

مهندس راستخواه:
استانداردهای آژانس
باید بومی سازی شود



پدافند سرتو

ماهنامه تخصصی سازمان پدافند غیرعامل



بررسی وضعیت تأسیسات
وزیر ساخت های
هسته ای در منطقه

اثرات بیولوژیک
گاز رادون

تاریخچه ICRP



گزارش ویژه:

نحوه مقابله با حوادث هسته ای

حادثه هسته ای ژاپن

حادثه هسته ای ژاپن مهمترین حادثه هسته ای جهان بعد از وقوع بحران هسته ای چرنوبیل به شمار می آید. در این گزارش درباره نوع و ویژگی راکتورهای حادثه دیده در ژاپن و شرایط جغرافیایی محل وقوع حادثه در این کشور مطرح می شود و به نکات بارز و درخور توجه درباره کنترل و مدیریت این سانحه پرداخته خواهد شد.



← مدیریت

صاحب امتیاز: سازمان پدافند غیرعامل کشور،
قرارگاه پدافند پرتوی
مدیر مسئول: دکتر غلامرضا جلالی

← تحریریه

سر دبیر: محمدحسین اسماعیلی
مدیر اجرایی: سعید شهبازی مقدم

← فنی

مدیر هنری: مسعود پورباقی
صفحه آرایی: فرزاد درگاهی
ویراستار: انسیه ربیعی
طراحی جلد: احمد صادقی

← همکاران

سیداحمد جوزی، مهدی خرم باقری، محمد
درخشانی، میثم نبلی، سعید قلی زاده، حسین
زیلویی، پرویز کتانی

← قرارگاه پدافند پرتوی

نشانی: تهران، خیابان استاد حسن بنا، روبروی
بستان امید، موقعیت سلمان فارسی
تلفن: ۲۵۹۳۳۴۷ - ۰۲۱
نشانی اینترنتی:

www.padafandpartovi.ir

مطالب این نشریه الزاماً مواضع
سازمان پدافند غیرعامل نمی باشد.



سازمان پدافند غیرعامل کشور
قرارگاه پدافند پرتویی

چراغ راه



بیانات مقام معظم رهبری
در بیست و نهمین مراسم سالگرد امام راحل

پیشرفت هسته‌ای، افتخار فناوری کشور بوده است. پیشرفت هسته‌ای در کشور، مایه‌ی افتخار فناوری و دانش فنی کشور بوده، استعداد جوانهای ما را مشخص کرده؛ چیز کوچکی نیست. شاید یادتان باشد آن روزی که ما احتیاج داشتیم به اورانیوم غنی‌سازی‌شده‌ی بیست درصد برای علاج بیماری‌ها؛ موجودی بیست درصد ما نزدیک تمام شدن بود و بایستی آن را تهیه میکردیم. از کجا تهیه کنیم؟ بایستی از کشورهای بیگانه -مثل آمریکا، مثل اروپا و امثال اینها- این را تهیه میکردیم که انواع و اقسام اشکالات را سر راه ما گذاشتند، انواع و اقسام شروط و موانع را سر راه ما گذاشتند؛ برای اینکه فهمیدند ما احتیاج داریم. وقتی یک ملت به یک چیزی احتیاج دارد، احتیاج حیاتی دارد، شرایط فروشنده را، تحمیلات فروشنده را ناچار قبول میکند؛ اینها از این فرصت خواستند استفاده کنند و پی‌درپی شرط و شروط برای ما گذاشتند؛ ماه‌ها، شاید بیش از یک‌سال گفتگوها و رفت‌وآمدها و حرف زدن‌ها طول کشید؛ عقب‌نشینی نمیکردند، توقعات خودشان را تکرار میکردند. جمهوری اسلامی به جوانهای خودش اعتماد کرد و این را از آنها خواست. جوانهای ما دست‌به‌کار شدند و توانستند در مقابل چشمهای متعجب آنها، اورانیوم غنی‌شده‌ی بیست درصد را خودشان در داخل تولید کنند و به وجود بیاورند؛ بدون اینکه الگویی از بیرون داشته باشند! آنها را حیرت‌زده کرد؛ مسئله این‌جوری است. قدرت حرکت علمی و فناوری متخصصین ما، دانشمندان ما، جوانان ما -که الان همان دانشمندان در کشورند، همان جوانان در کشورند، حضور دارند- دشمن را عصبی کرد، خشمگین کرد؛ خب این یک نقطه‌ی قوت بسیار بزرگ برای کشور است؛ هم آبرو و مایه‌ی اعتبار است، هم در عمل، موجب پیشرفت کشور

۱۳۹۷/۳/۱۴

است.

همزمان با ماه مبارک رمضان هفتمین شماره‌ی نشریه اطلاع رسانی و فرهنگ سازی قرارگاه پرتوی کشور منتشر شد. با توجه به بررسی‌های انجام شده و مطالعات صورت گرفته، تصمیم بر این شد تا با تغییراتی در حوزه تولید محتوا و تیم اجرایی، این نشریه صورت دومه یکبار و با رویکردی متفاوت‌تر در اختیار مخاطبان محترم قرار گیرد. در نسخه جدید این نشریه شاهد تغییراتی از قبیل افزایش تعداد صفحات به ۶۰ صفحه و در بازه دومه یکبار و با مطالبی کاربردی‌تر خواهیم بود و امیدواریم که با انتشار این نشریه به صورت تخصصی و با کمک گرفتن از متخصصین و مراکز علمی کشور، بر غنای آن افزوده و گامی در جهت ارتقاء فرهنگ پدافند غیرعامل در حوزه پرتوی کشور برداریم.

همچنین با توجه به رویکرد سازمان پدافند غیرعامل مبنی بر کاهش چاپ نشریات و استفاده بیشتر از ظرفیت‌های الکترونیک و فضای مجازی، تعداد شمارگان این نشریه به صد شماره کاهش و نسخه الکترونیک آن جهت دانلود، از طریق سایت این قرارگاه به آدرس www.padafandpartovi.ir یا از طریق اسکن نمودن لینک موجود در انتهای همین صفحه فراهم گردیده است.

شماره حاضر با مطالبی مرتبط به نشریات سابق تهیه و تدوین شده است و سعی بر این شد تا با استفاده از روش‌های نوین و کمک گرفتن از ظرفیت سایت قرارگاه پدافند پرتوی، امکان دسترسی مخاطبان به مباحث قبل، امکان دانلود مقالات و مطالب مورد نظر از طریق سیستم QR Code فراهم گردد. لذا مطالبی که امکان دانلود آن وجود دارد یا مطالب سلسله‌وار یا پیوسته دارای کدی می‌باشند که شما را به مطالب سابق متصل می‌نماید.

در این شماره مصاحبه‌ای جامع با مهندس راستخواه مسئول سابق مرکز نظام ایمنی هسته‌ای کشور انجام شد و در ادامه مقالاتی با موضوعات: ایجاد آمادگی پاسخ اضطراری در حوادث پرتوی، گاز رادون و اثرات آن، ساختار کارگروه خدمات و تأسیسات زیربنایی، تاریخچه ICRP و گزارش و خبرهای مختلف در حوزه پرتوی ارائه می‌گردد، در پایان نیز اینفوگرافی با موضوع تفاوت پرتوگیری با آلودگی پرتوی در اختیار شما قرار گرفته است.

امیدواریم بتوانیم با غنی سازی محتوای این نشریه گامی در حوزه فرهنگ سازی در حوزه پدافند پرتوی در کشور برداشته و این نشریه تبدیل به مرجعی برای مراجعین و محققین و مخاطبان در این حوزه گردد.

➤ مصاحبه

■ مهندس راستخواه، مسئول سابق مرکز نظام ایمنی هسته‌ای کشور / استانداردهای هسته‌ای آژانس یک مبنا است ولی باید بومی سازی شود | ۴

➤ مقاله

- مجموعه مباحث ایجاد آمادگی پاسخ اضطراری در حوادث پرتوی | ۱۲
- گاز رادون و اثرات بیولوژیکی آن | ۱۶
- ساختار کارگروه خدمات و تأسیسات زیربنایی در بحران‌های هسته‌ای و پرتوی | ۲۴
- تاریخچه ICRP و نحوه تحول سیاست‌های آن | ۳۰

➤ گزارش

■ گزارشی از حادثه هسته‌ای ژاپن و نحوه مقابله با آن | ۳۴

➤ معرفی

- حادثه فوکوشیما دایچی | ۴۲
- وضعیت تأسیسات و زیرساخت‌های هسته‌ای در منطقه | ۴۶
- نرم‌افزار جامع پیش‌بینی انتشار و ارزیابی دز پرتو | ۴۸

➤ آموزش

■ سلسله مباحث آموزشی قسمت ۵ | ۵۲

➤ خبر

- زمین‌شناسان چینی: / سایت آزمایش هسته‌ای کره شمالی آسیب دیده است | ۵۶
- تهیه ۱۲ خودرو ویژه شناسایی عوامل cbmr توسط ارتش هلند | ۵۷
- تمرین نیروهای ارتش ایرلند با سناریو بمب‌های کثیف | ۵۷
- نیروگاه هسته‌ای شناور روسیه | ۵۸
- توسعه موشک‌های بالستیک قاره پیما و بمب‌افکن‌های هسته‌ای روسیه | ۵۹
- دارویی جدید برای سندروم حاد پرتوی | ۶۰
- آغاز رزمایش امنیت هسته‌ای در گرجستان | ۶۲
- هند، موشک بالستیک قاره پیما با قابلیت حمل کلاهک اتمی آزمایش کرد | ۶۱
- دارویی جدید برای سندروم حاد پرتوی | ۶۱



مهندس راستخواه، مسئول سابق مرکز نظام ایمنی هسته‌ای کشور:

استانداردهای هسته‌ای آژانس یک مبنایست ولی همه موارد را پوشش نمی‌دهد و باید بومی‌سازی شود



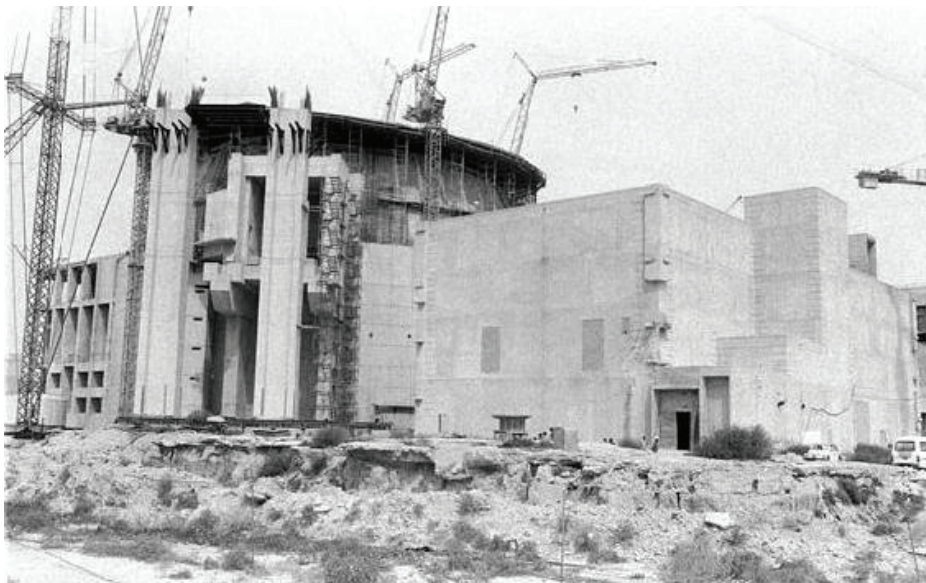
گفت و گوی نشریه پدافند پرتوی در این شماره با جناب آقای مهندس راستخواه مسئول سابق مرکز نظام ایمنی هسته‌ای کشور و با موضوع ایمنی در تأسیسات هسته‌ای صورت گرفت. با توجه به اینکه ایمنی نقش اساسی و تعیین کننده‌ای در حوزه هسته‌ای دارد و نیز فعالیت‌های پدافند غیرعامل در حوزه هسته‌ای در بخش‌های زیادی به بحث ایمنی بر می‌گردد، لذا در این گفتگو اهمیت موضوع ایمنی را توسط یکی از کارشناسان خبره در این حوزه که دارای تجارب مدیریتی و کلان در این رابطه می باشد، بررسی نمودیم.

ایران، هیئت علمی پژوهشگاه و مسئول سابق مرکز نظام ایمنی هسته‌ای کشور. سال ۶۲ در نیروگاه اتمی بوشهر برای اولین بار فعالیت خود را آغاز کردم که این نیروگاه در آن سال‌ها در شرایطی نابسمان به سر می‌برد چراکه دولت تشخیص داده بود این نیروگاه را مجدداً بازسازی و احیا کند و شاید اولین گروهی بودیم

● آقای مهندس لطفاً خود را معرفی کنید و تاریخچه‌ای از سوابق و فعالیت‌هایتان در حوزه کاری و غیر کاری را برای ما توضیح دهید. ایام ماه مبارک رمضان را خدمت شما تبریک می‌گوییم و ان شاء الله بتوانیم از برکات آن استفاده کنیم. راستخواه هستیم از بازنشستگان سازمان انرژی اتمی



سازمان پدافند غیرعامل کشور
قرارگاه پدافند پرتوی



هم اتفاق افتاده بود شرایط متفاوتی را در تأسیسات هسته‌ای در دنیا ایجاد کرده بود. این موارد دست‌به‌دست هم داده بود که ما با استانداردهای هسته‌ای سختگیرانه تری روبرو شویم. این روند کار برای جایی مثل مرکز ملی نظام هسته‌ای کشور سخت بود زیرا باید منطبق با استانداردهای بین‌المللی آرژانس انرژی اتمی می‌شدیم، باید با مشکلات تکنیکی که در بوشهر بود کنار می‌آمدند باید روس‌ها را قانع می‌کردند که این تکنولوژی باید با استانداردهای روز دنیا منطبق باشد این شرایط برای این مرکز که مسئولیت نظارت بر ایمنی را در این نیروگاه داشت شرایط را خیلی دشوار می‌کرد. اقدامات خیلی سنگینی صورت گرفت، الحمدالله توانستیم پروانه نیروگاه را بدهیم گرچه به جهت اینکه باید موارد ایمنی را رعایت می‌کردند، تاخیرهایی وجود داشت ولی بسیار ارزشمند بود تا بتوانیم از معیارهایی که باید رعایت می‌شد، مطمئن شویم. الحمدالله این پرونده صادر شد. به نظر می‌رسد نظام ایمنی در پیش خداوند و ملت سربلند است که با معیارهایی که پیش‌بینی کرده بود توانست این پروانه را مناسب بدهد. نیروگاه اتمی بوشهر نیروگاهی است که ایمن است و خوب کار می‌کند در شرایطی که کشور به برق زیادی نیاز دارد. حداقل ۱۰۰۰ مگاوات برق را تأمین می‌کند. در شرایطی که وضعیت نفت رسانی خیلی راحت نیست؛ بدون نفت و گاز اداره می‌شود. خیال وزارت نیرو هم برای جنوب کمی

بوشهر را ترک کنیم. من به تهران آمدم و تقریباً بعد از آن با توجه به پتانسیل‌های فنی که هم در نیروگاه ایجاد شده بود و هم در سازمان انرژی اتمی وجود داشت، ما کارهای بازرسی فنی را در کشور شروع کردیم و به پیشبرد طرح‌های ملی کشور از جمله پالایشگاه‌ها، پتروشیمی‌ها، فولاد مبارکه، بازسازی پالایشگاه آبادان و پالایشگاه کنگان - که جز اولین فعالیت‌ها بود - کمک کردیم، فرق نمی‌کرد بالاخره این پتانسیل را باید به صورتی در کشور پیش می‌بردیم تا زمانی که برای بوشهر تصمیمی گرفته شود. مدت زیادی کار بازرسی را در کشور انجام دادیم که البته خوب و پربرکت بود. در این راستا تا حدودی نظام بازرسی ایمنی در کشور شکل گرفت و امکانات خوبی که از سازمان وارد صنعت شد به این روند کمک کرد. من عملاً از سال ۸۳ در مدیریت حفاظت در برابر اشعه بودم و از سال ۸۶ مسئولیت نظام ایمنی را به من سپردند و به طور تقریبی آن مدتی که در مرکز نظام ایمنی بودیم نقطه شروع کارهای بسیار جدی برای صدور پروانه نیروگاه بوشهر بود؛ نیروگاهی که از یک تکنولوژی به تکنولوژی دیگر تغییر کاربری داده بود. در شرایطی که خیلی مناسب نبود و دو تکنولوژی خیلی با هم نمی‌توانست متناسب باشد یک تکنولوژی غربی و یک تکنولوژی شرقی. البته تکنولوژی آلمانی‌ها قابل‌تر بود باید روس‌ها خودشان را با چنین شرایطی که آنجا بود منطبق می‌کردند، در یک چنین فضایی حادثه هسته‌ای چرونویل

که بعد از انقلاب وارد این سایت شدیم. با برنامه‌ای که برای راه‌اندازی نیروگاه بوشهر وجود داشت یک موافقت اولیه با آلمانی‌ها صورت گرفت که بتوانند ارزیابی اولیه را انجام دهند و در مرحله دوم سایت را تجهیز و در مرحله سوم نیز تکمیل کنند که باز هم طبق معمول استکبار جهانی این اجازه را به آن‌ها نداد و مجدداً برای چندین سال راه‌اندازی نیروگاه اتمی بوشهر که یک سرمایه ملی محسوب می‌شد به تأخیر افتاد.

● این روندی که به آن اشاره فرمودید دقیقاً از چه سالی شروع و در چه سالی متوقف شد؟

نیروگاه اتمی بوشهر قبل از انقلاب و نزدیک به سال ۱۳۵۴ شروع شده بود و در فاصله بسیار کمی که پیش رفته بودند به خوبی کار کردند و آلمانی‌ها نیز فعالیت‌های بسیار خوبی انجام دادند و در کارشان هم بسیار جدی بودند حتی بعد از انقلاب تا سال ۵۸ بنا به دلایلی ماندند و تا حدی هم کار را ادامه دادند تا اینکه ادامه فعالیت برایشان سخت شد و مجبور شدند ایران را ترک کنند.

به‌هرحال سال ۵۸ کار تعطیل شد البته قبل از سال ۵۸ هم به‌واسطه مشکلاتی که بود کار را تعطیل کرده بودند و منتظر ایجاد شرایط برای ادامه فعالیت بودند که آن شرایط فراهم نشد و سال ۵۸ مجبور شدند سایت را ترک کنند. از سال ۵۸ سایت در شرایطی که رطوبت، گردوخاک، گرما و باران‌های سیل‌آسا در فصل بارندگی در بوشهر پدید می‌آمد، به همان شکل ماند. این روند حاکی از آن بود که تمام تأسیسات و سرمایه عظیمی که برای این کار صرف شده بود از بین برود.

توسط سازمان انرژی اتمی، این گروه با تعداد اعضای محدود به کار گرفته شد که بتوانند برای آینده برنامه‌ریزی کنند. من تا سال ۶۸ بوشهر بودم. سایت بعد از قطعنامه بمباران شد و این نشان‌دهنده این است که واقعاً اعتمادی به تعهدات استکبار وجود ندارد و علیرغم پذیرش قطعنامه سایت بمباران شد و خرابی‌های گسترده‌ای را ایجاد کرد. در حقیقت ما مجبور شدیم

نظام ایمنی هسته‌ای است.

● الزامات ایمنی که تأسیسات هسته‌ای باید رعایت کنند چیست و نظام ایمنی چگونه آن را کنترل می‌کند؟

اگر قرار باشد تأسیساتی که با پرتو سروکار دارد، فعالیت‌های خود را شروع کرده و ادامه دهد، مهم‌ترین اصل این است که آسیبی به مردم، کارکنان و محیط زیست وارد نشود. بر اساس این اصل هر آنچه ساخته، طراحی، نصب و بهره‌برداری می‌شود باید شرایطی را ایجاد کند که مضر نباشد؛ پس بنابراین در وهله اول حادثه نباید اتفاق بیفتد که این غیرممکن است و حادثه پیش‌بینی نمی‌شود، در وهله دوم باید حادثه را کنترل کرد. در وهله سوم اگر قادر به کنترل شرایط حادثه نشدند؛ باید شرایط طوری مدیریت شود تا پیامدهای آن به مردم و محیط زیست به حداقل برسد.

بر اساس این اصول، در طراحی تأسیسات، یک سری موارد باید رعایت شود. همچنین در ساخت، نصب و بهره‌برداری هم یک سری موارد باید نظارت شود تا آنچه بر مبنای طراحی انجام شده، اجرا شود. ولی مواردی هستند که ماورای مبنای طراحی هستند، در هیچ جا تأسیساتی برای حادثه طراحی نمی‌شود، لذا ما موضوعی به نام «مبنای ماورای طراحی» داریم. این‌ها جمیع مواردی است که مدنظر نظام ایمنی است و در ابتدا در دستور کار خودش قرار می‌دهد. نظارت‌های مرحله‌ای خودش را متناسب با موضوع هر مرحله جلو می‌برد. در طراحی یک نوع در ساخت نوع دیگری و نظارت در نصب و راه‌اندازی به یک صورت و در بهره‌برداری هم به یک شکل دیگر است.

● احتمال اینکه حادثه‌ای در تأسیسات هسته‌ای اتفاق بیفتد چقدر است و چه پیش‌بینی برای مقابله با آن شده است؟ آیا سازمان ایمنی کشور این الزامات را برای قبل و بعد از بروز حادثه به وجود آورده است؟

می‌توانیم این مطلب را با مسائل روزمره مثال بزنیم. «شما در زندگی روزمره از خودرو استفاده می‌کنید می‌توانید تضمین کنید که خودروی مورد استفاده هیچ‌وقت دچار حادثه نشود؟ شما بهترین مقررات را دارید می‌توانید بگویید هیچ خودرویی به هم نخورد؟ کسی این تضمین را نمی‌دهد، ولی ممکن است خودرو طوری طراحی شود که اگر با مانعی برخورد کند به سرنشینان آسیب نرسد و روغن یا مواد سوختی از ماشین خارج نشود. در اینجا فرض می‌شود که عواقب حادثه را به حداقل رساندیم. فرض کنیم اگر

راحت‌تر است به دلیل اینکه در ایام تابستان یک محل پرمصرف برق است و در آن نواحی ما انرژی ۱۰۰۰ مگاواتی را غیر از نیروگاه اتمی بوشهر نداریم.

● با توجه به این که فرمودید مسئولیت نظام ایمنی هسته‌ای کشور را به عهده داشتید یک سؤال پیش می‌آید، که نقش نظام ایمنی کشور در فعالیت‌های هسته‌ای کشور و رابطه آن با سازمان انرژی اتمی چیست؟

نظام ایمنی هسته‌ای کشور یک ساختار حاکمیتی در ساختار سازمان انرژی اتمی است. و بر رعایت موارد ایمنی که برای تأسیسات هسته‌ای و فعالیت‌های پرتوی در کشور انجام می‌گیرد نظارت می‌نماید. بخشی از این نظارت‌ها در تأسیسات هسته‌ای است، به‌طور عمده تأسیسات هسته‌ای در اختیار سازمان انرژی اتمی ایران است، برخی از این فعالیت‌ها و نظارت‌ها در سطح ملی است، برای مواردی که از تجهیزات هسته‌ای و پرتوی در سطح گسترده‌ای در سطح کشور مورد استفاده قرار می‌گیرد مثل پزشکی، صنعت، کشاورزی و مسائل تحقیقاتی. نظام ایمنی هسته‌ای کشور با استفاده از استانداردهای ایمنی آژانس بین‌المللی انرژی اتمی، و بر اساس معیارهای بین‌المللی در سایر کشورها ضوابط ایمنی را تدوین و ابلاغ می‌کند و این ضوابط برای تأسیسات و فعالیت‌های پرتوی که در کشور انجام می‌شود لازم‌الاجراست.

● آیا نظام ایمنی کشور صرفاً از استانداردهای بین‌المللی پیروی می‌کند یا اینکه بومی‌سازی می‌شود و متناسب با شرایط و اقتضائات کشور دستورالعمل‌ها صادر می‌شود؟

استانداردهای بین‌المللی به‌عنوان یک مرجع است و هیچ کشوری معمولاً این کار را نمی‌کند که صرفاً همان را انجام دهد. استانداردهای هسته‌ای آژانس به‌عنوان یک مبنای است و لزوماً همه موارد را پوشش نمی‌دهد و حتماً باید بومی‌سازی شود. مرکز نظام ایمنی هسته‌ای، روش‌های بهینه‌شده بین‌المللی یا چیزی که در کشورهای دیگر هم اجراء شده را الگو قرار داده و با توجه به شرایط داخلی ضوابط را بومی‌سازی می‌کند. این ضوابط در برخی موارد، بنا به دلایلی که در کشور وجود دارد خیلی سختگیرانه‌تر هم هست. گاهی آنچه در اروپا به‌صورت یک انضباط و مقررات است ممکن در ایران وجود نداشته باشد. لذا ممکن است ضوابط ما کمی سختگیرانه‌تر از سایر کشورهای پیشرفته باشد تا سلامت مردم را تضمین کنیم، در حقیقت سلامت مردم اصل تصمیم‌گیری‌های مرکز



سازمان پدافند غیرعامل کشور
قرارگاه پدافند پرتویی



دقت کنند همان چیزی که طراحی شده حاصل شود و این در کارخانه اتفاق می افتد. میزان نظارت‌هایی که در کارخانه است از میزان نظارت در سایر قسمت‌ها بیشتر است، چند نفر نظارت می‌کنند، هم سازنده هم طراح و هم کسی که عضو نظام ایمنی است. پس بنابراین نظارت‌ها خودبه‌خود بیشتر می‌شود. نقش نظام ایمنی در اینجا خیلی مهم است: چون اولاً ضابطه می‌گذارد که این کار را بکنند ثانیاً خودش هم در مواردی که حساس است حضور مستقیم دارد تا اطمینان به ایمنی تأسیسات هسته‌ای داده شود و قطعاً چنین نظارتی پروژه را پرهزینه می‌کند. نیروگاه هسته‌ای یک نیروگاه گران است و تأسیسات هسته‌ای معمولاً تأسیسات گرانی هستند.

● سطح ایمنی تأسیسات هسته‌ای کشور را نسبت به سطوح بین‌المللی چگونه ارزیابی می‌کنید؟

به‌طور کلی آنچه توسط نظام ایمنی هسته‌ای کشور مورد ارزیابی قرار گرفته و پروانه صادر شده است، حداقل‌های ایمنی را برای اینکه ایمن کار کند را دارد. ممکن است کشوری باشد که خیلی سختگیرانه عمل کند، ما می‌بینیم سطح ایمنی آن بالاتر است قطعاً برای این موضوع هزینه زیادی هم کرده است و خاص آن منطقه

مرز ۱۰ به قوه منهای ۵ برسانیم. سیستم‌هایی که در نیروگاه استفاده می‌شود، ابتدا باید کارکرد مطمئن داشته باشند و دوم در دسترس باشند.

