره خود به این پرتوها و به این روند پرتوفکنی و تابش توجه داشته و از آن آگاهیم؟ چنانچه در زمان بروز حوادث پرتوی، تعداد زیادی از مردم با ترس و اضطراب شدید به بخش های اورژانس بیمارستان ها هجوم می آورند در حالی که یا اصلاً اشعه ای ندیده اند یا مقدار اشعه ای که در معرض تابش آن قرار داشته اند بسیار ناچیز و کم اهمیت بوده است. جالب است بدانیم در بسیاری از موارد این افراد از لحاظ روانی در وضعیتی قرار می گیرند که آن ها را از لحاظ جسمی در وضعیت افرادی که با مقادیر کشنده اشعه مواجهه داشته اند قرار می دهد.

پرتوهایی که بدن ما در معرض تابش آن ها قرار می گیرد ممکن است به واقع پرتوهایی خطرناک باشند اما تا زمان بروز علائم و نشانه هایی که نشان بر عوارض این پرتوها باشند، هیچ کس حس کوچکی نمی کند. نوجوانی به نام ما داشته باشد پس نباید بتوان گفت، دردت مثال تنگی نفس که به صورت "آگاهی ناخودآگاه" ما از تنگی نفس "تعریف شده است" "آگاهی" تا آن زمان که در معرض تابش پرتوهای قرار گرفته ایم یا در معرض تابش پرتوهای قرار داریم که ممکن است برای ما خطرناک باشد مستقل از این که حقیقتاً آسیبی هم دیده ایم یا نه بسیار نامحسوس خواهد بود.



۳-۲ منابع تولید پرتو

منابع تولید پرتو در جهان بر اساس منشأ خود به دو دسته کلی طبقه بندی می شوند:

۱. منابع طبیعی^(۱) در این طبقه، منابعی قرار می گیرند که انسان در ایجاد آن ها هیچ نقشی نداشته و به طور مستقل در طبیعت موجود بوده اند. از جمله این منابع می توان به خورشید و سایر اجرام آسمانی، زمین و مواد رادیواکتیو موجود در خاک و خود بدن انسان و مقادیر بسیار اندک مواد رادیواکتیو موجود در آن اشاره کرد.

^(۱) Natural

۲. منابع مصنوعی^{۱۲۷}: منابع این طبقه، همگی به دست انسان ساخته شده اند و خود به خود در طبیعت موجود نبوده اند مانند منابعی که برای استفاده های تشخیصی و درمانی پزشکی طراحی و ساخته شده اند یا منابعی که کاربردهای تحقیقاتی و نظامی دارند.

پرتوهای محیط پیرامون ما			
طبیعی	پرتوهای کیهانی ^{۱۲۸}	پرتوهای که از خورشید به زمین می رسند.	بخش قابل توجهی از آن ها توسط لایه ازن و سایر لایه های اتمسفر اطراف زمین جذب شده و به زمین نمی رسند.
	پرتوهای زمینی ^{۱۲۹}	ناشی از مواد رادیواکتیوی که در خاک وجود دارند و پرتوهایی را از خود ساطع می کنند.	این مواد رادیواکتیو به گازی به نام رادون می شوند که از لایه های عمیقی به سمت سطح حرکت می کند و از خاک خارج می شود. در مناطق مختلف، مقدار گاز رادونی که از خاک خارج می شود متفاوت است.
	پرتوهای درونی بدن	در داخل بدن نیز مقادیر بسیار اندکی از مواد رادیواکتیو، به صورت طبیعی، وجود دارند.	کربن-۱۴، پتاسیم-۴۰، پولونیوم-۲۱۰ از جمله مواد رادیواکتیو موجود در بدن می باشند.
مصنوعی	پرتوشناسی تشخیصی	گرافی های ساده ای که برای بررسی نمکسنگی استخوان ها یا بررسی وضعیت ریه ها و سایر اندام های بدن گرفته می شوند و اسکن استخوان ها برای بررسی دانسیته استخوانی از جمله این موارد هستند.	مقدار پرتوهای تابش شده به بدن در این موارد بسیار حساب شده است و در محدوده استاندارد تابش می شود. تابش در خارج از محدوده استاندارد می تواند منجر به آسیب های جدی شود. مثلاً، "در سال ۱۸۹۶ بیماری که با شک به شکستگی استخوان های مچ پا مورد تابش اشعه ایکس قرار گرفته بود دچار ضایعات پوستی عمیقی گردید که در نهایت منجر به قطع عضو بیمار گردید. علت ضایعه تنظیم غلط دستگاه و دریافت اشعه بیش از حد استاندارد تشخیص داده شد و بزرگ مربوط ۱۰ هزار دلار جریمه نقدی به بیمار پرداخت." ^{۱۳۰}
	پرتوشناسی درمانی	درمان سرطان ها مهم ترین مثال از این کاربرد است.	در بسیاری موارد مانند تومورهای مغزی رادیوتراپی قبل از عمل یا کوچک کردن اندازه توده ها به موفقیت جراحی کمک می کند و در برخی موارد دیگر مثلاً برخی انواع سرطان خون خود رادیوتراپی نقش درمانی اصلی را دارد.
	مواجهه های تغذی	کارگرانی که در نیروگاه ها یا مراکز صنعتی یا پزشکی کار می کنند در معرض آسیب های ناخواسته قرار دارند.	تکمین های رادیولوژی یکی از مهم ترین گروه های شغلی در معرض خطر هستند که میزان اشعه دریافتی آن ها با استفاده از دوزیمترهای قردی مورد سنجش قرار می گیرد.
	سایر موارد	کاربردهای تحقیقاتی در آزمایشگاه ها و کاربردهای نظامی	با گسترش اطلاعات ما در زمینه انرژی هسته ای این کاربردها هر روز بیشتر می شوند.

^{۱۲۷} man-made^{۱۲۸} Cosmic radiation^{۱۲۹} terrestrial sources^{۱۳۰} <http://www.johnstonsarchive.net/nuclear/radevents/۱۸۹۶USA۱.html>

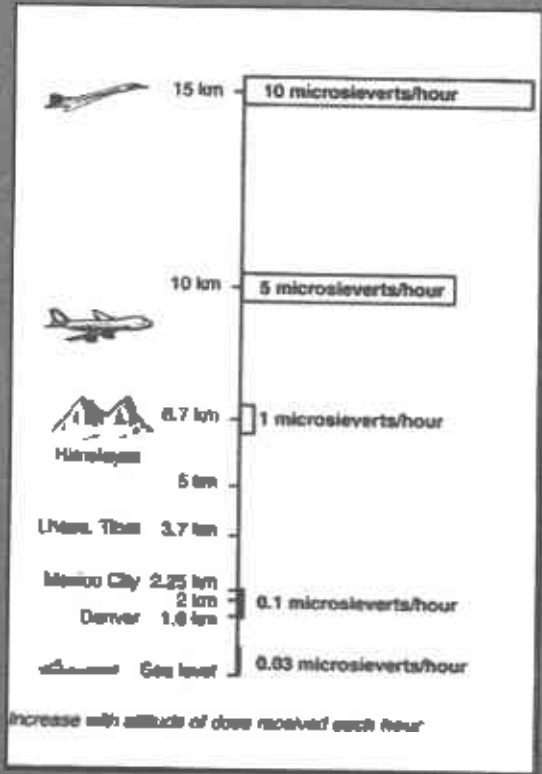


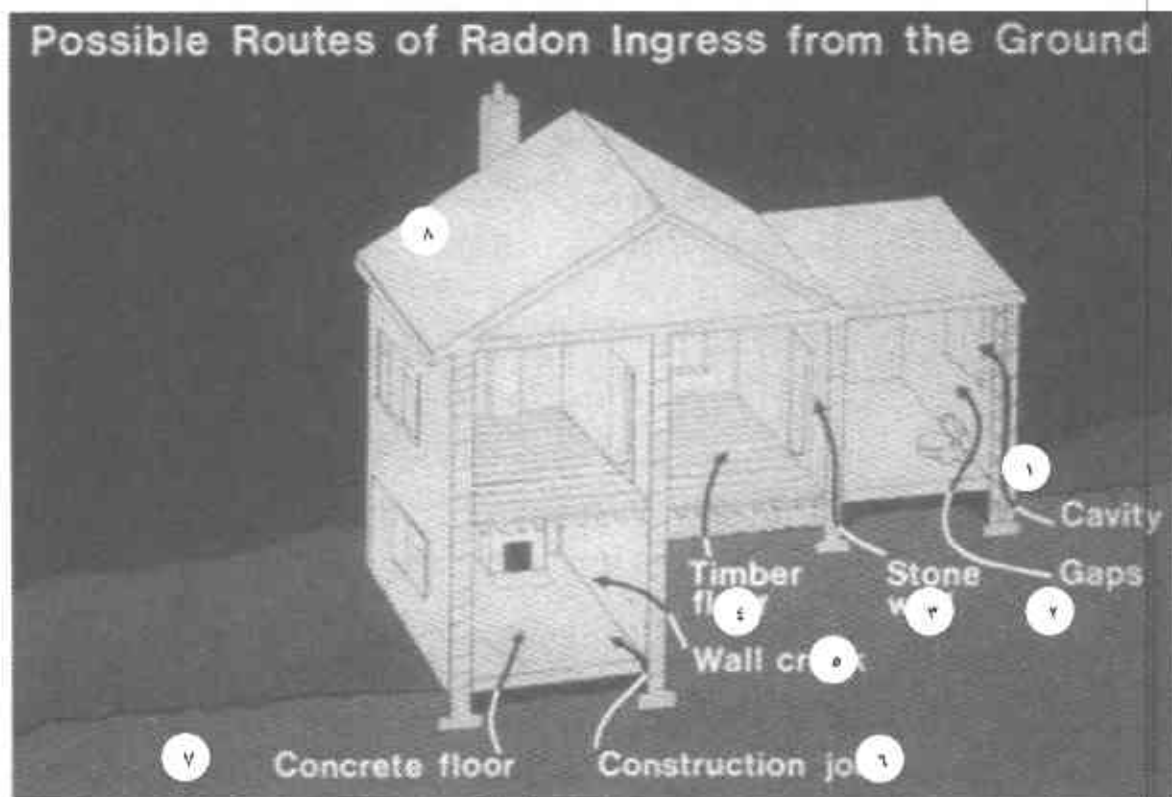
وقتی یک حادثه هسته ای رخ می دهد، مواد رادیواکتیو وارد فضا می شوند. بارش باران می تواند باعث برگشت این مواد رادیواکتیو به زمین و نفوذ آن ها به داخل خاک می شود به این ترتیب، مواد رادیواکتیو وارد محصولات کشاورزی و از این طریق وارد بدن انسان و دام هایی می شود که محصولات دامی آن ها نیز بخشی از غذای جامعه انسانی را تشکیل می دهند. استنشاق هوای آلوده به مواد رادیواکتیو نیز باعث ورود این مواد به بدن انسان ها و گسترش آلودگی داخلی افراد به مواد رادیواکتیو می شود

پرتوهای کیهانی

یعنی پرتوهایی که از خورشید و سایر اجرام آسمانی به زمین می رسند در مسیر خود و حین عبور از لایه های مختلف جذب می شوند. بنابراین هر چه به سطح زمین نزدیک تر می شویم مقدار این پرتوها کمتر می شود به طوری که در سطح دریا، این پرتوها کمترین مقدار خود را دارند.

- فردی که در سطح دریا در حال قدم زدن است فقط ۰.۰۳ میکروسیورت در ساعت کسبه کسبه دریافت می کند.
- فردی که در شهری با ارتفاع ۳ کیلومتر از سطح دریا زندگی می کند، در هر ساعت از عمر خود در معرض ۰.۱ میکروسیورت پرتو قرار دارد.
- کوهنوردانی که در رشته کوه های هیمالا، به کوه‌های ۸۰۰۰ متر می‌روند، یک میکروسیورت در ساعت پرتو دریافت می کنند.
- مسافری که در جت، پرواز با هواپیماهای مسافربری در ارتفاع ۱۱ کیلومتری از سطح دریا هستند ۵-۶ کیلویی که در ارتفاع ۱۵ کیلومتری از سطح دریا در حال پروازند، ۱۰ میکروسیورت در ساعت پرتو می گیرند.





بخشی از پرتوها، منشأ زمینی دارند. این پرتوها ناشی از تبدیل مواد رادیواکتیو موجود در خاک به گاز رادون^{۱۳۱} هستند که خود نیز دارای اثرات یونیزان می باشد. بررسی هایی که روی خاک نقاط مختلف جهان انجام شده است نشان می دهد که میزان گاز رادونی که در مناطق مختلف از خاک ساطع می شود متفاوت است.

شکل بالا که منبع آن نیز پایگاه اینترنتی آژانس بین المللی انرژی اتمی است راه های نفوذ گاز رادون به داخل ساختمان های مسکونی را نشان می دهد که به ترتیب از سمت راست عبارتند از: ۱) حفره هایی که ممکن است لایه دیوارها وجود داشته باشند، ۲) فضاهای خالی و سوراخ ها، ۳) دیوارهای سنگی، ۴) کف چوبی، ۵) ترک های دیوار، ۶) اتصالات ساختمانی، ۷) کف بتونی، ۸) سقف (در اثر وزش باد و...)،

۱-۲-۳ گاز رادون، تهدیدی برای سلامت عمومی

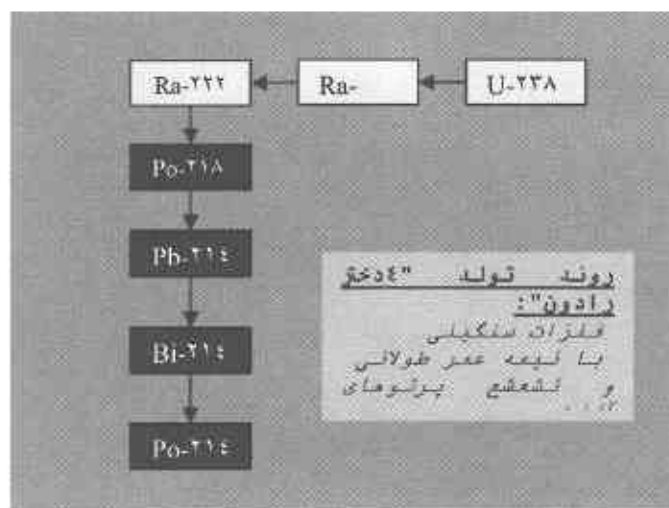
گاز رادون، یک گاز بی رنگ و بی بو است که در دسته گازهای خنثی قرار دارد. گازهای خنثی، گازهایی هستند که وارد واکنش یا هیچ ماده ای نمی شوند. این گاز، یکی از رایج ترین منابع رادیواکتیو مورد مواجهه در سطح جامعه است. رادون، یک گاز خنثی است که در زنجیره های شکافت اورانیوم-۲۳۸ تولید می شود. اورانیوم-۲۳۸ نیمه عمری طولانی دارد و در سنگ ها، صخره ها و خاک مناطق مختلف جهان به صورت منتشر یا متمرکز وجود دارد. گاز رادون در مسیر تجزیه و شکافت هسته ای خود، ۴ فلز سنگین تولید می کند که نیمه عمر کوتاهی دارند و به آن ها "دختران رادون"^{۱۳۲} گفته می شود. این دختران رادون قابل اشتقاق بوده و در درخت تراکتوبرانکیال رسوب می کنند.

^{۱۳۱} Radon gas

^{۱۳۲} Radon Daughters

چون، رادون گاز است می تواند در حفره ها و فضاهای خالی ساختمان نفوذ کرده و باقی بماند با پیشرفت واکنش های تجزیه هسته ای، دختران رادون ایجاد می شوند و تجمع پیدا می کنند اما مهم ترین منبع برای تولید گاز رادون، خاکی است که حاوی مقادیر قابل توجهی اورانیوم باشد. ممکن است سنگ هایی که به عنوان زیربنای یک ساختمان مورد استفاده قرار می گیرند، حاوی مواد رادیواکتیو باشند. در این صورت تشعشعات ماده رادیواکتیو ساکنان آن ساختمان را مورد تابش قرار خواهند داد با پر کردن ترک های کف زمین در ساختمان ها و برقراری تهویه مناسب در ساختمان می توان مواجهه با گاز رادون را کاهش داد.

چون رادون گاز است به راحتی وارد ریه ها می شود و می تواند اثرات سرطان زایی قابل توجهی را به همراه داشته باشد به طوری که بررسی های انجام شده نشان داده اند که استنشاق گاز رادون حاصل از تجزیه اورانیوم توسط کارگرانی که در معادن اورانیوم کار می کنند باعث شده است که شیوع سرطان ریه در این کارگران افزایش یابد. بررسی های دیگری در ایالات متحده نشان داده اند که حدود ۱۵ هزار مرگ ناشی از سرطان ریه در اثر استنشاق گاز رادون در داخل ساختمان ها رخ می دهد^{۱۳}. بنابراین باید دوباره تأکید نمود که مواجهه با رادون، یک مشکل سلامت عمومی است.



^{۱۳} little JB: what are the risks of low-level exposure to a radiation from radon? Proc Natl Acad Sci USA ۲۴:۵۹۹۶, ۱۹۹۷

مثال: ایالات متحده^{۱۲۷}

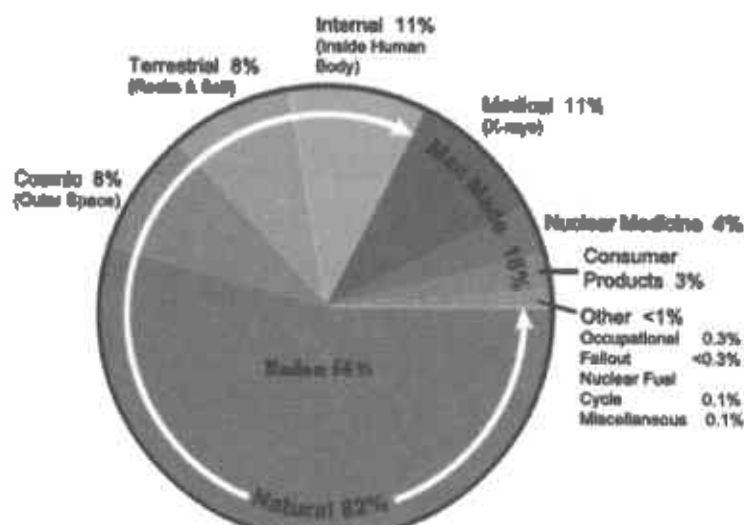
بررسی های کمی انجام شده در ایالات متحده نشان داد:

"از ۲۰۰۰ پرتوهایی که هر فرد در طول زندگی خود دریافت می شود

۳۸٪ از منابع طبیعی و ۶۲٪ از منابع مصنوعی دریافت می شوند"

به طور کلی:

- مهم ترین منبع طبیعی سطح کشته شده زمین است و ۵۵٪ کل اشعه های دریافتی هر فرد در طول زندگی خود مربوط به پرتوهایی است که او از زمین دریافت می کند.
- ۱٪ کل اشعه های دریافتی دیگر از منابع طبیعی داخل بدن هر فرد هستند.
- ۳۹٪ کل اشعه های دریافتی از بررسی های تشخیصی پزشکی که فرد در طول عمر خود انجام داده است. مانند عکس های دندانپزشکی، ارتوپدی و ... است.
- ۳۸٪ کل اشعه های دریافتی از پرتوهای گیتی دریافت شده اند.
- ۵٪ دیگر اشعه خد از خاک و سنگ های محیط پیرامون سطح شده اند.
- ۲٪ کل اشعه های دریافتی در جریان مشغولیت پزشکی هسته این توسط بدن جذب شده اند.
- ۲٪ اشعه خد توسط غذا وارد بدن می شوند.
- کمتر از ۱٪ پرتوها در اثر مواد رادیواکتیو، مواجهه با گرد و غبارهای آلوده، سوخت های هسته ای و ... وارد بدن می شوند.



Sources of Radiation Exposure in the U.S. Population

^{۱۲۷}Dennis Confer, Nelson Chao, Daniel Weisdorf, David Weinstock, NMDP Radiation Training, CME Information The Medical College of Wisconsin, The original release date is May ۱, ۲۰۰۷. The termination date is May ۱, ۲۰۰۸.

۳-۳ تفاوت "آلودگی" و "مواجهه"

تشریح تفاوت بین دو مفهومی که به طور رایجی مورد استفاده قرار می گیرند ولی تفاوت های اساسی با هم دارند برای تک تک کارکنان بخش اورژانسی که قرار است مسئولیت مراقبت از قربانیان یک حادثه هسته ای را بر عهده داشته باشند، بسیار ضروری است. (میلر ۱۹۸۶). این دو مفهوم عبارتند از:

• آلودگی یا Contamination: آلودگی به یک ماده رادیواکتیو یعنی این که ماده رادیواکتیو در جایی قرار گیرد که

نباید باشد. خارج شدن عمدی یا غیر عمدی مواد رادیواکتیو از محفظه های مخصوص حمل و نگه داری آن ها و قرار گرفتن آن ها در هر جایی در خارج این محفظه های استاندارد در واقع منجر به آلودگی شده است. بنابراین یک آلودگی، می تواند مکانی باشد. مثلاً زمانی که به دلایلی مثل فرسودگی، یک محفظه دستگاه رادیولوژی قدیمی یک بیمارستان که در انبار مخروبه آن به حال خود رها شده باشند، چشمه ماده رادیواکتیو از محفظه خود خارج شود محیطی را که در آن افتاده است آلوده کرده، اما اگر کسی، تصادفی، وارد این انبار تصادفی شده و به این ماده رادیواکتیو دست بزند یا به نحوی با آن برخورد داشته باشد، آلودگی انسانی نیز رخ داده است. حالا اگر این فرد چشمه ماده رادیواکتیو را برداشته و با خود حمل کند موجب بخش آلودگی خواهد شد.

آلودگی افراد بیشتر به صورت آلوده شدن پوست بدن یا لباس های آن ها رخ می دهد. اگر پوست بدن فرد دچار خراشیدگی یا زخم باشد چون سد دفاعی پوست عملاً به هم ریخته است، زمینه را برای ورود ماده رادیواکتیو به داخل بافت های عمقی تر و خون را بهتر و بیشتر فراهم می سازد.
بر اساس این تعریف، اگر ماده رادیواکتیو :

وارد هوایی شود که نباید در آن باشد، آن هوا را آلوده کرده. اگر این هوای آلوده توسط کسی مورد تنفس قرار گیرد آن فرد را دچار آلودگی استنشاقی خواهد کرد.

وارد غذا یا آب شده و خورده یا نوشیده شود، منجر به آلودگی داخلی با ماده رادیواکتیو خواهد شد چنین سناریویی در دو صورت رخ می دهد. یکی زمانی که اختلاط ماده رادیواکتیو یا مواد غذایی به صورت تصادفی رخ داده باشد مثلاً ماده رادیواکتیو وارد منبع آشامیدنی یک منطقه شود یا وارد آب های کشاورزی شود یا وارد غذای فردی شده و خورده شود و دیگری زمانی که برای آسیب رساندن عمدی به کسی یا در حملات تروریستی برای آسیب رساندن به مردم یک منطقه ماده رادیواکتیو به آب یا غذای مورد استفاده افزوده شود.

در رویکرد به فردی که دچار آلودگی با مواد رادیواکتیو شده است دو وظیفه اساسی بر عهده کارکنان بهداشتی-درمانی می باشد:

۱. جلوگیری از انتشار آلودگی به هر طریق ممکن
۲. آلودگی زنجیری سریع و صحیح فرد آلوده شده : در آلودگی زدایی یک فرد آلوده، در آوردن لباس های قربانی بیشترین سهم را در آلودگی زدایی بیمار خواهد داشت، در واقع بخش عمده ماده رادیواکتیو آلوده کننده فرد با لباس های او تماس پیدا کرده اند مگر در موارد خاصی که مثلاً در محیط های شغلی، کارگران یا افراد ناآگاه با دست بدون دستکش اقدام به جابجایی مواد رادیواکتیو کرده و مستقیماً پوست بدن خود را در تماس با مواد رادیواکتیو قرار داده باشند.

توجه داشته باشید که افراد دچار آلودگی به مواد رادیواکتیو می توانند برای محیط بیمارستان و کارکنان آن خطرساز باشند. حداقل خطر این افراد در محیط بیمارستانی این است که می توانند محیط و کارکنان بیمارستان را آلوده سازند.

• مواجهه یا Exposure: در مواجهه یک فرد با مواد رادیواکتیو هیچ نوع تماس فیزیکی با ماده رادیواکتیو وجود ندارد.

منبع اشعه ای که فرد در معرض تابش آن قرار گرفته است می تواند یک شتاب دهنده خطی، دستگاه اشعه ایکس یا یک چشمه ماده رادیواکتیو باشد. در مواجهه، در واقع فقط پرتوها با فرد برخورد کرده، توسط بافت های بدن او جذب

شده یا از آن رد می شوند. این پرتوها، با انتقال انرژی خود به ملکول های تشکیل دهنده بافت های مختلف بدن فرد، اثرات بیولوژیک خود را روی او اعمال کرده و از بین می روند بنابراین فردی که فقط در معرض مواجهه قرار گرفته است مانند کسی است که به علت شکستگی احتمالی استخوان های دست به منظور تأیید تشخیص، یک عکس رادیولوژی برای او درخواست شده باشد. دست چنین فردی در معرض اشعه ایکس قرار می گیرد (مواجهه) اما اشعه ایکس را با خود حمل نمی کند (به آن آلوده نمی شود). بنابراین چنین فردی نمی تواند برای کارکنان بیمارستانی خطری داشته باشد.

یک مثال کلاسیک که برای توصیف تفاوت بین این دو اصطلاح "آلودگی" و "مواجهه" مثال "اشعه آفتاب" است. هر روز اشعه نوری خورشید به ما می تابد (ما با پرتوهای نوری خورشید مواجه می شویم) اما هیچ گاه نمی توانیم این اشعه ها را با خود حمل کنیم.

توجه داشته باشید که آلودگی به یک ماده رادیواکتیو می تواند با چشم دیده شود یا نشود. یک مثال خوب در این زمینه می تواند مثال "کلاس درس" باشد. کلاس درسی را در نظر بگیرید که در آن از گچ و تخته سیاه استفاده می شود. معلم این کلاس گچ را در دست می گیرد پس با گچ تماس مستقیم دارد (آلودگی). پوست دست معلم آلوده به گچ می شود. تماس گچی که در دست معلم است با لباس های او، منجر به آلودگی لباس او نیز می شود. گرد و غبار گچ نیز روی لباس معلم می نشیند و آلودگی پوست و لباس را افزایش می دهد. او از هوایی تنفس می کند که آلوده به گرد و غبار گچ است، استنشاق این هوای آلوده منجر به آلودگی داخلی از راه تنفس می شود اگر لیوان آبی روی میز معلم باشد نیز با این گرد و غبار آلوده شده و خوردن آب آن منجر به آلودگی داخلی از طریق خوردن (بلع) می شود. حال اگر دانش آموزان کلاس را در نظر بگیرید خواهید دید که هر دانش آموز نیز بسته به فاصله ای که از تخته سیاه دارد از طریق نشستن گرد و غبار گچ روی لباس خود، دچار آلودگی خارجی شود. اگر معلم برای حل کردن تمرینات درسی از دانش آموز بخواهد که پای تخته برود او با در دست گرفتن گچ تماس مستقیم پوستی با گچ پیدا کرده و به این ترتیب باز هم بر آلودگی خارجی او افزوده خواهد شد. دانش آموزان نیز مانند معلم از هوای کلاس تنفس می کنند که آلوده به گرد و غبار گچ است پس در معرض خطر آلودگی داخلی نیز قرار دارند.

تذکر: توجه داشته باشید همان طور که ممکن است گرد و غبار گچی که روی لباس معلم و دانش آموزان نشسته است به چشم دیده نشود، آلودگی به ماده رادیواکتیو نیز ممکن است با چشم دیده نشود. به همین دلیل تعیین آلودگی یا عدم آلودگی یک نفر به مواد رادیواکتیو باید با استفاده از دستگاه های خاص نشانگر استفاده شود.

"میزان مواجهه"، "میزان آلودگی" و "تعداد افراد درگیر در حادثه" جزء مقیاس های سنجش وسعت یک حادثه و آسیب پرتوی می باشند.

در زمینه راه ها و روش های کاهش مواجهه و آلودگی با مواد رادیواکتیو باید به نکات زیر اشاره کرد: کارکنان بیمارستانی معمولاً با روش های پیشگیرانه خاصی برای پیشگیری از ورود عوامل عفونی به بدن خود آشنا هستند. آن ها در برخورد با هر بیمار عفونی، ماسک می زنند و دستکش می پوشند سعی می کنند با ترشحات بدن او تماس نداشته باشند و از هر گونه تماس فیزیکی غیر ضروری با او و حتی وسایلش خودداری می کنند.

این "پیشگیری های عمومی" می توانند به خوبی راه انتشار آلودگی های رادیواکتیو را سد نمایند. بنابراین کافی است به کارکنان خود آموزش دهید که در برخورد با هر بیماری که دچار "آلودگی" به موارد رادیواکتیو است باید همان احتیاط های عمومی را در نظر داشته و به کار گیرند. معمولاً به کار بردن همین احتیاط ها برای جلوگیری از گسترش آلودگی ها، کارایی مناسب را خواهند داشت.

در مورد "مواجهه"، اوضاع کمی پیچیده تر است. برای کاهش میزان مواجهه هر فرد با مواد رادیواکتیو باید سه عامل زیر را کاهش داد:

۱. زمان مواجهه: هر چه مدت زمان مواجهه با مواد رادیواکتیو بیشتر باشد میزان مواجهه نیز بیشتر خواهد بود.
۲. فاصله با منبع: هر چه فرد به منبع تشعشع نزدیک تر باشد میزان مواجهه آن با اشعه بیشتر خواهد بود.

۳. حفاظت های مورد استفاده: هر چه لایه های مسدود کننده مسیر عبور پرتوها بیشتر باشد میزان مواجهه کمتر خواهد شد اگر کسی در یک اتاق دیگر باشد، در مقایسه با کسی که در اتاق منبع تشعشع حضور دارد، واقع شدن دیوار می تواند میزان مواجهه او با پرتوها را به شدت کاهش دهد

۳-۴ اثرات بیولوژیک

۳-۴-۱ مکانیزم اثرات بیولوژیک پرتوها بر بدن

اثرات بیولوژیک پرتوها در بدن در سطح سلولی رخ می دهند. وقتی پرتوها با اتم ها برخورد می کنند، انرژی خود را به اجزای ساختمانی اتم منتقل می کنند. خارجی ترین و در دسترس ترین اجزای ساختمانی اتم ها، الکترون ها هستند. الکترون ها با دریافت انرژی از مدار حرکت خود خارج شده و وارد لایه های دیگر انرژی می شوند. به این ترتیب، برانگیختگی الکترون ها و جابه جایی یا کنده شدن آن ها از اتم، اتم را یونیزه می کند. این یونیزاسیون در اتم ها، ساختار و ویژگی های ملکول های مختلف موجود در سلول های بدن مانند ملکول های DNA و ماکروملکول های دیگر را تغییر داده و منجر به بروز آسیب در ساختارهای داخل خواهد شد (۱ و ۲). دوز پرتویی که با سلول برخورد می کند تأثیر مستقیم بر نوع اثرات آن دارند.

- در دوزهای کشته شده، برخورد پرتو مستقیماً منجر به مرگ فوری سلول می شود. (۳)
 - در دوزهای کمتر از دوز کشته شده، عملکردهای حساس سلول مانند مراحل مختلف چرخه میتوزی، رشد و نمو، نقوذپذیری دیواره ای و حرکت سلول مختل خواهند شد. در این دوز ها معمولاً بیمار دچار علائم و نشانه های مواجهه با پرتوهای یونیزان خواهد شد (۳).
- در دوزهایی از پرتو که کمتر از دوز ایجاد کننده علامت هستند، اگر چه بیمار هیچ علامت و نشانه بالینی را نشان نخواهد داد، پاسخ ایمنی او تغییر کرده و به اثرات سلح های بیولوژیک شیمیایی حساس خواهد بود (۳).
- اثر پرتوها در داخل سلول به دو صورت خواهد بود:

- ۱- مستقیم: آسیب ناشی از برخورد مستقیم مقدار قابل توجهی پرتو با سلول که غیر قابل ترمیم است و در اثر آن سلول می میرد. اگر مقدار پرتو کمتر باشد می تواند با ایجاد اختلال در روند تقسیم سلولی، منجر به آسیب های پایدار در ساختار یا فعالیت های سلول یا هر یک از اجزای آن شده و سوء عملکرد سلول را به دنبال داشته باشد. (۱ و ۳)
- ۲- غیر مستقیم: این نوع از اثر پرتو ها ناشی از واکنش پرتو با ملکول های آب داخل سلول های بدن است. پرتوها با انتقال انرژی خود به ملکول های آب، این بار باعث پوینزه شدن ملکول های آب بدن شده و به این ترتیب ملکول های ناپایدار و رادیکال های آزاد سمی تولید می کنند که به نوبه خود برای DNA و سایر ماکروملکول های حیاتی سلول ها، آسیب رسان هستند. (۱ و ۳)

انواع آسیب سلولی ناشی از پرتوهای یونیزان	
مستقیم	غیر مستقیم
ناشی از پوینزه شدن خود ملکول های حیاتی داخل سلول مانند DNA	ناشی از پوینزه شدن ملکول های آب و تولید رادیکال های آزاد آسیب رسان

آسیب های سلولی در همان لحظه برخورد پرتو با سلول ایجاد می شوند اما تظاهرات بالینی آن با تأخیر بروز خواهند کرد. مدت زمان این تاخیر بستگی به نوع سلول آسیب دیده دارد.

- سلول هایی که طول عمر کوتاهی دارند مانند سلول های خونی به سرعت از بین می روند بنابراین قبل از جایگزین شدن سلول های جدید بیمار دچار مشکل خواهد شد.

- سلول‌هایی که طول عمر بلندتری دارند مانند سلول‌های عدسی چشم ممکن است عوارض ناشی از آسیب خود را بعد از چند سال نشان دهند.

۳-۴-۲ حساسیت پرتوی ۱۳۵

اصطلاحی است برای توصیف پاسخ یافت‌های مختلف بدن در برخورد با پرتوهای یونیزان. یک قانون کلی وجود دارد مبنی بر این که: "سلول‌هایی از بدن که تمایز کمتری دارند و سلول‌هایی که طول عمر کوتاه‌تر و سرعت تقسیم بیشتری دارند در برابر اثرات مخرب پرتوها آسیب‌پذیری بیشتری دارند." سلول‌هایی که تکثیر بیشتر و سریع‌تری دارند مانند سلول‌های خونی و سلول‌های دستگاه گوارش و سلول‌های دستگاه‌های تناسلی حساسیت بیشتری دارند. سلول‌هایی که تقسیم آهسته‌تری دارند مانند سلول‌های عصبی و اسکلتی-عضلاتی حساسیت و آسیب‌پذیری کمتری از خود نشان می‌دهند. (۱)

میزان حساسیت پرتوی سلول‌ها در برخورد با پرتوهای یونیزان			
زیاد		کم	
نوع	سلول‌هایی که تمایز کمی دارند	نوع	سلول‌هایی که تمایز زیادی دارند
	سلول‌هایی که طول عمر کوتاه‌تری دارند		سلول‌هایی که طول عمر بلندتری دارند
	سلول‌هایی که تکثیر سریع‌تری دارند		سلول‌هایی که تکثیر کمتری دارند
مثال	سلول‌های خونی	مثال	سلول‌های عصبی
	سلول‌های دستگاه گوارش		سلول‌های اسکلتی-عضلاتی
	سلول‌های دستگاه‌های تناسلی		سلول‌های عدسی چشم

مصدومی که با دوز کثنده پرتو برخورد داشته باشند معمولاً فوری کشته شده یا به شدت دچار عوارض گرمایی و موج انفجار هسته‌ای خواهند بود. بهبود یک دستگاه بدن بعد از آسیب پرتوی، زمانی امکانپذیر است که تعداد کافی از جمعیت سلول‌های بنیادی مربوط زنده مانده باشند. اگر چه در سلول‌های سوماتیک امکان بهبود کامل وجود دارد اما امکان بروز اثرات دیررس به دنبال آسیب پرتوی در آن‌ها بیشتر است. (۲)

۳-۴-۳ اثرات قطعی و اثرات احتمالی پرتوها

وقتی فردی در مواجهه با پرتوهای یونیزان قرار می‌گیرد، تغییراتی در بدن او رخ می‌دهند که در نهایت منجر به بروز علائم و نشانه‌های بالینی در او می‌شوند. این علائم و نشانه‌ها می‌توانند بلافاصله یا در فاصله زمانی کوتاهی از دریافت پرتوها بروز نمایند یا به آهستگی رخ داده ولی به نسل‌های بعدی بیمار هم منتقل شوند. سندرم رادیاسیون حاد، که به تظاهرات حاد مسمومیت یا پرتوها اشاره دارد، در واقع مجموعه‌ای از علائم و نشانه‌هایی است که به دنبال مواجهه در پرتوها در یک فرد رخ داده و در نهایت می‌تواند بر اساس شدت خود، فرد را از بین ببرد. اما اگر کسی دچار سندرم رادیاسیون حاد شود و بهبود پیدا کند، این سندرم عارضه‌ای که به نسل بعدی وی قابل انتقال باشد بر جای نخواهد گذاشت. این در حالی است که جهش‌های ژنتیکی و اثرات سلولی-سلکولی ناشی از پرتوهای یونیزان می‌توانند آسیب‌هایی را در ساختار DNA فرد ایجاد کنند که در نسل‌های بعدی خود را بروز دهند.

افرات بیولوژیک پرتوها بر اساس دوز دریافتی		
کمتر از ۱ دهم گری	اثر قابل توجهی ندارد	-
یک دهم تا دو دهم گری	افزایش قابل توجه در شکست های کروموزومی	بدون علائم و نشانه های بالینی
بیشتر از دوازده صدم گری	کاهش تعداد اسپرم های فرد در عرض ۴۵ روز	
نیم گری و بیشتر از آن	اختلالات قابل کشف مغز استخوان همراه با لنفوبیتی	
یک گری و بیشتر	استفراغ	
یک و نیم گری	احتمال مرگ	

۳-۴-۴ سندرم رادیاسیون حاد

وقتی که کل بدن، در معرض تابش پرتوهای یونیزان قرار بگیرد، چه منبع تشعشع پرتوها، داخل بدن باشد و چه خارج بدن، باعث بروز علائم و نشانه هایی در فرد می شود که روی هم رفته، به آن ها "سندرم رادیاسیون حاد" یا "مسمومیت با پرتو" گفته می شود.

عنت اصلی بروز این سندرم حاد، کاهش قابل توجه در سلول های بنیادی نابالغ در بافت های پارانشیمی بدن است. بیشتر اطلاعات فعلی ما در مورد این سندرم مربوط به قربانیان حوادث هیروشیما و ناگازاکی و چرنوبیل می باشد.

برای این که تابش پرتوهای یونیزان منجر به بروز سندرم رادیاسیون حاد در فردی شود باید:

دوز پرتو قابل توجه باشد (برخی مراجع دوز بالای ۷ دهم گری را لازم دانسته اند).

پرتو باید به ارگان های داخلی بدن رسیده باشد. بنابراین پرتوهایی مانند پرتوهای ایکس، گاما و پرتوهای نوترونی می توانند منجر به بروز این سندرم در قربانیان شوند.

