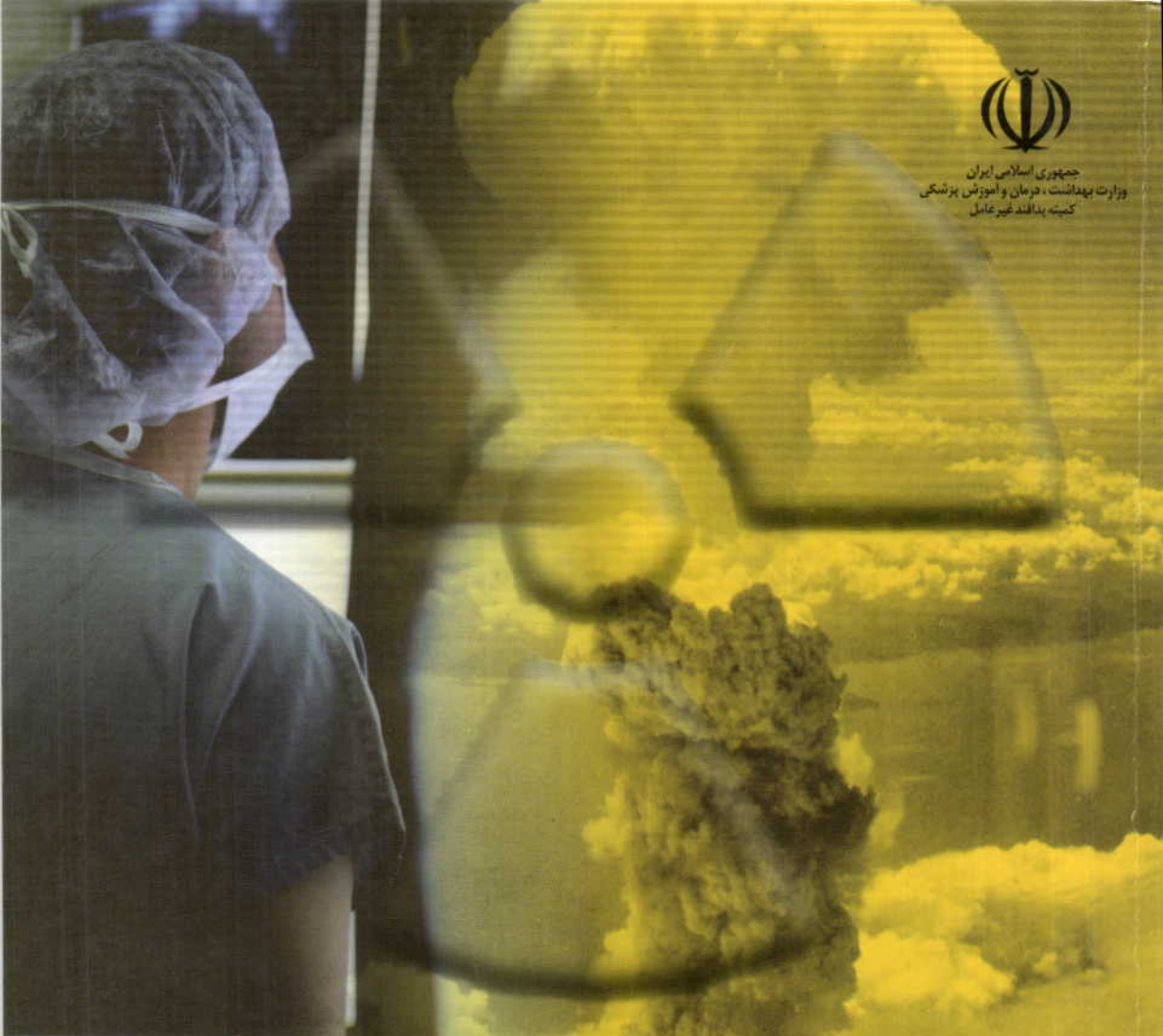




جمهوری اسلامی ایران  
وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی  
کمیته پدافند غیرعامل



آمادگی و پاسخ مراکز درمانی

# در حوادث پرتوی

با مقدمه دکتر مرضیه وحید دستجردی  
وزیر بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

تألیف:

دکتر سید عباس حسینی

دکتر مرضیه فتاحی

اعضای هیات علمی گروه طب اورژانس  
دانشگاه علوم پزشکی تهران





سرشناسه : حسن، سیدعباس، ۱۳۴۵ -

عنوان و نام پدیدآور : آمادگی و پاسخ مراکز درمانی در حوادث پرتوی / تألیف: سیدعباس حسینی، مرسیه لحنی.

مشخصات نشر : تهران: آرتین طب، ۱۳۹۰.

مشخصات ظاهری : ۱۶۴ص: مبور ( رنگی )، جدول، نمودار ( رنگی ).

شابک : 978-964-8443-46-2

وضعیت فهرست نویسی : فیا

یادداشت : کتابخانه.

یادداشت : واژه نامه.

موضوع : تشعشع -- آسیب ها -- درمان

موضوع : قربانیان تشعشع -- مراقبت های پزشکی

موضوع : حوادث هسته ای.

موضوع : بیمارستان ها -- خدمات پرستاری

نشانه افزوده : فنی، برنیه، ۱۳۵۶

رده بندی کنگره : ۱۳۹۰ ۸۱۵/۹۲RC

رده بندی دیویی : ۶۱۶/۹۸۱۷

شماره کتابشناسی ملی : ۳۲۳۱۵۶۹

## خدمتی دیگر ...

|                      |                                           |
|----------------------|-------------------------------------------|
| نام کتاب :           | آمادگی و پاسخ مراکز درمانی در حوادث پرتوی |
| ترجمه :              | دکتر سید عباس حسینی - دکتر مرضیه فتحی     |
| ناشر :               | موسسه انتشاراتی آرتین طب                  |
| صفحه آرای :          | آتیه ساده                                 |
| طراحی جلد و گرافیک : | هومن فولادقلم                             |
| نوبت چاپ :           | اول - زمستان ۱۳۹۰                         |
| تیراژ :              | ۳۰۰۰ جلد                                  |
| لیتوگرافی :          | ندای دانش                                 |
| چاپ و صحافی :        | قدیانی                                    |
| شابک :               | ۹۸۷-۹۶۴-۸۴۴۳-۴۶-۲                         |

مرکز بخش :

تهران - بلوار کشاورز - خیابان ۱۶ آذر - پلاک ۶۸

طبقه سوم - انتشارات آرتین طب      تلفن : ۸۸۹۷۱۴۰۰

فکس : ۸۸۹۹۵۱۴۱

تساعی حقوق مادی و معنوی این اثر برای ناشر محفوظ است. لذا هرگونه تکثیر و بازنویسی مطالب به هر نحو ممکن در هر گونه رسانه، کتاب، مجله، جزوه و لوح فشرده بدون اجازه کتبی ناشر **محرمانه** است و موجب **پیگرد قانونی** می شود.



تقدیم به

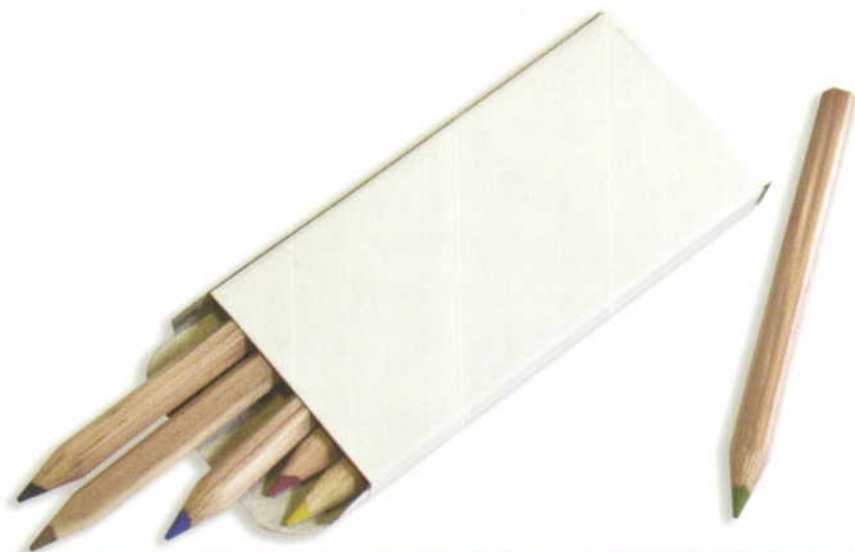
پیشگاه والای

## حضرت صاحب الامر (عج)

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







## مقدمه

- مقدمه وزیر محترم بهداشت درمان و آموزش پزشکی..... ۷
- مقدمه سرپرست محترم مرکز نظام ایمنی هسته ای کشور - سازمان انرژی اتمی..... ۹
- سخنی باخوانندگان..... ۱۱

## بخش اول تاریخچه

- آشنایی با تاریخ اتم و کشف مواد رادیواکتیو..... ۱۴
- آشنایی با چگونگی جلب شدن توجه جوامع انسانی به حفاظت پرتوی..... ۱۶
- آشنایی با راه های حفاظت در برابر پرتوها..... ۱۹
- آشنایی با حوادث پرتوی مهم جهان..... ۲۵
- آشنایی با تاریخچه آژانس بین المللی انرژی اتمی..... ۲۸
- سازمان انرژی اتمی ایران..... ۳۱

## بخش دوم فیزیک پرتوی

- آشنایی با ساختمان اتم امواج الکترومغناطیس پرتوهای یونیزان و غیر یونیزان..... ۳۴
- آشنایی با ویژگی های اصلی پرتوهای مختلف..... ۳۵
- آشنایی با واحد های اندازه گیری پرتو..... ۳۹
- آشنایی با ابزارهای اندازه گیری پرتو..... ۴۰

## بخش سوم جهانی مملو از پرتوها

- آشنایی با پرتوهای موجود در محیط..... ۵۴
- آشنایی با انواع حوادث پرتوی..... ۶۰
- آشنایی به سطوح مختلف خطرات و تهدیدهای حوادث پرتوی ۶۱
- آشنایی با اثرات بیولوژیک پرتوها..... ۶۲

## بخش چهارم انواع حوادث پرتوی

- آشنایی با انواع مختلف حوادث پرتوی..... ۶۸
- آشنایی با سطوح مختلف خطرات و تهدیدها ناشی از حوادث پرتوی..... ۷۲

## بخش پنجم اصول اجزاء ملاحظات در آمادگی و پاسخ بیمارستانی

- آشنایی با اصول پاسخ بیمارستانی در حوادث پرتوی..... ۸۰
- آشنایی با اجزای پاسخ بیمارستانی در حوادث پرتوی..... ۸۲



### بخش ششم آمادگی بیمارستانی

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

### بخش هفتم پاسخ بیمارستانی

- ۹۸..... آشنایی با اقدامات مورد نیاز در پاسخ بیمارستانی به حوادث پرتویی

### بخش هشتم رویکرد به بیماران دچار آسیب های پرتوی

- ۱۰۶..... آشنایی با نحوه برخورد با بیماران غیر آلوده به مواد رادیواکتیو
- ۱۰۷..... آشنایی با نحوه برخورد با بیماران آلوده به مواد رادیواکتیو

### ضمیمه ها

- ۱۱۴..... ۱-تربایز بیمارستانی بیماران در ۲۴ساعت اول بهداز بروز حادثه
- ۱۱۵..... الف: غیر ترومایی
- ۱۲۳..... ب: ترومایی
- ۱۲۸..... ۲-روش پوشیدن و در آوردن لباس های محافظ
- ۱۴۳..... ۳-روش آلودی زدایی از بیماران آلوده به ماده رادیواکتیو
- ۱۵۰..... فهرست واژگان



## مقدمه

### وزیر محترم بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

کشف مواد رادیواکتیو یکی از بزرگترین دستاوردهای علمی بشر بوده و با راه یافتن به عرصه های صنعت و فناوری باعث افزایش رفاه جوامع انسانی گردیده است. اگرچه بمب های اتمی به کار رفته در جنگ جهانی دوم وجه ناخوشایندی از کاربرد انرژی هسته ای را به نمایش گذاشتند اما بهره ای که انسان ها از این انرژی و دستاوردهای آن برده اند بسیار بیشتر از آسیب ها و عوارض مخرب آن بوده است.

اکنون که با لطف بیکران خدای متعال کشور عزیزمان ایران در دست یابی به فن آوری های پیشرفته هسته ای جایگاه خوبی در بین کشورهای جهان پیدا کرده و در بسیاری از زمینه ها از جمله استفاده های تحقیقاتی از مواد رادیواکتیو و تولید "رادیوداروها" به استقلال دست یافته لازم است تمام مراکز درمانی کشور آمادگی های لازم برای پاسخ گویی به حوادث احتمالی ناشی از مواد رادیواکتیو و پرتوهای یونیزان را کسب نمایند تا ابعاد سوء این حوادث تا جای ممکن بهتر و بهتر کنترل شوند.

کتاب حاضر تلاشی است در جهت کسب دانش و افزایش مهارت های مورد نیاز بیمارستان ها و سایر مراکز درمانی در حیطه های آمادگی و پاسخ به حوادث پرتوی و امید است تمامی گروه های مسئول با بهره گیری شایسته از این کتاب و منابع مشابه آن دستورالعمل های علمی-کاربردی مورد نیاز موسسات خود را تدوین کرده و به کار گیرند.

مرضیه وحید دستجردی

وزیر بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

دی ماه ۱۳۹۰





## 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 آن ها، 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) بینش و روش شناسی 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، جدول، 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 آمار، اطلاعات یا جملاتی به صورت مستقیم از کتاب یا مقاله ای نقل گردیده اند برای حفظ امانت، 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 آلودگی 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 مترقبه (جناب آقای دکتر غلامرضا معصومی، جناب آقای دکتر محمد افضلی مقدم، سرکار خانم دکتر مشایانه حدادی، خانم مریم سیاه تیر و خانم بهناز ابوالشمس) 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 انتقادات و پیشنهادهای خوانندگان ارجمند خواهند بود.

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

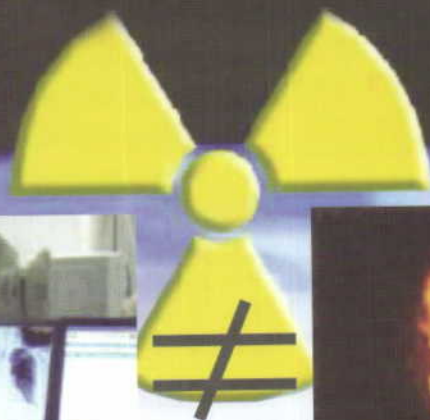
سید عباس حسینی

معاون توسعه مدیریت و منابع

وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی



## فصل اول



# تاریخچه

### اهداف فصل

- آشنایی با تاریخ اتم و کشف مواد رادیواکتیو
- آشنایی با چگونگی جلب شدن 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

## 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 و 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" 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 پیشرفت های ما در زمینه ساختار اتم و ویژگی های عناصر مختلف در دهه های اخیر به دست آمده است.

اولین نامی که در تاریخچه اطلاعات ما درباره فیزیک اتمی در تاریخ ثبت شده، "ویلیام رونتگن" نام دانشمندی 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 قدم های اولیه در مسیر کشف و استفاده از پرتوهای یونیزان و انرژی هسته ای را برداشتند. این سه دانشمند عبارت بودند از: **هانری بکرل**: این دانشمند فرانسوی اولین کسی بود که یک عنصر رادیواکتیو را کشف کرده و آن را "اورانیوم" نامید. او در سال ۱۸۹۶ خبر کشف اورانیوم را در آکادمی علوم فرانسه اعلام نمود.



هانری بکرل: ۱۸۵۲ تا ۱۹۰۸



ماری کوری: ۱۸۶۷ تا ۱۹۳۴

دو دانشمند بزرگ فیزیک اتمی و کاشفان رادیواکتیو

1. Atom
2. Mendeleyev
3. William Roentgen
4. Henry Becquerel
5. Uranium

## ماری و پیر کوری: ماری کوری و همسرش پیر کوری به

انجام آزمایش های متعدد و بررسی های دقیق تر روی اورانیوم پرداخته و "رادیوم" و "پولونیوم" را نیز کشف کردند. در سال ۱۹۰۳ جایزه نوبل فیزیک به دلیل همین اکتشافات به طور مشترک به این دو دانشمند داده شد.

بعد از کشف عناصر رادیواکتیو توسط کوری و بکرل، دانشمندان دیگری شروع به آزمایشات دیگر برای کشف ویژگی های مختلف این عناصر نمودند. یکی از این دانشمندان، "رادر فوردر" بود. رادر فوردر توانست پرتوهای یونیزان آلفا و بتا را که از عناصر رادیواکتیو ساطع می شوند شناسایی نموده و آن ها را معرفی کند. وی برای اولین بار توضیح داد که ذرات آلفا در واقع هسته های اتم های هلیوم هستند در حالی که ذرات بتا از الکترون ساخته شده اند. به دلیل همین کشف جایزه نوبل فیزیک در سال ۱۹۰۸ به او داده شد.

در اوایل قرن بیستم مطالعه روی پرتوها به شدت افزایش یافت. به طوری که در سال ۱۹۳۹ و در جریان جنگ های جهانی دوم شیمی دان های آلمانی برای اولین بار گزارشی از بمباران هسته اتم اورانیوم و تبدیل آن به چند اتم کوچک تر ارائه دادند. به این ترتیب انرژی هسته ای ناشی از "شکافت هسته" در این زمان کشف گردید. دو هفته بعد یک دانشمند مجارستانی اعلام کرد که هسته اتم اورانیوم می تواند به صورت خودبه خودی نیز شکسته شده و منجر به رهایی انرژی شود. در همین زمان دانشمندان دیگری نیز اقدام به تکرار موفقیت آمیز آزمایشات فوق نمودند.

از آنجا که در جریان جنگ جهانی دوم به خاطر ناامنی های اجتماعی ناشی از جنگ دانشمندان بسیاری، کشورهای خود را در اروپا و آسیا ترک کرده و به ایالات متحده رفته بودند دولت نازی ها برای پیشبرد اهداف خود در این زمینه مجبور به نامه نگاری مجرمانه با برخی از این دانشمندان برای درخواست کمک گردید. یکی از این دانشمندان "آلبرت اینشتین" بود. اینشتین به این درخواست کمک پاسخ منفی و "روزولت" رئیس جمهور وقت امریکا را نیز در جریان فعالیت های هسته ای ارتش آلمان قرار داد. اطلاع دولت ایالات متحده از این فعالیت ها منجر به صدور دستوری برای راه اندازی "پروژه مانهاتان" گردید که محل آزمایشگاه های آن در Los

6. Marie & Pierre Curie
7. Radium & Polonium
8. Rutherford
9. Fission
10. Albert Einstein
11. Roosevelt

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 با مواد رادیواکتیو - که اثرات بیولوژیک آن ها 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 می دهد. این تصویر در صفحه اول یکی از روزنامه های قدیمی فرانسه به چاپ رسیده است.)



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"<sup>۱۲</sup> 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 یونیزان از بین رفتند. در ساختار این بمب از پلوتونیوم استفاده شده بود.

### 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 ببندیم. از جمله این قربانیان می توان به دستیار توماس ادیسون اشاره کرد. وی به خاطر توموری 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.

Alamos و رهبر آن دانشمندی به نام "رابرت اپنهاইمر"<sup>۱۳</sup> بود. به این ترتیب امریکایی ها نیز مطالعه روی سلاح های هسته ای را به طور رسمی آغاز نمودند. در همین سال ها "پلوتونیوم"<sup>۱۴</sup> به عنوان یک ماده رادیواکتیو دیگر کشف گردید. خبر آزاد سازی انرژی هسته ای از پلوتونیوم 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 دنیای قدیم از این دنیای جدید تازه کشف شده دیدند انفجارهایی مهیب و مرگبار در دو شهر هیروشیما<sup>۱۵</sup> و ناگازاکی<sup>۱۶</sup> ژاپن بود:

**۱. 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.

**۲. انفجار دوم:** از آنجا که دولت ژاپن به مقاومت خود ادامه داد ارتش امریکا سه روز بعد یعنی در تاریخ نهم اگوست

12. Robert Oppenheimer
13. Polonium
14. Hiroshima
15. Nagasaki

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 مساله مواجهه انسان ها با پرتوها را جدی بگیرند. در سال ۱۹۷۰ برای اولین بار در کشور آمریکا "آژانس حفاظت از محیط"<sup>۱۸</sup> 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.

اولین کسی که توانست با استفاده از پلوتونیوم و واکنش های هسته ای مقدار زیادی انرژی هسته ای آزاد نماید دانشمندی ایتالیایی به نام "فرمی" بود. وقتی او آزمایش خود را با موفقیت انجام داد همکارش در تماس تلفنی با رئیس وقت دانشگاه هاروارد گفت:

"کشتی ران ایتالیایی به سواحل دنیای جدید رسید"

### جلب توجه جوامع انسانی به حفاظت پرتوی

در سال ۱۹۱۵ انجمن انگلیسی رونتگن اولین اقدام در جهت حفاظت پرتوی<sup>۱۷</sup> 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

در جریان جنگ جهانی اول از رنگ های دارای رادیم (مخلوط رادیم و فسفر) برای شب‌رنج کردن هواپیماهای جنگی استفاده می شد و بعد از جنگ نیز استفاده از این رنگ ها در عقربه ساعت ها ادامه یافت در حالی که از 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 می شدند در فاصله تعویض عقربه ها، قلم مو را با دندان های خود تکه می داشتند غافل از این که در حال بلع مواد رادیواکتیو می باشند.

عکس قدیمی زیر، یکی از سالن های کاری را که از این زنان استفاده می کردند نشان می دهد. در عرض ۲ سال، ۹ نفر از زنان این کارگاه در اثر آئمی شدید همراه با ضایعات تخریبی دهان و استخوان های فک از بین رفتند. تا این که دندان پزشکی که ضایعات دندانی یکی از این زنان را درمان می کرد به ارتباط بین رادیم موجود در رنگ و عوارض بالینی آن در این زنان پی برد.



## بخش اول - تاریخچه ۱۷

پیشنهادهای ایجاد نمایند تا به طور متمرکزتری روی دامنه های مختلف مرتبط با حفاظت پرتوی فعالیت نمایند. این زیر ساخت ها در جدول زیر ارائه شده اند.

در سال ۱۹۹۶ آژانس بین المللی انرژی اتمی 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

جدول زیرساخت های مورد نیاز برای حفاظت پرتوی

| وظایف اصلی                                                                                                                                                                                                                                                                                                | زیر ساخت مورد نظر                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>تنظیم قوانین حفاظت پرتوی</li> <li>فراهم آوردن یک ضمانت اجرایی برای قوانین مصوب</li> </ul>                                                                                                                                                                          |  مرجع قانونگذاری                  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>تأمین ایمنی هر کسی که به طور مستقیم با مواد رادیواکتیو در تماس است با دوزیمتری مستمر و ثبت دوزهای دریافتی</li> <li>افزایش کیفیت ابزارآلات مورد استفاده و ایمنی عمومی محیط</li> </ul>                                                                               |  کنترل مواجهه های شغلی            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>طراحی مداخله های تشخیصی که با حداقل پرتوتابی به بیمار نتیجه مطلوب را تأمین نمایند</li> <li>طراحی و ارتقای روش های رادیوتراپی</li> <li>کنترل مستمر کیفیت ابزارآلات مورد استفاده</li> </ul>                                                                          |  کنترل مواجهه های طبی            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>تدوین برنامه هایی برای ذخیره سازی و نگهداری مواد رادیواکتیو</li> <li>تدوین برنامه هایی برای برخورد مناسب و ایمن با زباله های اتمی</li> <li>بررسی مواد غذایی</li> <li>طراحی و ساخت ابزارهایی برای اندازه گیری میزان پرتوهای موجود در محیط (هوا، آب و...)</li> </ul> |  کنترل مواجهه های محیطی و عمومی |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>هدف این زیر ساخت این است که در صورت بروز یک حادثه پرتوی دامنه اثرات و عوارض آن را محدود نماید.</li> <li>آموزش سطوح مختلف کارکنان درگیر در پاسخ دهی</li> <li>تأمین منابع انسانی و مالی کافی</li> </ul>                                                              |  آمادگی و پاسخ فوری             |

جدول زمانی پیشرفت های علمی به دست آمده در زمینه مواد رادیواکتیو و انرژی اتمی<sup>۱۹</sup>

| تاریخ        | توضیح                                                                                                                                                                                   |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱۸۹۵         | روننگن "اشعه ایکس" را کشف کرد.                                                                                                                                                          |
| ۱۸۹۷         | بکرل و ماری کوری "خاصیت رادیواکتیویتی" را کشف کردند.                                                                                                                                    |
| ۱۸۹۵ تا ۱۸۹۹ | رادرفورد "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 فرمول معروف خود یعنی $E = mc^2$ به دست آورد.                                                                                                    |
| ۱۹۰۸         | رادرفورد به خاطر کشف این که ذرات آلفا در اصل هسته اتم هلیوم هستند و ذرات بتا از الکترون تشکیل شده اند، جایزه نوبل گرفت.                                                                 |
| ۱۹۲۹         | همجوشی (فوزیون) هسته ای، برای اولین بار در یک مقاله تئوریک توسط آنکینسون و هاترمن 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 مانهاتان 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 مانهاتان 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 <sup>۲۰</sup> در هلستینکی آغاز شد.                                                                               |
| ۱۹۷۰         | آژانس حفاظت از محیط در امریکا تأسیس شد.                                                                                                                                                 |
| ۱۹۷۲         | 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 <sup>۲۱</sup> در ژنو آغاز شدند.                                                                                                   |
| ۱۹۸۶         | حادثه چرنوبیل به عنوان بدترین حادثه پرتوی جهان رخ داد.                                                                                                                                  |
| ۱۹۸۹         | ۱۱۱ راکتور صنعتی در ایالات متحده وجود داشت.                                                                                                                                             |
| ۱۹۹۱         | ایالات متحده و شوروی سابق توافق کردند 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 پایه در برابر منابع رادیواکتیو را منتشر ساخت.                                                                                            |
| ۱۹۹۸         | فرانسه، هند و پاکستان آزمایشاتی زوی سلاح های هسته ای خود انجام می دهند.                                                                                                                 |

## کاربردهای انرژی اتمی

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 فوق را چسباند، بنابراین این علامت روی ظرف حاوی این ابزارها ثبت می شود.

**۲. استفاده از آشکارسازهای اشعه<sup>۲۱</sup>:** این دستگاه ها در کشورهای زیادی مورد استفاده قرار گرفته و در ورودی ساختمان ها و محوطه های مهم تعبیه می شوند. کارخانه های ذوب فلزات نیز از این ابزارها برای کشف مواد رادیواکتیو احتمالی استفاده می کنند.

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. 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.

| برخی از کاربردهای انرژی هسته ای                                                     |                          |                                                                                     |                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
|    | تولید نیرو در نیروگاه ها |    | کاربردهای پزشکی تشخیصی |
|   | دفاع ملی                 |   | استفاده های تحقیقاتی   |
|  | استفاده در کشاورزی و...  |  | استفاده های صنعتی      |



## راه های حفاظت در برابر پرتوها

**۱. ثبت علائم هشدار رادیواکتیویته:** در آزمایشگاه ها، موسسات، نیروگاه ها و هر جای دیگر از یک علامت رسمی بین المللی به شکل "شیدر"<sup>۲۰</sup> که دارای سه پره است و در شکل زیر نمایش داده شده برای نشان دادن "خطر آسیب پرتوی یا تماس با ماده رادیواکتیو" استفاده می شود.

Radiation Detector



برای آشکار شدن اهمیت نقش این آشکارسازها 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 روبروی دستگاه آشکارساز اشعه زنگ های هشدار آن به صدا درآمدند. تیم مخصوص سنجش آلودگی و آلودگی زدایی کارخانه بلافاصله در محل حاضر شده و کارگر فوق را مورد پرتوسنجی قرار دادند. نتیجه به دست آمده بسیار جالب بود:

”کارگر به هیچ ماده رادیواکتیوی آلوده نبود اما در ساعت او از مواد 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 جا 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 پی 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.<sup>۲۲</sup>

### ۱. 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 منابعی مفید و کمک کننده به بشر تبدیل به منابعی بسیار خطرناک و آسیب رسان به او خواهند شد.

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 توان به موارد گزارش شده زیر اشاره کرد:

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 نیز رخ داده 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.

### ۲. 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،

22. C.M. Kenzie, A.D. Kuepfer, Transport and Waste Safety, IAEA Division of Public Information, IAEA Division of Radiation

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 رادیوایزوتوپ تولید گرما می کرده اند در خرابه های یک ساختمان قدیمی رها شده اند.



**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 گرفته بودند. 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 مردند، 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 علامتدار شده و نیاز به مداخلات پزشکی پیدا کردند 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.

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.