این موارد دو موضوع مختلفی هستند که برای یک نیروگاه هسته‌ای باید مدنظر قرار گیرد، وقتی که دستگاهی در ایمنی مهم است باید همیشه در دسترس باشد اگر این دستگاه به هر دلیلی کار نکند دستگاه دیگری باید در کنار آن باشد که کار کند، در طراحی مواردی که نیاز به ایمنی بالایی دارد همیشه بیشتر از یک سیستم پیش‌بینی می‌کنند، گاهی اوقات مثل بوشهر ۴ سیستم جایگزین وجود دارد که اگر یکی کار نکند یا در حال تعمیر باشد سیستم دیگر باید در حال آماده‌باش باشد، یعنی ۳ ضربدر ۱۰۰ درصد وجود دارد که سالم هستند، در رابطه با بوشهر ۴ ضربدر ۱۰۰ درصد وجود دارد. این سیستم‌ها باید به‌صورت فیزیکی از یکدیگر جدا باشند تا در صورت بروز اختلال بقیه سیستم‌ها را درگیر نکنند، حتی از برق ورودی متفاوتی استفاده می‌کنند زیرا ممکن است علت ایجاد خرابی یک سیستم ناشی از برق ورودی باشد، لذا این اطمینان‌ها را ایجاد می‌کنند که همیشه در دسترس باشند. این‌ها مواردی هستند که اعتمادپذیری و در ایمن بودن رآکتور را بالا می‌برند که باید در طراحی به آن برسیم. اما در ساخت باید

ماشین طراحی شده کاملاً ایده آل و ایمن باشد، راننده خوب باشد و جاده استاندارد و بقیه راننده‌ها تمام مقررات را رعایت کنند، در چنین شرایطی احتمال وقوع حادثه کم می‌شود، در غیر این صورت که مثلاً ماشین ایمن نباشد و پلیسی وجود نداشته باشد و شرایط کاملاً ایده آل نباشد احتمال وقوع حادثه هم بیشتر می‌شود» نسبت به تأسیسات هسته‌ای هم همین‌طور است. تأسیسات هسته‌ای در یک چنین شرایطی قرار گرفته وقتی که می‌خواهد طراحی شود از اقلامی استفاده می‌کنند که بهترین شرایط کارکرد را داشته باشند از موادی استفاده می‌کنند که بهترین عملکرد را از خودشان نشان دهند، یک نیروگاه از چندین قسمت تشکیل شده است، اگر قرار باشد که ما کاری کنیم که اصلاً هیچ اتفاقی نیفتد باید گفت که غیرممکن است یا بسیار گران است که اصلاً چنین نیروگاهی قابل ساخت نیست، پس به جایی بیشتر دقت می‌کنند که اهمیت بیشتری دارد به این کار «اولویت‌بندی یا رجحان دادن» می‌گویند. آنچه در نیروگاه هسته‌ای بسیار رجحان دارد قلب رآکتور -جایی که مواد هسته‌ای در آن قرار دارد- است. عمده حواس طراحان به این است قلب رآکتور دارای محفظه‌ای باشد که چیزی از آن منتشر نشود.

این سیستم را در زبان انگلیسی NSSS «Nuclear Steam Supply System»

می‌گویند. در یک سیستمی که با مواد هسته‌ای و پرتو سروکار دارد بیشترین دقت انجام می‌شود. در اینجا کارکرد مواد به صورتی است که احتمال بروز خطا به کمتر از ۱۰ به قوه منهای ۵ می‌رسد. برای این که حادثه‌ای اتفاق بیفتد ما دو عامل داریم؛ حاصل ضرب عامل ریسک در شانس به وجود آمدن آن. ممکن است که ما به چیزی بسیار دقت کنیم ولی اساساً شانس بروز خطا کم است پس بنابراین احتمال وقوع آن حادثه بسیار کم است یا بعضی مواقع شانس بروز خطا زیاد است. مثلاً پمپی همیشه در حال کار کردن است و ممکن است قطعه‌ای از آن از کار بیفتد، در چنین موردی شانس بروز خطا زیاد است که باید خطا را خیلی کم کنیم تا بتوانیم احتمال بروز حادثه را به



بشریت کافی بود، یعنی خودشان هم به این نتیجه رسیدند و گفتند دیگر چنین اتفاقی نیفتد ولی خب تیغی است در دست مست.

کشورهایی که دارای تسلیحات هسته‌ای بودند متوجه شدند انرژی هسته‌ای خیلی انرژی پر باری است، و استفاده‌های زیادی از آن می‌شود و می‌تواند خیلی مخرب باشد. ما در ترازویی قرار گرفتیم که یک‌طرف آن می‌تواند نسل برانداز و بشریت برانداز باشد، یک‌طرفش می‌تواند بشریت را برای رفع معضلاتش کمک کند. کاربردهای مثبت انرژی هسته‌ای کم نیستند.

دولت‌ها تصمیم گرفتند با سه اصل، آژانس انرژی اتمی را راه‌اندازی کنند: ۱- داشتن انرژی هسته‌ای برای همه کشورها خوب است. ۲- داشتن تسلیحات کشتار جمعی و مخرب خوب نیست پس بنابراین یک نظامی را درست کنند که از اشاعه تسلیحات هسته‌ای جلوگیری کند. از طرفی مشوق کشورها باشند که به سمت انرژی هسته‌ای سوق دهند و از طرف دیگر اجازه ندهند سراغ تسلیحات هسته‌ای بروند. پس در اولی با همکاری کشورهایی که دارای انرژی هسته‌ای هستند به کشورهای دیگر کمک کنند؛ و دومی کنترل که به‌عنوان سیو گاد، پادمان یا همان موضوعی که

و موضوع است. در رابطه با تأسیسات هسته‌ای کشور آنچه پروانه دارند، ایمن هستند و عملکردشان هم ایمن است؛ اما این که ما در رابطه با کشورهای دیگر بتوانیم بگوییم که چقدر توانستیم مثل بقیه عمل کنیم ممکن است به این شکل نباشد، من خیلی نمی‌توانم بگویم که ما چقدر با کشورها ارتباط داریم و اطلاع داریم که چه کارهایی می‌کنند. باز دیدهایی که در زمان مسئولیت از چند کشور انجام شد، نیروگاه هسته‌ای کشور در وضع بسیار خوبی قرار دارد. من نیروگاه هسته‌ای بوشهر را از نظر یک شاخص عمده تأسیسات هسته‌ای می‌دانم و این نیروگاه در شرایط خیلی خوبی قرار دارد.

● آژانس بین‌المللی انرژی اتمی چه الزاماتی برای تأسیسات هسته‌ای ایران دارد و آیا نظارتی بر آن هم دارد؟

باید این سؤال را در ابعاد مختلف تشریح کنیم که اصلاً آژانس چیست و چه کاره است؟! برگردیم به اساس تشکیل آژانس، آژانس بعد از جنگ جهانی دوم به وجود آمد؛ وقتی که متوجه شدند که استفاده از تسلیحات هسته‌ای تمدن برانداز است و کار احمقانه‌ای که آمریکا در ژاپن انجام داد برای تمام نسل‌های

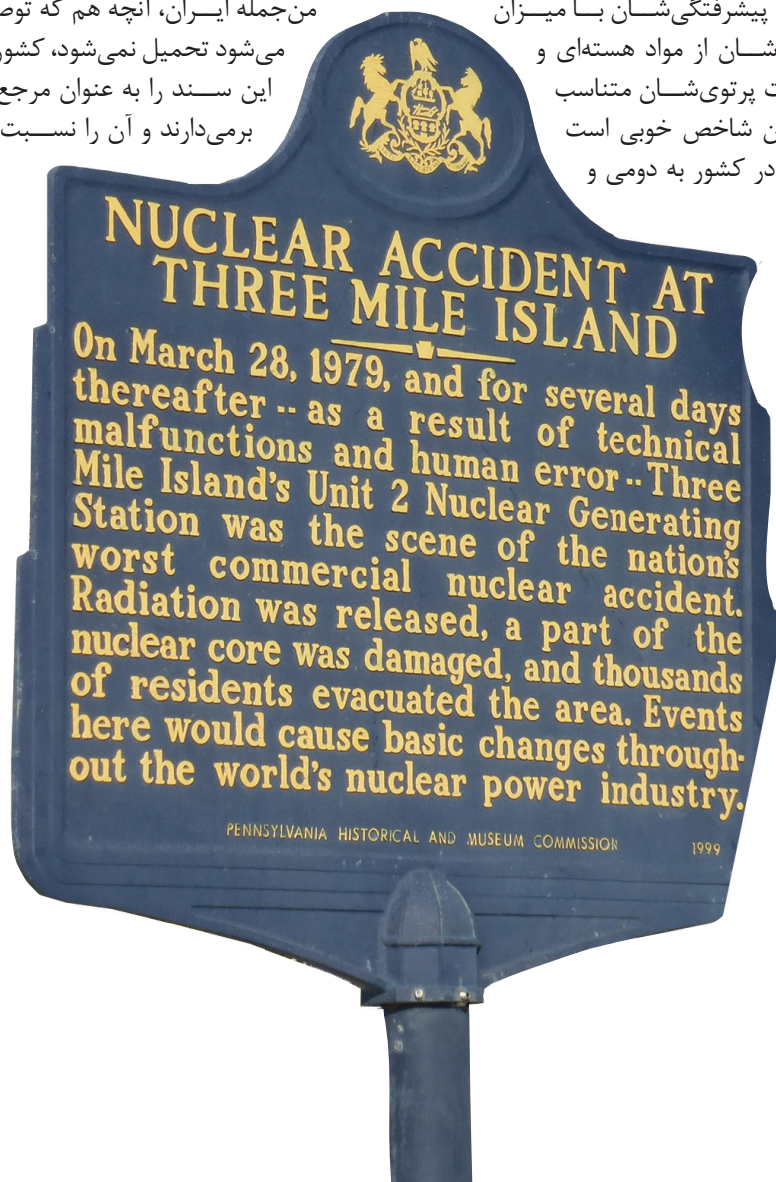


سازمان پدافند غیرعامل کشور
قرارگاه پدافند پرتویی

سومی کمتر رسیدیم. الحمدالله قدم‌های خوبی برداشته‌شده و دارد برداشته می‌شود. رابطه ما با آژانس در رابطه با موارد ایمنی یک رابطه همکاری و استفاده از مراجعشان است در کمیته‌های استاندارد آن حضور داریم، مشارکت می‌کنیم باهم استانداردها را می‌نویسیم در استاندارد نوشتن ایرانیان هم حضور دارند و این همکاری‌های خوب با آژانس این اجازه را به ایرانیان می‌دهد که در تدوین استانداردها بیشتر شرکت کنند چون اگر ما در تدوین استانداردها مشارکت کنیم نظرات خودمان را هم اعمال می‌کنیم ولی وقتی که حضور نداشته باشیم و مشارکت نکنیم چیزی را که نمی‌دانیم چیست قبول می‌کنیم، پس در بخش مشارکت برای تدوین استانداردها همه کشورها هستند؛ من جمله ایران، آنچه هم که توصیه می‌شود تحمیل نمی‌شود، کشورها این سند را به عنوان مرجع را برمی‌دارند و آن را نسبت به

دغدغه فقط دغدغه شما نیست من فکر می‌کنم که جامعه کشور هم همین دغدغه را دارد که واقعاً ایمن است؟! من می‌روم این رادیولوژی این عکس را برمی‌دارم من میرم این رادیوتراپی کسی که کار رادیوتراپی را انجام می‌دهد واقعاً آسیب نمی‌رسد به جاهای دیگر بدنش؟! آیا و اگر ها و اما های دیگر. خب چه بهتر که جامعه نسبت به مواد هسته‌ای و تجهیزات پرتوی‌شان با اطمینان بیشتری استفاده کنند چه بهتر که ما از آن‌ها بیشتر بتوانیم استفاده کنیم. به ضرس قاطع عرض می‌کنم که هیچ صنعت پیشرفته‌ای نیست که در آن از تجهیزات یا مواد پرتوی استفاده نکند. برای کنترل‌شان، برای اندازه‌گیری‌هایشان برای بهبودشان هیچ‌کدام از این صنایع. کشورهای پیشرفته میزان پیشرفتگی‌شان با میزان استفاده‌شان از مواد هسته‌ای و تجهیزات پرتوی‌شان متناسب است این شاخص خوبی است پس ما در کشور به دومی و

در آژانس به عنوان واچ داگ یا همان سگ نگهبان محسوب می‌شود که کشورها به این سمت نروند. ۳- حالا که ما می‌خواهیم از انرژی هسته‌ای استفاده بکنیم معیارهای ایمنی را هم رعایت بکنیم پس بیاییم با همدیگر همفکری کنیم که چگونه از فواید آن استفاده و از مضرات آن دور باشیم. این هم سومی شد که ایمنی پادمان و همکاری‌های فنی سه ستون آژانس هستند. به‌مرورزمان کسانی که در آژانس نقش دارند ستون پادمان را بیشتر کردند و به دو ستون دیگر تا حدی نرسیدند. به همکاری‌های بین کشورها کمتر اهمیت دادند، به ایمنی بعد از حوادث ایجادشده اهمیت دادند. آژانس در هر کدام از آن‌ها وظایفی دارد ما متأسفانه بیشتر در کشور با بحث پادمانی آن روبرو هستیم و از بقیه وظایف آژانس در بحث ایمنی و همکاری آن کمتر اطلاع داریم. در بحث پادمانی موافقت‌های پادمانی است که بر اساس موافقت‌های پادمانی کشورها متعهد هستند که این کارها را انجام دهند پس بنابراین روی آنچه موافقت‌نامه نامیده می‌شود، تحمیل وجود دارد یعنی ما همه کشورهای دنیا ما که می‌گوییم منظور «ما» مصرف‌کننده مواد هسته‌ای هستیم که باید تن به توافق‌هایی که ایجادشده بدهیم پس یک سری مقرراتی تحمیل شود. در بحث‌های ایمنی این تحمیل وجود ندارد بلکه توصیه است، توصیه برای بالا بردن ایمنی، بهداشت و سلامت است. پس بنابراین اکثر کشورها از بحث ایمنی استقبال می‌کنند در بحث سوم وظایف آژانس همکاری وجود دارد که بازهم کشورها استقبال می‌کنند، کشور ما هم از سال‌های سال پیش این همکاری فنی را با آژانس داشته و بسیاری از این تخصص‌هایی که در سازمان انرژی اتمی به وجود آمده، از قبل همین همکاری‌های فنی بوده است منتها به نحوی دو تا از این پایه‌ها مغفول مانده است این خیلی خوب بود که ما می‌توانستیم حداکثر استفاده را از این همکاری‌ها ببریم. در هر حال لازم است این اطمینان را به خودمان و بقیه بدهیم که تاسیسات هسته‌ای ما ایمن است. این



هسته‌ای که قابلیت بین‌المللی را پیدا کرد شد، گرچه ابعاد آن کم بود ولی یک حادثه هسته‌ای قابل توجه ای بود که حدود سال ۱۹۷۹ اتفاق افتاد که به دلیل آن آمریکا برنامه هسته‌ای خود را عوض کرد. این حادثه در اثر عدم توجه به دستورالعمل‌ها بود. ۲- حادثه خیلی مهم که تا همین الان هم ابعادش ادامه دارد حادثه هسته‌ای چرنوبیل است که اساساً دستورالعمل‌های ایمنی توسط اپراتور اصلاً ندیده گرفته شد، سیستم‌های کنترل را خاموش کرد که سیستم‌های حفاظتی نیروگاه عمل نکند، می‌خواست یک تستی را انجام دهد که منجر به حادثه چرنوبیل شد. در حادثه هسته‌ای فوکوشیما مواردی از عدم توجه به موضوعات ایمنی را گزارش داریم البته این به معنای این نیست که اگر توجه می‌کردیم اتفاق نمی‌افتاد ممکن بود که باز هم در شرایط دیگری اتفاقاتی بیفتد ولی اینجا مشخص است که اگر توجه نکنیم اتفاق می‌افتد این موضوع قطعی

است پس ایمنی خیلی تأثیر می‌گذارد، دستورالعمل‌های ایمنی، ضوابط ایمنی بیخود نوشته نمی‌شوند. تمام آن‌ها با تفکر تجربه با دیدن یک موضوع است؛ انسان عاقل از یک سوراخ دو بار گزیده نمی‌شود لذا کسانی که دستورالعمل‌های ایمنی را می‌نویسند حتماً یک چیزی دیدند پس می‌گویند ره آن رو که رهروان رفتند پس قرار نیست که هر حادثه‌ای را خودمان تجربه کنیم بلکه از تجربیات مثبت دیگران استفاده کنیم.

● نسبت به مطالبی که مطرح شد یک جمع‌بندی داشته باشیم و نکته و حرف آخری اگر هست بفرمایید.

تشکر می‌کنم از اینکه قابل دانستید. قطعاً دوستانی که صاحب‌نظر هستند در موضوعات هسته‌ای الحمدلله در کشور زیاد است و فکر می‌کنم که اقدام شما اقدام



شرایط خودشان به صورت ضابطه درمی‌آوردند که در آن زمان دیگر لازم‌الاجرا می‌شود، الان ضوابط مرکز نظام ایمنی کشور ضابطه است نه استانداردهای آژانس و وقتی که بازرسان آژانس می‌آیند هیچ کدام بررسی نمی‌کنند که استانداردهای آژانس رعایت می‌شود یا نه بلکه نظام ایمنی را ممیزی می‌کنند که آیا نسبت به این فعالیت یا تأسیسات ضوابط خاص خودش را دارد؟! ممکن است لزوماً تمامش منطبق بر استانداردهای آژانس نباشد ولی می‌دانند که چرا این تغییرات ایجاد شده است پس فقط نظام ایمنی را ممیزی می‌کنند. ایران هم یک‌بار ممیزی شده و نمره قبولی گرفته و آژانس مطمئن شده که نظام ایمنی در ایران کارش را خوب انجام می‌دهد؛ پس اگر بخواهم در این موضوع به خصوص، جمع‌بندی کنم آژانس در رابطه با ایمنی کشور ورود نمی‌کند و نظام ایمنی برای کشور کافی است.

● آیا حوادث مهمی در دنیا به دلیل عدم نظارت بر اقدامات ایمنی به وجود آمده باشد؟ اگر موردی هست همراه با دلیل آن بفرمایید.

بله من فقط به سه مورد از آن‌ها اشاره می‌کنم، شاید میزان حوادث هسته‌ای که ثبت شده باشند به بالای ده مورد برسد ولی به طور عمده سه موضوعی که به آن اشاره می‌کنم این موارد است: ۱- حادثه تری مایل ایلند (TMI) آمریکا که در اثر یک نقص فنی در قسمت غیرهسته‌ای به خاطر عدم توجه به دستورالعمل‌های نگهداری به وجود آمد.

عدم توجه به این موارد باعث شد که عدم کارکرد این تجهیز، به قسمت هسته‌ای تأثیر گذاشت که در نتوانستند آن را کنترل کنند و منجر به اولین حادثه



سازمان پدافند غیرعامل کشور
قرارگاه پدافند پرتویی

است ان شالله قدر این نعمت را بدانیم و در این قضیه خوب به جلو برویم و سربلند هم بشویم این آرزوی همه ایرانی‌هاست به یمن هر آنچه داریم توجه کنیم که بازهم در شرایطی قرار گرفتیم که همه داشته‌هایمان را باید باهم یکی کنیم برای این که موفق باشیم پتانسیل‌های خوبی را در کشور داریم و شاهد رشد آن‌ها هستیم و این رشد موقعی مؤثر است که بتوانند با همدیگر باشند و با همدیگر کار کنند، ارزش‌افزوده در این قضیه ۲+۲ چهار نمی‌شود در این موضوع ۲+۲ بیش از ۵ است.

*** خیلی ممنون از این که دعوت ما را پذیرفتید و کمک کردید نظرات عالمانه شما را به مخاطبین منتقل کنیم، سپاس گذاریم.**

خوب است که آدم می‌بیند که هرروز یک سری نوآوری‌هایی شده در فعالیت‌های پرتوی که عمده کارهای ما روی فعالیت‌های پرتوی است.

تأسیسات هسته‌ای ما خیلی زیاد نیستند البته زیاد نیستند هرکدامشان به‌اندازه چندین هزار برابر یک فعالیت پرتوی ما می‌تواند نقش و اهمیت داشته باشد ولی به‌هرحال گستره فعالیت‌های پرتوی در کشور ما خیلی زیاد است و الحمدالله در حال بیشتر شدن است ولی در تأسیسات هسته‌ای واقعاً خیلی پیش رفته‌ایم. با شناخت شرایط بین‌المللی که معمولاً هم به آن‌ها کمک می‌شود که این شرایط خودشان را پیش ببرند، در کشور نه‌تنها کمک نشده تقریباً بازدارنده هم بوده، این فعالیت‌ها در کشور بسیار خوب انجام‌شده

خوبی است که نظرات دوستان جمع‌بندی شود، به‌هرحال این‌ها همه کمک می‌کنند به بهبود شرایط موجود و هم از حسن سلیقه شما برای اینکه مجله‌ای دارید که مسائلی را در آن درج می‌کنید تشکر می‌کنم، انتخاب خوبی است، توجه به موضوعات ایمنی تشکر ویژه دارد. قطعاً خدابرکت آن را می‌دهد می‌گویند: «هرکسی که فکر کرد و عمل کرد خدا اجرش را می‌دهد» و این بازهم تشکر ویژه دارد چون می‌تواند سطح ایمنی را در کشور بالا ببرد. الحمدالله به یمن هر آنچه داریم اولین آن شکر خدا که شرایطی به وجود آمده که بتوانیم از نعمات آن استفاده کنیم آنچه خداوند به ما داده از انرژی هسته‌ای آن‌هم نعمت خداوند است اگر دیگران استفاده کردند خوبی آن را دیده‌اند چرا ما استفاده نکنیم؟! و خیلی



مجموعه مباحث ایجاد آمادگی پاسخ اضطراری در حوادث پرتوی (۳)



سازمان پدافند غیرعامل کشور
قرارگاه پدافند پرتوی

سریع اطلاعات اصلی و در دسترس و بررسی دقیق و کافی آن‌ها برای تصمیم‌گیری در خصوص اقدامات پاسخ است. موضوع در حوادث پرتوی یک فرایند متناوب و پویاست و متناسب با تکمیل و به‌روزرسانی اطلاعات می‌تواند تغییر کرده یا تصحیح شود. پایش اضطراری یکی از منابع تأمین اطلاعات موردنیاز برای ارزیابی و تصمیم‌گیری است.

در مباحث قبلی به اهداف برنامه‌ریزی اضطراری، تقسیم‌بندی نواحی و سطوح برنامه‌ریزی و همچنین عناصر برنامه‌ریزی جامع پرداخته و در ادامه گام‌های برنامه‌ریزی، مبانی و چگونگی تهیه برنامه تشریح شد. در این مبحث به یکی از عناصر عملیاتی اصلی در مدیریت حوادث پرتوی به نام پایش اضطراری پرداخته می‌شود. مهم‌ترین جنبه مدیریت در شرایط اضطراری پرتوی جمع‌آوری

■ مفهوم عملیات پایش

به مجموعه عملیاتی اطلاق می‌شود که طی آن بخشی از هوای محیط تحت بررسی، جمع‌آوری و آلودگی‌های موجود در آن جداسازی و به‌این‌ترتیب وجود یا فقدان آلودگی پرتوی در نمونه محیطی مدنظر امکان‌پذیر می‌شود. نمونه‌برداری از هوا در بعضی موارد به مفهوم نمونه‌برداری و تحلیل نمونه و در موارد دیگر به مفهوم مطلق جمع‌آوری نمونه است و تحلیل نمونه را شامل نمی‌شود.

● **نمونه‌برداری محیطی و بلعی:** نمونه‌برداری محیطی و بلعی دارای تعبیر مشابه با نمونه‌برداری از هواست و شامل جمع‌آوری و بررسی نمونه‌های مختلف تهیه‌شده از عوامل محیطی مختلف (غیر از هوا) و نمونه محصولات غذایی است.

● **پایش آلودگی فردی:** منظور از پایش آلودگی فردی، مجموعه عملیاتی است که وجود آلودگی (به‌خصوص در سطح خارجی بدن) در افراد را مشخص می‌کند.

● **آنالیز ایزوتوپی:** منظور از آنالیز ایزوتوپی مجموعه عملیاتی است که طی آن، انواع نمونه‌های جمع‌آوری‌شده فرآوری و از حیث وجود مواد و عناصر پرتوزا بررسی می‌شوند.

واژه پایش (معادل مصطلح آن مانیتورینگ) دارای تعبیر و کاربردهای مختلف است. در بحث فعلی منظور از پایش مجموعه فعالیت‌های اندازه‌گیری آلودگی سطحی و حجمی، نرخ دز، نمونه‌برداری و تحلیل نمونه برای تعیین نوع و میزان آلودگی پرتوی با انواع روش‌های موجود است. کاربرد این واژه (به‌صورت مطرح‌شده فعلی) در منابع و مراجع مختلف عمومیت ندارد و ممکن است برحسب ماهیت عملیات و محیط‌های تحت بررسی از کلمه‌ها و ترکیب‌های دیگری نیز استفاده شود. در ادامه به نمونه‌ای از این واژه‌ها اشاره می‌شود:

● **تحلیل محیطی:** منظور از تحلیل محیطی، روش‌های بررسی آلودگی در محیط‌های مختلف است.

● **تحلیل نمونه:** منظور از تحلیل نمونه، تفسیر نتایج حاصل از بررسی‌های محیطی است.

● **جست‌وجوی محیطی:** منظور از جست‌وجوی محیطی اندازه‌گیری نرخ دز و آلودگی سطحی ناشی از پخش آلودگی در محیط‌های مختلف و با استفاده از انواع روش‌های هوایی، خودرویی و دستی است.

● **نمونه‌برداری از هوا:** نمونه‌برداری از هوا



اهداف پایش اضطراری

هـ) دسترسی به اطلاعات متقن در مورد میزان و شدت خطرهای ناشی از بروز حادثه پرتوی؛
و) تعیین وسعت و زمان تأثیرپذیری نواحی مختلف از حادثه پرتوی؛
ز) دسترسی به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مواد پرتوای پخش شده در محیط؛
ح) تأیید ثمربخش بودن اقدامات مختلفی که در فرایند پاسخ به سانحه انجام شده است.