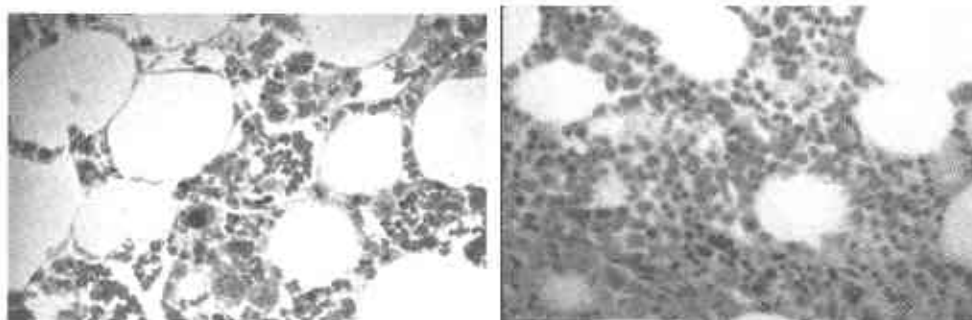
کل بدن یا قسمت قابل توجهی از آن در معرض تابش پرتو قرار گرفته باشد.

بدن فرد، مقدار زیادی انسداد را در مدت زمان کوتاهی دریافت نماید.

سندرم رادیاسیون حاد دارای ۳ جزء کلاسیک می باشد که عبارتند از:

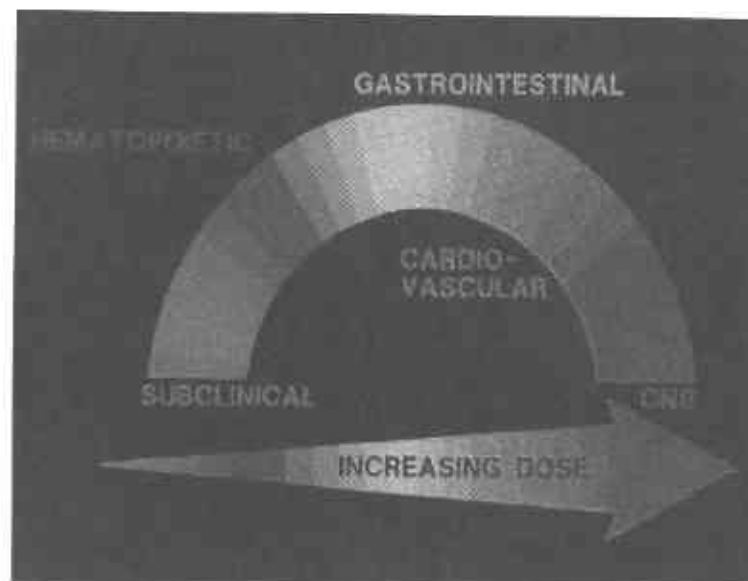
- سندرم سیستم خون ساز: گاهی اوقات، به این سندرم، سندرم هماتوپوئیک یا سندرم سیستم خون ساز هم گفته می شود. دوز مورد نیاز برای ایجاد این سندرم، بین ۷ دهم گری تا ۱۰ گری می باشد. اما دوزهای پایین تر پرتو نیز می توانند علائم و نشانه های این سندرم را ایجاد نمایند. با توجه به این که بروز تغییرات در مغز استخوان، زودتر از سایر تغییرات است و در عمل هم، خود را، به صورت کاهش تعداد لنفوسیت ها که اندازه گیری آن ها بسیار ساده است، نشان می دهد؛ در حال حاضر اندازه گیری مکرر تعداد لنفوسیت های خون محیطی در فواصل زمانی استاندارد، به عنوان ابزاری برای پی گیری وضعیت بیمار، از لحاظ سیر سندرم رادیاسیون حاد، مورد استفاده قرار می گیرد. ممکن است بیمار، تغییراتی را در سایر سلول های خونی خود نیز نشان دهد؛ اما این تغییرات (مثلاً در تعداد نوتروفیل ها یا پلاکت ها)، هر چند در برخی موارد نیاز به مداخلاتی مانند تزریق پلاکت نیز پیدا می کنند، جنبه کاربردی ندارند.

شکل سمت راست یک مغز استخوان طبیعی و شکل سمت چپ یک مغز استخوان دچار آسیب پرتوی را نشان می دهد.



• سندرم گوارشی: برای این که این سندرم، به طور کامل، در یک فرد بروز نماید، لازم است آن فرد در معرض حداقل ۱۰ گری پرتو قرار گرفته باشد. اما دوزهای حدود ۶ گری هم می توانند برخی از علائم و نشانه های این بیماری را ایجاد نمایند. اگر بیماری، دچار این سندرم شده باشد، احتمال زنده ماندن او بسیار کم خواهد بود. آثار تخریبی پرتوها در اعضای گوارشی می توانند خود را به صورت بی اشتها، تهوع و استفراغ نشان داده و در نهایت منجر به بروز عفونت، دهیدراتاسیون و اختلالات الکترولیتی گسترده در فرد شوند. به همین دلیل، همیشه در برابر بیماران پرتودیده و مراقبت از آن ها - در زمان اخذ شرح حال، معاینه فیزیکی و درمان - باید پرسش های دقیقی درباره شدت و سرعت بروز تهوع استفراغ و اسهال از بیمار پرسیده شود. در این بیماران، از اندازه گیری سریال وزن بدن به عنوان یک ابزار عینی بی گیری وضعیت بالینی از نظر هیدراتاسیون، استفاده می شود. یکی از مهم ترین دلایل این امر، این است که ممکن است تعداد نسبتاً زیادی مصدوم پرتودیده را به طور همزمان برای دریافت مراقبت به یک مرکز درمانی منتقل نمایند و در چنین شرایطی، این امکان وجود ندارد که بتوان وضعیت هیدراتاسیون تک تک بیماران را یا استفاده از اندازه گیری مکرر برون ده ادرای کنترل و پی گیری نمود.

• سندرم قلبی - عروقی / عصبی: این سندرم، در بیشتر موارد، در دوز بالای ۵۰ گری رخ می دهد. اما دوزهای حدود ۲۰ گری هم می توانند منجر به بروز برخی از علائم و نشانه های این سندرم، در بیمار شوند. اگر بیماری، این دوز از اشعه را دریافت کرده باشد و علائم و نشانه های این سندرم را نشان دهد، به احتمال بسیار زیاد در عرض ۳ روز از بین خواهد رفت. در بیشتر این بیماران، درگ، ناشی از کلاپس قلبی - عروقی می باشد. اهمیت کاربردی بروز این سندرم، می تواند این باشد که در مواردی که یک حادثه پرتوی در مقیاس وسیعی رخ داده و قربانیان زیادی دارد، بیمارانی که دچار نشانه های این سندرم هستند (مثلاً کاهش سطح هوشیاری پیدا کرده اند) از اولویت کمتری در تخصیص منابع و مراقبت ها برخوردار می یابند.

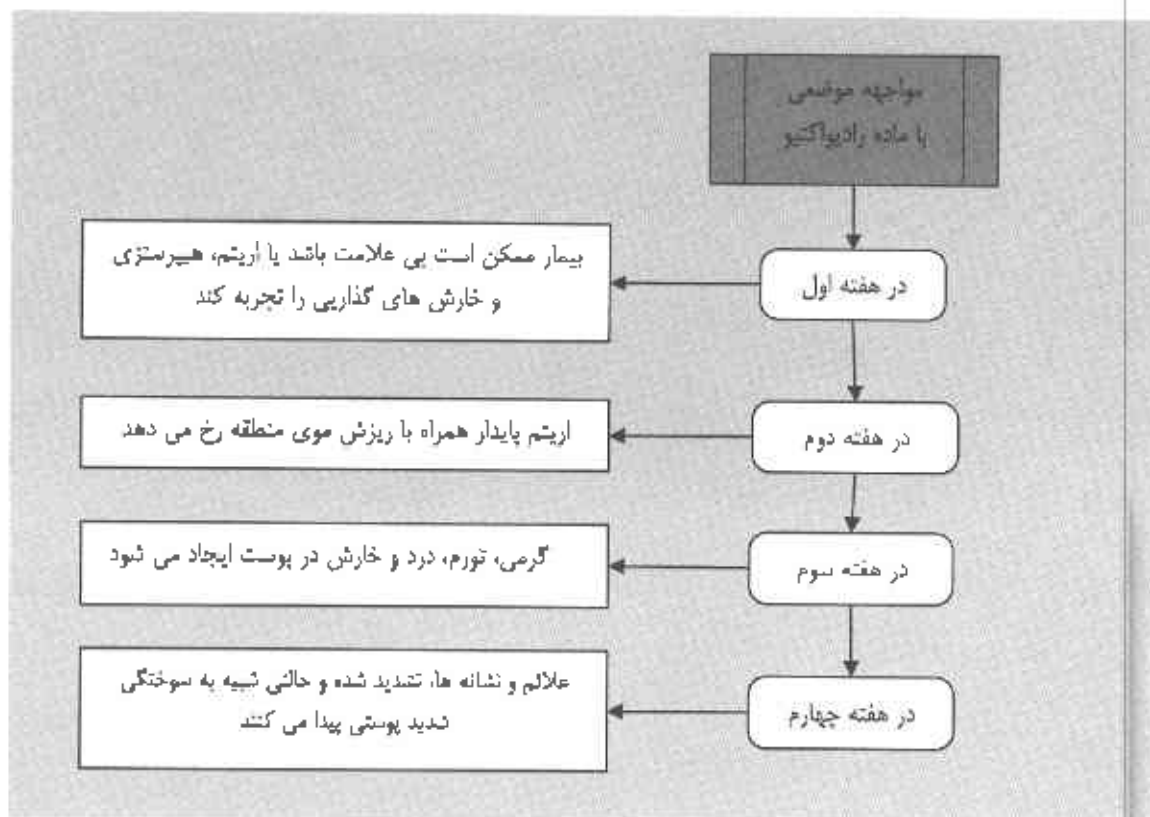


مراحل چهارگانه سندرم رادیاسیون حاد

۱. مرحله پرودرومال: علائم کلاسیک این مرحله، شامل تهوع، استفراغ، بی اشتها و اسهال می باشند. شدت و سرعت بروز علائم، بستگی به دوز پرتو دریافتی دارد و ممکن است در عرض چند دقیقه تا چند روز بعد از دریافت پرتو رخ دهد.
۲. مرحله نهفته: در این مرحله، ممکن است بیمار برای چند ساعتی احساس بهتری داشته باشد این دوره نهفته می تواند تا چند هفته هم طول بکشد.
۳. بروز تظاهرات: در این مرحله، سندرم های اختصاصی سه گانه (مغز استخوان، گوارشی، قلبی-عصبی) رخ خواهند داد.
۴. بهبود یا مرگ: بیشتر بیمارانی که رو به بهبود می روند، در عرض چند هفته یا چند ماه خواهند مرد.

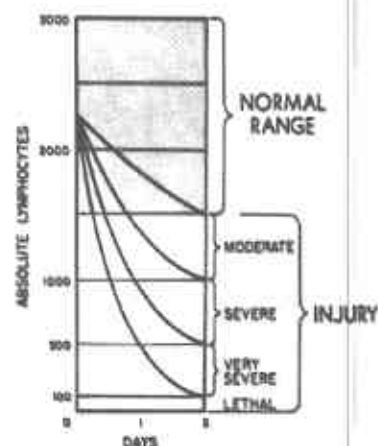
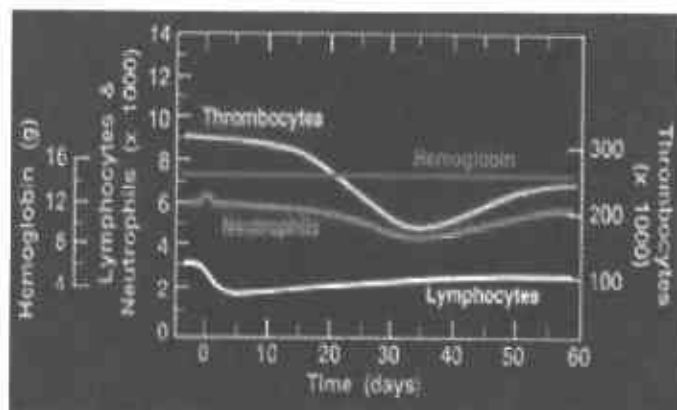
آسیب پرتوی موضعی^{۱۳۶}: این نوع از آسیب پرتوی، رایج ترین شکل آسیب های پرتوی را تشکیل می دهد و در آن، بخشی از یکی از اندام های بدن، در معرض ماده رادیواکتیو قرار گرفته است. در این موارد، بروز علائم و نشانه های سیستمیک در بدن بسیار نادر بوده و در اغلب اوقات آنچه به جا می ماند، یک آسیب موضعی به پوست و بافت های زیر جلدی، در همان منطقه مواجهه است. ممکن است به ندرت تماس زیاد عضو آسیب دیده یا ماده رادیواکتیو، منجر به بروز آسیب در مغز استخوان اندام مربوط شده و علائم و نشانه های سندرم رادیاسیون حاد را در بیمار ایجاد نماید. این که چه سطحی از پوست درگیر شود و درگیری چه شدتی داشته باشد بستگی به دوز ماده رادیواکتیو دارد. سیر بروز علائم و نشانه ها در این موارد از جنول زمانی زیر تبعیت می کند و در واقع ناشی از آسیب به سلول های لایه زایای پوست و بروز التهاب در پوست می باشد.

^{۱۳۶} Local radiation injury



اهمیت تعداد لنفوسیت ها

با توجه به سیر بروز تغییرات و علائم و نشانه های بالینی ناشی از اثرات بیولوژیک پرتوها، تعداد لنفوسیت های خون محیطی به عنوان شاخصی از دوز پرتوهای دریافتی فرد و سیر آسیب ها در بدن او، یک ابزار بسیار کاربردی به حساب می آید. بنابراین، در عمل، در فرایند رسیدگی و مراقبت از بیمار، مهم ترین معیار برای ارزیابی وضعیت بیمار شمارش تعداد لنفوسیت هاست که با استفاده از نمودار زیر می توان تغییرات آن را در بدن فرد دنبال نمود.

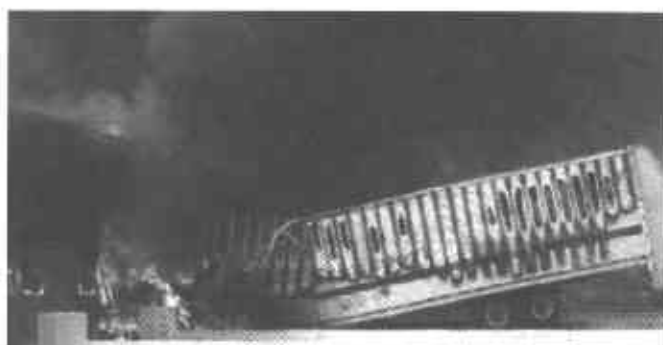


References:

۱. www.iaea.org
۲. www.icrp.org
۳. www.unscear.org
۴. www.nea.fr/europa.ca.int/comm/energy/nuclear
۵. http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_and_radiation_accidents
۶. Judith E Tintinalli, emergency medicine: a comprehensive guide, ۲۰۰۲, McGraw-Hill, USA
۷. Peter Rosen, emergency medicine, ۲۰۰۶, Mosby, USA
۸. AD Wixon, J Barraclough, MJ Clark Radiation, people and the environment printed by IAEA, Austria, ۲۰۰۲ division of radiation and waste safety
۹. ATOMIC ENERGY AGENCY, Method for Developing Arrangements for Response to a Nuclear or Radiological Emergency, Updating IAEA-TECDOC-۱۵۲, EPR-Method, ۲۰۰۲
۱۰. Generic Procedures for Assessment and Response During a Radiological Emergency, IAEA-TECDOC-۱۱۶۳, ۲۰۰۵
۱۱. Harrison's Principles of Internal Medicine ۱۶th Ed.-۲۰۰۵
۱۲. Goldman: Cecil Textbook of Medicine ۲۲nd Ed.-۲۰۰۲
۱۳. Feldman: Sleisenger and Fordtran's Gastrointestinal and Liver Disease ۷th Ed.-۲۰۰۲

بخش چهارم

انواع حوادث پرتوی



اهداف فصل

- آشنایی با انواع مختلف حوادث پرتوی
- آشنایی با سطوح مختلف خطرات و تهدیدات ناشی از حوادث پرتوی

۱-۴ انواع حوادث پرتوی

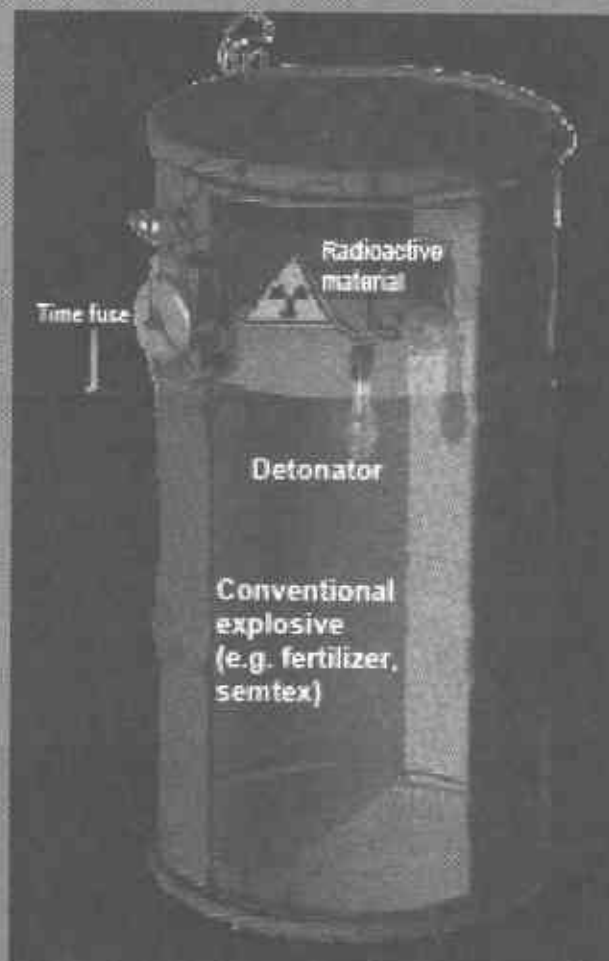
۱-۱-۳ حوادث عمدی

حوادث عمدی حوادثی هستند که توسط گروه های تروریستی و به منظور وارد آوردن آسیب های فیزیکی و اجتماعی- روانی ترتیب داده می شوند. از آنجا که فن آوری ساخت سلاح های هسته ای بسیار پیچیده است، این گروه ها نمی توانند رأساً اقدام به ساخت این سلاح ها بکنند بنابراین رو به استفاده از جایگزین هایی می کنند که ساخت آن ها بسیار ساده تر از ساخت سلاح های هسته ای است: "بمب های آلوده"^{۱۲۷}.

ساختار یک "بمب آلوده"

اصطلاح بمب آلوده برای توصیف بمب هایی به کار می رود که در آن ها انفجار اولیه به کمک مواد منفجره معمولی ایجاد می شود اما به این ماده منفجره، یک منبع رادیواکتیو جفت می می تواند حالت پودر هم داشته باشد متصل شده است و با انفجار بمب ماده رادیواکتیو در فضا پخش شده و منجر به آلودگی محیط پیرامون خود می شود. این نوع از بمب ها همان طور که در شکل سمت راست نشان داده شده است دارای قسمت های زیر می باشند:

- یک ساعت زمان معین^{۱۲۸}
- یک متصل کننده جانشی مواد منفجره برای انفجار
- کار
- ماده منفجره
- ماده رادیواکتیو



هر چند در بیشتر موارد میزان آلودگی ایجاد شده به این طریق و اثرات فیزیکی ناشی از آن چندان زیاد نخواهد بود، اما ترس^{۱۲۹} و آسیب های روانی-اجتماعی^{۱۳۰} ناشی از آن می توانند ناتوان کننده باشند به طوری که پاکسازی و آلودگی

^{۱۲۷} Dirty bombs

^{۱۲۸} Timer

زدایی از محیط و کنترل و بررسی افرادی که در محیط بوده اند ممکن است وقت و هزینه قابل توجهی از سیستم های بهداشتی-درمانی و امنیتی-انتظامی را به خود اختصاص دهد.

به جز استفاده از پمپ های کثیف به عنوان یک راه حل ساده، تروریست ها ممکن است به نیروگاه های برقی^{۱۴۱} که برای تأمین انرژی مورد نیاز خود از انرژی هسته ای استفاده می کنند یا مخزن های نگهداری زباله های هسته ای^{۱۴۲} یا هر جای دیگری که در آن منابع مواد رادیواکتیو وجود دارد یا ماین هایی که در حال انتقال چشمه های مواد رادیواکتیو به مراکز پزشکی و صنعتی هستند حمله کنند. آن ها می توانند با تخریب مخزن های نگهداری مواد یا دزدیدن و استفاده های بعدی از این چشمه ها آسیب های فیزیکی و روانی زیادی را متوجه جامعه انسانی سازند.

پمپ های آلوده یکی از انواع حوادثی را ایجاد می کنند که در آن ها از یک ابزار انفجاری برای انتشار مواد رادیواکتیو^{۱۴۳} استفاده شده است.

۴-۱-۲ حوادث تصادفی

۴-۱-۲-۱ بی احتیاطی در مراکزی که دارای منبع رادیواکتیو^{۱۴۴} هستند

هر راکتور هسته ای باید در داخل یک ساختار محافظتی ایمن و قابل اعتماد قرار گرفته باشد تا حتی در صورت بروز یک حادثه، لایه های محافظتی اطراف آن بتوانند بخش عمده پرتوها را مهار نمایند و از نشت مواد رادیواکتیو به خارج راکتور جلوگیری نمایند.

در صورتی که تمهیدات لازم در این زمینه فراهم نشده باشند، خطر نشت مواد رادیواکتیو و آلودگی محیط وجود دارد. داخل رادیاتورهای هر راکتور هسته ای مایع سردکننده^{۱۴۵} جریان دارد که گرمای تولید شده را جذب کرده و دمای محیط را در سطح مشخصی نگه می دارد. اگر این ماده خنک کننده یا رادیاتور راکتور دچار مشکل شوند، افزایش بیش از حد دما باعث می شود دیواره های ظرف اصلی محتوی ماده رادیواکتیو آسیب دیده و ماده رادیواکتیو از داخل محفظه اصلی خود به خارج آن نشت کند. به این نوع از حوادث پرتوی، حوادث "Decay heat" هم گفته می شود.

ماده رادیواکتیو خارج شده در درجه اول کارکنان خود مرکز دارای راکتور را تحت تأثیر قرار می دهد اما کم کم می تواند وارد هوا شده و در مناطق اطراف پخش شود. استنشاق هوای آلوده به گرد و غبار رادیواکتیو منجر به آلودگی داخلی افراد با ماده رادیو اکتیو می شود. اگر ماده رادیواکتیو به سیستم آب رسانی مرکز هسته ای یا مناطق مسکونی راه پیدا کند یا وارد زمین های کشاورزی پیرامون خود شود نیز می تواند آلودگی داخلی به مواد رادیواکتیو در اثر خوردن آب یا غذای آلوده را به دنبال داشته باشد. یکی دیگر از عوارض عمده این نوع حوادث، آسیب های روانی-اجتماعی کوتاه مدت و طولانی مدتی است که بر جای می گذارند. در صورت رخداد چنین حادثه ای، مردم مناطق اطراف، همواره این نیروگاه یا مرکز هسته ای را تهدیدی برای زندگی و سلامت خود و فرزندانشان می بینند.

برای تشریح اهمیت ایمنی راکتور می توان دو حادثه هسته ای مهم را با هم مقایسه نمود:

• حادثه هسته ای چرنوبیل (بدترین حادثه هسته ای جهان)

^{۱۴۱} Panic

^{۱۴۲} Psycho-social

^{۱۴۳} Power plant

^{۱۴۴} Waste repository

^{۱۴۵} Radiation dispersal device

^{۱۴۶} Radioactive source

^{۱۴۷} Coolant

• حادثه هسته ای three mile island در پنسیلوانیا (بدترین حادثه هسته ای آمریکا)

حادثه هسته ای three mile island ناشی از ایجاد اختلال در عملکرد راکتوری بود که ۵ لایه محافظ داشت. به همین دلیل آلودگی زیادی در محیط بیرومون راکتور پخش شد.

در حادثه چرنوبیل، سیستم محافظتی طراحی شده برای هسته راکتور کارایی لازم را نداشت. به همین دلیل تماس مواد رادیواکتیو موجود در هسته راکتور وارد محیط شده و آلودگی قابل توجهی ایجاد نمودند.

اگر چه مقدار ماده ای که از هسته راکتور چرنوبیل به خارج راه پیدا کرد فقط ۳ برابر ماده رادیواکتیو شست گرفته از راکتور three mile island بود، دوز پرتوهای منتشر شده در محیط اطراف راکتور چرنوبیل به شعاع ۱۰ مایلی، ۵۰۰۰ برابر دوز پرتوهای منتشر شده از راکتور three mile island بود. از طرف دیگر ورود مواد رادیواکتیو به هوای نیروگاه و وزش باد همزمان منجر به گسترش آلودگی تا قواصل بسیار بیشتری گردید.

آسیب به یک راکتور هسته ای ممکن است در جریان یک حمله تروریستی نیز رخ دهد. سقوط عمدی یک هواپیما به داخل یک نیروگاه هسته ای تولید نیرو^{۱۱۶} یا مخازن^{۱۱۷} قدیمی سوخت هسته ای می تواند یک حمله تروریستی باشد. در این موارد مقدار قابل ملاحظه ای از مواد رادیواکتیو رها می شوند. تعداد از افرادی که در مرکز حضور دارند آلوده خواهند شد. بسیاری از آن ها علائم و نشانه های سندرم رادیاسیون حاد را نشان خواهند داد. هزاران نفر از مردمی که در مناطق اطراف مرکز مورد نظر زندگی می کنند در معرض تشعشع قرار خواهند گرفت و احتمال بروز عوارض دیررس در این هزاران نفر وجود خواهد داشت.

۴-۲-۱-۴ حوادث ناشی از رسیدن به نقطه بحرانی^{۱۱۸} در داخل مراکز هسته ای

در این نوع از حوادث به طور سهوی به مقدار قابل توجهی از مواد رادیواکتیو اجازه شکافت هسته ای داده می شود. بر اساس قوانین فیزیکی، نقطه ای وجود دارد که ماده رادیواکتیو با رسیدن به آن می تواند به طور خود به خودی و بدون نیاز به انرژی بیرونی زنجیره واکنش های هسته ای خود را آغاز کند. اگر مقدار قابل توجهی از هسته های رادیواکتیو در کنار هم قرار گیرند به راحتی به این نقطه که به آن "نقطه بحرانی" گفته می شود رسیده و با طی کردن زنجیره واکنش های هسته ای مقدار بسیار قابل توجهی از انرژی را در مدت زمانی بسیار کوتاه آزاد می کنند.

در چنین حوادثی، کارگرانی که در فاصله کمتر از ۱۰ متری راکتور مشغول به فعالیت باشند بیشترین آسیب را خواهند دید. انتشار پرتوها در فواصل دورتر بستگی به تعداد لایه های محافظ تعبیه شده برای راکتور دارد. هر چه تعداد این لایه ها بیشتر باشد، مقدار پرتوی منتشر شده در محیط کمتر خواهد بود. آسیب در سطح وسیع و به مردم مناطق اطراف نیز محتمل است و بیشتر ناشی از تشعشعات نوترونی می باشد.

تا کنون سه حادثه هسته ای مهم از این نوع در سه سطح کاملاً متفاوت رخ داده است که عبارتند از:

۱. شدید حادثه چرنوبیل

^{۱۱۶} Nuclear power plant

^{۱۱۷} Pools

^{۱۱۸} Criticality point

۲. متوسط: حادثه توکایمورا در ژاپن در سال ۱۹۹۹ که ناشی از تولید سوخت اورانیوم غنی شده رخ داد. کارگران با مخلوط کردن مقدار زیادی اورانیوم در تانک ذخیره راکتور باعث بروز واکنش های هسته ای در نیروگاه اتمی شده و حداقل ۵۵ نفر را در معرض تابش پرتوهای یونیزان قرار دادند.
۳. خفیف: حادثه ای که در Sarov رخ داد و در آن تکتسینی که مشغول کار با اورانیوم به شدت غنی شده در قالب یک آزمایش هسته ای بود، در معرض تابش پرتوها قرار گرفت.

۱-۲-۳-۴ حوادثی که حین انتقال ۱۴۹ مواد رادیواکتیو رخ می دهند با گسترش کاربردهای صلح آمیز انرژی هسته ای و بیشتر شدن تعداد مراکزی که از چشمه های رادیواکتیو استفاده می کنند چه در صنعت و چه در پزشکی، عملاً، نقل و انتقال چشمه های مواد رادیواکتیو در سطح جامعه افزایش یافته است. به طوری که هر روزه هزاران محموله رادیواکتیو که بیشتر آن ها را "رادیوداروها"^{۱۵۰} تشکیل می دهند در سراسر جهان جا به جا می شوند.

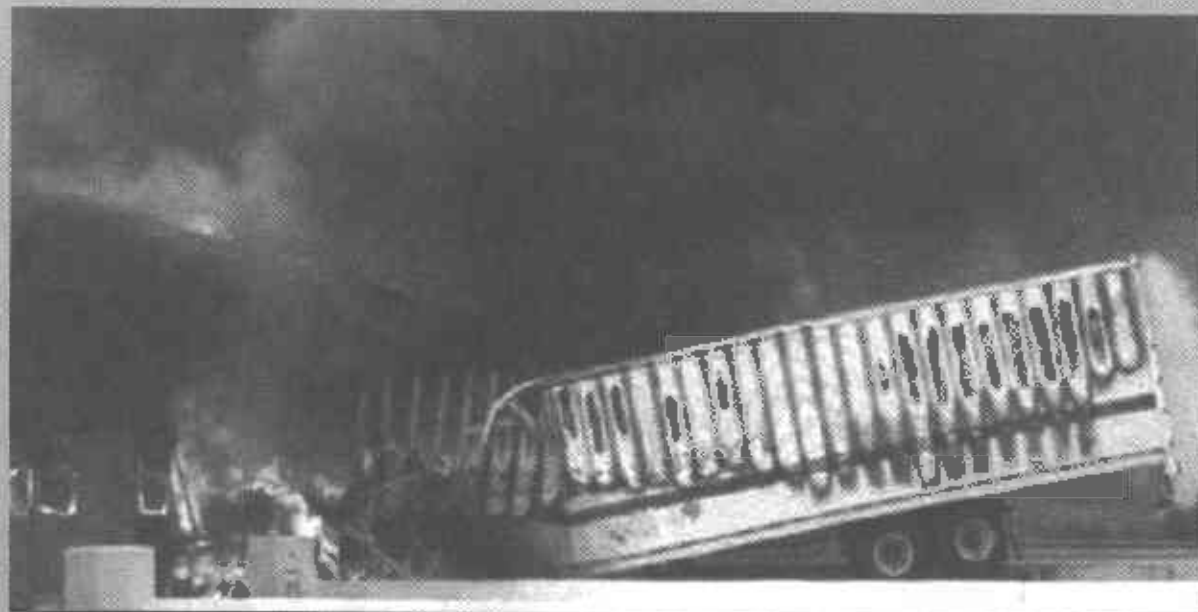
هر چند در حال حاضر کلیه شرکت هایی که به نحوی در مسیر بسته بندی و انتقال این مواد دخالت دارند، موظف به رعایت استانداردهای بین المللی مشخص شده اند و موظف هستند مواد رادیواکتیو را به نحوی بسته بندی نمایند که در برابر حرارت و فشار مقاوم باشند، اما در هر صورت، بدیهی است هر چه تعداد نقل و انتقالات بیشتر باشد، احتمال بروز حوادث ترافیکی برای ماشین های حامل چشمه های رادیواکتیو و آسیب دیدن محفظه های حاوی این مواد نیز بیشتر خواهد شد.

یکی از حوادث پرتوی از این نوع، در سال ۱۹۸۳ در می سی سی پی رخ داد. کامیونی که حاوی مواد رادیواکتیو مایع و گازی شکل بود از جاده خارج شد. تمامی محموله آسیب دید. مواد رادیواکتیو تا شعاع ۲۰۰ متری کامیون پخش شدند. راننده که زنده مانده بود با پلیس تماس گرفت. مأموران پلیس در عرض ۱۵ دقیقه و مأموران آموزش دیده برای حوادث پرتوی در عرض ۲ ساعت در محل حاضر شدند. در عرض ۸ ساعت، تمام چشمه ها شناسایی و جمع آوری شدند. خاک منطقه به عمق یک متر تخلیه شد، بزرگراه شسته شد و آب آلوده جمع آوری گردید. بزرگراه، ۱۶ ساعت بعد بازگشایی شد. این حادثه هیچ عارضه پزشکی نداشت. بررسی های بعدی نشان دادند در این مورد، خطای انسانی به صورت ناتوانی در کنترل کامیون در کنار نقص در نحوه بسته بندی مواد و جاسازی مناسب و ایمن آن ها در کامیون علل اصلی بروز حادثه بوده و مهم ترین عامل در کنترل عوارض، آموزش های صحیح پاسخ دهندگان اورژانس به حادثه بوده اند.

۱۵۱

حادثه دیگری از این دست در کشور انگلستان نیز رخ داد. در این حادثه، یک منبع رادیواکتیو مورد استفاده در رادیوتراپی از شهری به شهر دیگر منتقل می شد در شرایطی که محفظه آن آسیب دیده بود و پرتوها از آن خارج می شدند. خوشبختانه در این حادثه نیز آسیب پزشکی به بار نیامد.

^{۱۴۹} Transportation^{۱۵۰} Radiopharmaceuticals^{۱۵۱} INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Method for Developing Arrangements for Response to a Nuclear or Radiological Emergency, Updating IAEA-TECDOC-۶۵۳, EPR-Method, ۲۰۰۳



این تصاویر، بروز تصادف در خودروهای حامل مواد رادیواکتیو را نشان می‌دهند.

- بسته بندی مواد
- جاسازی آن‌ها در اتومبیل‌ها
- مسیرهای انتخابی برای انتقال مواد
- و هر عامل دیگری که می‌تواند ایمنی حمل و نقل مواد رادیواکتیو را تحت تأثیر قرار دهد
- باید از قبل پیش‌بینی شده و در حد استانداردهای لازم ایمنی مورد مورد توجه و اجرا قرار گیرند.



۳-۲-۱-۴ در مراکز پزشکی و مثلاً در صورت استفاده از دوز سمی پرتو در پرتودرمانی‌ها اشتباه در محاسبه دوز مورد نیاز بیمار در مواردی مانند رادیوتراپی کانسرها، خرابی دستگاه‌های مورد استفاده در مراکز رادیوتراپی یا مراکز پزشکی تشخیصی می‌تواند به بیمار آسیب بزنند.

۴-۳-۵- حوادث ناشی از انفجارهای هسته ای^{۱۵۳}

می تواند منجر به انهدام^{۱۵۳} وسیع در بناها و تجهیزات فیزیکی شود. اما تفاوت این نوع از انهدام با انهدام بناها یا مواد منفجره دیگر در این است که در انفجارهای هسته ای، گرد و غبار^{۱۵۴} و ذرات^{۱۵۵} حاصل آلوده به مواد رادیواکتیو هستند. هزاران نفر آلوده به مواد رادیواکتیو و مصدوم خواهند شد. تعداد بسیار بیشتری از این افراد نیز در محدوده اطراف محل انفجار، در معرض تشعشع خواهند بود؛ حتی اگر هیچ اثری از آسیب های پرتوی یا فیزیکی در آن ها دیده نشود. گرد و غبار اتمی^{۱۵۶} که به صورت بالقوه دارای اثرات مخرب سلامت است می توان تا کیلومترها دورتر پخش شود. تعداد قابل توجهی از افراد، علائم و نشانه های سندرم رادیاسیون حاد را پیدا خواهند کرد (۲)

۴-۳-۶- دزدیده شدن^{۱۵۷}، گم شدن^{۱۵۸} یا رها شدن^{۱۵۹} منابع رادیواکتیو پزشکی یا صنعتی

مواد رادیواکتیو مانند کبالت-۶۰^{۱۶۰}، سزیوم-۱۳۷^{۱۶۱}، ایریدیوم-۱۹۲^{۱۶۲} و... دارای کاربردهای پزشکی و صنعتی مهمی می باشند. گم شدن، دزدیده شدن و رها شدن آن ها بعد از مصرف، بیشتر می شود. شاید بتوان گفت در حال حاضر این نوع از حوادث، محتمل ترین نوع حوادث پرتوی می باشند که هم ممکن است دیر تشخیص داده شوند و هم می توانند تعداد بسیار زیادی از افراد را آلوده نمایند. شکل زیر جایگاهی را نشان می دهد که در آن مقدار زیادی سوخت هسته ای در محفظه های مخصوص منتظر بارگیری و انتقال به مراکز مختلف صنعتی می باشند. تجمع این مواد، در چنین وضعیتی، یک خطر بالقوه بسیار بزرگ محسوب می شود.



^{۱۵۳} Nuclear detonation

^{۱۵۴} Devastation

^{۱۵۵} Dust

^{۱۵۶} Debris

^{۱۵۷} Radioactive fallout

^{۱۵۸} Theft

^{۱۵۹} Lost

^{۱۶۰} Abandon

^{۱۶۱} Cobalt-۶۰

^{۱۶۲} Cesium-۱۳۷

^{۱۶۳} Iridium-۱۹۲

۲-۴ سطوح مختلف خطرات و تهدیدهای ناشی از یک حادثه هسته ای

برای پاسخ به یک حادثه هسته ای باید از وسعت و شدت آن حادثه اطلاع داشته باشیم. برای طبقه بندی انواع حوادث پرتوی از سیستم ها و روش های مختلفی استفاده می شود. یکی از این روش ها استفاده از طبقه بندی ۸ گانه ای است که به "مقیاس بین المللی حادثه هسته ای"^{۱۶۳} مشهور است. از این مقیاس برای اطلاع رسانی به عموم مردم در زمینه شدت و وسعت آسیب ناشی از یک حادثه هسته ای و ابعاد آن استفاده می شود. این ۸ سطح یا طبقه عبارت هستند از:

۷	فاجعه ^{۱۶۴}
۶	حادثه جدی ^{۱۶۵}
۵	حادثه ای هسته ای که خارج از محل رخداد خود نیز خطر ساز بوده است
۴	حادثه ای هسته ای که در خارج از محل رخداد نیز خطری ایجاد نمی کند
۳	رویداد هسته ای جدی ^{۱۶۶}
۲	رویداد هسته ای محدود ^{۱۶۷}
۱	اختلال ^{۱۶۸}
۰	انحراف ^{۱۶۹} از وضعیت ایمنی، بدون ایجاد خطر مشخص

۱. سطح صفر: اتفاقی که در این سطح رخ داده است هیچ خطری را در پی ندارد و یک انحراف از وضعیت استاندارد در محدوده ایمنی تلقی می شود. در این سطح از حادثه استانداردهای ایمنی خدشه دار شده اند ولی هنوز در حد قابل قبول برقرارند.
۲. سطح اول: مسئله ای که در این سطح پیش آمده است، اثراتی را در محدوده ای فراتر از مرزهای عملیاتی تعریف شده مجاز خود به جا می گذارد. اما با این وجود مخاطرات چندانی را به دنبال نداشته است. آلودگی رادیواکتیو گسترش چندانی پیدا نکرده است و کارگران آن مرکز نیز در معرض تابش بیش از حد پرتو قرار نگرفته اند. در این سطح از حادثه نیز، استانداردهای ایمنی خدشه دار شده اند ولی هنوز در حد قابل قبول برقرارند.