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 از جمله 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

سال ۱۹۸۷ کشور برزیل: شهر Goiania شهری است با ۱/۳ میلیون نفر جمعیت. منابع رادیواکتیو حاوی ۱۴۰۰ کوری سزیوم-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. محوطه ای به وسعت ۴۰۰۰۰۰ متر مربع آلوده شده، ۱۳۰ هزار نفر یعنی ۱۰٪ جمعیت به مراکز اورژانس یا پایگاه های موقت پزشکی دایر شده در شهر مراجعه نمودند. ۲۴۹ نفر یعنی ۰/۲ درصد جمعیت شهر با سزیوم-۱۳۷ تماس پیدا کرده و با آن آلوده شده بودند. ۱۲۹ نفر دچار آلودگی داخلی با آن شدند. ۲۰ نفر از مردم نیاز به درمان پیدا کردند. ۴ نفر جان باختند. ۱۱۲ هزار نفر در استادیوم المپیک این شهر مورد پرتوسنجی قرار گرفتند.



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.

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

**بررسی یک مثال:** منبع رادیواکتیو زیر در یک ساختمان مخروبه، 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:

۱. بلافاصله منبع را در یک بشکه فلزی قرار داده و تیر آهنی را هم که پیدا کرده است روی آن گذاشته است.

۲. بشکه را پر از سیمان کرده است.

۳. 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.



## حوادث پرتوی مهم جهان

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: "تعداد افرادی که تاکنون در اثر استفاده صحیح و مناسب از پرتوهای یونیزان در قالب کاربردهای صنعتی، پزشکی و تحقیقاتی نجات پیدا کرده اند بسیار بیشتر از کل افرادی است که حوادث مختلف پرتوی منجر به فوت آن ها شده اند." کشف یک توده سرطانی در ریه یا پستان با استفاده از اشعه ایکس یکی از بارزترین مثال هایی است که می تواند مزایای این انرژی را در برابر معایب آن به نمایش بگذارد.

بعد از تلاش های آغاز شده از سال ۱۹۹۰، آژانس بین المللی انرژی اتمی با همکاری آژانس انرژی هسته ای<sup>۲۳</sup>، از

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.

### آمار روشننگر:

در گذشته شناخته شده ترین مرکز ثبت اطلاعات مربوط به حوادث پرتوی در ایالات متحده مستقر بوده و REACTS<sup>۲۴</sup> نام داشت. بر اساس اطلاعات این مرکز:

- بین سال های ۱۹۴۴ تا ۲۰۰۴، ۴۲۶ حادثه پرتوی در سراسر جهان رخ داده است.
- در جریان این حوادث پرتوی ۱۳۳۸۱۱ نفر دچار آسیب شده اند.
- آسیب های وارده به ۳۰۳۶ نفر از مصدومین حوادث "شدید" بوده است.
- فقط ۱۴۳ مورد از آسیب ها منجر به مرگ گردیده است.

سازمان OECD<sup>۲۵</sup>، سیستم INES<sup>۲۵</sup> 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 مبادله می نمایند.

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

23. Nuclear Energy Agency (NEA)

24. Organization of Economic co-operation and Development

25. International Nuclear Event Scale

| سال  | محل        | توضیحات                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱۹۵۲ | کانادا     | <b>اولین حادثه پرتوی ناشی از راکتور - در منطقه Chalk river.</b> وقتی تکنسین 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   | <b>بدترین حادثه پرتوی در انگلستان Windscale Pile -</b> 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 ۳۲ نفر شد.                                                                                                                                                              |
| ۱۹۵۷ | روسیه      | <b>حادثه Kyshtym</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 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      | نقص در سیستم های ایمنی در برابر آتش سوزی باعث شد در اثر بروز آتش سوزی در نیروگاه اتمی نزدیک به <i>Griefswald</i> در سواحل بالتیک در آلمان شرقی سابق نیروگاه تخریب شود.                                                                                                                                                                                                       |
| ۱۹۷۹ | امریکا     | <b>بدترین حادثه پرتوی رخ داده در تاریخ ایالات متحده -</b> 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 <i>Three Mile Island</i> ، در نزدیکی پنسیلوانیا شدند. آب و گازهای آلوده به مواد رادیواکتیو وارد محیط پیرامون گردیدند.                                |
| ۱۹۸۶ | اوکراین    | <b>بدترین حادثه پرتوی در تاریخ جهان -</b> 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.                                                                                                                                     |



| سال  | محل   | توضیحات                                                                                                                                                                                                                                  |
|------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱۹۸۷ | برزیل | ۲۴۴ نفر با سزیموم-۱۳۷ که در یک مرکز درمانی قدیمی رها شده بود آلوده شدند. ۴ نفر در اثر این حادثه جان باختند.                                                                                                                              |
| ۱۹۹۲ | روسیه | کاهش فشار روی کانال های راکتور منجر به رهایی ید رادیواکتیو و گاز شیمی خنثی در محیط گردید.                                                                                                                                                |
| ۱۹۹۵ | ژاپن  | حادثه در راکتور منجر به نشت ۲ تا ۳ تن سدیم از سیستم خنک کننده راکتور گردید.                                                                                                                                                              |
| ۱۹۹۷ | ژاپن  | انفجار و آتش سوزی در کارخانه تولید سوخت هسته ای که حداقل ۳۵ نفر را در معرض پرتوهای یونیزان قرار داد                                                                                                                                      |
| ۱۹۹۹ | ژاپن  | 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.                                                          |
| ۲۰۰۴ | ژاپن  | بخارات غیر رادیواکتیو خارج شده از یک نیروگاه هسته ای ۴ کارگر نیروگاه را کشته و ۷ نفر دیگر را دچار سوختگی شدید نمودند.                                                                                                                    |
| ۲۰۰۷ | ژاپن  | آتش سوزی در یک نیروگاه هسته ای مهم به دنبال زلزله ای با شدت ۶/۸ ریشتر رخ داد. مسئولین مربوط نیروگاه را تعطیل کردند. بررسی های بعدی نشان داد نیروگاه درست روی یکی از مراکز زلزله ژاپن ساخته شده است.                                      |
| ۲۰۱۱ | ژاپن  | داغ شدن بیش از حد ۳ راکتور در نیروگاه هسته ای فوکوشیما در ژاپن باعث ذوب شدن لایه های فلزی محافظ و در نهایت نشت مواد رادیواکتیو به هوا شد. در این حادثه ۳ نفر جان باختند که مرگ آنها به دلایلی غیر از آسیب های پرتوی (تروما) مربوط می شد. |

فعالیت خود را به طور رسمی آغاز نماید.

آژانس بین المللی انرژی اتمی در سال ۱۹۷۹ به ساختمان فعلی خود که در شکل نشان داده شده است انتقال پیدا نمود. در حال حاضر به این ساختمان مرکز بین المللی وین گفته می شود. این سازمان، در حال حاضر ۱۴۰ عضو فعال دارد. 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 یا 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 سیبرسدورف و وین اتریش و موناکو و تریست ایتالیا قرار دارند. در فاصله دو سال از تأسیس، مقررات و لوائح 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 ارائه شده است.

## تاریخچه مختصر تأسیس آژانس بین المللی انرژی اتمی<sup>۲۶</sup>

ایده ایجاد یک سازمان بین المللی مستقل برای نظارت بر فعالیت های مرتبط با انرژی اتمی، برای اولین بار در سال ۱۹۵۳ توسط آیزنهاور<sup>۲۷</sup>، رئیس جمهور وقت آمریکا در قالب یک سخنرانی با عنوان "اتم ها برای صلح"<sup>۲۸</sup> 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 هیدروژنی - 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."<sup>۲۹</sup> 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 اتریش تأسیس شده و



*"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."*

## "رسالت سازمانی" آژانس بین المللی انرژی اتمی

"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."

26. International Atomic Energy Agency (IAEA)

27. Eisenhower

28. Atoms for peace

29. History of the international atomic energy agency-the first forty years, David Fischer, IAEA, 1997: 9-12



دفتر فعلی آژانس بین المللی انرژی اتمی در  
وین که ۱۴۰ عضو فعال دارد



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

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

۱. **هیأت رئیسه**<sup>۳۰</sup>: هیأت رئیسه ۱۳ عضو انتصابی و ۲۲  
عضو انتخابی دارد. این هیأت 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**<sup>۳۱</sup>: 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.

۳. **دبیرخانه**<sup>۳۲</sup>: در حال حاضر ۲۳۰۰ نیروی تخصصی و  
پشتیبانی در آژانس مشغول به فعالیت هستند. دبیرخانه آژانس

30. Board of governors

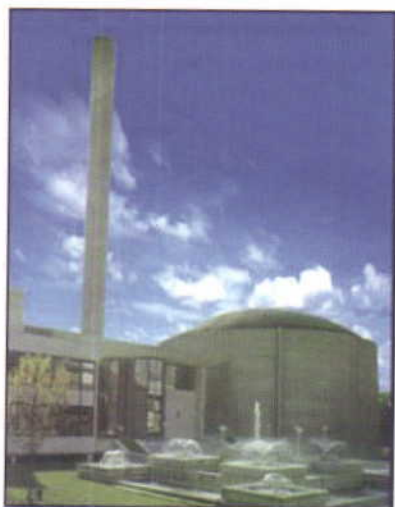
31. General conference (GC)

32. Secretariat

روسای آژانس بین المللی انرژی اتمی

| ردیف | نام و نام خانوادگی | دوره ریاست     |
|------|--------------------|----------------|
| ۱    | استرلینگ کول       | ۱۹۵۷ تا ۱۹۶۱   |
| ۲    | سیگوارد اکلوند     | ۱۹۶۱ تا ۱۹۸۱   |
| ۳    | هانس بلینکس        | ۱۹۸۱ تا ۱۹۹۷   |
| ۴    | محمد البرادعی      | ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۹   |
| ۵    | یوکیا آمانو        | از ۲۰۰۹ به بعد |





مسئولیت اجرای برنامه 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 باشند. 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"<sup>۳۳</sup> 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" کرده بود، جایزه صلح نوبل را از آن خود کرد.

### سازمان انرژی اتمی ایران<sup>۳۴</sup>

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.

قبل از پیروزی انقلاب اسلامی ایران، این سازمان با گسترش سریع و بی رویه عهده دار تعهدات سنگین از بابت قراردادهای بی شمار در نقاط مختلف کشور و در راستای نصب و راه اندازی ۲۳۰۰۰ مگاوات برق هسته ای شده بود. بعد از پیروزی انقلاب اسلامی با تجدید نظر اساسی در کل برنامه های سازمان و ایجاد تغییرات بنیادی در اهداف و وظایف آن قدم های موثری در جهت کاربرد و استفاده صلح آمیز 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 محدودیت های شدید اعمال شده توسط کشورهای غربی صورت گرفته است.

### راهبردهای اصلی سازمان انرژی اتمی ایران

**عناوین مهم راهبردهای سازمان که برنامه ها و فعالیت های آن در این چهارچوب در حال انجام می باشند، عبارتند از:**

— توسعه و گسترش علوم و فنون هسته ای و ایجاد زیربنای علمی و فنی لازم

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، انتهای خیابان کارگر شمالی نشان می دهد.

— توسعه کاربرد علوم و فنون هسته ای در صنعت، کشاورزی، پزشکی و خدمات

— انجام مطالعات و اقدامات لازم برای مکان یابی، طراحی، احداث و بهره برداری ایمن از نیروگاه های اتمی به منظور تامین بخشی از برق مورد نیاز کشور

— تامین بخشی از سوخت مورد نیاز برنامه بلندمدت کشور در زمینه بهره برداری از ۲۰ هزار مگاوات نیروگاه اتمی و راکتورهای تحقیقاتی

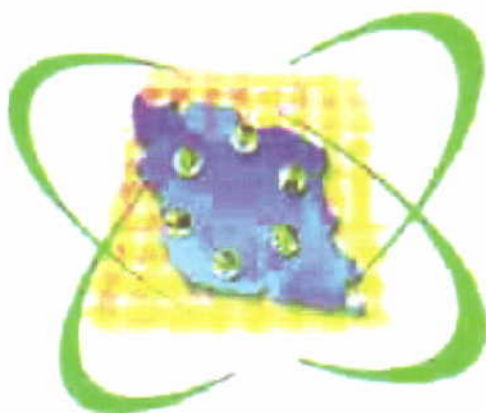
— اعمال کلیه تمهیدات ضروری جهت جمع آوری، نگهداری، تثبیت و دفع پسماندهای هسته ای

— حفاظت و کنترل رادیولوژیکی مردم و محیط زیست در برابر اشعه مطابق معیارها و ضوابط بین المللی

— تامین منابع بروز و جامع اطلاعات علمی در زمینه انرژی هسته ای

33. Program of Action for Cancer Therapy(PACT)

34. <http://www.aeo.ir/NewWeb/Farsi/ordpage.asp?id=288>



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:

۱. مرکز تکنولوژی حفاظت و ایمنی هسته ای
۲. دفتر امور ایمنی هسته ای کشور
۳. دفتر پادمان هسته ای ملی
۴. دفتر امور حفاظت در برابر اشعه کشور

## دستاوردهای سازمان انرژی اتمی ایران

برخی از دستاوردهای مهم سازمان در سال های اخیر عبارتند از:

- \_ پیشرفت قابل ملاحظه در نصب و راه اندازی واحد اول نیروگاه اتمی بوشهر
- \_ دستیابی به چرخه سوخت هسته ای در جهت تامین بخشی از سوخت مورد نیاز برنامه توسعه نیروگاه های کشور
- \_ اکتشاف، استخراج معادن اورانیوم و حفر اولین چاه به عمق ۳۷۰ متر در ساغند یزد
- \_ تولید کیک زرد در بندرعباس
- \_ ساخت کارخانه تولید غلاف سوخت (ZPP)
- \_ ساخت کارخانه تبدیل اورانیوم اصفهان (UCF)
- \_ بهره برداری پروژه آب سنگین اراک
- \_ طراحی راکتور تحقیقاتی ۴۰ مگاواتی آب سنگین و شروع عملیات ساخت آن
- \_ تولید انواع رادیوداروها، رادیوایزوتوپ ها، لیزرها، ارایه خدمات پرتودهی و سایر محصولات و خدمات در زمینه های مختلف پزشکی، کشاورزی، صنعتی و خدماتی
- \_ سازمان انرژی اتمی ایران در حال حاضر دارای معاونت هایی از جمله معاونت تحقیقات و فن آوری و معاونت ایمنی و حفاظت پرتوی می باشد. پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای، مرکز نظام ایمنی هسته ای کشور، شرکت تولید مواد اولیه و سوخت هسته ای ایران، مرکز آموزش بهسازی نیروی انسانی از جمله مراکز وابسته به این سازمان می باشند.

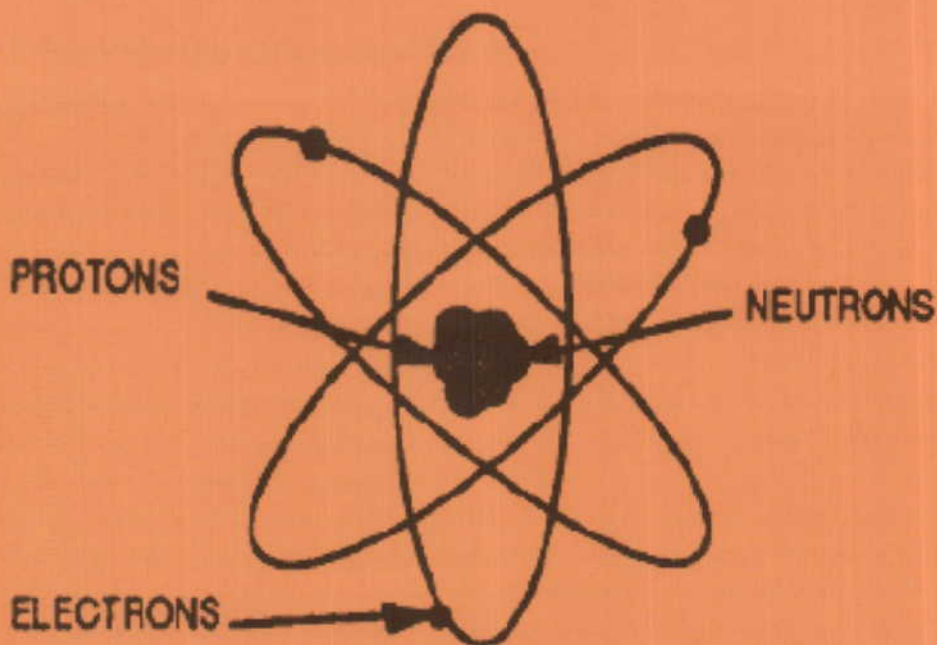
## مرکز نظام ایمنی هسته ای کشور

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 بعهدہ سازمان انرژی اتمی ایران محول شده است و نظام ایمنی هسته ای کشور در این سازمان، مسئولیت اجرای آن را بعهدہ 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

## References:

1. [www.epa.gov](http://www.epa.gov)
2. <http://library.thinkquest.org/17940/texts/timeline/treaties.html>
3. <http://www.cnn.com/interactive/asianow/9910/history.nuclear.disaster/content/monju.html>
4. <http://www.aecj.org.ir/NewWeb/Farsi/ordpage.asp?id=288>
5. [http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear\\_technology](http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_technology)
6. Fischer D, History of the International Atomic Energy Agency: the first forty years, Vienna: The Agency, 1997.
7. 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 2005
8. David J. Brenner, Center for Radiological Research Columbia University Medical Center - [djb3@columbia.edu](mailto:djb3@columbia.edu)
9. Late Health Effects from Radiation: Knowledge gained from the 60 years' experience in Japan, Executive Board Meeting Room WHO/HQ, Geneva, Switzerland , September 2005
10. Didier Louvat, Khammar Mrabit, Patricio O'Donnell- Torroba, et al, Plus 90 and counting...countries Rise TO THE Challenge of Radiation Safety, IAEA Department of Technical Cooperation and Department of Nuclear Safety and Security, March 2006
11. 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



# فصل دوم

# فیزیک

# پرتوی

## اهداف فصل

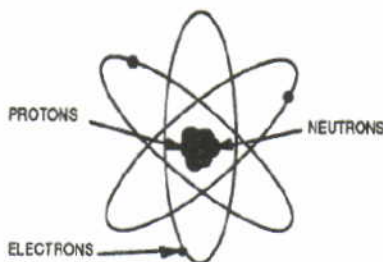
- آشنایی با ساختمان اتم
- آشنایی با امواج الکترومغناطیس، پرتوهای یونیزان و غیر یونیزان
- آشنایی با ویژگی های اصلی پرتوهای مختلف
- آشنایی با واحدهای اندازه گیری پرتو
- آشنایی با ابزارهای اندازه گیری پرتو

## آشنایی با مفاهیم پایه

ساختار اتم

اتم کوچکترین ذره تشکیل دهنده ماده است که تمامی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ماده را داراست اما به نوبه خود از ذرات کوچکتری تشکیل شده که عبارتند از: پروتون، نوترون و الکترون. پروتون ها و نوترون ها ذرات "جرم دار" اتم بوده و به صورت متمرکز در "هسته" آن جای می گیرند. الکترون ها جرمی ندارند و در لایه هایی که به آن ها اربیتال<sup>۱</sup> گفته می شود در اطراف هسته مشغول به حرکت می باشند. محدوده ای را که الکترون ها با حرکت خود در اطراف هسته اتم ایجاد می کنند "پوسته" می نامند. تفاوت بین پروتون ها و نوترون ها نیز در بار الکتریکی آن ها است. پروتون ها دارای بار الکتریکی مثبت و نوترون ها از نظر بار الکتریکی خنثی هستند. بار الکتریکی الکترون ها منفی است. برای مقایسه اندازه هسته و پوسته یک اتم یک مثال معروف وجود دارد که می گوید:

"اگر هسته اتم را یک توپ بیس بال فرض کنیم که در وسط زمین بازی قرار گرفته است، اندازه تمثیلی اتم به اندازه استادیومی است که زمین بازی بخشی از آن می باشد و به جز توپ بازی، بقیه فضا را پوسته تشکیل می دهد."



## پایداری و ناپایداری اتم ها

هر چیزی در طبیعت دارای یک وضعیت "پایدار" است که تنها در آن وضعیت پایدار در حالت "تعادل" به سر می برد. خارج کردن اجسام از حالت تعادل آن ها منجر به بروز تغییراتی خواهد شد. این تغییرات همواره در جهتی هستند که آن جسم را دوباره به پایدارترین وضعیت ممکن خود برگردانند. مثلاً اگر به لیوانی که روی میز قرار دارد چند ضربه خفیف

بزنیم یا چند تکان ساده دوباره به وضعیت پایدار اولیه خود باز خواهد گشت. اگر ضربات وارده شدیدتر باشند ممکن است لیوان را با ناپایداری بیشتری مواجه کرده و منجر به افتادن آن روی میز شوند. با تشدید بیشتر انرژی لیوان از روی میز روی زمین خواهد افتاد و مسیر خود را تا جایی که در آن دوباره یک تعادل نسبی را به دست آورد ادامه خواهد داد.

اتم ها نیز از این قاعده مستثنی نیستند. اگر به هر روشی مثلاً با وارد کردن مقدار زیادی انرژی جنبشی، بتوانیم یک اتم را تحریک کرده و آن را از وضعیت پایدار خود خارج کنیم، متقابلاً آن اتم تلاش می کند تا خود را به وضعیت پایداری که داشته است برگرداند.

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 برسانند. این خارج شدن یا رهایی انرژی از هسته اتم را "رادیواکتیویته" (پرتوفشانی)<sup>۲</sup> یا "واپاشی پرتوزا"<sup>۳</sup> می گویند. اصطلاحات "رادیاسیون یا پرتو یا تشعشع"<sup>۴</sup> 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".

اگرچه بیشتر اتم ها در حالت عادی پایداری دارند، 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 که 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 "واپاشی 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

2. Radioactivity  
3. Radioactive decay  
4. Radiation

1. Orbital

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.

## پرتوهای یونیزان<sup>۶</sup> و غیر یونیزان<sup>۷</sup>

طیف امواج الکترومغناطیس امواجی را شامل می شود که می توانند فرکانس و انرژی کم داشته باشند یا فرکانس و انرژی زیاد<sup>۸</sup> 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 و بتا، اشعه X و اشعه گاما اشکال یونیزان امواج الکترومغناطیس می باشند. اشعه ماوراءبنفش، امواج نورانی، مادون قرمز و امواج رادیویی و تلویزیونی غیر یونیزان می باشند. دستگاه های لیزر، اولتراسوند و MRI نیز از امواج غیر یونیزان استفاده می کنند.

## انواع پرتوهای یونیزان

پرتوها می توانند به صورت موج یا ذره 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.

می شود. امواج گاما، فوتون های پر انرژی 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 "اشعه" یا "پرتو" یا "رادیاسیون" می نامند. در طی چند دهه گذشته چندین ایزوتوپ رادیواکتیو به صورت مصنوعی ساخته شده اند مانند سزیوم-۱۳۷، ید-۱۳۱، استرونتیوم-۹۰ و ...

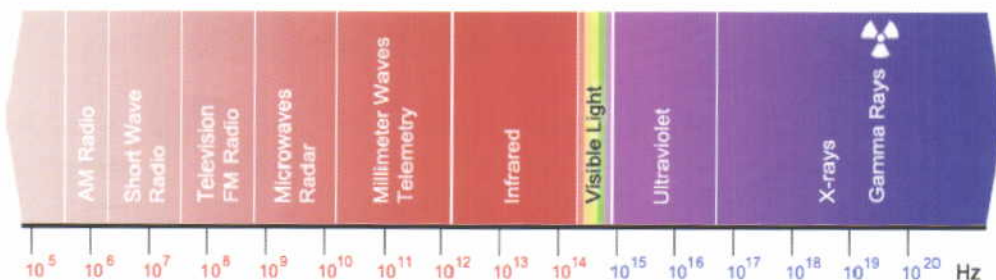
### مروری بر چند اصطلاح

|               |                                            |
|---------------|--------------------------------------------|
| رادیونوکلئید  | هسته ناپایدار                              |
| رادیواکتیویته | رها کردن پرتوها                            |
| پرتو          | آلفا، بتا، گاما، نوترون، اشعه ایکس         |
| نیمه عمر      | زمانی که فعالیت ماده رادیواکتیو نصف می شود |
| فعالیت        | سرعت واپاشی ماده رادیواکتیو                |

## امواج الکترومغناطیس<sup>۵</sup>

یک اتم ناپایدار در جریان پایداری 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 های مختلف (مانند بدن

شکل یک موج الکترومغناطیس به صورت طیفی از امواج باطول موج ها و فرکانس های مختلف



6. Ionizing

7. Non-Ionizing

8. High-frequency, high-energy

5. Electromagnetic

شوند سبب آسیب قابل توجه در بافت های اطراف خود خواهند شد. بنابراین:

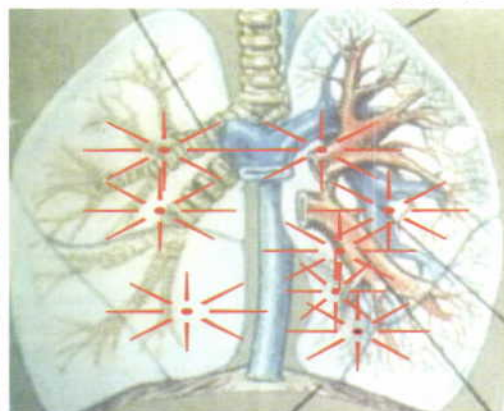
همچنان که خطر اصلی این نوع ذرات در صورت آلودگی داخلی متوجه انسان خواهد شد خطرناک ترین ذرات در آلودگی های داخلی به مواد رادیواکتیو نیز ذرات آلفا هستند.

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 فرد در پی داشته باشند. برای آشکارسازی این ذرات دستگاه های ویژه ای در دسترس هستند.

**ذرات بتا:** بیشتر رادیوایزوتوپ ها 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

| طیف موج الکترومغناطیس | انرژی بالا   | فرکانس بالا  | پرتو یونیزان    | اشعه آلفا              | ذره |
|-----------------------|--------------|--------------|-----------------|------------------------|-----|
|                       |              |              |                 | اشعه بتا               | ذره |
|                       |              |              |                 | اشعه X                 | موج |
|                       |              |              |                 | اشعه گاما              | موج |
| انرژی پایین           | فرکانس پایین | پرتو یونیزان | اشعه ماوراءبنفش |                        |     |
|                       |              |              |                 | امواج نورانی           |     |
|                       |              |              |                 | اشعه مادون قرمز        |     |
|                       |              |              |                 | لیزر، اولتراسوند و MRI |     |

**ذرات آلفا:** در بیشتر موارد رادیوایزوتوپ های سنگین با عدد اتمی بالای ۸۲ مانند اورانیوم و پلوتونیوم منبع 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 حداکثر فاصله ای که می توانند از مبدأ خود طی کنند بین ۱۰ تا ۱۸ سانتی متر می باشد.



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 منجر به بروز آسیب در لایه بازال شاخی آن شود. ضایعه ایجادشده، "سوختگی بتا" خوانده می شود که شبیه سوختگی ناشی از گرما است.

حتی پرتویری 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

در نمونه های خون و در ادرار آن را اندازه گیری کرد.

**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 محافظ 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

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. 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.