الف) جمع‌آوری اطلاعات لازم برای دسته‌بندی سانحه؛
ب) کمک به تصمیم‌گیری در مورد تشخیص ضرورت انجام اقدامات حفاظتی و مداخله‌ای بر اساس آستانه‌های مداخله عملیاتی؛
ج) انجام اقدامات لازم برای جلوگیری از گسترش آلودگی؛
د) دسترسی به اطلاعات موردنیاز برای محافظت از کارکنان و نیروهای درگیر در عملیات پاسخ اضطراری؛

طراحی برنامه پایش اضطراری

برای طراحی برنامه پایش اضطراری، ابتدا ملزومات کار مدنظر قرار می‌گیرد؛ سپس برنامه‌ای که در آن نیازمندی‌های مختلف نظیر نیروی انسانی، تجهیزات و امکانات لازم پیش‌بینی شده است، ارائه می‌شود. در این برنامه فرایندهای اجرایی نیز گنجانده می‌شود. رویکرد کلی برای طراحی برنامه، اجرای گام‌های پنج‌گانه زیر است:

۱. تعیین موضوعات پایش: در این گام تمام مواردیکه برای تصمیم‌گیری در خصوص تعیین زمان و محل انجام اقدامات حفاظتی ضروری هستند، مشخص می‌شود.
۲. تعیین کمیت‌های اندازه‌گیری: در این گام کمیت‌های مناسبی که باید اندازه‌گیری شوند مشخص می‌شود. نمونه‌ای از این کمیت‌ها نرخ دز خارجی، دز خارجی، آلودگی سطحی، ترکیبات و غلظت مواد پرتوزا در هوا و نمونه غذایی یا مواد و محصولات دیگر است.
۳. تعیین وسایل موردنیاز: در این گام دستگاه‌های موردنیاز برای اندازه‌گیری کمیت‌های مختلف مشخص می‌شود. نمونه‌هایی از تجهیزات اندازه‌گیری، دستگاه‌های اندازه‌گیری نرخ دز گاما، اندازه‌گیری آلودگی مربوط به مواد پرتوای آلفا و بتا، دستگاه‌های نمونه‌برداری از هوا و دستگاه‌های هشدار سریع هستند.
۴. تعیین روش‌های پایش: در این گام روش‌های پایش برای تعیین اطلاعات مدنظر مشخص می‌شوند. تعیین موقعیت منابع پرتوزا، جست‌وجوی آلودگی سطحی و زمین، جست‌وجوی آلودگی هوا، ارزیابی دز فردی و تخمین دزهای قابل‌پیشگیری نمونه‌هایی از روش‌های پایش هستند.
۵. ارائه دستورالعمل‌های کاری و تعیین صحت و دقت نتایج پایش: در این گام تمامی دستورالعمل‌های مربوط به کار با تجهیزات اندازه‌گیری، اجرای روش‌های مختلف و همچنین کنترل نتایج و تضمین کیفیت مشخص می‌شوند. با اجرای گام‌های پنج‌گانه فوق، برنامه پایش شامل تهیه و تدارک منابع، تجهیزات و امکانات، آموزش‌ها، تمرین‌های مربوط به اجرای دستورالعمل‌ها و رویه‌ها برای رسیدن به مهارت‌های فنی موردنیاز آماده می‌شود.
۶. عملیات پایش برحسب مشخصات نواحی متأثر از سانحه (وضعیت ساکنین، منابع گیاهی و دامی، ویژگی‌های اقتصادی و اجتماعی، مشخصات فعالیت‌های صنعتی جاری و همچنین خدمات عمومی وزیر بنایی قابل‌اجرا در منطقه) اولویت‌بندی می‌شود. در آغاز عملیات پاسخ به حوادث پرتوی اولویت اصلی تعیین نواحی آلوده است. توصیه می‌شود تصمیم‌گیری در خصوص عملیات پایش به ترتیب بر اساس پاسخ به سؤال‌های زیر انجام شود:

۱. آیا خطر پرتوگیری خارجی وجود دارد؟ در صورت پاسخ مثبت، اندازه‌گیری نرخ دز محیطی، دز فردی یا تخمین دز محیطی و فردی توصیه می‌شود.
۲. آیا مواد پرتوزا از طریق هوا نشت یافته‌اند؟ در صورت پاسخ مثبت تعیین غلظت آلودگی مواد پرتوزا در هوا و تخمین نرخ دز ناشی از انتشار آلاینده‌های هوا (در مسیر انتشار باد) توصیه می‌شود.
۳. آیا مواد پرتوزا روی سطوح مختلف یا زمین پخش شده‌اند؟ در صورت پاسخ مثبت اندازه‌گیری نرخ دز خارجی و همچنین میزان آلودگی سطوح مختلف نظیر وسایل نقلیه، ساختمان‌ها و زمین توصیه می‌شود.
۴. آیا مردم آلوده شده‌اند؟ در صورت پاسخ مثبت، اندازه‌گیری آلودگی پوست و لباس مردم توصیه می‌شود.
۵. آیا ریزش مواد پرتوای هوا، برد روی محصولات کشاورزی و مزارع صورت گرفته است؟ در صورت پاسخ مثبت نمونه‌برداری و ارزیابی آلودگی احتمالی محصولات کشاورزی و گیاهی موجود در مزارع توصیه می‌شود.
۶. آیا سانحه با نشت پیوسته مواد پرتوزا به محیط همراه است؟ در صورت پاسخ مثبت عملیات پایش بر افراد و نواحی با احتمال آلودگی بیشتر متمرکز می‌شود.
۷. آیا دوره سانحه کوتاه است؟ در صورت پاسخ مثبت، ملاحظات لازم در برنامه‌ریزی برای دسترسی به کامل‌ترین اطلاعات موردنیاز اعمال شود.
۸. آیا منابع آب آشامیدنی یا ذخایر آبی آلوده شده‌اند؟ در صورت پاسخ مثبت نمونه‌برداری و آنالیز نمونه‌های آب توصیه می‌شود.
۹. آیا حیواناتی که برای انسان مصرف غذایی دارند از آب و مواد غذایی آلوده تغذیه شده‌اند؟ در صورت پاسخ مثبت نمونه‌برداری و آنالیز گوشت، شیر و فرآورده‌های دامی مرتبط با این حیوانات توصیه می‌شود.

برای طراحی برنامه پایش اضطراری، ابتدا ملزومات کار مدنظر قرار می‌گیرد؛ سپس برنامه‌ای که در آن نیازمندی‌های مختلف نظیر نیروی انسانی، تجهیزات و امکانات لازم پیش‌بینی شده است، ارائه می‌شود. در این برنامه فرایندهای اجرایی نیز گنجانده می‌شود. رویکرد کلی برای طراحی برنامه، اجرای گام‌های پنج‌گانه زیر است:

۱. تعیین موضوعات پایش: در این گام تمام مواردیکه برای تصمیم‌گیری در خصوص تعیین زمان و محل انجام اقدامات حفاظتی ضروری هستند، مشخص می‌شود.
۲. تعیین کمیت‌های اندازه‌گیری: در این گام کمیت‌های مناسبی که باید اندازه‌گیری شوند مشخص می‌شود. نمونه‌ای از این کمیت‌ها نرخ دز خارجی، دز خارجی، آلودگی سطحی، ترکیبات و غلظت مواد پرتوزا در هوا و نمونه غذایی یا مواد و محصولات دیگر است.
۳. تعیین وسایل موردنیاز: در این گام دستگاه‌های موردنیاز برای اندازه‌گیری کمیت‌های مختلف مشخص می‌شود. نمونه‌هایی از تجهیزات اندازه‌گیری، دستگاه‌های اندازه‌گیری نرخ دز گاما، اندازه‌گیری آلودگی مربوط به مواد پرتوای آلفا و بتا، دستگاه‌های نمونه‌برداری از هوا و دستگاه‌های هشدار سریع هستند.
۴. تعیین روش‌های پایش: در این گام روش‌های پایش برای تعیین اطلاعات مدنظر مشخص می‌شوند. تعیین موقعیت منابع پرتوزا، جست‌وجوی آلودگی سطحی و زمین، جست‌وجوی آلودگی هوا، ارزیابی دز فردی و تخمین دزهای قابل‌پیشگیری نمونه‌هایی از روش‌های پایش هستند.
۵. ارائه دستورالعمل‌های کاری و تعیین صحت و دقت نتایج پایش: در این گام تمامی دستورالعمل‌های مربوط به کار با تجهیزات اندازه‌گیری، اجرای روش‌های مختلف و همچنین کنترل نتایج و تضمین کیفیت مشخص می‌شوند. با اجرای گام‌های پنج‌گانه فوق، برنامه پایش شامل تهیه و تدارک منابع، تجهیزات و امکانات، آموزش‌ها، تمرین‌های مربوط به اجرای دستورالعمل‌ها و رویه‌ها برای رسیدن به مهارت‌های فنی موردنیاز آماده می‌شود.
۶. عملیات پایش برحسب مشخصات نواحی متأثر از سانحه (وضعیت ساکنین، منابع گیاهی و دامی، ویژگی‌های اقتصادی و اجتماعی، مشخصات فعالیت‌های صنعتی جاری و همچنین خدمات عمومی وزیر بنایی قابل‌اجرا در منطقه) اولویت‌بندی می‌شود. در آغاز عملیات پاسخ به حوادث پرتوی اولویت اصلی تعیین نواحی آلوده است. توصیه می‌شود تصمیم‌گیری در خصوص عملیات پایش به ترتیب بر اساس پاسخ به سؤال‌های زیر انجام شود:

۱. آیا خطر پرتوگیری خارجی وجود دارد؟ در صورت پاسخ مثبت، اندازه‌گیری نرخ دز محیطی، دز فردی یا تخمین دز محیطی و فردی توصیه می‌شود.
۲. آیا مواد پرتوزا از طریق هوا نشت یافته‌اند؟ در صورت پاسخ مثبت تعیین غلظت آلودگی مواد پرتوزا در هوا و تخمین نرخ دز ناشی از انتشار آلاینده‌های هوا (در مسیر انتشار باد) توصیه می‌شود.
۳. آیا مواد پرتوزا روی سطوح مختلف یا زمین پخش شده‌اند؟ در صورت پاسخ مثبت اندازه‌گیری نرخ دز خارجی و همچنین میزان آلودگی سطوح مختلف نظیر وسایل نقلیه، ساختمان‌ها و زمین توصیه می‌شود.
۴. آیا مردم آلوده شده‌اند؟ در صورت پاسخ مثبت، اندازه‌گیری آلودگی پوست و لباس مردم توصیه می‌شود.
۵. آیا ریزش مواد پرتوای هوا، برد روی محصولات کشاورزی و مزارع صورت گرفته است؟ در صورت پاسخ مثبت نمونه‌برداری و ارزیابی آلودگی احتمالی محصولات کشاورزی و گیاهی موجود در مزارع توصیه می‌شود.
۶. آیا سانحه با نشت پیوسته مواد پرتوزا به محیط همراه است؟ در صورت پاسخ مثبت عملیات پایش بر افراد و نواحی با احتمال آلودگی بیشتر متمرکز می‌شود.
۷. آیا دوره سانحه کوتاه است؟ در صورت پاسخ مثبت، ملاحظات لازم در برنامه‌ریزی برای دسترسی به کامل‌ترین اطلاعات موردنیاز اعمال شود.
۸. آیا منابع آب آشامیدنی یا ذخایر آبی آلوده شده‌اند؟ در صورت پاسخ مثبت نمونه‌برداری و آنالیز نمونه‌های آب توصیه می‌شود.
۹. آیا حیواناتی که برای انسان مصرف غذایی دارند از آب و مواد غذایی آلوده تغذیه شده‌اند؟ در صورت پاسخ مثبت نمونه‌برداری و آنالیز گوشت، شیر و فرآورده‌های دامی مرتبط با این حیوانات توصیه می‌شود.



سازمان پدافند غیرعامل کشور
 قرارگاه پدافند پرتویی

تجهیزات پایش

که برای ایجاد و فعال‌سازی یک تیم پایش با هدف‌گذاری خاص پیشنهاد شده است، معرفی و تلاش می‌شود تمام ملاحظات و نکات توضیح داده‌شده در مورد آن‌ها تشریح و به‌این‌ترتیب امکان برنامه‌ریزی برای ایجاد و عملیاتی کردن تیم‌های مشابه برحسب مقتضیات برنامه‌های در دست تدوین فراهم شود.

یا تجهیزات فرعی پایش محسوب می‌شوند و در عملیات پایش مورد استفاده قرار می‌گیرند. با توجه به اهداف و روش‌های پایش می‌توان سامانه‌های نرم‌افزاری شبیه‌سازی پخش آلاینده‌های هوا بر روی نیز جزو تجهیزات پایش محسوب کرد.

تعداد، ترکیب، عناوین و مأموریت تیم‌های پاسخ بر اساس طرح‌های ملی، استانی و سازمانی مقابله اضطراری تعیین می‌شود. مقتضی است در برنامه‌ریزی صورت گرفته به استعداد نیروی انسانی موردنیاز، تخصص‌های

لازم، تجهیزات ضروری و

ویژگی‌های شاخص

هریک اشاره و

ضمن تشریح

نقش

تجهیزات پایش بر اساس کاربری آن‌ها به انواع ثابت، قابل حمل، دستی، فردی و آزمایشگاهی تقسیم می‌شوند.

تجهیزات آزمایشگاهی برای بررسی نوع و غلظت عناصر پرتوزا در انواع نمونه‌های جمع‌آوری شده از محیط مورد استفاده قرار می‌گیرند. این تجهیزات از دسته شمارشگرها و طیف نگارها هستند و مقادیر شمارش پرتوهای آلفا، بتا، گاما و ایکس ساطع شده از مواد پرتوزا را همراه انرژی آن‌ها تعیین می‌کنند.

تجهیزات پایش ثابت سامانه‌هایی هستند که در مکان مشخصی مستقر شده‌اند و تغییرات نرخ دز محیطی را تعیین می‌کنند و افزایش نرخ دز از حدود معمول را با استفاده از هشداردهنده‌های صوتی و بصری اعلام و همچنین اطلاعات نرخ دز را به محل کنترل پایش مخابره می‌کنند. برخی از سامانه‌های ثابت به زیرسامانه‌های نمونه‌برداری و طیف‌نگاری مجهز و قادر به جمع‌آوری ذرات پرتوزای هوا بر روی و همچنین تعیین هسته‌های پرتوزای مختلف در این نمونه‌ها هستند.

تجهیزات دستی میزان نرخ دز را تعیین می‌کنند و نتایج اندازه‌گیری را به‌صورت آنالوگ و دیجیتال نمایش می‌دهند. محدوده اندازه‌گیری در این تجهیزات به‌صورت دستی یا اتوماتیک (خودکار) تنظیم می‌شود. برای اطمینان از نتایج اندازه‌گیری ضروری است دستگاه در محدوده اندازه‌گیری خاص خود استفاده شود. این دستگاه‌ها نرخ دز محیطی مربوط به پرتوهای بتا، گاما و نوترون را اندازه‌گیری می‌کنند. برخی از تجهیزات پایش دستی برای سنجش آلودگی سطحی و ذرات هوا بر روی استفاده می‌شوند. طیف نگارهای قابل حمل نیز می‌توانند نمونه‌هایی از تجهیزات پایش دستی محسوب شوند. طیف نگارهای مذکور برای ارزیابی آلودگی گسیلنده‌های گاما بر سطح زمین استفاده می‌شوند. با توجه به وجود عوامل مختلف خطا، طیف‌نگاری در این شیوه از حیث سرعت دسترسی به نتایج اولیه، حائز اهمیت است، ولی نتایج اندازه‌گیری دقت و صحت کمتری دارند.

تجهیزات پایش فردی برای اندازه‌گیری پرتوگیری خارجی و داخلی افراد استفاده می‌شوند. نمونه‌هایی که برای ارزیابی دز خارجی استفاده می‌شوند، اغلب روی لباس افراد نصب شده و پرتوگیری مربوط به پرتوهای گاما، ایکس، نوترون و بتاهای پرنرژی را اندازه‌گیری می‌کنند. تجهیزاتی که برای ارزیابی آلودگی داخلی بدن استفاده می‌شوند به‌صورت مستقیم میزان پرتوگیری ناشی از گسیلنده‌های ایکس و گاما را تعیین می‌کنند. انواع تجهیزات نمونه‌برداری به‌عنوان زیرسامانه‌ها

هریک از اعضا،

دستورالعمل‌ها و

رویه‌های اجرایی

تیم در مراحل مختلف

آمادگی، پاسخ و بازگشت

به شرایط اولیه تعیین و

تنظیم و ارسال گزارش‌ها

به‌صورت دقیق و شفاف مشخص

شود.

با توجه به لزوم کسب

آمادگی‌های بیشتر برای مقابله

با حوادث بزرگ‌مقیاس، امروزه

سامانه‌های مکانیزه زمینی، هوایی و

دریایی با قابلیت انجام فعالیت‌های تخصصی

پایش که پیش‌تر توضیح داده شد، طراحی

و ساخته شده‌اند. وجود این سامانه امکان

اعمال مدیریت و فرماندهی قوی‌تر و مطلوب‌تر

بر عملیات را فراهم می‌سازد. سامانه‌های سیار

پایش، سامانه‌های پایش هوایی و سامانه‌های

پایش دریایی نمونه‌هایی از این تجهیزات هستند

که امروزه در ناوگان برنامه‌های مقابله کشورهای

پیشرفته مورد استفاده قرار می‌گیرند و همان‌طور

که پیش‌تر توضیح داده شد، سهم بسزایی در انجام

برنامه‌های مقابله با سوانح پرتوی ایفا می‌کنند.

در محث آینده نمونه‌ای از طرح‌های بین‌المللی



تهیه کننده:

فرهاد گلغام- الهام حسن زاده

گاز رادون

و اثرات بیولوژیکی آن



بافت‌های ریه از محصولات واپاشی رادون قابل ملاحظه است. چون تمام محصولات واپاشی یا به اصطلاح دختران رادون، پرتوزا بوده و از نظر شیمیایی فعال می‌باشند، در بافت‌های حساس ریه ته‌نشین گردیده و با ساطع کردن پرتو باعث تخریب بافت‌های ریه می‌شوند. در این مقاله خلاصه‌ای در خصوص گاز رادون و زنجیره واپاشی آن، چگونگی اثر آن بر انسان و راه‌های کاهش آن در ساختمان‌ها ارائه شده است.

تحت شرایط عادی بیش از ۸۰ درصد از کل دز سالانه دریافت شده ناشی از پرتوهای یون‌ساز توسط مردم از منابع طبیعی بوده و بیش از ۵۰ درصد مربوط به پرتوگیری از گاز رادیواکتیو رادون و محصولات واپاشی آن می‌باشد. پرتوگیری از رادون دومین عامل سرطان ریه بعد از سیگار است. رادون نه تنها خود یک عامل مستقل برای سرطان ریه است، بلکه احتمال آن را در افراد سیگاری افزایش می‌دهد. دز وارده بر



■ گاز رادون

ماهیت آن پی‌برد. Rn^{222} محصول واپاشی Ra^{226} بوده و چون رادیوم به‌طور طبیعی در پوسته زمین وجود دارد، بنابراین Rn^{222} به تبع آن در تمامی صخره‌ها، سنگ‌ها، خاک‌ها و آب‌های زیرزمینی که منابع تولیدی آن محسوب می‌شوند یافت می‌شود. رادون از خود اشعه آلفا ساطع کرده و در صورت ادامه واپاشی به Po^{218} و سرانجام به سرب پایدار تبدیل می‌شود. رادون به آسانی از خاک یا سنگ محل تولید خود خارج شده و وارد آب یا هوای محیط اطراف ما می‌شود. مهمترین منشاء رادون خاک است ولی می‌تواند از آب و مصالح ساختمانی نیز به هوای محیط نفوذ کند [۱].

رادون جزء گازهای نجیب و عنصری رادیواکتیو با نماد شیمیایی (Rn)، عدد اتمی ۸۶ و عدد جرمی ۲۲۲ می‌باشد. نقطه ذوب آن ۷۱- درجه سانتی گراد و نقطه جوش آن ۶۱/۷- درجه سانتی گراد می‌باشد و بسته به منبع تولیدی آن ۳۹ ایزوتوپ از Rn^{193} تا Rn^{231} وجود دارد. رادون ۲۲۰ و ۲۲۲ مهمترین نوع ایزوتوپ‌های آن هستند که گازهای بی‌رنگ و بدون طعم و بو و از نظر شیمیایی خنثی هستند و نمی‌تواند واکنش شیمیایی انجام دهند. چگالی رادون $9/73 \text{ kg/m}^3$ است (در دمای صفر درجه سانتی گراد و فشار ۱ atm) و ۸ برابر سنگین‌تر از هوا است. اولین بار شیمیدان آلمانی فردریک ای. دورن^۱ در سال ۱۹۰۰ به



سازمان پدافند غیرعامل کشور
قرارگاه پدافند پرتویی

□ انواع ایزوتوپ‌های رادون و زنجیره‌های تولید آن

سه ایزوتوپ طبیعی عنصر پرتوزای رادون عبارتند از:

- ^{222}Rn (اکتینون) که در زنجیره ^{238}U و طی واپاشی آلفا از ^{226}Ra بوجود می‌آید.
- ^{220}Rn (تورن) که در زنجیره ^{232}Th و طی واپاشی آلفا از ^{224}Ra بوجود می‌آید.
- ^{222}Rn که در زنجیره ^{235}U و طی واپاشی آلفا از ^{227}Ra بوجود می‌آید.

هر منطقه‌ای به علت تفاوت در ناحیه‌های زمین‌شناسی، آب و هوا، مواد ساختمانی درون زمین و دوران زمین‌شناسی متفاوت است [۲].

شکل می‌باشد و عنصری تک اتمی و در دمای معمولی خنثی می‌باشد. رادیوم در گرانیات زیاد و در بازالت کم است و در سنگ‌های رسوبی و دگرگونی به مقدار متوسط ایجاد می‌شود. غلظت‌های رادون در

^{226}Ra مهم‌ترین رادیوایزوتوپ رادیوم در طبیعت است. این اهمیت به دلیل نیمه عمر زیاد ^{226}Ra (که معادل ۱۶۰۰ سال است) و فراوانی طبیعی ^{238}U می‌باشد. رادون تنها عنصری است که در سری واپاشی اورانیوم (جدول ۱)، گازی

□ ۴- زنجیره واپاشی Rn^{222} و بررسی دختران آن

بالا دلیل خطرناک بودن دختران آن می‌باشد. در جدول زیر زنجیره واپاشی ^{238}U به همراه نیمه عمر و انرژی‌های واپاشی مربوطه آورده شده است [۳].

نیمه عمر ۱۹/۹ دقیقه ایجاد می‌شود و بعد RaC' یا ^{214}Po با نیمه عمر $164 \mu\text{s}$ به دست می‌آید. RaC' نیمه عمر بسیار کوتاهی دارد. بنابراین اثراتی از پرتو زائی این محصول RaC همزمان می‌گردد. انرژی حاصل از واپاشی آلفای دختران ^{222}Rn از خود ^{222}Rn بالاتر بوده و انرژی آلفای

نیمه عمر ^{222}Rn ۳/۸۹ روز است که پس از آن به چهار محصول با نیمه عمر کوتاه واپاشی می‌کند که اولین محصول RaA یا ^{218}Po با نیمه عمر ۳/۰۵ دقیقه است. دومین دختر رادون RaB یا ^{214}Pb با نیمه عمر ۲۶/۸ دقیقه ظاهر می‌شود. بعد از این محصول RaC یا ^{214}Bi با

جدول ۱. زنجیره واپاشی اورانیوم-۲۳۸ و انرژی‌های مربوطه

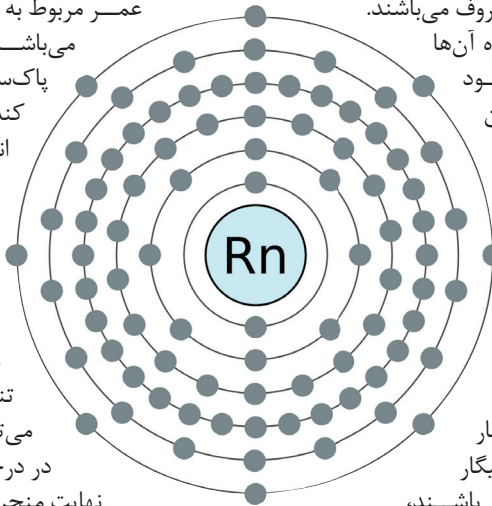
Radionuclide (historical name in parentheses)	Half-life	Energy (MeV)		
		Alpha ^a	Beta (max.) ^b	Gamma photons ^b (transition probability in parentheses)
$^{238}_{92}\text{U}$	$4.47 \times 10^9 \text{ a}$	4.20	—	—
$^{234}_{90}\text{Th}$	24.10 d	—	0.20, 0.11	0.093 (0.06), 0.063 (0.05)
$^{234}_{91}\text{Pa}$	1.17 min	—	2.27 (99.84%) ^c	1.001 (0.008), 0.766 (0.003) Internal transition (0.16%) ^c
$^{234}_{92}\text{U}$	$2.46 \times 10^5 \text{ a}$	4.77	—	—
$^{230}_{90}\text{Th}$	$7.54 \times 10^4 \text{ a}$	4.69	—	0.068 (0.004)
$^{226}_{88}\text{Ra}$	1600 a	4.78	—	0.186 (0.036)
$^{222}_{86}\text{Rn}$	3.824 d	5.49	—	—
$^{218}_{84}\text{Po}$ (RaA)	3.05 min	6.00 (99.98%) ^c	Energy not known (0.02%) ^c	—
$^{214}_{82}\text{Pb}$ (RaB)	26.8 min	—	0.67, 0.73	0.352 (0.38), 0.295 (0.19), 0.242 (0.074)
$^{214}_{83}\text{Bi}$ (RaC)	19.9 min	5.5 (0.02%) ^c	3.27, 1.54, 1.51 (99.98%) ^c	0.609 (0.46), 1.764 (0.15) 1.120 (0.15)
$^{214}_{84}\text{Po}$ (RaC')	$1.64 \times 10^{-4} \text{ s}$	7.69	—	—
$^{210}_{82}\text{Pb}$ (RaD)	22.3 a	—	0.017, 0.064	0.047 (0.043)
$^{210}_{83}\text{Bi}$ (RaE)	5.01 d	—	1.16	—
$^{210}_{84}\text{Po}$ (RaF)	138.4 d	5.30	—	—

غلظت هسته‌های پرتوزا، متأثر از فرآیندهای دینامیکی است. این فرآیندها شامل اتصال محصولات واپاشی به ذرات آئروسول و متعاقب آن ته‌نشین شدن آن‌ها در سطح اتاق یا زمین می‌باشد. کسری از دختران رادون در حالت آزاد دارای قطر ۰/۵ تا ۲ نانومتر هستند که به کسر متصل نشده^۱ یا آزاد معروف می‌باشند.

البته افزایش سریعی در اندازه آن‌ها بین ۰/۵ تا ۵ نانومتر ایجاد می‌شود که این به علت خوشه‌ای شدن و رشد کردن بر روی آب یا مولکول‌های دیگر در هوا است که بستگی به شرایط منطقه دارد. اکثر این ذرات کوچک به آئروسول‌های محیطی می‌چسبند که اندازه این ذرات به ۲۰ تا ۵۰۰ نانومتر می‌رسد. در این حالت به آنها کسر متصل شده^۲ می‌گویند. در محیط غبار آلود، محیط آلوده و دود سیگار و غیره، ذرات آزاد بسیار کم می‌باشند،

اما در محیط‌های خیلی تمیز کسر ذرات آزاد بسیار بالا می‌باشد. از بین دختران رادون، معمولاً فقط ^{218}Po به شکل آزاد همراه با غلظت‌های خیلی پائین‌تری از ^{214}Pb آزاد یافت می‌گردد [۲].