^{۱۶۳} International Nuclear Event Scale (INES)

^{۱۶۴} Major accident

^{۱۶۵} Accident

^{۱۶۶} Major incident

^{۱۶۷} Incident

^{۱۶۸} Problem

^{۱۶۹} Deviation

۳. سطح دوم: در این سطح، یک "رویداد"^{۱۷} هسته ای "رخ می دهد، یعنی استانداردهای ایمنی شکسته می شود. در چنین حوادثی، هنوز امکان مهار و کنترل اثرات حادثه وجود دارد. یعنی با وجود نارسایی های که در سیستم رخ داده است می توان ابعاد حادثه را مهار نمود. در چنین مواردی ممکن است کارکنان مرکز در معرض تابش پرتو قرار گیرند و نیاز به فعالیت های خارج از معمولی برای مهار حادثه باشد اما در هر صورت با امکانات داخل سازمانی می توان مسئله را حل کرد و عوارض آن را کنترل نمود.

۴. سطح سوم: در این سطح نیز یک رویداد هسته ای محدود رخ داده ولی احتمال تبدیل این رویداد به "حادثه" هسته ای نیز وجود داشته است. در این سطح از رویدادها، خارجی ترین لایه دفاعی سیستم سالم باقی می ماند. ممکن است آلودگی به مواد رادیواکتیو در داخل مرکز رخ دهد. حتی ممکن است منطقه بسیار محدودی از مناطق اطراف مرکز نیز دچار آلودگی به مواد رادیواکتیو شود، در این رویدادها احتمال مواجهه بیش از حد کارکنان با پرتوهای یونیزان وجود دارد.

۵. سطح چهارم: در این سطح "حادثه" ای هسته ای رخ داده است. ممکن است بخشی از مرکز هسته ای مورد نظر تخریب شده باشد. به احتمال زیاد حداقل یک یا دو نفر از کارکنان در معرض دوزی از اشعه قرار گرفته اند که ممکن است آن ها را در معرض مرگ قرار دهد. در این سطح، به احتمال زیاد آلودگی ها در خارج از مرکز هم منتشر شده اند.

۶. سطح پنجم: در این سطح، حادثه هسته ای بخش قابل توجهی از محیط پیرامون مرکز هسته ای را نیز تحت تأثیر قرار داده است. در این حوادث ممکن است لازم باشد به صدها یا شاید هزاران نفر، ید رادیواکتیو بدهید. یک مثال واقعی از این سطح از حوادث، حادثه Three Mile Island است که در شل ۱۹۷۹ رخ داد. حادثه دیگری که در Windscale انگلستان رخ داد نیز در این سطح از حوادث رخ داده است.

۷. سطح ششم: در این سطح، یک حادثه جدی هسته ای رخ داده است. در این سطح از حوادث، مقدار قابل توجهی از مواد رادیواکتیو در فضا رها می شود. باید اقدامات مقابله ای لازم در یک بحران را به طور کامل یا نسبتاً کامل به کار برد. حادثه kyshtym در روسیه در سال ۱۹۵۷، حادثه ای از این نوع است.

۸. سطح هفتم: در این سطح یک فاجعه رخ داده است. مواد رادیواکتیو بسیار زیادی در محیط پخش و گسترده شده است. خطرات قابل توجهی برای سلامت عمومی ایجاد شده است. اثرات محیطی حادثه نیز بسیار قابل توجه بوده است. حادثه چرنوبیل در سال ۱۹۸۶، مثالی از حوادث پرتوی در این سطح می باشد.

طبقه بندی ۸ قسمتی فوق وسعت عمومی حوادث پرتوی را نشان می دهد. طبقه بندی دیگری وجود دارد که خطرات ناشی از یک حادثه هسته ای / رادیولوژیکی را به ۵ دسته اصلی تقسیم می نماید:

۱. سطح اول خطرات و تهدیدها: حوادثی که می توانند آسیب های بیولوژیک زودرس قابل توجهی را در افرادی که خارج از یک مرکز هسته ای هستند به همراه داشته باشند. حوادثی که ناشی از بروز آسیب در راکتورهای بزرگ هسته ای هستند یا ناشی از انفجارهای هسته ای در این مراکز هستند می توانند در این دسته قرار بگیرند.

در حوادثی که این سطح از خطرات را به دنبال دارند:

- ممکن است تعداد زیادی از افراد آلوده به مواد رادیوکتیو را به طور همزمان به بیمارستان منتقل کنند. بنابراین بیمارستان باید آمادگی برخورد با این بیماران و آلودگی زدایی از آن ها را داشته باشد.
- تعداد زیادی از افراد در معرض دوز بسیار بالای پرتو قرار گرفته و نیاز به اقدامات طبی تخصصی دارند بنابراین باید بلافاصله تعداد کافی از متخصصان پزشکی هسته ای و فوق تخصص های خون، متخصصین داخلی و کودکان و پزشکان اورژانس در بیمارستان ها حاضر شوند.
- از آنجا که احتمال بروز آسیب های همزمان در این نوع از حوادث، بسیار بالاست؛ به احتمال بسیار زیاد تعداد قابل توجهی از افراد پرتودیده، ترومای همزمان نیز دارند. بنابراین لازم است تیم های ترومای بیمارستان شامل جراحان عمومی، ارتوپدها، متخصصان بیهوشی و... در بیمارستان ها حاضر باشند.
- باید متخصصان و کارشناسان سازمان انرژی اتمی، وزارت بهداشت، سازمان های بین المللی مرتبط مانند سازمان بهداشت جهانی و سایر سازمان ها و نهادهای مرتبط هماهنگی و حمایت لازم را از بیمارستان ها به عمل آورند.
- متخصصان سلامت عمومی در کنار نیروهای پزشکی، آتش نشانی، پلیس، هلال احمر و... باید در محل حادثه حاضر شده، اقدامات اولیه مورد نیاز بیماران را به عمل آورده و سپس آن ها را به بیمارستان ها انتقال دهند.
- ممکن است تعداد بسیار زیادی از مردم، مضطرب و نگران به بخش بیمارستان هجوم بیاورند. بنابراین لازم است آموزش های عمومی در این زمینه داده شده و گروه خاصی از کارکنان بیمارستان مسئولیت جلوگیری از ورود این تعداد از افراد که صرفاً ترسیده اند ولی هیچ خطری آن ها را تهدید نمی کند به داخل بیمارستان را بر عهده گرفته و ضمن اطمینان بخشی به آن ها روش آلودگی زدایی در منزل را به آن ها آموزش داده، برگه هایی را که علائم و نشانه های خطر ناشی از برخورد با پرتوها روی آن ها نوشته شده است را در اختیار افراد قرار داده و آن ها را به آرامش دعوت نمایند.

۲. سطح دوم خطرات و تهدیدها: در این دسته از حوادث، برخلاف حوادث دسته اول، افرادی که در خارج از مرکز هسته ای هستند در معرض خطرات بیولوژیک زودرس پرتوها نمی باشند و می توان با انجام اقدامات حفاظتی استاندارد مانع از گسترش آلودگی ها و پرتوها به خارج از محل حادثه گردید. به عبارت دیگر، علیرغم شدت و وسعت قابل توجه حادثه، ابعاد بیولوژیک آن در سطح مرکز هسته ای کنترل می شود و ابعاد بیولوژیک خارجی حادثه، بسیار محدود است. حوادثی که در راکتورهای متوسط رخ می دهند و حوادثی که در مخازن سوخت هسته ای رخ می دهند این سطح از تهدیدها را ایجاد می کنند. در حوادثی که این سطح از خطرات را به دنبال دارند:

- ممکن است تعداد قابل توجهی از افراد آلوده به مواد رادیوکتیو را که در محل حادثه حضور داشته اند به طور همزمان به بیمارستان منتقل کنند. بنابراین بیمارستان باید آمادگی برخورد با این بیماران و آلودگی زدایی از آن ها را داشته باشد.
- ممکن است تعداد نسبتاً قابل توجهی از افراد را که در معرض دوز بسیار بالای پرتو قرار گرفته و نیاز به اقدامات طبی تخصصی دارند به بیمارستان منتقل نمایند. همان طور که گفته شد در این سطح از خطرات، قربانیان محدود به کسانی هستند که در محل حادثه حضور داشته اند باید تعداد کافی از متخصصان مورد نیاز برای رسیدگی به این بیماران بر حسب شرایط حادثه و نوع عوارض آن، در بیمارستان حاضر شوند.

- ممکن است تعدادی از افراد پرتودیده، ترومای همزمان نیز داشته باشند. بنابراین لازم است تیم های ترومای بیمارستان شامل جراحان عمومی، ارتوپدها، متخصصان بیهوشی و... در بیمارستان حاضر باشند.
- باید متخصصان و کارشناسان سازمان انرژی اتمی، وزارت بهداشت، سازمان های بین المللی مرتبط مانند سازمان بهداشت جهانی و سایر سازمان ها و نهادهای مرتبط هماهنگی و حمایت لازم را از بیمارستان به عمل آورند.
- متخصصان سلامت عمومی در کنار نیروهای پزشکی، آتش نشانی، پلیس، هلال احمر و... باید در محل حادثه حاضر شده، اقدامات اولیه مورد نیاز بیماران را به عمل آورده و سپس آن ها را به بیمارستان ها انتقال دهند.
- ممکن است تعدادی از افراد مناطق اطراف محل حادثه به دلیل ترس از آسیب های احتمالی به بیمارستان مراجعه کنند.

۳. سطح سوم خطرات و تهدیدها: در این سطح نیازی به انجام اقدام خاصی در خارج از مرکز هسته ای برای کنترل آلودگی ها وجود ندارد، در واقع در این سطح از حوادث، تهدیدها محدود به فضای داخل مرکز بوده و بیشتر در ارتباط با انتشار آلودگی به مواد رادیواکتیو می باشد. بنابراین اقدامات فوری مورد نیاز در این زمینه تا حد زیادی مربوط به محدودسازی آلودگی ها و جلوگیری از انتشار آن ها می باشد. حوادثی که در راکتورهای کوچک رخ می دهند، پرتوفکنی ها در مراکز صنعتی، حوادث مربوط به کارخانه های تولید رادیوداروها و تولید چشمه های رادیواکتیو مورد استفاده در رادیولوژی و برخی از حوادث مربوط به محل ذخایر یا تولید سوخت های هسته ای مثال هایی از این سطح از خطرات رادیولوژیک هستند، در حوادثی که این سطح از خطرات را به دنبال دارند:

- ممکن است تعدادی از افراد آلوده به مواد رادیواکتیو را که در محل حادثه حضور داشته اند به بیمارستان منتقل کنند. بنابراین بیمارستان باید آمادگی برخورد با این بیماران و آلودگی زدایی از آن ها را داشته باشد.
- ممکن است تعدادی از افراد را که در معرض دوز بسیار بالای پرتو قرار گرفته و نیاز به اقدامات طبی تخصصی دارند به بیمارستان منتقل نمایند.
- ممکن است تعدادی از افراد پرتودیده، ترومای همزمان نیز داشته باشند. بنابراین لازم است تیم های ترومای بیمارستان شامل جراحان عمومی، ارتوپدها، متخصصان بیهوشی و... در بیمارستان حاضر باشند.
- باید متخصصان و کارشناسان سازمان انرژی اتمی، وزارت بهداشت، سازمان های بین المللی مرتبط مانند سازمان بهداشت جهانی و سایر سازمان ها و نهادهای مرتبط هماهنگی و حمایت لازم را از بیمارستان به عمل آورند.
- ممکن است تعدادی از افراد مناطق اطراف محل حادثه به دلیل ترس از آسیب های احتمالی به بیمارستان مراجعه کنند.

۴. سطح چهارم خطرات و تهدیدها: در این سطح از خطرات و تهدیدها، خطراتی قرار می گیرند که مثلاً در برخی صنایع رخ می دهند یا ناشی از چشمه های رادیواکتیو گم شده، رها شده یا دزدیده شده هستند. همه شهرها و مناطق بهداشتی-درمانی باید برای برخورد با چنین حوادثی آماده باشند. این سطح از تهدیدها را می توان با اقدامات نه چندان گسترده ای مهار نمود. در حوادثی که این سطح از خطرات را به دنبال دارند:

- مهم ترین وظیفه بیمارستان، کشف به موقع حادثه احتمالی و اعلام نیاز به بررسی به نهادهای مسئول می باشد. اگر تعدادی از افراد با علائم و نشانه های سندرم رادیاسیون حاد و در یک مدت زمان مشخص به

بخش اورژانس مراجعه نمایند، پزشک اورژانس باید در اخذ شرح حال از آن ها امکان مواجهه با یک منبع رادیواکتیو را نیز مورد پرسش و بررسی قرار دهد.

- ممکن است تعدادی از افراد آلوده به مواد رادیواکتیو را که در محل حادثه حضور داشته اند به بیمارستان منتقل کنند. بنابراین بیمارستان باید آمادگی برخورد با این بیماران و آلودگی زدایی از آن ها را داشته باشد.
- ممکن است تعدادی از افراد که در محوطه های افراد منطقه پرخطر زندگی می کنند، یا به گمان خودشان یا ماده رادیواکتیو تماس داشته یا در معرض تابش پرتوهای یونیزان بوده اند به بیمارستان هجوم آورند.

۵. سطح پنجم خطرات و تهدیدها: این سطح از تهدیدها به طور مستقیم مربوط به محل حادثه هسته ای نبوده و بیشتر ناشی از انتشار آلودگی ها از طریق هوا به فواصل دوردست، نفوذ مواد رادیواکتیو به خاک منطقه و آلوده کردن محصولات کشاورزی تولید شده و امثال آن می باشد. در حوادثی که این سطح از خطرات را به دنبال دارند:

- ممکن است بیمارستان ها هیچ نقش فعالانه ای نداشته باشند. مهم ترین خطری که این نوع از مواجهه ها می تواند به همراه داشته باشد افزایش خطر بروز کانسر و تراتوژنیسیته این مواد برای زنان باردار است و مهم ترین کاری که در این زمینه می توان انجام داد این است که به مردم آموزش های لازم داده شود تا کسانی که در معرض خطر بالاتر هستند به طور مرتب برای بررسی های غربالگری و کشف زودهنگام مشکلات احتمالی مراجعه نمایند.

توجه:

سطح اول خطرات و تهدیدها معادل حوادث در بالاترین سطح تقسیم بندی ^{۱۳۱}INES است.

سطح خطرات و تهدیدها	مثالی از حوادث مسبب احتمالی	وسعت حادثه و اقدامات مورد نیاز
سطح ۱	راکتورهای بزرگ	• اثرات بیولوژیک قابل توجه در افراد خارج از محل حادثه • خطر آلودگی آب و غذا در محدوده وسیع • افراد بسیاری آلوده می شوند • اثرات روانی-اجتماعی قابل توجه
سطح ۲	راکتورهای متوسط	• اثرات بیولوژیک محدود به افراد حاضر در منطقه رخداد حادثه • خطر آلودگی آب و غذا در محدوده وسیع • افراد بسیاری آلوده می شوند • اثرات روانی-اجتماعی نسبتاً قابل
سطح ۳	راکتورهای کوچک	• محدود به بخشی از مرکز دارای راکتور • اثرات بیولوژیک محدود به افراد حاضر در منطقه رخداد حادثه • اثرات روانی-اجتماعی محدود به مناطق اطراف مرکز دارای راکتور دیده می شود
سطح ۴	چشمه های رادیواکتیو دزدیده شده و رها شده و...	• محدود به یک منطقه خاص • اثرات بیولوژیک محدود به افراد حاضر در منطقه رخداد حادثه • اثرات روانی-اجتماعی محدود به مناطق اطراف مرکز دارای راکتور دیده می شود
سطح ۵	انتشار دوررست از طریق هوا آلوده شدن محصولات کشاورزی	• بسته به مورد متفاوت است • خطر اصلی، افزایش نرخ کانسر در افراد در معرض خطر و افزایش احتمال آسیب های جنینی در زنان باردار است

References:

۱. <http://library.thinkquest.org/۱۶۴۰/texts/timeline/treaties.html>
۲. <http://www.cnn.com/interactive/asianow/۱۱۱۰/history.nuclear.disaster/content/monju.html>
۳. <http://www.aeo.org.ir/NewWeb/Farsi/ordpage.asp?id=۲۸۸>
۴. http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_technology
۵. www.nrl.org
۶. www.energy.gov
۷. www.nrc.gov
۸. www.fema.gov
۹. Generic Procedures for Assessment and Response During a Radiological Emergency, IAEA-TECDOC-۱۱۶۲, ۲۰۰۵
۱۰. David J. Brenner, Center for Radiological Research Columbia University Medical Center - Conference of Radiation Control Program Directors (CRCPD) at www.crcpd.org or ۵۰۲-۳۲۷-۳۵۴۲
۱۱. Environmental Protection Agency (EPA) at www.epa.gov/radiation/rert
۱۲. Radiation Emergency Assistance Center/Training Site (REAC/TS) at www.orau.gov/reacts or ۸۶۵-۵۷۶-۲۱۲۱
۱۳. David J. Brenner, Center for Radiological Research, Columbia University Medical Center, American academy of pediatrics, Committee on Environmental Health, Radiation Disasters and Children, Pediatrics Vol. ۱۱۱ No. ۶ June ۲۰۰۲
۱۴. Didier Louvat, Khammar Mrabit, Patricio O'Donnell- Torroba, et al, Plus ۱- and counting...countries Rise TO THE Challenge of Radiation Safety, IAEA Department of Technical Cooperation and Department of Nuclear Safety and Security, March ۲۰۰۶
۱۵. Maximizing the contribution of nuclear technology to society, while verifying its peaceful use. IAEA Primer International Atomic Energy Agency Information Series ,Division of Public Information

بخش پنجم

اصول، اجزا و ملاحظات در آمادگی و پاسخ بیمارستانی



اهداف فصل

- آشنایی با اصول پاسخ بیمارستانی در حوادث پرتوی
- آشنایی با اجزای پاسخ بیمارستانی در حوادث پرتوی

اصول پاسخ بیمارستانی

اصل اول : نیاز به برنامه ریزی

برای پاسخ دهی مناسب به حوادث هسته ای، مانند هر حادثه غیر مترقبه دیگر، نیاز به هماهنگی بین قسمت های مختلف پیش بیمارستانی و بیمارستانی در ارائه مراقبت ها وجود دارد. در هر دو سطح پیش بیمارستانی و بیمارستانی باید پروتکل های مکتوبی وجود داشته باشند که به جزئیات وظایف افراد مختلف و نحوه آماده سازی و پاسخ گویی واحد های پیش بیمارستانی و بیمارستانی در حوادث پرتوی پرداخته شده باشد.

از آنجا که در اغلب موارد پزشک اورژانس اولین کسی است که شروع به ارائه مراقبت های درمانی مورد نیاز به قربانیان حوادث پرتوی می کند، حضور فعالانه او در برنامه ریزی ها و تهیه پروتکل ها و دستورالعمل ها الزامی است. هر برنامه ریزی نظری، باید به صورت عملی تمرین شود. هر بیمارستان موظف است با در نظر گرفتن دوره های آموزشی دوره ای که هم دارای قسمت های نظری باشد هم عملی و اجرای مانورها یا تمرین های عملی گروهی در سطوح مختلف مدیریتی و اجرایی، دانش و مهارت تیم مسئول آماده سازی و پاسخ دهی به حوادث پرتوی بیمارستان را در سطح قابل قبول حفظ نماید.

هر بیمارستان بر اساس شرایط منطقه ای خود باید قبل از بروز حادثه هسته ای، آمادگی های لازم را در خود ایجاد کند تا بتواند در زمان رخداد حادثه پاسخ مناسبی به آن بدهد. خوشبختانه، پاسخ بیمارستانی به یک حادثه هسته ای ماهیت چندان پیچیده ای نداشته و نیاز به ملزومات و تجهیزات پیچیده و اختصاصی شده ای نیز ندارد. در واقع، آمادگی یک بیمارستان برای پاسخگویی به نیازهای قربانیان یک حادثه هسته ای تا حد بسیار زیادی مشابه آمادگی آن بیمارستان برای پاسخ گویی به حوادث بیولوژیک و شیمیایی است. در حال حاضر، فرایندها و اقدامات مورد نیاز برای آماده کردن بیمارستان ها و پاسخ گویی آن ها در چنین حوادثی از پیش تعیین شده و در دسترس هستند.

از سوی دیگر، تجربه های قبلی به دست آمده از حوادث پرتوی در نقاط مختلف جهان نشان داده اند که در روند ارائه مراقبت به قربانیان یک حادثه هسته ای، تقریباً به طور مستقل از نوع حادثه هسته ای و سطح خطرات و تهدیداتی که برای سلامت عمومی به دنبال دارد، مراقبت های بیمارستانی و خدماتی که باید در بیمارستان به قربانیان ارائه شوند، تقریباً به سادگی قابل تأمین بوده و بر خلاف روند مراقبت های پیش بیمارستانی از این قربانیان، درجه اطمینان بالایی را برای متولیان امور تأمین می کند. به نحوی که می توان گفت در مسیر مراقبت از قربانیان یک حادثه هسته ای، مدیران حادثه بیشتر نگران کنترل شرایط در محیط حادثه و ارائه مراقبت ها و انجام اقدامات لازم در سطح پیش بیمارستانی هستند تا سطح بیمارستانی.

به عبارت دیگر، خط مشی ها و دستورالعمل های استاندارد تدوین شده و در دسترس که به راحتی و به سادگی قابل اجرا در بیمارستان های مختلف می باشند، از کارایی لازم برای پاسخ دهی موثر در جهت تحویل گرفتن بیماران از خدمات اورژانس پیش بیمارستانی، تریاژ آن ها، مراقبت پزشکی از آن ها، آلودگی زدایی از آن ها و کنترل انتشار آلودگی به مواد رادیواکتیو در بیمارستان، حفظ سلامت کارکنان درمانی و پرسنل اورژانس و برگشت به وضعیت عادی و فعالیت های معمول بیمارستان برخوردار هستند و می توان به خوبی آن ها را در بیمارستان ها به کار بست و به مرحله اجرا در آورد. این دستورالعمل ها مربوط به دو مرحله زمانی قبل از بروز حادثه: "آمادگی"^{۱۲} بیمارستانی و حین حادثه: "پاسخ"^{۱۳} بیمارستانی بوده و منابع و فضای فیزیکی و نیروی انسانی و عوامل و شرایط داخلی بیمارستانی و خارج بیمارستانی را در نظر می گیرند.

اصل دوم: توجه به نقش بیمارستان در کشف حوادث پرتوی

در تاریخ ۶۰ ساله شناسایی و کشف مواد رادیواکتیو، تعداد بیمارانی که در اثر تابش پرتوهای یونیزان نیاز به مراقبت های گسترده و ویژه پزشکی پیدا کنند، کم بوده و شاید بتوان تنها به حوادث چرنوبیل در سال ۱۹۸۶ و برزیل در سال ۱۹۸۷ اشاره نمود. اما هر بخش اورژانس و در سطح وسیع تر هر بیمارستانی باید آمادگی پاسخ به بیماران را داشته باشد. یک بیمارستان به دو شکل می تواند وارد مسیر پاسخ دهی در حوادث پرتوی شود

۱. اعلام خارجی: یک شخص یا نهاد دیگر که هیچ مسئولیت پزشکی ندارد، حادثه را شناسایی و تأیید کرده و به سایر مراکز از جمله بیمارستان ها اطلاع داده باشد. لازم به توضیح است، در حال حاضر، بر اساس لایحه تشکیل "سازمان مدیریت بحران کشور" اطلاع رسانی رسمی و دقیق وقوع حادثه، به عهده این سازمان می باشد.

۲. اعلام داخلی: پزشکان یا سایر اعضای کادر درمانی بیمارستان اولین کسانی هستند که به رخداد یک حادثه هسته ای مشکوک شده و احتمال بروز آن را به مسئولین مربوط گوشزد می نمایند. مثلاً ممکن است در یک دوره زمانی مشخص و محدود تعداد قابل توجهی از مراجعین بخش اورژانس، علائم و نشانه هایی که داشته باشند که ذهن پزشک اورژانس را به این سمت هدایت کند که بیشتر این بیماران علائم و نشانه ها و سیری مشابه یکدیگر و منطبق بر سیر بالینی ناشی از اثرات بیولوژیک رادیاسیون را نشان می دهند. یا مثلاً اعضای یک خانواده یا چند خانواده که در یک خانه زندگی می کنند با علائم و نشانه های مشابه هم و منطبق بر علائم و نشانه های رادیاسیون مراجعه نمایند. در این موارد بیمارستان اولین نهادی است که به بروز یک حادثه هسته ای شک کرده و آن را اطلاع داده است. در این موارد، کلیه بیمارستان ها موظف هستند، مراتب را به نظام ایمنی هسته ای کشور در سازمان انرژی اتمی گزارش دهند.

تشریح این دو روش کسب اطلاع از بروز یک حادثه هسته ای به خودی خود و از لحاظ نوع آمادگی ها و پاسخی که یک بیمارستان باید در جریان یک حادثه هسته ای ارائه بدهد تفاوتی ندارد آن چه حائز اهمیت است این نکته است که مسئولین بیمارستانی در جریان آماده سازی کارکنان خود باید آن ها را به نوعی آموزش دهند که نسبت به کشف مواردی که ممکن است در نهایت بروز یک حادثه هسته ای را اطلاع دهند، حساس باشند. پزشکان و پرستاران بخش اورژانس به عنوان کسانی که در خط مقدم این جبهه مستقر هستند باید آشنایی کافی با علائم و نشانه های بیولوژیک تابش ها و آلودگی های هسته ای داشته و در عین حال، اصطلاحاً "به فکر آن ها نیز باشند".

دیرکشف شدن رخداد هسته ای: بررسی موارد مهمی از حوادث پرتوی که تعداد قابل توجهی قربانی داشته اند نشان می دهد در بیشتر موارد، کشف حادثه بسیار دیرتر از آنچه باید صورت گرفته است، به خصوص در مواردی که عامل حادثه یک چشمه رادیواکتیو دزدیده شده یا رها شده بوده است یا در مواردی که افراد نا آگاه یک چشمه ماده رادیواکتیو را پیدا کرده و بدون این که بدانند چه خطراتی را برای آن ها و اطرافیان شان به دنبال دارد، آن را به محل زندگی خود انتقال داده و عملاً دیگران را در معرض آلودگی و تابش اشعه قرار داده اند. در برخی موارد که محیط رخداد حادثه در روستاها بوده است، در یک دوره زمانی مشخص بیشتر افراد روستا علائم و نشانه های یکسانی را بروز داده اند اما چون کارکنان بهداشتی - درمانی عموماً اول به مشکلات رایج و شایع منطقه ای فکر می کنند تا حوادث نادری چون رویدادهای هسته ای، علائم بیماران را به مواردی همچون آلودگی منبع آب روستا یا آلوده شدن مواد غذایی مورد استفاده به سموم خاص و مشابه آن نسبت داده اند. نکته ای که این مسئله را بغرنج تر می سازد این است که علائم و نشانه های اولیه سندرم رادیاسیون حاد شامل علائم و نشانه های گوارشی و عمومی است که به راحتی قابل انتساب به عوامل دیگر نیز

می باشند. بنابراین مجدداً تأکید می شود که کارکنان بیمارستان باید به نقش مهمی که می توانند در کشف "هرچه سریع تر" حوادث پرتوی و نجات به موقع جان ده ها و شاید صدها انسان بی گناه داشته باشند، واقف گردند. مردم هر شهر یا روستا، به این دلیل هر روز با آرامش و اطمینان، فعالیت های خود را آغاز می کنند که معتقدند گروه های خاصی از افراد جامعه (از جمله مأموران پلیس، آتش نشانی، دستگاه های امنیتی، پزشکان و مسئولین بهداشتی-درمانی و...) مسئولیت تأمین امنیت مالی و جانی آن ها را بر عهده گرفته اند. باید تمامی پزشکان و پرستاران این حقیقت را درک نمایند که "کشف زودهنگام تمامی خطرات پزشکی که جان افراد جامعه را تهدید می کند (که حوادث پرتوی جزئی از آن ها هستند) بخشی از مسئولیت آن هاست".

اصل سوم: کفایت قابلیت بیمارستان ها

هر بیمارستان دارای بخش فعال می تواند با هماهنگی های لازم داخل بیمارستانی و خارج بیمارستانی با سازمان های پشتیبان خود در حوادث هسته ای، مراقبت از قربانیان یک حادثه هسته ای را به خوبی انجام رسانده و با کارایی قابل قبولی عوارض ناشی از حوادث پرتوی را در محدوده مسئولیت های خود به حداقل برساند.

اصل چهارم: فعال سازی کمیته بحران بیمارستانی

فعال سازی این کمیته زمانی صورت می گیرد که سطح حادثه رخ داده و تعداد مصدومینی که بیمارستان باید به آن ها پاسخ دهد، در حدی باشد که در قالب تعریف "بحران" برای بیمارستان قرار بگیرد. به عنوان مثال، اگر قرار است یک یا دو کارگر را که به دلیل مواجهه با پرتوهای یونیزان دچار سندرم رادیاسیون شده اند به بخشی اورژانس یک بیمارستان منتقل نمایند، عملاً این بیمارستان نیاز به هیچ اقدام خاصی ندارد. چرا که رسیدگی به این بیماران در اورژانس با سایر بیماران تفاوتی ندارد و اگر شدت آسیب های وارده زیاد باشد نیز لازم است هر چه زودتر بیمار در اختیار متخصصان خون و پزشکی هسته ای قرار گیرد تا اقداماتی مانند پیوند منز استخوان و... برای او به عمل آید. در مواردی که کمیته بحران بیمارستان فعال می شود، وظیفه اصلی این کمیته، فعال کردن نیروهای اجرایی بیمارستان برای انجام اقدامات مورد نیاز است.

اصل پنجم: جلوگیری از انتشار آلودگی

همان طور که در قسمت آمادگی بیمارستانی تشریح شد به جز اتاق آلودگی زدایی هیچ فضای ویژه ای از بخش اورژانس یا بیمارستان برای مراقبت از قربانیان یک حادثه هسته ای طراحی نمی شود. مهندسی مجازی فضاها می موجود، در کنار اجرای راهنمای استاندارد انتقال بیماران به داخل بیمارستان که در ادامه همین بخش مورد توجه قرار می گیرد و فرایند آلودگی زدایی بیماران می تواند به طرز موثری مانع از گسترش آلودگی به مواد رادیواکتیو در محیط بیمارستان شود. تجربه های قبلی در زمینه حوادث پرتوی نیز نشان داده اند که برای کنترل آلودگی ها، همین اقدامات ساده کفایت می کنند.

اصل ششم: آلودگی زدایی قربانیان

آلودگی زدایی از قربانیان، ضمن کمک به محدودسازی آلودگی ها، دوز پرتوهای یونیزان دریافتی فرد را کاهش می دهد.

اجزای پاسخ بیمارستانی

مهم ترین نکته در ارائه مراقبت بیمارستانی به قربانیان یک حادثه هسته ای این است که: "بیمارستان آماده پذیرش آنها بوده و ملزومات و تجهیزات مورد نیاز را فراهم کرده باشد." در تمامی راهت‌های ارائه مراقبت های بیمارستانی به قربانیان حوادث پرتوی بر این نکته تأکید شده است که باید وظایف از قبل تقسیم شده و به اطلاع افراد رسیده باشند. تمامی بیمارستان ها باید از قبل مانورهای را اجرا کنند تا در جریان آن ها به اهمیت این موضوع پی برده و لزوم آن را به طور کامل درک نمایند. با بررسی و تجزیه و تحلیل هر مانور، کمیته آمادگی بیمارستان در برابر بحران ها، تجارب گران قیمتی به دست می آورد که می تواند با استفاده از آن ها کارکنان خود را نیز به خوبی و به درستی به کار گرفته و در زمان مناسب، خدمات و مراقبت های مناسب را از آن ها مطالبه و دریافت نماید. در جریان حوادث پرتوی نیز مانند سایر حوادث غیر مترقبه رده های مختلفی از کارکنان بیمارستان درگیر ارائه خدمات خواهند شد که عبارتند از:

- مدیران
- پزشکان
- پرستاران
- بهیاران و نیروهای کمکی
- مأمورین امنیتی و نگهبان ها
- نیروهای خدماتی و نظافتچی ها

این گروه کلیدی از کارکنان باید در هماهنگی کامل یا یکدیگر فعالیت کنند تا بتوانند مراقبت های مورد نیاز بیماران را در اختیار آن ها قرار داده و با بهره وری و کارایی قابل قبول، امکانات و تسهیلات بیمارستانی را به خدمت گرفته و ابعاد مختلف پزشکی، اجتماعی و اقتصادی حوادث پرتوی را تحت کنترل در آورده و عوارض منفی آن را تا جای ممکن کاهش دهند. هر یک از این گروه های خدمتی، مثل یک چرخ دهنده هستند. این چرخ دنده ها فقط زمانی می توانند نقش خود را درست ایفا کنند که در جهت مناسب، با سرعت مناسب و در هماهنگی با سایر چرخ دنده ها حرکت نمایند. اختلاف قابل توجه در سرعت ارائه مراقبت ها، عملاً مسیر ارائه مراقبت را از کارایی می اندازد. عدم هماهنگی با سایر گروه ها، در نهایت تمام فعالیت ها را مختل کرده و عملاً کل شبکه را قفل خواهد کرد.

این وظیفه مدیران بیمارستان است که بتوانند قبل از بروز حادثه، کارکنان درگیر در ارائه مراقبت های بیمارستان خود را هم به صورت تئوری و هم به صورت عملی آموزش دهند. به نحوی که آن ها بتوانند در زمان بروز حادثه در جهت مناسب با سرعت مناسب و در هماهنگی با دیگران فعالیت کنند.

کارکنان بیمارستانی درگیر در ارائه مراقبت به بیماران پرتو دیده



در زمان بروز هر بحرانی فعالیت هایی که باید صورت گیرند در دو دسته مختلف قرار می گیرند: مدیریتی^{۱۷۲} و اجرایی^{۱۷۳}. در همین راستا نیروهای انسانی نیز به دو دسته تقسیم می شوند.

۱. نیروهای مدیریتی: مدیران بیمارستان باید بلافاصله بعد از اطلاع از رخداد حادثه "کیمته مدیریت بحران" بیمارستان را فعال کنند. آن ها بعد از مرور خطا می ها و دستورالعمل های موجود در این زمینه باید یک برنامه ریزی فوری در باره نحوه اطلاع رسانی مناسب به کارکنان بیمارستان، تشکیل دادن تیم ها و گروه های مختلف برای انجام دادن اقدامات مختلف انجام دهند. گروه های هدف باید از قبل مشخص شده و در جلسه های آموزشی تئوری و عملی بیمارستانی، اقداماتی را که در شرح وظایف آن ها قرار دارند را تمرین کرده باشند. در این مرحله آن ها باید کارهایی را انجام دهند که قبلاً نحوه انجام صحیح آن ها را آموزش دیده اند.
۲. نیروهای اجرایی: نیروهای اجرایی گروه های پنجگانه ای را تشکیل می دهند که عبارتند از:

• پزشکان اورژانس: مهم ترین وظیفه پزشکان اورژانس شکل دادن به تیم هایی است که باید وظایف مختلف را بر عهده بگیرند. افرادی که در هر یک از این تیم ها مشغول به فعالیت خواهند شد باید از قبل آموزش های تخصصی تری را دریافت نموده باشند. مثلاً پرستارانی که قرار است کار تریاژ بیماران را انجام دهند باید در دوره های آموزشی برگزار شده قبل از بحران با اصول تریاژ بیماران در زمان بحران آشنا شده باشند یا کارکنانی که قرار است عملیات آلودگی زدایی را انجام دهند باید آموزش های لازم برای انجام این کار را هم به صورت تئوری و هم به صورت عملی پشت سر گذارنده باشند در هر صورت پزشکان اولین گروهی هستند که بعد از اعلام وضعیت آماده باش، لباس های مخصوص را بپوشند چون در صورت رسیدن قربانیان به بیمارستان، آن ها اولین کسانی خواهند بود که باید بر بالین بیمار حاضر شوند. هر یک از پزشکان بعد از پوشیدن لباس باید دوزیمتر فردی خود را "روی آن" نصب کرده و سپس شروع به تشکیل دادن تیم ها و مرور سریع وظایف آن ها بر اساس دستورالعمل های موجود بکند.

^{۱۷۲} Administrative

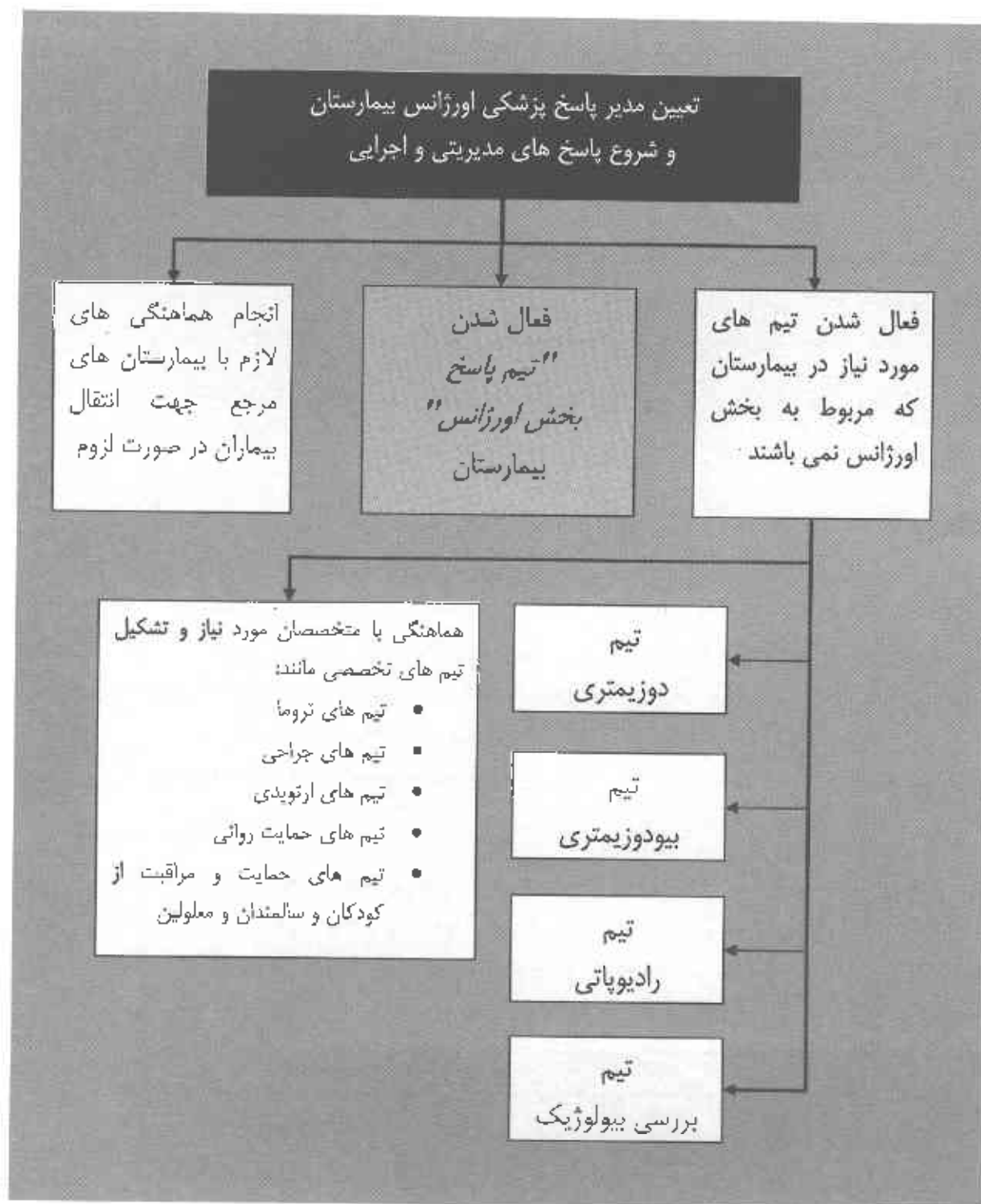
^{۱۷۳} Executive

• **مأموران امنیتی:** در زمان بروز بحران ناشی از یک حادثه هسته ای، نقش مأموران امنیتی بیمارستان مانند نگهبان ها و... چیزی فراتر از برقراری امنیت برای کارکنان و مراجعین است. در چنین مواردی، آن ها عملاً در کنترل انتشار آلودگی در بیمارستان نقشی بسیار حائز اهمیت و کلیدی دارند. بستن درهای بیمارستان به جز دو در برای ورود بیماران و آمد و شد کارکنان اولین اقدام در جهت کنترل آلودگی بیمارستانی می باشد. این مأموران در تمام مدت رسیدگی به قربانیان باید مسئولیت خارج کردن افراد متفرقه ای که ممکن است به روش ها و بهانه های مختلف در محل رسیدگی و درمان قربانیان در بیمارستان حضور پیدا کرده باشند (مانند خبرنگاران و...) را به عهده داشته باشند. برقراری امنیت در ورودی آمبولانس ها و پارکینگ آن ها نیز بخشی از وظایف مأموران امنیتی بیمارستان است.