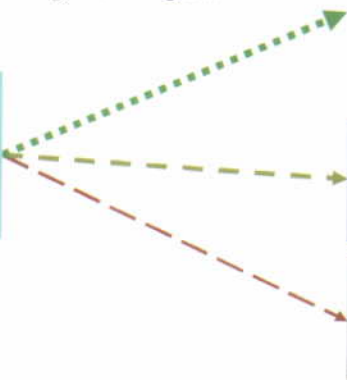
**ذرات نوترون:** نوترون ها فقط در زمان رخداد انفجارهای هسته ای ناشی از حوادث جدی در نیروگاه های هسته ای، شتاب دهنده ها<sup>۱۰</sup> و نیروگاه های ساخت سلاح ساطع می شوند. واکنش های هسته ای خطری را از این بابت ایجاد نمی کنند. نوترون ها از نظر الکتریکی خنثی بوده و بار الکتریکی ندارند. طیف انرژی، سرعت و 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

### انواع پرتوهای یونیزان

| نوع    | منابع تولید                                                                                                | قدرت نفوذ                                     | خطر اصلی                    | محافظت                        | بار الکتریکی | جرم اتمی |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------|----------|
| آلفا   | رادیوایزوتوپهای سنگین تر از اورانیوم مانند پلوتونیوم - در سلاح های هسته ای و مراکز تولید رادیوایزوتوپ ها - | چند سانتی متر در هوا                          | فقط آلودگی داخلی            | کاغذ پوست                     | +۲           | ۴        |
| بتا    | بیشتر رادیوایزوتوپ ها                                                                                      | تا ۸ میلی متر در پوست                         | آلودگی داخلی برخورد با پوست | لباس ها                       | -۱           | ۱/۲۰۰    |
| نوترون | نیروگاه ها، شتاب دهنده ها، ساخت سلاح                                                                       | متغیر است                                     | پرتوافکنی کل بدن            | موادی که هیدروژن بالایی دارند | ۰            | ۱        |
| گاما   | بیشتر رادیوایزوتوپ ها                                                                                      | چندین متر در هوا و چندین سانتی متر در بافت ها | پرتوافکنی کل بدن            | بتن سرب                       | ۰            | ۰        |

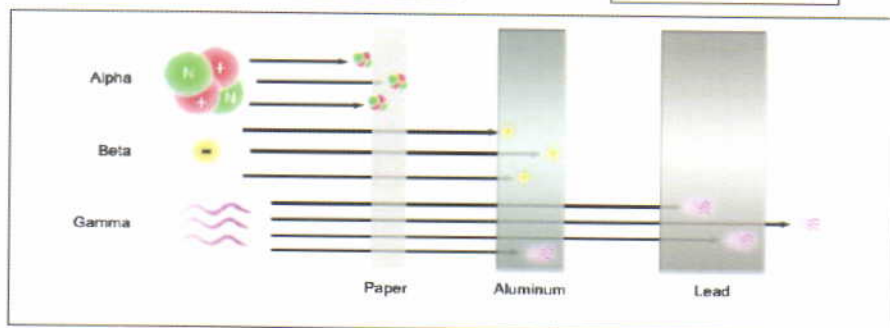
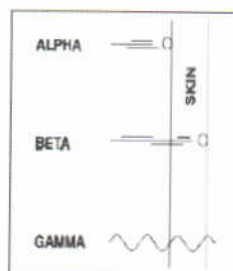
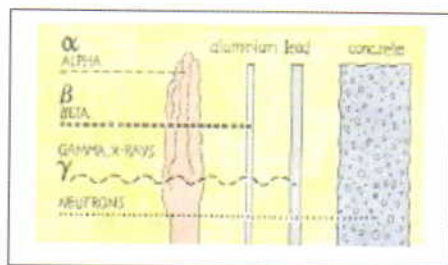
اشکال مختلف نشان دهنده قدرت نفوذ پرتوها



ذرات الفا با کمک ورقه ای از کاغذ متوقف می شوند

ذرات بتا در برخورد با لباس یا یک سد یک لایه مثلاً یک لایه لاستیک یا ضخامت کمتر از یک اینچ متوقف می شوند

امواج گاما با کمک چندین اینچ تا چندین فوت بتن یا یک ورقه سربی به ضخامت کمتر از یک اینچ متوقف می شوند



| نوع ذره | قدرت فاصله گرفتن از منبع تولید | قدرت نفوذ در بدن انسان         |
|---------|--------------------------------|--------------------------------|
| آلفا    | ۸ تا ۱۲ سانتی متر در هوا       | توسط لایه شاخی پوست جذب می شود |
| بتا     | چند متر در هوا                 | تا ۸ میلی متر در پوست          |
| گاما    | ۱/۶ کیلومتر در هوا             | در تمام بافت های بدن به هر عمق |

با اثرات بیولوژیک آن‌ها از "مواجهه" یا Exposure و "مقدار" یا "Dose" استفاده می‌شود. برای سهولت در به خاطر سپردن این دو واژه و مفاهیم آن‌ها جمله زیر را به خاطر بسپارید: "وقتی شما در معرض مواجهه با پرتوها قرار می‌گیرید، بدن شما مقدار قابل سنجشی از پرتوها را جذب می‌کند."

● **رونتگن:** رونتگن واحدی است که برای بیان مقدار پرتوهای گامایی که یک فرد با آن مواجه شده است استفاده می‌شود. رونتگن با حرف R نشان داده می‌شود و مستقل از زمان است در واقع مجموع پرتوهای گامایی را که فرد با آن‌ها مواجه شده است را نشان می‌دهد مثلاً اگر فردی در نوبت‌های 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 قرار می‌گیرند مقادیر متفاوتی از پرتوها را جذب می‌نمایند. برای برقراری ارتباط بین نوع پرتوها با انرژی که به ماده می‌دهند واحدی ابداع گردید به نام "راد" که واحد جذبی پایه پرتو را نشان می‌دهد. یک راد پرتو جذبی یعنی این که هر گرم از ماده مورد

به عرض ۶ سانتی متر یا یک فضای مملو از آب به عرض ۱۳ سانتی متر استفاده شود. مسافتی که امواج گاما می‌توانند در هوا طی کنند به طور متوسط حدود ۱/۶ کیلومتر می‌باشد. مواجهه با یک منبع خارجی پرتوهای ایکس پرنانرژی می‌تواند منجر به پرتوافکنی کل بدن شود. دریافت دوزهای بالای این پرتو می‌تواند منجر به بروز سندرم رادیاسیون حاد در فرد شود.

**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 انسان مضر و خطرناک هستند. ورود مواد رادیواکتیو به داخل بدن از طریق خوردن آب یا غذای آلوده، استنشاق هوای آلوده یا زخم‌های باز صورت می‌گیرد.

## واحدهای اندازه گیری

اندازه گیری پرتو می‌تواند بر حسب فعالیت، مواجهه یا مقدار صورت بگیرد. واحدهای قدیمی و سنتی که در این زمینه‌ها مورد استفاده قرار می‌گرفتند عبارت بودند از: کوری، رونتگن<sup>۱۱</sup>، راد<sup>۱۲</sup>، رم<sup>۱۳</sup>. اما امروزه از واحدهای سیستم بین‌المللی (SI) استفاده می‌شود که عبارتند از بکرل، گری<sup>۱۴</sup>، سیورت<sup>۱۵</sup>. برای نشان دادن ارتباط بین مقدار پرتوهای دریافتی توسط بدن

| واحدهای اندازه گیری پرتو    |                                                                                                        |            |                       |                                                                                                   |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| اصطلاح                      | تعریف                                                                                                  | واحد قدیمی | واحد سیستم بین‌المللی | تبدیل واحد                                                                                        |
| دوز جذبی پرتو <sup>۱</sup>  | واحدهای از دوز جذب شده که می‌توان آن را برای هر نوعی از پرتو به کار برد (مقدار انرژی وارد شده به ماده) | راد (r)    | گری (Gy)              | $1 \text{ rad} = 0.01 \text{ Gy}$<br>$1 \text{ Gy} = 100 \text{ rad}$                             |
| فعالیت <sup>۲</sup>         | مقدار رادیواکتیویته موجود (مرتبط با سرعت تخریب ماده رادیوایزوتوپ یا تعداد دفعات تجزیه در واحد ثانیه)   | کوری (Ci)  | بکرل (Bq)             | $1 \text{ Bq} = 2.7 \times 10^{-11} \text{ Ci}$<br>$1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$ |
| مواجهه <sup>۳</sup>         | مقدار پرتوهای ایکس یا گاما که می‌تواند منجر به تعداد مشخصی از موارد یونیزاسیون در هوا شوند             | رونتگن     | کلمب (Coul/kg)        | $R = 2.58 \times 10^{-4} \text{ Coul/kg}$                                                         |
| دوز معادل <sup>۴</sup>      | واحدهایی که یک مقیاس مشترک برای اندازه گیری انواع مختلف پرتو فراهم می‌آورند                            | رم         | سیورت (Sv)            | $1 \text{ Rem} = 0.01 \text{ Sv}$<br>$1 \text{ Sv} = 100 \text{ Rem}$                             |
| پرتوگیری داخلی <sup>۵</sup> | مقدار پرتویی که بافت‌های بدن در اثر کاشت داخلی رادیوایزوتوپ‌ها دریافت می‌کنند                          | وزن بدن    | N/A                   | -                                                                                                 |

footnote jadval

1. Absorbed dose
2. Activity
3. Exposure
4. Dose equivalent
5. Internalized radiation

11. Roentgen
12. Rad
13. Rem
14. Gray
15. Sievert

## ۴۰ آمادگی و پاسخ مراکز درمانی در حوادث پرتوی

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"<sup>۱۶</sup> 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 سالیانه"<sup>۱۷</sup> برای کمی کردن مقدار اشعه ای که یک فرد از مواد رادیواکتیو کاشته شده در بدن خود می تواند دریافت کند استفاده می شود.

### اهمیت اندازه گیری پرتوها

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

۱. **نتایج قطعی یا جبری<sup>۱۸</sup>**: برای پیش بینی احتمال بروز

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 "سیورت" 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 نظر 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 پیدا 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 سیورت است.

### نسبت اثرات بیولوژیک پرتوهای مختلف

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

نتایج قطعی مواجهه با پرتوهای مختلف، از دوز جذبی توزین شده با اثرات نسبی بیولوژیک یا Relative Biological Effectiveness (RBE)-weighted absorbed dose

16. Maximum permissible body burden (MPBB)

17. Annual limit of intake

18. deterministic

- **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

## دستگاه های آشکارساز<sup>۲۰</sup> پرتو

همان طور که اشاره شد برای پیش بینی عوارض بالینی برخورد 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

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.

**۲. نتایج احتمالی یا تصادفی<sup>۲۱</sup>:** 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:  $W_R$ " 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.

## انواع دستگاه های کشف کننده و شمارش گر پرتوهای یونیزان

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

## انواعی از مواد مورد استفاده در سم زدایی

| نوع ماده  | ماده مورد استفاده در سم زدایی                                                                            |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| سزیم      | <i>Prussian blue</i> خوراکی                                                                              |
| کبالت     | هیچ ماده خیلی موثری وجود ندارد اما استفاده خوراکی از پنی سیلامین توصیه شده است.                          |
| ید        | در ۴ ساعت اول، می توان از یدید پتاسیم استفاده نمود.<br>پروپیل تیو اوراسیل یا PTU را هم باید در نظر داشت. |
| رادیوم    | برای کاهش جذب گوارشی و دفع ادراری آن از کلسیم خوراکی استفاده می شود.                                     |
| پلوتونیوم | $Ca-DTPA$ , $Zn-DTPA$ تزریقی                                                                             |
| تریتیوم   | تجویز مایعات برای برقراری دیورز                                                                          |
| اورانیوم  | فقط در ۴ ساعت اول $Ca-DTPA$ and $Zn-DTPA$<br>بی کربنات سدیم برای قلیایی کردن ادرار                       |
| ایتریوم   | $Ca-DTPA$ , $Zn-DTPA$ تزریقی                                                                             |

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.

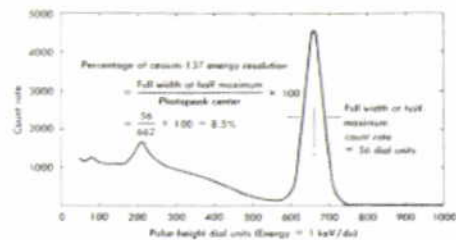
**شمارش گرهای آزمایشگاهی:** دستگاه هایی که در آزمایشگاه ها و برای تعیین نوع و مقدار ماده رادیواکتیو مورد استفاده قرار می گیرند. با استفاده از این شمارش گرها می توان سطح و نوع ماده رادیواکتیو را در نمونه مایع یا گاز تعیین نمود. برخی از دستگاه های آزمایشگاهی می توانند نوع و مقدار ماده رادیواکتیو را در یک نمونه گازی 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 زادی و ..) مقدار پرتوهای موجود در محیط را مشخص نمود. شکل یکی از انواع این دستگاه ها در شکل زیر آورده شده است.

می توان نمونه ادرار بیمار را به آزمایشگاه فرستاد. آزمایشگاه با استفاده از دستگاه های شمارش گر

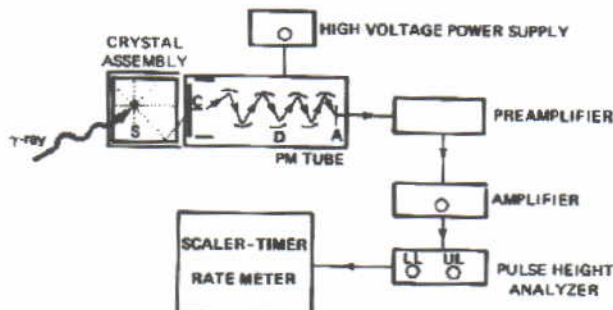
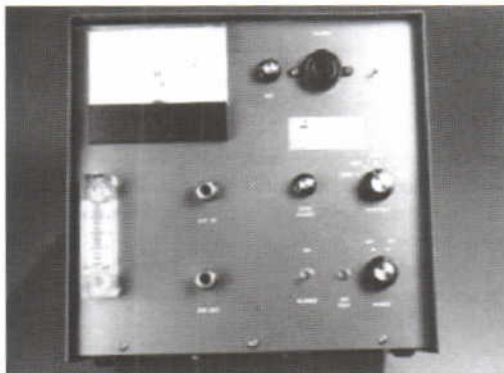
می توانند دوز تجمعی پرتوها در دوره های زمانی مشخص را ثبت نمایند. بنابراین این دستگاه ها بر اساس کاربرد خود انواع مختلف دارند.

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.

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 دروازه 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 سزیوم 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



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:** 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:** این نوع از دوزیمترهای فردی بیشتر بر اساس گرمای حاصل از برخورد پرتوهای یونیزان کار می کنند. بنابراین عملاً به صورت غیر مستقیم پرتو ها را حس کرده و آن ها را ثبت می کنند.

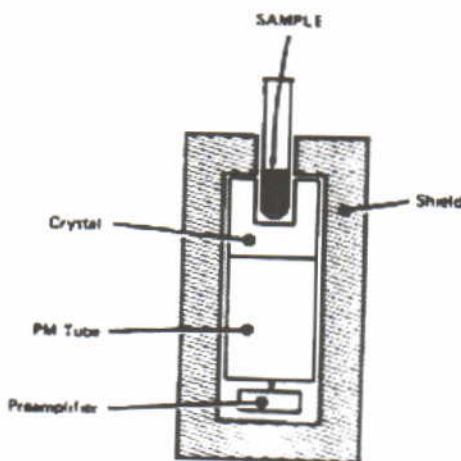
این نوع از دوزیمتر می تواند به شکل حلقه انگشتری ساخته شود که فرد بتواند به راحتی آن را در یکی از انگشتان دست خود فرو برد (همان طور که در شکل نشان داده شده است، این نوع دوزیمتر را می توان زیر دستکش هم به کار برد) و می تواند به شکل مدالی (قابل نصب روی جیب) ساخته شود. توجه داشته باشید کاربرد اصلی این نوع 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:** دوزیمترهای جیبی در داخل جیب گذاشته شده یا با گیره های مخصوصی روی لپه جیب نصب می شوند. بهتر است فرد دوزیمتر را روی لپه 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.

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" 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:** ابزارهایی هستند که هر کس معمولاً باید آن ها را روی لباس خود نصب نماید تا دوزی از اشعه که



دوزیمتر جیبی دیجیتال یا الکترونیکی



دوزیمتر مدالی دارای فیلم عکاسی



دوزیمتر مچ بندی دارای فیلم عکاسی

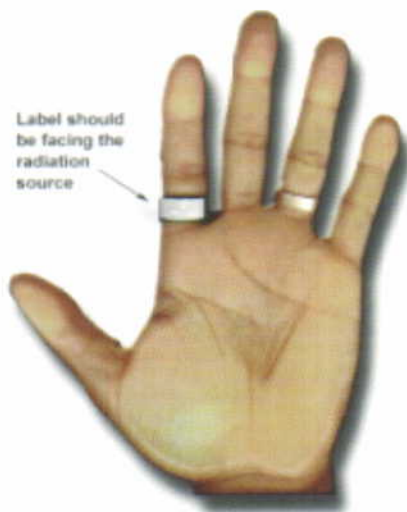


دوزیمتر حلقه انگشتری ترمولومینسانت



دوزیمتر مدالی ترمولومینسانت





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 "تریتموم"<sup>۲۵</sup> 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.

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<sup>۲۱</sup>:** 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<sup>۲۲</sup>، اتاقک های یونیزانسیون<sup>۲۳</sup>، ابزارهای چشمک زن<sup>۲۴</sup>.

**گایگر-مولر:** انواع مختلفی از این دستگاه ها برای اندازه گیری پرتوها ساخته شده و در دسترس هستند. شکل زیر نوعی را

21. Survey meter

22. Geiger-Muller

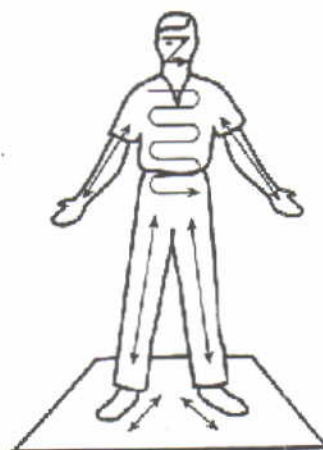
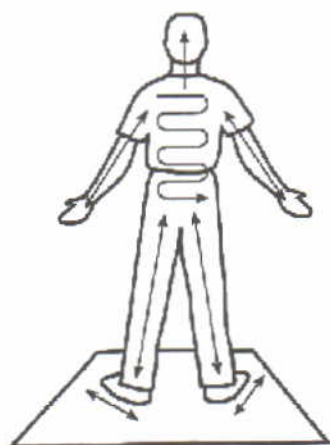
23. Ionization chamber survey meters

24. Scintillation survey meters



شمارش گر گایگر-مولر موسوم به شمارش گر Pancake

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



## نحوه استفاده از شمارش گر گایگر

- پروپ 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 پروپ از لباس یا بدن بیمار یا هی چیزی که آلودگی آن بررسی می شود باید حدود ۴ سانتی متر باشد و سرعت اسکن کردن با پروپ 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 پروپ 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<sup>۶</sup> را نشان می دهد که اختصاراً به آن CPM گفته می شود. توجه داشته باشید که عملاً پروپ دستگاه نمی تواند تمام پرتوهای ساطع 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<sup>۷</sup> چقدر است. به این ترتیب کارایی آشکارسازی<sup>۸</sup> دستگاه به دست می آید. در دستگاه گایگر-مولر ممکن است کارایی آشکارسازی پرتوهای آلفا، ۲ تا ۳٪ 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.



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.

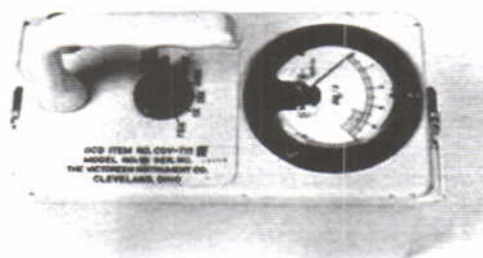
برای آشکارسازی و شمارش پرتوهای آلفا از دستگاه مخصوص دیگری که به آن "آلفا مونیتور"<sup>۲۶</sup> گفته می شود و در شکل زیر آمده است استفاده می شود. مشخصه این دستگاه شکل خاص پروپ آن است که بر عکس گایگر، چهارگوش است. این دستگاه فقط پرتوهای آلفا را اندازه گیری می نماید. دستگاه دیگری از این نوع وجود دارد که پرتوهای گامای نفوذی به یک محوطه را اندازه گیری می کند<sup>۲۷</sup>. 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

26. Alpha monitor

27. Dose Rate Meter



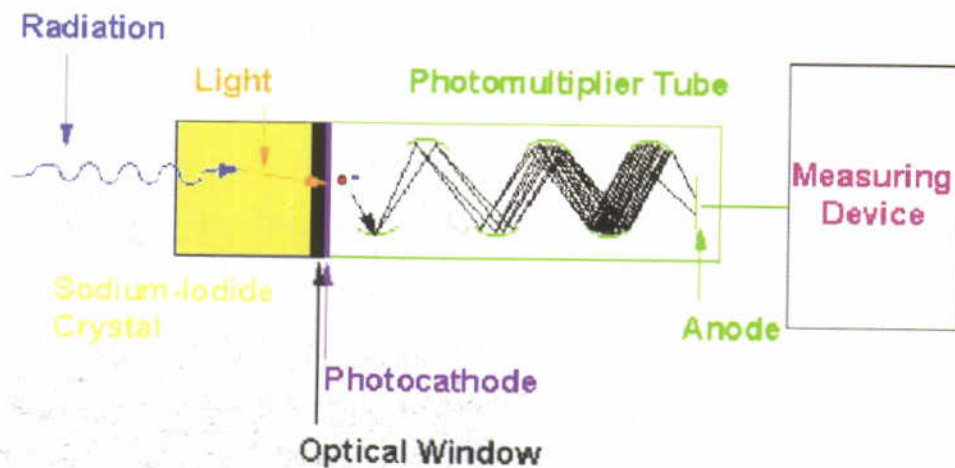
این دستگاه برای شمارش و اندازه گیری ذرات آلفا مورد استفاده قرار می گیرد



سمت راست پروب دستگاه، مربعی شکل و در نوع سمت چپ، پروب دستگاه مستطیل شکل است. شکل روبرو 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

**اتاقک های یونیزاسیون:** 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



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

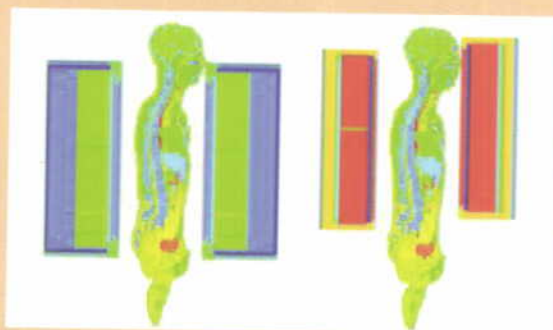


### Whole body counter:

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



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 تمامی پرتوهای یونیزان ساطع شده از سطل ها و صندوق های حاوی زباله های اتمی را اندازه گیری کنند.



## References

- 1 <http://www.bt.cdc.gov/radiation/pdf/MassCasualtiesGuidelines.pdf>
- 2 <http://www.uos.harvard.edu/ehs/radsafety/dosimetry.shtml>
- 3 <http://www.radiation-scot.org/radsources/5-0.htm>
- 4 <http://remm.nlm.gov/contamonly.htm>
- 5 [http://library.thinkquest.org/17940/texts/atomic\\_nomenclature2/atomic\\_nomenclature2.html](http://library.thinkquest.org/17940/texts/atomic_nomenclature2/atomic_nomenclature2.html)
- 6 <http://www.ncrp.com/>
- 7 <http://www.ora.gov/reacts>
- 8 <http://orise.ora.gov/reacts/index.htm>
- 9 <http://www.bt.cdc.gov/radiation/pdf/hospitalinstruments.pdf>
- 10 <http://www.epa.gov/radiation/radionuclides/htm>
- 11 Dennis Confer, Nelson Chao, Daniel Weisdorf, David Weinstock, NMDP Radiation Training, CME Information, The Medical College of Wisconsin, The original release date: May, 2007; The termination date: May, 2008
- 12 Generic procedures for medical response during a nuclear or radiological emergency: Co-sponsored by IAEA and WHO, 2005
- 13 International Atomic Energy Agency and World Health Organization BASICS OF RADIATION AND RADIATION PROTECTION
- 14 RADIATION DETECTION MONITORING DEVICES AND THEIR USE
- 15 Didier Louvat, Khammar Mrabit, Patricio O'Donnell- Torroba, et al, Plus 90 and counting... countries Rise TO THE Challenge of Radiation Safety, IAEA Department of Technical Cooperation and Department of Nuclear Safety and Security, March 2006
- 16 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 2007
- 17 Reducing Risks in the Scrap Metal Industry prececi Printed by the IAEA in Austria, 2005 sional draft
- 18 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
- 19 Judith E Tintinnali, emergency medicine: a comprehensive guide, 2004, McGraw-Hill, USA
- 20 Peter Rosen, emergency medicine, 2006, Mosby, USA
- 21 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, 2007



# [جهانی مملو از پرتوها]

## اهداف فصل

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

## مقدمه

## منابع تولید پرتو

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

۱. **منابع طبیعی:** 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.

۲. **منابع مصنوعی:** 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.

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 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.

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؟

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 در تمام طول زندگی خود در معرض تابش پرتوها بوده اند. جالب است بدانیم که در برخی موارد ترس شدید افراد از مواجهه با پرتوها می تواند آنها را از نظر جسمی در وضعیتی قرار دارد که گویی واقعا با دوز بالایی از پرتو برخورد داشته اند.

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 دال بر عوارض این پرتوها باشند هیچ کس حتی کوچک ترین توجهی به آن ها ندارد. پس شاید بتوان گفت:

درست مثل تنگی نفس که به صورت "آگاهی ناخوشایند ما از تنفس مان" تعریف شده است، "آگاهی" ما از این که در معرض تابش پرتوهایی قرار گرفته ایم یا در معرض تابش پرتوهایی قرار داریم که ممکن است برای ما خطر ساز باشند مستقل از این که حقیقتاً آسیبی هم دیده ایم یا نه، بسیار ناخوشایند خواهد بود.



| پرتوهای محیط پیرامون ما |                   |                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| پرتوهای طبیعی           | پرتوهای کیهانی    | پرتوهایی که از خورشید به زمین می‌رسند.                                                                                                                                            | بخش قابل توجهی از آن‌ها توسط لایه ازن و سایر لایه‌های اتمسفر اطراف زمین جذب شده و به زمین نمی‌رسد.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                         | پرتوهای زمینی     | ناشی از مواد رادیواکتیوی که در خاک وجود دارند و پرتوهایی را از خود ساطع می‌کنند.                                                                                                  | این مواد رادیواکتیو به گازی به نام رادون می‌شوند که از لایه‌های عمقی به سمت سطح حرکت می‌کند و از خاک خارج می‌شود. در مناطق مختلف، مقدار گاز رادونی که از خاک خارج می‌شود متفاوت است.                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                         | پرتوهای درونی بدن | در داخل بدن نیز مقادیر بسیار بسیار اندکی از مواد رادیواکتیو، به صورت طبیعی، وجود دارند.                                                                                           | کربن-۱۴، پتاسیم -۴۰، پولونیوم-۲۱۰ از جمله مواد رادیواکتیو موجود در بدن می‌باشند.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| مصنوعی                  | پرتوشناسی تشخیصی  | گرافی‌های ساده‌ای که برای بررسی شکستگی استخوان‌ها یا بررسی وضعیت ریه‌ها و سایر اندام‌های بدن گرفته می‌شوند و اسکن استخوان‌ها 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 می‌شود. تابش در خارج از محدوده استاندارد می‌تواند منجر به آسیب‌های جدی شود. مثلاً: "در سال ۱۸۹۶ بیماری که با شک به شکستگی استخوان‌های مچ پا مورد تابش اشعه ایکس قرار گرفته بود دچار ضایعات پوستی عمیقی گردید که در نهایت منجر به قطع عضو بیمار گردیدند علت ضایعه تنظیم غلط دستگاه و دریافت اشعه بیش از حد استاندارد تشخیص داده شد و پزشک مربوط ۱۰ هزار دلار جریمه نقدی به بیمار پرداخت." |
|                         | پرتوشناسی درمانی  | درمان سرطان‌ها مهم‌ترین مثال از این کاربرد است.                                                                                                                                   | در بسیاری موارد مانند تومورهای مغزی رادیوتراپی قبل از عمل با کوچک کردن اندازه توده‌ها به موفقیت جراحی کمک می‌کند و در برخی موارد دیگر مثلاً برخی انواع سرطان خون خود رادیوتراپی نقش درمانی اصلی را دارد.                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                         | مواجهه‌های شغلی   | کارگرانی که در نیروگاه‌ها یا مراکز صنعتی یا پزشکی کار می‌کنند در معرض آسیب‌های ناخواسته قرار دارند.                                                                               | تکنسین‌های رادیولوژی یکی از مهم‌ترین گروه‌های شغلی در معرض خطر هستند که میزان اشعه دریافتی آن‌ها با استفاده از دوزیمترهای فردی مورد سنجش قرار می‌گیرد.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                         | سایر موارد        | کاربردهای تحقیقاتی و نظامی                                                                                                                                                        | با گسترش اطلاعات ما در زمینه انرژی هسته‌ای این کاربردها هر روز بیشتر می‌شوند.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

ریدر اثر استنشاق گاز رادون در داخل ساختمان ها رخ می دهد. بنابراین باید دوباره تأکید نمود که مواجهه با رادون، یک مشکل سلامت عمومی است و باید استانداردهای لازم در زمینه ساخت و ساز صحیح ساختمان ها مصوب شده و نظارت

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

### یک مثال در مورد منابع پرتوهای یونیزان پیرامون ما

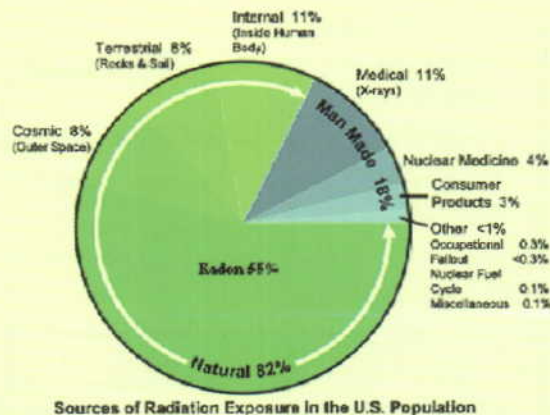
بررسی های کمی انجام شده در ایالات متحده نشان دادند:

"از ۱۰۰٪ پرتوهایی که هر فرد در طول زندگی خود دریافت می دارد

۸۲٪ از منابع طبیعی و ۱۸٪ از منابع مصنوعی دریافت می شوند."

به طوری که :

- مهم ترین منبع طبیعی ساطع کننده اشعه، 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.
- ۱۱٪ کل اشعه های دریافتی دیگر از منابع طبیعی داخل بدن هر فرد هستند.
- ۱۱٪ کل اشعه های دریافتی از بررسی های تشخیصی پزشکی که فرد در طول عمر خود انجام داده است مانند گرافی های دندانپزشکی، ارتوپدی و ... هستند.
- ۸٪ کل اشعه های دریافتی، از از پرتوهای کیهانی دریافت شده اند.
- ۸٪ دیگر اشعه ها، از خاک و سنگ های محیط پیرامون ساطع شده اند.
- ۴٪ کل اشعه های دریافتی، در جریان مداخلات پزشکی هسته ای توسط بدن جذب شده اند.
- ۳٪ اشعه ها، توسط غذاها وارد بدن می شوند.
- کمتر از ۱٪ پرتوها، در اثر مواجهه های شغلی، مواجهه با گرد و غبارهای اتمی، سوخت های هسته ای و ... وارد بدن می شوند.