در فضای بسته سطوح خیلی زیادی وجود دارد که با آئروسول‌ها به عنوان مکان‌هایی برای نشست دختران پرتوزا رقابت می‌کنند و حتی خود آئروسول‌ها نیز ممکن است بر روی این سطوح نشست کنند. در نتیجه در هوای محیط‌های بسته به ندرت حالتی که دختران کوتاه عمر رادون کاملاً به صورت آزاد باشند وجود دارد، به همین دلیل به مقدار قابل



توجهی کمتر از حالت تعادل وجود دارند. بخشی از رادونی که طی تنفس وارد ریه شده، در ریه‌ها باقی می‌ماند و واپاشی می‌کند و باعث تولید دخترانی می‌گردد که با توجه به نیمه عمر کوتاه ترسب آسیب‌های جدی به سیستم تنفسی می‌گردند. طولانی‌ترین نیمه عمر مربوط به ^{214}Pb با نیمه عمر ۲۶/۸ دقیقه می‌باشد، بنابراین قبل از اینکه مراحل پاک‌سازی طبیعی ریه آن‌ها را پاک کند تمام واپاشی‌ها به طور کامل انجام می‌گردد. در نتیجه سطوح حساس تنفسی در اثر این واپاشی‌ها پرتوگیری می‌کنند. پرتوگیری‌ترین پرتوها در این میان ذرات آلفا با برد کوتاه ناشی از ایزوتوپ‌های پلونیوم می‌باشد که توسط سلول‌های تنفسی جذب می‌شوند. این ذرات می‌توانند باعث تغییرات سلولی در درخت تنفسی ریه گردند که در نهایت منجر به سرطان ریه خواهد شد.

بنابراین دختران رادون نسبت به خود گاز رادون برای سلامتی انسان خطرناک‌تر می‌باشند. با توجه به خطرات دختران رادون برای سلامتی باید توجه داشت در محیط‌های بسته، هوا ثابت نباشد و جریانی از هوا را ایجاد نماییم. البته این چهار محصول رادون، محصولات کوتاه عمر آن می‌باشند. دیگر محصولات واپاشی آن دختران بلند عمر رادون نام دارند که از جمله ^{210}Pb با نیمه عمر ۲۲ سال می‌باشد. به علت طولانی بودن نیمه عمر دیگر دختران رادون، سری واپاشی آن تا ^{214}Po در نظر گرفته می‌شود [۴، ۵].

□ رابطه پرتوگیری از رادون و احتمال دز - پاسخ

مورد رابطه بین پرتوگیری از رادون و احتمال دز - پاسخ، فرضیه خطی بدون آستانه را در نظر می‌گیرد بدین معنا که با افزایش میزان پرتوگیری میزان آسیب وارده بیشتر می‌شود [۶].

اصل «هر چه کمتر موجه شدنی» (ALARA) با توجه به خطی بودن منحنی دز - پاسخ اثرات احتمالی وضع شده است. کمیته اثرات بیولوژیکی پرتوهای یون‌ساز^۳ (BEIR)، در

□ مکانیزم اثر رادون در بدن

همانطور گفته شد، بیشتر آسیب‌های سلولی مربوط به خود گاز رادون نیست بلکه مربوط به محصولات واپاشی رادون با نیمه عمر کوتاه (در حد دقیقه) می‌باشد. پس از تنفس رادون، محصولات واپاشی یا دختران آن در ریه باقی مانده و رسوب می‌کنند و به دنبال واپاشی‌های بعدی ذرات آلفا نشر می‌کنند. خطر ابتلا به سرطان ریه ناشی از رادون عمدتاً مربوط به ذرات آلفایی است که در بافت ریه ساطع می‌شود. با افزایش جذب انرژی توسط سلول‌ها، آسیب‌های بیولوژیک نیز افزایش می‌یابد. رابطه بین پرتوگیری از رادون و میزان دز ناشی از محصولات واپاشی آن در سلول‌های هدف دستگاه تنفسی بسیار پیچیده است [۷].



سازمان پدافند غیرعامل کشور
قرارگاه پدافند پرتویی

ورود گاز رادون از طریق تنفس

دختران رادون به غشاء مخاطی دستگاه تنفسی برخورد نموده و در آنجا رسوب می کنند. دختران رادون به عنوان ذرات محلول عمل می کنند و از ذرات گرد و غبار بعد از رسوب در مخاط آزاد می شوند. عمق نفوذ دختران رادون در سیستم تنفسی به حجم و اندازه ذرات اثر و سبب که به آنها چسبیده اند بستگی دارد. دختران رادون سرانجام با حرکات مژکی مخاطی و یا سرفه از دستگاه تنفسی خارج می شوند، اما به دلیل نیمه عمر کوتاه قبل از خروج، ذرات آلفا

ساطع می کنند. مقداری که در نای و حنجره نشست می کند حدود ۲۲ درصد مقدار تنفس شده است. مقدار دز ذرات آلفا که به سلول های هدف در دستگاه تنفسی منتقل می شود بر اساس عوامل مختلف فیزیکی و بیولوژیکی تاثیر گذار مدلسازی می شوند [۸].

عوامل فیزیکی تاثیرگذار بر میزان رادون استنشاقی

● میزان هوای استنشاقی: میزان نشست

محصولات واپاشی رادون استنشاق شده با توجه به شدت جریان در هر بخش مجرای تنفسی متفاوت است.

- غلظت رادون در هوا و مدت زمان پرتوگیری
- تعادل بین گاز رادون و دخترانش
- میزان ذرات هوا برد
- توزیع اندازه اثر و سبب ها

عوامل بیولوژیکی تاثیرگذار

● **الگوی تنفسی:** نسبت سهم تنفسی از دهان و بینی بر تعداد ذراتی که به مجراهای تنفسی می رسند تاثیر می گذارد. با تنفس دهانی ذرات بزرگتر در ناحیه حلقی نشست می کند. هر چقدر اندازه ذرات کوچکتر باشد، میزان نفوذ این ذرات به داخل ریه ها بیشتر است.

● **ساختار ریه:** اندازه و الگوی انشعابات مجاری تنفسی بر میزان نشست تاثیر گذار است. ممکن است این الگو در بین کودکان و بزرگسالان و بین مردان و زنان به دلایل ژنتیکی متفاوت باشد. ذرات بزرگتر به دلیل گیرافتادن اجتناب ناپذیرشان، در برونش نشست می کنند.

● **مشخصات بیولوژیکی ریه ها:** جذب دز پرتو در سلول های نواحی اتفاق می افتد که مژک های مخاط تنفسی عملکرد ضعیفی در دور کردن ذرات دارند و ذرات به داخل مخاط نفوذ می کنند. ذراتی که با جریان مخاطی حرکت می کنند به دلیل برد کم ذرات آلفا در سیالات باعث دز پرتو در بافت ها نمی شوند.

- **حجم جاری ریه:** میزان نشست با افزایش حجم جاری ریه افزایش می یابد.
 - مسیر استنشاق دهان و بینی
 - میزان خروج هوا از ریه ها
- بنابراین ممکن است دو محیط با میزان رادون

یکسان (به عنوان مثال هوای محیط خانه و گرد و غبار معدن) الگوهای نشست متفاوتی را باعث شده و در نتیجه میزان متفاوتی از اشعه آلفا به ریه انسان نفوذ پیدا کند.

به همین ترتیب دو نفر در محیط یکسان به دلیل الگوهای تنفسی متفاوت و همچنین ساختار ریه متفاوت ممکن است دزهای مختلفی از اشعه آلفا را در بخش های مختلف ریه دریافت کنند. دختران رادون با نیمه عمر طولانی به علت آنکه نهایتاً قبل از واپاشی توسط مخاط و مژک های آن از ریه خارج می شوند کمتر در دز جذبی دخیل هستند [۷، ۹].

ورود رادون به بدن از راه گوارش

تماس با رادون از راه گوارش از طریق خوردن رادون محلول در آب رخ می دهد. از کل رادون حل شده در آب تقریباً ۳۰ درصد در معرض هوا قرار گرفته و آماده تنفس خواهد بود. خوردن آبی که گاز رادون در آن حل شده است باعث آزادسازی دختران شده و زمانیکه محتویات معده حرکت می کند به غشاء معده آسیب می زند.

عوامل موثر بر میزان دز وارد شده از راه خوردن:

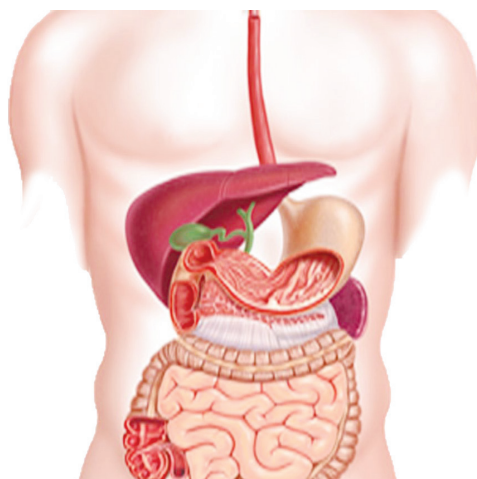
- حجم معده
- میزان چربی غذا
- تخلیه محتوای معده به روده کوچک

رادون یک گاز بی اثر است که به صورت شیمیایی با درشت مولکول ها برهم کنش ندارد و در متابولیسم سلول های بیولوژیکی دخیل نمی باشد. رادون در حالت گازی می تواند از طریق معده یا دیواره های روده وارد جریان خون شود و در بدن پخش می شود. بیشترین مقدار جذب رادون ناشی از خوردن آب، در معده و روده کوچک است و تنها ۳ درصد رادون خورده شده در روده بزرگ باقی می ماند.

زمانیکه رادون وارد جریان خون می شود بر اساس میزان جریان خون به ارگان ها و حلالیت نسبی رادون در ارگان ها در مقایسه با خون، در آنها پخش می شود. رادون حل شده در خون که به ریه وارد می شود در ناحیه تبادل گاز با هوا به تعادل می رسد و از بدن خارج می شود.

رادون در خون عمدتاً از طریق لنفوسیت ها منتقل می شود. ارگان های

معمول مورد هدف ۹۰ درصد ریه و مابقی کبد، کلیه و دیگر ذخایر بافت چربی است. زمانیکه گاز حل شده واپاشی می کند می تواند واپاشی های بیشتری در ارگان های دیگر بدن انجام دهد. دختران رادون با نیمه عمر طولانی در نمونه ادرار قابل شناسایی هستند. جذب رادون از طریق خوردن غذای چرب به علت حلالیت بالای رادون در چربی با تاخیر است [۷، ۸، ۱۰]. در صورتیکه رادون از طریق خوردن آب آشامیدنی و غذا وارد بدن شود نیمه عمر بیولوژیکی برای خارج شدن رادون از بدن بین ۳۰ الی ۷۰ دقیقه می باشد. بیش از ۹۰ درصد رادون استنشاقی حین بازدم و در مدت ۱۰۰ دقیقه از بدن خارج می شود [۱۱].





□ اثر گاز رادون در دود سیگار

اکسیداتیو به عنوان یک مکانیزم مشترک برای این دو ماده سرطانزا است. یک مفهوم مهم از هم‌افزایی بین مصرف سیگار و رادون در بروز سرطان ریه آن است که بسیاری از مرگ و میرهای مرتبط با رادون را می‌توان با ترک سیگار، کاهش داد [۱۲].

مهمترین اثرات دود سیگار بر روی فیزیولوژی ریه که بر روی دز دختران رادون تأثیر می‌گذارد شامل کاهش سرعت پاکسازی مخاط، نفوذ پذیری لایه مخاطی، متاپلازی (تغییر ساختار) سلول‌ها و بیشتر شدن سرعت تنفس است.

مواجهه مزمن با دود تنباکو موجب تغییراتی در سرعت تنفس می‌گردد که می‌تواند منجر به افزایش مقدار رادون استنشاق شده شود. همچنین موجب تغییر در ساختار اپیتلیال (پوششی) شده و موجب تبدیل سلول‌های گابلت (تولیدکننده مخاط) به سلول‌های التهابی می‌گردد که بسیار نزدیک به سطح تماس سلول‌های اپیتلیال با هوا و همچنین دختران رادون موجود در هوا می‌باشند. سلول‌های استوانه‌ای مژکدار برای همیشه از بین رفته و در نتیجه پاکسازی ریه از سموم غیر ممکن می‌گردد. این حالت باعث جراحات اپیتلیوم می‌شود که این جراحات مسیر مناسبی حمله رادون به سلول‌های بازال (پایه‌ای) می‌باشند.

نکته دیگری که از نظر اثر بالاتر دز رادون در موارد سیگار کشیدن مزمن حائز اهمیت می‌باشد، عبارت است از هاپرپلازی (تکثیر) سلول بازال (پایه‌ای) که سلول‌های هدف بیشتر شده و احتمال تماس با ذرات آلفا افزایش می‌یابد. همه این اثرات باید در مطالعات دزیمتری و نیز مطالعات طبی و درمانی مد نظر قرار گیرد [۱۲].

بیشتر ارتباط رادون و سرطان ریه در سیگاری‌ها اتفاق می‌افتد. قرار گرفتن در معرض رادون بیش از 4 pCi/L باعث می‌شود در افراد غیر سیگاری از هر ۱۰۰۰ نفر ۷ نفر مبتلا به سرطان ریه شوند، در حالی که در افراد سیگاری از هر ۱۰۰۰ نفر ۶۲ نفر به این سرطان مبتلا می‌شوند. علاوه بر این، این رابطه فقط محدود به افراد سیگاری نیست، بلکه قرار گرفتن در معرض دود سیگار نیز موجب افزایش ریسک سرطان ریه می‌شود. این اثر ترکیبی ممکن است ناشی از این حقیقت باشد که دزی که موجب آسیب می‌شود با تغییر در پارامترهای مورفولوژیک و فیزیولوژیک در افراد سیگاری تغییر می‌کند.

بر طبق مطالعاتی که اخیراً انجام شده، در افراد سیگاری با مصرف بالا و افرادی که به مدت طولانی سیگار مصرف می‌کنند، در نتیجه اختلال در پاکسازی مخاطی و تغییرات در تهویه دز موثر ناشی از دختران رادون دو برابر تقویت می‌شود. علاوه بر این، ممکن است ذرات دود تنباکو، مقدار دختران رادون متصل شده را افزایش داده و بر دز انرژی آلفا منتقل شده به سلول تأثیرگذار باشد [۱۲].

همچنین سرطانزایی دود سیگار و ذرات آلفای رادیواکتیو با هم اثر هم‌افزایی دارند. ممکن است بسیاری از مکانیسم‌های مشترک وجود داشته باشد که التهاب یکی از آنهاست. هر دو این مواد سرطانزا باعث التهاب ریه می‌شود. یک مکانیسم دیگر آسیب توسط ROS^1 یا گونه‌های فعال اکسیژن است. اگرچه تولید ROS توسط دود سیگار شناخته شده است، اما احتمال تولید ROS توسط ذرات آلفای رادیواکتیو وجود دارد. همچنین آسیب

□ آشنایی با مفاهیم مورد نیاز جهت تخمین میزان پرتوگیری از رادون و دخترانش

می‌رود میزان تعادل پرتوژیایی بین رادون و دختران آن از عوامل مهم در میزان پرتوگیری به شمار می‌رود. بر این مبنا فاکتوری به نام ضریب تعادل تعریف شده است.

کمیسیون بین‌المللی حفاظت رادیولوژیکی (ICRP)^۱ ضریب تعادل برای رادون در هوای محیط بسته را 0.4 و در محیط باز 0.6 تعیین نموده است. عوامل مختلفی بر شرایط تعادل اثر می‌گذارند که شامل میزان تهویه، غلظت آئروسول‌ها در هوا و سایز آئروسول‌ها می‌باشند [۱۳، ۱۴].

واحد متداول اندازه‌گیری گاز رادون پرتوژایی بر واحد حجم می‌باشد. غلظت پرتوژیایی گاز رادون در واحد حجم بر حسب بکرل بر متر مکعب یا کوری بر متر مکعب بیان می‌گردد. برای برآورد پرتوگیری از رادون و محصولاتش باید غلظت فعالیت واقعی از هسته‌های پرتوزای منتشر کننده آلفا در هوا که تنفس می‌شوند را در نظر گرفت. این ملاحظه در حقیقت در نظر گرفتن کل انرژی آزاد شده از ذرات آلفا می‌باشد که به منظور تعیین دز به کار



سازمان پدافند غیرعامل کشور
قرارگاه پدافند پرتویی

□ حد دز پرتوگیری از رادون

پرتوگیری از گاز رادون با غلظت یک بکرل بر متر مکعب و به مدت یک ساعت با ضریب تعادل ۰/۴ معادل دز موثر ۳/۲ nSv می‌باشد. برای ۲۰۰۰ ساعت کار در سال ارتباط مقادیر

غلظت رادون میزان حد آستانه^۱ که در اکثر کشورها پذیرفته شده ۲۰ mSv در سال می‌باشد که نباید شخص در معرض پرتوگیری تجمعی بیشتر از این حد در سال قرار گیرد [۱۳].

دز موثر و غلظت گاز رادون به صورت زیر است:
 • ۲۰ mSv معادل با 3000 Bq/m^3 از غلظت رادون
 • ۵۰ mSv معادل با 8000 Bq/m^3 از

□ آستانه اقدام برای پرتوگیری از رادون

آستانه اقدام مقداری از آهنگ دز یا غلظت پرتوایی است که اگر در شرایط پرتوگیری ممتد یا پرتوگیری اورژانس از آن تجاوز شود اقدامات حفاظتی باید صورت گیرد. آستانه اقدام اغلب برای حفاظت مردم در شرایط پرتوگیری ممتد به خصوص پرتوگیری از رادون در محیط‌های کاری بکار می‌رود. بر اساس استاندارد سازمان محیط زیست آمریکا

۴L می‌داند. این بدان معناست که آستانه اقدام برای غلظت رادون در محیط بسته (100 bq/l) (2.7 pCi/L) می‌باشد [۱۶، ۱۵].
 بر اساس استانداردهای پایه حفاظت در برابر اشعه در هر محل که میانگین سالانه غلظت گاز رادون بیشتر از ۱۰۰۰ بکرل بر متر مکعب هوا باشد، حد دز پرتوگیری شغلی باید اعمال شود [۱۳].

EPA^۱ آستانه اقدام برای رادون در منازل مقدار (148 Bq/m^3) (4 pCi/L) می‌باشد. بر اساس ICRP در صورتی که بدلیل عوامل مختلف و شرایط ویژه هر کشور نتوان این سطح را رعایت کرد، میزان مینا نباید بالاتر از ۳۰۰ بکرل در متر مکعب باشد. سازمان بهداشت جهانی (WHO)^۲ آستانه اقدام را ۳۳ درصد کمتر از مقدار توصیه شده توسط EPA (PCi/

□ اثر عوامل محیطی بر انتشار گاز رادون

الف- دما:

درجه حرارت محیط اثر مستقیم بر انتشار گاز رادون دارد. در اثر افزایش دما، فشردگی خاک که در دمای پایین صورت گرفته کم شده و سبب می‌شود گاز رادون بیشتری از زمین متصاعد گردد. افزایش دمای سطح خاک نه تنها باعث انبساط هوای داخل خاک و خروج آن از سطح زمین می‌شود بلکه باعث رهاشدن گازها و بخارهای دیگری که جذب ذرات خاک شده نیز می‌گردد. افزایش دما با افزایش ضریب نفوذ باعث افزایش رادون می‌شود [۱۷، ۱۸].

تغییر فصول تاثیر قابل توجهی بر غلظت رادون در محیط‌های بسته دارد. در فصل‌های گرم سال هوای سردتر داخل محیط کاری باعث تجمع رادون در محیط‌های بسته می‌گردد، ولی در فصل‌های سرد سال، هوای گرم داخل محیط حاوی گاز رادون، برای تعدیل هوایی به بیرون

ب- فشار هوا:

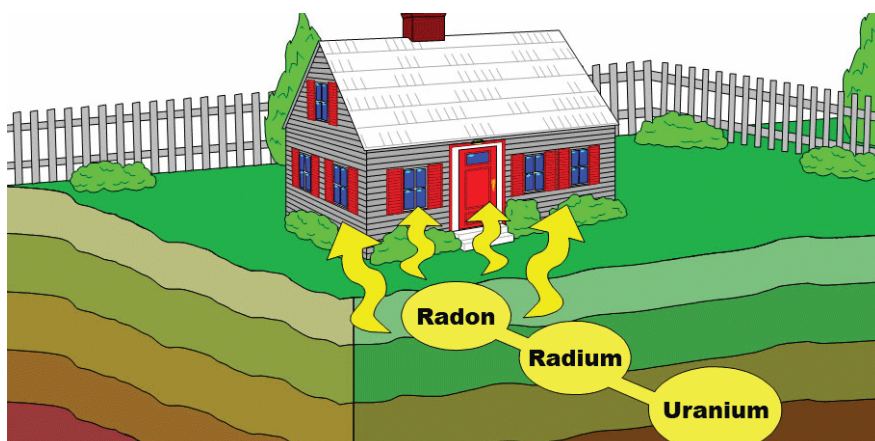
غلظت گاز رادون با فشار هوا رابطه معکوس دارد. هنگامی که فشار هوا کم می‌شود گاز رادون

ج- بارندگی:

گاز رادون هنگام بارندگی ملایم افزایش می‌یابد. در بارندگی نسبتاً شدید، غلظت گاز رادون درون خاک ابتدا افزایش یافته و سپس کاهش قابل توجهی در دوره چند روزه پیدا

د- سرعت وزش باد:

باد می‌تواند هوای مجاور سطح زمین را به سمت بالا رانده و گاز رادون را در نواحی گودتر،



کاری به تدریج به سمت فضای باز کاهش پیدا می‌کند که نشانگر این است که غلظت رادون در تونل یا محیط کاری اساساً بر اساس انتشار و مخلوط شدن گاز رادون با هوا می‌باشد.

تغییرات فشار اتمسفری است و غلظت رادون چندان تحت تاثیر این عامل نمی‌باشد.

می‌دهد. در یک دوره چند روزه بعد از بارندگی، بعثت حل شدن گاز رادون در آب باران و نفوذ آن در لایه‌های زیرین خاک، مقدار گاز رادون در سطح زمین کاهش می‌یابد.

افزایش می‌یابد [۱۸، ۱۹].

انتقال داده می‌شود که از غلظت رادون در داخل کاسته می‌شود. میزان غلظت اندازه‌گیری شده در فصل‌های مرطوب کمتر از فصل‌های خشک سال می‌باشد. غلظت رادون در تونل یا محیط

از اعماق خاک بیرون کشیده می‌شود و برعکس. البته نیمه عمر رادون کمتر از مدت زمان

می‌کند. این افزایش ممکن است به علت پوشش یک لایه خاک نرم در سطح زمین باشد که از رها شدن رادون به اتمسفر جلوگیری می‌کند و میزان غلظت گاز رادون را در خاک افزایش

طبق اثر برنولی بیرون بکشد، در نتیجه غلظت گاز رادون در هوا با افزایش سرعت وزش باد

روشهای کاهش سطح رادون در ساختمان‌ها

باشد باید اقدامات لازم جهت کاهش آن صورت گیرد. به‌طور کلی، اقدامات اصلاحی جهت کاهش رادون شامل تکنیک‌هایی است که به جلوگیری از ورود رادون به فضای بسته و همچنین حذف رادون موجود در محیط بسته، کمک می‌کند. در زیر انواع اقدامات کاهش سطح رادون توصیه شده توسط آژانس بین‌المللی انرژی اتمی^۱ آورده شده است: [۲۰]

- کاهش فشار هوا در خاک زیر ساختمان
- تهویه زیر همکف
- درز بندی کف ساختمان و استفاده از غشاء
- افزایش تهویه در داخل ساختمان
- برداشت خاک های زیرین و اطراف ساختمان
- تصفیه آب

وجود ترک در دیوارها، محل‌های عبور شبکه تاسیسات ساختمان و هرگونه منفذ و روزنه در اتصالات و مصالح ساختمان می‌تواند در عبور رادون به داخل ساختمان مؤثر واقع شود. بیشترین مقدار رادون در زیرزمین و سپس در طبقات اولیه ساختمان وجود دارد. بطور خلاصه راه‌های ورود رادون به داخل ساختمان را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

- شکاف‌ها در کف ساختمان
 - اتصالات ساختمانی
 - شکاف‌ها در دیوارها
 - درزها در اطراف لوله‌های سرویسهای بهداشتی
 - فضاهای خالی داخل دیوارها
 - آب‌های مصرفی در داخل حمام و آشپزخانه
- در مناطقی که سطح رادون بیش از آستانه اقدام

مراجع:

1. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, U.S. Public Health Service, In collaboration with U.S. Environmental Protection Agency (1990). Toxicological profile for radon
2. World Health Organization (2009) Handbook On Indoor Radon, A Public Health Perspective
3. Clements W E, Wilkeming W H (1974). "Atmospheric Pressure Effect On Radon-222 Transport The Earth-Air Interface", J. Geophys, 79, pp. 1025
4. Kendall, G. and T. Smith (2002). Doses to organs and tissues from radon and its decay products. Journal of Radiological Protection, 22(4): p. 389.
5. Jacobi, W. and K. Andre (1963). The vertical distribution of radon 222, radon 220 and their decay products in the atmosphere. Journal of Geophysical Research, 68(13): p. 3799-3814.
6. Sanders CL, Scott BR (2008). Smoking and Hormesis as confounding factors in radiation pulmonary carcinogenesis. Dose Response, 6: 53-79
7. http://www.enhs.umn.edu/current/5103_spring2003/radon/radonintro.html
8. Biological Effects of Ionizing Radiation IV Report (1988). Health risks of radon and other internally deposited Alpha-emitters. BEIR, National Academy Press, Washington D.C.
9. Biological Effects of Ionizing Radiation VI Report (1999). Health effects of exposure to indoor radon. BEIR, National Academy Press, Washington D.C.
10. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (2000). Sources and Effects of Ionizing Radiation. UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes
11. Risk Assessment of Radon in Drinking Water. Nap.edu (2003-06-01). Retrieved on 2011-08-20.
12. Paul F. Baiaş¹, Werner Hofmann, Renate Winkler-Heil, Octavian G. Duliu (2009). Chronic Smoker Lung Dosimetry of Radon Progeny, Romanian Reports in Physics; 61(4) 669–675
13. ISIRI 7751 (2010). Protection against ionizing radiation and the safety of radiation sources – Basic standards
14. Annals of the ICRP (July 27, 2010). Lung cancer risk from radon and progeny, Draft Report For Consultation, ICRP ref 4843-4564-6599,
15. "A Citizen's Guide to Radon | Radon | US EPA". Epa.gov. 2010-08-05. Retrieved 2012-04-28.
16. International Atomic Energy Agency (2003). Safety Reports Series No. 33, Radiation Protection Against Radon In Workplaces Other Than Mines
17. Monnin M, Seidel J L (1998) "Radon And Geophysics-Rent Advances", Nucl. Tracks Radiant, 19, 375-382
18. Singh, B, Virk (1994). "Investigation of Radon-222 in soil as an Earthquake Precursor Nuclear Geophysics, vol. 8, 185-193
19. Clements W E, Wilkeming W H (1974). "Atmospheric Pressure Effect On Radon-222 Transport The Earth-Air Interface", J. Geophys, 79, pp. 1025
20. International Atomic Energy Agency (2003). Safety Reports Series No. 33, Radiation Protection Against Radon In Workplaces Other Than Mines



سازمان پدافند غیرعامل کشور
قرارگاه پدافند پرتویی

RADON RISKS AND REALITIES

RADON AND THE LUNGS

Radon is invisible and odourless,¹ and radon can kill.²

- 1 Once radon enters a building, it can break down to produce radioactive particles.
- 2 Once inhaled, these particles irradiate the lining of the lungs.
- 3 Irradiation can damage the lungs and result in the development of cancer.