• **گروه فیزیکی پزشکی:** کارشناسان این رشته باید قبل از رسیدن قربانیان، دستگاه های آشکارساز بیمارستان را آماده و عملکرد آن ها را کنترل نمایند. سپس باید میزان اشعه موجود در محیط اندازه گیری و در فرم های رسمی ثبت شود. این افراد، مسئولیت خط کشی محوطه های ورود، آلودگی زدایی، بررسی و درمان قربانیان را بر عهده دارند. در واقع مهندسی مجازی اختصاص داده شده به ارائه مراقبت به قربانیان حوادث پرتوی به عهده این افراد می باشد. یدیهی است این گروه نیز باید قبل از بروز یک حادثه هسته ای، آموزش های لازم درباره وظایف خود در زمان بحران را دریافت کرده و آن را به صورت عملی نیز تمرین کرده باشند. برای اعضای گروه فیزیکی پزشکی هر بیمارستان باید مشخص باشد که بهترین نقطه بیمارستان برای استقرار تیم های پزشکی مراقبت کننده از قربانیان یک حادثه کجاست؟ در صورت بروز بحران، به چه ترتیب و با چه سرعتی می توان آنجا را برای ارائه خدمات آماده سازی کرد؟ آماده سازی این قضا باید چگونه انجام شود؟ و امثال آن.

• **پرستاران:** بررسی وسایل یا ابزارآلات پزشکی مورد نیاز و اطمینان از این که به تعداد کافی در دسترس خواهند بود مانند وسایلی که برای ارزیابی و درمان، نمونه گیری، آلودگی زدایی، مستند سازی اطلاعات، استریلیزاسیون و... لازم خواهند بود از جمله دستکش، لوله آزمایش، سرنگ، سر سوزن و... فراهم نموده، و خارج کردن وسایل یا تجهیزاتی که مورد نیاز نخواهند بود از محوطه در نظر گرفته شده یا پوشاندن آن ها با پلاستیک یا کاغذ از جمله وظایف پرستاران هستند. بعد از پزشکان این پرستاران هستند که در اولویت پوشیدن لباس قرار دارند چون در یدو ورود قربانیان به بیمارستان، در تماس مستقیم با آن ها قرار خواهند گرفت. پرستاران باید بر اساس تعداد تقریبی قربانیانی که در راه هستند و تعداد تخت ها و امکانات موجود در قسمت مراقبت از قربانیان حادثه هسته ای گروه بندی شده و هر گروه شروع به پوشاندن روی تخت های مایه و درمان بیماران با چندین لایه از کاغذهای ضد آب کند.

• **نیروهای پشتیبانی:** آماده کردن صندوق ها و سطل های بزرگ و قرار دادن کیسه های پلاستیکی مقاوم داخل آن ها برای جمع آوری لباس ها و سایل آلوده و آماده کردن تعداد بیشتری کیسه برای تعویض در زمان مناسب مهم ترین وظیفه این گروه است. بعد از انجام این کار آن ها باید مسیر عبور قربانیان از ورودی آمبولانس تا محوطه درمان و خود محوطه درمان را با کاغذ یا پلاستیک کف پوش نمایند. لازم به تذکر است این کار زمانی انجام می شود که زمان کافی در اختیار باشد. در غیر این صورت آماده سازی و تخلیه صحیح سطل ها در اولویت قرار خواهد داشت.





مستندسازی اطلاعات

مستندسازی اطلاعات پزشکی همیشه و در همه حال اهمیت حیاتی دارند. در مواردی که یک بیمارستان با بیماران خاصی مواجه شده باشد یا در شرایط خاصی قرار گرفته باشد، اهمیت مستندسازی اطلاعات در چندان شده و علاوه بر اطلاعات پزشکی، اطلاعات مدیریتی و اجرایی را نیز شامل می شود.

بنابراین باید توجه داشته باشید که از این لحظه به بعد یعنی از لحظه ای که شما در جریان رخداد یک حادثه هسته ای قرار داده شده اید باید تک تک فعالیت هایی را که در سطوح مدیریتی و اجرایی انجام می دهید از جمله اطلاعات پایه ای که از محل حادثه کسب نموده اید، تعداد پرسنل فعال در بخش، تجهیزات و ملزومات آماده شده، کمبودها و نیازهای موجود یا روند اطلاع رسانی به سایر مراکز درمانی وابسته (در صورت لزوم) و نام مراکز را با تاریخ و ساعت و به طور دقیق مستندسازی و ثبت کنید.

مستندسازی دقیق و صحیح اطلاعات در جریان یک حادثه هسته ای دو فایده بزرگ دارد:

۱. آمار و اطلاعات مربوطه به آن حادثه را جمع آوری می کند بنابراین می توان هم در زمان ارائه خدمات برای تأمین نیروهای انسانی و منابع فیزیکی مورد نیاز از آن ها کمک گرفت و هم در آینده برای بررسی های آماری و پژوهشی مختلف از آن ها سود جست.

۲. روند فعالیت ها و اقدامات صورت گرفته را منعکس می سازد. به نحوی که هم در جریان همان حادثه می توان با مرور مرتب اقدامات انجام شده به نواقص کار پی برد و آن ها را اصلاح نمود و هم در آینده می توان از آن به عنوان یک تمرین عملی برای کارکنان همان مرکز و تجربه ای واقعی برای سایر مراکز استفاده کرد.

در هر صورت، مستندسازی اطلاعات را فراموش نکنید مدیران بیمارستان، پزشکان، پرستاران، منشی ها و حتی نگهبان ها باید کلیه فعالیت های خود را با تاریخ و ساعت دقیق ثبت و امضا نمایند.

برای کمک به فرایند مستندسازی اطلاعات، فرم های استاندارد طراحی شده اند که در این کتاب نیز ارائه می شوند. هر بیمارستان می تواند نمونه هایی از این فرم ها داشته باشد تا در صورت لزوم، از آن ها کپی گرفته و استفاده کند.

مسائل روانی - هم در قربانیان هم در پرسنل

ترس و وحشتی که در توده مردم ایجاد شده و منجر به هجوم آن ها به بیمارستان ها و مراکز درمانی می شود، بیشتر افرادی که در زمان انتشار اخباری مبنی بر رخداد یک حادثه هسته ای به بیمارستان ها مراجعه می کنند، عملاً نه آلوده به مواد هسته ای هستند و نه در معرض تابش اشعه قرار گرفته اند بلکه از این که ممکن است آسیبی دیده باشند "ترسیده اند".

توجه به گروه های خاص

مثل هر حادثه غیر مترقبه دیگری باید گروه های خاص آسیب پذیر تر مانند کودکان، سالمندان، زنان باردار تحت حمایت های ویژه مورد نیاز خود فرار داده شوند. کارکنان درمانی که باردار هستند، نباید در امر رسیدگی و مراقبت از بیماران آلوده درگیر باشند.

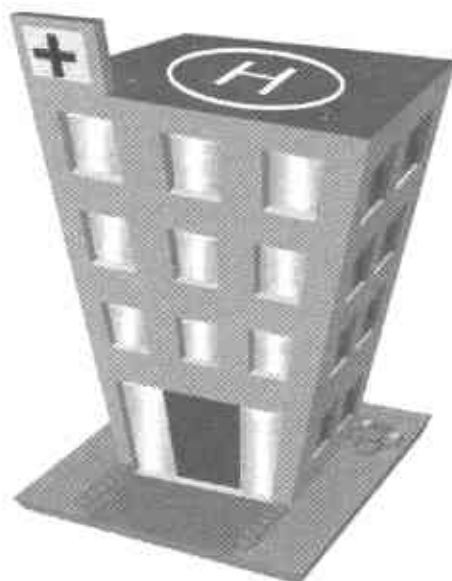
References:

۱. www.hq.doe.gov/radiation/dirtvbombs.asp
۲. www.osha.gov/SLTC/emergencypreparedness/rdd_tech.html
۳. www.nrcp.com
۴. <http://www.orau.gov/reaacts/>
۵. http://www.nukepills.com/RadDecon/MSDS77103_0811-5.pdf
۶. www.nrl.org
۷. www.energy.gov
۸. www.nrc.gov
۹. www.fema.gov
۱۰. Manual for First Responders to a Radiological Emergency, JOINTLY SPONSORED BY CTR, IAEA, PAHO, WHO, ۲۰۰۶
۱۱. A D Augustine, T G Lewis et al, animal Models for Radiation Injury, Protection and Therapy, Radiation Research ۱۶۱, ۱۰۰-۱۰۹ (۲۰۰۵)
۱۲. Conference of Radiation Control Program Directors (CRCPD) at www.crcpd.org or ۸۰۰-۲۷۷-۶۵۳۳
۱۳. Environmental Protection Agency (EPA) at www.epa.gov/radiation/rert
۱۴. Radiation Emergency Assistance Center/Training Site (REAC/TS) at www.orau.gov/reaacts or ۸۶۵-۵۷۶-۲۱۳۱
۱۵. David J. Brenner, Center for Radiological Research, Columbia University Medical Center, American academy of pediatrics, Committee on Environmental Health, Radiation Disasters and Children, Pediatrics Vol. ۱۱۱ No. ۶ June ۲۰۰۳
۱۶. Facts about food irradiation A series of Fact Sheets from the International Consultative Group on Food Irradiation (ICGFI), ۱۹۹۹ International Consultative Group on Food Irradiation
۱۷. R. Schleipman, Victor H. Gerbaudo, Frank P. Castronovo, Jr, Radiation Disaster Response: Preparation and Simulation Experience at an Academic Medical Center, Journal of nuclear medicine technology
۱۸. Dr M Repacholi (WHO), Dr T Kanematsu (Nagasaki University), Late Health Effects from Radiation: Knowledge gained from the ۶۰ years' experience in Japan, ۲۰-۵ Executive Board Meeting Hall Geneva, Switzerland
۱۹. IAEA-WHO: Diagnosis and Treatment of Radiation Injuries. Safety Report Series, No. ۲, IAEA, Vienna, ۱۹۹۸.
۲۰. IAEA-WHO: Planning the Medical Response to Radiological Accidents. Safety Report Series, No. ۳, IAEA, Vienna, ۱۹۹۸.
۲۱. Assessment and treatment of external and internal radionuclide contamination Radiation Safety Section International Atomic Energy Agency Printed by the IAEA in Austria April ۱۹۹۶
۲۲. J Mapstone, S Brett, Radiological weapons: what type of threat? *Critical Care* ۲۰۰۵, ۹:۳۲۳-۳۳۵ PATIENT DECONTAMINATION, RECOMMENDATIONS FOR HOSPITALS. The Hospital and Healthcare System Disaster Interest Group And The California Emergency Medical Services Authority, ۲۰۰۵
۲۳. IAEA-ILO-WHO: Health Surveillance of Persons Occupationally Exposed to Ionizing Radiation. Safety Report Series, No. ۵, IAEA, Vienna, ۱۹۹۸.
۲۴. J K. Waselenko, TJ. MacVittie, W F Blakely et al, Medical Management of the Acute Radiation Syndrome: Recommendations of the Strategic National Stockpile, Radiation Working Group *Ann Intern Med* ۲۰۰۲;۱۳۷:۱۰۳۷-۱۰۵۱.

۲۵. مجموعه دستورالعمل های مدیریت بحران در عرصه بهداشت و درمان حوادث غیر مترقبه، جسی از نویسندگان، چاپ اولی، ۱۳۸۵

موسسه آموزش عالی علمی-کاربردی هلال ایران و هیچ جاسه پزشکی

آمادگی بیمارستانی



اهداف فصل

- آشنایی با نیازمندی های فضای فیزیکی برای پاسخ دهی در حوادث پرتوی
- آشنایی با تجهیزات مورد نیاز برای پاسخ دهی در حوادث پرتوی
- آشنایی با نیازمندی های بیمارستانی در زمینه نیروی انسانی برای پاسخ دهی در حوادث پرتوی

۱-۶ فضای فیزیکی

برای پاسخ دهی موثر به یک حادثه هسته ای، بیمارستان نیازی به ایجاد تغییرات قابل توجهی در فضای فیزیکی خود ندارد. از آنجا که در طراحی همه بخش های اورژانس در بیمارستان های بزرگ که سطح سوم خدمات بهداشتی-درمانی را ارائه می دهند، برای شستشوی بیمارانی که آلوده به مواد شیمیایی یا بیولوژیک هستند اتاقی عوسوم به اتاق آلودگی زدایی در نظر گرفته می شود که بر اساس استانداردهای خاصی که به آن ها اشاره خواهد شد ساخته می شود، می توان نتیجه گرفت که پیش بینی لازم در فضای فیزیکی بیمارستان برای رسیدگی به قربانیان حوادث هسته ای نیز به عمل آمده است. چرا که این بیماران نیز در رویکرد عملی، وضعیتی مشابه بیماران آلوده به مواد شیمیایی و بیولوژیک دارند و نحوه برخورد با آن ها تفاوت قابل ملاحظه ای با بیماران فوق ندارد.

مؤلفین کتاب بر خود لازم می مانند مجدداً این نکته را یادآوری کنند که قربانیان یک حادثه هسته ای به دو

دسته کلی تقسیم می شوند:

۱. آلوده به مواد رادیواکتیو یا contaminated

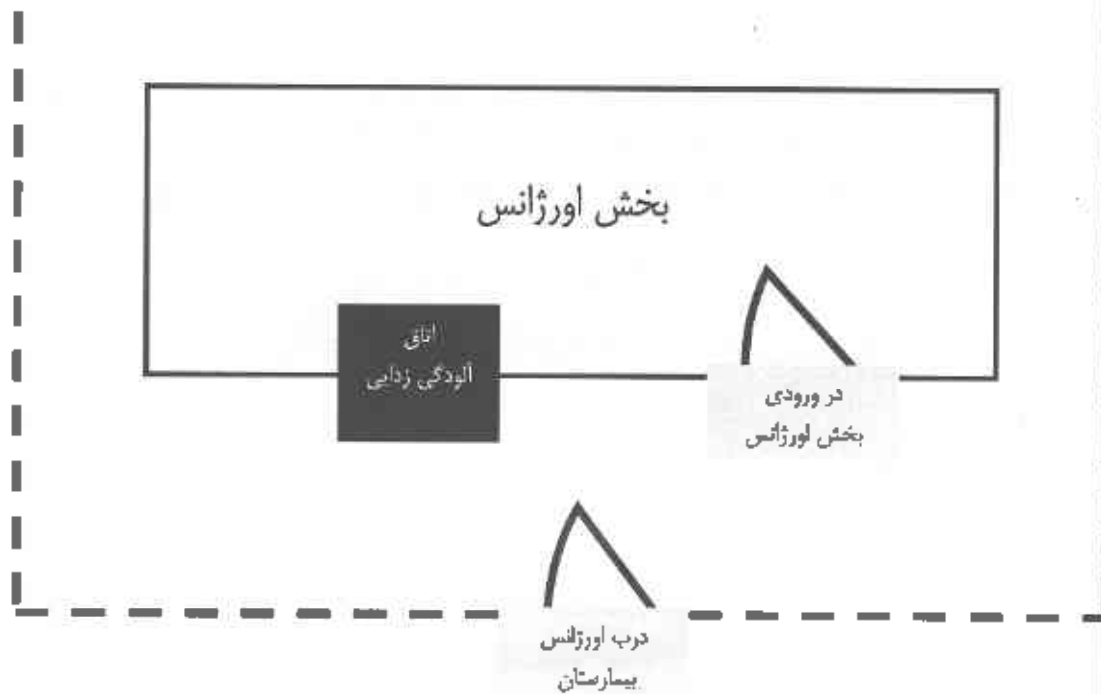
۲. غیر آلوده به مواد رادیواکتیو non-contaminated

اگر بیماری در حال حاضر آلوده به یک ماده رادیواکتیو نمی باشد، حتی اگر نوز کشته ای از پرندهای بونیزان را دریافت کرده باشد، هیچ خطری برای سلامت هیچ کسی دیگری نخواهد داشت. درست مثل کسی که دلیل سرطان مورد رادیوتراپی قرار می گیرد، این شخص به دلیل دریافت پرتو، دچار تهوع استفراغ، سردرد، ضعف، خستگی مفرط و مشکلات جسمی متعدد دیگری می شود اما هیچ خطری برای دیگران ندارد. بنابراین ارائه دهندگان مراقبت های درمانی می توانند به راحتی و همان طور که به یک بیمار عادی می پردازند، بیماری را که با پرندهای بونیزان مواجه داشته ولی به مواد رادیواکتیو آلوده نیست را مورد مراقبت قرار دهند. لذا، تمامی تمهیدات فیزیکی که اندیشیده می شود برای بیمارانی است که ممکن است به مواد رادیواکتیو آلوده باشند و منجر به گسترش و انتشار آلودگی در سطح بیمارستان شوند.

به جز اتاق آلودگی زدایی که از قبل ساخته می شود، سایر اقدامات مرتبط با فضای فیزیک بیمارستان که در قسمت پاسخ بیمارستانی مورد بحث قرار خواهد گرفت، عملاً یک "مهندسی مجازی"^{۱۳۹} در فضای فیزیکی موجود بیمارستان است. تقسیم کردن مجازی فضاهای موجود یا استفاده از نوارهای هشداردهنده یا کشیدن خطوط رنگی روی زمین برای مرزبندی قسمت های آلوده و غیر آلوده، تعبیه دوش ها یا تواله های متحرک در قسمت های آلودگی زدایی و امثال آن، تقریباً، حداکثر اقداماتی هستند که برای آماده سازی فضای فیزیکی بیمارستان برای پذیرش بیماران مورد نیاز می باشند.

استانداردهای فیزیکی اتاق آلودگی زدایی

- این اتاق باید در بخش اورژانس بیمارستان باشد.
- ورودی این اتاق باید جدا از ورودی سایر بیماران باشد. یعنی بیماران آلوده به مواد شیمیایی یا هر ماده دیگری که احتمال انتشار در بین سایر افراد را دارد، باید قبل از ورود به محوطه بخش اورژانس، مورد آلودگی زدایی قرار داد. بنابراین بعد از ورود از درب اورژانس بیمارستان و قبل از ورود به بخش اورژانس - توجه داشته باشید که منظور از درب اورژانس بیمارستان، درب ورودی بخش اورژانس نمی باشد و این دو درب با هم فاصله دارند - باید افراد آلوده را مورد آلودگی زدایی قرار داد.



مثال: در برخی از مراکز اورژانس بزرگ و سطح سه تریا، بیماران بی خانمانی که از سطح شهر و توسط پلیس یا سایر نهادها برای دریافت مراقبت های درمانی به بخش اورژانس منتقل می شوند قبل از ورود به بخش اورژانس در اتاق آلودگی زدایی مورد تست و فرار می گیرند تا آلودگی های مختلف آن ها از جمله آلودگی های قابل انتقال به محیط بیمارستان مانند عفونت با شیش و امثال آن تا جای ممکن از بین بروند.

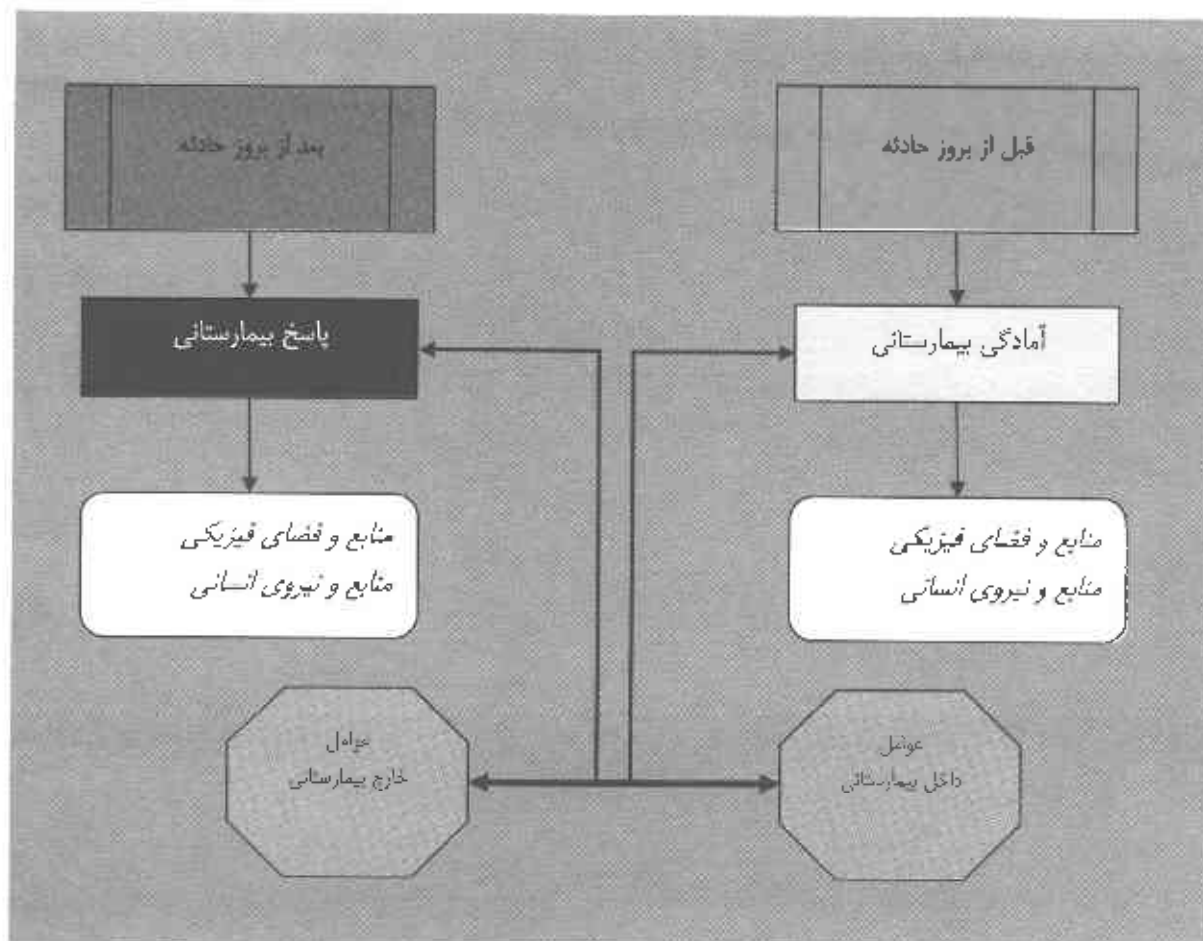
فاضلاب این اتاق نباید به فاضلاب شهری راه داشته باشد. مواد شیمیایی، بیولوژیک یا رادیواکتیو نباید از طریق فاضلاب معمولی دفع شوند چون در نهایت وارد زمین کشاورزی شده و می توانند از طریق محصولات کشاورزی وارد بدن افراد شده و آسیب زایی خود را اعمال نمایند. بنابراین باید آب محلول ها و... حاصل از آلودگی زدایی بیماران، در محفظه های بزرگی که می توان آن ها را به نحوی در زیر زمین قرار داد، جمع آوری شده و سپس به روش ایمن و استاندارد منتقل شده و رفع شوند.

اگر چه توصیه می شود تهویه این اتاق نیز با سیستم تهویه کل بیمارستان، یکپارچه نباشد اما بسیار بعید به نظر می رسد که مواد رادیواکتیو بتوانند به راحتی با هوای پیرامون خود مخلوط شده و با راه یافتن به هوای کل بیمارستان منجر به آلودگی دیگران شوند. بنابراین در ارتباط با مواد رادیواکتیو، احتیاط های عملی خاصی در این زمینه و در این مرحله توصیه نمی شوند.

نکته قابل توجه این است که باید در ورودی و خروجی اتاق آلودگی زدایی خطوط رنگی کشیده شوند که مرز منطقه آلوده از منطقه پاک را مشخص سازند. داخل اتاق آلودگی زدایی همیشه آلوده در نظر گرفته می شود و فقط کسانی حق دارند از درب خروجی اتاق رد شوند که به طور کامل آلودگی زدایی شده باشند.

۲-۶ تجهیزات فیزیکی

تجهیزات فیزیکی مورد نیاز برای پاسخ گویی موثر به یک حادثه هسته ای از همان قانون فضای فیزیکی تبعیت می کنند. همان طور که در جدول مربوط به تجهیزات مورد نیاز دیده می شود، وسایل مورد نیاز برای چنین پاسخ دهی هایی چندان تخصصی نیستند. شاید تنها استثنا در این مورد، دستگاه های مخصوص پرتوسنجی و دوزیمترهای فردی باشد که لازم است تمام کارکنان اورژانس روی سینه خود نصب کنند. این دستگاه ها نیز در حال حاضر قابل تهیه هستند و حتی اگر بیمارستانی نتوانسته باشد تا زمان بروز یک حادثه هسته ای آن ها را تهیه نماید، در زمان بروز حادثه می تواند از سازمان های مسئول در امور پزشکی هسته ای آن ها را به امانت بگیرد. در بیشتر موارد، تیم پزشکی هسته ای که ممکن است از خود بیمارستان تأمین شود یا از مرکز دیگری از خارج بیمارستان به خدمت گرفته شود، شمارش گرهای مخصوص پرتوهای یونیزان را در اختیار داشته و با خود به بیمارستان می آورد. بنابراین می توان نتیجه گرفت در زمینه تأمین وسایل و تجهیزات مورد نیاز، عملاً نیاز به اقدامات پیچیده یا گسترده وجود ندارد.



۳-۶ نیروی انسانی

نیروهای انسانی مورد نیاز برای پاسخ دهی بیمارستانی به یک حادثه هسته ای به دو دسته مدیریتی و اجرایی تقسیم می شوند. نیروهای مدیریتی وظیفه دارند کمیته بحران بیمارستان را (در صورت لزوم) فعال نموده، خط مشی ها و دستورالعمل های مربوط و نیروهای اجرایی را در قالب تیم های تشکل یافته ای فعال نموده و بر فعالیت های آن ها نظارت داشته باشند. نیروهای اجرایی شامل نیروهای امنیتی-انتظامی، پزشکان، پرستاران، کارشناسان و متخصصان فیزیک پزشکی و نیروهای پشتیبانی و خدمات جانبی می باشند.

بنابراین به جز در مورد نیروهای مربوط به پزشکی هسته ای که ممکن است از خارج بیمارستان و مثلاً از کارشناسان سازمان انرژی اتمی و... تأمین شوند، عملاً، سایر نیروهای انسانی بخشی از نیروهای فعال خود بیمارستان هستند.

آنچه در زمینه تأمین نیروی انسانی مورد نیاز برای پاسخ دهی به یک حادثه هسته ای اهمیت دارد، بیش از آن که مربوط به تعداد یا نوع این نیروها باشد، مربوط به آموزش آن هاست. این موضوع، نه فقط در کشور ما بلکه در تمامی کشورهای دنیا صادق است و حتی پیشرفته ترین کشورها در زمینه کاربردهای مختلف انرژی هسته ای به نبود جایگاه مشخصی برای آموزش دانشگاهی و اصولمند خدمات و مراقبت های مرتبط با انواع مختلف حوادث غیر مترقبه از جمله حوادث مرتبط به مواد شیمیایی، بیولوژیک و رادیواکتیو اذعان داشته ^{۱۷۷-۱۷۸-۱۷۹} به دنبال تبیین و تبیین این جایگاه در برنامه های آموزش دانشگاهی خود می باشند ^{۱۸۰-۱۸۱}.

به نظر می رسد مهم ترین نکته ای که باید در آموزش نیروهای انسانی دخیل در مراقبت از قربانیان حوادث هسته ای مورد توجه قرار گیرد، این نکته است که بیشتر پرسنل، به دلیل عدم آگاهی از مکانیسم های آسیب رسانی پرتوهای یونیزان و تفاوت بین "بیمارانی که با پرتوهای یونیزان مواجهه داشته اند" و "بیمارانی که آلوده به مواد رادیواکتیو هستند"، تصور می کنند که هر گونه نزدیکی فیزیکی یا تماس با قربانیان یک حادثه هسته ای، سلامت آن ها را به خطر می اندازد. بنابراین باید در برنامه های آموزشی کوتاه مدت و بلند مدت به نحوی کاملاً اصولی، مکانیسم های آسیب های بیولوژیک ناشی از مواد رادیواکتیو به کارکنان بهداشتی-درمانی آموزش داده شده و بر نکات زیر تمرکز شود:

۱. یک بیمار مواجهه شده با پرتو، هر چقدر هم بدحال باشد، هیچ خطری برای دیگران ندارد.
۲. در برخورد با یک بیمار آلوده به ماده رادیواکتیو، پایداری سازی اولیه بیمار و انجام اقدامات حیاتی اولیه (در صورت نیاز) بر آلودگی زدایی از بیمار اولویت دارد.
۳. در برخورد با یک بیمار آلوده به مواد رادیواکتیو، صرف رعایت اصول و نکات ایمنی عمومی ^{۱۸۲} کفایت می کند.

^{۱۷۷} www.bt.cdc.gov

^{۱۷۸} Darling RG, Eitzen EM, Mothershead JL, Waeckerle JF. Emergency Medicine Clinics of North America: Bioterrorism. WB Saunders and Co: Philadelphia, PA, ۲۰۰۲.

^{۱۷۹} Knobler SL, Mahmoud AAF, Pray, LA. Biological Threats and Terrorism: Assessing the Science and Response Capabilities. National Academy Press: Washington, DC, ۲۰۰۲.

^{۱۸۰} Rika Maeshiro, Training Future Physicians About Weapons of Mass Destruction: Report of the Expert Panel on Bioterrorism, Education for Medical Students, Centers for Disease Control and Prevention, U.S. Department of Health and Human Services, ۲۰۰۳

^{۱۸۱} Novick LF, Marr JS. Public Health Issues in Disaster Preparedness: Focus on Bioterrorism. Aspen Publishers, Inc: New York, NY, ۲۰۰۱.

^{۱۸۲} General precautions

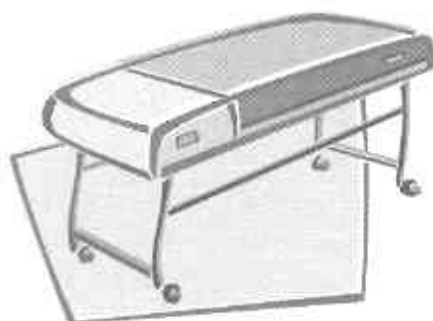
تجهیزات و ملزومات مورد نیاز برای پاسخ بیمارستانی به یک حادثه هسته ای			
تجهیزات و ملزومات	مت های استاندارد جراحی	مت انتقال خون	
	وسایل مورد نیاز برای گرفتن رگ از بیماران	آمپولیک و مانیک	
	سرنگ	دفتر پلاتور، پاملری و تارژر	
	دستگاه شمارش تعدا ساول های خونی	لام مورد نیاز برای تهیه لام خون محیطی	
	ظروف مخصوص نمونه های آزمایشگاهی بیماران	میکروسکوب	
	جیبگاه سلتریفر	پنچال بزرگ و فریزر	
معرف ها و واکنش گره های مختلف بر اساس نوع نمونه ها و رادیونوکلیدهایی که باید اندازه گیری شوند			
آلودگی	ضد خرد	آبی بیوتیک	
	کاردیوژنیک	دیورتیک	
	تنظیم کننده های فشارخون	گرم های آبی بیوتیک موضعی	
	ضد نفوع	محلول های هیدراتسیون	
تسماتیک	تسماتش گرمای دو منظوره آلفا بتا برای بررسی آلودگی سطوح به مواد رادیواکتیو		
	تسماتش گرمای دو منظوره گاما بتا برای بررسی آلودگی سطوح به مواد رادیواکتیو		
	شمارش گرمای مخصوص اندازه گیری های پرتوهای موجود در محیط		
وسایل حفاظتی	دوزیمترهای فردی		
	دوزیمترهای ثابت برای دوزیمتری محیط		
	بالاپوش های سرتاسری محافظ		
	پوشش های پلاستیکی کفش		
	دستکش نخی، دستکش لاتکس و دستکش لاستیکی		
وسایل آلودگی زایی	ماسک	پارچه های استریل جراحی	
	برس از جمله برس های تستوی ناخن	پنبه برای سواب های بینی	
	سواب	کاتر بینی	
	محلول هیپوکلریت سدیم 5 درصد	مانده ضد عفونی کننده	
	محلول اسید کلریدریک یک دهم نرمال	سرم ششو	
	محلول های استریل تستوی چشم	خودکارهای مخصوص برای علامت گذاری محل های آلودگی	
ملزومات عمومی	رادیوی قابل حمل که فرکانس های مختلف را بگیرد	ورقه های پلاستیکی، کیسه های پلاستیکی، نوار چسب	
	تلن همراه	گان جراحی	
	کامپیوتر	پتر و ملاق	
	باتری	برلکاردر چرخدار	
	کارت های شناسایی	جراغ قوه	
	کیسه های زباله	جعبه های حمل و نقل	
	برگه ها و فرم های مخصوص ثبت اطلاعات پزشکی و غیر پزشکی (فرم دریافت و انتقال بیمار، پرتوسنجی و...)		
	لیستی شماره تلفن های مراکز مختلفی که می توانند به بیمارستان کمک کنند (پلیس، وزارت بهداشت، سایر بیمارستان ها، مراکز حمایت روانی و اجتماعی و...)		
کشی کننده ها	سزیموم	پرویین بلو	ید
	استرونیوم	آلفا بتا، گلوکونات یا لاکتات استرونیوم	جیوه سربه پلونیوم
	رادیوم	کسفات آلومینیوم	آهن، پلوتونیوم
	کالکات	گلوکونات کالکات	مس، آهن، جیوه سرب، طلا، سایر فلزات سنگین
	اورانیوم	بی کربنات سدیم، ایزوتوپیک	نرینیوم
			یدید یدید

References:

۱. www.cdc.gov/radiation
۲. www.ncrp.com
۳. <http://www.orau.gov/reacts/>
۴. <http://www.nukepills.com/RadDexon/MSDSw1-2-811-5.pdf>
۵. www.nrl.org
۶. www.energy.gov
۷. www.nrc.gov
۸. www.fema.gov
۹. www.epa.gov/radiation/rerl
۱۰. www.crcpd.org
۱۱. Radiation Emergency Assistance Center/Training Site (REAC/TS) at www.orau.gov/reacts or 866-877-3333
۱۲. David J. Brenner, Center for Radiological Research, Columbia University Medical Center, American academy of pediatrics, Committee on Environmental Health, Radiation Disasters and Children, Pediatrics Vol. ۱۱۱ No. ۶ June ۲۰۰۲
۱۳. R Schleipman, Victor H. Gerbaudo, Frank P. Castronovo, Jr, Radiation Disaster Response: Preparation and Simulation Experience at an Academic Medical Center, Journal of nuclear medicine technology
۱۴. IAEA-WHO: Planning the Medical Response to Radiological Accidents, Safety Report Series, No. ۴, IAEA, Vienna, ۱۹۹۸.

بخش هفتم

پاسخ بیمارستانی



اهداف فصل

- آشنایی با اقدامات مورد نیاز در پاسخ بیمارستانی به حوادث پرتوی

شروع پاسخ دهی بیمارستانی

وقتی به شما اطلاع داده می شود که یک حادثه پرتوی رخ داده است و قربانیان آن را برای دریافت خدمات مورد نیاز به بیمارستان شما منتقل خواهند ساخت، باید بلافاصله کلیه اطلاعات پایه ای که به آن نیازمند هستید را از منبع اطلاع دهنده پیرسید در صورتی که خطر دیگری سلامت عمومی را تهدید نماید شما باید کلیه مراکز بهداشتی-درمانی وابسته به خود را که زیر مجموعه شما هستند به نحو مقتضی در جریان قرار داده، نوع و وسعت فعالیت های هریک از آن ها را مشخص نمایید. نمونه فرمی در این کتاب ارائه شده است، نشان می دهد شما چه نوع اطلاعاتی را باید دریافت کرده و به چه نحو باید آن را ثبت کنید.

اطلاعات پایه مورد نیاز

بلافاصله بعد از اطلاع بیمارستان از رخداد یک حادثه هسته ای

۱. شما باید سطح حادثه ای را که رخ داده است بدانید.
۲. شما باید از تعداد احتمالی قربانیان مطلع یاتید.
۳. شما باید از زمان تقریبی رسیدن قربانیان به بیمارستان، اطلاع داشته یاتید.
۴. شما باید بدانید آیا بیماران، دچار آلودگی به مواد رادیواکتیو شده اند یا در معرض تابش پرتوی قرار گرفته اند؟
۵. شما باید بدانید در صورت آلودگی به مواد رادیواکتیو، آیا قربانیان، در محل حادثه، مورد آلودگی زنبی قرار گرفته اند یا خیر؟
۶. شما باید نوع و شدت جراحات و در نتیجه، سطحی از مراقبت ها را که به آن نیاز خواهند داشت بدانید.
۷. شما باید خطرات دیگری را که در حال حاضر، یا در آینده نزدیک، سلامت عمومی را تهدید می کند و کارکنان بهداشتی-درمانی باید در پیشگیری از بروز آن ها یا کنترل عوارض احتمالی ناشی از آن ها نقش داشته باشند را پیرسید.
۸. اگر نوع ماده هسته ای که عامل بروز حادثه بوده است مشخص می باشد، شما باید از ویژگی های اصلی و خطرات ویژه ای که ایجاد می کند آگاه شوید.

اقدامات مورد نیاز در پاسخ بیمارستانی

اقدام اول: ورودی آمبولانس ها^{۱۱۴} را مشخص کنید.

تعیین کنید آمبولانس ها باید در کدام قسمت حیاط بیمارستان یا خیابان های اطراف آن توقف کرده و بیماران را تخلیه کرده یا در صورت لزوم بیماران دیگری را به مراکز درمانی دیگر منتقل نمایند.

توضیح: این، اولین اقدام لازم برای کنترل انتشار آلودگی به مواد رادیواکتیو توسط افراد آلوده در بیمارستان و محوطه اطراف آن است.

اقدام دوم: درب های بیمارستان را ببندید.