Sources of Radiation Exposure in the U.S. Population

چشمه ماده رادیواکتیو را برداشته و با خود حمل کند موجب پخش 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 بهتر و بیشتر فراهم می سازد.

### بر اساس این تعریف:

— اگر ماده رادیواکتیو وارد هوا شود آن را آلوده می کند. اگر این هوای آلوده توسط کسی مورد تنفس قرار گیرد آن فرد را دچار آلودگی استنشاقی خواهد کرد.

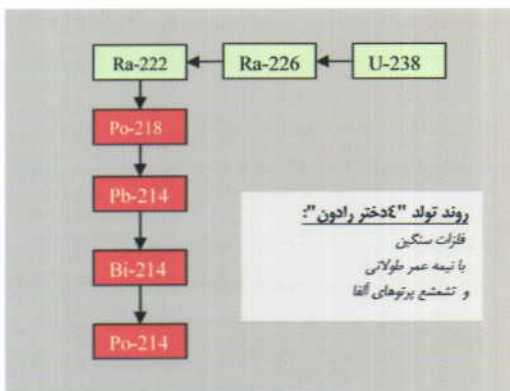
— اگر ماده رادیواکتیو وارد غذا یا آب شده و خورده یا نوشیده شود منجر به آلودگی داخلی با ماده رادیواکتیو خواهد شد.

### • مواجهه یا Exposure: در مواجهه یک فرد

با پرتوهای یونیزان 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 به 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 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

مناسی بر اجرای این استانداردها وجود داشته باشد. لازم است شهرداری های شهرهای مختلف کشور بررسی های لازم روی خاک مناطق مختلف شهرهای تحت پوشش خود را انجام داده و اطلاعات به دست آمده را بررسی کرده و در برنامه ریزی های شهرسازی خود به آن توجه لازم را داشته باشند.



### 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. 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. مثلاً زمانی که به دلایلی مثل فرسودگی ساختمان یا تجهیزات بیمارستانی یک محفظه دستگاه رادیولوژی قدیمی در انبار مخروبه آن به حال خود رها شده باشد چشمه ماده رادیواکتیو ممکن است از محفظه خود خارج شده و محیطی را که در آن افتاده آلوده کند. اگر کسی به طور تصادفی وارد این انبار قدیمی شده و به این ماده رادیواکتیو دست بزند یا به نحوی با آن برخورد داشته باشد آلودگی انسانی نیز رخ می دهد. حالا اگر این فرد

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 مواد 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:** هرچه 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.

## اثرات بیولوژیک

### 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 آن 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. دوز پرتویی که با سلول برخورد می کند تأثیر مستقیم بر نوع اثرات آن دارد:

- در دوزهای کشنده، برخورد پرتو مستقیماً منجر به مرگ فوری سلول می شود

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 و 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 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 نشست 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 خاص برای پیشگیری از ورود عوامل عفونی به بدن خود آشنا هستند. آن ها در برخورد با هر بیمار عفونی، ماسک می زنند و دستکش

## انواع آسیب سلولی ناشی از پرتوهای یونیزان

| غیر مستقیم                                                            | مستقیم                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| ناشی از یونیزه شدن ملکول های آب و تولید رادیکال های آزاد<br>آسیب رسان | ناشی از یونیزه شدن خود ملکول های حیاتی داخل سلول مانند DNA |

- در دوزهای کمتر از دوز کشنده، عملکردهای حساس سلول مانند مراحل مختلف چرخه میتوزی، رشد و نمو، نفوذپذیری دیواره ای و حرکت سلول مختل خواهند شد. در این دوزها معمولاً بیمار دچار علائم و نشانه های مواجهه با پرتوهای یونیزان خواهد شد.
- در دوزهایی از پرتو که کمتر از دوز ایجاد کننده علامت در فرد هستند اگر چه بیمار هیچ علامت و نشانه بالینی نشان نمی دهد پاسخ ایمنی او تغییر می کند.

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 بوده و باعث مرگ سلول می شود. 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 آسیب های جسمی پایدار به دنبال داشته باشد.
- ۲. غیر مستقیم:** این نوع از اثر پرتوها ناشی از واکنش پرتو با ملکول های آب داخل سلول های بدن است. پرتوها با انتقال انرژی خود به ملکول های آب باعث یونیزه 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.

## حساسیت انواع مختلف سلول ها در برابر پرتوهای یونیزان

| حساسیت پرتوی کم |                                     | حساسیت پرتوی زیاد |                                      |
|-----------------|-------------------------------------|-------------------|--------------------------------------|
| نوع             | سلول هایی که تمایز زیادی دارند      | نوع               | سلول هایی که تمایز کمی دارند         |
|                 | سلول هایی که طول عمر بلند تری دارند |                   | سلول هایی که طول عمر کوتاه تری دارند |
|                 | سلول های که تکثیر کندتری دارند      |                   | سلول های که تکثیر سریع تری دارند     |
| مثال            | سلول های خونی                       | مثال              | سلول های عصبی                        |
|                 | سلول های دستگاه گوارش               |                   | سلول های اسکلتی-عضلانی               |
|                 | سلول های دستگاه های تناسلی          |                   | سلول های عدسی چشم                    |

مصدومینی که با دوز کشنده پرتو برخورد داشته باشند معمولاً فوری کشته شده یا به شدت دچار عوارض گرمایی و موج انفجار هسته ای خواهند بود. بهبود یک دستگاه بدن بعد از آسیب پرتوی، زمانی امکانپذیر است که تعداد کافی از جمعیت سلول های بنیادی مربوط زنده مانده باشند. اگر چه در سلول های سوماتیک امکان بهبود کامل وجود دارد اما امکان بروز اثرات دیررس به دنبال آسیب پرتوی در آن ها بیشتر است.

### اثرات قطعی و اثرات احتمالی پرتوها

وقتی فردی در مواجهه با پرتوهای یونیزان قرار می گیرد تغییراتی در بدن او رخ می دهند که در نهایت منجر به بروز علائم و نشانه های بالینی در او می شوند. برخی از این علائم و نشانه ها بلافاصله یا در فاصله زمانی کوتاهی از دریافت پرتوها بروز می کنند. برخی دیگر از آنها به آهستگی رخ داده ولی به نسل های بعدی بیمار هم منتقل شوند.

سندرم رادیاسیون حاد که به تظاهرات حاد مسمومیت با پرتوها اشاره دارد در واقع مجموعه ای از علائم و نشانه هایی است که به دنبال مواجهه در پرتوها در یک فرد رخ داده و در نهایت می تواند بر اساس شدت خود فرد را از بین ببرد اما اگر کسی دچار سندرم رادیاسیون حاد شود و بهبود پیدا کند این سندرم عارضه ای که به نسل بعدی وی قابل انتقال باشد بر جای نخواهد گذاشت. این در حالی است که جهش های ژنتیکی و اثرات سلولی-ملکولی ناشی از پرتوهای یونیزان می توانند آسیب هایی را در ساختار DNA فرد ایجاد کنند که در نسل های بعدی خود را بروز دهند.

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.

علت 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 اشعه 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

### اثر پرتوها بر بدن بر حسب دوز

|                       |                                                               |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------|
| کمتر از ۰/۱ گری       | اثر قابل توجهی ندارد                                          |
| ۰/۱-۰/۲ گری           | افزایش قابل توجه در شکست های کروموزومی بدون بروز علامت بالینی |
| بیشتر از ۰/۱۲ گری     | کاهش تعداد اسپرم های فرد در عرض ۴۵ روز                        |
| ۰/۵ گری و بیشتر از آن | اختلالات قابل کشف مغز استخوان همراه با لنفوپنی                |
| ۱ گری و بیشتر         | استفراغ                                                       |
| ۱/۵ گری               | احتمال مرگ                                                    |

### سندرم رادیاسیون حاد

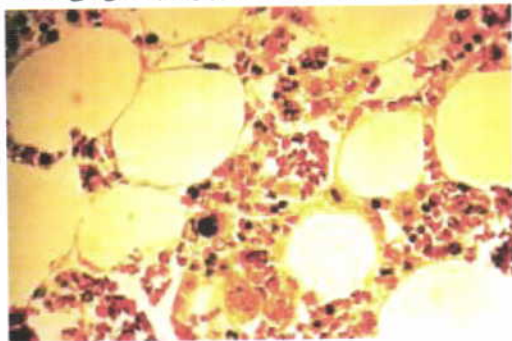
وقتی که کل بدن در معرض تابش پرتوهای یونیزان قرار بگیرد چه منبع تشعشع پرتوها داخل بدن باشد چه خارج بدن

علائم و نشانه های این سندرم را ایجاد نمایند. با توجه به این که بروز تغییرات در مغز استخوان زودرس تر از سایر تغییرات است و در عمل هم خود را به صورت

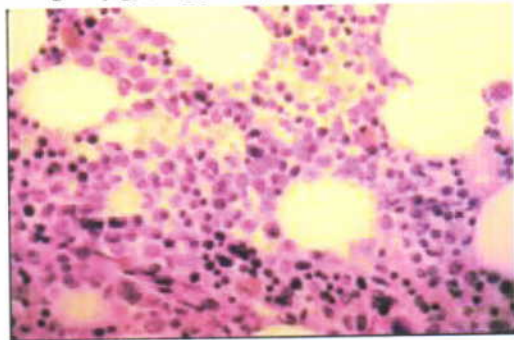
وجود ندارد که بتوان وضعیت هیدراسیون تک تک بیماران را با استفاده از اندازه گیری مکرر برون ده ادراي کنترل و پی گیری نمود.

**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 و علائم و نشانه های این سندرم را نشان دهد به احتمال بسیار زیاد در عرض ۳ روز از بین خواهد رفت.

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



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 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.



در بیشتر این بیماران مرگ، 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 باشند.

## مراحل چهار گانه سندرم رادیاسیون حاد

**۱. مرحله پرودرومال:** علائم کلاسیک این مرحله شامل تهوع، استفراغ، بی اشتها، 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.

**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، دهیدراسیون و اختلالات الکترولیتی کننده در فرد شوند.

به همین دلیل همیشه در تریاز 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 پی 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

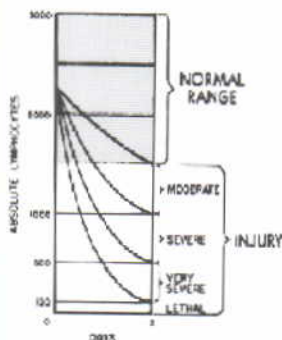
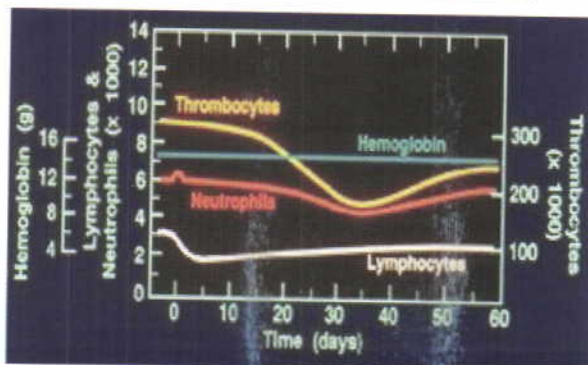
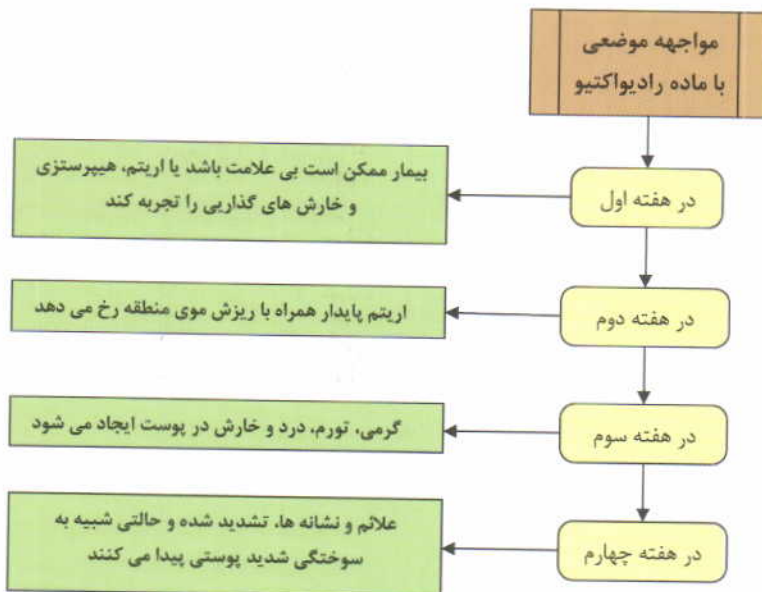
۴. **بهبود یا مرگ:** بیشتر بیمارانی که رو به بهبود نمی روند در عرض چند هفته یا چند ماه خواهند مرد.

**آسیب پرتوی موضعی:** 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 با 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 جدول زمانی زیر تبعیت می کند و در واقع ناشی از آسیب به سلول های لایه زایای پوست و بروز التهاب در پوست می باشد.

### 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

1. [www.iaea.org](http://www.iaea.org)
2. [www.icrp.org](http://www.icrp.org)
3. [www.unscear.org](http://www.unscear.org)
4. [www.nea.fr/europa.eu.int/comm/energy/nuclear](http://www.nea.fr/europa.eu.int/comm/energy/nuclear)
5. [http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear\\_and\\_radiation\\_accidents](http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_and_radiation_accidents)
6. Judith E Tintinnali, emergency medicine: a comprehensive guide, 2004, McGraw-Hill, USA
7. Peter Rosen, emergency medicine, 2006, Mosby, USA
8. AD Wixon, I Barraclough, MJ C lark Radiation, people and the environment printed by IAEA, Austria, 2004 division of radiation and wastw safety
9. ATOMIC ENERGY AGENCY, Method for Developing Arrangements for Response to a Nuclear or Radiological Emergency, Updating IAEA-TECDOC-953, EPR-Method, 2003
10. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Generic Procedures for Assessment and Response During a Radiological Emergency, IAEA-TECDOC-1162, 2000
11. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Generic Procedures for Assessment and Response During a Radiological Emergency, IAEA-TECDOC-1162, 2005
12. Harrison's Principles of Internal Medicine 16th Ed.-2005
13. Goldman: Cecil Textbook of Medicine 22nd Ed.-2004
14. Feldman: Sleisenger and Fordtran's Gastrointestinal and Liver Disease 7th Ed.-2002





بخش چهارم

# [انواع حوادث پرتوی]

اهداف فصل

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

## انواع حوادث پرتوی حوادث عمدی

حوادث عمدی حوادثی هستند که توسط گروه‌های تروریستی و به منظور وارد آوردن آسیب‌های فیزیکی و اجتماعی-روانی ترتیب داده می‌شوند. از آنجا که فن آوری ساخت سلاح‌های هسته‌ای بسیار پیچیده است این گروه‌ها نمی‌توانند رأساً اقدام به ساخت این سلاح‌ها بکنند بنابراین رو به استفاده از جایگزین‌هایی می‌کنند که ساخت آن‌ها بسیار ساده‌تر از ساخت سلاح‌های هسته‌ای است: "بمب‌های آلوده"<sup>۴</sup>.

هر چند در بیشتر موارد میزان آلودگی ایجاد شده به این طریق و اثرات فیزیکی ناشی از آن چندان زیاد نخواهد بود اما ترس<sup>۵</sup> و آسیب‌های روانی-اجتماعی<sup>۶</sup> ناشی از آن می‌توانند ناتوان‌کننده باشند به طوری که پاکسازی و آلودگی زدایی از محیط و کنترل و بررسی افرادی که در محیط بوده‌اند ممکن است وقت و هزینه قابل توجهی از سیستم‌های بهداشتی-درمانی و امنیتی-انتظامی را به خود اختصاص دهد.

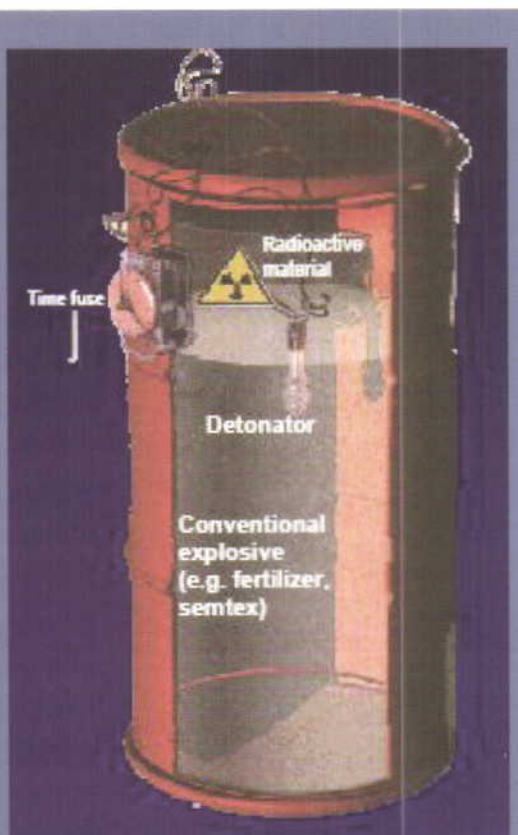
به جز استفاده از بمب‌های کثیف به عنوان یک راه حل ساده تروریست‌ها ممکن است به نیروگاه‌های برقی<sup>۷</sup> که برای تأمین انرژی مورد نیاز خود از انرژی هسته‌ای استفاده می‌کنند یا مخزن‌های نگهداری زباله‌های هسته‌ای<sup>۸</sup> یا هر جای دیگری که در آن منابع مواد رادیواکتیو وجود دارد یا ماشین‌هایی که در حال انتقال چشمه‌های مواد رادیواکتیو به

### ساختمان یک "بمب آلوده"

اصطلاح بمب آلوده برای توصیف بمب‌هایی به کار می‌رود که در آن‌ها انفجار اولیه به کمک مواد منفجره معمولی ایجاد می‌شود اما به این ماده منفجره، یک منبع رادیواکتیو جامد که می‌تواند 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 می‌شود.

این نوع از بمب‌ها همان‌طور که در شکل سمت راست نشان داده شده است دارای قسمت‌های زیر می‌باشند:

- یک ضامن زمان سنج
- یک مشتعل‌کننده جاشنی مواد منفجره برای آغاز کار
- ماده منفجره
- ماده رادیواکتیو



5. Panic

6. Psycho-social

7. Power plant

8. Waste repository

وارد هوا شده و در مناطق اطراف پخش شود. اشتیاق هوای آلوده به گرد و غبار رادیواکتیو منجر به آلودگی داخلی افراد با ماده رادیواکتیو 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)
- حادثه هسته ای three mile island در پنسیلوانیا (بدترین حادثه هسته ای امریکا)

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.

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

## حوادث تصادفی

بی احتیاطی در مراکزی که دارای منبع رادیواکتیو<sup>۹</sup> 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 بتواند 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.

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 پیرامون راکتور پخش نشد. در حادثه چرنوبیل سیستم محافظتی طراحی شده برای هسته راکتور کارایی لازم را نداشت به همین دلیل تمامی 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 نشت کرده 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 فواصل 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<sup>۱۲</sup> یا مخازن<sup>۱۳</sup> قدیمی سوخت هسته ای می تواند یک حمله تروریستی باشد. در این موارد مقدار قابل ملاحظه ای از مواد رادیواکتیو رها می شوند و تعداد زیادی از افرادی که در مرکز حضور دارند آلوده شده و بسیاری از آن ها علائم و نشانه های سندرم رادیاسیون حاد را نشان خواهند داد. هزاران نفر از مردمی هم 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.

داخل رادیاتورهای هر راکتور هسته ای مایع سردکننده<sup>۹</sup> 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

12. Nuclear power plant

13. Pools

9. Radiation dispersal device

10. Radioactive source

11. Coolant

## حوادث ناشی از رسیدن به نقطه بحرانی<sup>۱۴</sup> 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

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 تکنسینی که مشغول کار با اورانیوم به شدت غنی شده در قالب یک آزمایش هسته ای بود در معرض تابش پرتوها قرار گرفت.

## حوادثی که حین انتقال<sup>۱۵</sup> 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"<sup>۱۶</sup> 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 مشخصی 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.<sup>۱۷</sup>

حادثه دیگری از این دست در کشور انگلستان نیز رخ داد. در این حادثه، یک منبع رادیواکتیو مورد استفاده در رادیوتراپی

16. Radiopharmaceuticals

17. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Method for Developing Arrangements for Response to a Nuclear or Radiological Emergency, Updating IAEA-TEC-DOC-953, EPR-Method, 2003

14. Criticality point

15. Transportation



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.

### دزدیده شدن<sup>۲۳</sup>، گم شدن<sup>۲۴</sup> یا رها شدن<sup>۲۵</sup> منابع رادیواکتیو پزشکی یا صنعتی

مواد رادیواکتیو مانند کبالت-۶۰<sup>۲۶</sup>، سزیم-۱۳۷<sup>۲۷</sup>، ایریدیوم-۱۹۲<sup>۲۸</sup> و... دارای کاربردهای پزشکی و صنعتی مهمی می‌باشند. گم شدن، دزدیده شدن و رها شدن آن‌ها بعد از مصرف، بیشتر می‌شود. شاید بتوان گفت در حال حاضر این نوع از حوادث، محتمل‌ترین نوع حوادث پرتوی می‌باشند که هم ممکن است دیر تشخیص داده شوند و هم می‌توانند

از شهری به شهر دیگر منتقل می‌شود در شرایطی که محفظه آن آسیب دیده بود و پرتوها از آن خارج می‌شدند. خوشبختانه در این حادثه نیز آسیب پزشکی به بار نیامد.

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 می‌توانند به بیمار آسیب بزنند.

### حوادث ناشی از انفجارهای هسته‌ای<sup>۱۸</sup>

می‌تواند منجر به انهدام<sup>۱۹</sup> وسیع در بناها و تجهیزات فیزیکی شود. اما تفاوت این نوع از انهدام با انهدام بناها با مواد منفجره دیگر در این است که در انفجارهای هسته‌ای، گرد و غبار<sup>۲۰</sup> و ذرات<sup>۲۱</sup> 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 آسیب‌های پرتوی یا فیزیکی در آن‌ها دیده نشود. گرد و غبار اتمی<sup>۲۲</sup> که به صورت بالقوه دارای اثرات مخرب سلامت است می‌تواند تا کیلومترها دورتر پخش شود. تعداد قابل توجهی از افراد، علائم و نشانه‌های سندرم رادیاسیون حاد را پیدا خواهند کرد. (۲)



23. Theft  
24. Lost  
25. Abandon  
26. Cobalt-60  
27. Cesium-137  
28. Iridium-192

18. Nuclear detonation  
19. Devastation  
20. Dust  
21. Debris  
22. Radioactive fallout

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.

**۳. سطح دوم:** در این سطح، یک "رویداد"<sup>۳۸</sup> 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.

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.

## 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"<sup>۳۹</sup> 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:

**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

|   |                                                                 |
|---|-----------------------------------------------------------------|
| 7 | فاجعه <sup>۳۸</sup>                                             |
| 6 | حادثه <sup>۳۹</sup> جدی                                         |
| 5 | حادثه ای هسته ای که خارج از محل رخداد خود نیز خطر ساز بوده است  |
| 4 | حادثه ای هسته ای که در خارج از محل رخداد نیز خطری ایجاد نمی کند |
| 3 | رویداد هسته ای جدی <sup>۴۰</sup>                                |
| 2 | رویداد هسته ای محدود <sup>۴۱</sup>                              |
| 1 | اختلال <sup>۴۲</sup>                                            |
| 0 | انحراف <sup>۴۳</sup> از وضعیت ایمنی، بدون ایجاد خطر مشخص        |

که خارج از یک مرکز هسته ای هستند به همراه داشته باشند. حادثی 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 حادثی 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.

**۳. 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:** حادثی که می تواند آسیب های بیولوژیک زودرس قابل توجهی را در افرادی

**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 رادیوکتیو 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 رادیوکتیو مورد استفاده در رادیولوژی و برخی از حوادث مربوط به محل دخیل 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 رادیوکتیو 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 رادیوکتیو 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 با 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 تراژونیسته 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 INES<sup>۳۱</sup> است.

| سطح<br>خطرات و تهدیدها | مثالی از حوادث مسبب احتمالی                             | وسعت حادثه و اقدامات مورد نیاز                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| سطح ۱                  | راکتورهای بزرگ                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• اثرات بیولوژیک قابل توجه در افراد خارج از محل حادثه</li> <li>• خطر آلودگی آب و غذا در محدوده وسیع</li> <li>• افراد بسیاری آلوده می شوند</li> <li>• اثرات روانی-اجتماعی قابل توجه</li> </ul>        |
| سطح ۲                  | راکتورهای متوسط                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• اثرات بیولوژیک محدود به افراد حاضر در منطقه رخداد حادثه</li> <li>• خطر آلودگی آب و غذا در محدوده وسیع</li> <li>• افراد بسیاری آلوده می شوند</li> <li>• اثرات روانی-اجتماعی نسبتاً قابل</li> </ul>  |
| سطح ۳                  | راکتورهای کوچک                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• محدود به بخشی از مرکز دارای راکتور</li> <li>• اثرات بیولوژیک محدود به افراد حاضر در منطقه رخداد حادثه</li> <li>• اثرات روانی-اجتماعی محدود به مناطق اطراف مرکز دارای راکتور دیده می شود</li> </ul> |
| سطح ۴                  | چشمه های رادیواکتیو<br>دزدیده شده و رها شده و...        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• محدود به یک منطقه خاص</li> <li>• اثرات بیولوژیک محدود به افراد حاضر در منطقه رخداد حادثه</li> <li>• اثرات روانی-اجتماعی محدود به مناطق اطراف مرکز دارای راکتور دیده می شود</li> </ul>              |
| سطح ۵                  | انتشار دوردست از طریق هوا،<br>آلوده شدن محصولات کشاورزی | <ul style="list-style-type: none"> <li>• بسته به مورد متفاوت است</li> <li>• خطر اصلی، افزایش نرخ کانسر در افراد در معرض خطر و افزایش احتمال آسیب های جنینی در زنان باردار است</li> </ul>                                                    |

### References:

1. <http://library.thinkquest.org/17940/texts/timeline/treaties.html>
2. <http://www.cnn.com/interactive/asianow/9910/history.nuclear.disaster/content/monju.html>
3. <http://www.aoi.org.ir/NewWeb/Farsi/ordpage.asp?id=288>
4. [http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear\\_technology](http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_technology)
5. [www.nrt.org](http://www.nrt.org)
6. [www.energy.gov](http://www.energy.gov)
7. [www.nrc.gov](http://www.nrc.gov)
8. [www.fema.gov](http://www.fema.gov)
9. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Generic Procedures for Assessment and Response During a Radiological Emergency, IAEA-TECDOC-1162, 2005
10. David J. Brenner, Center for Radiological Research Columbia University Medical Center - Conference of Radiation Control Program Directors (CRCPD) at [www.crcpd.org](http://www.crcpd.org) or 502-227-4543
11. Environmental Protection Agency (EPA) at [www.epa.gov/radiation/rert](http://www.epa.gov/radiation/rert)
12. Radiation Emergency Assistance Center/Training Site (REAC/TS) at [www.orau.gov/reacts](http://www.orau.gov/reacts) or 865-576-3131
13. 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. 111 No. 6 June 2003
14. Didier Louvat, Khammar Mrabit, Patricio O'Donnell- Torroba, et al, Plus 90 and counting...countries Rise TO THE Challenge of Radiation Safety, IAEA Department of Technical Cooperation and Department of Nuclear Safety and Security, March 2006
15. 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.

در اغلب موارد پزشک اورژانس اولین کسی است که ارائه مراقبت های درمانی مورد نیاز به قربانیان حوادث پرتوی را شروع می کند بنابراین حضور فعالانه او در برنامه ریزی ها و تهیه پروتکل ها و دستورالعمل های لازم در این زمینه الزامی است. هر برنامه ریزی نظری باید به صورت عملی نیز تمرین شود. هر بیمارستان موظف است با در نظر گرفتن دوره های آموزشی منظم شامل مطالب تئوری و مانورها یا تمرین های عملی گروهی دانش و مهارت تیم مسئول آماده سازی و پاسخ دهی به حوادث پرتوی بیمارستان را در سطوح مختلف مدیریتی و اجرایی تقویت کند.

هر بیمارستان بر اساس شرایط منطقه ای خود باید قبل از بروز حادثه هسته ای آمادگی های لازم را در کارکنان 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 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، ترიაژ 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" بیمارستانی و حین حادثه: "پاسخ" بیمارستانی بوده و منابع و فضای فیزیکی و نیروی انسانی و عوامل و شرایط داخل 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 اند اما هر بخش اورژانس و در سطح وسیع تر هر بیمارستان باید آمادگی پاسخ به این 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

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 می تواند با هماهنگی های لازم داخل 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 بخش اورژانس یک بیمارستان منتقل نمایند عملاً این بیمارستان نیاز به فعال کردن کمیته بحران خود نیست. 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 بیماران در اختیار متخصصان خون و پزشکی هسته ای قرار گیرد تا اقداماتی مانند پیوند

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".