LOWER LEVELS ARE BETTER

Any exposure to radon poses some risk to Ontarians.³ However, there are benefits to reducing exposure to as low as possible.

Health Canada recommends action be taken above this level.^{4,5}

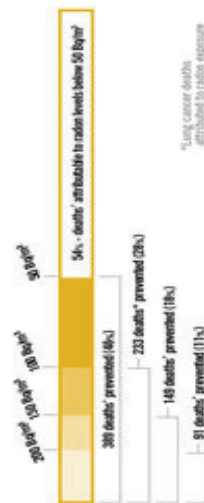
200 Bq/m³

The estimated percentage of Ontarians who lived in homes with radon concentrations greater than 200 Bq/m³ in 2009-2011.⁶



Becquerel (Bq) = The unit used to measure the number of radioactive decays of a radon atom

Radon-attributable lung cancer deaths that could be prevented each year if all homes above these levels were at background level (10-30 Bq/m³), Ontario, 2007⁷



Radon is a naturally occurring radioactive gas found in soil, water and outdoor air, and can enter buildings and accumulate in indoor air.⁸ Classified as a carcinogen by the International Agency for Research on Cancer, radon is one of the leading causes of lung cancer.⁹ Reducing exposure to indoor radon would result in fewer lung cancers in Ontario.



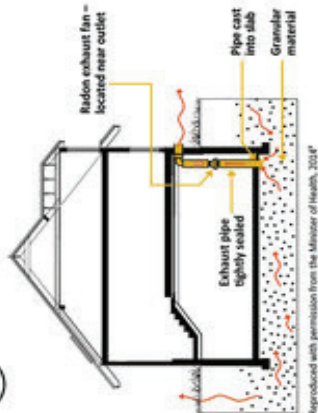
RADON AND BUILDINGS

Radon can enter a building through cracks and holes in the foundation and will accumulate in enclosed spaces.⁹

Highest radon concentrations in buildings are found below the second floor.

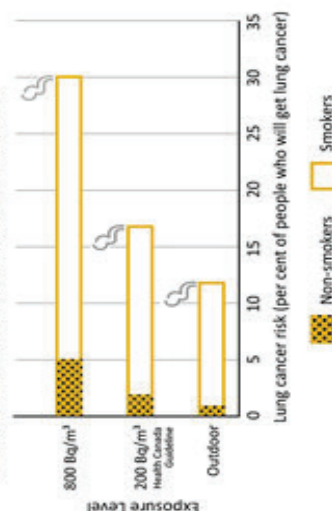
Changes to building code requirements could produce structures with radon levels well below the current action level.

There are effective ways to test for radon and reduce indoor levels.¹⁴



SMOKING AND RADON: WORSE TOGETHER

Estimated per cent of people who will get lung cancer by lifetime exposure to radon at the following levels, Ontario, 2006¹⁶



¹ Health Canada. Radon: invisible and odourless. 2014. Available from: <http://www.hc-sc.gc.ca/health/radon/index-eng.php>.
² Canadian Council of Ministers of the Environment. Radon: invisible and odourless. 2014. Available from: <http://www.hc-sc.gc.ca/health/radon/index-eng.php>.
³ Health Canada. Radon: invisible and odourless. 2014. Available from: <http://www.hc-sc.gc.ca/health/radon/index-eng.php>.
⁴ Health Canada. Radon: invisible and odourless. 2014. Available from: <http://www.hc-sc.gc.ca/health/radon/index-eng.php>.
⁵ Health Canada. Radon: invisible and odourless. 2014. Available from: <http://www.hc-sc.gc.ca/health/radon/index-eng.php>.
⁶ Health Canada. Radon: invisible and odourless. 2014. Available from: <http://www.hc-sc.gc.ca/health/radon/index-eng.php>.
⁷ Health Canada. Radon: invisible and odourless. 2014. Available from: <http://www.hc-sc.gc.ca/health/radon/index-eng.php>.
⁸ Health Canada. Radon: invisible and odourless. 2014. Available from: <http://www.hc-sc.gc.ca/health/radon/index-eng.php>.
⁹ Health Canada. Radon: invisible and odourless. 2014. Available from: <http://www.hc-sc.gc.ca/health/radon/index-eng.php>.
¹⁰ Health Canada. Radon: invisible and odourless. 2014. Available from: <http://www.hc-sc.gc.ca/health/radon/index-eng.php>.
¹¹ Health Canada. Radon: invisible and odourless. 2014. Available from: <http://www.hc-sc.gc.ca/health/radon/index-eng.php>.
¹² Health Canada. Radon: invisible and odourless. 2014. Available from: <http://www.hc-sc.gc.ca/health/radon/index-eng.php>.
¹³ Health Canada. Radon: invisible and odourless. 2014. Available from: <http://www.hc-sc.gc.ca/health/radon/index-eng.php>.
¹⁴ Health Canada. Radon: invisible and odourless. 2014. Available from: <http://www.hc-sc.gc.ca/health/radon/index-eng.php>.
¹⁵ Health Canada. Radon: invisible and odourless. 2014. Available from: <http://www.hc-sc.gc.ca/health/radon/index-eng.php>.
¹⁶ Health Canada. Radon: invisible and odourless. 2014. Available from: <http://www.hc-sc.gc.ca/health/radon/index-eng.php>.

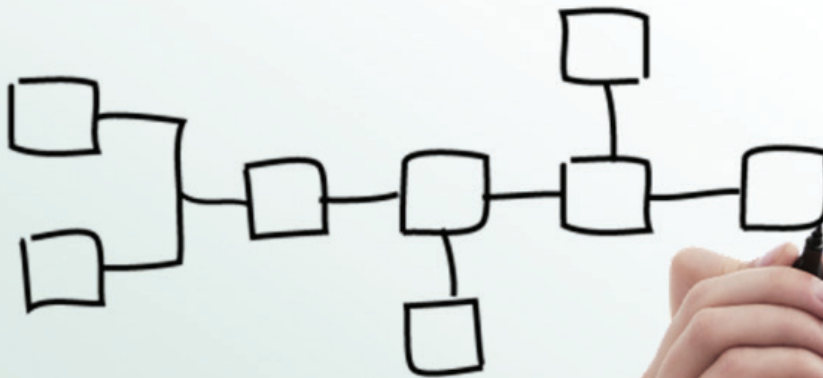
تهیه کننده:

سعید قلیزاده^۱ - مجید رمضانی^۲^۱ - کارشناسی ارشد مهندسی مدیریت بحران دانشگاه صنعتی مالک اشتر

Saeedgholizadeh07@yahoo.com

^۲ - کارشناسی ارشد پدافند غیرعامل گرایش طراحی معماری و شهرسازی دفاعی دانشگاه صنعتی مالک اشتر

Majid2646@yahoo.com



ساختار کارگروه

خدمات و تأسیسات زیربنایی

در بحران‌های هسته‌ای و پرتوی

چکیده:



را دارند و ارائه الگوی ساختار پاسخ کارگروه و تیم‌های عملیاتی خدمات و تأسیسات زیربنایی در بحران‌های هسته‌ای و پرتوی است.

روش تحقیق در این مقاله توصیفی-تحلیلی است که با استفاده از روش مطالعه کتابخانه‌ای و از کتب، مقالات، تحقیق‌های مختلف داخلی و خارجی و همچنین مشاهده‌ها و تجربه‌های میدانی و عملیاتی در حوزه مربوط تهیه شده است. نتایج حاصل شامل معرفی کارگروه‌های عملیاتی، تشریح تیم‌ها و تیم‌های پاسخ، ارائه ساختار ملی پاسخگویی کارگروه خدمات و تأسیسات زیربنایی است که در آن انواع گروه‌ها و تیم‌های مورد نیاز کارگروه شناسایی و طبقه‌بندی شده و برای مقابله با حوادث هسته‌ای و پرتوی تشریح شده‌اند و در انتها نیز به جمع‌بندی مباحث پرداخته شده است.

انسان‌ها همواره در معرض بلایا و بحران‌های طبیعی و انسان‌ساخت هستند. هر چند نمی‌توان از بروز بحران جلوگیری کرد، اما می‌توان با طراحی الگوی پاسخ مناسب، از شدت و پیامدهای آن کاست. ایجاد ساختار پاسخگو و تشکیل تیم‌های عملیاتی از مهم‌ترین مسائل مطرح در مدیریت بحران و همچنین بحران‌های ناشی از حوادث هسته‌ای و پرتوی است. به دلیل اهمیت ساماندهی تیم‌های عملیاتی در شرایط اضطراری، تعیین ساختارهای مقابله در فاز قبل از وقوع بحران، از فعالیت‌های اساسی در کاهش پیامدهای ناشی از حوادث هسته‌ای است. در این راستا هدف مقاله حاضر بررسی ساختار کارگروه‌ها و تیم‌های عملیاتی که نقش پاسخگویی در امر خدمات و امور زیربنایی

واژگان کلیدی

بحران‌های هسته‌ای و پرتوی، مدیریت بحران، قرارگاه پدافند پرتوی، کارگروه خدمات و تأسیسات زیربنایی و تیم‌های عملیاتی



سازمان پدافند غیرعامل کشور
قرارگاه پدافند پرتویی

مقدمه:

مسئله مدیریت بحران همواره به دلیل بروز تهدیدها و بحران‌های مختلف مورد توجه سازمان‌ها و جوامع بوده و هست

(R.W.Perry and E.L.Quarantelli, 2004)

از دیدگاه مدیریت بحران، پدافند مجموعه راهبردهایی با به‌کارگیری همه لوازم و امکانات تاکتیکی به منظور مقابله با بحران‌های احتمالی است (تقوایی، ۱۳۹۱). بنابراین پدافند به مجموعه اقدامات و فعالیت‌هایی گفته می‌شود که در آن همه امکانات و روش‌های تاکتیکی برای مقابله با دشمن (هنگام جنگ)، مقابله با بحران و کاهش آثار منفی به کار گرفته می‌شود (Eckert, N, 2008).

ایران با توجه به استراتژی‌ها، سیاست‌ها، تفکرهای انقلابی و موقعیت ژئوپلیتیکی در خاورمیانه همیشه با تهدیدهای مختلفی روبه‌رو بوده و هست. همچنین با توجه به توسعه سال‌های اخیر صنعت هسته‌ای در ایران، در معرض گونه‌ای جدید از حوادث مرتبط با مواد و تأسیسات هسته‌ای قرار گرفته است. این مسئله لزوم توجه به مدیریت بحران‌های ناشی از

حوادث تأسیسات هسته‌ای یا حوادثی را که در آن مواد و تشعشعات رادیو اکتیو منتشر می‌شود، دو چندان کرده است. در این راستا قرارگاه پدافند پرتوی در درون سازمان پدافند غیرعامل (که یکی از وظایف آن مقابله با تهدیدهای نوین با تشکیل و سازماندهی قرارگاه‌های مرتبط با موضوعات تهدید است) برای هدایت و راهبری مقابله با تهدیدهای پرتوی تشکیل شده است (اساسنامه سازمان پدافند غیرعامل کشور، مهر ۱۳۹۴). تدوین طرح‌ها و دستورالعمل‌های واکنش اضطراری در حوزه‌های مختلف برای استفاده نهادها و تیم‌های شرکت‌کننده در عملیات واکنش اضطراری از فعالیت‌های دیگری است که در این زمینه انجام می‌گیرد و در دست پیگیری است.

تیم‌های عملیاتی مهم‌ترین و بالاترین نقش را در مدیریت بحران در راستای عمل به طرح عملیاتی شرایط اضطرار (EOP¹) ایفا می‌کنند (R.W.Perry and M.K.Lindell, 2007: 519). موفقیت تیم‌های عملیاتی در گرو داشتن مهارت‌ها و منابع کافی میان اعضاست و انتخاب صحیح این اعضا مسئله‌ای ضروری

است که نیازمند تصمیم‌گیری دقیق و صحیح براساس توانایی‌ها و منابع در دست اعضاست. در تصمیم‌گیری‌های بحرانی همواره به یک مدل مناسب و سریع نیاز است که به صورتی کارآمد مدیر مجموعه را به تصمیم‌گیری صحیح برای تعیین تیم و سطوح عملیاتی برای اعضا بر حسب شاخص‌ها برساند. با وجود اهمیت زیاد تیم‌های عملیاتی پاسخگو به حوادث، مطالعات اندکی در زمینه ساختار تشکیلاتی و تعداد آنها وجود دارد و جز در مواردی، بیشتر به روش‌های تشکیل تیم‌های مدیریتی در حالت عام پرداخته لذا این پژوهش با مطالعه تحقیقات و مشاهده ورود تیم‌های عملیاتی به صحنه حادثه، همه تیم‌های مورد نیاز در قالب ساختار پاسخ کار گروه خدمات و تأسیسات زیربنایی مربوط به حوادث هسته‌ای و پرتوی طبقه‌بندی شده‌اند. بنابراین نتایج این مطالعه (الگوی پاسخ) کاربرد زیادی در کمک به تصمیم‌گیری سازمان‌ها در تشکیل تیم‌های عملیاتی برای بهتر کردن فرایند پاسخ به بحران‌های هسته‌ای و پرتوی دارد (ارزانی و همکاران، ۱۳۹۲).



- اصطلاحات و مفاهیم

مدیریت بحران انجام دهند.

■ نقش مسئول یک تیم

۱. انجام وظایف محوله؛
- الف) اتخاذ تصمیم‌های منطقی براساس سیاست تعیین‌شده از طرف سازمان متبوع؛
- ب) اطمینان از انجام صحیح وظایف محوله توسط پرسنل؛
- ج) اطمینان از توجیه بودن افراد تیم؛
۲. اطمینان از ایمنی تیم در عملیات؛
۳. اطمینان از پاسخگو بودن تجارب حاصل از رهبری در مجموعه تیم؛
۴. قبول مسئولیت نتیجه عملیات.

■ وظایف مسئول تیم

۱. ارزیابی توانایی انجام درخواست‌های مطرح‌شده؛
- الف) روشن کردن هر خواسته در ارتباط با محدوده وظایف؛
- ب) مکان، زمان، ابعاد تیم و منطقه؛
- ج) محدودیت افراد تیم؛
۲. تعیین نقش هر یک از افراد؛
- الف) نیاز به شناخت تک تک افراد گروه؛
- ب) تعیین مسئولیت هر یک از افراد؛
- ج) ارتباطات، هدایت و ایمنی مد نظر؛
۳. توجیه وظایف محوله قبل از عملیات و گزارش مختصری از یک واقعه؛
۴. اطمینان از آمادگی تک تک افراد گروه برای انجام عملیات؛
- الف) شرایط فیزیکی و سلامتی جسمانی؛
- ب) تجهیزات مورد نیاز؛
- ج) توجیه افراد نسبت به مسئولیت و وظایف محوله؛
۵. تجهیزات؛
- الف) اطمینان از کارکرد رادیو و همراه داشتن باتری اضافی؛
- ب) نقشه راهنمای مربوط به مناطق مد نظر؛
- ج) وسایل فنی مناسب عملیات (محمدي یگانه و همکاران).

■ مرکز یا ستاد عملیات اضطراری^۲

فضا یا ساختمانی که برای استقرار مسئولان و نمایندگان دستگاه‌های ذی‌ربط در مدیریت حوادث هسته‌ای طراحی شده است تا هماهنگی بین‌بخشی و تصمیم‌سازی با توجه به اطلاعات دریافتی به منظور پشتیبانی و هدایت عملیات مقابله با سانحه انجام گیرد. در واقع این مرکز، ماهیت ستادی دارد و فرماندهی نمی‌کند، بلکه با مدیریت صحیح منابع و هماهنگی‌های لازم، از فرماندهی میدانی حادثه حمایت می‌کند (اسکندری، ۱۳۹۲).

■ مقابله یا پاسخ

شامل اقدامات فوری و سیستماتیک حین حادثه هسته‌ای برای نجات جان انسان‌ها، حفاظت از اموال، دارایی‌ها، شریان‌های حیاتی و برآوردن نیازهای ضروری نظیر رفع آلودگی افراد، محیط تجهیزات، تخلیه اضطراری، تأمین سرپناه، بهداشت و امنیت است (سند راهبردی امداد و نجات کشور در برنامه ششم توسعه (۱۳۹۵-۱۳۹۹)).

■ کارگروه‌های پاسخ به حوادث پرتوی

به منظور هماهنگی در مقابله با حوادث پرتوی همه دستگاه‌های دولتی و نظامی در قرارگاه‌های مرکزی، استانی و شهرستانی در ۹ کارگروه «امنیت عبور و مرور»، «رصد و پایش»، «رفع آلودگی»، «بهداشت و درمان»، «جست‌وجو، نجات، تخلیه و مراقبت جمعی»، «اطفای حریق، مدیریت اجساد و ضایعات»، «اطلاع‌رسانی و مدیریت افکار عمومی»، «خدمات و تأسیسات زیربنایی» و «ارتباطات و فناوری اطلاعات» فعالیت خواهند کرد (سند طرح ملی مدیریت بحران‌های ناشی از حوادث پرتوی، قرارگاه پدافند پرتوی کشور، ۱۳۹۵).

■ تیم

از اجزای ساختار سازمانی است که مسئولیت اجرای یک کار خاص مثل عملیات نجات در آوار، برنامه‌ریزی، تدارکات و فعالیت‌های مالی برای آن تعریف می‌شود.

■ تیم‌های پاسخ

به مجموعه گروه‌های سازمان‌یافته با وظایف مشخص برای اقدام در شرایط غیرعادی گفته می‌شود؛ به عبارت دیگر، افراد مشخص‌شده که در زمان وقوع شرایط غیرعادی، در اطراف تأسیسات هسته‌ای مستقر می‌شوند تا در جهت رفع این شرایط، اقدامات لازم را به دستور کمیته پدافند غیرعامل و



سازمان پدافند غیرعامل کشور
قرارگاه پدافند پرتویی

تأثیرگذارند، جمع‌بندی و در قالب نمودار به صورت کامل و جامع ارائه شده است:

برگزار شده، همه تیم‌هایی که به نوعی در امر خدمات و تأسیسات زیربنایی در حوادث هسته‌ای و پرتوی

با توجه به بررسی‌هایی که در تحقیقات و مطالعات صورت گرفته و تجربیات رزمایش‌ها و مانورهای

□ الگوی ساختاری تیم‌های عملیاتی خدمات و تأسیسات زیربنایی در حوادث هسته‌ای و پرتوی



جدول ۱- شرح فعالیت تیم‌های کارگروه خدمات و تأسیسات زیربنایی

نام گروه	نام تیم	شرح وظایف
آب	تأمین آب شرب	وظیفه تأمین و توزیع آب شرب نیروهای عملیاتی، ساکنان اطراف سایت هسته‌ای و... را بر عهده دارد.
	تأمین آب بهداشتی	وظیفه تأمین آب بهداشتی ایستگاه‌های رفع آلودگی، کارگروه‌های عملیاتی (از جمله اطفای حریق، مدیریت اجساد و ضایعات و...)، ساکنان اطراف سایت هسته‌ای و اردوگاه اسکان اضطراری را بر عهده دارد.
	تأمین آب غیر شرب	وظیفه تأمین آب غیر شرب کارگروه‌های عملیاتی (از جمله اطفای حریق، مدیریت اجساد و ضایعات و...) را بر عهده دارد.
	تأمین آب زیرساخت‌ها	وظیفه تأمین آب عملیات تسطیح اردوگاه اسکان اضطراری، ایستگاه‌های رفع آلودگی و... را بر عهده دارد.
	جمع‌آوری فاضلاب‌ها	نسبت به طراحی و اجرای شبکه فاضلاب در اردوگاه اسکان اضطراری و نقاط مختلف ایستگاه‌های رفع آلودگی برابر نقشه کارگروه جست‌وجو و نجات، تخلیه و اسکان اقدام می‌کند.
برق	برق‌رسانی	وظیفه برق‌رسانی جریان عادی و اضطراری برق‌رسانی اردوگاه اسکان اضطراری، فرماندهی، ایستگاه‌های رفع آلودگی، ساکنان اطراف سایت هسته‌ای و... را بر عهده دارد.
	قطع برق	وظیفه دارد برابر دستور نسبت به قطع جریان‌های برق اقدام کند.
	روشنایی	وظیفه دارد نسبت به تأمین روشنایی در محوطه و خیابان‌های اردوگاه اسکان اضطراری، فرماندهی، صحنه و ایستگاه‌های رفع آلودگی اقدام کند.
	تعمیرات امداد سیار برق	نسبت به استقرار در موقعیت‌های مشخص برای پشتیبانی در نقاط مختلف اقدام کند.
گاز	انتقال	وظیفه دارد نسبت به قطع گاز شبکه سراسری بعد از انفجار سایت هسته‌ای و همچنین نسبت به رفع خرابی و وصل مجدد شبکه انتقال گاز اقدام کند.
	امداد و توزیع	وظیفه دارد نسبت به عملیات قطع و وصل ساکنان اطراف سایت از جمله روستاها اقدام کند.
	تعمیرات	وظیفه دارد نسبت به استقرار در موقعیت ایستگاه‌های رفع آلودگی و... برای پشتیبانی از تیم‌های امداد و توزیع اقدام کند.
فراورده‌های نفتی	سوخت‌رسانی به خودروها	وظیفه سوخت‌رسانی به خودروهای امدادی و عمومی را در زمان بحران بر عهده دارد.
	سوخت‌رسانی گاز مایع	وظیفه دارد نسبت به سوخت‌رسانی گاز مایع به وسیله کپسول در محل اردوگاه اسکان اضطراری اقدام کند.
	سوخت‌رسانی به مکان‌های مورد نیاز	وظیفه دارد نسبت به سوخت‌رسانی نفت سفید با دستگاه نفتکش به ساکنان اطراف سایت هسته‌ای، اردوگاه اسکان اضطراری و... اقدام کند.
زیرساختی (راه و شهرسازی)	تسطیح	وظیفه آماده‌سازی مقر فرماندهی صحنه، ایستگاه‌های رفع آلودگی، اردوگاه اسکان و همچنین حفر چاله‌هایی برای جمع‌آوری پسمان در ایستگاه‌های رفع آلودگی با هماهنگی کارگروه رفع آلودگی را بر عهده دارد.
	تأمین خودروهای سنگین	تأمین و توزیع ماشین‌آلات و خودروهای سنگین مثل دستگاه لودر و کمپرسی در عملیات مقابله با حادثه هسته‌ای و پرتوی به کارگروه رفع آلودگی در نقاط مختلف از جمله وظایف این تیم است.
	فضاسازی	وظیفه فضاسازی اسکان اضطراری، خط‌کشی و خیابان‌کشی، نصب راهنما، ایجاد سرویس‌های بهداشتی و حمام همراه مخازن آب، سکویا برداشت آب و... را بر عهده دارد.
	حفاری	حفاری‌های شبکه توزیع (آب، برق، گاز و مخابرات)، جمع‌آوری (فاضلاب، آب‌های سطحی) و حفر سپتیک از جمله وظایف این تیم است.
	نقشه‌برداری	وظیفه نقشه‌برداری نسبت به طراحی پلان اردوگاه اسکان، فرماندهی صحنه و... را بر عهده دارد.
	ایمنی	کنترل و رعایت ایمنی، سلامتی و مخاطرات همه عملیات‌های کارگروه‌ها از جمله وظایف این تیم است.



سازمان پدافند غیرعامل کشور
قرارگاه پدافند پرتویی



■ نتیجه گیری

به علت وجود مواد خطرناک و تکنولوژی‌های پیشرفته در سایت‌های هسته‌ای کشور، بروز حادثه نه تنها برای افراد سایت‌های هسته‌ای می‌تواند خسارت و تلفاتی را در بر داشته باشد، بلکه ممکن است سبب انتشار مواد سمی یا تشعشعات هسته‌ای به مناطق جمعیتی اطراف این تأسیسات شود. از این رو در ساعات اولیه و در کوتاه‌ترین زمان ممکن، نیاز به کارگروه‌ها، نیروها و تیم‌های تخصصی پرتوی بیش از پیش احساس می‌شود. یکی از کارگروه‌هایی که نقش بسیار مؤثری در فرایند پاسخ به حوادث هسته‌ای و پرتوی دارد، کارگروه خدمات و تأسیسات زیربنایی است. بنابراین در این پژوهش به تشریح الگوی

ساختار کارگروه و تیم‌های عملیاتی خدمات و تأسیسات زیربنایی در حوادث هسته‌ای و پرتوی پرداخته شد. در این الگو ابتدا تمامی گروه‌های عملیاتی که می‌توانند به نوعی نقشی در پاسخ به نیازهای خدمات و تأسیسات زیربنایی به جامعه در زمان بحران داشته باشند، دسته‌بندی و مرتب شده‌اند. در گام بعدی تیم‌های مرتبط با گروه‌های اصلی و مؤثر بر فرایند انجام خدمات و تأسیسات زیربنایی شناسایی و مشخص شد که میزان و تعداد این تیم‌ها می‌تواند با توجه به شدت، محدوده متأثر، میزان جمعیت، اقلیم جغرافیایی، امکانات و تجهیزات، توپوگرافی، دسترسی راه‌های مواصلاتی و... شهرستان، منطقه و استان حادثه‌دیده متغیر و متعدد شود.

با توجه به اینکه هنوز ساختار ملی در خصوص ساختار تشکیلاتی کارگروه‌های عملیاتی پاسخ به حوادث هسته‌ای و پرتوی در کشور به وجود نیامده است، ساختار کارگروه خدمات و تأسیسات زیربنایی ارائه شده می‌تواند به عنوان الگویی برای متولیان پاسخ به حوادث هسته‌ای و پرتوی در نظر گرفته شود. امید است با استفاده از این الگو، تمام ظرفیت‌های جامعه از جمله دستگاه‌های اجرایی، سازمان‌های مردم‌نهاد و... ساماندهی، آموزش و آماده شود تا حداکثر استفاده از آنها برای ارائه کمک و همکاری با تیم‌های عملیاتی به منظور تأمین خدمات و تأسیسات زیربنایی در زمان بحران‌های هسته‌ای و پرتوی فراهم آید.