بعد از اطلاع از بروز یک حادثه هسته ای، اگر اطلاعات شما حاکی از این است که تعداد قابل توجهی از افراد آلوده به مواد رادیواکتیو در حال انتقال به بیمارستان شما هستند، تمامی درب های بیمارستان را ببندید به جز دو درب: یک درب برای ورود بیماران به قسمتی که برای تریاژ بیماران در نظر گرفته شده است.

یک درب برای ورود و خروج کارکنان بیمارستان، مدیران ارشد بهداشتی-درمانی، ناظرین و هر کس دیگری که می دانیم جزء قربانیان نبوده و در معرض آلودگی احتمالی نبوده است مثلاً خبرنگاران.

توضیح:

عملاً بعد از اطلاع از بروز حادثه:

شما باید بیمارستان خود را " قفل کرده " و تا جایی ممکن ورود و خروج افراد را کنترل نمایید.

این اقدام به دلایل زیر صورت می گیرد:

- با کنترل رفت و آمدها، می توان از ورود افرادی که ممکن است به مواد رادیواکتیو آلوده باشند و از درهای ورودی دیگر وارد شده و لذا آلودگی به مواد هسته ای را در کل بیمارستان انتشار دهند جلوگیری شود.
- ممکن است بیماران بدحالی، از ورودی های فرعی وارد بیمارستان شده و در راهروهای کم تردد بیمارستان یا حیاط بیمارستان یا در هر نقطه ای دور از دید کارکنان درمانی قرار گرفته و عملاً از دریافت مراقبت های مورد نیاز خود محروم شوند. با محدود کردن ورودی های بیمارستان به دو درب، این احتمال از بین می رود.
- ممکن است افراد آلوده ای، از ورودی اصلی بیماران وارد شوند اما به دلیل اضطراب و سرگردانی تصمیم به ترک بدون اطلاع بیمارستان بگیرند، با کنترل رفت و آمدها می توان از خروج این افراد از بیمارستان، قبل از دریافت مراقبت های مورد نیاز خود، جلوگیری کرده و به این ترتیب هم خود آن ها را مورد مراقبت و حمایت قرار داد و از انتشار آلودگی در جامعه پیشگیری کرد.

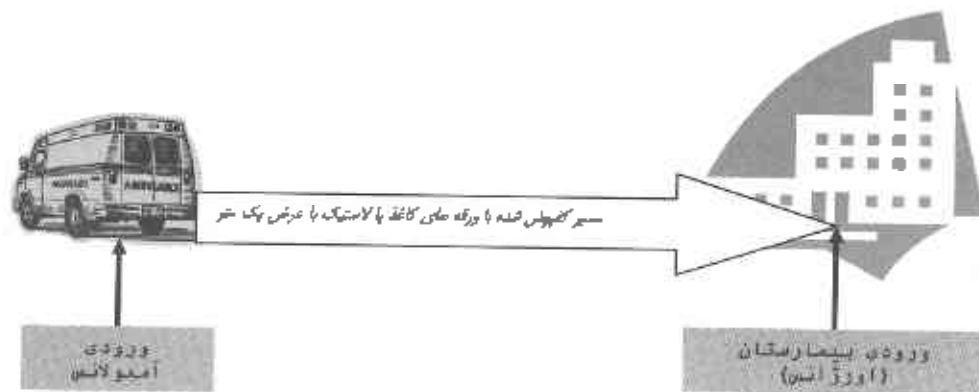
اقدام سوم: مسیر^{۸۵} عبور افراد را آماده کنید.

اگر زمان کافی در اختیار دارید، در حد فاصل ورودی آمبولانس ها به حیاط یا محوطه بیمارستان -یعنی جایی که قرار است آمبولانس ها بیماران را پیاده کنند- تا ورودی تریاژ، یک مسیر موقتی ایجاد کنید. برای آن کار باید:

۱. با استفاده از نوارهای رنگی هشداردهنده، مثلاً نوارهای زرد نرنگ یا مشابیه آن، یا در صورت عدم دسترسی به نوارهای رنگی، با استفاده از طناب های معمولی، مسیر مشخصی را برای انتقال بیماران تعیین و دو طرف آن را نوار کشی نمایید. عرض این جاده باید یک متر باشد.
۲. این جاده را با استفاده از برگه های بزرگ کاغذ (که می تواند کاغذ برش های خیاطی، کاغذهای بزرگ بسته بندی، کاغذهای بزرگ قصایی و امثال آن باشند)، ورقه های بزرگ و نازک لاستیکی یا پلاستیکی یا بالشتک های چهارگوش نازک جاذب، کفیوش کرد. کاغذ، ورقه لاستیک یا پارچه های جاذبی که برای کفیوش کردن این مسیر مورد استفاده قرار می گیرند را باید با استفاده از چسب، به زمین چسباند تا جابه جا نشده یا با کوچکترین حرکتی به اطراف پراکنده نشوند. چون در این صورت منبع خوبی برای انتشار آلودگی خواهند بود.

توجه داشته باشید:

- اگر برای کفپوش کردن این مسیر، از ورقه های لاستیکی یا پلاستیکی استفاده می کنید ممکن است لیزنده باشند و بیماران یا کارکنان را در معرض خطر سقوط قرار دهند. بنابراین باید توجه کافی مبذول شود تا از خیس شدن این مسیر جلوگیری به عمل آید.
- اگر آلودگی زدایی و انتقال قربانیان در محل حادثه درست انجام شده باشد، قاعدتاً، آمبولانس، تجهیزات آن، برانکار حمل بیمار و کارکنان آمبولانس نباید آلوده باشند با این حال، شما باید بنا را بر آلودگی آن ها قرار داده و احتیاطات لازم را به عمل آورید.



اقدام چهارم: محوطه رسیدگی به بیماران را مشخص کنید.

محوطه ای را برای رسیدگی درمانی به بیماران اختصاص دهید. این محوطه درمانی، باید نزدیک به ورودی باشد. باید این محوطه را به اندازه کافی بزرگ در نظر بگیرید تا بتواند پذیرای تعداد کافی از قربانیان حادثه باشد. اگر این قسمت از بیمارستان، قسمتی است که بیمارانی از قبل در آن حضور دارند، باید این بیماران را به بخش دیگری منتقل کنید در محوطه درمانی مورد نظر شما، فقط باید قربانیان حادثه پرتوی حضور داشته باشند. اگر در این محوطه ملزومات یا تجهیزاتی وجود دارند که در روند ارائه مراقبت به قربانیان، مورد نیاز نخواهند بود یا باید آن ها را از محوطه خارج کنید یا با یک پوشش مناسب کاملاً بپوشانید تا از آلودگی آن ها به مواد رادیواکتیو جلوگیری شود.

اقدام پنجم: کف قسمت درمان را بپوشانید.

اگر زمان کافی در اختیار دارید، کف قسمت درمان را نیز با کاغذ لاستیک یا پارچه های جاذب فرش کنید. باید این پوشش را با استفاده از چسب، به طور کامل به کف بچسبانید تا از جابه جا شدن آن جلوگیری شود. به این نکته توجه داشته باشید که کفپوش های لاستیکی لیزنده هستند (به خصوص اگر خیس شوند).

گام ششم: عبور و مرور افراد را کنترل نمایید.

هر کسی نباید وارد محوطه درمان شود. بنابراین در این مرحله باید اقدامات لازم برای محدودسازی ورود افراد متفرقه به محوطه درمان را به عمل آورید. فقط کسانی می توانند این قسمت شوند که لباس محافظ پوشیده باشند. باید از یک منطقه حائل میانی موسوم به منطقه بافر، برای افزایش امنیت منطقه درمان استفاده نمایید.

اقدام هفتم: تأمین ملزومات و تجهیزات

- دستگاه های مورد نیاز برای بررسی و درمان را واریسی کرده و از عملکرد صحیح آن ها مطمئن شوید.
- در این مرحله، باید سطح حادثه رخ داده را در فرم های مدیریت بحران بیمارستان بنویسید و متناسب با آن سطح، امکانات بیمارستان خود را به سمت قسمت مراقبت از قربانیان گسیل داشته و در صورت لزوم، از سایر مراکز درمانی و نهادهای پشتیبان درخواست وسایل و تجهیزات کمکی بکنید.
- دستکش و روپوش و ماسک های مخصوص و سایر ملزوماتی که مورد استفاده قرار گرفته و آلوده می شوند، باید به اندازه ای در اختیار باشند که کارکنان در زمان مراقبت از قربانیان بتوانند به راحتی لوازم آلوده را دور انداخته و از لوازم پاک استفاده کنند.

اقدام هشتم: آماده سازی تخت ها

در این مرحله، باید تخت های مورد نیاز برای درمان بیماران آماده شوند روی تخت ها را با استفاده از پوشش های پلاستیکی ضد آفتاب یک بار مصرف بپوشانید و توجه داشته باشید پوشش تخت باید به نحوی باشد که امکان تجمع آب زیر آن وجود نداشته باشد.

اقدام نهم: آماده سازی سطوح های مخصوص جمع آوری وسایل آلوده به مواد رادیواکتیو

چندین صندوق در اندازه های مختلف به عنوان صندوق های جمع آوری وسایل آلوده به مواد رادیواکتیو در نظر گرفته و داخل آن ها کیسه های پلاستیکی با اندازه مناسب قرار دهید. تمامی لباس ها، وسایل و ابزارآلات آلوده از جمله دستکش ها و باندهایی که مورد استفاده قرار می گیرند، باید داخل این صندوق ها انداخته شوند.

اقدام دهم: آلودگی زدایی

حالا نوبت به آماده کردن اتاق آلودگی زدایی می رسد:

فاضلاب این اتاق، نباید به فاضلاب شهری راه داشته باشد.

اگر چه توصیه می شود تهویه این اتاق نیز با سیستم تهویه کل بیمارستان، یکپارچه نباشد اما بسیار بعید به نظر می رسد که مواد رادیواکتیو بتوانند به راحتی با هوای پیرامون خود مخلوط شده و با راه یافتن به هوای کل بیمارستان منجر به آلودگی دیگران شوند. بنابراین احتیاط های عملی خاصی در این زمینه و در این مرحله توصیه نمی شوند.

نکته قابل توجه این است که باید در ورودی و خروجی اتاق آلودگی زدایی خطوط رنگی کشیده شوند که مرز منطقه آلوده از منطقه پاک را مشخص سازند داخل اتاق آلودگی زدایی همیشه آلوده در نظر گرفته می شود و فقط کسانی حق دارند از در خروجی اتاق رد شوند که به طور کامل آلودگی زدایی شده باشند.

اقدام یازدهم: استقرار تیم های مختلف با آمادگی لازم

تیم مراقبت اورژانس خود را آماده و مستقر سازید اعضای این تیم باید لباس های محافظ بپوشند. منظور از لباس محافظ برای این کارکنان همان لباس جراحی است، یعنی تک تک کارکنان اورژانس باید گان جراحی پوشیده، ماسک جراحی زده، کلاه جراحی گذاشته، عینک محافظ به چشم زده و دو لایه دستکش بپوشند.

- استفاده از جریان هوا^{۸۹}: در این روش می توان ابزار و وسایل خاصی را در معرض جریان هوای تند قرار داد تا ذرات رسوب کرده در قسمت های مختلف آن جا به جا شده و با وسایل مخصوص دیگری جمع آوری شوند.
- استفاده از مکش، پاک کردن و برس زدن: این کارها، به معنی زدودن فیزیکی آلودگی ها هستند. می توان از دستگاه هایی که قدرت مکش بالا دارند و فیلترهای جاذبی در آن ها تعبیه شده است استفاده نمود. استفاده از پاک کردن یا برس زدن فقط در مواردی مفید و موثر است که سطح مورد پاک سازی بسیار محدود باشد.
- استفاده از کف، بخار تمیز کننده و محلول های تمیز کننده: می توان این مواد را با استفاده از دستگاه های خاصی به سطوح مبلغان شده، فرش ها، پرده ها و... پاشید و سپس با استفاده از دستگاه های مکنده خاص دوباره جمع آوری و دفع نمود.
- استفاده از پوشش های قابل کنده شدن یا قابل پوست کندن^{۹۰}: در مورد قسمت هایی از ساختمان که از جنس سنگ هستند یا زمین محوطه های اطراف که استفاده از مایعات یا بخار برای آلوده زدایی می تواند منجر به گسترش آن شود از موادی استفاده می شود که روی سطوح را پوشانده و مواد رادیواکتیو متافذ سطح زیرین خود را جذب می کنند. سپس می توان با استفاده از چاقو یا هر وسیله تیز برنده دیگری این پوشش ها را از روی سطح مربوط جدا کرده و مواد رادیواکتیو همراه آن را دفع نمود.
- استفاده از مواد شوینده: در مورد دیوارهای رنگ شده، سقف و هر جای دیگری که نرم باشد می توان از محلول های رایج شستشو استفاده کرد. می توان بند از مالیدن محلول شستشو، بلافاصله از یک دستگاه مکنده برای جمع کردن استفاده نمود. بهتر است آبی که برای شستشوی دیوارها و سقف استفاده می شود روی زمین ریخته نشود وگرنه به نحوی باعث انتشار بیشتر آلودگی خواهد شد.
- لایه برداری های سطحی: می توان لایه های رنگ دیوارها، کاغذ دیواری ها و امثال آن ها را لایه برداری کرده یا کند.

در هر صورت توجه داشته باشید که آلودگی زدایی از ساختمان و ابزار و تجهیزات آلوده در تخصص گروهی است که به جز آلودگی به مواد رادیواکتیو، انواع دیگر آلودگی ها (شیمیایی، میکروبی و ...) را نیز از بین می برند. بنابراین، مهم ترین وظیفه بیمارستان این است که، در زمان مقتضی، به این تیم خبر دهد که برای آلودگی زدایی از بیمارستان و وسایل و تجهیزات آن اقدامات لازم را به عمل آورند.

^{۸۹} Weathering

^{۹۰} Peckable/Strippable coatings

References:

۱. www.bt.cdc.gov/radiation/dirtybombs.asp
۲. www.osha.gov/SLTC/emergencypreparedness/rdd_tech.html
۳. www.ncrp.com
۴. <http://www.orau.gov/reacts/>
۵. <http://www.nukepills.com/RadDecon/MSDSW1-2,0811-5.pdf>
۶. www.nrt.org
۷. www.energy.gov
۸. www.nrc.gov
۹. www.fema.gov
۱۰. A D Augustine, T G Lewis et al, animal Models for Radiation Injury, Protection and Therapy, Radiation Research ۱۶۳, ۱۰-۱۰۹ (۲۰۰۵)
۱۱. Conference of Radiation Control Program Directors (CRCPD) at www.crcpd.org or ۵-۲-۲۲۷-۳۵۳۲
۱۲. Environmental Protection Agency (EPA) at www.epa.gov/radiation/rert/
۱۳. Radiation Emergency Assistance Center/Training Site (REAC/TS) at www.orau.gov/reacts or ۸۰۰-۵۷۶-۳۱۳۱
۱۴. David J. Brenner, Center for Radiological Research, Columbia University Medical Center, American academy of pediatrics, Committee on Environmental Health, Radiation Disasters and Children, Pediatrics Vol. ۱۱۱ No. ۶ June ۲۰۰۳
۱۵. Facts about food irradiation A series of Fact Sheets from the International Consultative Group on Food Irradiation (ICGFI), ۱۹۹۹ International Consultative Group on Food Irradiation
۱۶. R Schleipman, Victor H. Gerbaudo, Frank P. Castronovo, Jr, Radiation Disaster Response: Preparation and Simulation Experience at an Academic Medical Center, Journal of nuclear medicine technology
۱۷. IAEA-WHO: Diagnosis and Treatment of Radiation Injuries, Safety Report Series, No. ۲, IAEA, Vienna, ۱۹۹۸.
۱۸. IAEA-WHO: Planning the Medical Response to Radiological Accidents, Safety Report Series, No. ۳, IAEA, Vienna, ۱۹۹۸.
۱۹. Assessment and treatment of external and internal radionuclide contamination Radiation Safety Section International Atomic Energy Agency Printed by the IAEA in Austria April ۱۹۹۶
۲۰. J Mapstone, S Brett, Radiological weapons: what type of threat? *Critical Care* ۲۰۰۵, ۹:۲۲۲-۲۲۵
۲۱. مجموعه دستورالعمل های مدیریت بحران در عرصه بهداشت و درمان حوادث غیر متوقعه جمعی از نویسندگان، چاپ اول، ۱۳۸۵، مؤسسه آموزش عالی علمی کاربردی هلال ایران و پسخ جامعه پزشکی

بخش هشتم

رویکرد به بیماران دچار آسیب های پرتوی



اهداف فصل

- آشنایی با نحوه برخورد با بیماران غیر آلوده به مواد رادیواکتیو
- آشنایی با نحوه برخورد با بیماران آلوده به مواد رادیواکتیو

انواع خطرات

قربانیانی که بعد از یک حادثه هسته ای به بیمارستان آورده می شوند در معرض سه خطر قرار دارند:

- آلودگی یا *contamination*: یعنی این که:

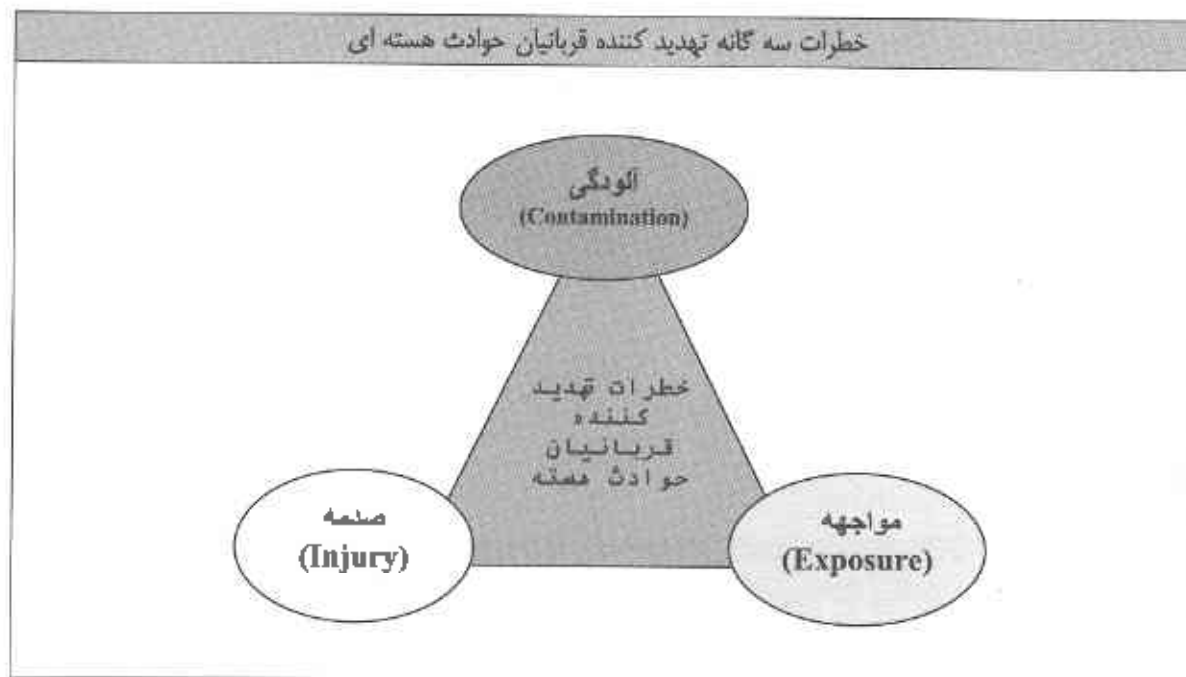
ماده رادیواکتیو، روی لباس ها، پوست یا زخم های قربانی وجود داشته باشد (آلودگی خارجی)
توسط بیمار خورده یا استنشاق شده باشد (آلودگی داخلی)

آلودگی داخلی بیمار، منجر به آلودگی خارجی هم شده باشد مثلاً در مورد بیمارانی که ماده رادیواکتیو خورده و سپس آن را استفراغ کرده اند

مقدار ماده رادیواکتیوی که منجر به آلودگی داخلی فرد شده است به حدی باشد که تابش های خارجی آن برای افراد دیگر مانند بستگان بیماران یا همراهان او یا کادر پزشکی در حال ارائه مراقبت، خطرناک باشد.

- مواجهه یا *exposure*: یعنی بیمار فقط در معرض تابش اشعه قرار گرفته است ولی آلودگی داخلی یا خارجی ندارند. این بیماران هیچ خطری برای کارکنان یا بیمارستان ندارند چون آلوده نیستند و لذا نمی توانند آلودگی را منتشر نمایند.

- آسیب یا *injury*: اگر حادثه ای که رخ داده است با انفجار و تخریب ساختمان ها همراه بوده باشد می تواند منجر به وارد شدن تروما به فرد و آسیب دیدن او شود.



۸-۱ رویکرد به بیماران غیر آلوده به مواد رادیواکتیو

رویکرد به بیمارانی که آلوده به مواد رادیواکتیو نیستند، تفاوتی با رویکرد به سایر بیماران ندارد بنابراین برای رسیدگی به این بیماران نیازی نیست که آن ها به منطقه خاصی که از قبل آماده شده باشد، منتقل شوند. ارزیابی و درمان این بیماران در همان قسمت های عادی بیمارستان قابل انجام است. در رویکرد به این بیماران نیز، باید اول مسائل و مشکلات طبی بیمار را مورد توجه قرار داد. اگر وضعیت بیمار پایدار است و نیاز به مداخله فوری ندارد باید از او در زمینه نحوه مواجهه اش با پرتوهای یونیزان سوال کنید.

توجه داشته باشید:

"بیماری که در معرض تابش پرتوهای یونیزان قرار گرفته است اما به مواد رادیواکتیو آلوده نشده است هیچ خطری برای هیچ کس ندارد"

اولین اقدامی که باید برای این بیماران انجام شود:

"گرفتن نمونه خون برای شمارش کامل سلول های خونی به خصوص تعداد لنفوسیت ها" است. فراموش نکنید که باید تاریخ و ساعت نمونه گیری روی ظرف حاوی نمونه نوشته شود

۸-۲ رویکرد به بیماران آلوده به مواد رادیواکتیو

لازم است قبل از شروع مطالعه این قسمت دوباره به قسمتی که در بخش اثرات بیولوژیک پرتوهای یونیزان بر بدن درباره تفاوت بین "مواجهه" با پرتوهای یونیزان و "آلودگی" به مواد رادیواکتیو آمده است رجوع نمایید. مجدداً یادآوری می شود که مراقبت از بیماری که با پرتوهای یونیزان مواجهه داشته است با مراقبت از سایر بیماران هیچ تفاوتی ندارد و ارائه مراقبت به چنین بیماری، نیاز به رعایت هیچ نکته ایمنی خاص، استفاده از هیچ یا پوشش خاص و... ندارد.



در رویکرد به بیماران آلوده به مواد رادیواکتیو وقتی صحبت از بیماران دچار آلودگی به میان می آید:

- اولین پرسشی که باید به آن پاسخ داده شود این پرسش است که نوع آلودگی بیمار چیست؟ بیمار آلودگی داخلی دارد یا خارجی؟
- پرسش بعدی در جهت تعیین شدت آلودگی بیمار می باشد. باید بدانیم بیمار چه مقدار ماده رادیواکتیو را بلعیده است تا بتوانیم قبل از اندازه گیری دقیق پرتوهای که ساطع می کند میزان خطرسازی او برای اطرافیان را تخمین بزنیم. یک بیمار با آلودگی به مقادیر کم از ماده رادیواکتیو خطر چندانی برای دیگران به حساب نمی آید.

توجه داشته باشید:

هر بیماری که قبل از رسیدن به بیمارستان مورد لوله گذاری اندوتراکئال قرار گرفته است یا از راه هوایی دهانی (Oral Airway) برای او استفاده شده است، باید دچار آلودگی داخلی در نظر گرفته شود

بیمارانی که دچار آلودگی خارجی به مواد رادیواکتیو هستند را باید بلافاصله بعد از ورود به بیمارستان به قسمت مخصوصی که برای رسیدگی به آن‌ها در نظر گرفته شده است انتقال داد. اگر بیمار، مشکوک است، یعنی نمی‌دانید آیا آلودگی خارجی یا داخلی قابل توجه دارد یا نه، باز هم باید او را به قسمت ویژه هدایت نمایید. یعنی همواره باید بنا را بر آلوده بودن یک بیمار گذاشت تا خلاف آن ثابت شود. یک توصیه دیگر این است که اگر امکان دسترسی به موقع به ابزارهای پرتوسنجی وجود ندارد باید کلیه بیماران را آلوده به مواد رادیواکتیو در نظر گرفته و آن‌ها را آلودگی زدایی نمود.

توجه داشته باشید:

۱. موقع تحویل گرفتن بیمار از مأمورین آمبولانس باید حتماً مشخص شود که آیا بیمار در محل حادثه یا قبل از انتقال به بیمارستان شما آلودگی زدایی شده است یا نه؟
۲. پاسخ این سوال باید در برگه‌های تحویل نوشته شده و امضا شود.
۳. پرسشی دیگر این است که آیا بیمار قبل از رسیدن به بیمارستان مورد آتشی ستجی قرار گرفته است یا نه؟
۴. اگر پاسخ مثبت است باید نتیجه بررسی به عمل آمده در برگه‌های تحویل بیمار ثبت شوند.

اقدامات مورد نیاز

۱. ارزیابی فوری بیمار

باید بلافاصله راه‌های هوایی بیمار، کفایت تنفس و کفایت خون‌رسانی و سطح هوشیاری او ارزیابی شوند. نکته بسیار مهم این است که ارزیابی فوری و اولیه بیمار شامل ABC اورژانس، قبل از هر نوع اقدام در جهت بررسی آلودگی بیمار یا اقدام در جهت تخمین میزان آلودگی یا رفع آن انجام می‌شود. اگر نمی‌دانید بیمار ترومای همزمان داشته است یا نه، بنا را بر این بگذارید که او یک بیمار تروماتیک است. به خصوص در مواردی که بیمار دچار افت سطح هوشیاری است و نمی‌تواند شرح حال خود را در اختیار شما قرار دهد. در این بیماران باید کلار گردنی بسته شود تا از وارد آمدن صدمات احتمالی به نخاع گردنی، پیشگیری شود.

یک سناریوی احتمالی:

بیماری را از یک نیروگاه برقی که از سوخت هسته‌ای استفاده می‌کند برای شما می‌آورند. بیمار در جریان یک حادثه هسته‌ای دچار آلودگی به ماده رادیواکتیو شده است. در حال حاضر بیمار به سختی نفس می‌کشد. کاملاً بی‌دست که او برای نفس کشیدن تلاشی بسیار زیادی می‌کند. بیمار مرتباً تکرار می‌کند که نمی‌تواند نفس بکشد. در نگاه اول به بیمار، ماده رادیواکتیو به صورت یک پودر درخشان روی لباس بیمار دیده می‌شود. حتی روی زخم باز که روی ساعد بیمار ایجاد شده است نیز می‌توان مقناری ماده رادیواکتیو را مشاهده نمود. پرسنل اورژانس خیلی سریع دست به کار می‌شوند. آن‌ها با احتیاط کامل لباس‌های بیمار را خارج کرده و آن‌ها را در کیسه‌های پلاستیکی قرار می‌دهند. ناگهان بیمار دچار آت تنفسی می‌شود. اینجاست که توجه‌ها به بیمار و وریدهای برجسته گردنی در سمت چپ بیمار جلب می‌شود. انحراف نای به سمت مقابل به راحتی کشف می‌شود. باه، بیمار در اثر ترومای همزمان قفسه سینه دچار "شوموتوراکس فشارنده" بوده است و می‌تند به راحتی و با وارد کردن یک آنتریوکت درشت او را از مرگ نجات داد. کافی بود تیم رسیدگی اورژانس، اول، ABC اورژانس هر بیمار ترومایی را چک می‌کردند.

بنابراین حتی اگر شما مطمئن هستید که بیمار، آلوده به مواد رادیواکتیو است، تا زمانی که مطمئن نشده اید علائم حیاتی او پایدار بوده و هیچ خطر تهدید کننده حیاتی برای او وجود ندارد؛ نباید اقدام به آلودگی زدایی او نمایید.

در واقع باید اعتراف کرد که آلودگی به ماده رادیواکتیو نمی تواند برای بیمار کشنده باشد اما یک ترومای همزمان که منجر به ایجاد اختلال در راه های هوایی بیمار شده یا توانایی تنفس او را تحت الشعاع قرار داده باشد، می تواند بیمار را از بین ببرد.

تنها کاری که شما در مورد این دسته از بیماران باید انجام دهید، حفاظت از خود یا رعایت احتیاط های عمومی و جلوگیری از انتشار آلودگی با پوشیدن لباس های محافظ و رعایت نکات مرتبط به آن می باشد. مجدداً تأکید می شود:

اگر شما لباس های محافظ لازم (تأمین گان جراحی و دولایه دستکش و...) مشابه آن چه در قسمت های قبل مورد بررسی قرار گرفت) به تن داشته باشید و توصیه های عمومی را نیز رعایت فرمایید، عملاً هیچ خطری از جانب بیمار، شما را تهدید نخواهد کرد.

۲. خارج کردن لباس های بیمار

بعد از بررسی های اولیه اورژانس (ABC) باید ارزیابی خود را تکمیل نمایید. برای این کار باید لباس های بیمار خارج شوند (البته ممکن است در جریان آلودگی زدایی در محل حادثه، این کار انجام شده باشد). برای خارج کردن لباس های بیمار، باید ابتدا یک پوشش پارچه ای یا پلاستیکی، روی بیمار بیندازید به طوری که تمام بدن بیمار را بپوشاند. به این ترتیب شما مانع از انتشار ذرات گرد و غبار حاوی مواد رادیواکتیو در محیط می شوید. بعد از قرار دادن پوشش فوق روی بدن بیمار، حالا لباس های بیمار را با استفاده از قیچی تیز در امتداد خطوط وسط هر قسمت بریده و آن ها را خارج نمایید. توجه داشته باشید که:

- مهم ترین بخش لباس های بیمار، لباس های روی او هستند که بیشتر از سایر لباس ها در معرض آلودگی بوده اند.
- حین خارج کردن لباس های بیمار باید آن ها را بعد بریدن به کمک قیچی به شکلی لوله کنید که سطح آلوده به ماده رادیواکتیو در قسمت داخل بگیرد لوله کردن لباس های بیمار باید در جهت دور شدن از زخم های او باشد تا از آلودگی بیشتر زخم ها جلوگیری به عمل آید.
- با خارج کردن لباس های بیمار، ۸۵٪ از آلودگی ها زدوده می شوند.

۳. تحویل وسایل

تمامی لباس ها و وسایل آلوده بیمار را در یک کیسه پلاستیکی قرار داده و سپس نام و مشخصات بیمار را همراه با برگه ای که نشان دهد این کیسه پلاستیکی حاوی وسایل آلوده به مواد رادیواکتیو است، روی کیسه زده و آن را با رعایت نکات ایمنی به جایی دور از محل فعالیت های جاری گروه انتقال دهید.

نکته های مهم:

۱. ساعت، دکمه لباس ها و پوشش دندان های فرد قربانی را باید نگه دارید تا بعداً روی آن ها بررسی های لازم از نظر میزان فعال سازی نوترون ها انجام شده و برای تخمین پرتوهای منتشر شده مورد استفاده قرار گیرند.
۲. دستکش های خود را بعد از جابه جا کردن چیزهایی که احتمالاً آلوده هستند عوض کنید.

۴. دوزسنجی

از تیم فیزیک پزشکی بخواهید بررسی های دوز سنجی لازم را انجام دهد. محل آلودگی ها را روی شکل های مندرج در فرم ها علامت زده و دوز پرتوهای موجود در محیط و دوزهای دریافتی از محل های آلودگی را در فرم ها بنویسند.

۵. بررسی بیمار

- بعد از این، بیمار آماده پاسخ گویی به پرسش های شما خواهد بود:
- باید سابقه طبی و شغلی او را به طور دقیق بررسی و استخراج نمایید.
 - آلرژی های بیمار را مورد پرسش قرار دهید.
 - داروهایی که بیمار مصرف می کرده یا در حال حاضر مصرف می کند را پرسید.
 - بیماری های مزمنی که دارد را پرسید.
 - بررسی های تشخیصی احتمالی که اخیراً یا استفاده از مواد رادیواکتیو برای او انجام شده است را پرسید.
 - باید از شرح حال بیمار استخراج کنید که آیا در معرض تابش اشعه بوده است؟
 - اگر بیمار شرح حال متناسب نمی دهد باید بر اساس علائم و نشانه های بالینی که دارد مواجهه احتمالی او یا اشعه را حدس بزنید.
 - باید با استفاده از شرح حال بیمار مشخص کنید که آیا او، آلودگی داخلی داشته است یا نه؟

۶. مائل روانی

میزان اضطراب بیمار را تخمین زده و اقدامات حمایتی یا درمانی لازم را به عمل آورید.
اگر بیمار شما یک خانم حامله است از تیم فیزیک پزشکی بخواهید. هرچه زودتر بررسی دوز سنجی را انجام داده و خطرات احتمالی متوجه مادر و جنین را ارزیابی کرده و اطلاعات را به صورت مقتضی در اختیار بیمار یا همراهان او قرار دهید.

۷. معاینه بیمار

حالا بیمار را معاینه کنید. معاینه یک بیمار آلوده به مواد رادیواکتیو تفاوت اساسی با معاینه سایر بیماران ندارد.

۸. تهیه نمونه ها

اگر بیمار آلودگی داخلی دارد یا مشکوک به آلودگی داخلی است باید نمونه های لازم برای بررسی را تهیه و به آزمایشگاه فیزیک پزشکی ارسال کنید.

۹. آلودگی زدایی

آلودگی زدایی از بیماران، باید به طریق استاندارد و در قسمت ضمیمه مورد توجه قرار گرفته است صورت گیرد.

۱۰. تعیین تکلیف

اگر بیماری تهوع استفراغ دارد، باید حداقل به مدت ۶ ساعت در بخش اورژانس تحت نظر گرفته شود. بیشتر بیمارانی که تمام بدن (یا بخش عظیمی از بدن) آن ها در معرض تابش اشعه قرار گرفته است به نحوی که اشعه نفوذ کرده به بدن آن ها، حدود یک گرمی تخمین زده می شود، دچار تهوع استفراغ خواهند بود. سرعت بروز تهوع استفراغ در بیمار، هم به میزان تمام اشعه دریافتی بیمار و هم به سرعت دریافت اشعه بستگی دارد.

برخورد با بیمار	مواجهه تمام بدن با اشعه	
	نشانه های بالینی	دوز جذبی (بر حسب گرمی)
- درمان سرپایی - پی گیری از لحاظ مشکلات پوستی و خونی احتمالی: ۵ هفته بعد	استفراغ ندارد	کمتر از یک گرمی
- رسیدگی به بیمار در یک بیمارستان یا تخصص های عمومی - یا - پی گیری به صورت سرپایی به مدت ۳ هفته (و بستری در بیمارستان در صورت لزوم)	استفراغ ۳ تا ۳ ساعت بعد از مواجهه	۱ تا ۲ گرمی
بستری در یک مرکز خون یا جراحی (سوختگی)	استفراغ ۱ تا ۲ ساعت بعد از مواجهه	۲ تا ۴ گرمی
- بستری در یک مرکز خون مجهز یا یک بخش جراحی مجهز - یا - انتقال به یک مرکز تخصصی رادیوتراپی	استفراغ زودتر از یک ساعت بعد از مواجهه (و/یا سایر علائم شدید مانند افت فشار خون)	بیشتر از ۴ گرمی

۱۱. آسیب های موضعی

احتمال آسیب پرتوی موضعی را بررسی نمایید. اگر شک به جین آسیب هایی دارید، باید هفته ای ۲ بار از منطقه مورد نظر عکس بیندازید و سیر پیشرفت علائم را بررسی نمایید. اگر نشانه های آسیب پرتوی آشکار شدند باید هر روز، از محل عکس بگیرید. عکس هایی که گرفته می شوند، باید ضمیمه پرونده پزشکی بیمار شوند. توجه داشته باشید در مواردی که حوادث پرتوی، ناشی از دزدیده شدن چشمه های مواد رادیواکتیو هستند یا در مواردی که یک چشمه رها شده توسط افراد ناآگاه پیدا می شود، احتمال این که چندین نفر به طور همزمان با ضایعات پوستی مشکوک به شما مراجعه کنند افزایش می یابد چرا که ممکن است این افراد چشمه ماده رادیواکتیو را دست به دست کرده باشند. در شکل زیر عکسی نشان داده شده است که آسیب پرتوی موضعی را منعکس می سازد.



۱۲. بررسی آزمایشگاهی

بررسی های آزمایشگاهی مورد نیاز را درخواست نمایید. جدول زیر نشان دهنده آزمایشات مورد نیاز است.

نمونه مورد نیاز	هدف از بررسی نمونه	توضیحات
نمونه هایی که از همه بیماران گرفته می شوند:		
- CBC-Diff اولیه - به دنبال آن و در مواردی که شرح حال بیمار حاکی از مواجهه تمام بدن او با اشعه است: شمارش نفوسیت ها هر ۶ ساعت به مدت ۲۸ ساعت	- ارزیابی محدوده دوز جنب شده - تعیین سطح پایه تعداد نفوسیت ها - مقایسه مقادیر بعدی با آن	- سوزن نمونه گیری را در نقطه ای فرو ببرید که آلوده نباشد. - بعد از نمونه گیری، منطقه ورود سوزن را با چسب بپوشانید.
- بررسی معمول ادرار	- بررسی عملکرد کلیه ها - تعیین سطح پایه ترکیبات موجود در ادرار به خصوص در موارد شک به آلودگی داخلی	- از آلوده شدن نمونه در زمان تهیه نمونه جلوگیری نمایید. - در صورت لزوم، به خود بیمار دستکش های پلاستیکی بدهید تا برای جمع آوری نمونه آن ها را بپوشد. - روی ظرف نمونه بنویسید "نمونه شماره یک: ادرار و ساعت"
نمونه هایی که از بیماران مشکوک به آلودگی خارجی گرفته می شوند:		
- سوآب هایی از دهانه سوراخ های بدن (دهان، بینی و...)	- بررسی احتمال آلودگی داخلی	- از سوآب های بینی ای خیس شده با آب یا نرمال سالین برای گرفتن نمونه از هریک از سوراخ های بینی، گوش و دهان و... استفاده نمایید.
- نمونه پانسمان زخم ها و سوآب از خود زخم	- بررسی احتمال آلودگی زخم ها	- پانسمان های بیمار را در یک کیسه پلاستیکی قرار دهید. - با استفاده از سوآب های خنک یا مرطوب نمونه هایی از ترشحات هر یک از زخم ها بگیرید. - می توانید چند قطره از ترشحات را با استفاده از قطره چکان یا سرنگ جمع آوری و برای بررسی ارسال نمایید. - برای زخم هایی که دبری های قابل مشاهده دارند از ابلیکتور یا قیچی های بلند یا فورسیس برای انتقال نمونه ها به داخل ظرف های جمع آوری نمونه که خود در محفظه های سربی مخصوص به شکل شمش قرار داده می شوند استفاده کنید.
نمونه هایی که از بیماران مشکوک به آلودگی داخلی گرفته می شوند:		
ادرار: باید بر اساس نوع ماده آلوده کننده و مدت فعالیت آن در داخل بدن، هر روز نمونه گیری شود	اگر آلودگی داخلی با ماده رادیواکتیو رخ داده باشد ممکن است در ترشحات بدن یافت شود	ادرار را باید به صورت ۳۳ ساعته جمع آوری نمود
مدفوع: ترشح ماده رادیواکتیو در مدفوع باید به طور روزانه و بر اساس نوع ماده آلوده کننده و فعالیت آن در داخل بدن به صورت روزانه بررسی شود	اگر آلودگی داخلی با ماده رادیواکتیو رخ داده باشد، ممکن است در ترشحات بدن یافت شود	

تمامی نمونه هایی که از بیماران گرفته می شوند، باید در ظروف جداگانه ای قرار داده شده و با حفظ نکات ایمنی پزشکی و امنیتی به بخش مربوط به بررسی نمونه ها تحویل شوند. روی ظرف هر نمونه باید اطلاعات بیمار، تاریخ و ساعت اخذ نمونه به طور دقیق نوشته شود.