### دیر کشف 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 درزیده شده یا رها شده بوده است یا در مواردی که افراد ناآگاه یک چشمه ماده رادیواکتیو را پیدا کرده و بدون این که بدانند چه خطراتی را برای آن ها و اطرافیانشان 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

در جریان حوادث پرتوی نیز مانند سایر حوادث غیر مترقبه رده های مختلفی از کارکنان بیمارستان درگیر ارائه خدمات خواهند شد که عبارتند از:

۱. مدیران
۲. پزشکان
۳. پرستاران
۴. بهیاران و نیروهای کمکی
۵. مأمورین امنیتی و نگهبان ها
۶. نیروهای خدماتی

این ۶ گروه کلیدی از کارکنان باید در هماهنگی کامل با 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.

در زمان بروز هر بحرانی فعالیت هایی که باید صورت گیرند در دو دسته مختلف قرار می گیرند: مدیریتی و اجرایی 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 "کمیته مدیریت بحران" بیمارستان را فعال کنند. آن ها بعد از مرور خط مشی 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

مغز استخوان و... برای آنها 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" فضاهای 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 آن ها بوده و ملزومات و تجهیزات مورد نیاز را فراهم کرده باشد." در تمامی راهنماهای ارائه مراقبت های بیمارستانی به قربانیان حوادث پرتوی بر این نکته تأکید شده که باید وظایف از قبل تقسیم شده و به اطلاع افراد رسیده باشند. تمامی بیمارستان ها باید از قبل مانورهایی 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.

## کارکنان بیمارستانی درگیر در ارائه مراقبت به بیماران پرتو دیده



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.

• **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 آمدوشد 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 فیزیک 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 فضای اختصاص داده شده به ارائه مراقبت به قربانیان

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:

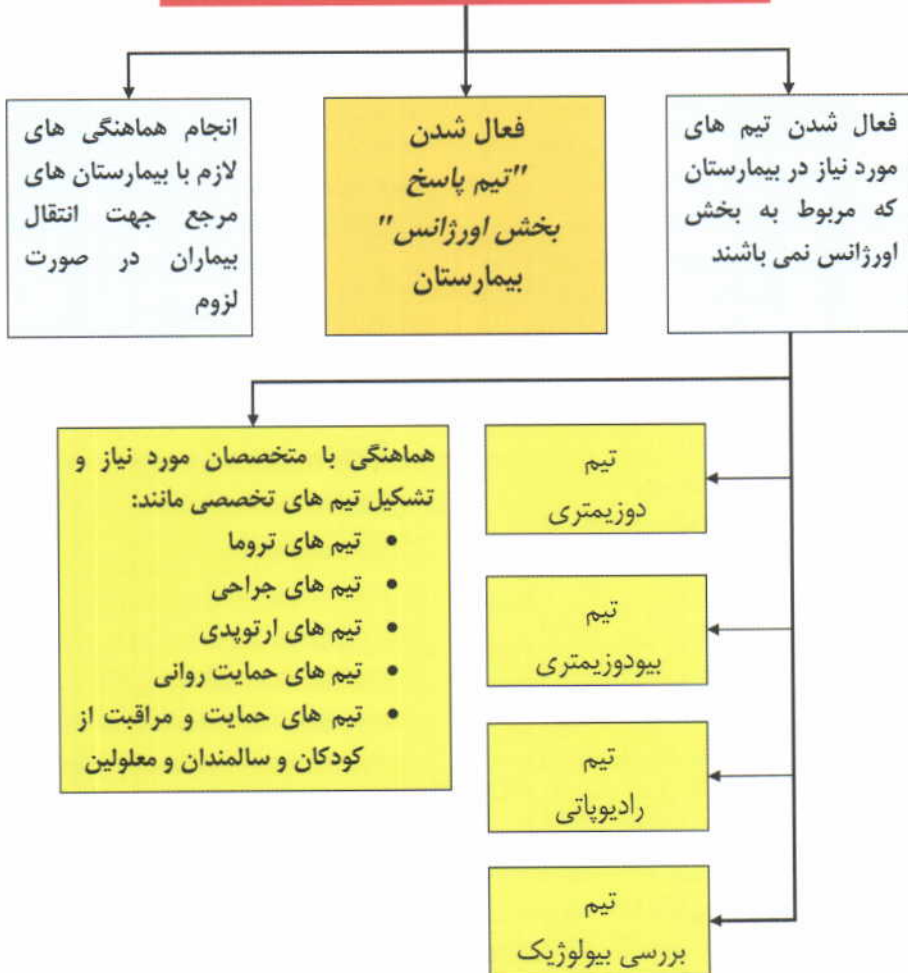
• **پزشکان اورژانس:** مهم ترین وظیفه پزشکان اورژانس شکل دادن به تیم هایی است که باید وظایف مختلف را بر عهده بگیرند. افرادی که در هر یک از این تیم ها مشغول به فعالیت خواهند شد باید از قبل آموزش های تخصصی تری را دریافت نموده باشند. مثلاً پرستارانی که قرار است کار تریاژ بیماران را انجام دهند باید در دوره 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 گذرانده 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

**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، 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 بدو ورود قربانیان به بیمارستان در

حوادث پرتوی به عهده این افراد می باشد. بدیهی 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 فیزیک پزشکی هر بیمارستان باید مشخص باشد که:

- بهترین نقطه بیمارستان برای استقرار تیم های پزشکی مراقبت کننده از قربانیان یک حادثه پرتوی کجاست؟
- در صورت بروز حادثه پرتوی به چه ترتیب و با چه سرعتی می توان آنجا را برای ارائه خدمات آماده سازی کرد؟
- آماده سازی این فضا باید چگونه انجام شود؟

### تعیین مدیر پاسخ پزشکی اورژانس بیمارستان و شروع پاسخ های مدیریتی و اجرایی





|            |                                                                                                      |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| نقش مدیران | فعال شدن کمیته مدیریت بحران بیمارستان                                                                |
|            | اطلاع رسانی به کارکنان                                                                               |
|            | تشکیل تیم ها و شروع به فعالیت آن ها بر اساس دستورالعمل هایی که قبلاً باید در مانورها تمرین شده باشند |

**نیروهای خدماتی و 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 سایر آلوده
- آماده کردن تعداد بیشتری کیسه برای تعویض در زمان مناسب
- کف پوش کردن محوطه ورودی آمبولانس، مسیر عبور تا محوطه درمان و محوطه درمان با کاغذ یا پلاستیک (در صورتی که زمان کافی در اختیار باشد)

**مأموران امنیتی:**

- بستن درها
- کنترل رفت و آمدها
- خارج کردن افراد متفرقه از محوطه های در نظر گرفته شده برای رسیدگی به بیماران
- برقراری امنیت لازم در ورودی آمبولانس ها
- آماده سازی محوطه ای به عنوان پارکینگ برای انتقال بیماران و...

**پزشکان اورژانس:**

- پوشیدن لباس های محافظ
- نصب دوزیمتر فردی
- شکل دادن به تیم های مختلف براساس مسئولیت ها (تریاز، آلودگی زدایی، درمان و...)
- شروع فعالیت بر اساس دستورالعمل ها

**کارکنان فیزیک پزشکی:**

- آماده سازی و کنترل دستگاه های آشکارساز مواد رادیواکتیو (آشکارساز های اشعه آلفا و...)
- اندازه گیری و ثبت میزان اشعه زمینه ای که در محیط موجود است
- مشخص کردن خطوط کنترل در اتاق ها برای تفکیک مناطق آلوده و پاک
- تهیه کیسه های پلاستیکی برای قرار دادن نمونه های آلوده و...
- پوشیدن لباس های محافظ
- آماده شدن برای کمک در محوطه درمان برای اندازه گیری آلودگی

**پرستاران:**

- خارج کردن وسایل یا تجهیزاتی که مورد نیاز نخواهند بود از محوطه در نظر گرفته شده یا پوشاندن آن ها با پلاستیک یا کاغذ
- پوشاندن روی تخت ها با چندین لایه کاغذ ضد آب
- 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 سایر موارد.

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.

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 معاینه 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.

## توجه به 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 قرار داده شوند. کارکنان درمانی که باردار هستند نباید در امر رسیدگی و مراقبت از بیماران آلوده درگیر باشند.

## 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 دو 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

## REFERENCES:

1. [www.bt.cdc.gov/radiation/dirtybombs.asp](http://www.bt.cdc.gov/radiation/dirtybombs.asp)
2. [www.osha.gov/SLTC/emergencypreparedness/rdd\\_tech.html](http://www.osha.gov/SLTC/emergencypreparedness/rdd_tech.html)
3. [www.ncrp.com](http://www.ncrp.com)
4. <http://www.ornl.gov/reacts/>
5. <http://www.nukepills.com/RadDecon/MSDS77103.081105.pdf>
6. [www.nrt.org](http://www.nrt.org)
7. [www.energy.gov](http://www.energy.gov)
8. [www.nrc.gov](http://www.nrc.gov)
9. [www.fema.gov](http://www.fema.gov)
10. Manual for First Responders to a Radiological Emergency, Jointly sponsored by CTIF, IAEA, PAHO, WHO, 2006
11. A D Augustine, T G Lewis et al, animal Models for Radiation Injury, Protection and Therapy, Radiation Research 164, 100-109, 2005.
12. Conference of Radiation Control Program Directors (CRCPD) at [www.crcpd.org](http://www.crcpd.org) or 502-227-4543
13. Environmental Protection Agency (EPA) at [www.epa.gov/radiation/rert](http://www.epa.gov/radiation/rert)
14. Radiation Emergency Assistance Center/Training Site (REAC/TS) at [www.ornl.gov/reacts](http://www.ornl.gov/reacts) or 865-576-3131
15. 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. 111 No. 6 June 2003
16. Facts about food irradiation A series of Fact Sheets from the International Consultative Groupon Food Irradiation (ICGFI), 1999 International Consultative Group on Food Irradiation
17. 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
18. Dr M Repacholi (WHO), Dr T Kanematsu (Nagasaki University), Late Health Effects from Radiation: Knowledge gained from the 60 years' experience in Japan, 2005 Executive Board Meeting Hall Geneva, witzerland
19. IAEA-WHO: Diagnosis and Treatment of Radiation Injuries. Safety Report Series, No. 2, IAEA, Vienna, 1998.
20. IAEA-WHO: Planning the Medical Response to Radiological Accidents. Safety Report Series, No. 4, IAEA, Vienna, 1998.
21. Assessment and treatment of external and internal radionuclide contamination Radiation Safety Section International Atomic Energy Agency Printed by the IAEA in Austria April 1996
22. J Mapstone, S Brett, Radiological weapons: what type of threat? Critical Care 2005, 9:223-235. A tient decontamination, recommendations for the hospitals, The Hospital and Healthcare System Disaster Interest Group And The California Emergency Medical Services Authority, 2005
23. IAEA-ILO-WHO: Health Surveillance of Persons Occupationally Exposed to Ionizing Radiation. Safety Report Series, No. 5, IAEA, Vienna, 1998.
24. 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. 2004;140:1037-1051.
۲۵. مجموعه دستورالعمل های مدیریت بحران در عرصه بهداشت و درمان حوادث غیر مترقبه، جمعی از نویسندگان، چاپ اول، ۱۳۸۵، موسسه آموزش عالی علمی-کاربردی هلال ایران و بسیج جامعه پزشکی





بخش ششم

# آمادگی بیمارستانی

## اهداف فصل

۱. آشنایی با نیازمندی های فضای فیزیکی برای پاسخ دهی در حوادث هسته ای
۲. آشنایی با تجهیزات مورد نیاز برای پاسخ دهی در حوادث هسته ای
۳. آشنایی با نیازمندی های بیمارستانی در زمینه نیروی انسانی برای پاسخ دهی در حوادث هسته ای

## فضای فیزیکی

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.

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 موسوم 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.

مولفین بر خود لازم می دانند مجدداً این نکته را یاد آوری کنند که قربانیان یک حادثه هسته ای به دو دسته کلی تقسیم می شوند:

- آلوده به مواد رادیواکتیو یا *contaminated*
- غیر آلوده به مواد رادیواکتیو *non-contaminated*

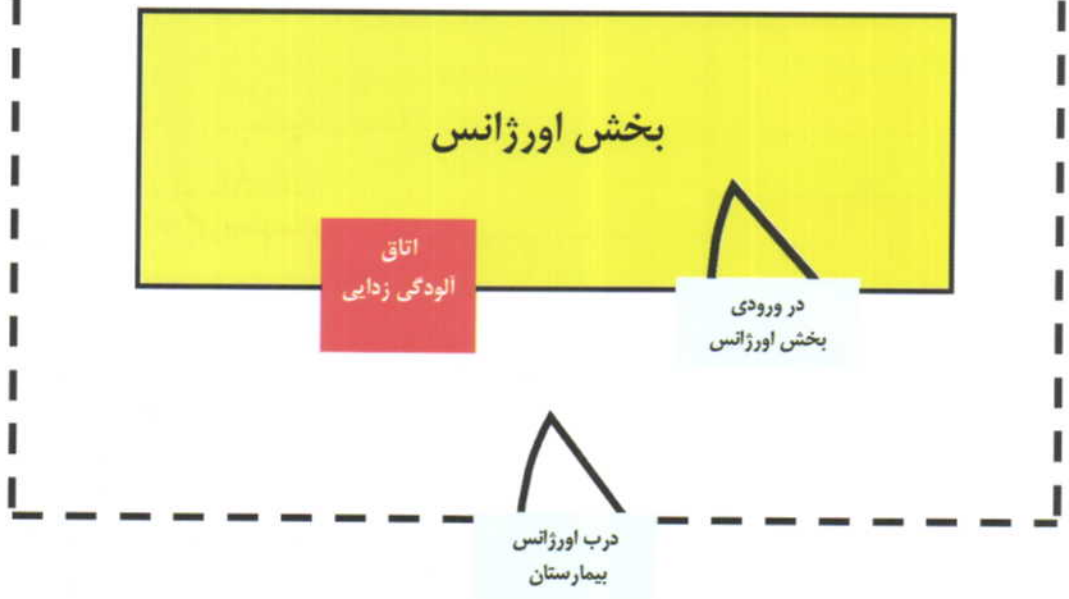
اگر بیماری در حال حاضر آلوده به یک ماده رادیواکتیو نمی باشد حتی اگر دوز کشنده ای از پرتوهای یونیزان را دریافت کرده باشد هیچ خطری برای سلامت هیچ کس دیگری نخواهد داشت. درست مثل کسی که به دلیل سرطان مورد رادیوتراپی قرار می گیرد. این شخص به دلیل دریافت پرتو دچار تهوع استفراغ، سردرد، ضعف، خستگی مفرط و مشکلات 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 پرتوهای یونیزان مواجهه داشته و لی 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.

**مثال:** در برخی از مراکز اورژانس بزرگ دنیا 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 شستشو قرار می گیرند تا آلودگی های مختلف آن ها از جمله آلودگی های قابل انتقال به محیط بیمارستان مانند عفونت با شپش و امثال آن تا جای ممکن از بین بروند.

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

به جز اتاق آلودگی زدایی که از قبل ساخته می شود، سایر اقدامات مرتبط با فضای فیزیکی بیمارستان که در قسمت پاسخ بیمارستانی مورد بحث قرار خواهد گرفت، عملاً یک "مهندسی مجازی" 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 توالت های متحرک در قسمت های آلودگی زدایی و امثال آن تقریباً حداکثر اقداماتی هستند که برای آماده سازی فضای



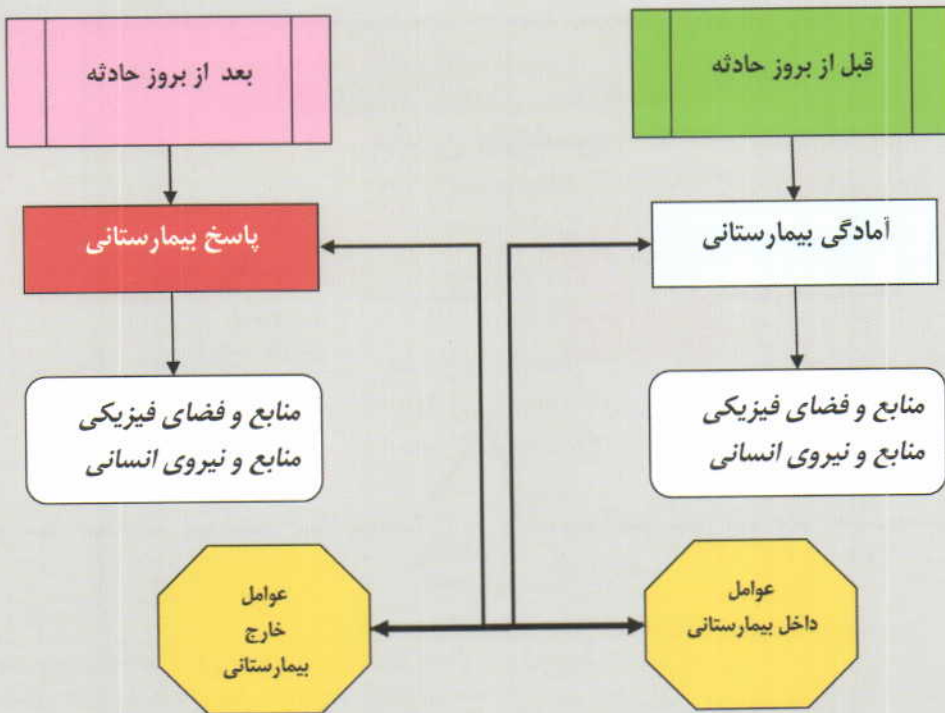
### تجهیزات فیزیکی

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 گره های 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.

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.



## نیروی انسانی

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 به دنبال تبیین و تعیین این جایگاه در برنامه های آموزش دانشگاهی خود می باشند.

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

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 تشکیل 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 پیش از آن که مربوط

۵. گان‌های یک بار مصرف یا گان جراحی، عینک‌های محافظ، ماسک، کلاه، دستکش (دو دستکش روی هم و تعویض مکرر دستکش رویی بعد از برخورد با ماده رادیواکتیو) و پوشش کفش تنها ملزومات مورد نیاز برای کارکنانی هستند که در تماس با بیماران آلوده به مواد رادیواکتیو قرار خواهند گرفت.

۶. اگر حادثه هسته‌ای در یک مکان عمومی رخ داده باشد (مثلاً انفجار یک بمب آلوده در یک مرکز خرید یا ایستگاه مترو و ...) ممکن است تعداد زیادی از افرادی که در محل حادثه یا نزدیک به محل حادثه بوده‌اند، با ترس و نگرانی به بخش اورژانس مراجعه نمایند. لازم است پرسنل اورژانس آموزش‌های لازم در این زمینه را نیز دریافت کرده باشند. چرا که در صورت بروز چنین مشکلی، آن‌ها وظیفه دارند این افراد مضطرب را آرام کرده و به آنها اطمینان بدهند که در معرض خطر نمی‌باشند. بدیهی است اگر افراد تیم پزشکی آموزش‌های مورد نیاز را دریافت نکرده باشند ممکن است به جای آرام‌سازی مراجعین، خودشان دستخوش نگرانی و اضطراب بی‌مورد شوند. بنابراین در آموزش‌های فاز آمادگی باید مسائل روانی را بخشی از اولویت‌ها دانست.

به نحوی کاملاً اصولی مکانیسم‌های آسیب‌های بیولوژیک ناشی از مواد رادیواکتیو به کارکنان بهداشتی-درمانی آموزش داده شده و بر نکات زیر تمرکز شود:

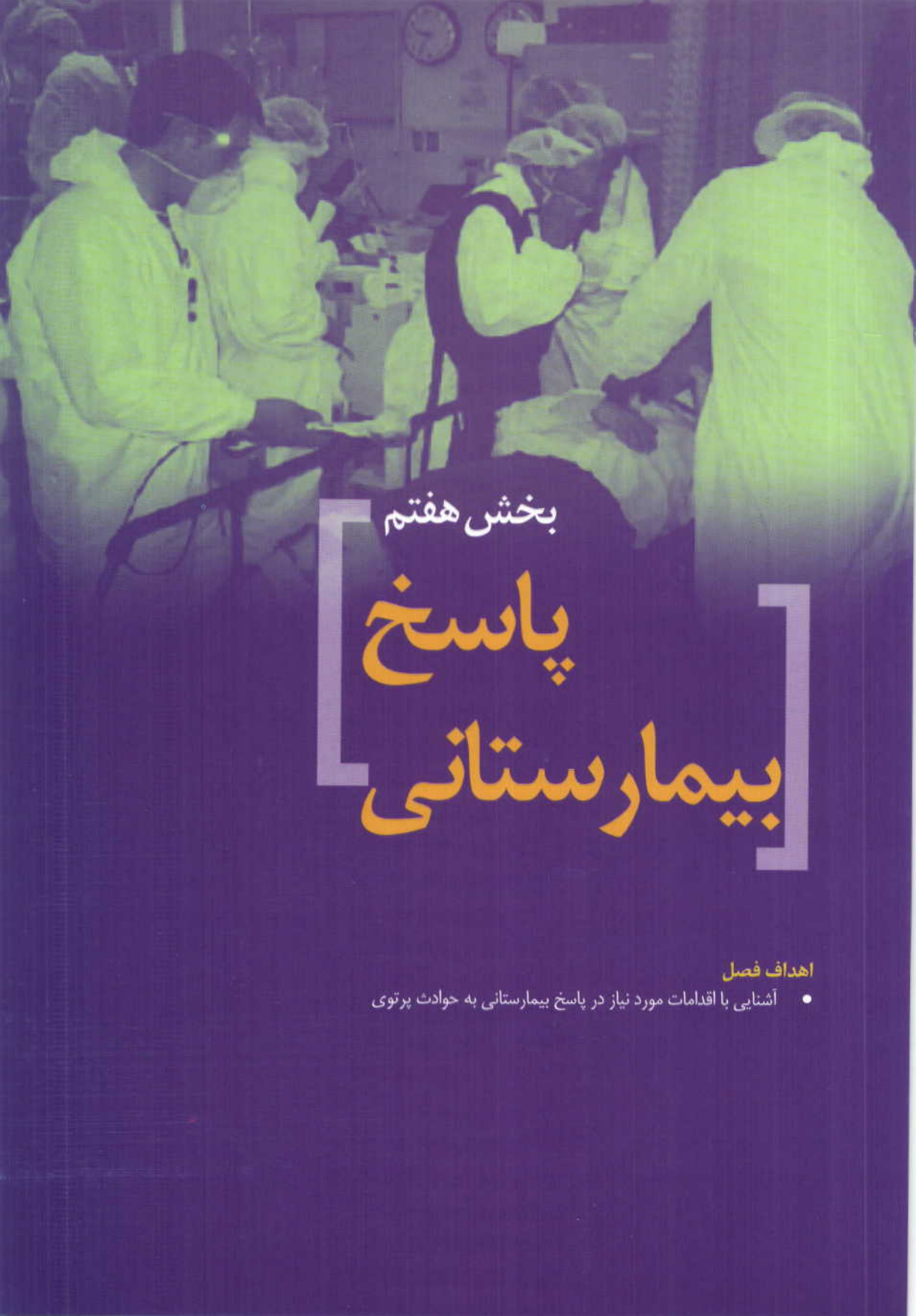
۱. یک بیمار مواجهه شده با پرتو، هر چقدر هم بدحال باشد، هیچ خطری برای دیگران ندارد.
۲. در برخورد با یک بیمار آلوده به ماده رادیواکتیو پایداری اولیه بیمار و انجام اقدامات حیاتی اولیه (در صورت نیاز) بر آلودگی زدایی از بیمار اولویت دارد.
۳. در برخورد با یک بیمار آلوده به مواد رادیواکتیو، صرف رعایت اصول و نکات ایمنی عمومی<sup>۳</sup> کفایت می‌کند.
۴. به جز در محل حادثه که دوز پرتوهای یونیزان در آن بسیار بالا و آسیب‌رسان است سایر افرادی که در انتقال و رسیدگی به بیماران شرکت دارند نیاز به لباس‌های محافظ سربی تخصص یافته و مشابه آن ندارند. بلکه پوشیدن گان‌های جراحی یا گان‌های یک بار مصرفی که برای موارد دیگری مانند گرفتن نوزاد در زایمان‌های طبیعی یا مراقبت از یک بیمار آلوده به مواد شیمیایی یا بیمار ترومایی که خونریزی خارجی قابل توجهی دارد نیز استفاده می‌شوند برای همه کارکنان کفایت می‌کند.

| تجهیزات و ملزومات مورد نیاز برای پاسخ بیمارستانی به یک حادثه هسته ای                                                                            |                                                                            |                                                |                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------|
| ابزار و وسایل                                                                                                                                   | مست های دستگاه جراحی                                                       | مست انتقال خون                                 |                                          |
|                                                                                                                                                 | وسایل مورد نیاز برای گرفتن رگ از بیماران                                   | آمبولیک و مانیک                                |                                          |
|                                                                                                                                                 | سرنگ                                                                       | دقیقین، باتری و شارژر                          |                                          |
|                                                                                                                                                 | دستگاه شمارش تعداد سلول های خونی                                           | لام مورد نیاز برای تهیه لام خون محیطی          |                                          |
|                                                                                                                                                 | ظروف مخصوص نمونه های آزمایشگاهی بیماران                                    | میکروسکوپ                                      |                                          |
|                                                                                                                                                 | دستگاه سانتریفوژ                                                           | یخچال بزرگ و یخیز                              |                                          |
| معرف ها و واکنش گره های مختلف بر اساس نوع نمونه ها و رادیونوکلیدهایی که باید اندازه گیری شوند                                                   |                                                                            |                                                |                                          |
| داروها                                                                                                                                          | ضد درد                                                                     | آنتی بیوتیک                                    |                                          |
|                                                                                                                                                 | کاردیوتونیک                                                                | دیورتیک                                        |                                          |
|                                                                                                                                                 | تنظیم کننده های فشارخون                                                    | گرم های آنتی بیوتیک موسمی                      |                                          |
|                                                                                                                                                 | ضد تهوع                                                                    | محلول های هیدراسیون                            |                                          |
| شمارشگر                                                                                                                                         | 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 پرتوهای موجود در محیط                  |                                                |                                          |
| وسایل حفاظتی                                                                                                                                    | دوزیمترهای فردی                                                            |                                                |                                          |
|                                                                                                                                                 | دوزیمترهای ثابت برای دوزیمتری محیط                                         |                                                |                                          |
|                                                                                                                                                 | بالاپوش های سرناسری 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 ششوی ناخن                                             | پاشه برای سواب های بیضی                        |                                          |
|                                                                                                                                                 | سواب                                                                       | گازتر بیضی                                     |                                          |
|                                                                                                                                                 | محلول هیوکلریت سدیم ۵ درصد                                                 | ماده ضد عفونی کننده                            |                                          |
|                                                                                                                                                 | محلول اسید کلریدریک یک دهم نرمال                                           | سرم ششوی                                       |                                          |
|                                                                                                                                                 | محلول های استریل ششوی چشم                                                  | کودک های 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 |                                          |
|                                                                                                                                                 | تلفن همراه                                                                 | گان جراحی                                      |                                          |
|                                                                                                                                                 | کامپیوتر                                                                   | پانو و ملاتر                                   |                                          |
|                                                                                                                                                 | باتری                                                                      | پرفکتور چرخدار                                 |                                          |
|                                                                                                                                                 | کارت های شناسایی                                                           | چراغ قوه                                       |                                          |
|                                                                                                                                                 | کیسه های زباله                                                             | چمه های جوی و نقل                              |                                          |
| برگه ها و فرم های مخصوص ثبت اطلاعات پزشکی و غیر پزشکی (فرم دریافت و انتقال بیمار، برنوسنجی و ...)                                               |                                                                            |                                                |                                          |
| لیستی شماره تلفن های مراکز مختلفی که می توانند به بیمارستان کمک کنند (پایس، وزارت بهداشت، سایر بیمارستان ها، مراکز حمایت روانی و اجتماعی و ...) |                                                                            |                                                |                                          |
| خشکی کننده ها                                                                                                                                   | ماده رادیواکتیو                                                            | خشکی کننده                                     |                                          |
|                                                                                                                                                 | سزیم                                                                       | پروسیس بلو                                     | ید                                       |
|                                                                                                                                                 | استرونتیم                                                                  | آلژینات، گلوکونات یا لاکتات استرونتیم          | جیوه سرب، پلونیوم                        |
|                                                                                                                                                 | رادیوم                                                                     | فسفات آلومینیوم                                | آهن، پلوتونیوم                           |
|                                                                                                                                                 | کیالت                                                                      | گلوکونات کیالت                                 | مس، آهن، جیوه سرب، طلا، سایر فلزات سنگین |
|                                                                                                                                                 | اورانیوم                                                                   | بی کرینات سدیم ایزوتونیک                       | تربیتیوم                                 |

## REFERENCES:

1. [www.cdc.gov/radiation](http://www.cdc.gov/radiation)
2. [www.ncrp.com](http://www.ncrp.com)
3. <http://www.orau.gov/reacts/>
4. <http://www.nukepills.com/RadDecon/MSDS77103.081105.pdf>
5. [www.nrt.org](http://www.nrt.org)
6. [www.energy.gov](http://www.energy.gov)
7. [www.nrc.gov](http://www.nrc.gov)
8. [www.fema.gov](http://www.fema.gov)
9. [www.epa.gov/radiation/rert](http://www.epa.gov/radiation/rert)
10. [www.crcpd.orgwww.bt.cdc.gov](http://www.crcpd.orgwww.bt.cdc.gov)
11. Darling RG, Eitzen EM, Mothershead JL, Waeckerle JF. Emergency Medicine Clinics of North America: Bioterrorism. WB Saunders and Co: Philadelphia, PA, 2002.
12. Knobler SL, Mahmoud AAF, Pray, LA. Biological Threats and Terrorism: Assessing the Science and Response Capabilities. National Academy Press: Washington, DC, 2002 .
13. 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, 2003
14. Novick LF, Marr JS. Public Health Issues in Disaster Preparedness: Focus on Bioterrorism. Aspen Publishers, Inc: New York, NY, 2001.
15. Manual for First Responders to a Radiological Emergency, IAEA, PAHO, WHO, 2006
16. Radiation Emergency Assistance Center/Training Site (REAC/TS) at [www.orau.gov/reacts](http://www.orau.gov/reacts) or 865-576-3131
17. 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. 111 No. 6 June 2003
18. 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
19. Planning the Medical Response to Radiological Accidents. Safety Report Series, No. 4, IAEA, Vienna, 1998.