منابع فارسی

- اساسنامه سازمان پدافند غیرعامل کشور، مهر ۱۳۹۴.
- اسکندری، حمید (۱۳۹۲)، الگوهای سناریونویسی در مدیریت بحران، بوستان امید.
- تقوایی، مسعود (۱۳۹۱)، پدافند غیرعامل و امنیت شهری، اصفهان: انتشارات معظمی.
- زیب ارزانی، معصومه و همکاران (۱۳۹۲)، «طراحی نقشه دانش برای تشکیل تیم مدیریت بحران با استفاده از رویکرد تحلیل شبکه‌های اجتماعی و فرایند تحلیل سلسله مراتبی»، دوفصلنامه علمی و پژوهشی مدیریت بحران، ش ۳، بهار و تابستان.
- سند راهبردی امداد و نجات کشور در برنامه ششم توسعه، (۱۳۹۵-۱۳۹۹).
- سند طرح ملی مدیریت بحران‌های ناشی از حوادث پرتوی، قرارگاه پدافند پرتوی کشور، ویرایش صفر، ۱۳۹۵.
- محمدی یگانه، شاهین و همکاران (۱۳۸۳)، پایه‌ریزی جستجو و نجات، ج ۱، تهران: جمعیت هلال احمر.

■ منابع لاتین:

- R.W.Perry and E.L.Quarantelli (2004), What is a Disaster, More Perspectives, Philadelphia, Xlibris.
- Eckert, N (2008), "Optimal Design Under Uncertainty of a Passive Defense Structure Against Snow Avalanches: From a General Bayesian Framework to a Simple Analytical Model", Journal of Natural Hazards and Earth System Sciences, No.8.Paris.
- R.W. Perry and M.K. Lindell (2007), Emergency, United State, Wiley & Sons.
- G. Perry (2011), Emergency Planning, Principal Scrutiny Committee.

تهیه کننده:

فرهاد گلغام - الهام حسن زاده

تاریخچه^۱ ICRP و نحوه تحول سیاست‌های آن

این کمیته می‌پردازیم و برخی ویژگی‌های مرتبط با آغاز آن تا عصر جدید را شناسایی می‌کنیم که نحوه پیشرفت کمیته از کنترل‌های اولیه بر دز کارکنان تا پرهیز از آثار قطعی^۲ با بهره‌گیری و شناسایی آثار تصادفی^۳ و حتی نگرانی‌های مرتبط با پرتوگیری مردم را شامل می‌شود. ویژگی‌های کلیدی پیشنهاد‌های ارائه‌شده توسط ICRP در این مقاله ارائه شده است.

دوازده ماه پس از کشف اشعه ایکس توسط رونتگن در سال ۱۸۹۵ مقالاتی منتشر شد که آثار مضر پرتوگیری بالا را گزارش می‌کرد. در ۱۹۲۵ اولین کنگره بین‌المللی رادیولوژی در لندن برگزار شد که نیاز به یک کمیته حفاظت را مورد ملاحظه قرار داد. این کمیته در کنگره دوم در ۱۹۲۸ در استکهلم تأسیس شد. در این مقاله به تاریخچه تأسیس و رشد سیاست‌های



مقدمه‌ای بر تاریخچه شکل‌گیری کمیته بین‌المللی حفاظت در برابر اشعه

رونتگن در نوامبر ۱۸۹۵ اشعه ایکس را کشف کرد. تنها چند ماه پس از این اتفاق، ورم پوستی ناشی از اشعه ایکس در آمریکا مشاهده شد. اتفاقات مشابهی در چندین کشور دیگر دیده شد. برای مثال دروری^۴ در ۱۸۹۶ آسیب دست‌ها و انگشتان محققان تجربی در انگلستان را که حاصل تابش بود، توصیف کرد. لپین^۵ نیز گزارش مشابهی از مشاهدات مربوط در آلمان را ارائه کرد. تعیین هویت تابش توسط بکرل و کشف رادیوم پس از آن در سال ۱۸۹۶ موجب شد گزینه‌های بیشتری از آسیب حاصل از تابش دیده شود. آسیب به بافت‌های انتخابی راه را برای تابش درمانی باز کرد. اولین درمان اثبات‌شده بیماران سرطانی در سوئد در سال ۱۸۹۹ انجام شد.

اشعه ایکس در بیمارستان‌های نظامی در سال ۱۸۹۷ به کار رفت. با اینکه تعداد آسیب‌های اشعه ایکس با شروع به کارگیری دستگاه اشعه ایکس در طول جنگ بزرگ، افزایش یافت و ۱۰ سال بعد مقالات متعددی در زمینه‌ی آسیب حاصل از تابش به بافت منتشر شد، اما در طول دو دهه اول پس از اکتشاف اشعه ایکس و رادیوم، چهل درباره خطرهای تابش صدمات زیادی وارد کرد.

به‌طور واضح رادیولوژیست‌های آن دوران که غالباً از دست‌های خود برای متمرکزسازی باریکه ماشین‌های ایکس استفاده می‌کردند، ۶ سال پس از کشف رونتگن دچار سرطان پوست شدند.

آثار زیان‌بار بر دست‌ها و پوست، مخوف بود؛ همان‌گونه که دست قطع‌شده پروفیسور کراوز، رادیولوژیست آلمانی، گواهی بر این موضوع است. متأسفانه طولی نکشید که معلوم شد آثار اشعه مرگ‌بار و کشنده است. بدین علت یادمان مشهور فداپیان اشعه ایکس و رادیوم در هامبورگ در سال ۱۹۳۶ توسط انجمن آلمانی رونتگن بنا شد و نام چند صد کارمند بخش پزشکی از همه ملیت‌ها که با آسیب از تابش مرده بودند، در آن نصب شد.



سازمان پدافند غیرعامل کشور
قرارگاه پدافند پرتویی

□ اولین توصیه‌های حفاظتی

اصل اساسی در حفاظت تابشی - زمان، فاصله و حفاظ - محرز شد. در سال‌های اولیه پس از ۱۹۲۰ مقرراتی در چندین کشور آماده شد، اما تا سال ۱۹۲۵ که اولین کنگره بین‌المللی رادیولوژی برگزار شد و استانداردهای بین‌المللی حفاظت در برابر اشعه را مورد ملاحظه قرار داد، اعمال نشد.

کنید.
۲. در فاصله ۳۰ سانتی‌متری لامپ اشعه ایکس نایستید.
۳. پوست خود را با وازلین (یک ژل نفتی) بپوشانید و بر نواحی که تابش‌گیری بیشتری دارند، یک لایه بیشتر قرار دهید.
بنابراین در یک سال تماس با تابش، سه

تنها یک سال پس از کشف اشعه ایکس توسط رونتگن، مهندس آمریکایی Wolfram Fuchs توصیه‌هایی کرد که عموماً به‌عنوان اولین توصیه حفاظتی شناخته می‌شود. به این توصیه‌ها در زیر اشاره شده است:
۱. در حد ممکن زمان پرتوگیری را کوتاه

□ کمیسیون (گروه) بین‌المللی حفاظت در برابر اشعه

۱. بروز و ظهور با عنوان IXRPC

زمانی که اولین کنگره بین‌المللی رادیولوژی در سال ۱۹۲۵ در لندن برگزار شد، عاجل‌ترین اقدام، تعیین کمیت اندازه‌گیری برای تابش بود؛ بدین منظور کمیسیون (گروه) بین‌المللی یکاها و اندازه‌گیری‌های تابش (ICRU) ایجاد شد. این کمیسیون (گروه) از آن‌پس «کمیته بین‌المللی یکای اشعه ایکس» نامیده شد.

نیاز به یک کمیته بین‌المللی حفاظت در برابر اشعه مورد بحث قرار گرفت. مأموریت این بود که مطمئن شوند برخی از فیزیکدانان علاقه‌مند به حفاظت در برابر پرتو در کنگره بعدی حاضر خواهند شد.
کنگره بعدی در استکهلم در سال ۱۹۲۸

۲. پیشرفت به سمت بلوغ

بعد از جنگ جهانی دوم، کمیته (کمیسیون که بعد از ۱۹۳۴ این‌گونه نامیده شد) در فواصل زمانی کنگره‌های بین‌المللی فعال نبود. لیندل در کنگره ۱۹۳۴ در زوریخ متوجه شد که کمیسیون با فشاری غیرضروری مواجه شده است. میزبان‌ها روی چهار همکار سوئیسی دیگر غیر از ۱۱ نفر مجموع اصرار داشتند و مسئولان

- دز مجاز برای تابش خارجی (خارج از بدن)؛
- دز مجاز برای تابش داخلی (درون بدن)؛
- حفاظت در برابر اشعه ایکس تا انرژی ۲ مگا الکترون ولت؛
- حفاظت در برابر اشعه ایکس با انرژی بیش از ۲ مگا الکترون ولت و اشعه بتا و گاما؛
- حفاظت در برابر ذرات سنگین شامل نوترون‌ها و پروتون‌ها؛
- دفع پسماندهای رادیواکتیو و جابه‌جایی رادیو ایزوتوپ‌ها.

همچنین پیشنهاد شد کمیسیون توصیه کند که همه کشورهای علاقه‌مند برای خودشان کمیته مرکزی ملی راه‌اندازی کنند تا به مسائل

آلمانی عضو یهودی آلمانی را با شخص دیگری جایگزین کرده بودند. در پاسخ به این فشارها کمیسیون تصمیم گرفت قواعد جدیدی را برپا کند تا کنترل کاملی بر عضویت در آینده داشته باشد. بعد از جنگ جهانی دوم در سال ۱۹۵۰ در اولین کنگره پس از جنگ که در لندن برگزار شد، تنها دو عضو از جنگ جان سالم به

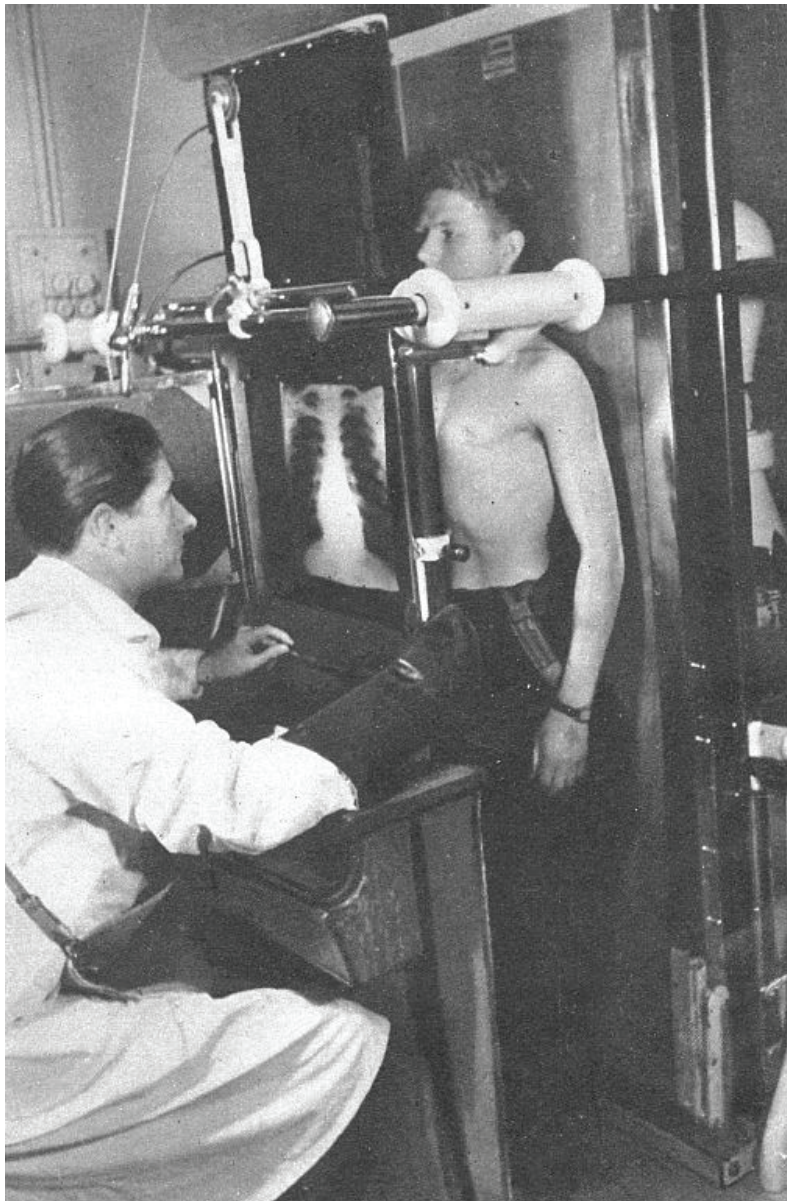
حفاظت در برابر اشعه رسیدگی کنند. این کمیته مرکزی زیر کمیته‌هایی را مشابه آنچه در ICRP وجود دارد، در برمی‌گیرد.

سیورت ۳۲ ساله به‌عنوان رئیس کمیسیون انتخاب شد.

در برده بودند: لاریستون تیلور و رولف سیورت. تیلور برای احیا و بازبینی کمیسیون دعوت‌شده بود که نام کنونی آن ICRP است. در نشست ۱۹۵۰ مجموعه جدیدی از قوانین تقریباً مشابه قوانین فعلی برای کار ICRP و انتخاب اعضا پیش‌نویس شد و شش زیر کمیته مرتبط با زمینه‌های زیر تأسیس شد:

در حد امکان اعضای زیر کمیته‌های بین‌المللی از زیر کمیته‌های ملی مختلف انتخاب می‌شوند.





■ ساختار نوین:

در همایشی که در ۱۹۶۲ در استکهلم برگزار شد، کمیسیون تصمیم گرفت برای بهبود بهره‌وری سیستم، کمیته‌ها را دوباره سازمان‌دهی کند و تفاوت چشم‌گیری بین کمیته‌ها باشد؛ بنابراین کمیته‌های قبلی با چهار کمیته جدید جایگزین شدند که خیلی به کمیته‌های امروزی شبیه هستند.

کمیته ۱: آثار اشعه
کمیته ۲: پرتوگیری داخلی
کمیته ۳: پرتوگیری خارجی
کمیته ۴: کاربرد توصیه‌ها
تصمیم بر این شد که کمیته‌های جدید پیشرفت‌های حوزه‌های مختلف را بررسی کنند و توصیه‌هایی برای اقدامات لازم به کمیسیون ارائه دهند.

■ تعریف وظایف رسمی کمیته‌ها

خواهد داد. باوجوداین، کمیته ۲ به «محدودیت‌های ثانویه» تغییر نام داد. وظیفه اساسی این کمیته توسعه محدودیت‌های ثانویه بر مبنای حد دز معادل پیشنهادی از سوی کمیسیون بود. این کمیته به آماده‌سازی فوری محدودیت‌های ثانویه برای پرتوهای داخلی مأمور شد. به همین دلیل استخراج حدود ثانویه برای تابش‌دهی خارجی عجلتاً به کمیته ۳ واگذار شد. در زیر کمیته‌ها به تفکیک نام و وظایفشان معرفی می‌شوند:

در سال‌های ۱۹۷۷-۱۹۸۱ کمیسیون اسامی و وظایف کمیته‌هایش را به‌روز کرد. افزایش توجه به تشریفات سازمانی را می‌توان در آغاز ۱۹۷۷ دید. بیانیه‌های مأموریت برای هر کمیته در نشریه‌هایی که توصیف‌کننده ICRP هستند، منتشر شد. در نشریه ۱۹۷۷ نام کمیته ۱ به همان صورت یعنی «آثار اشعه» باقی ماند. این کمیته مأمور ارزیابی خطر و شدت آثار تصادفی و آهنگ القای آثار قطعی هنگام تابش‌دهی شد. این کمیته تأثیر در حال اصلاح پارامترهای پرتوگیری همچون آهنگ دز، جزء به جزء کردن دز، تأثیر بیولوژیک تابش، توزیع فضایی دز و هر اثر هم‌افزاینده مربوط به عوامل فیزیکی را مورد ملاحظه قرار



سازمان پدافند غیرعامل کشور
قرارگاه پدافند پرتویی

کمیته ۲: دز ناشی از پرتوگیری اشعه

این کمیته به توسعه ضرایب دز برای ارزیابی پرتوگیری حاصل از اشعه داخلی و خارجی می‌پردازد. توسعه سینتیک زیستی مرجع و مدل‌های دزیمتری و داده‌های مرجع برای کارکنان و مردم از وظایف دیگر این کمیته است.

کمیته ۴: کاربرد توصیه‌های کمیسیون

این کمیته به آماده‌سازی توصیه‌هایی در زمینه کاربرد سیستم حفاظتی از همه جنبه‌ها برای پرتوگیری شغلی و مردم می‌پردازد. همچنین این کمیته به‌عنوان رابط اصلی با سازمان‌های بین‌المللی دیگر و انجمن‌های تخصصی مرتبط با حفاظت در برابر تابش یونیزان عمل می‌کند.

**کمیته ۱: کمیته آثار اشعه**

این کمیته ریسک القای سرطان و بیماری‌های توارثی (آثار تصادفی) را در کنار مکانیسم‌های عمل تابش مورد ملاحظه قرار می‌دهد. همچنین خطرها و شدت و مکانیسم‌های القای صدمه به بافت یا اندام و اختلالات رشدی (آثار قطعی) در گستره وظایف این کمیته است.

کمیته ۳: حفاظت در پزشکی

این کمیته حفاظت از اشخاص و جنینی را بر عهده دارد که از تابش یونیزان برای تشخیص پزشکی، درمان و تحقیقات زیست‌پزشکی استفاده می‌کنند. همچنین ارزیابی عواقب پرتوگیری تصادفی را انجام می‌دهد.

کمیته ۵: حفاظت از محیط زیست

این کمیته با حفاظت رادیولوژیکی محیط زیست مرتبط است. هدف این کمیته مطمئن شدن از این نکته است که راهکارهای حفاظت محیط زیست با توصیه‌های مربوط به حفاظت در برابر اشعه سازگاری دارد.

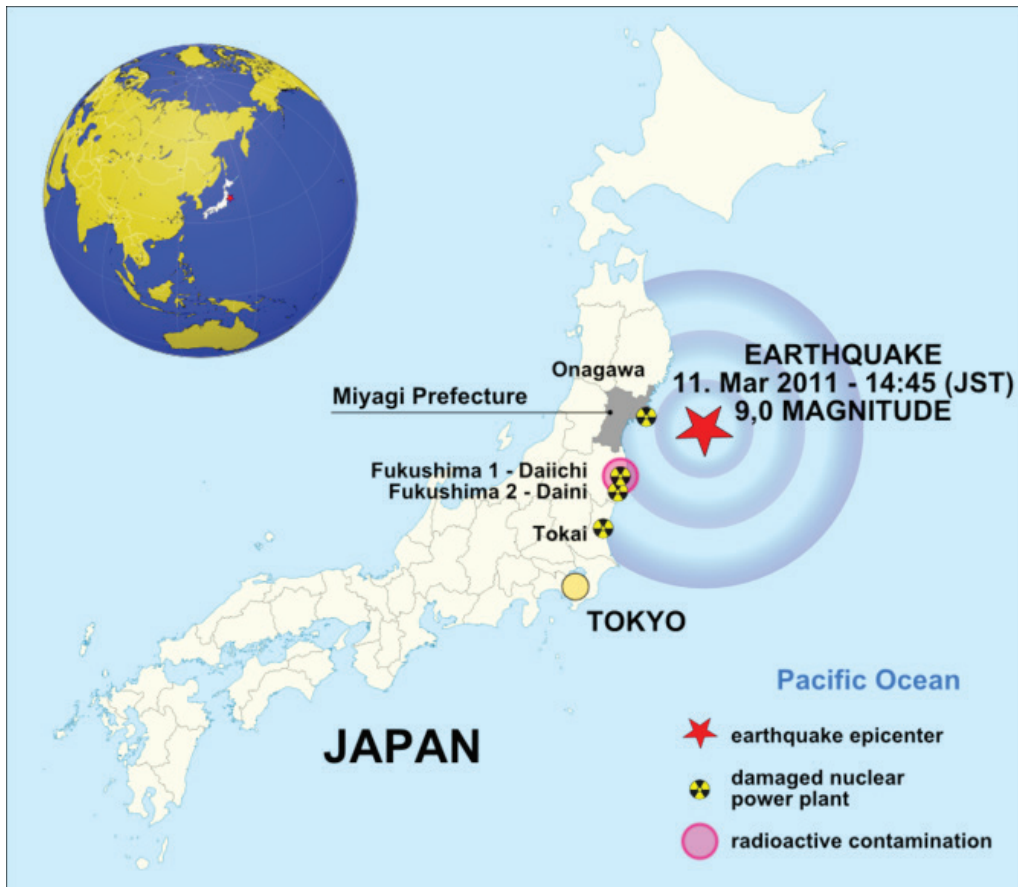
■ منابع لاتین:

- Anniversary: The Evolution of Its Policies Through 80Years, in: Gallego, E. Perez, M. Beatriz, G. et al. (Eds),
- Becquerel, H. Emission des radiations nouvelles par l'uranium metallique. C. R. Acad. Sci. Paris, 1896.
- Churchill, W.S. The Story of the Malakind Field Force, Longman's Green & Co. London, 1898.
- Clarke, R.H. The International Commission on Radiological Protection 80th, 2008.
- Clarke, R.H. Valentin, J. A History of the International Commission on Radiological Protection. Health Physics 88, 2005.
- Clement, C. Personal communication, 2009.
- Curie, M. Rayons emis par les composés de l'uranium et du thorium. C. R. Acad. Sci. Paris 126. 1898.
- Drury, H.C. Dermatitis caused by Roentgen X-rays. Br. J. Med. 2, 1896.
- Einwirkung von Röntgenstrahlen entwickelt hat, Fortschr. Röntgenstr. 6.
- Friebe, A. Demonstration eines Cancroid des rechten Handrücken, das sich nach langdauernder, 1902.
- Fuchs, W. Simple Recommendations on How to Avoid Radiation Harm, Western Electrician, 12, 1896.
- Grubbe, E.H. Priority in the Therapeutic Use of X-rays, Radiology XXI, 1933.
- ICRP, International Recommendations on Radiological Protection, Br. J. Radiol, 24, 1951.
- ICRP, Limits for Intakes of Radionuclides by Workers, ICRP Publication 30, Part 1. Ann. ICRP 2, 1979a.
- ICRP, Limits for Intakes of Radionuclides by Workers, ICRP Publication 30, Supplement to Part 1, 1979b, Ann. ICRP 3 (1-4).
- ICRP, Limits for Intakes of Radionuclides by Workers, ICRP Publication 30, Part 2. Ann. ICRP 4, 1980.
- ICRP, Limits for Intakes of Radionuclides by Workers, ICRP Publication 30, Supplement to Part 2, 1981, Ann. ICRP 5 (1-6).
- ICRP, Limits for Intakes of Radionuclides by Workers, ICRP Publication 30, Part 3. Ann. ICRP 6 (3-6), 1982a.
- ICRP, Limits for Intakes of Radionuclides by Workers, ICRP Publication 30, Supplement A to Part 3, Ann. ICRP 7 (1-3), 1982b.
- ICRP, Limits for Intakes of Radionuclides by Workers, ICRP Publication 30, Supplement B to Part 3. Ann. ICRP 8 (1-3), 1982c.
- ICRP, Limits for Intakes of Radionuclides by Workers, ICRP Publication 30, Index, Ann. ICRP 8 (4), 1982d.
- ICRP, Limits for Intakes of Radionuclides by Workers, ICRP Publication 30, Part 4 (Addendum), Ann. ICRP 19 (4), 1989.
- ICRP, Recommendations of the ICRP. Br. J. Radiol. (Suppl. 6), 1955.
- Leppin, O. Aus Kleine Mitteilungen, Wirkung der Röntgenstrahlen auf die Haut. Dtsch. Med. Wschr. 28, 454, 1896.
- Lindell, B. Damokles Svärd. Atlantis, Stockholm, (In Swedish; German translation 2006, Das Damoklesschwert, Aschenbeck & Isensee, Oldenburg) 1999.
- Lindell, B. Herkules Storverk. Atlantis, Stockholm, (In Swedish; German translation in preparation, Die Heldentaten des Herkules, Aschenbeck & Isensee, Oldenburg) 2003.
- Lindell, B. Pandoras Ask, Atlantis, Stockholm, (In Swedish; German translation 2004, Pandoras BUCHSE, Aschenbeck & Isensee, Oldenburg) 1996b.
- Lindell, B. The History of Radiation Protection, Rad. Prot. Dosim. 68, 1996a.
- Molineus, W. Holthusen, H. Meyer, H. Ehrenbuch der Radiologen aller Nationen, third ed. Blackwell Wissenschaft, Berlin, 1992.
- Mould, R.F. A Century of X Rays and Radioactivity in Medicine, second ed. CRC Press/Taylor & Francis Group, London, 1993.
- Röntgen, W.C. Über eine neue Art von Strahlen. Sitzungsberichte d. Phys. Mediz. Ges. Würzburg 9, 1895.
- Sievert, R.M. The International Commission on Radiological Protection (ICRP), In: International Associations, Union of International Associations, Palais d'Egmont, Brussels, 1957.
- Strengthening Radiation Protection Worldwide, IRPA XII Congress, Available at: <http://www.irpa.12>
- Taylor, L.S. Organization for Radiation Protection: the Operations of the ICRP and NCRP 1928–1974. DOE/TIC 10124. US Department of Energy, Washington, DC, 1979.

گزارشی از حادثه هسته‌ای ژاپن و نحوه مقابله با آن

مختصری درباره نوع و ویژگی راکتورهای حادثه‌دیده در ژاپن و شرایط جغرافیایی محل وقوع حادثه در این کشور بیان و در ادامه نکات بارز و درخور توجه درباره کنترل و مدیریت سانحه مطرح می‌شود.

حادثه هسته‌ای ژاپن مهم‌ترین حادثه هسته‌ای جهان بعد از وقوع بحران هسته‌ای چرنوبیل به شمار می‌آید. با توجه به اهمیت موضوع و نکات ارزشمندی که در مدیریت پاسخ به این سانحه وجود دارد، در این گزارش ابتدا توضیحات



می‌شود. از آنجایی که کل انرژی که در یک میدان تابشی منتشر می‌شود، در جسم جذب نمی‌شود بلکه تنها بخشی از آن جذب می‌شود، از این رو برای مطالعه کمی اثرات تابش، میان پرتوهای دز جذب‌شده تابش تفاوت وجود دارد. برای اندازه‌گیری کمیت‌هایی که میدان پرتو را توصیف می‌کند از کمیت‌های پرتوست جی و برای اندازه‌گیری اثرات تولیدشده از پرتو از کمیت‌های دزسنجی استفاده می‌شود.