نوجه داشته باشید:

در مواردی که یک حادثه پرتوی با ابعاد گسترده رخ دهد، تعداد بسیار زیادی از افراد که از لحاظ جسمی در وضعیت های متفاوتی هستند به بیمارستان ها هجوم خواهند آورد. از آنجا که مکانیزم ایجاد علائم و نشانه های سندرم رادیاسیون حاد بی شباهت به مکانیزم ایجاد علائم و نشانه های ناشی از ترس و اضطراب شدید نمی باشد، ممکن است برخی از افراد مراجعه کننده به بیمارستان، که به هیچ وجه در معرض تابش اشعه نیز نبوده اند، تهوع استفراغ و سایر علائم سندرم رادیاسیون حاد را نشان دهند. در هر صورت، در چنین مواردی:

باید از کلیه کسانی که علامت یا نشانه ای پیدا کرده اند نمونه خون برای شمارش لنفوسیت گرفته شده و شمارش لنفوسیت ها را هر ۶ ساعت تکرار نمود. نباید همه افراد مراجعه کننده را در بیمارستان تحت نظر گرفت چون امکان مراقبت از همه آن ها در محیط بیمارستان وجود ندارد. بنابراین تیم تریاژ، باید بیماران مشکل دار را پذیرش کرده و برای تمام آن ها شمارش لنفوسیت با تکرار هر ۶ ساعت یک بار درخواست نمایند. سایر افراد را می توان بعد از دادن علائم خطر و توصیه به مراجعه مجدد در صورت بروز مشکل به بیمارستان مرخص نمود.

کلیدی ترین نکته کاربردی = شمارش لنفوسیت ها

تعداد مطلق لنفوسیت ها، اختصاصی ترین، رایج ترین و مفیدترین شاخص آگاهی دهنده درباره میزان آسیب های پرتویی است که بیمار متحمل شده است. اهمیت این شاخص در بیمارانی که دچار تهوع استفراغ شده اند بیشتر از بیمارانی است که هیچ علامت و نشانه ای پیدا نکرده اند. در این بیماران باید هر ۶ ساعت تعداد لنفوسیت ها را اندازه گرفت. چک مرتب تعداد لنفوسیت ها باید حداقل تا ۴۸ ساعت ادامه پیدا کند. بعد از ۴۸ ساعت اول، شمارش لنفوسیت ها هر ۱۲ ساعت انجام می شود. اندازه گیری هر ۱۲ ساعت یک بار را باید تا ۵ روز بعد ادامه داد. شمارش مطلق لنفوسیت ها را می توان به عنوان یک معیار کارآمد برای پیش بینی آگهی بیمار نیز مورد استفاده قرار داد.

احتمال زنده ماندن بیمار	درجه وخامت سندرم رادیاسیون حاد	شمارش مطلق لنفوسیت ها
قطعی	خفیف	۷۰۰ تا ۱۰۰۰
احتمالی	متوسط	۴۰۰ تا ۷۰۰
ممکن است با درمان های تخصصی زنده بماند	شدید	۱۰۰ تا ۴۰۰
بسیار کم	خیلی شدید	کمتر از ۱۰۰

اگر قربانی، در جریان سرقت مواد رادیواکتیو یا به صورت تصادفی و مثلاً در اثر پیدا کردن یک جسمه ماده رادیواکتیو دچار مشکل شده است، باید تمام اسباب و وسایل آلوده به مواد رادیواکتیو او را به عنوان شواهد و مدارک قابل ارائه به مراجع قانونی نگه داشت.

۱۳. مستندسازی

تمام فعالیت های انجام شده و مراقبت های ارائه شده را ثبت نمایید. مستندسازی فعالیت ها و مراقبت ها، جزء بسیار مهمی از وظایف شما را تشکیل می دهند. تمام فرایندهای انجام شده، باید بر حسب روز و ساعت نوشته شوند.

۱۴. انتقال بیماران

بخشی را که باید بیمار برای ادامه دریافت مراقبت های مورد نیاز خود به آن منتقل شود، مشخص کرده و بیمار را به بخش مربوط منتقل نمایید. بیمارانی که دوز جذبی آن ها قابل توجه است را باید هر چه سریع تر به یک مرکز تخصصی خون انتقال دهید تا مراقبت های مورد نیاز خود را با کیفیت لازم و در مدت زمانی مطلوب دریافت نمایند.

References:

۱. www.bt.cdc.gov/radiation/dirtybombs.asp
۲. www.osha.gov/SLTC/emergencypreparedness/rdd_tech.html
۳. www.ncrp.com
۴. <http://www.orau.gov/reacts/>
۵. <http://www.nukepills.com/RadDecon/MSDS۷۷۱-۲-۸۱۱-۵.pdf>
۶. www.nrt.org
۷. www.energy.gov
۸. www.nrc.gov
۹. www.fema.gov
۱۰. Manual for First Responders to a Radiological Emergency, jointly sponsored by CTIF, IAEA, PAHO, WHO, ۲۰۰۶
۱۱. A D Augustine, T G Lewis et al, animal Models for Radiation Injury, Protection and Therapy, Radiation Research ۱۶۴, ۱۰۱-۱۰۹ (۲۰۰۵)
۱۲. Conference of Radiation Control Program Directors (CRCPD) at www.crcpd.org or ۵۰۲-۲۲۷-۲۵۲۲
۱۳. Environmental Protection Agency (EPA) at www.epa.gov/radiation/rert
۱۴. Radiation Emergency Assistance Center/Training Site (REAC/TS) at www.orau.gov/reacts or ۸۶۵-۵۷۶-۳۱۳۱
۱۵. David J. Brenner, Center for Radiological Research, Columbia University Medical Center, American academy of pediatrics, Committee on Environmental Health, Radiation Disasters and Children, Pediatrics Vol. ۱۱۱ No. ۶ June ۲۰۰۳
۱۶. Facts about food irradiation A series of Fact Sheets from the International Consultative Group on Food Irradiation (ICGFI), ۱۹۹۹ International Consultative Group on Food Irradiation
۱۷. R Schleipman, Victor H. Gerbaudo, Frank P. Casironovo, Jr, Radiation Disaster Response: Preparation and Simulation Experience at an Academic Medical Center, Journal of nuclear medicine technology
۱۸. Dr M Repacholi (WHO), Dr T Kanematsu (Nagasaki University), Late Health Effects from Radiation: Knowledge gained from the ۶۰ years' experience in Japan, ۲۰۰۵ Executive Board Meeting Hall Geneva, witzerland
۱۹. IAEA-WHO: Diagnosis and Treatment of Radiation Injuries. Safety Report Series, No. ۲, IAEA, Vienna, ۱۹۹۸.
۲۰. IAEA-WHO: Planning the Medical Response to Radiological Accidents. Safety Report Series, No. ۳, IAEA, Vienna, ۱۹۹۸.
۲۱. Assessment and treatment of external and internal radionuclide contamination Radiation Safety Section International Atomic Energy Agency Printed by the IAEA in Austria April ۱۹۹۶
۲۲. J Mapstone, S Brett, Radiological weapons: what type of threat? *Critical Care* ۲۰۰۵, ۹, ۲۲۲-۲۲۵
۲۳. Recommendation for hospitals, The Hospital and Healthcare System Disaster Interest Group And The California Emergency Medical Services Authority, ۲۰۰۵
۲۴. IAEA-ILO-WHO: Health Surveillance of Persons Occupationally Exposed to Ionizing Radiation. Safety Report Series, No. ۵, IAEA, Vienna, ۱۹۹۸.
۲۵. J K. Waselenko, TJ. MacVittie, W F Blakely et al, Medical Management of the Acute Radiation Syndrome: Recommendations of the Strategic National Stockpile, Radiation Working Group *Ann Intern Med*, ۲۰۰۳;۱۳۹:۵۰۳-۵۱۰.

ضمیمه شماره ۱

(الف)

ترياز بیمارستانی بیماران غير ترومائی
که دچار آسیب پرتوی شده اند

قدم اول = گرفتن شرح حال (بیماران غیر ترومایی)

مواجهه بیمار	• وقتی واقعه رخ داد، شما کجا بودید؟ (لازم است آدرس و موقعیت بیمار در زمان رخداد حادثه به طور دقیق مشخص شود) • آیا شما داخل ساختمان (مانند خانه یا محل کار خود) یا در فضای باز بودید؟ • شما برای چه مدتی خارج از خانه یا محل کار و در فضای باز بودید؟	• اطلاعات مربوط به این که بیمار در زمان بروز حادثه کجا بوده است کمک می کند که بتوانید تعداد لایه های محافظتی او و نزدیکی یا دوری او به محل حادثه را تخمین بزنید. • به این ترتیب عملاً احتمال مواجهه به بیمار با پرتوها به دست خواهد آمد. • می توان از این اطلاعات برای تعیین دوز جذب شده پرتو (Dosimetry) نیز استفاده کرد.
استفراغ و اسهال	• آیا شما در مدت زمان بعد از بروز حادثه استفراغ کرده اید؟ • آیا شما در این مدت دچار اسهال شده اید؟ • زمان استفراغ شما کی بوده است؟ • اسهال شما از کی شروع شده است؟	• اسهال و استفراغ نشانه هایی از آسیب های ناشی از پرتو هستند. • زمان بروز اولین حمله استفراغ در بیمار، ارتباط مستقیم یا دوز جذب شده پرتو دارد.
وزن بیمار	وزن بیمار در زمان بروز حادثه برای ما بسیار اهمیت دارد، بنابراین اگر بیمار قادر به همکاری با شما بوده و می تواند به پرسش های شما پاسخ دهد از او بپرسید که: شما چند کیلوگرم وزن دارید؟	• اندازه گیری های دوره ای وزن بیمار می تواند راهنمایی مناسب برای مایع درمانی کافی او باشد. • به خصوص در بیمارانی که اسهال و استفراغ دارند با اندازه گیری مکرر وزن بدن می توان حجم مایع از دست رفته بیمار را تخمین زده و اقدام به جابجایی آن نمود. • چرا که در چنین شرایطی کنترل دقیق حجم ادرار بیمار به عنوان شاخص دهیدراتاسیون یا اندازه گیری مایعاتی که بیمار از دست می دهد امکانپذیر نمی باشد (به دلیل زیاد بودن تعداد مصدومی که همزمان به بیمارستان منتقل شده اند). • اندازه گیری وزن و تأمین حجم از دست رفته مایعات بدن، به خصوص در نوزادان، شیرخواران و کودکان؛ زنان باردار و بیماران سالمند اهمیت دارد.
آلودگی	حتماً در پرونده بیمار ثبت کنید که: آیا بیمار قبل از انتقال به بخش بیمارستان مورد آلودگی زدایی قرار گرفته است یا نه؟	• اگر بیمار در اثر اسهال و استفراغ شدید نتوانسته باشد ممکن است در زمان پذیرش در بخش اورژانس نیز آلوده باشد. • توجه کنید که ممکن است بیماران بدحال، خیلی زود و قبل از این که به حد کافی مورد آلودگی زدایی قرار گیرند، به بخش اورژانس منتقل شوند. • خارج کردن لباس های بیمار و آلودگی زدایی او باید در اولین فرصت ممکن انجام شود و گفته می شود به گسترش آلودگی و افزایش تعداد بیماران آلوده دیده (که می تواند شامل خود کارکنان درمانی بیمارستان مانند پزشکان و پرستاران نیز باشد) خواهد شد.
از دست رفتن هوشیاری	حتماً از بیمار یا همراهان بپرسید که: آیا لو برای دوره ای از زمان، هوشیاری خود را از دست داده است یا نه؟	• اگر بیمار در سیر حادثه دچار کاهش سطح هوشیاری شده باشد ممکن است سقوط کرده و آسیب هایی ناشی از تروما نیز به آسیب های ناشی از پرتو او اضافه شده باشند.

قدم دوم = معاینه فیزیکی (بیماران غیر ترومایی)		
• اندازه گیری علائم حیاتی در بدو ورود برای داشتن یک خط پایه برای مقایسه های بعدی بسیار ضروری است. • افزایش دمای بدن در معاینات بعدی ارتباط مستقیم با میزان دوز جذب شده پرتو دارد. • اگر بیمار در محلت اقامت خود در بخش لوژژانس دچار افت فشار خون شود می توان نتیجه گرفت که مقدار بسیار زیادی از پرتو را جذب نموده است. • همیشه باید سایر علل افزایش دما یا کاهش فشار خون را بررسی و رد کنید	• علائم حیاتی بیمار به خصوص دمای بدن او را اندازه گیری کنید • این کار را هر ۲ ساعت یک بار تکرار نمایید.	علائم حیاتی
• اگر دوز جذب شده پرتو کمتر از یک گری باشد، کمتر از ۱۰٪ افراد را دچار استفراغ خواهد کرد. • اگر دوز جذب شده بیش از ۲ گری باشد، بیشتر افراد دچار استفراغ خواهند شد. • زمان شروع استفراغ در بیمار ارتباط محکمی با مقدار دوز جذب شده پرتو دارد. • هر چه دوز جذب شده پرتو بیشتر باشد بیمار زودتر دچار استفراغ شده و استفراغ های او شدید تر خواهند بود. • بروز اسهال حاد در بیمار نشان دهنده این است که دوز جذب شده پرتو توسط بیمار بالاتر از ۶ گری بوده است. • کرمپ های شکمی و انقباضات روده ای دردناک نیز بخشی از علائم آسیب های ناشی از پرتو هستند.	به این که آیا بیمار در زمان معاینه، اسهال یا استفراغ دارد توجه کنید؟ اگر پاسخ مثبت است باید شدت و حجم اسهال و استفراغ بیمار را تخمین بزنید. اطلاعات به دست آمده را در پرونده بیمار ثبت کنید.	استفراغ و اسهال
• برخی علامت های سندرم رادیاسیون حاد (مانند احساس خستگی، ضعف، بی اشتها و سردرد) می توانند ناشی از استرس فیزیکی و عاطفی بیمار در اثر حادثه باشند. • اسهال و استفراغ نیز می توانند ناشی از استرس باشند اما در صورت وجود، باید آن ها را ناشی از آسیب های ناشی از پرتو دانست تا این احتمال بررسی و رد شود.	به قرمزی پوست و/یا مخاط های بیمار توجه کنید. تهوع و کرمپ های شکمی را بررسی کنید. درباره سردرد و احساس خستگی نامعمول و مغرط از بیمار سوال کنید. به علائم و نشانه های یاروتیت (پاروتیدیت) توجه کنید.	سندرم رادیاسیون حاد
• در صورت وجود شرح حالی از افت هوشیاری یا نواهدی از ادم منزی یا سایر نقایص عصبی که در اثر تروما ایجاد شده باشند، در کنار شرح حالی از اسهال و استفراغ می توان نتیجه گرفت دوز جذب شده اشعه توسط بیمار بیشتر از ۱۵ گری بوده است. • در چنین مواردی احتمال زنده ماندن طولانی مدت بسیار کم است چون دوز بالای پرتو در نهایت منجر به بروز نارسایی در اعضای مختلف بیمار خواهد شد.	عملکرد عصبی به خصوص سطح هوشیاری بیمار باید مورد بررسی قرار گیرد.	عملکرد عصبی

قدم سوم = بررسی های آزمایشگاهی (بیماران غیر ترومایی)

• پرتوها می توانند در مدت زمان بسیار کوتاهی بعد از تابش خود، تغییرات قابل توجهی را که متناسب با دوز تابش آن هاست در تعداد سلول های خونی ایجاد نمایند. • انواع مختلف سلول های خونی تحت تأثیر پرتوها قرار می گیرند. • حتی پلاکت های خون بیمار افت می کنند. • مهم ترین شاخص بالینی برای ارزیابی آسیب ناشی از پرتو ها و پی گیری آن، "تعداد لنفوسیت" خون محیطی می باشد. • اگر تعداد لنفوسیت اولیه کمتر از ۱۰۰۰ لنفوسیت در میکرولیتر باشد به معنای مواجهه بیمار با دوز بسیار بالایی اشعه می باشد.	شمارش کامل سلول های خونی و افتراق آن ها باید برای همه بیماران انجام شود CBC-diff تعداد لنفوسیت شمارش تعداد لنفوسیت های خون محیطی نیز باید برای همه بیماران انجام شده و در فواصل زمانی استاندارد زیر تکرار شود: • زمان ورود • ۶ ساعت بعد • ۱۲ ساعت بعد • ۲۴ ساعت بعد	
• نکته بسیار مهم: • چون تعیین نوع HLA و بررسی های سیتوتیک بیمار با استفاده از سلول های خون محیطی یا مغز استخوان بیمار انجام می شوند باید نمونه خون مورد نیاز برای این بررسی ها قبل از افت تعداد لنفوسیت ها گرفته شده و به آزمایشگاه ارسال شود. بنابراین نهوع- استفرغ بیمار به عنوان شاخص بیش یسی کننده افت بعدی تعداد لنفوسیت ها مورد استفاده قرار گرفته و در صورت وجود آن ها بنا بر این گذاشته می شود که بیمار دوزی از اشعه را که مخرب مغز استخوان است دریافت کرده و احتمالاً نیاز به پیوند مغز استخوان پیدا خواهد کرد.	اگر بیمار در فاصله زمانی ۲ تا ۳ ساعت بعد از مواجهه یا آلودگی دچار نهوع-استفرغ شده است باید حتماً آزمایشات سه گانه زیر را برای او در خواست نمایند: • تعیین نوع گروه خونی • تعیین نوع HLA • دوزبستری سیتوتیک مقدار خون مورد نیاز برای این بررسی ها حداقل ۱۰ سی سی است و باید در شیشه "هیارینه" ریخته شود	تعیین نوع HLA
• اگر دوز پرتوی دریافتی توسط کل بدن بیمار با عدد یاروتید او (به عنوان عضو شاخصی از سر و گردن بیمار) بیشتر از ۵- گری باشد، غلظت آمیلاز سرم افزایش قابل ملاحظه ای پیدا خواهد کرد.	اگر امکانات آزمایشگاهی شما اجازه می دهد آمیلاز سرم بیمار را نیز چک کنید. لازم است آزمایش بیمار، ۲۴ ساعت بعد، دوباره تکرار شود.	آمیلاز سرم
• برای جمع آوری ادرار باید از ظرفی استفاده شود که مهر و موم شده اند. • نام بیمار و تاریخ اخذ نمونه باید روی ظرف نوشته شود. • نیازی نیست که نمونه داخل یخچال نگهداری شود. • نمونه ادرار بیمار می توان به تعیین نوع ماده رادیواکتیوی که از راه ریه ها یا دستگاه گوارش وارد بدن بیمار شده است کمک نماید.	اگر شرح حال بیمار نشان می دهد که او در معرض استنشاق مواد رادیواکتیو بوده است باید از بیمار (یا والدین او) خواسته شود ادرار ۲۴ ساعته خود را برای بررسی آزمایشگاهی، جمع آوری نمایند.	ادرار ۲۴ ساعته
• برخی مواد رادیواکتیو در دستگاه گوارش جذب شده و لذا از طریق ترشح در مدفوع دفع می شوند. • برخی مواد رادیواکتیو در دستگاه گوارش جذب شده و بعد از گردش در بدن بیمار و تغییرات مختلف به مدفوع ترشح می شوند.	آزمایش مدفوع مدفوع برای همه بیماران انجام نمی شود و لزوم انجام آن را متخصصان فیزیک پزشکی تعیین می کنند.	نمونه مدفوع

قدم چهارم = درمان اولیه (بیماران غیر ترومایی)		
• به جز سایر آنتاگونیست های گیرنده HT_{α} سایر داروهای ضد تهوع اثر چنانسی بر تهوع بیمار ندارند • هر بار که احساس تهوع بیمار زیاد و برای او آزاردهنده بود باید دارو برای بیمار تجویز شود	آنداسترون گرانی سترون سایر آنتاگونیست های گیرنده HT_{α}	ضد تهوع
• این دو دارو در دسترس بوده و به راحتی برای بیماران قابل استفاده هستند. دوز مورد نیاز آن ها، مشابه سایر موارد اسهال تعیین می شود و قرمول خاصی ندارد.	لوپرامید دیفنوکیلات	ضد اسهال
• در مواردی که بیمار به شدت دچار اضطراب شده باشد، علائم و نشانه های حمله بائیک را بروز خواهد داد که بسیار شبیه به علائم و نشانه های سکرم رادیاسیون حاد می باشند بنابراین بهتر است برای بیماران خیلی مضطرب از ضد اضطراب های کوتاه اثر استفاده شود.	اگزازپام لورازپام	ضد اضطراب
• اگر بیمار تهوع دارد و نمی تواند غذا بخورد یا از مایعات استفاده نماید باید مایع درمانی نگهدارنده شود • اگر بیمار اسهال دارد و آب از دست می دهد، به جز مایع درمانی نگهدارنده نیاز به جایگزینی حجم دارد • مایع درمانی این بیماران، عملاً تفاوتی با مایع درمانی در سایر بیماران دچار دهیدراتاسیون ندارد و از همان اصول و قوانین تبعیت می کند	نوع مایع مورد استفاده باید از موارد زیر باشد: رینگر لاکتات یا نرمال سالین برای جبران حجم • $\frac{2}{3}$ به $\frac{1}{3}$ به عنوان مایع نگهدارنده مقدار مایع مورد نیاز بر حسب وضعیت بیمار تعیین می شود	مایع درمانی

قدم پنجم = پی گیری بیمار(بیماران غیر ترومایی)

- در زمان گرفتن شرح حال اولیه، ممکن است بیمار به علت مشکلات جسمانی مانند تهوع- استفراغ و... نتواند به پرستی های شما پاسخ های مفصل یا مورد نیاز را بدهد. بنابراین لازم است بعد از انجام اقدامات درمانی اولیه و کنترل علائم بیمار تا جای ممکن، مسائل و مواردی که مهم هستند و ممکن است هنوز غامض باشند مورد بررسی و پرسش مجدد قرار بگیرند.
- بیمار، ممکن است در این مرحله اطلاعات بیشتری درباره رخداد حادثه را به خاطر یا به زبان آورد. این اطلاعات می توانند به وجود احتمال ترومای همزمان، تخمین دوز پرتوی دریافتی و... کمک نمایند. بنابراین هر اطلاعاتی که بیمار به اطلاعات قبلی اضافه می کند باید مورد توجه قرار گیرند.

شرح حال

- بیشتر علائم جسمانی سندرم رادیاسیون حاد مانند احساس ضعف عمومی، سستی و کمرخی، تهوع و استفراغ، سر درد و... از یافته های شرح حال هستند. بنابراین، هم درمان آن ها بر اساس یافته های مأخوذ از شرح حال بیمار صورت می گیرد، هم پی گیری آن ها. در این مرحله لازم است دوباره از بیمار پرسیده شود که:

۱. آیا احساس خستگی مفرط دارد؟
۲. آیا احساس بی اشتها می دارد؟
۳. آیا احساس تهوع دارد؟
۴. آیا باز هم استفراغ کرده است؟ چند بار و به چه مقدار؟
۵. آیا اسهال او هنوز ادامه دارد؟ چند بار و به چه مقدار؟
۶. آیا سردرد دارد؟
۷. آیا درد شکم دارد؟
۸. آیا مشکل دیگری دارد؟

- ادامه درمان های ضد تهوع، ضد اسهال و ضد اضطراب تا حد بسیار زیادی بر اساس یافته های شرح حال بیمار می باشد اگر بیمار اظهار می دارد که هنوز تهوع دارد باید دوباره برای او داروی ضد تهوع تجویز شود و...

- بررسی نیاز بیمار به حمایت روحی توسط تیم "بهداشت روان" باید در این مرحله انجام شده و در صورت لزوم به تیم مربوط اطلاع داده شود.

قدم پنجم = پی گیری بیمار (بیماران غیر ترومایی)		
• اگر دمای بدن بیمار در ۵ ساعت اول بعد از مواجهه با پرتو افزایش پیدا کند نشان دهنده این است که دوز پرتوهای دریافتی او بیشتر از ۲/۵ گری بوده است. • هر چه افزایش دمای بدن بیمار زودتر صورت گیرد، نشان می دهد دوز پرتوی اولیه دریافتی بالاتر بوده است.	دمای بدن	معاينه فیزیکی: ۶ - ساعت بعد ۱۲ - ساعت بعد
• فشار خون بیمار باید به عنوان شاخصی از وضعیت هیپراسیون بدن بیمار مرتب اندازه گیری شود.	فشار خون	
• با استفاده از یالس اکسیمتر باید اشباع اکسیژن شریانی بیمار را اندازه گیری نمود.	اشباع اکسیژن شریانی	
• دوباره باید پوست و مخاطات بیمار را از لحاظ اریتم مورد بررسی قرار داد. • توجه داشته باشید که اریتم پوستی در بیماران سندرم رادیاسیون حاد، حالت مهاجر دارد، یعنی ممکن است اریتم یک قسمت از بدن رفته باشد و در جای دیگری ایجاد شده باشد. • اگر اریتم منتشر در کل بدن در ۶ ساعت اول بعد از مواجهه رخ دهد، نشان دهنده این است که دوز پرتو دریافتی بیشتر از ۴ گری بوده است. • اگر بیمار اریتم گسترده دارد باید در یک مرکز سوختگی یا در یک مرکز مراقبت های تخصصی بستری شود. • مشخص کردن دقیق محل اریتم ها می تواند به تشخیص جهت تابش پرتوها و مناطقی که در معرض بالاترین دوز دریافتی بوده اند کمک کند. • اریتم در مخاطات آن ها را مستعد موکوزیت های بعدی می کند که باید مورد توجه قرار گیرند.	پوست و مخاط	
• باید با استفاده از معاينه فیزیکی بیمار، تشنه های دهیدراسیون را بررسی نموده و میزان دهیدراسیون احتمالی بیمار را تخمین زد.	علائم دهیدراسیون	
• نشانه های پاروتیدیت می توانند به تخمین دوز پرتوی دریافتی فرد کمک کنند.	پاروتیدیت	

قدم پنجم = پی گیری بیمار(بیماران غیر ترومایی)		
بررسی های آزمایشگاهی	CBC-diff	• باید به فواصل ۶ ساعت بعد، ۱۲ ساعت بعد، ۲۴ ساعت بعد تکرار شوند.
	تعداد لنفوسیت ها	• لنفوسیت ها نسبت به پرتوهای یونیزان به شدت حساس هستند به طوری که افت لنفوسیت خون نشان دهنده مواجهه با پرتو است. • از تعداد لنفوسیت ها می توان برای محاسبه دوز پرتو دریافتی استفاده کرد (به جدول مربوط مراجعه نمایید).
	تعداد نوتروفیل ها	• یک افزایش موقتی در تعداد نوتروفیل ها و به دنبال آن یک کاهش قابل توجه در تعداد لنفوسیت های خون، یک تابلوی تیپیک در تغییرات سلول های خونی بعد از مواجهه با مقدار قابل توجه پرتوهای یونیزان می باشد.
	آمیلاز سرم	• باید به فاصله ۲۴ ساعت تکرار شود. • اگر دوز پرتوی دریافتی بیش از ۰/۵ گری باشد، سطح آمیلاز سرم به شدت افزایش پیدا می کند. • اگر دوز پرتوهای دریافتی بین ۴ و ۱۰ گری باشد، سطح آمیلاز سرم به حداکثر مقدار خود می رسد اما ارتباط بین دوز پرتو و سطح آمیلاز سرم خطی نیست.
	الکترولیت های سرم	• در صورت لزوم می توان الکترولیت های سرم را نیز بررسی نمود.

چگونگی تعیین تکلیف بیماران (بیماران غیر ترومایی)				
علائم و نشانه ها	رتبه بندی وضعیت بالینی	بررسی های مورد نیاز	اقدامات مورد نیاز	توضیحات ضروری
- استفراغ چند دقیقه بعد از مواجهه - اسهال در کمتر از یک ساعت - تب در کمتر از یک ساعت - سردرد شدید - شرح حال احتمالی از یک دوره از دست رفتن هوشیاری - لغت فشار خون احتمالی - گرمی های تکمی - لرزیم - درد پاروتید	بیمار نیاز به درمان های حمایتی/تسکینی دارد	- خون بیمار برای آزمایشات گرفته شود - CBC بیمار به صورت روزانه تکرار شود.	- بیمار باید مراقبت های پزشکی خود را در زمینه ها و سطوح مختلف دریافت دارد. - در اختصاص تپوها و متابولیت به این بیماران باید همواره پیش آگاهی بیمار بد آن ها را در نظر گرفت.	اگر اقدامات پزشکی پیشرفته برای بیمار به عمل آید می توان به افزایش طول عمر بیمار امیدوار بود اما در هر صورت پیش آگاهی بیمار بسیار بد است.
- بروز استفراغ در کمتر از ۳۰ دقیقه - تب زودرس - اسهال در عرض ۲ ساعت - درد پاروتید - لرزیم های پوستی - علائم پرودرومال (ضعف، بدن درد، خستگی و...) شدید	بیمار نیاز به شروع مراقبت های ویژه از همان روز اول دارد	- CBC روزانه - دوزبتری سیتوزتیک - تعیین نوع گروه خونی - تعیین نوع HLA	- درمان یا فاکتور های رشد خون ساز باید در اولین زمان ممکن آغاز شوند - پروفیلاکسی علیه ویروس ها باید آغاز شود - مشاوره خون و احتمالاً پیوند مغز استخوان لازم است	- در حوز های پالای ائمه ممکن است مرحله نهفته سندرم رادیاسیون حاد بسیار کوتاه باشد یا اصلاً وجود نداشته باشد - در چنین مواردی بیمار یک دوره پرودرومال کوتاه و به دنبال آن بروز شدید علائم و نشانه های سندرم رادیاسیون حاد را نشان خواهد داد
- بروز استفراغ در فاصله زمانی کمتر از یک ساعت - بروز تب در ۱-۲ ساعت اول - بروز اسهال در ۲-۴ ساعت اول - (لرزش پوستی) - (درد پاروتید)	بستری در ICU بیمارستان ضروری است	- CBC-diff روزانه - بررسی های سیتوزتیک - تعیین نوع گروه خون - تعیین نوع HLA	- مراقبت های ویژه پزشکی باید در اختیار بیمار قرار گیرد - پروفیلاکسی علیه ویروس ها ضروری است - مشاوره خون لازم است - باید به فکر پیوند مغز استخوان بود	- پرودروم این بیماران تقریباً ۴۸ ساعت طول می کشد - دوره نهفته که بعد از دوره پرودرومال آغاز می شود ممکن است ۱-۳ هفته طول بکشد.
- تبوع-استفراغ - در ۱-۲ ساعت اول بعد از مواجهه با پرتوها	بستری در بیمارستان یا نظارت دقیق پزشکی در خارج از بیمارستان ضرورت دارد	- CBC-diff هر ۳ روز یک بار - بی گیری تعداد نوتروفیل ها و پلاکت ها	- دوزبتری سیتوزتیک توصیه می شود اما الزامی نیست. - برخی بیماران ممکن است نیاز به تجویز فاکتورهای رشد خون ساز پیدا نمایند.	- پرودروم این بیماران معمولاً ۴۸ ساعت طول می کشد. - به دنبال آن دوره نهفته رخ می دهد که ۱-۳ هفته طول خواهد کشید.

(ادامه) جگونگی تعیین تکلیف بیماران (بیماران غیر نرومایی)				
علائم و نشانه ها	رتبه بندی وضعیت بالینی	بررسی های مورد نیاز	اقدامات مورد نیاز	توضیحات ضروری
توضیح مهم	اگر بیمار را بستری نمی کنید باید دستورات زیر را به اطلاع او برسانید و مطمئن شوید که بیمار آن ها را فهمیده است: - تا جایی ممکن سعی کنید خود را در معرض عقوت یا آسیب های مختلف قرار ندهید (شاس خود را یا افراد مختلف محدود سازید از تعارض با کسانی که سرماخوردگی یا هر عقوت قابل انتقال دیگری دارند پرهیز نمایید در زمان کار کردن با وسایل تیز احتیاط کنید، از خوردن آب و غذاهای مشکوک خودداری نمایید و...). - حمای بدن خود را به طور مرتب و هر روز حداقل یک بار اندازه گرفته و آن را به پزشک اطلاع دهید. - هر وقت از شما خواسته شد برای انجام CBC مراجعه نمایید. - اگر دچار تب، عقوت، خونریزی یا آسیب شدید بلافاصله به یزتک مراجعه نمایید.			
	نیاز به بستری در بیمارستان وجود ندارد	گرفتن نمونه خون برای CBC-diff	بیمار را مرخص کنید و به او بگویید که اگر CBC او مشکلی داشته باشد یا خود بیمار هر مشکلی پیدا کند باید دوباره به بیمارستان مراجعه کند	بهر است بیمار در خارج از بیمارستان تحت مراقبت های پزشکی لازم قرار داشته باشد.
بی انتهای و تبوع بدون استفراغ که به مدت بیش از ۲ ساعت بعد از مواجهه با پرتوها ادامه داشته باشد				

ضمیمه شماره ۱

(ب)

ترياز بیمارستانی بیماران ترومایی
که دچار آسیب پرتوی شده اند

اقدامات لازم برای بیماران پرتو دیده با آسیب های تروماتیک همراه

ABCD	توجه داشته باشید که پرتوها نمی توانند یک فرد را جا در جا از بین ببرند اما تروماهای همراه می توانند این کار را انجام دهند. همیشه و همه جا : آسیب های جدی همراه، اولین اولویت را به خود اختصاص می دهند چون می توانند حیات بیمار یا حیات عضوی از اعضای او را با مخاطره روبرو سازند. مثل هر بیمار ترومایی دیگری، باید: • راه هوایی بیمار کنترل شده و از باز بودن راه های هوایی بیمار اطمینان حاصل شود • کفایت تنفس بیمار با استفاده از پالس اکسیمتری و... ارزیابی گردد • کفایت خون رسانی بیمار باید بررسی شود و اگر بیمار خونریزی خارجی دارد، باید خونریزی بیمار را تا جای ممکن کنترل نمود
بار دیگر تأکید می شود که : پایدارسازی اولیه بیمار بر هر اقدام دیگری اولویت دارد	
آلودگی به مواد رادیواکتیو	• باید بلافاصله با استفاده از ابزارهای مخصوص این کار، تعیین نمایید که بیمار به مواد رادیواکتیو آلوده است یا نه؟ • اگر امکان پرتوستانی بیماران با استفاده از ابزارهای وجود ندارد، باید تمامی بیماران را آلوده در نظر بگیرید. • خارج کردن لباس های بیمار و آلودگی زدایی او باید در اولین فرصت ممکن انجام شود و عمر متحرک به همشرین آلودگی و افزایش تعداد بیماران آلوده دیده را که می تواند شامل خود کارکنان درمانی بیمارستان مانند پزشکان و پرستاران نیز باشد (خواهد شد • اگر از عدم آلودگی بیمار مطمئن نیستید، بنا را بر این بگذارید که بیمار آلوده است. • اگر بیمار آلوده باشد یا در آوردن لباس ها، بخش اعظم آلودگی ها زوده می شوند. • لباس ها را باید به روش استاندارد و به نحوی که کمترین انتشار ذرات در فضا رخ دهد خارج شده و در کیسه های پلاستیکی مخصوص جمع آوری شده و به طرز صحیح، دفع شوند.
توجه به زخم ها	• این کار مواجهه بیمار و کارکنان، با ماده رادیواکتیو و پرتوهای یونیزان را کاهش می دهد، فلز فوق را باید در ظروف مخصوص مهر و موم دار قرار داده و از محیط دور کرد. • هر چه زودتر ماده رادیواکتیو آلوده کننده از روی زخم های بیمار آلودگی زدایی شود، مقدار کمتری از آن جذب شده و هم آسیب های خارجی و هم آلودگی های داخلی ناشی از آن کمتر خواهد بود. • اگر در زخم های بیمار قلیزی دیده می شود، باید یک قلیز رادیواکتیو در نظر گرفته شده و با استفاده از قیورسپس های بلند خارج شود. • اگر زخم های بیمار واضحاً آلوده به ماده رادیواکتیو هستند باید مورد آلودگی زدایی قرار گیرند.