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 بپرسید. 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 نشان می دهد شما چه نوع اطلاعاتی را باید دریافت کرده و به چه نحو باید آن را ثبت کنید.

## 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:

۱. یک درب برای ورود بیماران به قسمتی که برای تریاژ بیماران در نظر گرفته شده است.
۲. 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.

### 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 باشید.
۳. شما باید از زمان تقریبی رسیدن قربانیان به بیمارستان اطلاع داشته باشید.
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 زدایی 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 بپرسید.
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 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.

### توضیح:

عملاً، بعد از اطلاع از بروز حادثه:

- شما باید بیمارستان خود را " قفل کرده و تا جای 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 بدحال 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

## بخش هفتم - پاسخ بیمارستانی ۹۹

را باید با استفاده از چسب به زمین چسباند تا جابه جا نشده یا با کوچک ترین 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 لغزنده 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، برانکاردر 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

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 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 این کار باید:

۱. با استفاده از نوارهای رنگی هشداردهنده، مثلاً نوارهای زرد شبرنگ یا مشابه 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 توانند کاغذ برش های خیاطی، کاغذهای بزرگ بسته بندی، کاغذهای بزرگ قصابی و امثال آن باشند)، ورقه های بزرگ و نازک لاستیکی یا پلاستیکی یا بالشک های چهارگوش نازک جاذب، کفپوش کرد. کاغذ، ورقه لاستیک یا پارچه های جاذبی که برای کفپوش کردن این مسیر مورد استفاده قرار می گیرند



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 ابزار آلات آلوده از جمله دستکش ها و باند هایی 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.

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 بیوشانید تا از آلودگی آن ها به مواد رادیواکتیو جلوگیری شود.

### اقدام پنجم: کف قسمت درمان را بیوشانید.

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 لغزنده 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 وارد 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 واری 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 آب یک بار مصرف بیوشانید و توجه داشته

## بخش هفتم - پاسخ بیمارستانی ۱۰۱

و دور از دسترسی هستند. برای آلودگی زدایی از این وسایل از یک ماده زود جوش یعنی ماده ای که دارای نقطه جوش پایینی است (مانند استون<sup>۳</sup>) استفاده می شود. این ماده به نقطه جوش خود رسانده می شود تا به حالت بخار تبدیل شده و به منافذ دستگاه نفوذ کند. بعد با سرد کردن نسبی دما، دوباره این بخار به مایع تبدیل می شود. این مایع به دست آمده حاوی مواد رادیواکتیو احتمالی نفوذ و رسوب کرده در قسمت های دور از دسترس دستگاه می باشد که باید در یک ظرف مخصوص جمع آوری و دفع شود. دوباره بعد از آلودگی زدایی از وسایل باید آن ها را مورد پرتوسنجی قرار داد.

- **استفاده از جریان هوا:** 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 جذبی 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 میلمان 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 کندن شدن یا قابل پوست کندن:** 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 منافذ 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

3. Acetone

4. Weathering

5. Peelable/Strippable coatings

## اقدام دوازدهم: کنترل آمد و شد

هیچ کس نباید بدون دلیل موجه به محوطه رسیدگی به قربانیان حادثه آمد و شد داشته باشد. کلیه کسانی هم که با دلایل موجه وارد محوطه شده اند قبل از خروج باید توسط کارشناسان فیزیک پزشکی یا هر کس دیگری که مسئولیت این کار را بر عهده دارد، مورد اشعه سنجی قرار گرفته و در صورتی که عدم آلودگی او به مواد رادیواکتیو تأیید گردید، محوطه را ترک نماید. محدوده محوطه های پاک و آلوده باید با خطوط قابل دید، مشخص شده باشند.

## اقدام سیزدهم: مراقبت پزشکی از قربانیان

در این مرحله باید وضعیت بیمار بر اساس شریط جسمی که دارد مورد توجه قرار بگیرد. در صورت لزوم باید بیمار را مورد مراقبت های طبی قرار داد. اگر بیمار ترومای همزمان خطرناک دارد، تروما در اولویت قرار دارد چون حیات بیمار را به طور جدی تری تهدید می کند. توجه داشته باشید آلودگی زدایی از بیمار بعد از بررسی و مراقبت اولیه او انجام می شود. به عبارت دیگر هیچ بیماری را نباید به دلیل آلودگی به مواد رادیواکتیو در انتظار آلودگی زدایی و سپس معاینه و مراقبت نگه داشت چون این زمان انتظار ممکن است به قیمت جان بیمار تمام شود.

## اقدام چهاردهم: درآوردن لباس محافظ و خارج شدن از محدوده آلوده و تحویل دوزیمتر به افراد مسئول

بعد از انجام اقدامات لازم برای قربانیان، کلیه کارکنان باید دوزیمترهای خود را تحویل داده و لباس های خود را به روش استاندارد که در قسمت ضمیمه مندرج شده است در آورند.

## اقدام پانزدهم: آلودگی زدایی از ساختمان و وسایل و تجهیزات آن

بعد از ارائه مراقبت به بیماران و پایان پذیرفتن انتقالات مربوط به وسایل آلوده و ... باید تجهیزات مورد استفاده و ساختمان بیمارستان آلودگی زدایی شوند. برای آلودگی زدایی از ساختمان ها و وسایل روش های مختلفی وجود دارد که از آن جمله می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- **استفاده از بخار:** از این روش برای آلودگی زدایی از وسایلی استفاده می شود که دارای منافذ و سوراخ های متعدد

2. Vapor Extraction

از محلول های رایج شستشو استفاده کرد. می توان بعد 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 و گرنه 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، میکربی 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.

REFERENCES:

1. [www.bt.cdc.gov/radiation/dirtybombs.asp](http://www.bt.cdc.gov/radiation/dirtybombs.asp)
2. [www.osha.gov/SLTC/emergencypreparedness/rdd\\_tech.html](http://www.osha.gov/SLTC/emergencypreparedness/rdd_tech.html)
3. [www.ncrp.com](http://www.ncrp.com)
4. <http://www.orau.gov/reacts/>
5. <http://www.nukepills.com/RadDecon/MSDS77103.081105.pdf>
6. [www.nrt.org](http://www.nrt.org)
7. [www.energy.gov](http://www.energy.gov)
8. [www.nrc.gov](http://www.nrc.gov)
9. [www.fema.gov](http://www.fema.gov)
10. Manual for First Responders to a Radiological Emergency, JOINTLY SPONSORED BY CTIF, IAEA, PAHO, WHO, 2006
11. A D Augustine, T G Lewis et al , animal Models for Radiation Injury, Protection and Therapy, Radiation Research 164, 100-109 (2005)
12. 12. Conference of Radiation Control Program Directors (CRCPD) at [www.crcpd.org](http://www.crcpd.org) or 502-227-4543
13. Environmental Protection Agency (EPA) at [www.epa.gov/radiation/rert](http://www.epa.gov/radiation/rert)
14. Radiation Emergency Assistance Center/Training Site (REAC/TS) at [www.orau.gov/reacts](http://www.orau.gov/reacts) or 865-576-3131
15. 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. 111 No. 6 June 2003
16. Facts about food irradiation A series of Fact Sheets from the International Consultative Groupon Food Irradiation (ICGFI), 1999 International Consultative Group on Food Irradiation
17. 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
18. Dr M Repacholi (WHO), Dr T Kanematsu (Nagasaki University), Late Health Effects from Radiation: Knowledge gained from the 60 years' experience in Japan, 2005 Executive Board Meeting Hall Geneva, witzerland
19. IAEA-WHO: Diagnosis and Treatment of Radiation Injuries. Safety Report Series, No. 2, IAEA, Vienna, 1998.
20. IAEA-WHO: Planning the Medical Response to Radiological Accidents. Safety Report Series, No. 4, IAEA, Vienna, 1998.
21. Assessment and treatment of external and internal radionuclide contamination Radiation Safety Section International Atomic Energy Agency Printed by the IAEA in Austria April 1996
22. J Mapstone, S Brett, Radiological weapons: what type of threat? Critical Care 2005, 9:223-235  
PATIENT DECONTAMINATION , RECOMMENDATIONS FOR HOSPITALS, The Hospital and Healthcare System Disaster Interest Group And The California Emergency Medical Services Authority, 2005





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:

۱. ماده رادیواکتیو روی لباس ها، پوست یا زخم های قربانی وجود داشته باشد (آلودگی خارجی)
۲. توسط بیمار خورده یا استنشاق شده باشد (آلودگی داخلی)
۳. 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

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

## 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.

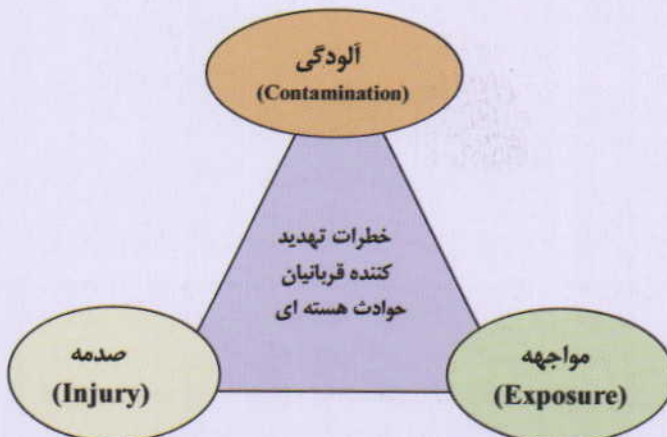
### توجه داشته باشید:

”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.

## خطرات سه گانه تهدید کننده قربانیان حوادث هسته ای



- 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 پرتوهایی که ساطع می کند میزان خطر سازی او برای اطرافیان را تخمین بزنیم. یک بیمار با آلودگی به مقادیر کم از ماده رادیواکتیو خطر چندانی برای دیگران به حساب نمی آید. بیمارانی که دچار آلودگی خارجی به مواد رادیواکتیو هستند را باید بلافاصله بعد از ورود به بیمارستان به قسمت مخصوصی که برای رسیدگی به آن ها در نظر گرفته شده است انتقال داد.

### 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. مجددا 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.



#### 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.

اگر بیمار مشکوک است، یعنی نمی دانید 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

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

- اولین پرسش این است که نوع آلودگی بیمار چیست؟ بیمار آلودگی داخلی دارد یا خارجی؟

که اگر امکان دسترسی به موقع به ابزارهای پرتوسنجی وجود ندارد باید کلیه بیماران را آلوده به مواد رادیواکتیو در نظر گرفته و آن ها را آلودگی زدایی نمود.

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

### توجه داشته باشید:

- 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؟
- پاسخ این سوال باید در برگه های تحویل نوشته شده و امضا شود.
- پرسش دیگر این است که آیا بیمار قبل از رسیدن به بیمارستان مورد اشعه سنجی قرار گرفته است یا نه؟
- اگر پاسخ مثبت است باید نتیجه بررسی به عمل آمده در برگه های تحویل بیمار ثبت شوند.

## اقدامات مورد نیاز

### ۱. ارزیابی فوری بیمار

باید بلافاصله راه های هوایی بیمار، کفایت تنفس و کفایت خون رسانی 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 می شود. اگر نمی دانید 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 نمی تواند 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.

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 با رعایت احتیاط های عمومی و جلوگیری از انتشار آلودگی با پوشیدن لباس های محافظ و رعایت نکات مرتبط به آن می باشد.

### ۲. خارج کردن لباس های بیمار

بعد از بررسی های اولیه اورژانس (CBA) باید ارزیابی خود را تکمیل نمایید. برای این کار باید لباس های بیمار خارج شوند (البته ممکن است در جریان آلودگی زدایی در محل

### یک سناریوی احتمالی:

بیماری را از یک نیروگاه برق که از سوخت هسته ای استفاده می کند برای شما می آورند. بیمار در جریان یک حادثه هسته ای دچار آلودگی به ماده رادیواکتیو شده است. در حال حاضر بیمار به سختی نفس می کشد. کاملاً پیداست که او برای نفس کشیدن تلاش بسیار زیادی می کند. بیمار مرتباً تکرار می کند که نمی تواند نفس بکشد. در نگاه اول به بیمار ماده رادیواکتیو به صورت یک پودر درخشان روی لباس بیمار دیده می شود. حتی روی زخم بازی که روی ساعد بیمار ایجاد شده است نیز می توان مقداری ماده رادیواکتیو را مشاهده نمود. پرسنل اورژانس خیلی سریع دست به کار می شوند. آن ها با احتیاط کامل لباس های بیمار را خارج کرده و آن ها را در کیسه های پلاستیکی قرار می دهند. ناگهان بیمار دچار ایست تنفسی می شود. اینجاست که توجه ها به بیمار و وریدهای برجسته گردنی در سمت چپ بیمار جلب می شود. انحراف نای به سمت مقابل به راحتی کشف می شود. بله، بیمار در اثر ترومای همزمان قفسه سینه دچار "پنوموتوراکس فشارنده" بوده است و می شد به راحتی و با وارد کردن یک آنژیوکت درشت او را از مرگ نجات داد. کافی بود تیم رسیدگی اورژانس اول ABC اورژانس هر بیمار ترومایی را در این بیمار نیز چک می کردند.

مجدداً تأکید می شود:

اگر شما لباس های محافظ لازم (شامل 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.

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 بپرسید.

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.

### 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

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 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.

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.

### ۴. دوزسنجی

- بیماری های مزمنی که دارد را بپرسید.
- بررسی های تشخیصی احتمالی که اخیراً با استفاده از مواد رادیواکتیو برای او انجام شده است را بپرسید.
- باید از شرح حال بیمار استخراج کنید که آیا در معرض تابش اشعه بوده است؟
- اگر بیمار شرح حال مناسب نمی دهد باید بر اساس علائم از تیم فیزیک پزشکی بخواهید بررسی های دوزسنجی

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.

ها، حدود یک گری تخمین زده می شود، دچار تهوع استفراغ خواهند بود. سرعت بروز تهوع استفراغ در بیمار هم به میزان تام اشعه دریافتی بیمار و هم به سرعت دریافت اشعه بستگی دارد.

### ۱۱. آسیب های موضعی

احتمال آسیب پرتوی موضعی را بررسی نمایید. اگر شک به چنین 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. 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.

برخورد با بیمار دچار سندرم رادیاسیون حاد

| برخورد با بیمار                                                                                                                                                                         | مواجهه تمام بدن با اشعه                                                             |                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
|                                                                                                                                                                                         | نشانه های بالینی                                                                    | دوز جذبی (بر حسب گری) |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>درمان سرپایی</li> <li>پی گیری از لحاظ مشکلات پوستی و خونی احتمالی: ۵ هفته بعد</li> </ul>                                                         | استفراغ ندارد                                                                       | کمتر از یک گری        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>رسیدی به بیمار در یک بیمارستان با تخصص های عمومی یا</li> <li>پی گیری به صورت سرپایی به مدت ۳ هفته (و بستری در بیمارستان در صورت لزوم)</li> </ul> | استفراغ<br>۲ تا ۳ ساعت بعد از مواجهه                                                | ۱ تا ۲ گری            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>بستری در یک مرکز خون یا جراحی (سوختگی)</li> </ul>                                                                                                | استفراغ<br>۱ تا ۲ ساعت بعد از مواجهه                                                | ۲ تا ۴ گری            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>بستری در یک مرکز خون مجهز یا یک بخش جراحی مجهز یا</li> <li>انتقال به یک مرکز تخصصی رادیوپاتی</li> </ul>                                          | استفراغ<br>زودتر از یک ساعت بعد از مواجهه (و/یا سایر علائم شدید مانند افت فشار خون) | بیشتر از ۴ گری        |

و نشانه های بالینی که دارد مواجهه احتمالی او با اشعه را حدس بزنید.

● باید با استفاده از شرح حال بیمار مشخص کنید که آیا او آلودگی داخلی داشته است یا نه؟

### ۶. مسائل 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 که 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

## بخش هشتم - رویکرد به بیماران دچار آسیبهای پرتوی ۱۱۱

توجه 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 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

| نمونه مورد نیاز                                                                                                                                   | هدف از بررسی نمونه                                                                                    | توضیحات                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>نمونه هایی که از همه بیماران گرفته می شوند</b>                                                                                                 |                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| - CBC- Diff اولیه<br>- به دنبال آن و در مواردی که شرح حال بیمار حاکی از مواجهه تمام بدن او با اشعه است: شمارش لنفوسیت ها هر ۶ ساعت به مدت ۴۸ ساعت | - ارزیابی محدوده دوز جذب شده<br>- تعیین سطح پایه تعداد لنفوسیت ها<br>- مقایسه مقادیر بعدی با آن       | - سوزن نمونه گیری را در نقطه ای فرو ببرید که آلوده نباشد.<br>- بعد از نمونه گیری، متعلقه ورود سوزن را با چسب بپوشانید.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| - بررسی معمول ادرار                                                                                                                               | - بررسی عملکرد کلیه ها<br>- 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.<br>- در صورت لزوم، به خود بیمار دستکش های پلاستیکی بدهید تا برای جمع آوری نمونه آن ها را بپوشد.<br>- روی ظرف نمونه بنویسید: "نمونه شماره یک: تاریخ و ساعت"                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>نمونه هایی که از بیماران مشکوک به آلودگی خارجی گرفته می شوند</b>                                                                               |                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| - سواب های از دهانه سوراخ های بدن (دهان، بینی و ...)                                                                                              | - بررسی احتمال آلودگی داخلی                                                                           | - از سواب های پنبه 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 سواب از خود زخم                                                                                                          | - بررسی احتمال آلودگی زخم ها                                                                          | - پانسمان های بیمار را در یک کیسه پلاستیکی قرار دهید<br>- با استفاده از سواب های خشک یا مرطوب نمونه هایی از ترشحات هر یک از زخم ها بگیرید<br>- می توانید چند قطره از ترشحات را با استفاده از قطره چکان یا سرنگ جمع آوری و برای بررسی ارسال نمایید<br>- برای زخم هایی که دبری های قابل مشاهده دارند از ایلکتور 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. |
| <b>نمونه هایی که از بیماران مشکوک به آلودگی داخلی گرفته می شوند</b>                                                                               |                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 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 ۲۴ 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.                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

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 اطلاعات لازم در

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.

**کلیدی ترین نکته کاربردی = شمارش نفوسیت ها**

تعداد مطلق نفوسیت ها اختصاصی ترین و 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 نفوسیت ها را اندازه گرفت. چک مرتب تعداد نفوسیت ها باید حداقل تا ۴۸ ساعت ادامه پیدا کند. بعد از ۴۸ ساعت اول شمارش نفوسیت ها هر ۱۲ ساعت انجام می شود. اندازه گیری هر ۱۲ ساعت یک بار را باید تا ۵ روز بعد ادامه داد. شمارش مطلق نفوسیت ها را می توان به عنوان یک معیار کارآمد برای پیش بینی پیش آگهی بیمار نیز مورد استفاده قرار داد.

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.

مورد علائم خطر و توصیه به مراجعه مجدد در صورت بروز مشکل به بیمارستان مرخص نمود.

اگر قربانی در جریان سرقت مواد رادیواکتیو یا به صورت تصادفی و مثلاً در اثر پیدا کردن یک چشمه ماده رادیواکتیو دچار مشکل شده است باید تمام اسباب و وسایل آلوده به مواد

| احتمال زنده ماندن بیمار                | درجه وخامت<br>سندرم رادیاسیون حاد | شمارش مطلق<br>نفوسیت 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             |

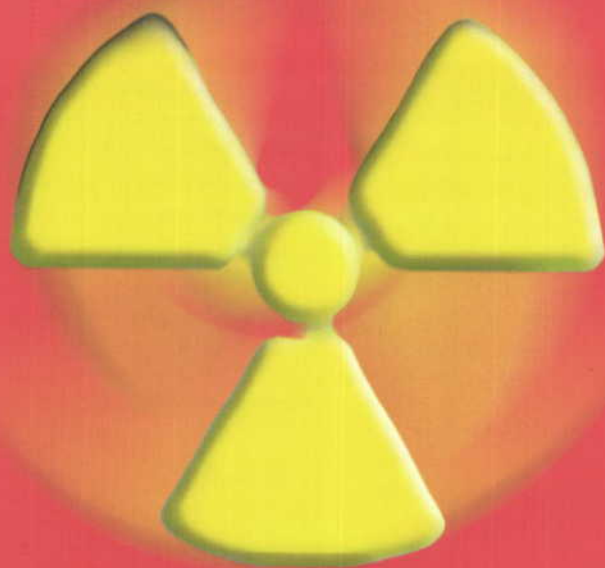
رادیواکتیو او را به عنوان شواهد و مدارک قابل ارائه به مراجع قانونی نگه داشت.

**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



ضمیمه شماره ۱ (الف)

تريازبيمارستاني  
بیمارانی که  
دچار آسیب  
پرتوی شده اند

### قدم اول = گرفتن شرح حال (بیماران غیر ترومایی)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>به این ترتیب عملاً احتمال مواجهه به بیمار با پرتوها به دست خواهد آمد.</li> <li>می توان از این اطلاعات برای تعیین دوز جذب شده پرتو (Dosimetry) نیز استفاده کرد.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>وقتی واقعه رخ داد، شما کجا بودید؟ (لازم است آدرس و موقعیت بیمار در زمان رخداد حادثه به طور دقیق مشخص شود)</li> <li>آیا شما داخل ساختمان (مانند خانه یا محل کار خود) یا در فضای باز بودید؟</li> <li>شما برای چه مدتی خارج از خانه یا محل کار و در فضای باز بودید؟</li> </ul> | مواجهه بیمار        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>اسهال و استفراغ نشانه هایی از آسیب های ناشی از پرتو هستند.</li> <li>زمان بروز اولین حمله استفراغ در بیمار، ارتباط مستقیم با دوز جذب شده پرتو دارد.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>آیا شما در مدت زمان بعد از بروز حادثه استفراغ کرده اید؟</li> <li>آیا شما در این مدت دچار اسهال شده اید؟</li> <li>زمان استفراغ شما کی بوده است؟</li> <li>اسهال شما از کی شروع شده است؟</li> </ul>                                                                            | استفراغ و اسهال     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>اندازه گیری های دوره ای وزن بیمار می تواند راهنمایی مناسب برای مایع درمانی کافی او باشد.</li> <li>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.</li> <li>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 مصدومینی که همزمان به بیمارستان منتقل شده اند).</li> <li>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.</li> </ul> | <p>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:</p> <p>شما چند کیلوگرم وزن دارید؟</p>                                                                                                                 | وزن بیمار           |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>اگر بیمار در اثر اسهال و استفراغ شدید ناتوان شده باشد، ممکن است در زمان پذیرش در بخش اورژانس نیز آلوده باشد.</li> <li>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.</li> <li>خارج کردن لباس های بیمار و آلودگی زدایی او باید در اولین فرصت ممکن انجام شود وگرنه منجر به گسترش آلودگی و افزایش تعداد بیماران اشعه دیده (که می تواند شامل خود کارکنان درمانی بیمارستان مانند پزشکان و پرستاران نیز باشد) خواهد شد.</li> </ul>                                                                                                                                 | <p>حتماً در پرونده بیمار ثبت کنید که:</p> <p>آیا بیمار قبل از انتقال به بخش بیمارستان مورد آلودگی زدایی قرار گرفته است یا نه؟</p>                                                                                                                                                                                  | آلودگی              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>حتماً از بیمار یا همراهان بپرسید که:</p> <p>آیا او برای دوره ای از زمان، هوشیاری خود را از دست داده است یا نه؟</p>                                                                                                                                                                                              | از دست رفتن هوشیاری |

قدم دوم = معاینه فیزیکی (بیماران غیر ترومایی)

|                            |                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>علائم حیاتی</p>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• علائم حیاتی بیمار به خصوص نمای بدن او را اندازه گیری کنید</li> <li>• این کار را هر ۲ ساعت یکبار تکرار نمایید</li> </ul>                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• اندازه گیری علائم حیاتی در بدو ورود برای داشتن یک خط پایه برای مقایسه های بعدی بسیار ضروری است.</li> <li>• افزایش دمای بدن در معاینات بعدی ارتباط مستقیم با میزان دوز جذب شده پرتو دارد.</li> <li>• 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.</li> <li>• همیشه باید سایر علل افزایش دما یا کاهش فشار خون را بررسی و رد کنید</li> </ul>                                                                                                                                                                         |
| <p>استفراغ اسهال</p>       | <p>به این که آیا بیمار در زمان معاینه اسهال یا استفراغ دارد توجه کنید؟</p> <p>اگر پاسخ مثبت است باید شدت و حجم اسهال و استفراغ بیمار را تخمین بزنید.</p> <p>اطلاعات به دست آمده را در پرونده بیمار ثبت کنید.</p>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• اگر دوز جذب شده پرتو کمتر از یک گری باشد، کمتر از ۱۰٪ افراد را دچار استفراغ خواهد کرد.</li> <li>• اگر دوز جذب شده بیش از ۲ گری باشد، بیشتر افراد دچار استفراغ خواهند شد.</li> <li>• زمان شروع استفراغ در بیمار ارتباط محکمی با مقدار دوز جذب شده پرتو دارد.</li> <li>• هر چه دوز جذب شده پرتو بیشتر باشد، بیمار زودتر دچار استفراغ شده و استفراغ های او شدید تر خواهند بود.</li> <li>• بروز اسهال حاد در بیمار نشان دهنده این است که دوز جذب شده پرتو توسط بیمار بالاتر از ۹ گری بوده است.</li> <li>• کرمپ های شکمی و انقباضات روده ای دردناک نیز بخشی از علائم آسیب های ناشی از پرتو هستند.</li> </ul> |
| <p>سندرم رادیاسیون حاد</p> | <p>به گرمزی پوست و/یا مخاط های بیمار توجه کنید.</p> <p>تفویع و کرمپ های شکمی را بررسی کنید.</p> <p>درباره سردرد و احساس خستگی نامعمول و مغرط از بیمار سوال کنید.</p> <p>به علائم و نشانه های پاروتیت (پاروتیدیت) توجه کنید.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <p>عملکرد عصبی</p>         | <p>عملکرد عصبی به خصوص سطح هوشیاری بیمار باید مورد بررسی قرار گیرد.</p>                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• در صورت وجود شرح حالی از افت هوشیاری یا شواهدی از ادم مغزی یا سایر نقایص عصبی که در اثر تروما ایجاد نشده 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.</li> <li>• 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.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                             |