در بخش‌های قبلی چگونگی انتقال انرژی پرتوهای یون‌ساز به ماده و ایجاد یون‌سازی اشاره شد. از آنجاکه هر کمیت فیزیکی را یکای مربوطه‌اش توصیف می‌کند، برای سنجش میزان پرتوها در محیط، جذب آن‌ها در ماده و نیز برآورد آسیب بیولوژی ناشی از پرتوها لازم است کمیت و یکای مربوطه مورد مطالعه قرار گیرد. اثر تابش را برحسب پرتوهای دز می‌سنجند. پرتوهای دز به صورت بار آزادشده در واحد جرم هوا و دز به صورت انرژی جذب‌شده در واحد جرم ماده تعریف



سازمان پدافند غیرعامل کشور
قرارگاه پدافند پرتویی



■ موقعیت جغرافیایی محل حادثه

ژاپن همان‌طور که در شکل دیده می‌شود، به‌صورت سنتی به ۸ ناحیه^۱ تقسیم‌بندی می‌شود، درحالی‌که این نواحی از نظر تقسیمات کشوری رسمی نیستند. هر یک از این نواحی خود به چند بخش^۱ تقسیم می‌شود. به‌طور کلی ژاپن ۴۷ بخش دارد. کانون زلزله در آب‌های مجاور ناحیه توهوگو قرار داشت. توهوگو که در شمال

■ خلاصه حادثه به وقوع پیوسته در نیروگاه‌های هسته‌ای ژاپن

ساعت ۱۴:۴۶ به‌وقت محلی ژاپن در روز ۲۰ اسفند ۱۳۸۹ (۱۱ مارس ۲۰۱۱) زلزله‌ای به بزرگی ۹/۰ ریشتر سواحل ژاپن را به لرزه درآورد. این زمین‌لرزه بزرگ که در ژرفای ۲۵ کیلومتری دریا و در فاصله ۱۳۰ کیلومتری شهر سندای مرکز استان

بود. به همین دلیل نام این شهر بیشتر از شهرهای دیگر در رسانه‌ها و گزارش‌های مرتبط با حادثه فوکوشیما تکرار می‌شود. بخش میاگی همسایه شمالی بخش فوکوشیماست که مجموعه نیروگاهی فوکوشیما دایی‌چی و فوکوشیما دایی‌نی در آن واقع شده‌اند. مرکز بخش فوکوشیما شهر ۳۰۰ هزارنفری فوکوشیماست.

شرق جزیره اصلی ژاپن یعنی هونشو قرار دارد، خود به ۶ بخش تقسیم می‌شود که عبارت‌اند از: آکیتا، آموری، فوکوشیما، ایوات، میاگی و یاماگاتا. با توجه به اینکه کانون زلزله در مجاورت بخش میاگی واقع شده بود، بیشترین آسیب‌ها متوجه سندایی، مرکز بخش میاگی و همچنین بزرگ‌ترین شهر ناحیه توهوگو

نیروگاه‌های هسته‌ای الزاماً طوری طراحی و ساخته می‌شوند که در برابر حوادث مختلف، از جمله حوادث طبیعی، تاب آورند. به این دست از حوادث که طراحی بر مبنای آن‌ها صورت می‌گیرد، حوادث مبنای طراحی^۳ می‌گویند و معمولاً زلزله نیز جزء

میاگی رخ داد موجب شد تا راکتورهای هسته‌ای در ۴ نیروگاه برق هسته‌ای منطقه به نام‌های نیروگاه فوکوشیما دایی‌چی، نیروگاه فوکوشیما دایی‌نی، نیروگاه اوناگوا و نیروگاه توکایی که در حال بهره‌برداری بودند، به‌صورت اضطراری خاموش^۲ شوند...

اندازه‌گیری مربوط به پرتوها در مرز نیروگاه، در ساعت ۱۲ ظهر روز ۲۷ مارس ۲۰۱۱ معادل ۷/۱ میکروسیورت بود. به‌طور خلاصه می‌توان گفت به‌رغم گسترش حادثه در نیروگاه فوکوشیما دایمی نی ولی با اعمال تدابیر اضطراری، حادثه کنترل شد و وضعیت راکتورها پایدار گردید و از این بابت خطری متوجه مردم نیست؛ اما بیشترین آسیب را نیروگاه فوکوشیما دایمی چی بر اثر حادثه زلزله و سونامی دیده است که در کانون توجه رسانه‌ها و مردم قرار داشت.



این دسته از حوادث است.

نیروگاه‌های ژاپنی نیز طوری طراحی شده بودند که در برابر زلزله مقاومت کنند؛ اما زلزله ۹٫۰ ریشتری که بزرگ‌ترین زلزله ثبت‌شده در تاریخ کشور زلزله‌خیز ژاپن بود، بسیار بیشتر از زلزله‌های مبنای طراحی در راکتورهای مختلف نیروگاه‌های ژاپنی بود. برای مثال واحد شماره ۱ نیروگاه فوکوشیما دایمی چی برای مقابله با زلزله‌ای با بزرگی حداکثر ۸/۲ ریشتر طراحی شده بود. زلزله ۹/۰ ریشتری ۰/۸ برابر بزرگ‌تر از زلزله ۸/۲ ریشتری است. با وجود این راکتورهای ژاپنی عملکرد بسیار خوبی در برابر حادثه زلزله داشتند که نشان‌دهنده حاشیه‌های ایمنی بالا در طراحی نیروگاه‌هاست. زلزله بزرگ واقع‌شده در اعماق دریا در پس خود امواج مهیب سونامی را همراه داشت. امواج سهمگین سونامی ویرانگر ۱۱ مارس در ژاپن به ارتفاع ۲۳/۶ متر نیز رسیدند و تا عمق ۱۰ کیلومتری خشکی نیز نفوذ کردند.

سونامی هم مانند زلزله در نیروگاه‌هایی که احتمال وقوع آن می‌رود، جزء حوادث مبنای طرح است و نیروگاه‌های ژاپنی نیز از این قاعده مستثنا نبودند؛ اما نیروگاه‌های ژاپنی برای سونامی به این بزرگی طراحی نشده بودند. برای مثال نیروگاه فوکوشیما دایمی چی برای سونامی به ارتفاع ۵/۷ متر طراحی شده بود، در حالی که ارتفاع سونامی در محل نیروگاه به ۱۴ متر رسید. با این حال وضعیت همه راکتورهای حادثه‌دیده در حالت پایدار و تحت کنترل بود جز وضعیت راکتورهای نیروگاه فوکوشیما دایمی چی که به آن پرداخته می‌شود. هر ۳ واحد نیروگاه اوناگاوا که همگی از نوع BWR (راکتور آب جوشان) بودند و بر اثر حادثه به‌صورت اضطراری خاموش شدند، در وضعیت خاموشی سرد هستند و وضعیت پایداری دارند. تنها واحد نیروگاه توکایی (این نیروگاه یک واحد دیگر نیز داشته که قدیمی‌ترین نیروگاه هسته‌ای ژاپن است اما از سال ۱۹۹۸ از رده خارج‌شده است) که از نوع BWR با توان الکتریکی ۱۱۰۰ مگاوات است، در وضعیت خاموشی سرد قرار داشته و وضعیت پایداری دارد. نیروگاه فوکوشیما دایمی نی دارای ۴ واحد است که همگی از نوع BWR با توان الکتریکی ۱۱۰۰ مگاوات بوده و در دهه ۱۹۸۰ به بهره‌برداری رسیده‌اند. همه واحدها حین حادثه در حال بهره‌برداری بودند و به‌صورت اضطراری خاموش شدند. واحدهای شماره ۱، ۲ و ۴ آن دچار حادثه سطح ۳ یعنی سانحه جدی^۱ از دیدگاه معیار بین‌المللی حوادث هسته‌ای و رادیولوژیکی (INES) شده‌اند. به همین منظور پس از وقوع حادثه تا شعاع ۱۰ کیلومتری نیروگاه از سکنه تخلیه شد. (حادثه سطح ۳ به حادثی اطلاق می‌شود که در آن کارکنان نیروگاه بیش از ۱۰ برابر حد مجاز سالیانه پرتو رادیواکتیو دریافت کنند، اما دچار آسیب قطعی مثل سوختگی و... نشوند.) بالاترین میزان



سازمان پدافند غیرعامل کشور
قرارگاه پدافند پرتویی

۲ آسیب دیده است. در سیر گسترش شرایط بحرانی داخل راکتور از حیث افزایش دما و فشار (به دلیل قطع سیستم‌های خنک کننده) ساختمان راکتورهای واحدهای ۱ و ۳ بر اثر انفجار هیدروژن به شدت آسیب دیدند. سطح آب در راکتورهای این ۳ واحد در وضعیت بحرانی قرار گرفت و میله‌های سوخت نیز از بین رفت و محتویات آن‌ها وارد محفظه سوخت شد.

افتادند. باتری‌ها وظیفه تولید برق اضطراری را تا ۸ ساعت بر عهده گرفتند؛ اما پس از این زمان ۹ ژنراتورهای اضطراری دیزلی به سرویس آمدند و ۹ شبکه برق خارجی برقرار شد؛ در نتیجه قلب راکتورها آسیب دید. میزان آسیب محفظه تحت فشار راکتورها در این واحدها به طور دقیق مشخص نیست. محفظه خارجی^۲ در واحدهای ۱ و ۳ سالم هستند، ولی محفظه خارجی واحد

واحدهای ۱، ۲ و ۳ این نیروگاه در زمان حادثه در حال بهره‌برداری بودند و بر اثر زلزله به صورت اضطراری خاموش شدند. شبکه برق خارجی نیروگاه بر اثر زلزله قطع شد و ژنراتورهای اضطراری دیزلی وظیفه تولید برق را بر عهده گرفتند؛ اما حدود یک ساعت بعد با رسیدن امواج سونامی، مخازن سوخت دیزل را سونامی برد و پمپ‌های برداشت حرارت از کار

نمای هوایی از واحدهای ۱ تا ۴ نیروگاه فوکوشیما دایچی





نمای واحد ۱ پیش و پس از انفجار هیدروژن

سوخت‌های مصرف‌شده آن در استخر نگهداری آسیب‌دیده و هیدروژن آزادشده از آن‌ها باعث انفجار در ساختمان راکتور شده و این ساختمان به‌شدت آسیب دیده است. اتاق کنترل این واحد همچنین به علت نداشتن برق AC تقریباً بلااستفاده است.

واحد ۴ این نیروگاه دچار حادثه سطح ۳ در مقیاس بین‌المللی حوادث هسته‌ای و رادیولوژیکی (INES) شده است و واحدهای ۱، ۲ و ۳ این نیروگاه دچار حادثه سطح ۵ هستند. حادثه سطح ۵ یا حادثه با تبعات گسترده‌تر^۱ به حادثه‌ای گفته می‌شود که در آن قلب راکتور آسیب ببیند، مقادیر زیادی مواد رادیواکتیو نشت کند و احتمال آسیب به عموم زیاد باشد.

آب دریا که قبلاً به قلب راکتورهای ۳ واحد تزریق می‌شد، با آب معمولی جایگزین شده و در حال تزریق پیوسته است. وضعیت سوخت‌های مصرف‌شده در واحدهای ۱ و ۲ نامعلوم است، درحالی‌که سوخت‌های مصرف‌شده در راکتور شماره ۳ آسیب دیده‌اند. آب دریا به استخر سوخت‌های مصرفی واحد ۳ و ۲ تزریق می‌شود. واحدهای شماره ۴، ۵ و ۶ نیروگاه در زمان زلزله در تعمیرات سالیانه بودند. واحدهای ۵ و ۶ در وضعیت خاموشی سرد هستند و مشکلی ندارند. سیستم خنک‌کننده استخر سوخت‌های مصرفی آن‌ها نیز احیا شده است و سوخت‌های مصرفی نیز آسیب ندیده‌اند. واحد شماره ۴ در این میان که سوختی در محفظه تحت فشار خود ندارد، به‌شدت آسیب دیده است.



سازمان پدافند غیرعامل کشور
قرارگاه پدافند پرتویی

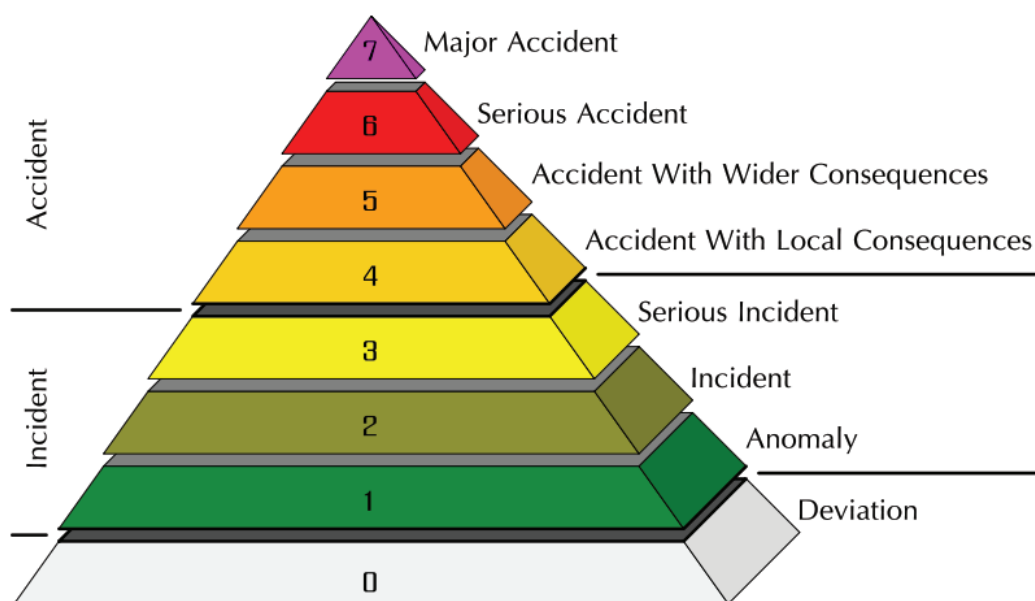
■ شدت حادثه

چرنوبیل در ۲۶ آوریل ۱۹۸۶ در سطح ۷ ارزیابی شده بود. معروفترین حادثه دیگر پس از چرنوبیل که تأثیر بسیار شگرفی بر صنعت هسته‌ای داشته است، حادثه در واحد شماره ۲ نیروگاه تری مایل آیلند آمریکا (TMI) است که در ۲۸ مارس ۱۹۷۹ رخ داده و در سطح ۵ ارزیابی شده است.

رادیواکتیو و برآورد رهاسازی چند ۱۰۰۰ ترا بکسل عناصر پرتوزایید و سزیوم در محیط از تمامی واحدهای نیروگاه، این ارزیابی را به صورت یکپارچه برای کل نیروگاه به جای تک تک واحدها ارائه داد و آن را در سطح ۷ (حادثه بزرگ) یعنی بدترین حالت حادثه ارزیابی کرد. شایان ذکر است پیش از این بین حوادث هسته‌ای تنها فاجعه در راکتور شماره ۴ نیروگاه

تا قبل از ۱۲ آوریل شدت حادثه به صورت تفکیکی برای هریک از واحدهای ۱، ۲ و ۳ سطح ۵ یعنی حادثه با تبعات گسترده تر و برای واحد شماره ۴ این نیروگاه سطح ۳ (سانحه جدی) ارزیابی شده بود. واحدهای ۵ و ۶ دچار حادثه نشدند (سطح صفر).

اما NISA روز ۲۳ فروردین ۹۰، برابر ۱۲ آوریل ۲۰۱۱ بر اساس نشت تجمعی مواد



مقیاس بین‌المللی سطح‌بندی حوادث هسته‌ای

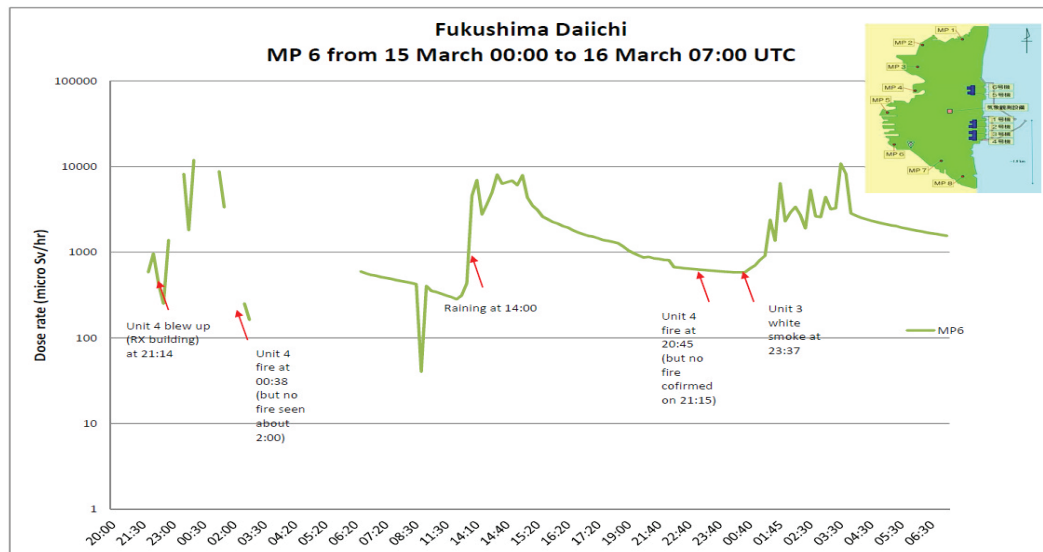
■ آثار و عوارض حادثه

نمونه‌برداری‌های بسیار از انواع نمونه‌های مربوط به هوا، خاک، آب شرب، محصولات غذایی (گیاهی و دامی) آغاز شد. بر اساس نتایج آنالیز نمونه‌های مختلف (و در صورت وجود آلودگی در مواد و محصولات غذایی و آب شرب)، دستورالعمل‌های مربوط به توزیع و مصرف مواد مذکور برای هر حوزه و بخش به صورت مجزا صادر شد و به اجرا درآمد. بررسی‌های مذکور به صورت مستمر و متناوب ادامه داشته و با توجه به آخرین تحلیل‌ها و شرایط ارزیابی‌شده، تصمیم‌های مقتضی اتخاذ و دستورالعمل‌های لازم ابلاغ می‌شود. برای مثال اعلام نواحی تخلیه برنامه‌ریزی شده به صورت اختیاری و اجباری در ۶ ماه آینده در دستور کار دولت است.

از زلزله ۵۰۳ هزار نفر بوده است. نکته جالب این است که نظام ایمنی آمریکا (NRC) از طریق سفارت آمریکا در ژاپن به شهروندان خود پیشنهاد کرد تا شعاع ۵۰ کیلومتری نیروگاه را تخلیه کنند. این پیشنهاد بر اساس آنالیز انجام‌شده در ۱۶ مارس ۲۰۱۱ و با فرض گسترش حادثه در بدترین حالت صورت گرفته است. شایان ذکر است جمعیت تا شعاع ۵۰ کیلومتری نیروگاه پیش از زلزله حدود ۲ میلیون نفر بوده است. به موازات اقدامات اولیه و فوری تخلیه و پناه‌گیری، بررسی‌های عملیاتی و میدانی در خصوص انتشار آلودگی‌های پرتوی و تأثیر آن‌ها بر محیط زیست بر مبنای نتایج دزیمتری ایستگاه‌های پایش محیطی و سیار و

متعاقب وقوع حادثه و با توجه به اندازه‌گیری‌های صورت گرفته در ساختمان توربین، نشت مواد رادیواکتیو از محفظه خارجی^۱ محرز شد.

بر اساس برآوردهای صورت گرفته در خصوص نشت ذرات پرتوزا از ساختمان واحدهای ۱، ۲، ۳ و ۴ مبتنی بر آنالیزهای نظام ایمنی ژاپن با استفاده از کد کامپیوتری^۲ تخلیه مردم تا شعاع ۳۰ کیلومتری نیروگاه تخلیه در دستور کار قرار گرفت. ابتدا در ۱۲ مارس تخلیه تا شعاع ۲۰ کیلومتری انجام و سپس در ۱۵ مارس به مردم بین شعاع ۲۰ تا ۳۰ اعلام شد که از خانه خارج نشوند و در نهایت در ۲۵ مارس شعاع تخلیه به ۳۰ کیلومتر رسید. جمعیت این ناحیه پیش

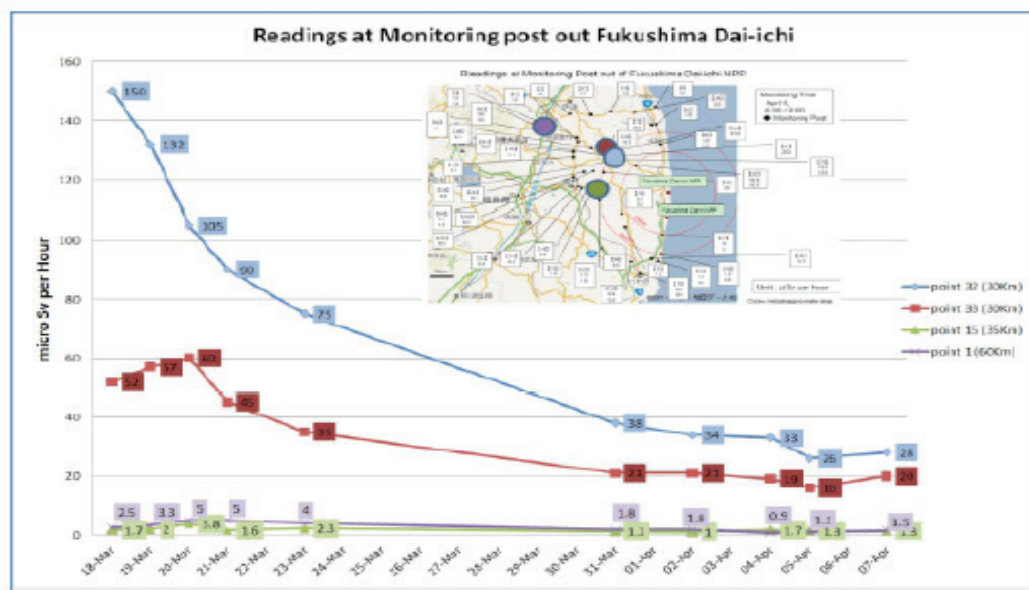


اندازه‌گیری نرخ دز در دایچی (۲۲ مارس تا ۸ آوریل)

ارگان‌ها و سازمان‌های اصلی درگیر در عملیات پاسخ

سلامت، رفاه و کار در آب‌های ساحلی و فواصل مختلف از ساحل ایجاد شده است. این نقاط بر اساس شرایط تخلیه آب‌های آلوده نیروگاه‌ها به آب دریا انتخاب شده و ارزیابی آلودگی دریا به صورت مکرر بر مبنای آنالیز آب‌های سطحی و عمقی با نمونه‌برداری‌های مکرر روزانه انجام می‌شود. با توجه به تعداد درخور توجه نیروگاه‌های هسته‌ای ژاپن، ایستگاه‌های متعدد پایش محیطی ثابت در حوزه‌های مختلف کاملاً فعال است و اطلاعات روزمره به‌طور دائم ثبت و ضبط می‌شود و مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. برای مثال در شهر فوکوشیما ۱۰۷ ایستگاه ثابت پایش، فعال است.

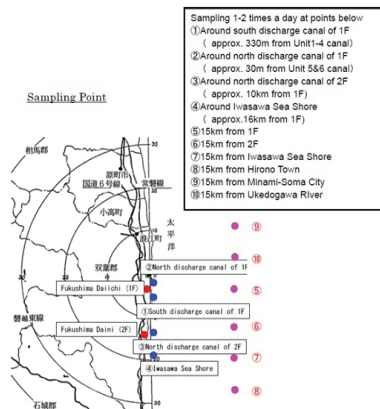
مدیریت و کنترل عملیات پاسخ در سانحه هسته‌ای فوکوشیما به عهده شرکت tepco (شرکت نیروگاه‌های برق توکیو) بوده و در انجام عملیات مختلف وزارتخانه علوم، فرهنگ، بهداشت و تکنولوژی و وزارت سلامت، رفاه و کار و سازمان ایمنی صنایع و تکنولوژی هسته‌ای ژاپن و نیروهای نظامی مسئولیت‌های اصلی را به عهده‌دارند. به‌منظور ارزیابی هرچه دقیق‌تر و کیفی‌تر آلودگی‌های هوا و منابع آبی و غذایی ژاپن، علاوه بر ایستگاه‌های ثابت پایش محیطی در بخش‌ها و نواحی مختلف ژاپن، ایستگاه‌های ثابت نمونه‌برداری از آب توسط شرکت tepco و وزارت



نتایج اندازه‌گیری شبکه مونیتورینگ فوکوشیما شامل ۱۰۷ ایستگاه



سازمان پدافند غیرعامل کشور
قرارگاه پدافند پرتویی



۱۰ | موضع نمونه برداری آب دریا توسط TEPCO

نیاگاما، توگی چی، یاماگاتا، هیوگو و ایباراکی مشاهده و به طور طبیعی اغلب دستورالعمل‌های محدودیت در توزیع و مصرف مواد غذایی برای شهرهای مذکور اعمال شده است. در همین راستا تعداد کثیری از شهروندان نواحی آلوده برای ارزیابی آلودگی سطحی و داخلی مورد بررسی قرار گرفته‌اند. در این بررسی‌ها آلودگی‌های اطفال و نوزادان با دقت و حساسیت بیشتر انجام شده و تعداد زیادی از کودکان و نوزادان ژاپنی به لحاظ جذب رادیو اکتیو در مراکز آزمایشگاهی و بیمارستانی تحت آزمایش قرار گرفته‌اند.

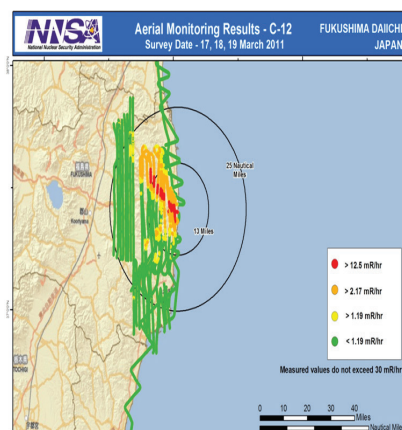
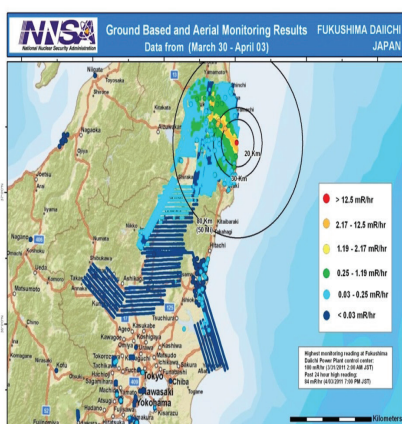
شبکه سیار پایش و جمع‌آوری نمونه‌های هوا، آب، محصولات غذایی دامی و کشاورزی نیز به صورت گسترده تحت مدیریت وزارت علوم، فرهنگ و آموزش ژاپن فعال است و آلودگی‌های مربوط به مواد غذایی و نوشیدنی‌های ژاپن به ویژه شیر را رصد می‌کند. بدین منظور طیف وسیعی از مواد غذایی، به خصوص سبزی‌های برگ‌پهن، آبیان و شیر فرآوری نشده تهیه شد و در آزمایشگاه‌های ثابت و سیار مورد ارزیابی قرار گرفت.