قدم اول = گرفتن شرح حال (بیماران ترومایی)		
• اطلاعات مربوط به این که بیمار در زمان بروز حادثه کجا بوده است کمک می کنند که بتوانید تعداد لایه های محافظتی لو و نزدیکی یا دوری او به محل حادثه را تخمین بزنید. • به این ترتیب عملاً احتمال مواجهه به بیمار یا پروتوها به دست خواهد آمد. • می توان از این اطلاعات برای تعیین دوز جذب شده پرتو (Dosimetry) نیز استفاده کرد. • اگر خود بیمار قادر نیست شرح حال بده باید از کسی که همراه بیمار بوده است یا کسی که او را نجات داده است اطلاعات لازم را به دست آورید.	• وقتی واقعه رخ داد، شما کجا بودید؟ • (لازم است آدرس و موقعیت بیمار در زمان رخداد حادثه به طور حقیقی مشخص شود) • آیا شما داخل ساختمان (مانند خانه یا محل کار خود) یا در فضای باز بودید؟ • شما برای چه مدتی خارج از خانه یا محل کار و در فضای باز بودید؟	مواجهه بیمار
• مکانیسم ورود آسیب می تواند اطلاعات دیگری را درباره شدت آسیب وارده و سایر آسیب های همراه در اختیار قرار دهد.	• مکانیسم آسیب وارد شده به بیمار را باید ارزیابی نمود	مکانیسم آسیب
سابقه بیماری های زمینه ای همراه سابقه آلرژی ها و داروهایی که بیمار مصرف می کند باید پرسیده شوند.		
• اسهال و استفراغ نشانه هایی از آسیب های ناشی از پرتو هستند. • زمان بروز استفراغ ارتباط مستقیم با دوز جذب شده پرتو دارد.	• آیا شما در مدت زمان بعد از بروز حادثه استفراغ کرده اید؟ • آیا شما در این مدت دچار اسهال شده اید؟ • زمان استفراغ شما کی بوده است؟ • اسهال شما از کی شروع شده است؟	استفراغ و اسهال
• اندازه گیری های دوره ای وزن بیمار می تواند راهنمایی مناسب برای مایع درمانی کافی او باشد. • به خصوص در بیمارانی که اسهال و استفراغ دارند یا اندازه گیری مکرر وزن بدن می توان حجم مایع از دست رفته بیمار را تخمین زده و اقدام به جایگزینی آن نمود. • چرا که در چنین شرایطی کنترل دقیق حجم ادرار بیمار به عنوان شاخص دهیدراتاسیون یا اندازه گیری مایعاتی که بیمار از دست می دهد اسکا پذیر نمی باشد. • اندازه گیری وزن و تأمین حجم از دست رفته مایعات بدن، به خصوص در نوزادان، شیرخواران و کودکان، زنان باردار و بیماران سالمت اهمیت دارد.	 وزن بیمار در زمان بروز حادثه برای ما بسیار اهمیت دارد بنابراین اگر بیمار قادر به همکاری با شما بوده و می تواند به پرسش های شما پاسخ دهد از او بپرسید که: • شما چند کیلوگرم وزن دارید؟	وزن بیمار
• ترومای همزمان سر و گردن باید بررسی و رد شود. • تا رد آسیب مهره های گردنی باید گردن بیمار با استفاده از کالر، ثابت شده باشد.	حتماً از بیمار یا همراهان بپرسید که آیا او برای دوره از زمان، هوشیاری خود را از دست داده است یا نه؟	از دست رفتن هوشیاری

قدم دوم = معاینه فیزیکی (بیماران ترومایی)

• اندازه گیری علائم حیاتی در بدو ورود برای داشتن یک خط پایه برای مقایسه های بعدی بسیار ضروری است. • افزایش دمای بدن در معاینات بعدی ارتباط مستقیم با میزان دوز جذب شده پرتو دارد. تب در ۶ ساعت اول مساوی است با دوز پرتوی ریافتی بالاتر از ۲/۵ گرمی. • اگر بیمار در مدت اقامت خود در بخش اورژانس دچار افت فشار خون شود، می توان نتیجه گرفت که مقدار بسیار زیادی از پرتو را جذب نموده است یا خونی از او خارج شده است.	علائم حیاتی بیمار را اندازه گیری کنید این کار را هر ۲ ساعت یک بار تکرار نمایید.	علائم حیاتی
• اگر دوز جذب شده پرتو کمتر از یک گرمی باشد، کمتر از ۱۰٪ افراد را دچار استفراغ خواهد کرد. • اگر دوز جذب شده، بیش از ۲ گرمی باشد بیشتر افراد دچار استفراغ خواهند شد. • زمان شروع استفراغ در بیمار، ارتباط محکمی با مقدار دوز جذب شده پرتو دارد. • هر چه دوز جذب شده پرتو بیشتر باشد بیمار زودتر دچار استفراغ شده و استفراغ های او شدید تر خواهند بود. • بروز اسهال حاد در بیمار نشان دهنده این است که دوز جذب شده پرتو توسط بیمار بالاتر از ۹ گرمی بوده است. • کرمب های تنگی و انقباضات روده ای دردناک نیز، بخشی از علائم آسیب های ناشی از پرتو هستند.	به این که آیا بیمار در زمان معاینه، اسهال یا استفراغ دارد توجه کنید؟ اگر پاسخ مثبت است باید شدت و حجم اسهال و استفراغ بیمار را تخمین بزنید. اطلاعات به دست آمده را در پرونده بیمار ثبت کنید.	استفراغ و اسهال
• سلول های غده پاراتیروئید نسبت به پرتوهای یونیزان بسیار حساس هستند و وجود پاراتیروئید در بیمار به معنی مواجهه قابل توجه با پرتو است.	به علائم و نشانه های پاراتیروئید توجه نمایید.	پاراتیروئید
• در سوختگی های ناشی از سله یا یا جرقه: محل سوختگی بیمار دردناک است و موهای ناحیه سوخته، متناسب با عمق سوختگی، ریخته شده اند و از بین رفته اند. • در سوختگی های ناشی از پرتو: هر چند ممکن است احساس گشاده شدن یا خارش وجود داشته باشد درد وجود ندارد و از بین رفتن بافت دیده نشده و موها دچار ریزش نشده اند. ریزش موها ممکن است ۲ تا ۳ هفته بعد رخ دهد.	به قرمزی پوست و/یا مخاطا های بیمار توجه کرده و آن را ثبت کنید. سوختگی های احتمالی را مورد بررسی دقیق قرار دهید.	اریتم
• برخی علائم های سندرم رادیاسیون حاد (مانند احساس خستگی، ضعف بی اشتها و سردرد) می توانند ناشی از استرس فیزیکی و عاطفی بیمار در اثر حادثه باشند. • اسهال و استفراغ نیز می توانند ناشی از استرس باشند اما در صورت وجود باید آن ها را ناشی از آسیب های ناشی از پرتو دانست تا این احتمال بررسی و رد شود.	تعبوع و کرمب های شکمی را بررسی کنید. درباره سردرد و احساس خستگی نامعمول، از بیمار سوال کنید. به علائم و نشانه های پاراتیروئید توجه کنید.	سندرم رادیاسیون حاد
• ترومای همزمان سر و گردن باید بررسی و رد شود. • تا رد آسیب مهره های گردنی باید گردن بیمار با استفاده از کالر ثابت شده باشد.	عملکرد عصبی بیمار به خصوص سطح هوشیاری بیمار باید مورد بررسی قرار گیرد.	عملکرد عصبی

قدم سوم = بررسی های آزمایشگاهی (بیماران ترومایی)

خون	تعیین گروه خونی	- از آنجا که بیمار ترومایی ممکن است نیاز به تزریق خون پیدا کند، باید بلافاصله گروه خونی او تعیین شده، کراس ماچ شده و خون اشعه دیده به مقدار لازم برای او آماده‌شود. - این بیماران باید حتماً از خون اشعه دیده استفاده کنند تا سلول های سفید زنده خون از بین رفته و خطر واکنش های بعدی میزبان علیه پیوند کم شود.	گروه خون بیمار باید در اولین نمونه خونی که از او گرفته می شود تعیین شود.
	CBC-diff تعداد لنفوسیت	- پرتوها می توانند در مدت زمان بسیار کوتاهی بعد از تایش خود، - تغییرات قابل توجهی را که متناسب با نور تابش آن هاست در تعداد سلول های خونی ایجاد نمایند. - مهم ترنی شاخص یالیتی برای ارزیابی آسیب ناشی از پرتو ها و بی گیری آن، "تعداد لنفوسیت" خون محیطی می باشد. - اگر تعداد لنفوسیت اولیه کمتر از ۱۰۰۰ لنفوسیت در میکرولیتر باشد به منای مواجهه بیمار با نور بسیار بالای اشعه می باشد.	- تعداد کامل سلول های خونی و افتراق آن ها باید برای همه بیماران انجام شود. - تعداد لنفوسیت های خون محیطی نیز باید برای همه بیماران انجام شده و در فواصل زمانی استاندارد تکرار شود زمان ورود، ۶ ساعت بعد ۱۲ ساعت بعد ۲۴ ساعت بعد
	تعیین نوع HLA	- نکته بسیار مهم: - چون تعیین نوع HLA بیمار و بررسی های سیتوژنتیک او با استفاده از سلول های خون محیطی یا مغز استخوان بیمار انجام می شوند باید نمونه خون مورد نیاز برای این بررسی ها قبل از اکت تعداد لنفوسیت ها گرفته شده و به آزمایشگاه ارسال شود. بنابراین تهیه استخراغ بیمار به عنوان شاخص پیش بینی گکننده افت بعدی تعداد لنفوسیت ها مورد استفاده قرار گرفته و در صورت وجود آن ها بنا بر این گذاشته می شود که بیمار دوزی از اشعه را که مخرب مغز استخوان است دریافت کرده و احتمالاً نیاز به پیوند مغز استخوان پیدا خواهد کرد.	اگر بیمار در فاصله زمانی ۲" تا ۳ ساعت" بعد از مواجهه یا آلودگی دچار تهوع-استفراغ شده است باید حتماً آزمایشات سه گانه زیر را برای او درخواست نمایید: تعیین نوع گروه خونی، تعیین نوع HLA، دوزیمتری سیتوژنتیک مقدار خون مورد نیاز برای این بررسی ها حداقل ۱۰ سی سی است و باید در شیشه "هپارینه" ریخته شود.
	آمیلاز سرم	اگر دوز پرتوی دریافتی توسط کل بدن بیمار یا غدد پاروتید او (به عنوان عضو شاخصی از سر و گردن بیمار) بیشتر از ۵-/گری باشد، غلظت آمیلاز سرم، افزایش قابل ملاحظه ای پیدا خواهد کرد.	اگر امکانات آزمایشگاهی شما اجازه می دهد آمیلاز سرم بیمار را نیز چک کنید لازم است آزمایش بیمار، ۲۴ ساعت بعد، دوباره تکرار شود.

(ادامه) قدم سوم = بررسی های آزمایشگاهی (بیماران ترومایی)

ادوار	ادوار ۲۴ ساعته	اگر شرح حال بیمار نشان می دهد که او در معرض استنشاق مواد رادیواکتیو بوده است باید از بیمار (یا والدین او) خواسته شود ادوار ۲۴ ساعته خود را برای بررسی آزمایشگاهی، جمع آوری نمایند.	• برای جمع آوری ادوار باید از ظروفی استفاده شود که مهر و موم شده اند. • نام بیمار و تاریخ اخذ نمونه باید روی ظرف نوشته شود. • تیازی نیست که نمونه داخل یخچال نگهداری شود. • نمونه ادوار بیمار می توان به تعیین نوع ماده رادیواکتیوی که از راه ریه ها یا دستگاه گوارش وارد بدن بیمار شده است کمک نماید.
مدفوع	نمونه مدفوع	آزمایش مدفوع برای همه بیماران انجام نمی شود و لزوم انجام آن را متخصصان فیزیک پزشکی تعیین می کنند.	• برخی مواد رادیواکتیو در دستگاه گوارش جذب نشده و لذا از طریق ترشح در مدفوع دفع می شوند. • برخی مواد رادیواکتیو در دستگاه گوارش جذب شده و بعد از گردش در بدن بیمار و تغییرات مختلف، به مدفوع ترشح می شوند.

قدم چهارم = درمان اولیه (بیماران ترومایی)		
زخم های باز	• زخم های باز را باید آلوده در نظر گرفت حتی اگر هیچ ماده رادیواکتیوی به چشم دیده نشود.	• منطقه اطراف زخم را پاک کرده و بپوشانید • زخم را با جریان سریع آب بشوید • در صورت نیاز، دبریدمان انجام دهید • زخم ها را پانسمان کنید
جراحی	• اگر بیمار نیاز به جراحی دارد و علائم و نشانه های سندرم رادیاسیون حاد را هم نشان می دهد باید در ۴۸ تا ۷۲ ساعت اول بعد از وارد آمدن آسیب پرتوی جراحی لازم برای بیمار انجام شود	• این بیماران، ممکن است لکوتیک، ترومبوسیتوپنیک یا آنمیک شوند و ممکن است نقص ایمنی پیدا کنند • حداکثر وخامت این وقایع، در ۲ تا ۳ هفته بعدی، رخ خواهد داد، مگر این که، بیمار خونریزی شدید داشته و مقدار زیادی خون از دست داده باشد • زمان ترمیم این زخم ها در بیماران فوق، طولانی تر از سایر افراد است. • جوش خوردن شکستگی ها در این افراد، با تأخیر صورت می گیرد. • احتمال رخ داد عوارض دیگر نیز، در این افراد بیش از دیگران است.
سندرم رادیاسیون حاد	• نکته مهم: • در بیماران ترومایی، دوزیمتری با استفاده از لنفوسیت ها اعتبار کمتری دارد چون پاسخ های فیزیولوژیک به تروما و آسیب های حرارتی، تزریق یا تخلیظ خون، تزریق خون و غیره روی تعداد لنفوسیت های شمارش شده در هر میکرولیتر تأثیر دارند	• ترومای شدید یا هر استرس دیگری می تواند منجر به بروز یک لنفوسیتوز اولیه در بیماران شود که به دنبال آن و به فاصله چند ساعت یک لنفوپنی نیز رخ می دهد • سایر علائم و نشانه های سندرم رادیاسیون حاد (سر درد، خستگی مفرط، تهوع، استفراغ، اریتم و تب) نیز ممکن است دیده شوند. • در بیمارانی که در شوک هستند درد شدید دارند یا واکنش دارویی در بدن آن ها رخ داده است، تهوع استفراغ نمی تواند شاخص خوبی از دوز پرتوهای دریافتی و سندرم رادیاسیون حاد تلقی شود.

اصول تعیین تکلیف (بیماران ترومایی)	
انتقال بیماران	- تصمیم گیری برای انتقال یا عدم انتقال بیمار به یک مرکز دیگر به عوامل زیر بستگی دارد: • آسیب هایی که دیده است • وضعیت بالینی بیمار • سن بیمار • تعداد بیماران • امکانات بیمارستان
جراحی بیماران	• اگر بیمار نیاز به مراقبت های تخصصی پیدا کند، باید به مرکز تخصصی مثلاً مرکزی که دارای بخش فوق تخصصی خون باشد یک مرکز سوختگی، یک مرکز فوق تخصصی جراحی و... منتقل شود. لازم است این انتقال در همان ۷۲ ساعت بعد از مواجهه با پرتوها انجام شود.
بیماران با وضعیت بسیار وخیم	• اگر بیماری، هم ترومای شدید و قابل توجه با پیش آگهی دارد و هم دوز بسیار بالایی از پرتو را دریافت نموده، به نحوی که هم از بابت تروما و هم از بابت سندرم رادیاسیون حاد، پیش آگهی بسیار بدی برای او مورد انتظار است، باید فقط تحت درمان های مراقبتی و حمایتی قرار داده شود. • مثل هر حادثه دیگری، در حوادث پرتوی نیز باید جهت تلاش ها به سمت نجات دادن کسانی باشد که احتمال زنده ماندن آن ها بیشتر است. در غیر این صورت با تخصیص منابع به بیماران با پیش آگهی بدتر، عملاً شانس زنده ماندن از بیماران خوش حال تر گرفته می شود.
بیمار پرتودیده با ترومای همزمان یا سوختگی بالای ۱۰٪	• این بیمار، نیاز به مراقبت نزدیک پزشکی دارد ولی می تواند مراقبت های مورد نیاز خود را خارج از بیمارستان نیز دریافت نماید. • اگر تعداد نوتروفیل ها و پلاکت های بیمار پایین هستند، بیمار دچار عفونت شده است، بیماری زمینه ای جدی دارد یا هر عامل عارضه رسان دیگری وضعیت بیمار را تهدید می کند بیمار باید حتماً در بیمارستان بستری شود. • در هر صورت این بیماران را باید از نظر بروز پان سیتونی و نقص ایمنی مورد پی گیری و نظارت دقیق قرار داد این بیمار باید ایزوله معکوس باشد.
بیماران پرتودیده با شکستگی در اندام ها	• بیمارانی که دچار شکستگی های ساده هستند را، بعد از پایدارسازی و آلودگی زدایی، باید بر اساس وضعیت پرتودیدگی و با توجه به علائم و نشانه های سندرم رادیاسیون حاد اولویت بندی کرده و مورد مراقبت های لازم قرار داد.

ضمیمه شماره ۲

نحوه پوشیدن لباس محافظ
توسط کارکنان مراکز درمانی

هدف

۱. جلوگیری از آلوده شدن مراقبت کنندگان از بیماران
۲. جلوگیری از انتشار آلودگی در بیمارستان

اولویت ها : همیشه و در همه حال: اولویت، با بیمار است. پوشیدن لباس های محافظت کننده، زمانی در اولویت قرار دارد که فرصت کافی در اختیار باشد. اگر زمان کافی در اختیار نیست باید برخی مراحل را حذف کرده و به پوشیدن دو لایه دستکش و چسباندن لبه های دستکش به لبه های آستین روپوش پزشکی یا پرستاری یا لباس های خود فرد مراقبت کننده، زدن ماسک و گذاشتن عینک اکتفا نمود.

مهم ترین نکته: مهم ترین نکته ای که باید مورد توجه باشد که دوزیمتر فردی باید آخرین قسمت پوشش ها باشد. حتی یک لایه پارچه هم می تواند از رسیدن پرتوها به دوزیمتر جلوگیری نماید. در انتهای کار هم بعد از درآوردن دستکش رومی، باید دوزیمتر فردی در یک کیسه پلاستیکی، تحویل مأمورین ویژه این کار شود.

روند پوشیدن لباس ها

۱- یک دست بلوز و شلوار و یک گان جراحی یا یک گان یک بار مصرف، بردارید.



۲- روی کفش های خود، پوشش مخصوص پلاستیکی پوشیده و لبه های آن را با توار چسب بپهن، به لبه های شلوار خود بچسبانید.



۳- گان جراحی را بپوشید.



۴- دو لایه دستکش بپوشید. لایه های دستکش اول باید با نوار چسب پهن، به لایه های آستین گان، چسبیده شود و سپس دستکش روی پوشیده شود.



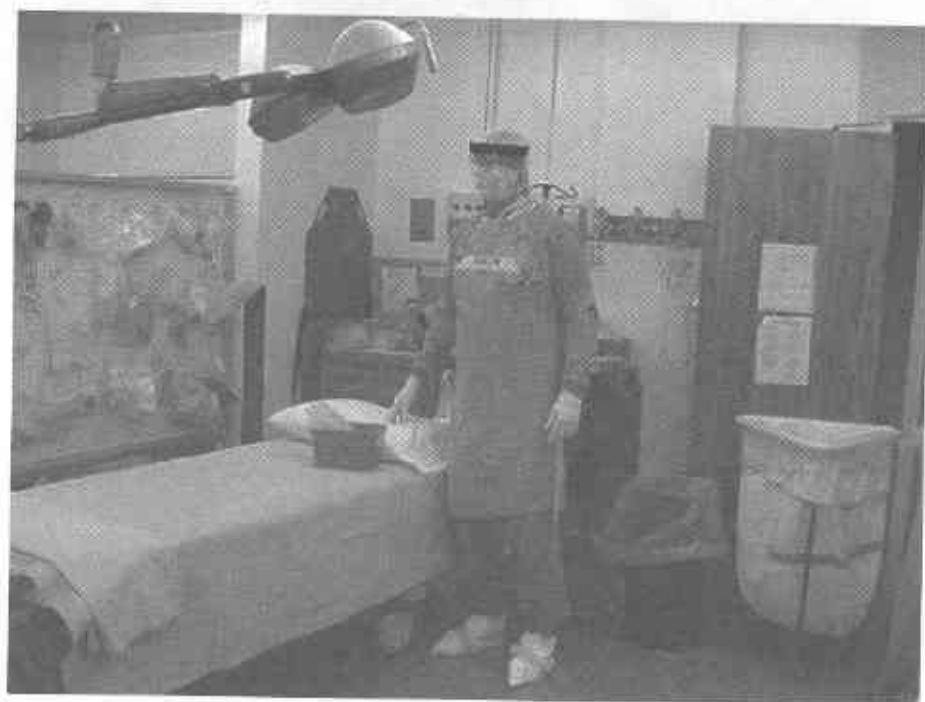
۵- استفاده از یک کلاه یک بار مصرف جراحی، برای پوشاندن موها، یک ماسک یک بار مصرف، برای جلوگیری از استنشاق ذرات رادیواکتیو و یک عینک محافظ، مرحله بعدی را تشکیل می دهند.



۶- نام و سمت خود را، به طرزی که به راحتی قابل خواندن باشد؛ روی سینه خود نوشته و دوزیمتر فردی تان را روی همه پوشش ها نصب نمایید.



حالا، شما آماده هستید.



روند در آوردن لباس ها

۱- اول نوار چسب های پهن را از گان جراحی و سپس نوار چسب های پهن پوشش کفش خود را باز کنید و دستکش های خارجی را در آورید.



۲- دوزیمتر خود را برداشته و آن را تحویل دهید.



۳- نوار چسب پهن لبه دستکش داخلی را باز کنید



۴- گان جراحی را بدون این که آن را تکان های اضافی بدهید درآورید. باید گان را به نحوی بیچید که لایه خارجی آن، یعنی سمتی که در معرض آلودگی ها بوده است، در سمت داخل قرار بگیرد.



۵- شلوار را تا زیر زانو پایین بکشید. روی صندلی سمت پاک بنشینید و شلوار را در آورید. دقت داشته باشید که آلودگی را به سمت پاک منتقل نکرده باشید.



۶- تلق محافظ صورت را بردارید. کلاه جراحی و ماسک صورت را بردارید.



۷- پوشش گتش ها را خارج کنید



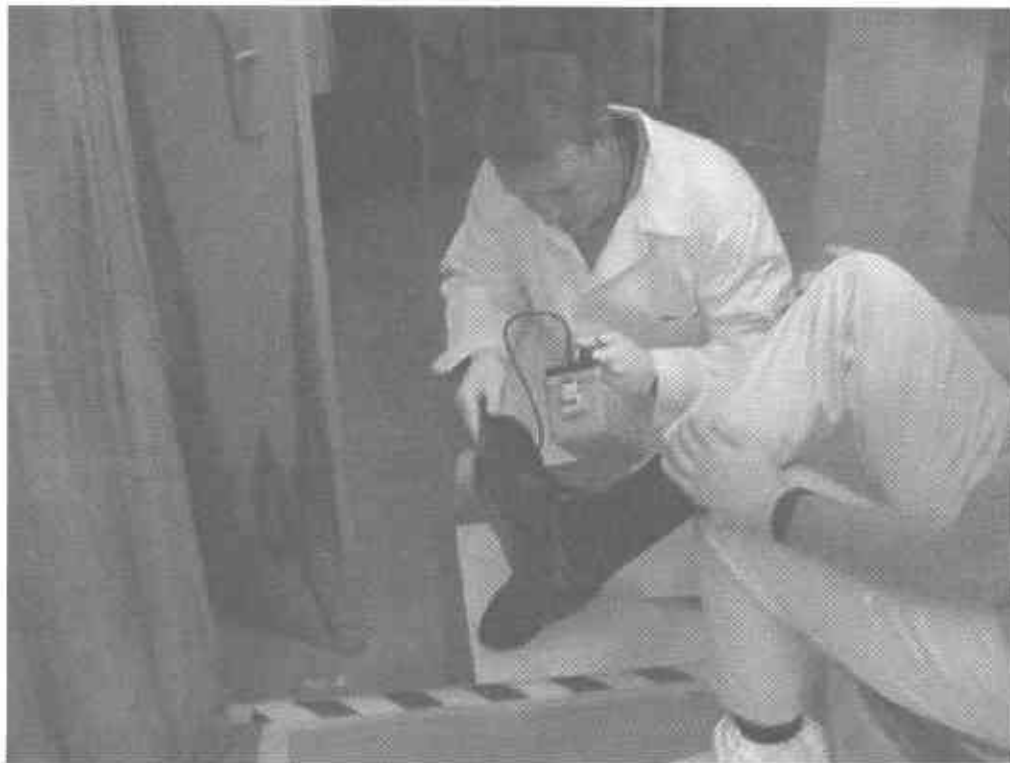
۸ - دستکش داخلی را در آورید



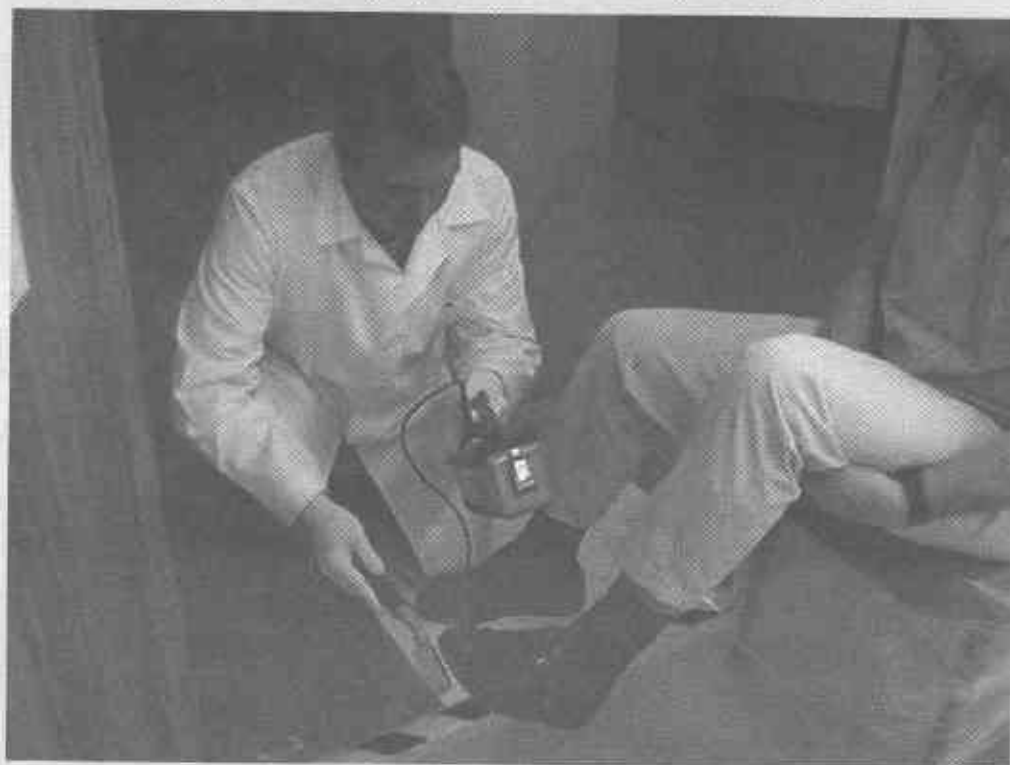
حالا دوباره باید از لحاظ آلودگی های احتمالی کنترل شوید:

- اگر آلودگی روی پوست یا لباس های شخصی شما وجود داشته باشد باید دوش بگیرید و دوباره کنترل شوید.
- اگر آلودگی پاک شده بود قبل از ترک کردن منطقه پاک لباس های خود را تعویض کرده و لباس های تمیز بپوشید.
- اگر آلودگی وجود نداشته باشد، دوش گرفته و قبل از ترک کردن منطقه پاک لباس های خود را تعویض کرده و لباس های تمیز بپوشید.

دوزیمتر فردی خود را به مسئولین مربوط تحویل دهید تا دوز اشعه ای که دریافت کرده اید تعیین شود.



بررسی قبل از خروج از محوطه آلوده



حالا، می توانید از قسمت آلوده، خارج شوید.



ضمیمه شماره ۳

نحوه آلودگی زدایی
از بیماران آلوده به مواد رادیواکتیو

هدف

هدف از آلودگی زدایی بیماران دارای آلودگی خارجی به مواد رادیواکتیو این است که :

- مانع از تبدیل آلودگی خارجی به آلودگی های داخلی شده یا شدت آن را کاهش دهیم.
- میزان دوز جذبی بیمار را با خارج کردن لباس های بیمار که بزرگترین منبع آلودگی هستند و پاک کردن منبع ماده رادیواکتیو از روی پوست و زخم های او کاهش دهیم.
- از آلودگی تیم درمانی به مواد رادیواکتیو پیشگیری کنیم.
- از انتشار آلودگی در بیمارستان جلوگیری کنیم.

اولویت ها

۱. پایدار بودن بیمار: مهم ترین اولویت این است که وضعیت بیمار در زمان آلودگی زدایی، پایدار باشد. پس باید بیمار قبل از آلودگی زدایی مورد بررسی قرار گرفته و در صورت لزوم اقدامات درمانی فوری برای او انجام شده باشد. هیچ بیمار ناپایداری نباید وارد اتاق آلودگی زدایی شود. اگر وضعیت بیمار ناپایدار است و قبل از رسیدن به بیمارستان آلودگی زدایی نشده است باید در محوطه ای که نزدیک به ورودی آمبولانس ها در نظر گرفته شده است و به روش استاندارد، لباس های او خارج شده و سپس مستقیماً به قسمتی که برای رسیدگی به بیماران آلوده در نظر گرفته شده است منتقل شود. در برخی مراکز، خارج کردن لباس های آلوده بیمار نیز در همان قسمت مسئول رسیدگی به بیماران آلوده انجام می شود.

۲. نوع ماده رادیواکتیو: اولویت بعدی نوع ماده رادیواکتیوی است که بیمار به آن آلوده گردیده است، چرا که برخی از مواد، از لحاظ شیمیایی دارای اثرات سوزاننده و سمی هستند که باید به آن ها توجه شود. اگر ماده رادیواکتیو دارای خاصیت اسیدی یا فلوریدی (اورانیوم هگزافلوراید-UF₆) است و می تواند منجر به سوختگی های شیمیایی شود یا در ترکیب خود جیوه یا سرب دارد که می توانند منجر به مسمومیت با جیوه یا سرب باشد باید اولویت را به این اثرات بیولوژیک داد تا اثرات رادیولوژیک ناشی از ماده رادیواکتیو.

مهم ترین اقدام

حتماً قبل از شروع کار، روند آلودگی زدایی را برای بیمار توضیح دهید بهتر است حین انجام کار و در آغاز هر مرحله نیز بیمار را در جریان اقدامی که قرار است برای او انجام شود، قرار دهید، به این ترتیب هم اضطراب بیمار کاهش می یابد و هم همکاری او با شما در مراحل بعدی افزایش پیدا خواهد کرد.

یک فرد مطلع، باید به پرسش های بیمار پاسخ دهد. ممکن است بیمار از شما بپرسد به چه علت لباس های محافظ پوشیده اید، ماسک زده اید، عینک محافظ به چشم دارید و.... توجه داشته باشید که مواجه شدن بیمار با این منظره می تواند استرس و نگرانی بیمار درباره وضعیت خود را تشدید نماید. بنابراین شما باید به اهمیت توضیحاتی که در این زمینه به بیمار می دهید واقف باشید.

ایمنی بیمار

از لحظه ای که بیمار وارد اتاق آلودگی زدایی می شود تا لحظه ای که از آن خارج شود، "ثما"، مسئول حفظ سلامت او هستید به بیمار تذکر بدهید که سطح زمین خیس و لغزنده است و او باید هنگام راه رفتن مراقب باشد و گرته سقوط خواهد کرد. در صورت نیاز باید دست بیمار را بگیرید، مراقب باشید اتاق بیش از اندازه گرم یا سرد نباشد. خطرات ناشی از برق گرفتگی و هر خطر احتمالی دیگری نیز، باید از قبل پیش بینی شده و تمهیدات لازم در مورد آن ها اندیشیده شود.

صستندسازی

وضعیت بیمار در بدو ورود به اتاق آلودگی زدایی، قسمت هایی از بدن او که آلوده بوده اند، زخم های باز یا محل های خراشیدگی و مثابه آن، روند آلودگی زدایی و اقدامات انجام شده برای بیمار شامل نوع محلول های مورد استفاده، روش های مورد استفاده، تعداد دفعاتی که بیمار مورد آلودگی زدایی قرار گرفته است، نتایج پرتوسنجی از قسمت های آلوده در بدو ورود و در زمان خروج و... باید به دقت در فرم های مخصوص ثبت شوند.

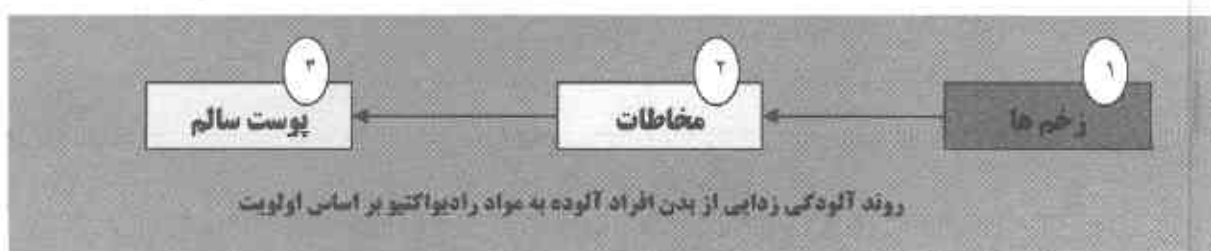
لباس های بیمار

برای خارج کردن لباس های بیمار، باید ابتدا یک پوشش پارچه ای یا پلاستیکی روی بیمار بپندازید به طوری که تمام بدن بیمار را بپوشاند. به این ترتیب شما مانع از انتشار ذرات گرد و غبار حاوی مواد رادیواکتیو در محیط می شوید. بعد از قرار دادن پوشش فوق روی بدن بیمار، حالا لباس های بیمار را با استفاده از قیچی تیز و در امتداد خطوط وسط هر قسمت از لباس، بریده و آن ها را خارج نمایید. توجه داشته باشید که:

- مهم ترین بخش لباس های بیمار، لباس های رویی او هستند که بیشتر از سایر لباس ها در معرض آلودگی بوده اند.
- حین خارج کردن لباس های بیمار باید آن ها را به بدن بریدن به کمک قیچی به شکلی لوله کنید که سطح آلوده به ماده رادیواکتیو در قسمت داخل بگیرد لوله کردن لباس های بیمار باید در جهت مخالف بردگی ها و زخم های او باشد تا از آلودگی بیشتر زخم ها جلوگیری به عمل آید

روند آلودگی زدایی

بعد از خارج کردن لباس های یک فرد دچار آلودگی خارجی به مواد رادیواکتیو، آلودگی زدایی از او باید به ترتیب زیر انجام شود:





۱. همیشه آلودگی زدایی از زخم های بیمار آغاز می شود.
۲. همیشه، همه زخم های بیمار، آلوده در نظر گرفته می شوند.
۳. وقتی زخم آلوده به ماده رادیواکتیو وجود داشت باید این طور فرض شود که ماده رادیواکتیو وارد بدن بیمار شده است و باید بلافاصله متخصص پزشکی هسته ای را در جریان قرار داد تا بر اساس نوع ماده، مقدار ماده، نیمه عمر ماده اقدامات لازم برای کاهش اثرات ماده رادیواکتیو را به عمل آورد.
۴. اولین کاری که باید انجام شود پوشاندن اطراف زخم با استفاده از پوشش های ضد آب است. به این ترتیب از گسترش بیشتر آلودگی ها پیشگیری می شود.
۵. اگر زخم در حال خونریزی است و وضعیت همودینامیک بیمار پایدار است، اجازه بدهید تا حدی به خونریزی خود ادامه بدهد.
۶. برای کمک به خارج شدن مواد رادیواکتیو از داخل زخم، تا جای ممکن می توان از جریان سریع سرم شستشو یا آب ولرم استفاده کرد. این کار، کمک زیادی به کاهش آلودگی بیمار می کند و باید چندین بار تکرار شود.

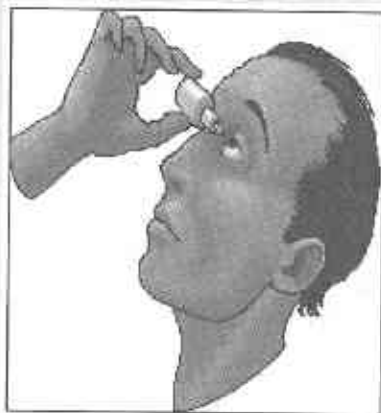


۷. بعد از شستشو باید دوباره پرتوسنجی انجام شود.
۸. اگر دوز پرتوهای دریافتی نسبت به دوز پایه موجود در محیط بیش تر از حد مجاز است باید شستشو دوباره تکرار شود.
۹. اگر علیرغم شستشو های مکرر سطح پرتوها بیشتر از حد مجاز باشد، باید بعد از مشورت با متخصصین، قسمت آلوده زخم را دبرید نمود. بخش دبرید شده را باید برای بررسی های لازم به آزمایشگاه فیزیک پزشکی فرستاد.
۱۰. اگر یک قطعه آلوده به ماده رادیواکتیو یا یک قطعه فلز رادیواکتیو لابلای زخم بیمار وجود دارد شما باید با استفاده از بلندترین فورسپی که در اختیار دارید آن قطعه را خارج کرده و در ظروف سری مخصوص قرار دهید. اگر قطعه ریزی در پوست فرو رفته است (این اتفاق بیشتر در انگشتان دست رخ می دهد) می توان از دستگاه های مخصوص Punch-Biopsy استفاده نمود که قطعات ریز رادیواکتیو را همراه با کل ضخامت پوست اطرافش^{۱۱)} بر می دارد.
۱۱. بعد از آلودگی زدایی کامل خود زخم و تمام تواحی پیرامون آن، می توان زخم را بخیه زد.
۱۲. بعد از اقدامات لازم، باید زخم را پانسمان نمود و روی آن را با پوشش های ضد آب پوشاند.
۱۳. کلیه وسایل آلوده را در کیسه های مخصوص ریخته و در سطل های مخصوص جمع آوری مواد آلوده قرار دهید.

توضیح: سرعت جذب مواد رادیواکتیو از مخاطات بسیار سریع تر از پوست سالم است.

بنابراین اگر مخاط چشم ها، مجرای گوش، سوراخ های بینی، مخاط دهان و حلق و ناحیه تناسلی آلوده به مواد رادیواکتیو شده باشد باید قبل از آلودگی زدایی از پوست سالم، این قسمت ها را مورد آلودگی زدایی قرار داد:

- باید از بیمار خواسته شود دندان های خود را با مسواک و خمیر دندان بشوید.
- دهان باید چندین بار با محلول اسید سیتریک ۲٪ شستشو داده شود.
- ته حلق بیمار باید با محلول آب اکسیژنه ۳٪ شستشو داده شود. برای این کار از بیمار بخواهید این محلول را قرقره کند.
- سوراخ های بینی باید با استفاده از آب شیر یا سرم فیزیولوژیک شسته شوند.
- برای شستشوی مخاط چشم ها، می توان از آب شیر یا محلول تستشو استفاده نمود.
- جهت شستشوی چشم ها، باید از کانتوس داخلی به خارجی باشد تا از ورود آلودگی ها به مجرای نازولاکریمال جلوگیری شود.
- گوش خارجی باید با آب شسته شود.
- کانال گوش خارجی نیز با استفاده از سرنگ مخصوص شستشوی گوش آلودگی زدایی می شود.

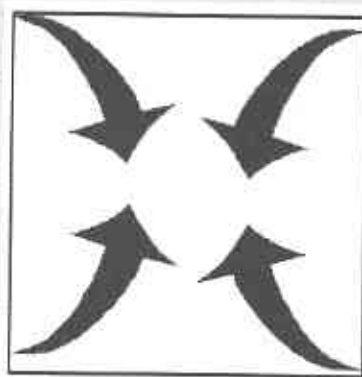


- برای خارج کردن مواد رادیواکتیو بلعیده شده توسط باید از لایواژ معده استفاده کرد.