قدم سوم = بررسی های آزمایشگاهی (بیماران غیر ترومایی)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                              |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• انواع مختلف سلول های خونی تحت تأثیر پرتوها قرار می گیرند.</li> <li>• حتی پلاکت های خون بیمار افت می کنند.</li> <li>• مهم ترین شاخص بالینی برای ارزیابی آسیب ناشی از پرتو ها و بی گیری آن، "تعداد لنفوسیت" خون محیطی می باشد.</li> <li>• اگر تعداد لنفوسیت اولیه کمتر از ۱۰۰۰ لنفوسیت در میکرولیتر باشد به معنای مواجهه بیمار با دوز بسیار بالای اشعه می باشد.</li> </ul>        | <p>شمارش کامل سلول های خونی و افتراق آن ها باید برای همه بیماران انجام شود.</p> <p>شمارش تعداد لنفوسیت های خون محیطی نیز باید برای همه بیماران انجام شده و در فواصل زمانی استاندارد زیر تکرار شود:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• زمان ورود</li> <li>• ۶ ساعت بعد</li> <li>• ۱۲ ساعت بعد</li> <li>• ۲۴ ساعت بعد</li> </ul>                                                      | <p><b>CBC-diff</b><br/>تعداد<br/>لنفوسیت</p> |              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• نکته بسیار مهم:</li> <li>• چون تعیین نوع HLA و بررسی های سیتوژنتیک 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 تهوع-استفراغ بیمار به عنوان شاخص پیش بینی 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.</li> </ul> | <p>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 در خواست نمایید:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• تعیین نوع گروه خونی</li> <li>• تعیین نوع HLA</li> <li>• دوزیمتری سیتوژنتیک</li> </ul> <p>مقدار خون مورد نیاز برای این بررسی ها حداقل ۱۰ سی سی است و باید در شیشه "هپارینه" ریخته شود</p> | <p>تعیین<br/>نوع<br/>HLA</p>                 | <p>خون</p>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• اگر دوز پرتوی دریافتی توسط کل بدن بیمار یا غدد پاراتیروئید او (به عنوان عضو شاخصی از سر و گردن بیمار) بیشتر از ۰/۵ گری باشد، غلظت آمیلاز سرم، افزایش قابل ملاحظه ای پیدا خواهد کرد.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <p>اگر امکانات آزمایشگاهی شما اجازه می دهد، آمیلاز سرم بیمار را نیز چک کنید.</p> <p>لازم است آزمایش بیمار، ۲۴ ساعت بعد، دوباره تکرار شود.</p>                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>آمیلاز سرم</p>                            |              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• برای جمع آوری ادرار باید از ظروفی استفاده شود که مهر و موم شده اند.</li> <li>• نام بیمار و تاریخ اخذ نمونه باید روی ظرف نوشته شود.</li> <li>• نیازی نیست که نمونه داخل یخچال نگهداری شود.</li> <li>• 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.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                    | <p>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.</p>                                                                                                                                                                                                     | <p>ادرار<br/>۲۴<br/>ساعته</p>                | <p>ادرار</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• برخی مواد رادیواکتیو در دستگاه گوارش جذب نشده و لذا از طریق ترشح در مدفوع دفع می شوند.</li> <li>• برخی مواد رادیواکتیو در دستگاه گوارش جذب شده و بعد از گردش در بدن بیمار و تغییرات مختلف به مدفوع ترشح می شوند.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>آزمایش مدفوع برای همه بیماران انجام نمی شود و لزوم انجام آن را متخصصان فیزیک پزشکی تعیین می کنند.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p>نمونه مدفوع</p>                           | <p>مدفوع</p> |

قدم چهارم = درمان اولیه (بیماران غیر ترومایی)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• به جز سایر آنتاگونیست‌های گیرنده 5HT<sub>3</sub> سایر داروهای ضد تهوع اثر چندانی بر تهوع بیمار ندارند</li> <li>• هر بار که احساس تهوع بیشتر زیاد و برای آزاردهنده بود باید دارو برای بیمار تجویز شود</li> </ul>                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• اندانسترون</li> <li>• گران‌سترون</li> <li>• سایر آنتاگونیست‌های گیرنده 5HT<sub>3</sub></li> </ul>                                                                                                                                          | <p>ضد تهوع</p>     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• این دو دارو در دسترس بوده و به راحتی برای بیماران قابل استفاده هستند. کوز مورد نیاز آن‌ها مشابه سایر موارد اسهال تعیین می شود و فرمول خاصی ندارد</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• لوبرامید</li> <li>• دیفنوکسیلات</li> </ul>                                                                                                                                                                                                 | <p>ضد اسهال</p>    |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• در مواردی که بیمار به شدت دچار اضطراب شده باشد، علائم و نشانه‌های حمله پانیک را بروز خواهد داد که بسیار شبیه به علائم و نشانه‌های سندرم راندولسون حاد می باشد. بنابراین بهتر است برای بیماران خیلی مضطرب از ضد اضطراب‌های کوتاه اثر استفاده شود.</li> </ul>                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• اکوازام</li> <li>• لورازپام</li> </ul>                                                                                                                                                                                                     | <p>ضد اضطراب</p>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• اکثر بیمار تهوع دارد و نمی تواند غذا بخورد یا از مایعات استفاده نماید باید مایع درمانی نگهدارنده شود.</li> <li>• اگر بیمار اسهال دارد و آب از دست می دهد، به جز مایع درمانی نگهدارنده نیاز به جایگزینی حجم نیز دارد</li> <li>• مایع درمانی این بیماران، عمل تقویتی یا مایع درمانی در سایر بیماران دچار دهیدراتاسیون ندارد و از همان اسون و قویترین تعیت می کند.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• نوع مایع مورد استفاده باید از موارد زیر باشد:</li> <li>• رینگر لاکتات یا نرمال سالین برای جبران حجم</li> <li>• <math>\frac{1}{3}</math> به عنوان مایع نگهدارنده</li> <li>• مقدار مایع مورد نیاز بر حسب وضعیت بیمار تعیین می شود</li> </ul> | <p>مایع درمانی</p> |

## 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 پرسش 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 کرختی، 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:
  - آیا احساس خستگی مفرط دارد؟
  - آیا احساس بی اشتهایی دارد؟
  - آیا احساس تهوع دارد؟
  - آیا باز هم استفراغ کرده است؟ چند بار و به چه مقدار؟
  - آیا اسهال او هنوز ادامه دارد؟ چند بار و به چه مقدار؟
  - آیا سردرد دارد؟
  - آیا درد شکم دارد؟
  - 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.               | • دمای بدن            |                                                 |
| • هر چه افزایش دمای بدن بیمار زودتر صورت گیرد، نشان می دهد دوز پرتوی اولیه دریافتی بالاتر بوده است.                                                            |                       |                                                 |
| • فشار خون بیمار باید به عنوان شاخصی از وضعیت هیدراسیون بدن بیمار مرتب اندازه گیری شود.                                                                        | • فشار خون            |                                                 |
| • با استفاده از پالس 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.                                                                                        | • پوست و مخاط         | معاینه فیزیکی:<br>- ۶ ساعت بعد<br>- ۱۲ ساعت بعد |
| • توجه داشته باشید که اریتم پوستی در بیماران سننرم رادیاسیون حاد، حالت مهاجر دارد. یعنی ممکن است اریتم یک قسمت از بین 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 مستند موزیت های بعدی می کند که باید مورد توجه قرار گیرند.                                                                           |                       |                                                 |
| • باید با استفاده از معاینه فیزیکی بیمار، نشانه 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)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                      |                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>* باید به فواصل ۶ ساعت بین ۱۲ ساعت بعد، ۲۴ ساعت بعد تکرار شوند.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                        | CBC-diff             |                         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>* لنفوسیت ها نسبت به پرتوهای یونیزان به شدت حساس هستند به طوری که افت لنفوسیت خون نشان دهنده مواجهه با پرتو است.</li> <li>* از تعداد لنفوسیت ها می توان برای محاسبه دوز پرتو دریافتی استفاده کرد (به جدول مربوط مراجعه نمایید).</li> </ul>                                                        | تعداد لنفوسیت ها     |                         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>* یک افزایش موقتی در تعداد نوتروفیل ها و به دنبال آن یک کاهش قابل توجه در تعداد لنفوسیت های خون، یک تایلومی قویک در تغییرات سلول های خونی بعد از مواجهه با مقدار قابل توجه پرتوهای یونیزان می باشد.</li> </ul>                                                                                    | تعداد نوتروفیل ها    | بررسی های<br>آزمایشگاهی |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>* باید به فاصله ۲۴ ساعت تکرار شود.</li> <li>* اگر دوز پرتوی دریافتی بیش از ۵-۱۰ گری باشد سطح آمیلاز سرم به شدت افزایش پیدا می کند.</li> <li>* 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.</li> </ul> | آمیلاز سرم           |                         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>* در صورت لزوم می توان الکترولیت های سرم را نیز بررسی نمود.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                            | الکترولیت های<br>سرم |                         |

## چگونگی تعیین تکلیف بیماران غیر ترومایی

| علامت و نشانه ها                                                                                                                                                                                                                        | رتبه بندی وضعیت بالینی                                                                                                                                                                  | بررسی های مورد نیاز                                                                                                               | اقدامات مورد نیاز                                                                                                                                                               | توضیحات ضروری                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| - استفراغ چند دقیقه بعد از مواجهه<br>- اسهال در کمتر از یک ساعت<br>- تب در کمتر از یک ساعت<br>- سردرد شدید<br>- شرح حال احتمالی از یک دوره از دست رفتن هوشیاری<br>- افت فشار خون احتمالی<br>- کرمپ های شکمی<br>- اریتم<br>- درد پاروتید | <b>بیمار نیاز به درمان های حمایتی/تسکینی دارد</b>                                                                                                                                       | - خون بیمار برای آزمایشات گرفته شود<br>- CBC بیمار به صورت روزانه تکرار شود                                                       | - بیمار باید مراقبت های پزشکی خود را در زمینه ها و سطوح مختلف دریافت دارد<br>- در اختصاص نیروها و منابع به این بیماران باید همواره پیش آگهی بسیار 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 آگهی بیمار بسیار بد است.                                                                                                        |
| - بروز استفراغ در کمتر از ۳۰ دقیقه<br>- تب زودرس<br>- اسهال در عرض ۲ ساعت<br>- درد پاروتید<br>- اریتم های پوستی<br>- علائم پرودرومال (ضعف بدن درد، خستگی و ...) شدید                                                                    | <b>بیمار نیاز به شروع مراقبت های ویژه از همان روز اول دارد</b><br><br>(اگر لازم است بیمار به یک مرکز تخصصی تر منتقل شود این انتقال باید در همان روز اول و در اولین فرصت ممکن انجام شود) | - CBC روزانه<br>- دوزبمتری سیتوژنتیک<br>- تعیین نوع گره خونی<br>- تعیین نوع HLA                                                   | - درمان با فاکتور های رشد خون ساز باید در اولین زمان ممکن آغاز شوند<br>- پروفیلاکسی علیه ویروس ها باید آغاز شود<br>- مشاوره خون لازم است<br>- باید به فکر پیوند مغز استخوان بود | - در دوز های بالای اشمه ممکن است مرحله نهفته سندرم رادباسیون حاد بسیار کوتاه باشد یا اصلاً وجود نداشته باشد.<br>- در چنین مواردی بیمار یک دوره پرودرومال کوتاه و به دنبال آن بروز شدید علائم و نشانه های سندرم رادباسیون حاد را نشان خواهد داد |
| - بروز استفراغ در فاصله زمانی کمتر از یک ساعت<br>- بروز تب در ۱-۲ ساعت اول<br>- بروز اسهال در ۲-۸ ساعت اول<br>- (اریتم پوستی)<br>- (درد پاروتید)                                                                                        | <b>بستری در ICU بیمارستان ضروری است</b><br><br>(اگر امکان بستری در ICU وجود ندارد باید بیمار به یک مرکز دارای تخت خالی ICU منتقل نمود)                                                  | - CBC-diff روزانه<br>- بررسی های سیتوژنتیک<br>- تعیین نوع گره خون<br>- تعیین نوع HLA                                              | - مراقبت های ویژه پزشکی باید در اختیار بیمار قرار گیرد<br>- پروفیلاکسی علیه ویروس ها ضروری است<br>- مشاوره خون لازم است<br>- باید به فکر پیوند مغز استخوان بود                  | - پرودروم این بیماران تقریباً ۲۸ ساعت طول می کشد<br>- دوره نهفته که بعد از دوره پرودرومال آغاز می شود ممکن است ۱-۳ هفته طول بکشد.                                                                                                              |
| - تهوع-استفراغ در ۱-۲ ساعت اول بعد از مواجهه با پرتوها                                                                                                                                                                                  | <b>بستری در بیمارستان یا نظارت دقیق پزشکی در خارج از بیمارستان ضرورت دارد</b>                                                                                                           | - CBC-diff هر ۳ روز یک بار<br>- بی گیری تعداد نوتروفیل ها و پلاکت ها که احتمالاً در ۲-۳ هفته آتی به کمترین مقدار خود خواهند رسید. | - دوزبمتری سیتوژنتیک توصیه می شود اما الزامی نیست.<br>- برخی بیماران ممکن است نیاز به تجویز فاکتورهای رشد خون ساز پیدا نمایند.                                                  | - پرودروم این بیماران معمولاً ۲۸ ساعت طول می کشد.<br>- به دنبال آن دوره نهفته رخ می دهد که ۱-۳ هفته طول خواهد کشید.                                                                                                                            |
| بی اشتها و تهوع بدون استفراغ که به مدت بیش از ۲ ساعت بعد از مواجهه با پرتوها ادامه داشته باشد.                                                                                                                                          | <b>نیاز به بستری در بیمارستان وجود ندارد</b>                                                                                                                                            | 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                                             | بهتر است بیمار در خارج از بیمارستان تحت مراقبت های پزشکی لازم قرار داشته باشد.                                                                                                                                                                 |

\* توضیح مهم: اگر بیمار با بستری نمی کنید باید دستورات زیر را به اطلاع او برسانید و مطمئن شوید که بیمار آن ها را فهمیده است: تا جای ممکن سعی کنید خود را در معرض عفونت یا آسیب های مختلف قرار ندهید (تماس خود را با افراد مختلف محدود سازید، از تماس با کسانی که سرماخوردگی یا هر عفونت قابل انتقال دیگری دارند پرهیز نمایید در زمان کار کردن با وسایل تیز احتیاطاً کنید از خوردن آب و غذاهای مشکوک خودداری نمایید و ...) دمای 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، عفونت خونریزی یا آسیب شدید بلافاصله به پزشک مراجعه نمایید.



ضمیمه شماره ۱ (ب)

تريازيما رستاني  
بيماراني كه  
دچار آسيب  
پرتوي شده اند

## اقدامات لازم برای بیماران پرتو دیده با آسیب های تروماتیک همراه

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                 |                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| <p>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.</p> <p>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.</p> <p>مثل هر بیمار ترومایی دیگری، باید:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• راه هوایی بیمار کنترل شده و از باز بودن راه های هوایی بیمار اطمینان حاصل شود</li> <li>• کفایت تنفس بیمار با استفاده از پالس اکسیمتری و ... ارزیابی گردد</li> <li>• کفایت خون رسانی بیمار باید بررسی شود و اگر بیمار خونریزی خارجی دارد، باید خونریزی بیمار را تا جای ممکن کنترل نمود</li> </ul> |                                                                                                                                 | <b>ABCD</b>                      |
| <p style="text-align: right;">بار دیگر تأکید می شود که :</p> <p style="text-align: center;"><b>پایدارسازی اولیه بیمار بر هر اقدام دیگری اولویت دارد</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                 |                                  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• اگر بیمار در اثر اسهال و استفراغ شدید ناتوان شده باشد، ممکن است در زمان پذیرش در بخش اورژانس نیز آلوده باشد</li> <li>• 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.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>باید بلافاصله با استفاده از ابزارهای مخصوص این کار، تعیین نمایید که بیمار به مواد رادیواکتیو آلوده است یا نه؟</p>            | <b>آلودگی به مواد رادیواکتیو</b> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• خارج کردن لباس های بیمار و آلودگی زدایی او باید در اولین فرصت ممکن انجام شود وگرنه منجر به گسترش آلودگی و افزایش تعداد بیماران آشفته دیده (که می تواند شامل خود کارکنان درمانی بیمارستان مانند پزشکان و پرستاران نیز باشد) خواهد شد</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p>اگر امکان پرتوسنجی بیماران با استفاده از ابزارهای وجود ندارد، باید تمامی بیماران را آلوده در نظر بگیرید.</p>                 |                                  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• اگر از عدم آلودگی بیمار مطمئن نیستید، بنا را بر این بگذارید که بیمار آلوده است.</li> <li>• اگر بیمار آلوده باشد، با در آوردن لباس ها، بخش اعظم آلودگی ها زوده می شوند.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <p>خارج کردن سریع و صحیح لباس های بیماران آلوده مهم ترین اقدام در جهت کنترل آلودگی ها است.</p>                                  |                                  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• لباس ها را باید به روش استاندارد و به نحوی که کمترین انتشار ذرات در فضا رخ دهند خارج شده و در کیسه های پلاستیکی مخصوص جمع آوری شده و به طرز صحیح، دفع شوند.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>حتماً در پرونده بیمار ثبت کنید که آیا بیمار قبل از انتقال به بخش بیمارستان مورد آلودگی زدایی قرار گرفته بوده است یا نه؟</p>  | <b>توجه به زخم ها</b>            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>اگر در زخم های بیمار فلزی دیده می شود، باید یک فلز رادیواکتیو در نظر گرفته شده و با استفاده از فورسپس های بلند خارج شود.</p> |                                  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <p>اگر زخم های بیمار واضحاً آلوده به ماده رادیواکتیو هستند باید مورد آلودگی زدایی قرار گیرند.</p>                               |                                  |

### قدم اول = گرفتن شرح حال (بیماران ترومایی)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>اطلاعات مربوط به این که بیمار در زمان بروز حادثه کجا بوده است کمک می کنند که بتوانید تعداد لایه های محافظتی او و نزدیکی یا دوری او به محل حادثه را تخمین بزنید.</li> <li>به این ترتیب عملاً احتمال مواجهه به بیمار با پرتوها به دست خواهد آمد.</li> <li>می توان از این اطلاعات برای تعیین دوز جذب شده پرتو (Dosimetry) نیز استفاده کرد.</li> <li>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.</li> </ul>                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>وقتی واقعه رخ داد، شما کجا بودید؟</li> <li>لازم است آدرس و موقعیت بیمار در زمان رخداد حادثه به طور دقیق مشخص شود)</li> <li>آیا شما داخل ساختمان (مانند خانه یا محل کار خود) یا در فضای باز بودید؟</li> <li>شما برای چه مدتی خارج از خانه یا محل کار و در فضای باز بودید؟</li> </ul> | مواجهه بیمار        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>مکانیسم ورود آسیب می تواند اطلاعات دیگری را درباره شدت آسیب وارده و سایر آسیب های همراه در اختیار قرار دهد.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>مکانیسم آسیب وارد شده به بیمار را باید ارزیابی نمود.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                     | مکانیسم آسیب        |
| سابقه بیماری های زمینه ای همراه، سابقه آلرژی ها و داروهایی که بیمار مصرف می کند باید پرسیده شوند.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>اسهال و استفراغ نشانه هایی از آسیب های ناشی از پرتو هستند.</li> <li>زمان بروز استفراغ ارتباط مستقیم با دوز جذب شده پرتو دارد.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>آیا شما در مدت زمان بعد از بروز حادثه استفراغ کرده اید؟</li> <li>آیا شما در این مدت دچار اسهال شده اید؟</li> <li>زمان استفراغ شما کی بوده است؟</li> <li>اسهال شما از کی شروع شده است؟</li> </ul>                                                                                    | استفراغ و اسهال     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>اندازه گیری های دوره ای وزن بیمار می تواند راهنمایی مناسب برای مایع درمانی کافی او باشد.</li> <li>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 جایگزینی آن نمود.</li> <li>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.</li> <li>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.</li> </ul> | <p>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:</p> <p>شما چند کیلوگرم وزن دارید؟</p>                                                                                                                         | وزن بیمار           |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>ترومای همزمان سر و گردن باید بررسی و رد شود.</li> <li>تا رد آسیب مهره های گردنی باید گردن بیمار با استفاده از کلا، ثابت شده باشد.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p>حتماً از بیمار یا همراهان بپرسید که آیا او برای دوره از زمان، هوشیاری خود را از دست داده است یا نه؟</p>                                                                                                                                                                                                                 | از دست رفتن هوشیاری |

## قدم دوم = معاینه فیزیکی (بیماران ترومایی)

|                                   |                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>علائم حیاتی</b></p>         | <p>علامت‌های حیاتی بیمار را اندازه گیری کنید<br/>این کار را هر ۲ ساعت یک بار تکرار نمایید.</p>                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• اندازه گیری علائم حیاتی در بدو ورود برای داشتن یک خط پایه برای مقایسه های بعدی بسیار ضروری است.</li> <li>• 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 گری.</li> <li>• 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 خونریزی قابل توجه دارد.</li> </ul>                                                                                                                                                               |
| <p><b>استفراغ و اسهال</b></p>     | <p>به این که آیا بیمار در زمان معاینه، اسهال یا استفراغ دارد توجه کنید؟</p> <p>اگر پاسخ مثبت است، باید شدت و حجم اسهال و استفراغ بیمار را تخمین بزنید.</p> <p>اطلاعات به دست آمده را در پرونده بیمار ثبت کنید.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• اگر دوز جذب شده پرتو، کمتر از یک گری باشد، کمتر از ۱۰٪ افراد را دچار استفراغ خواهد کرد.</li> <li>• اگر دوز جذب شده، بیش از ۲ گری باشد، بیشتر افراد دچار استفراغ خواهند شد.</li> <li>• زمان شروع استفراغ در بیمار، ارتباط محکمی با مقدار دوز جذب شده پرتو دارد.</li> <li>• هر چه دوز جذب شده پرتو بیشتر باشد، بیمار زودتر دچار استفراغ شده و استفراغ های او شدید تر خواهند بود.</li> <li>• بروز اسهال حاد در بیمار نشان دهنده این است که دوز جذب شده پرتو توسط بیمار بالاتر از ۹ گری بوده است.</li> <li>• کرمب های شکمی و انقباضات روده ای دردناک نیز، بخشی از علائم آسیب های ناشی از پرتو هستند.</li> </ul> |
| <p><b>پاروتیت</b></p>             | <p>به علائم و نشانه های پاروتیت توجه نمایید.</p>                                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• سلول های غده پاروتید نسبت به پرتوهای یونیزان بسیار حساس هستند و وجود پاروتیت در بیمار به معنی مواجهه قابل توجه با پرتو است.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <p><b>اریتم</b></p>               | <p>به قرمزی پوست و/یا مخاط های بیمار توجه کرده و آن را ثبت کنید.</p> <p>سوختگی های احتمالی را مورد بررسی دقیق قرار دهید.</p>                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• در سوختگی های ناشی از شعله یا یا جرقه:<br/>۱. محل سوختگی بیمار دردناک است.</li> <li>۲. موهای ناحیه سوخته، متناسب با عمق سوختگی، ریخته شده اند و از بین رفته اند.</li> <li>• در سوختگی های ناشی از پرتو:<br/>۱. هر چند ممکن است احساس کشیده شدن بافت یا خارش وجود داشته باشد، درد وجود ندارد.</li> <li>۲. از بین رفتن بافت دیده نشده و موها دچار ریزش نشده اند. ریزش موها ممکن است ۲ تا ۳ هفته بعد رخ دهد.</li> </ul>                                                                                                                                                                                        |
| <p><b>سندرم رادیاسیون حاد</b></p> | <p>تهوع و کرمب های شکمی را بررسی کنید.</p> <p>درباره سردرد و احساس خستگی نامعقول، از بیمار سوال کنید.</p>                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <p><b>عملکرد عصبی</b></p>         | <p>به علائم و نشانه های پاروتیت توجه کنید.</p>                                                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <p><b>عملکرد عصبی</b></p>         | <p>عملکرد عصبی بیمار به خصوص سطح هوشیاری بیمار باید مورد بررسی قرار گیرد.</p>                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ترومای همزمان سر و گردن باید بررسی و رد شود.</li> <li>• تا رد آسیب مهره های گردنی باید گردن بیمار با استفاده از کالر ثابت شده باشد.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

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

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>از آنجا که بیمار ترومایی ممکن است نیاز به تزریق خون پیدا کند، باید بلافاصله گروه خونی او تعیین شده، کراس مایج شده و خون اشعه دیده به مقدار لازم برای او آماده شود.</li> <li>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.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                              | <p>گروه خونی</p> <p>گروه</p> <p>گروه خون بیمار باید در اولین نمونه خونی که از او گرفته می شود تعیین شود.</p>                                                                                                                                                                                                                          |            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>مهم ترین شاخص بالینی برای ارزیابی آسیب ناشی از پرتو ها و بی گیری آن، "تعداد لنفوسیت" خون محیطی می باشد.</li> <li>اگر تعداد لنفوسیت اولیه کمتر از ۱۰۰۰ لنفوسیت در میکرولیتر باشد به معنای مواجهه بیمار با دوز بسیار بالای اشعه می باشد.</li> </ul>                                                                                                                                | <p>CBC-diff</p> <p>تعداد لنفوسیت</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>شمارش کامل سلول های خونی و افتراق آن ها باید برای همه بیماران انجام شود.</li> <li>شمارش 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.</li> </ul> |            |
| <p>نکته بسیار مهم:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>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 افت تعداد لنفوسیت ها گرفته شده و به آزمایشگاه ارسال شود. بنابراین تهوع-استفراغ بیمار به عنوان شاخص پیش بینی 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.</li> </ul> | <p>تعیین نوع HLA</p> <p>نوع</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>تعیین نوع گروه خونی</li> <li>تعیین نوع HLA</li> <li>دوزیمتری سیتوژنتیک</li> </ol> <p>مقدار خون مورد نیاز برای این بررسی ها حداقل ۱۰ سی سی است و باید در شیشه "هپارینه" ریخته شود.</p>                                                                          | <p>خون</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>اگر دوز پرتوی دریافتی توسط کل بدن بیمار یا غدد پاروتید او (به عنوان عضو شاخصی از سر و گردن بیمار) بیشتر از ۵-۱۰ گری باشد، غلظت آمیلاز سرم، افزایش قابل ملاحظه ای پیدا خواهد کرد.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>امیلاز سرم</p> <p>اگر امکانات آزمایشگاهی شما اجازه می دهد، آمیلاز سرم بیمار را نیز چک کنید.</p> <p>لازم است آزمایش بیمار، ۲۴ ساعت بعد، دوباره تکرار شود.</p>                                                                                                                                                                       |            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>برای جمع آوری ادرار باید از ظرفی استفاده شود که مهر و موم شده اند.</li> <li>نام بیمار و تاریخ اخذ نمونه باید روی ظرف نوشته شود.</li> <li>نیازی نیست که نمونه داخل یخچال نگهداری شود.</li> <li>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.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                           | <p>ادرار</p> <p>۲۴</p> <p>ساعت</p> <p>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.</p>                                                                                                          |            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>برخی مواد رادیواکتیو در دستگاه گوارش جذب نشده و لذا از طریق ترشح در مدفوع، دفع می شوند.</li> <li>برخی مواد رادیواکتیو در دستگاه گوارش جذب شده و بعد از گردش در بدن بیمار و تغییرات مختلف، به مدفوع ترشح می شوند.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>مدفوع</p> <p>نمونه مدفوع</p> <p>آزمایش مدفوع برای همه بیماران انجام نمی شود و لزوم انجام آن را متخصصان فیزیک پزشکی تعیین می کنند.</p>                                                                                                                                                                                              |            |

قدم چهارم = درمان اولیه (بیماران ترومایی)

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>زخم های باز</p>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• زخم های باز را باید آلوده در نظر گرفت حتی اگر هیچ ماده رادیواکتیوی به چشم دیده نشود.</li> </ul>                                                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• منطقه اطراف زخم را پاک کرده و بیوشانید</li> <li>• زخم را با جریان سریع آب بشویید.</li> <li>• در صورت نیاز، دبریدمان انجام دهید.</li> <li>• زخم ها را پانسمان کنید.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p>جراحی</p>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• این بیماران، ممکن است لکوپنیک، ترومبوسیتوپنیک یا آنمیک شوند و ممکن است نقص ایمنی پیدا کنند.</li> <li>• 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.</li> <li>• زمان ترمیم این زخم ها در بیماران فوق، طولانی تر از سایر افراد است.</li> <li>• جوش خوردن شکستگی ها در این افراد، با تأخیر صورت می گیرد.</li> <li>• احتمال رخ داد عوارض دیگر نیز، در این افراد بیش از دیگران است.</li> </ul>     |
| <p>سندرم رادیاسیون حاد</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• نکته مهم:</li> </ul> <p>در بیماران ترومایی، دوزیمتری با استفاده از لنفوسیت ها اعتبار کمتری دارد چون پاسخ های فیزیولوژیک به تروما و آسیب های حرارتی، ترقیق یا تغلیظ خون، تزریق خون و غیره روی تعداد لنفوسیت های شمارش شده در هر میکرولیتر تأثیر دارند.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• سایر علائم و نشانه های سندرم رادیاسیون حاد (سر درد، خستگی مفرط، تهوع، استفراغ، اریتم و تب) نیز ممکن است دیده شوند.</li> <li>• 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.</li> </ul> |

## اصول تعیین تکلیف (بیماران ترومایی)

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| انتقال بیماران                                      | <p>تصمیم گیری برای انتقال یا عدم انتقال بیمار به یک مرکز دیگر به عوامل زیر بستگی دارد:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• آسیب هایی که دیده است</li> <li>• وضعیت بالینی بیمار</li> <li>• سن بیمار</li> <li>• تعداد بیماران</li> <li>• امکانات بیمارستان</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| جراحی بیماران                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• در بیمارانی که نیاز به جراحی دارند، لازم است جراحی در همان ۷۲ ساعت اول بعد از مواجهه و قبل از استقرار آسیب های ناشی از پرتوهای یونیزان، در قالب سندرم رادیاسیون حاد انجام شود.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| بیماران با وضعیت بسیار وخیم                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> </ul> |
| بیمار پرتودیده با ترومای همزمان یا سوختگی بالای ۱۰٪ | <ul style="list-style-type: none"> <li>• این بیمار، نیاز به مراقبت نزدیک پزشکی دارد. ولی می تواند مراقبت های مورد نیاز خود را خارج از بیمارستان نیز دریافت نماید.</li> <li>• 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.</li> <li>• در هر صورت این بیماران را باید از نظر بروز پان سیتوپنی و نقص ایمنی مورد پی گیری و نظارت دقیق قرار داد. این بیمار باید ایزوله معکوس باشد.</li> </ul>                                   |
| بیماران پرتودیده با شکستگی در اندام ها              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |



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

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 رویی، باید دوزیمتر فردی در یک کیسه پلاستیکی، تحویل مأمورین ویژه این کار شود.