- حتماً باید از پوشش های ضد آب برای پوشاندن تخت استفاده شود
- کسانی که آلودگی زدایی از بیمار را انجام می دهند باید لباس های ضد آب پوشیده باشند
- اگر بیمار آلودگی محدودی در منطقه مشخصی دارد می توان از وان ها یا ظروفی با اندازه مناسب برای آلودگی زدایی استفاده نمود
- اگر بیمار آلودگی گسترده دارد، در صورتی که قادر به حرکت بوده و حال عمومی خوب داشته باشد می توان از او خواست که در قسمتی که مشخص شده است، دوش بگیرد.
- قبل از دوش گرفتن به بیمار توضیح بدهید که:
 ۱. حین دوش گرفتن باید از حرکاتی که باعث پاشیدن آب آلوده به اطراف می شوند خودداری نماید.
 ۲. باید چشم های خود را ببندد
 ۳. برای محافظت از ورود آب آلوده به سوراخ های گوتس و بینی خود باید از وسایل مخصوص (مسابک و سایل شنا) استفاده نماید.
- حین دوش گرفتن، باید برای شستشوی موها از شامپو و برای شستشوی بدن از صابون های ملایم استفاده شود.
- در صورت لزوم باید موهای بیمار با استفاده از قیچی کوتاه شوند.
- بعد از هر بار دوش گرفتن، باید بیمار مورد پرتوننجی قرار گیرد.
- ممکن است لازم باشد بیمار چند بار دوش بگیرد.
- برای آلودگی زدایی از پوست بیمار، می توانید از جریان ملایم آب شیر (به شرطی که خیلی سرد یا خیلی گرم نباشد) استفاده نمایید.
- در صورت لزوم می توان جریان آب را سریع تر کرد.
- صابون های معمولی یا محلول های پاک کننده پوست و مو با اسیدیته پایین (pH حدود ۵) نیز می توانند کمک کننده باشند
- ممکن است علیرغم تلاش برای آلودگی زدایی از پوست بیمار، نتوان سطح آلودگی را به کمتر از حد مجاز رساند. بنابراین آلودگی زدایی از بیمار تا جایی ادامه پیدا می کند که دیگر نتوان سطح آلودگی را به کمتر از آن رساند.
- شروع آلودگی زدایی باید از ملایم ترین روش شروع شده و به تدریج به سمت روش های خشن تر پیش رود.
- در هر صورت آلودگی زدایی از پوست بیمار نباید منجر به آسیب رساندن به پوست بیمار باشد.
- هرگز نباید پوست بیمار را به اندازه ای بمالید که خراش پیدا کند. آب هم نباید به اندازه ای گرم یا سرد باشد که به پوست بیمار آسیب برساند.
- اگر آب خالی نمی تواند آلودگی زدایی موثری را به همراه داشته باشد می توان از یک صابون ملایم با pH خنثی یا صابون امکراپ جراحی استفاده نمود
- امکراپ منطقه آلوده را می توان ۴-۳ دقیقه تکرار نمود. سپس شستشو با آب باید ۳-۲ دقیقه ادامه پیدا کرده و سپس منطقه خشک شده و مورد پرتوننجی مجدد قرار گیرد.
- موهای سر یا مناطق پر موی پوست را باید با استفاده از شامپو شستشو داد اگر علیرغم این کار، آلودگی زدایی قابل قبولی حاصل نشد باید موها را با استفاده از قیچی برید.
- موقع شامپو کردن موهای بیمار مراقب باشید که آب آلوده به مواد رادیواکتیو وارد چشم ها، گوش ها و دهان بیمار نشود

توضیح: بیشتر مواد رادیواکتیو جذب پوستی خوبی ندارند بنابراین آلودگی پوست به این مواد نمی توان راه خوبی برای ورود آن ها به داخل بدن باشد سه استثنای مهم در این زمینه وجود دارد که عبارتند از: ید رادیواکتیو، سزیم، تریتیوم.

- برای کمک به پاک کردن منطقه از آلودگی ها می توان از اسفنج های خیلی نرم جراحی و حرکت ملایم آن ها روی پوست بیمار استفاده کرد.
- جهت حرکت اسفنج باید به سمت داخل بوده یا حالت دایره وار باشد.
- حرکات جهت دار یا دایره وار را می توان برای ۲ تا ۳ دقیقه ادامه داد.
- اگر دست های بیمار آلوده هستند باید به زیر ناخن های بیمار توجه ویژه ای مبذول شود.
- اگر دست های بیمار آلوده نیستند باید در اولین فرصت دستکش به او بپوشانید تا دست های خود را آلوده نکند.



- بعد از جلا کردن مواد چسبیده به پوست بدن بیمار یا استفاده از اسفنج، محل آلودگی را با استفاده از آب ولرم شستشو دهید.
- بعد از شستشو، محل را به ملایمت خشک کنید.
- بعد از خشک کردن باید منطقه مورد نظر را دوباره مورد پرتوسنجی قرار دهید اگر هنوز آلودگی وجود دارد، می توانید تا ۳ بار دیگر شستشو را ادامه دهید.

نام محلول	کاربرد ها و نکات کاربردی
آب معمولی ولرم	برای رفع آلودگی های مختلف از پوست و مو
سرم تستشو	برای رفع آلودگی های مختلف از پوست و مو
صابون و سایر پاک کننده های پوست و مو با PH حدود ۵	برای رفع آلودگی های مختلف از پوست و مو
EDTA با غلظت ۱۰٪	برای رفع آلودگی های مختلف از پوست و مو
DTPA یا غلظت ۱٪ در یک محلول اسیدی مایع با PH حدود ۴	شستشوی پوست آلوده به ترنس اورانیوم ها، لانتانیدها یا فلزات سنگین (کبالت، آهن، روی، منگنز)
پرمنگنات پتاسیم به صورت محلول ۵٪	- زمانی از این محلول استفاده می شود که روش حصول آلودگی زدایی، کارایی لازم را نداشته باشد. - به خیال استفاده از این محلول، باید از یک محلول احیا کننده استفاده شده و سپس پوست بیمار با آب شسته شود. - استفاده از این محلول برای صورت و مخاطات توصیه نشده است.
هیدروکسید آمین یا هیپوسولفیت سدیم ۵٪	- به عنوان یک محلول احیا کننده بعد از مصرف پرمنگنات پتاسیم یا محلول لوگل مورد استفاده قرار می گیرد. - بعد از مصرف این محلول، باید پوست بیمار با آب شستشو داده شود.
پمادهای ضد التهاب موضعی	روی محل هایی از آلودگی که به دلایل مختلف مانند سوختگی، به محل چسبیده اند به کار می رود.
پم کربنات سدیم ۱/۴٪	برای یا کردن پوست آلوده به اورانیوم
محلول لوگل	برای پاک کردن پوست آلوده به پد رادیواکتیو
اسید استیک (سرکه) یا PH حدود ۴ تا ۵	برای پاک کردن پوست آلوده به فسفر-۳۲

بعد از اتمام کارها:

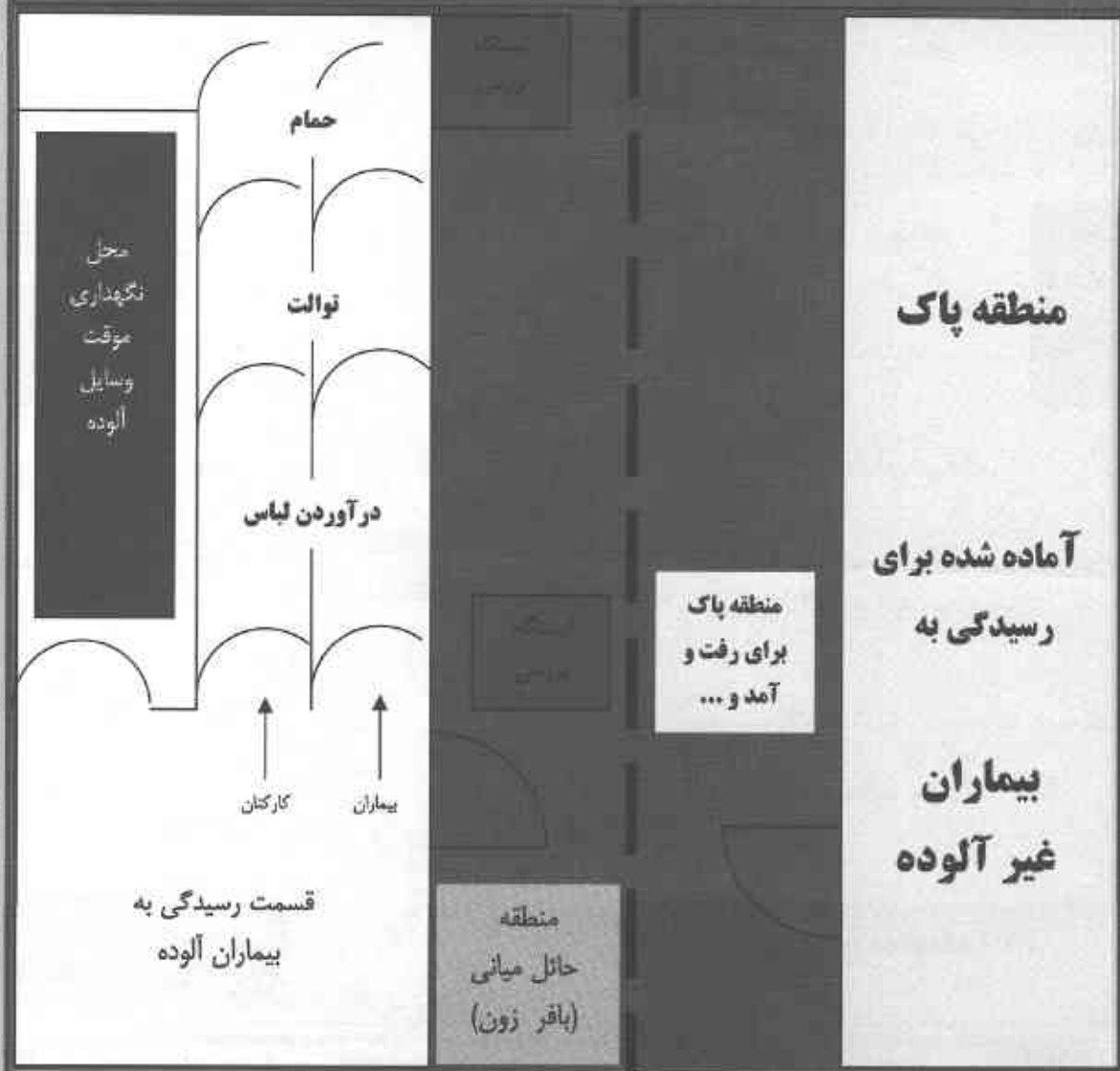
- باید دوباره کل بدن بیمار را با استفاده از شمارشگری که در اختیار دارید مورد پرتوسنجی قرار دهید. اگر آلودگی ها در حد لازم زوده شده اند، باید بیمار یا احتیاط از اتاق آلودگی زدایی خارج و وارد اتاق مجاور شده و توسط گروه دیگری از کارکنان که تمیز هستند روی برانکارد تمیز قرار داده شود. بیمار با برانکارد به درب اتاقی که باید در آن مورد بررسی و درمان پزشکی قرار بگیرد منتقل می شود. قبل از ورود به اتاق بررسی و درمان پزشکی، باید دوباره، بیمار و برانکارد، به خصوص چرخ های برانکارد، مورد پرتوسنجی قرار گیرند بیمار و برانکارد در صورتی می توانند وارد اتاق فوق شوند که آلوده نباشند.
- برای خارج شدن از اتاق آلودگی زدایی، لازم است مراحل مشابه آن چه در قسمت در آوردن لباس های محافظ (ضمیمه شماره ۱) آورده شده است طی شود.
- بعد از خروج از اتاق آلودگی زدایی، باید درهای اتاق قفل شده و علائم هشدار مانند نوشته ای که نشان دهد این اتاق آلوده به مواد رادیواکتیو است روی درب نصب شود. به جز در موارد لزوم و برای آلودگی زدایی نباید از این اتاق برای هیچ منظور دیگری استفاده شود تا کارشناسان فیزیک پزشکی، آن را بررسی و آلودگی زدایی نمایند.

ضمیمه شماره ۴

آماده سازی فضای فیزیکی
تجهیزات و ملزومات مورد نیاز
فرم های ثبت اطلاعات

آماده سازی فضای فیزیکی بیمارستان برای رسیدگی به چند بیمار دچار آسیب پرتوی (با/بدون آلودگی)

محوطه پاک بیمارستان



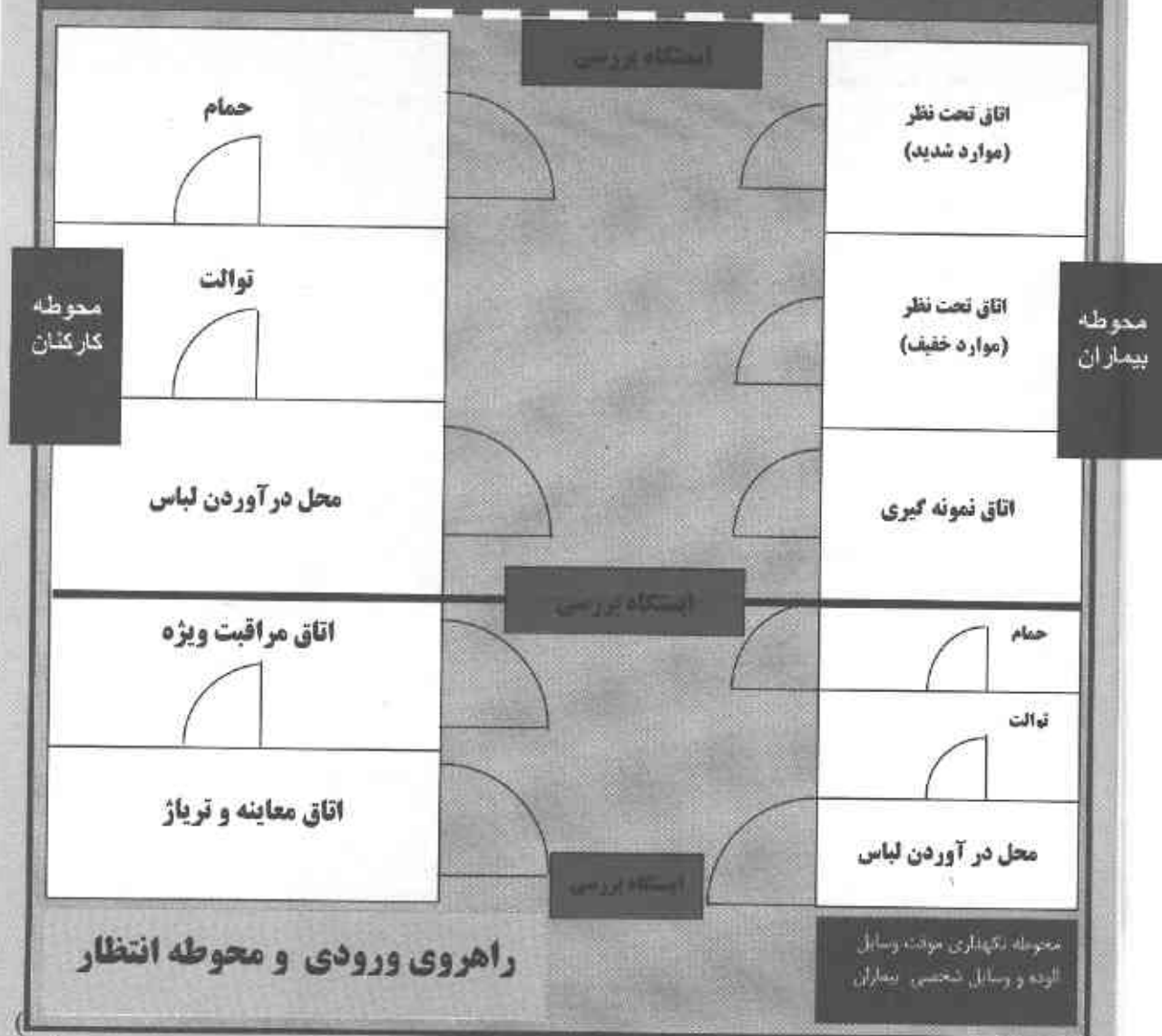
محل انتظار کارکنان
آمبولانس



ورودی آمبولانس (ها)

آماده سازی فضای فیزیکی بیمارستان در حوادث منجر به تلفات دسته جمعی

محوطه پاک بیمارستان



ورودی آمبولانس ها

تجهیزات و ملزومات مورد نیاز برای پاسخ بیمارستانی به یک حادثه هسته ای			
آزمایشگاه	تست های استاندارد جراحی	تست انتقال خون	
	وسایل مورد نیاز برای گرفتن رگ از بیمار	آمپولیک و ماسک	
	سرنگ	دفتریلاتور، باطری و شارژر	
	دستگاه شمارش تعداد سلول های خونی	لام مورد نیاز برای تهیه لام خون محیطی	
	ظروف مخصوص نمونه های آزمایشگاهی بیمار	میکروسکوپ	
	دستگاه سانتریفوژ	بخچال بزرگ و فریزر	
	صرف ها و واکنش گره های مختلف بر اساس نوع نمونه ها و رادیونوکلیدهایی که باید اندازه گیری شوند		
دارو	ضد درد	آنتی بیوتیک	
	کاردیوپروتیک	دیورتیک	
	تنظیم کننده های فشارخون	کرم های آنتی بیوتیک موضعی	
	ضد تهوع	محلول های هیدرامین	
شمارش	شمارش گره های دو منظوره آلفا بتا برای بررسی آلودگی سطوح به مواد رادیواکتیو		
	شمارش گره های دو منظوره گاما بتا برای بررسی آلودگی سطوح به مواد رادیواکتیو		
	شمارش گره های مخصوص اندازه گیری های یرتوهای موجود در محیط		
وسایل حفاظتی	دوزیمترهای فردی		
	دوزیمترهای ثابت برای دوزیمتری محیط		
	بالاپوش های سرتاسری محافظ		
	پوشش های پلاستیکی کفش		
	دستکش نخی، دستکش لاتکس و دستکش لاستیکی		
وسایل آلودگی زایی	ماسک	پارچه های استریل جراحی	
	برس، از جمله برس های شستوی ناخن	پنبه برای سواب های بینی	
	سواب	گاکتر بینی	
	محلول هیپوکلریت سدیم ۵ درصد	ماده ضد عفونی کننده	
	محلول آمید کلریدریک یک دهم نرمال	مرم نششو	
	محلول های استریل شستوی چشم	خودکارهای مخصوص برای علامت گذاری محل های آلودگی	
ملزومات عمومی	رادیوی قابل حمل که فرکانس های مختلف را بکشد	ورقه های پلاستیکی، کیسه های پلاستیکی، نوار چسب	
	تلفن همراه	گان جراحی	
	کامپیوتر	پتو و ملافه	
	باطری	برقکار چرخدار	
	کارت های شناسایی	چراغ قوه	
	کیسه های زیانه	جمعیه های حمل و نقل	
	برگه ها و فرم های مخصوص ثبت اطلاعات پزشکی و غیر پزشکی (فرم دریافت و انتقال بیمار، یرتوسنجی و ...)		
	لیستی شماره تلفن های مراکز مختلف که می توانند به بیمارستان کمک کنند (پلیس، وزارت بهداشت، سایر بیمارستان ها، مراکز حمایت روانی و اجتماعی و ...)		
مشی کننده ها	ماده رادیواکتیو	خشی کننده	
	سزیم	پرومیتیل	
	استرونیوم	اکتینات، گلوکونات با لاکتات استرونیوم	
	رادیوم	فسفات آلومینیوم	
	کالت	گلوکونات کالت	
	اورانیوم	بی کریات سدیم ایزوتونیک	
مشی کننده ها	ماده رادیواکتیو	خشی کننده	
	پدید پتاسیم	پد	
	دیمر کاپرول	جیوه، سرب، پلونیوم	
	دفریکسامین	آهن، پلونیوم	
	پنی سیلیمین	مس، آهن، جیوه، سرب، طلا، سایر فلزات سنگین	
	دیورتیک ها	تریتم	

۱۴ قدم اول در آماده سازی بیمارستان برای ارائه مراقبت به قربانیان حوادث هسته ای	
قدم اول	جایی که آمبولانس ها باید بیماران را پیاده کنند را مشخص نمایید.
قدم دوم	تمام درهای بیمارستان را قفل کنید به جز دو در.
قدم سوم	مسیر عبور قربانیان را آماده کنید.
قدم چهارم	محوطه رسیدگی به بیماران را مشخص کنید.
قدم پنجم	کف زمین قسمت درمان را بپوشانید.
قدم ششم	عبور و مرور افراد را کنترل نمایید.
قدم هفتم	ملزومات و تجهیزات مورد نیاز برای بررسی و درمان قربانیان را تأمین نمایید.
قدم هشتم	تخت ها را آماده کنید.
قدم نهم	سطل های مخصوص جمع آوری لباس ها و وسایل آلوده به مواد رادیواکتیو را آماده کنید.
قدم دهم	قربانیان آلوده را مورد آلودگی زدایی قرار دهید.
قدم یازدهم	تیم های مختلف با آمادگی لازم را مستقر و با گردش زمانی مناسب جایگزین تیم های قبلی نمایید.
قدم دوازدهم	آمد و شد افراد به قسمت آلوده بیمارستان را کنترل نمایید تا آلودگی، منتشر نشود.
قدم سیزدهم	مراقبت پزشکی لازم را به قربانیان ارائه دهید.
قدم چهاردهم	لباس محافظ را به روش اصولی در آورده و از محدوده آلوده خارج شده و دوزیمتر خود را به افراد مسئول تحویل دهید.

فرم کسب اطلاعات پایه به محض اطلاع از بروز حادثه هسته ای دانشگاه علوم پزشکی بیمارستان	
.....	تاریخ و ساعت اعلام آماده باش به بیمارستان:
.....	تهدیه اعلام کننده اعلام باش و نحوه اعلام آن:
.....	فرد اطلاع دهنده (نام و نام خانوادگی و سمت):
.....	شماره تلفنی که می توان از طریق آن با ستاد هدایت تماس گرفت
اطلاعات پایه:	
.....	• سطح حادثه
.....	• تعداد احتمالی قربانیان
.....	• زمان تقریبی رسیدن قربانیان به بیمارستان
.....	• نوع و شدت جراحات طبی قربانیان
.....	• وضعیت رادیاسیون قربانیان (آلودگی یا مواجهه با اشعه)
.....	• آیا آلودگی زدایی در محل حادثه انجام شده است؟
.....	• آیا در حال حاضر خطرات دیگر تهدید کننده سلامت عمومی وجود دارند؟
.....	• آیا نوع ماده رادیواکتیو مشخص شده است؟
.....	نام و نام خانوادگی و سمت فردی که اطلاعات را دریافت کرده است

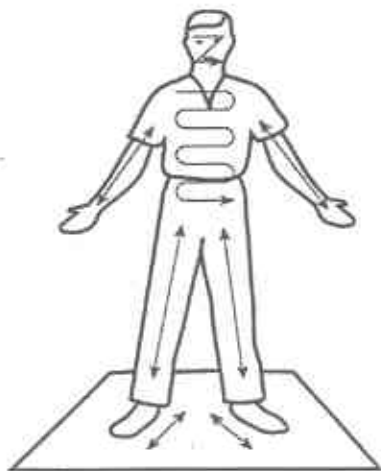
دانشگاه علوم پزشکی
بیمارستان
فرم ثبت نتایج پرتوسنجی

نام و نام خانوادگی بیمار: تاریخ پرتوسنجی:/...../.....

جنس: ☐ مرد ☐ زن ساعت پرتوسنجی:

- محل پرتوسنجی: ☐ محل ورودی آمبولانس ☐ داخل بیمارستان
- نوع وسیله ای که برای پرتوسنجی استفاده شده است:
- مدل وسیله ای که برای پرتوسنجی استفاده شده است:
- میزان پرتوهای موجود در محیط:
- سطح فعال آشکارساز: ساتی متر مربع
- ضریب درجه بندی (کالیبراسیون): (بکرل در واحد شمارش تعداد ایمپالس ها)

توضیح: با توجه به جهت فلش ها، پرتوسنجی را انجام داده و هر جا میزان پرتوهای دریافتی بیش از میزان پرتوهای موجود در محیط بود، آن را روی شکل علامت زده و عدد اندازه گیری شده توسط دستگاه را بنویسید



نتایج بررسی تیروئید:

تعداد ایمپالس شمارش شده در گردن: واحد
تعداد ایمپالس های محیطی: واحد

تعداد ایمپالس شمارش شده از ران: واحد
تعداد ایمپالس های خالص تیروئید: واحد

نتیجه نهایی: آیا نیاز به بررسی بیشتر در مرکز درمانی وجود دارد؟ ☐ بله ☐ خیر

توضیحات:

امضای پرتو سنج:

نام و نام خانوادگی پرتوسنج:

تاریخ:/...../.....

نام و نام خانوادگی بیمار:

دانشگاه علوم پزشکی
بیمارستان
فرم ثبت اطلاعات پزشکی

نام و نام خانوادگی بیمار: تاریخ:/...../.....
 جنس: ☐ مرد ☐ زن سن:
 آدرس محل اسکان (موقتی یا دائم):
 وضعیت شغلی: ☐ کارکنان خدمات اورژانس پیش بیمارستانی ☐ کارکنان بیمارستانی ☐ عادی

اطلاعات مربوط به مواجهه/آلودگی بیمار: تاریخ بروز حادثه اورژانس:/...../..... زمان شروع مواجهه بیمار با پرتوها: مسئولیت شنلی بیمار: شماره (کد) دوزیمتر: عدد ثبت شده توسط دوزیمتر: آیا بیمار حفاظت تنفسی داشته است؟ ☐ بله ☐ خیر آیا بیمار لباس مخصوص به تن داشته است؟ ☐ بله ☐ خیر آیا لباس های بیمار به مواد رادیواکتیو آلوده شده اند؟ ☐ بله ☐ خیر ☐ بررسی نشده است	زمان تخمینی بروز حادثه: موقعیت فیزیکی بیمار در زمان مواجهه: آیا بیمار دوزیمتر فردی دارد؟ ☐ بله ☐ خیر نوع و محل نصب دوزیمتر روی بدن:
--	---

یافته های پزشکی			
وضعیت فعلی بیمار:			
تاریخ و ساعت:/...../.....	سطح هوشیاری	طبیعی ☐ بله ☐ خیر	بی قرار ☐ دلیریوم ☐ خواب آلود ☐ کما ☐
	اختلالات تعادل	☐ بله ☐ خیر	
	علائم حیاتی	درجه حرارت: درجه سانتی گراد	فشارخون: میلی متر ستون جیوه
		ضربان قلب: در دقیقه	تنفس: در دقیقه
علائم و نشانه ها:			
تهوع: ☐ بله ☐ خیر	زمان بروز:	تعداد دفعات:	مدت استمرار:
استفراغ: ☐ بله ☐ خیر	زمان بروز:	تعداد دفعات:	مدت استمرار:
اسهال: ☐ بله ☐ خیر	زمان بروز:	تعداد دفعات:	
زخم دارد؟ ☐ بله ☐ خیر	ناشی از تروما: ☐ بله ☐ خیر	ناشی از سوختگی: ☐ بله ☐ خیر	
محل زخم، عمق و وضعیت آن:			
ضعف: ☐ بله ☐ خیر	سر درد: ☐ بله ☐ خیر		
ادم پوست و مخاط: ☐ بله ☐ خیر	ارشیم پوست و مخاط: ☐ بله ☐ خیر		
محل وضعیت ادم/ارشیم:			
سایر یافته ها:			

سابقه طبی:	
آیا بیمار قبلاً به هر دلیلی تحت درمان با رادیوایزوتوپ ها یا پرتودرمانی قرار گرفته است؟ ☐ بله ☐ خیر	تاریخ:
مکان درمان:	محل تابش پرتوها:
اطلاعات مرتبط با دوز ماده یا پرتو به کار رفته:	

اقدامات انجام شده برای بیمار			
اقدامات عمومی			
خارج کردن لباس های بیمار: ☐ بله ☐ خیر	الودگی زدایی: ☐ بله ☐ خیر		
مسمومیت زدایی: ☐ بله ☐ خیر	با استفاده از: ☐ اثروسل ☐ حمام کردن ☐ وریلدی		
دوز مورد استفاده: نتیجه مسمومیت زدایی:			
تجویز ید پایدار ☐ بله ☐ خیر	زمان تجویز: دوز:		
مدت:			
توضیح: این قسمت باید توسط گروه مسئول الودگی زدایی تکمیل شود.			
آلودگی	روش مورد استفاده		
	محل الودگی زدایی		
	اقدامات انجام شده قبل از الودگی زدایی		
	اقدامات انجام شده بعد از الودگی زدایی		
	توضیحات ضروری:		
	نام و نام خانوادگی: تاریخ و امضا:		
بررسی های آزمایشگاهی			
۱-۳	نمونه اول (در صورت امکان، در ۳ ساعت اول گرفته شود)	تاریخ: / / ساعت:	تعداد لئوسیت ها:
	نمونه دوم (در صورت امکان، ۴ ساعت بعد از نمونه اول)	تاریخ: / / ساعت:	تعداد لئوسیت ها:
	نمونه سوم (در صورت امکان، ۶ ساعت بعد از نمونه دوم)	تاریخ: / / ساعت:	تعداد لئوسیت ها:
	نمونه چهارم (در صورت امکان، ۶ ساعت بعد از نمونه سوم)	تاریخ: / / ساعت:	تعداد لئوسیت ها:
	(۱۰ سی سی) نمونه برای بررسی سیتوتوکس گرفته شده؟ ☐ بله ☐ خیر		
۳-۳	HLA typing انجام شده است؟ ☐ بله ☐ خیر		
	نمونه برای اندازه گیری رادیواکتیویته گرفته شده است؟ ☐ بله ☐ خیر		
	این اولین نمونه ادرار بیمار بعد از رسیدن به اورژانس است؟ ☐ بله ☐ خیر		
	نمونه برای اندازه گیری رادیواکتیویته فرستاده شده است؟ ☐ بله ☐ خیر		

توضیحات ضروری و تصمیم گیری نهایی برای بیمار:

مهر و امضا:

فهرست واژگان

<i>Abandon</i>	رها کردن
<i>Absorbed dose</i>	دوز جذبی
<i>Accelerators</i>	شتاب دهنده
<i>Accident</i>	حادثه، تصادف
<i>Acetone</i>	استون
<i>Activity</i>	فعالیت
<i>Administrative</i>	مدیریتی
<i>Airborne activity samplers</i>	نمونه گیرهایی که فعالیت ملده رادیواکتیو در هوای محیط را اندازه گیری می کنند
<i>Albert Einstein</i>	آلبرت اینشتین
<i>Alpha</i>	(پرتوهای) آلفا
<i>Alpha monitor</i>	اشکارساز آلفا
<i>Ambulance entry</i>	ورودی آمبولانس
<i>Annual limit of intake</i>	دوز مجاز سالانه
<i>Atoms for peace</i>	"اتم ها برای صلح" (عنوان یک سخنرانی تاریخی)
<i>Becquerel</i>	(هائری) بکرل
<i>Beta</i>	(پرتوهای) بتا
<i>Board of governors</i>	هیئت رئیسه
<i>Cesium-۱۳۷</i>	سزیوم-۱۳۷
<i>City of dead</i>	شهر مردگان
<i>Cobalt-۶۰</i>	کبالت - ۶۰
<i>Coolant</i>	خنک کننده
<i>Core</i>	هسته
<i>Count Per Minute(CPM)</i>	تعداد (شماریات) در دقیقه
<i>Criticality point</i>	نقطه بحرانی
<i>Curie</i>	(ماری) کوری
<i>Debris</i>	ذرات ریز
<i>Decorporation</i>	سمیت زدایی
<i>Detection efficiency</i>	کارایی اکتشاف
<i>Deterministic</i>	قطعی
<i>Devastation</i>	خراب، انهدام
<i>Deviation</i>	انحراف
<i>Dirty bombs</i>	بمب آلوده (به مواد رادیواکتیو)

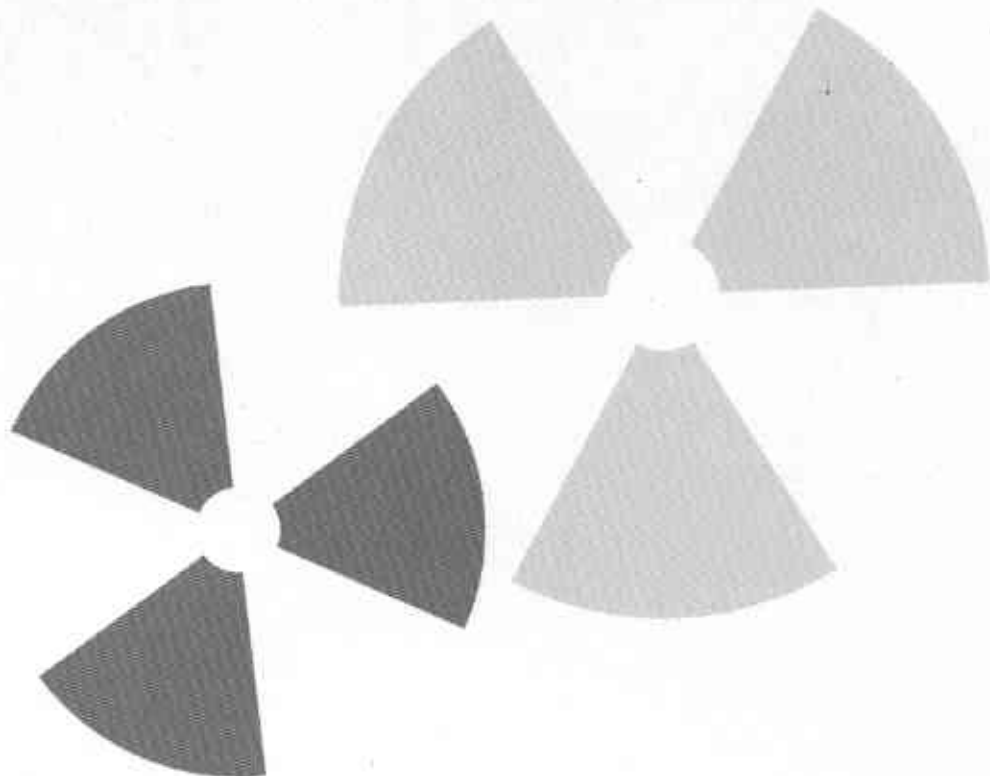
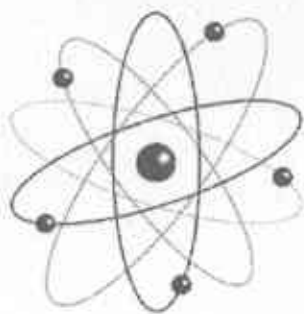
<i>Disintegrations Per Minute(DPM)</i>	تعداد شکافت ها در دقیقه
<i>Dose equivalent</i>	دوز معادل
<i>Dose Rate Meter</i>	دوز سنج
<i>Dust</i>	گرد و غبار
<i>Eisenhower</i>	آیزنهاور
<i>Electromagnetic</i>	الکترومغناطیس
<i>En-block</i>	به طور کامل
<i>Environmental Protection Agency (EPA)</i>	آژانس حفاظت محیطی
<i>Executive</i>	اجرایی
<i>Exposure</i>	مواجهه
<i>Fission</i>	فیسون (شکافت)
<i>Gamma</i>	(پرتوهای) گاما
<i>Geiger-Muller</i>	(اشکارساز) گایگر-مولر
<i>General conference (GC)</i>	مجمع عمومی
<i>General precautions</i>	احتیاط های عمومی
<i>Gray</i>	گری (یک واحد اندازه گیری پرتو)
<i>Incident</i>	واقعه
<i>Industrial</i>	صنعتی
<i>Infra-red</i>	(پرتوهای) مادون قرمز
<i>Internalized radiation</i>	تشعشع داخلی
<i>International Atomic Energy Agency(IAEA)</i>	آژانس بین المللی انرژی اتمی
<i>International Nuclear Event Scale (INES)</i>	معیار بین المللی (سطح بندی) حوادث هسته ای
<i>Ionization chamber survey meters</i>	پرتوسنج های دارای اتاق یونیزاسیون
<i>Ionizing</i>	یونیزان
<i>Iridium-۱۹۲</i>	ایریدیوم - ۱۹۲
<i>Jim Fermi</i>	جیم فرمی (نام یک دانشمند)
<i>Laboratory counters</i>	تعدادشگرهای آزمایشگاهی
<i>Local radiation injury</i>	آسیب پرتوی موضعی
<i>Locked</i>	قفل شده
<i>Lost</i>	گم شده
<i>Major accident</i>	حادثه مهم
<i>Major incident</i>	واقعه مهم
<i>Manhattan Project</i>	پروژه منهاتان
<i>Man-made</i>	ساخته دست بشر
<i>Mendeleyev</i>	(دیمیتری) مندلیف (نام یک دانشمند)
<i>Mohamed ElBaradei</i>	محمد البرادعی

<i>Monitoring</i>	آشکارشازی
<i>Nagasaki</i>	ناگازاکی (یکی از دو شهر ژاپن که مورد بمباران هسته ای قرار گرفت)
<i>National defense</i>	دفاع ملی
<i>Natural</i>	طبیعی
<i>Non-Ionizing</i>	غیر یونیزان
<i>Nuclear detonation</i>	انفجار هسته ای
<i>Nuclear Energy Agency (NEA)</i>	آژانس انرژی هسته ای
<i>Nuclear power plant</i>	نیروگاه هسته ای
<i>Organization of Economic co-operation and Development</i>	سازمان توسعه و همکاری اقتصادی
<i>Over exposure</i>	مواجهه بیش از حد
<i>Panic</i>	پانیک
<i>Particle</i>	ذره
<i>Pathway</i>	مسیر
<i>Peelable/Strippable coatings</i>	پوشش های قابل لایه برداری
<i>personal dosimeters</i>	دوزیمتر های فردی
<i>Photographic film</i>	فیلم عکاسی
<i>Pierre Curie</i>	پیرکوری
<i>Plutonium</i>	پلوتونیوم
<i>Pocket</i>	جیبی
<i>Polonium</i>	پولونیوم
<i>Power plant</i>	نیروگاه
<i>Preparedness</i>	آمادگی
<i>Program of Action for Cancer Therapy(PACT)</i>	برنامه تلاش برای درمان سرطان
<i>Psycho-social</i>	روانی - اجتماعی
<i>Rad</i>	راد (یک واحد اندازه گیری)
<i>Radiation</i>	پرتو، انشعه
<i>Radiation detectors</i>	آشکار ساز پرتو
<i>Radiation dispersal device</i>	ابزار متفجر کننده پرتوزا
<i>Radiation protection</i>	حفاظت پرتوی
<i>Radioactive decay</i>	واپاشی پرتوزا
<i>Radioactive fallout</i>	ریزش اتمی
<i>Radioactive source</i>	چشمه (منبع) رادیواکتیو
<i>Radioactivity</i>	رادیواکتیویته (پرتو شمانی)
<i>Radiopharmaceuticals</i>	داروهای رادیواکتیو
<i>Radio-sensitivity</i>	حساسیت رادیویی
<i>Radio-waves</i>	امواج رادیویی

Radium	رادیوم
Radon gas	گاز رادون
Radon Daughters	دختران رادون
Radiation Emergency Assistance Center/Training Site	
Rem	رم (یک واحد اندازه گیری)
Research	جستجو
Response	پاسخ
Rutherford	رادرفورد
Secretariat	دبیرخانه
Shell	پوسته
Sievert	سیوررت (یک واحد اندازه گیری)
Stable	پایدار
stochastic	احتمالی
Survey meter	پرتومنج (اندازه گیری)، آشکارساز
Terrestrial sources	منابع زمینی
Theft	مسروقه
Thermo Luminescent Dosimeter (TLD)	دوزیمتر ترمولومینسانس
Transportation	انتقال
Transuranic	دارای عدد اتمی بیشتر از اورانیوم
Trefoil	شیر سه برگ، سه پره (علامت رسمی هشدار مواد رادیواکتیو)
Tritium	تریتم
Ultra-violet	(پرتوهای) ماوراء بنفش
Uranium	اورانیوم
Vapor Extraction	خروج بخار
Vienna International Center(VIC)	مرکز بین المللی وین
Virtual engineering	مهندسی مجازی
Visible light	نور مرئی
Waste repository	مخزن زباله (های هسته ای)
Wave	موج
Weathering	فرسایش در اثر آب و هوا، هوازدگی
Whole body counter	شمارشگر پرتوهای کل بدن
Whole-body irradiation	پرتوئایی به کل بدن
William Roentgen	ویلیام رونتگن (نام یک دانشمند)

دکتر لنگرانی؛ وزیر بهداشت، درمان و آموزش پزشکی:

«خوشبختانه، برخورد با آسیب های پرتوی، از پروتکل های استاندارد بسیار ساده ای تبعیت می کند که اجرای آنها توسط تمامی بخش های اورژانس بیمارستانی، به عنوان اولین خط برخورد با بیماران در شرایط مختلف، بسیار سهل و کارآمد است.»



تدبیر امروز، عافیت فردا