### 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

## 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 نوار چسب پهن به لبه های شلوار خود بچسبانید.



۳- گان جراحی را بپوشید.



۴- دو لایه دستکش بپوشید. لبه های دستکش اول باید با نوار چسب پهن به لبه های آستین گان چسبیده شود و سپس دستکش رویی 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 کفش ها را خارج کنید.



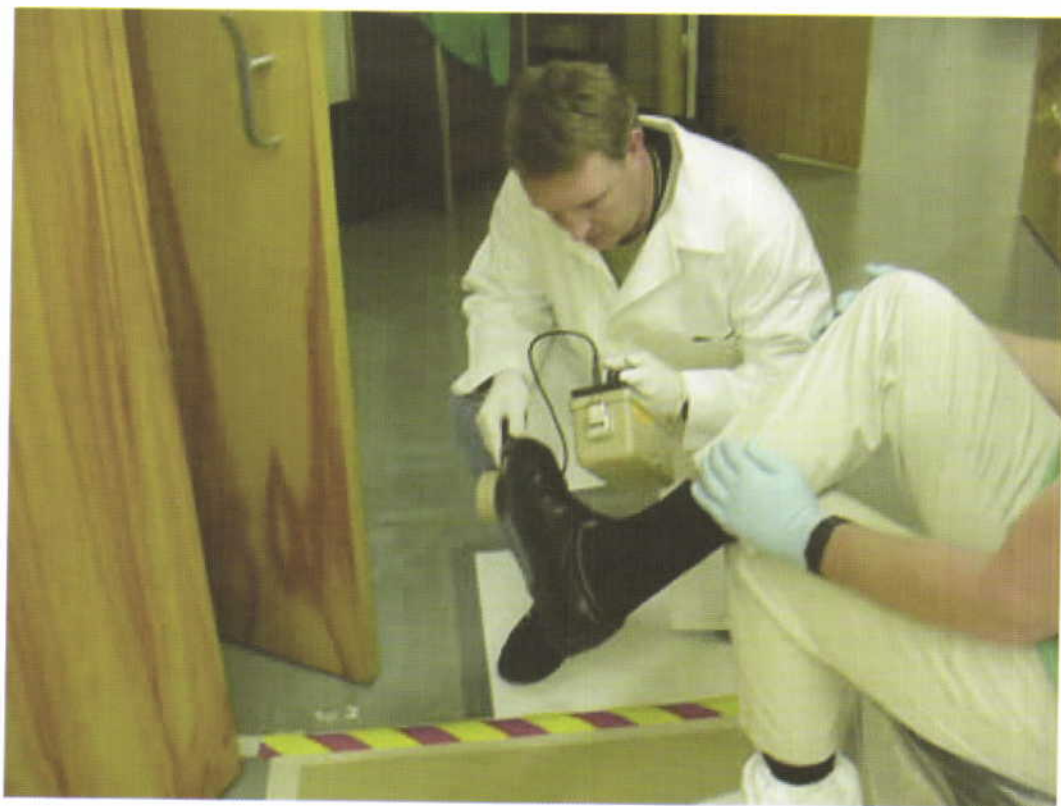
۸- دستکش داخلی را در آورید.



## حالا دوباره باید از لحاظ آلودگی های احتمالی کنترل شوید:

- 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.

- 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



## بررسی قبل از خروج از محوطه آلوده



حالا می توانید از قسمت آلوده خارج شوید.



100

101

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132

133

134

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151

152

153

154

155

156

157

158

159

160

161

162

163

164

165

166

167

168

169

170

171

172

173

174

175

176

177

178

179

180

181

182

183

184

185

186

187

188

189

190

191

192

193

194

195

196

197

198

199

200

201

202

203

204

205

206

207

208

209

210

211

212

213

214

215

216

217

218

219

220

221

222

223

224

225

226

227

228

229

230

231

232

233

234

235

236

237

238

239

240

241

242

243

244

245

246

247

248

249

250

251

252

253

254

255

256

257

258

259

260

261

262

263

264

265

266

267

268

269

270

271

272

273

274

275

276

277

278

279

280

281

282

283

284

285

286

287

288

289

290

291

292

293

294

295

296

297

298

299

300

301

302

303

304

305

306

307

308

309

310

311

312

313

314

315

316

317

318

319

320

321

322

323

324

325

326

327

328

329

330

331

332

333

334

335

336

337

338

339

340

341

342

343

344

345

346

347

348

349

350

351

352

353

354

355

356

357

358

359

360

361

362

363

364

365

366

367

368

369

370

371

372

373

374

375

376

377

378

379

380

381

382

383

384

385

386

387

388

389

390

391

392

393

394

395

396

397

398

399

400

401

402

403

404

405

406

407

408

409

410

411

412

413

414

415

416

417

418

419

420

421

422

423

424

425

426

427

428

429

430

431

432

433

434

435

436

437

438

439

440

441

442

443

444

445

446

447

448

449

450

451

452

453

454

455

456

457

458

459

460

461

462

463

464

465

466

467

468

469

470

471

472

473

474

475

476

477

478

479

480

481

482

483

484

485

486

487

488

489

490

491

492

493

494

495

496

497

498

499

500

501

502

503

504

505

506

507

508

509

510

511

512

513

514

515

516

517

518

519

520

521

522

523

524

525

526

527

528

529

530

531

532

533

534

535

536

537

538

539

540

541

542

543

544

545

546

547

548

549

550

551

552

553

554

555

556

557

558

559

560

561

562

563

564

565

566

567

568

569

570

571

572

573

574

575

576

577

578

579

580

581

582

583

584

585

586

587

588

589

590

591

592

593

594

595

596

597

598

599

600

601

602

603

604

605

606

607

608

609

610

611

612

613

614

615

616

617

618

619

620

621

622

623

624

625

626

627

628

629

630

631

632

633

634

635

636

637

638

639

640

641

642

643

644

645

646

647

648

649

650

651

652

653

654

655

656

657

658

659

660

661

662

663

664

665

666

667

668

669

670

671

672

673

674

675

676

677

678

679

680

681

682

683

684

685

686

687

688

689

690

691

692

693

694

695

696

697

698

699

700

701

702

703

704

705

706

707

708

709

710

711

712

713

714

715

716

717

718

719

720

721

722

723

724

725

726

727

728

729

730

731

732

733

734

735

736

737

738

739

740

741

742

743

744

745

746

747

748

749

750

751

752

753

754

755

756

757

758

759

760

761

762

763

764

765

766

767

768

769

770

771

772

773

774

775

776

777

778

779

780

781

782

783

784

785

786

787

788

789

790

791

792

793

794

795

796

797

798

799

800

801

802

803

804

805

806

807

808

809

810

811

812

813

814

815

816

817

818

819

820

821

822

823

824

825

826

827

828

829

830

831

832

833

834

835

836

837

838

839

840

841

842

843

844

845

846

847

848

849

850

851

852

853

854

855

856

857

858

859

860

861

862

863

864

865

866

867

868

869

870

871

872

873

874

875

876

877

878

879

880

881

882

883

884

885

886

887

888

889

890

891

892

893

894

895

896

897

898

899

900

901

902

903

904

905

906

907

908

909

910

911

912

913

914

915

916

917

918

919

920

921

922

923

924

925

926

927

928

929

930

931

932

933

934

935

936

937

938

939

940

941

942

943

944

945

946

947

948

949

950

951

952

953

954

955

956

957

958

959

960

961

962

963

964

965

966

967

968

969

970

971

972

973

974

975

976

977

978

979

980

981

982

983

984

985

986

987

988

989

990

991

992

993

994

995

996

997

998

999

1000



ضمیمه شماره ۳

نحوه آلودگی زدایی  
از بیماران آلوده  
به مواد رادیواکتیو

## هدف

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، "شما" مسئول حفظ سلامت او هستید. به بیمار تذکر دهید که سطح زمین خیس و لغزنده است و او باید هنگام راه رفتن مراقب باشد و گر نه 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.

## مستندسازی

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 مشابه 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 ببندازید 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:

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 هگزافلورید- $^{238}\text{U}$ ) 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

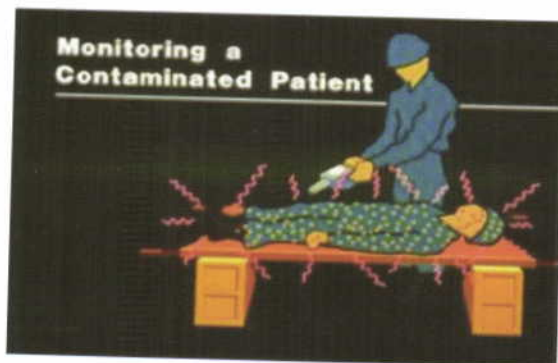
حتماً قبل از شروع کار، روند آلودگی زدایی را برای بیمار توضیح دهید. بهتر است حین انجام کار و در آغاز هر مرحله نیز بیمار را در جریان اقدامی که قرار است برای او انجام شود، قرار

### روند آلودگی زدایی

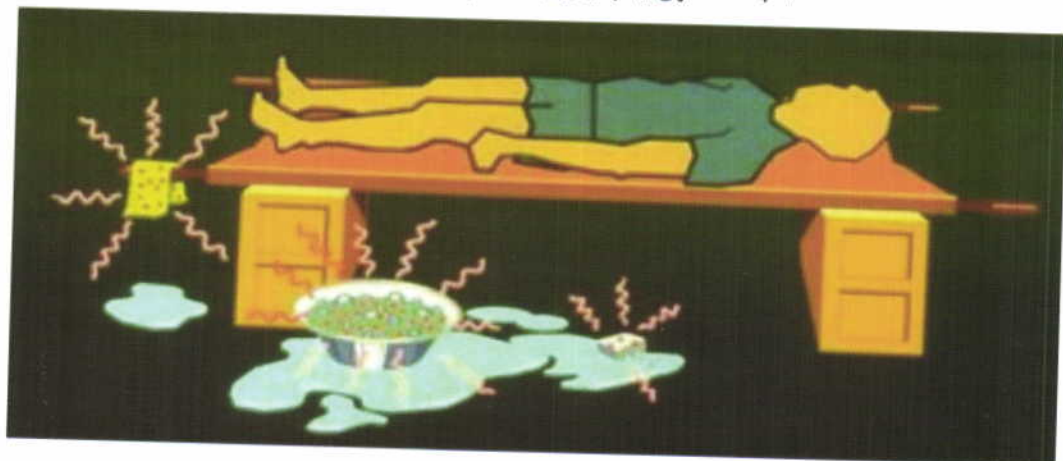
بعد از خارج کردن لباس های یک فرد دچار آلودگی خارجی به مواد رادیواکتیو، آلودگی زدایی از او باید به ترتیب زیر انجام شود:

- 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 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 مخالف بریدگی ها و زخم های او باشد تا از آلودگی بیشتر زخم ها جلوگیری به عمل آید.

- ۱- بیشتر آلودگی های بیمار مربوط به لباس های او هستند.
- ۲- با خارج کردن لباس های بیمار ۸۵٪ آلودگی ها، زوده می شوند.



- ۳- با شستشوی بیمار، بیش از ۹۵٪ آلودگی زوده می شوند



### آلودگی زدایی از: زخم ها

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 شستشوهای مکرر سطح پرتوها بیشتر از حد مجاز باشد، باید بعد از مشورت با متخصصین قسمت آلوده زخم را دبیرید نمود. بخش دبیرید 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 فورسپسی که در اختیار دارید آن قطعه را خارج کرده و در ظروف سربی 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 hcnuP-yspoiB استفاده نمود که قطعات ریز رادیواکتیو را همراه با کل ضخامت پوست اطرافش بر می دارد.
۱۱. بعد از آلودگی زدایی کامل خود زخم و تمام نواحی 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.

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 باشد 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 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.

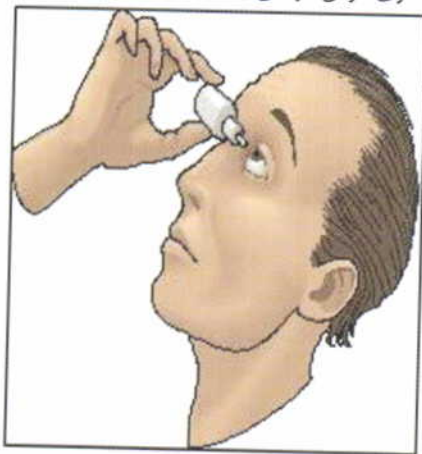


## آلودگی زدایی از: مخاطات

**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:

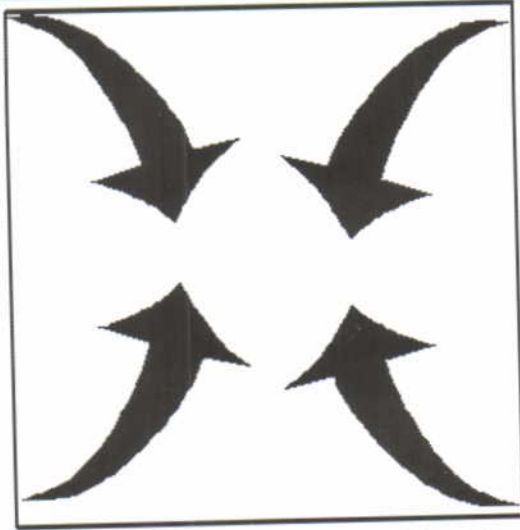
- باید از بیمار خواسته شود دندان های خود را مسواک و خمیر دندان بشوید.
- دهان باید چندین بار با محلول اسید سیتریک ۳٪ شستشو داده شود.
- ته حلق بیمار باید با محلول آب اکسیژنه ۳٪ شستشو داده شود. برای این کار از بیمار بخواهید این محلول را قرقره کند.
- سوراخ های بینی باید با استفاده از آب شیر یا سرم فیزیولوژیک شسته شوند.
- برای شستشوی مخاط چشم ها، می توان از آب شیر یا محلول شستشو 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 باید از لاواژ معده استفاده کرد.

## آلودگی زدایی از: پوست سالم

- 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 مانعیت از ورود آب آلوده به سوراخ های گوش و بینی خود باید از وسایل مخصوص (مشابه وسایل 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 پرتوسنجی 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 (hp 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 ترتیب به سمت روش های خشن تر پیش رود.

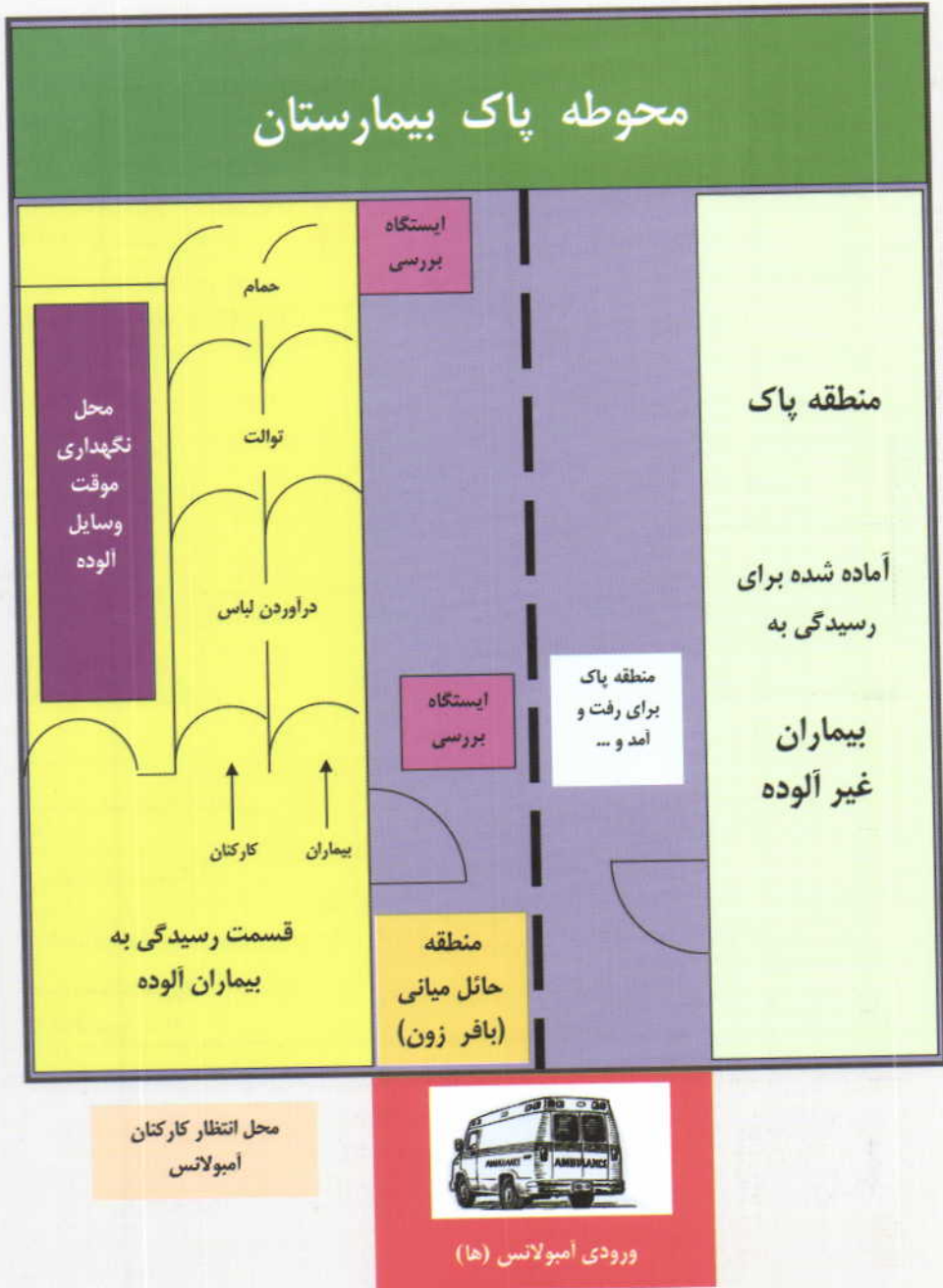


### بعد از اتمام کارها:

- 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 با 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 در 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.

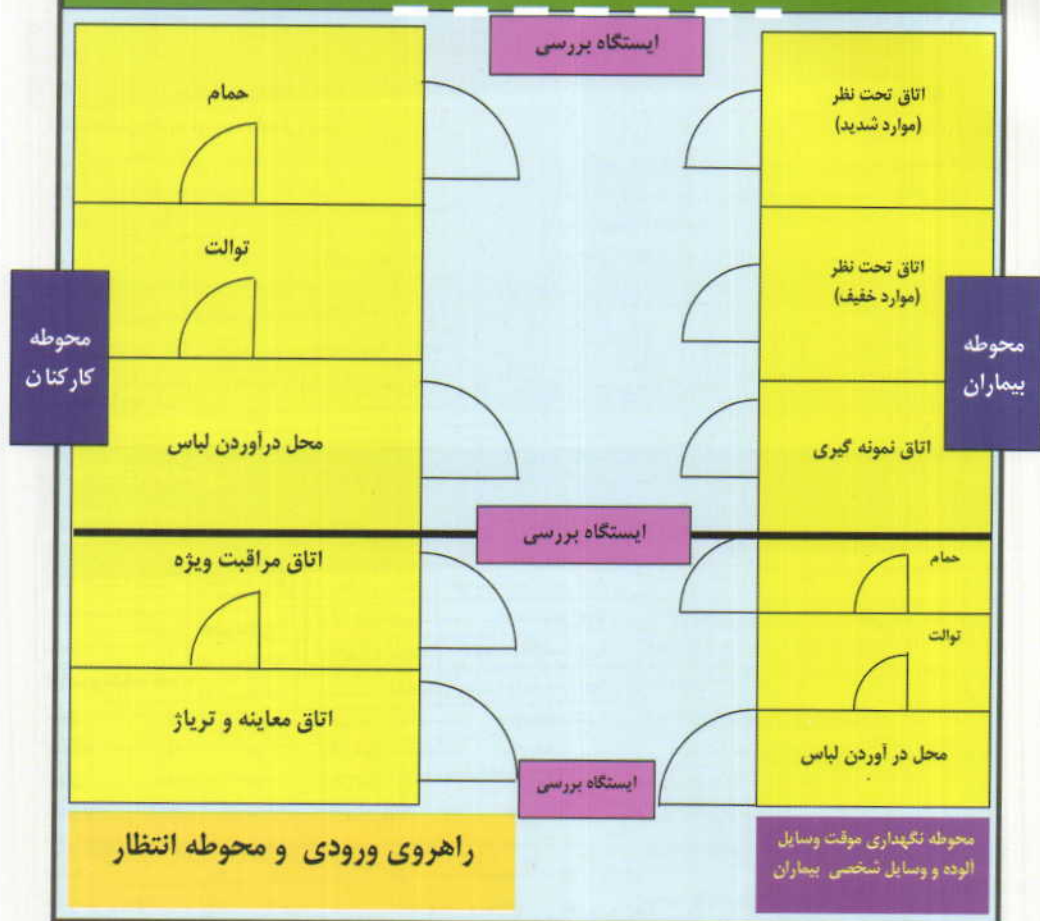
- در هر صورت باید توجه داشته باشید که آلودگی زدایی از پوست بیمار نباید منجر به آسیب رساندن به پوست بیمار باشد.
- هرگز نباید پوست بیمار را به اندازه ای بمالید که خراش پیدا کند. آب هم نباید به اندازه ای گرم یا سرد باشد که به پوست بیمار آسیب برساند.
- اگر آب خالی نمی تواند آلودگی زدایی موثری را به همراه داشته باشد می توان از یک صابون ملایم با  $hp$  خنثی یا صابون اسکراب جراحی استفاده نمود.
- اسکراب منطقه آلوده را می توان تا ۳-۴ دقیقه تکرار نمود. سپس شستشو با آب باید ۲-۳ دقیقه ادامه پیدا کرده و سپس منطقه خشک شده و مورد پرتوسنجی 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 نکنند.
- بعد از جدا کردن مواد چسبیده به پوست بدن بیمار با استفاده از اسفنج محل آلودگی را با آب نیم گرم 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 ۲ بار دیگر شستشو را ادامه دهید.

| محلول های مورد استفاده در آلودگی زدایی              |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| نام محلول                                           | کاربرد ها و نکات کاربردی                                                                                                                                                                                                                                             |
| آب معمولی ولرم                                      | ✚ برای رفع آلودگی های مختلف از پوست و مو                                                                                                                                                                                                                             |
| سرم شستشو                                           | ✚ 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 با غلظت ۱٪ در یک محلول اسیدی مایع با PH حدود ۴ | ✚ شستشوی پوست آلوده به ترنس اورانیک ها، لاتانیدها یا فلزات سنگین (کیالت، آهن، روی، منگنز)                                                                                                                                                                            |
| پرمنگنات پتاسیم به صورت محلول ۵٪                    | ✚ زمانی از این محلول استفاده می شود که روش معمول آلودگی زدایی، کارایی لازم را نداشته باشد.<br>✚ به دنبال استفاده از این محلول، باید از یک محلول احیا کننده استفاده شده و سپس پوست بیمار با آب شسته شود.<br>✚ استفاده از این محلول برای صورت و مخاطات توصیه نشده است. |
| هیدروکسیل آمین یا هیپوسولفیت سدیم ۵٪                | ✚ به عنوان یک محلول احیا کننده بعد از مصرف پرمنگنات پتاسیم یا محلول لوگل مورد استفاده قرار می گیرد.<br>✚ 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.                                                                                                                                                                             |
| بی کریئات سدیم ۱/۴٪                                 | ✚ برای پاک کردن پوست آلوده به اورانیوم                                                                                                                                                                                                                               |
| محلول لو گل                                         | ✚ برای پاک کردن پوست آلوده به ید رادیواکتیو                                                                                                                                                                                                                          |
| اسید استیک (سرکه) با PH حدود ۴ تا ۵                 | ✚ برای پاک کردن پوست آلوده به فسفر-۳۲                                                                                                                                                                                                                                |



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

## محوطه پاک بیمارستان



ورودی آمبولانس ها

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

## فهرست واژگان

|                                  |                                                                          |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Abandon                          | رها کردن                                                                 |
| Absorbed dose                    | دوز جذبی                                                                 |
| Accelerators                     | شتاب دهنده                                                               |
| Accident                         | حادثه، تصادف                                                             |
| Activity                         | فعالیت                                                                   |
| Administrative                   | مدیریتی                                                                  |
| Airborne activity samplers       | نمونه گیری که فعالیت ماده رادیواکتیو در هوای محیط را اندازه گیری می کنند |
| Albert Einstein                  | آلبرت اینشتین                                                            |
| Alpha                            | (پرتوهای) الفا                                                           |
| Alpha monitor                    | آشکارساز الفا                                                            |
| Ambulance entry                  | ورودی آمبولانس                                                           |
| Annual limit of intake           | دوز مجاز سالانه                                                          |
| Atoms for peace                  | "اتم ها برای صلح" (عنوان یک سخنرانی تاریخی)                              |
| Becquerel                        | (هائری) بکرل                                                             |
| Beta                             | (پرتوهای) بتا                                                            |
| Board of governors               | هیات رئیسه                                                               |
| Cesium-137                       | سزیوم-137                                                                |
| City of dead                     | شهر مردگان                                                               |
| Cobalt-60                        | کبالت - 60                                                               |
| Core                             | هسته                                                                     |
| Count Per Minute (CPM)           | تعداد (شمارش شده) در دقیقه                                               |
| Criticality point                | نقطه بحرانی                                                              |
| Curie                            | (ماری) کوری                                                              |
| Debris                           | ذرات ریز                                                                 |
| Decorporation                    | سمیت زدایی                                                               |
| Detection efficiency             | کارایی اکتشاف                                                            |
| Deterministic                    | قطعی                                                                     |
| Devastation                      | خرابی، انهدام                                                            |
| Deviation                        | انحراف                                                                   |
| Dirty bombs                      | بمب آلوده (به مواد رادیواکتیو)                                           |
| Disintegrations Per Minute (DPM) | تعداد شکافت ها در دقیقه                                                  |

|                                                  |                                                                 |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <i>Dose equivalent</i>                           | دوز معادل                                                       |
| <i>Dose Rate Meter</i>                           | دوز سنج                                                         |
| <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>                             | آشکارساز 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>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-192</i>                               | ایریدیوم - 192                                                  |
| <i>Jim Fermi</i>                                 | جیم فری (نام یک دانشمند)                                        |
| <i>Laboratory counters</i>                       | شمارش گرهای آزمایشگاهی                                          |
| <i>Local radiation injury</i>                    | آسیب پرتوی موضعی                                                |
| <i>Locked</i>                                    | قفل 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>                                | آشکارسازی                                                       |
| <i>Nagasaki</i>                                  | ناگازاکی (یکی از دو شهر ژاپن که مورد بمباران هسته ای قرار گرفت) |

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

|                                                     |                                                         |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Radio-waves                                         | 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                                          | رادر                                                    |
| Secretariat                                         | دبیرخانه                                                |
| Shell                                               | پوسته                                                   |
| Sievert                                             | سیپورت (یک واحد اندازه گیری)                            |
| Stable                                              | پایدار                                                  |
| stochastic                                          | احتمالی                                                 |
| Survey meter                                        | پرتوسنج (اندازه گیری)، آشکارساز                         |
| Terrestrial sources                                 | منابع زمینی                                             |
| Theft                                               | مسروقه                                                  |
| Thermo Luminescent Dosimeter (TLD)                  | دوزیمتر ترمولومینسانت                                   |
| Transportation                                      | انتقال                                                  |
| Transuranic                                         | دارای عدد اتمی بیشتر از اورانیوم                        |
| Trefoil                                             | شبهدر سه برگ، سه پره (علامت رسمی هشدار مواد رادیواکتیو) |
| Tritium                                             | تریتیوم                                                 |
| 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)                                |
| Weathering                                          | فرسایش در اثر آب و هوا، هوازدگی                         |
| Whole body counter                                  | شمارش گر پرتوهای کل بدن                                 |
| Whole-body irradiation                              | پرتوتابی به کل بدن                                      |
| William Roentgen                                    | ویلیام رونتگن (نام یک دانشمند)                          |





«کتاب حاضر تلاشی است در جهت کسب دانش و افزایش مهارت های مورد نیاز بیمارستان ها و سایر مراکز درمانی در حیطه های آمادگی و پاسخ به حوادث پرتوی و امید است تمامی گروه های مسئول با بهره گیری شایسته از این کتاب و منابع مشابه آن دستورالعمل های علمی-کاربردی مورد نیاز موسسات خود را تدوین کرده و به کار گیرند.»

دکتر مرضیه وحید دستجردی  
وزیر بهداشت، درمان و آموزش پزشکی



**تدبیر امروز، عافیت فردا**



ISBN : 978-964-8443-46-2



9 789648 443462