بر اساس آنالیزهای انجام شده، بیشترین آلودگی‌ها در شهرهای فوکوشیما، کاناگوا،

نشست روزانه سزیم-۱۳۷ در حوزه‌های ژاپن (بکرل بر متر مربع)

Location	1-Apr	2-Apr	3-Apr	4-Apr	5-Apr	6-Apr	7-Apr	8-Apr
Iwate(Morioka)	21.9	19	5.2					4.98
Akita(Akita)								18
Yamagata(Yamagata)			-	-	30	19	25	-
Fukushima	35	34	130	100			-	-
Ibaraki	26		15					42
Tochigi(Utsunomiya)	60	47	57	46	41			38
Gunma(Maebashi)	4.7		10	7.4		5.6		7.2
Saitama(Saitama)	25	16	12	18	16	11	12	13
Chiba(Ichihara)	76	23	25	23	15	10	9.7	18
Tokyo(Shinjyuku)	26	15	8	18	5.9	5.6	10.3	
Kanagawa(Chigasaki)	5.9			7.8				
Yamanashi(Kouhu)	2.9				3.6	4.9		
Shizuoka(Shizuoka)	3.4				5.5			

آنالیز روزانه سزیم در شهرهای ژاپن (Bq/m^3)



برخی از نتایج پایش هوایی در زمان‌های مختلف

همچنین نیروی زمینی ژاپن به دلیل اعلام نیروهای هوایی مبنی بر بالا بودن دز رادیواکتیو برای خدمه هوایی، تعدادی تانک را که مجهز به نازل‌های آب هستند، برای پاشش آب به منطقه اعزام کرد. شایان ذکر است نیروهای نظامی به طور کلیدی در تخلیه مناطق آلوده نقش داشتند.

ارتش نیز در پاشیدن آب دریا روی راکتورها برای خنک کردن محفظه سوخت مشارکت داشته‌اند. از طرف دیگر نیروی دریایی ژاپن با در اختیار قرار دادن زیردریایی‌های خود سعی در رسم نقشه انتشار آلودگی‌های رادیواکتیو برای نمایش عواقب حادثه از یک سو و کمک به پیش‌بینی انتشارهای آینده از سوی دیگر داشته است.

در کنار اقدامات و روش‌های مذکور، برنامه‌های گسترده پایش محیطی توسط نیروهای نظامی ژاپن، وزارت دفاع و انرژی آمریکا نیز به اجرا درآمد که برای نمونه می‌توان به ۲۱۱ ساعت برنامه پایش هوایی در ۱ روز (۴ آوریل) اشاره کرد.

در این عملیات ارتش آمریکا از ۱ هواپیمای جست‌وجوی بدون سرنشین از نوع Global Hawk برای تحقیق دقیق وضعیت راکتورهای آسیب‌دیده استفاده کرد. این هواپیما بر فراز راکتورها به پرواز درآمد و با استفاده از حساسه‌های مختلف اطلاعات دقیق و ارزشمندی در ارتباط با عمق فاجعه تهیه و ارائه کرد.

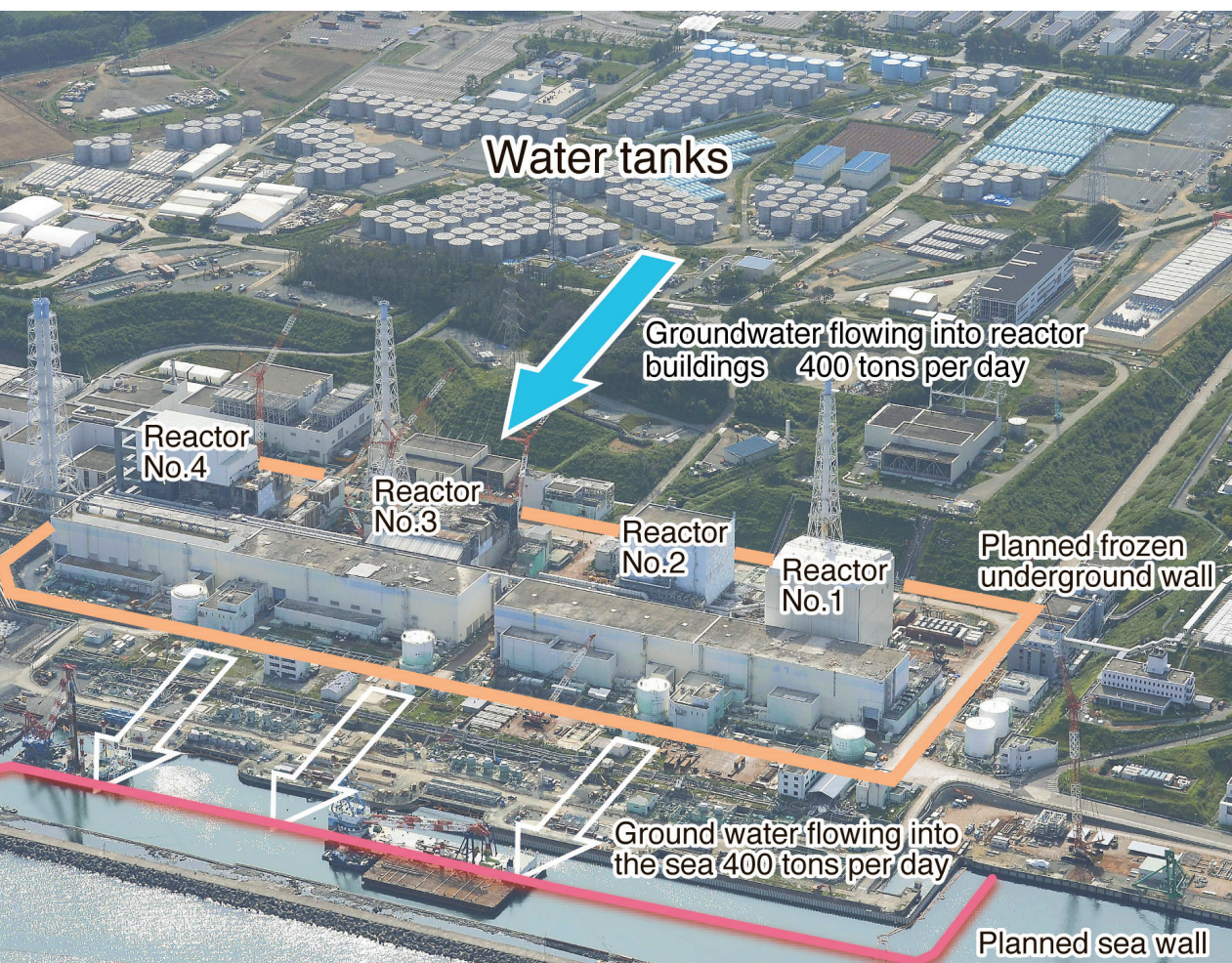
ارتش ژاپن نیز در عملیات مختلف زمینی، دریایی و هوایی وارد عمل شد تا علاوه بر کمک به بررسی بیشتر اوضاع در تخفیف عواقب حادثه نقش مؤثری ایفا کند. نیروی هوایی ژاپن نیز با ارسال هواپیماهای تجسس خود که البته در گزارش‌ها به نوع آن‌ها اشاره‌ای نشده است، سعی در ایفای نقشی مشابه Global Hawk‌های آمریکایی، داشته است و تعداد زیادی از بالگردهای

معرفی اسناد آژانس:

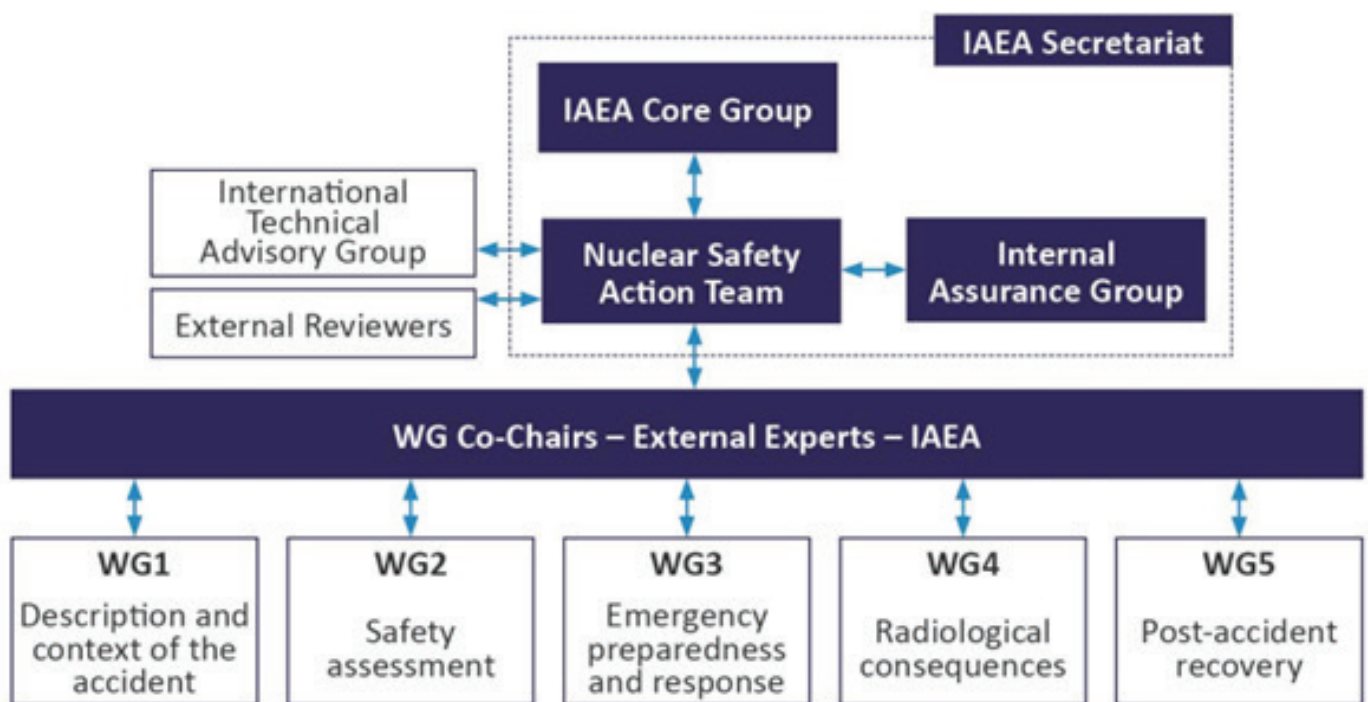
حادثه فوکوشیما دایچی



پس از وقوع حادثه نیروگاه فوکوشیما دایچی در یازدهم مارس ۲۰۱۱ (۲۰ اسفند ۱۳۸۹)، مدیر کل آژانس بین المللی انرژی اتمی در کنفرانس عمومی سپتامبر ۲۰۱۲ (شهریور ماه ۱۳۹۱)، اعلام کرد که آژانس گزارشی را درباره حادثه فوکوشیما دایچی تهیه خواهد کرد. گزارشی که می تواند حاوی "ارزیابی معتبر، واقعی و متعادل همراه با درک علل و پیامدهای حادثه و همچنین درس آموخته های" آن باشد. برای این منظور یک تلاش مشترک بین المللی آغاز شد و پنج گروه کاری با حدود ۱۸۰ کارشناس از ۴۲ کشور عضو و چندین سازمان بین المللی تشکیل شد و از مشاوره یک گروه فنی بین المللی، در مورد مسائل فنی و علمی استفاده شد. یک گروه اصلی برای هدایت و تسهیل هماهنگی و بازبینی، با حضور مدیریت ارشد آژانس بین المللی انرژی هسته ای، تاسیس و مکانیسم بازرسی داخلی و خارجی نیز ایجاد شد. ساختار سازمانی برای تهیه این گزارش در شکل ۱ نشان داده شده است.



سازمان پدافند غیرعامل کشور
قرارگاه پدافند پرتویی



شکل ۱. ساختار سازمانی آژانس برای تهیه گزارش از حادثه فوکوشیما دایچی

نتیجه تلاش این تیم، یک خلاصه گزارش با عنوان گزارش مدیرکل در شش فصل و پنج جلد گزارش دقیق فنی است که توسط کارشناسان و نهادهای بین المللی تهیه شده است. مخاطبان این مجموعه گزارش، مقامات مربوطه در کشورهای عضو آژانس، سازمان‌های بین المللی، سازمان‌های نظارتی هسته‌ای، سازمان‌های دارای نیروگاه هسته‌ای، طراحان تاسیسات هسته‌ای و دیگر کارشناسان در امور مربوط به انرژی هسته‌ای است. رابطه بین گزارش مدیرکل و محتوای گزارش‌های فنی در شکل ۲ نشان داده شده است.

Section 1: Introduction	The Report on the Fukushima Daiichi Accident					
Section 2: The accident and its assessment	Description of the accident	Nuclear safety considerations	Technical Volumes 1 & 2			
Section 3: Emergency preparedness and response	Initial response in Japan to the accident	Protecting emergency workers	Protecting the public	Transition from the emergency phase to the recovery phase and analyses of the response	Response within the international framework for emergency preparedness and response	Technical Volume 3
Section 4: Radiological consequences	Radioactivity in the environment	Protecting people against radiation exposure	Radiation exposure	Health effects	Radiological consequences for non-human biota	Technical Volume 4
Section 5: Post-accident recovery	Off-site remediation of areas affected by the accident	On-site stabilization and preparations for de-commissioning	Management of contaminated material and radioactive waste	Community revitalization and stakeholder engagement	Technical Volume 5	
Section 6: The IAEA response to the accident	IAEA activities	Meetings of the Contracting Parties to the Convention on Nuclear Safety	Technical Volumes 1 & 3			

شکل ۲. ساختار گزارش خلاصه و ارتباط آن با محتوای گزارشات فنی پنج گانه

در ادامه بطور مختصر محتوای هر یک از این ۵ جلد مرور می شود.



جلد اول با عنوان "شرح و چارچوب حادثه" ^۱ رویدادهای کلیدی که قبل، حین و بعد از وقوع حادثه رخ داده و توسط شرکت برق توکیو ^۲ (TEPCO) انجام شده را شرح می دهد. شرح رویدادها در این جلد بر اساس اطلاعات عینی و واقعی گردآوری شده است. در این جلد مشخصات تاسیسات فوکوشیما دایچی، طراحی رآکتورها، ساختار صنعت هسته ای ژاپن و چارچوب مقررات واحد قانونی ژاپن در زمان حادثه ارائه شده است. همچنین جزئیات زلزله، سونامی پس از زلزله و وقایع داخل سایت، شروع و گسترش حادثه، اقدامات کلیدی انجام شده پس از حادثه آمده است.

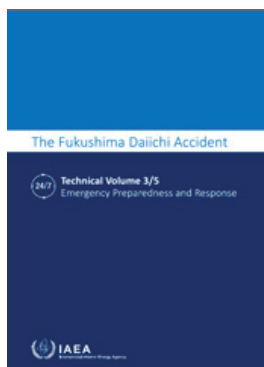


سازمان پدافند غیرعامل کشور
قرارگاه پدافند پرتویی

جلد دوم با عنوان "ارزیابی ایمنی" ^۳ به این موضوع می‌پردازد که اصلاً چرا حادثه رخ داد؟ و در ادامه پرسشهای زیر مورد بررسی قرار می‌گیرد.

● چرا تاسیسات از یک رویداد قطع برق سراسری گسترده تحت تاثیر قرار گرفت؟

● و چرا کارکنان سایت قادر به خنک کردن رآکتورها و تداوم عملکرد محفظه رآکتور نبودند؟
برای پاسخ به این سوالات، طراحی تاسیسات برای مواجهه با حوادث خارجی و رخدادهای فراتر از طراحی ارزیابی شده و الزامات ایمنی و استانداردهای هسته‌ای در این نیرگاه مورد بررسی قرار می‌گیرد. علاوه بر این در این گزارش سیستم‌هایی که در اثر حادثه، از کار افتاده و منجر به شکست در حفظ عملکرد ایمنی اصلی واحدهای ۱-۳ شدند، ارزیابی شده و به تاثیر عوامل انسانی و سازمانی نیز می‌پردازد.



در جلد سوم گزارش با عنوان «آمادگی و پاسخ اضطراری» ^۴، رویدادهای کلیدی و اقدامات پاسخ را از زمان وقوع حادثه در نیروگاه هسته‌ای فوکوشیما دایچی که توسط شرکت برق توکیو (TEPCO) در ۱۱ مارس ۲۰۱۱ (۲۰ اسفند ۱۳۸۹) به کار گرفته شده است، شرح می‌دهد. همچنین سیستم آمادگی و پاسخ اضطراری ^۵ (EPR) در سطح ملی در ژاپن و چارچوب بین‌المللی EPR قبل از حادثه را بیان می‌کند. بعلاوه اقدامات اولیه ژاپن در پاسخ به حادثه، اقدامات حفاظتی و مدیریت پزشکی برای کارمندان و کارکنان شرایط اضطراری، اقدامات محافظتی برای محافظت از مردم عادی و انتقال از مرحله مقابله به مرحله بازایی توصیف می‌شود و در پایان پاسخ آژانس بین‌المللی انرژی اتمی و سازمان‌های بین‌المللی به حادثه تشریح می‌گردد.

عنوان جلد چهارم این مجموعه گزارش‌ها "پیامدهای رادیولوژیک" ^۶ نام دارد. در این گزارش فنی، پیامدهای مربوط به تابش و انتشار مواد رادیواکتیو ناشی از حادثه نیروگاه هسته‌ای فوکوشیما دایچی بر مردم و محیط توصیف می‌شود. در این گزارش ارزیابی‌ها بر اساس گزارش پیامدهای بهداشتی و زیست محیطی حادثه که توسط سازمان‌های بین‌المللی به ویژه سازمان بهداشت جهانی و کمیته علمی سازمان ملل متحد منتشر شده‌اند، تهیه شده است. این گزارش تخمین خوبی از مقدار و شکل مواد رادیواکتیو منتشر شده در جو و آب‌های اطراف و همچنین حرکت آنها و ته نشست آن در خاک ژاپن، سایر کشورها و اقیانوس‌ها و تاثیر انتشار مواد رادیواکتیو بر محیط زیست (بوژه بخش غیر انسانی) در اختیار می‌گذارد. همچنین خلاصه‌ای از پرتوگیری کارکنان امدادی داخل و بیرون از تاسیسات و مردم عادی ارائه کرده، و اثرات احتمالی تابش بر سلامتی و پیامدهای روانی آن را بیان می‌نماید.



جلد پنجم با عنوان «بازایی پس از حادثه» ^۷، به مرحله بازسازی و بازتوانی حادثه پرداخته می‌شود. در این گزارش شرح و تحلیل اقدامات اولیه و اقدامات بعدی برای بازسازی و بازایی به منظور رسیدن به سطح قابل قبولی از شرایطی که جامعه به فعالیت‌های عادی بازگردد تشریح شده است. همچنین وضعیت و اثربخشی اقدامات اصلاحی و مدیریتی و تدوین و گردآوری درس‌آموخته‌های حاصل از تلاشهای انجام شده در خصوص این حادثه، که برای جامعه جهانی و بهبود ایمنی هسته‌ای مفید است گردآوری شده است. اقدامات بازایی شامل پاکسازی مناطق آلوده، پایدار سازی رآکتورهای آسیب دیده و آمادگی برای تخریب احتمالی آن، مدیریت مؤثر و ایمن مواد آلاینده و ضایعات رادیواکتیو و بازسازی زیرساخت‌ها همراه با اولویت بندی و زمان بندی اجرای اقدامات در این گزارش تشریح شده است.

جمهوری عربی سوریه، ترکیه، اوکراین، امارات متحده عربی، جمهوری تانزانیا و کمیسیون اروپا استفاده شده است. بعلاوه سازمان غذا و کشاورزی سازمان ملل متحد، کمیسیون بین‌المللی حفاظت رادیولوژیک، سازمان بین‌المللی کار، گروه ایمنی هسته‌ای بین‌المللی، آژانس انرژی هسته‌ای OECD، کمیته علمی سازمان ملل متحد در مورد تأثیرات تابش‌های اتمی، انجمن جهانی اپراتورهای هسته‌ای و سازمان هواشناسی جهانی نیز از این فعالیت حمایت کرده‌اند.

این مجموعه از گزارش‌ها با کمک بسیاری از کارشناسان و موسسات بین‌المللی و با حمایت‌های مالی کشورهای کانادا، ژاپن، فدراسیون روسیه، انگلستان و ایالات متحده آمریکا تهیه شده است. همچنین از کمک‌های مالی آرژانتین، استرالیا، بلاروس، برزیل، چین، کوبا، جمهوری چک، فنلاند، فرانسه، آلمان، غنا، ایسلند، هند، اندونزی، اسرائیل، ایتالیا، ژاپن، جمهوری کره، مالزی، مکزیک، مراکش، هلند، نیوزیلند، نروژ، پاکستان، فیلیپین، لهستان، فدراسیون روسیه، اسلواکی، آفریقای جنوبی، اسپانیا، سوئد، سوئیس،

نگاهی به وضعیت تاسیسات و زیرساخت‌های هسته‌ای در منطقه

نیست و شامل موارد دیگری از قبیل حوادث صنعتی و پزشکی، حملات نظامی (حملات با تسلیحات هسته‌ای، تسلیحات حاوی اورانیوم تهی شده و حملات متعارف به تأسیسات هسته‌ای)، حوادث حمل و نقل مواد پرتوزا و تروریسم پرتوی نیز می‌باشد.

بیشتر افرادی که برای اولین بار عبارت تهدیدات پرتوی را می‌شنوند، بطور ناخواسته حوادث در نیروگاه‌ها در ذهن آنها مجسم می‌شود. اما تهدیدات پرتوی صرفاً محدود به حوادث نیروگاهی و تاسیساتی



تأسیسات هسته‌ای. منطقه ما در چند سال اخیر شاهد رشد چشمگیر طیف وسیعی از تهدیدات پرتوی بوده و کشورهای همسایه تمایل زیادی به استفاده از انرژی هسته‌ای و توسعه زیرساخت‌ها و تاسیسات مربوط به آن از خود نشان داده‌اند. دو کشور هند و پاکستان نیز دست به رقابت در حوزه تسلیحات هسته‌ای زده‌اند و خود نیاز به هشیاری و آمادگی را بالاتر خواهد برد. علاوه بر اینکه دستگیری‌های اخیر در کشور گرجستان که مرتبط با تبادل مواد پرتوزا به تروریست‌های داعش بوده نیز قابل تأمل و توجه می‌باشد.

رشد چشمگیر تهدیدات پرتوی در منطقه و در نظر گرفتن اینکه ابعاد حوادث پرتوی می‌تواند بسیار فراتر از مرزهای یک کشور باشد، به اهمیت موضوع پدافند پرتوی و آمادگی در برابر حوادث پرتوی و توجه به ظرفیت‌های هسته‌ای منطقه، تاکید بیشتری خواهد داشت. از طرف دیگر بخش زیادی از آمادگی در برابر حوادث، وابسته به سطح آگاهی و هوشیاری از آن حوادث است، از این رو قصد داریم در سلسله گزارش‌های وضعیت کشورهای همسایه را با توجه به ظرفیت‌های هسته‌ای آن‌ها مورد بررسی قرار می‌دهیم. این ظرفیت‌ها عبارت‌اند از تسلیحات هسته‌ای، مراکز تحقیقات هسته‌ای و نیروگاه‌ها و

ارمنستان



بطوری که در بسیاری از گزارشات این نیروگاه جزء خطرناک‌ترین تاسیسات هسته‌ای در جهان ارزیابی شده است. علی‌رغم اعتراض کشورهای همسایه و درخواست آژانس بین‌المللی، ارمنستان قصد خاموش کردن این نیروگاه را ندارد و طبق اخباری که در اواخر سال ۹۶ منتشر شد، این کشور قصد دارد با همکاری روسیه، به مدرن‌سازی و توسعه بخش‌هایی از این نیروگاه بپردازد. ارمنستان تأسیسات چرخه سوخت هسته‌ای ندارد و مواد مورد نیاز را از خارج از کشور تهیه می‌کند. این کشور همچنین دارای دو مرکز تحقیقات هسته‌ای یکی در انسیتو فیزیک ایروان و دیگری در تأسیسات تحقیقاتی Analitsark در شهر گیومری^۱ است.

یکی از تاسیسات هسته‌ای خارج از مرزهای کشور که بروز حادثه در آن ممکن است منجر به ایجاد بحران در کشور ما شود، نیروگاه متاسمور ارمنستان می‌باشد (با توجه به موقعیت و جهت باد). این نیروگاه شامل ۲ واحد راکتور از نوع VVER/۴۴۰ بوده و در منطقه‌ای در ۲۸ کیلومتری ایروان و در نزدیکی مرز ترکیه واقع شده است. نیروگاه متاسمور، از معدود نیروگاه‌های نسل اول می‌باشد که با قدمتی بیش از ۴۱ سال هنوز به فعالیت خود ادامه می‌دهد و همین موضوع بابت نگرانی‌های در رابطه با امنیت آن شده است،

1- Gyumri



شکل ۱-۳. مراکز تحقیقاتی و تاسیسات هسته‌ای ارمنستان



سازمان پدافند غیرعامل کشور
قرارگاه پدافند پرتویی

□ ترکیه



ترکیه در حال حاضر هیچ نیروگاه هسته‌ای ندارد اما قصد دارد در سال‌های آتی از سه نیروگاه بهره‌برداری کند. این نیروگاه‌ها عبارتند از:

۱. نیروگاه آکیو^۱ در استان مرسین^۲ شامل ۴ واحد راکتور از نوع VVER-۱۲۰۰ که قرار است ساخت آن توسط شرکت روس اتم در سال جاری شروع شود

۲. نیروگاه سینوپ در استان سینوپ^۳ شامل ۴ واحد راکتور از نوع Atmea^۱ که قرار است توسط کنسرسیومی ژاپنی-فرانسوی ساخته شود

۳. نیروگاهی در استان قرق‌رایلی^۴ شامل ۴ واحد راکتور از دو نوع AP۱۰۰۰ و

CAP۱۴۰۰ که فعلاً در فاز مطالعاتی است علاوه بر این‌ها ترکیه دارای ۴ مرکز تحقیقات هسته‌ای نیز است.

۱. راکتور تحقیقاتی در دانشگاه فنی استانبول از نوع triga

۲. مرکز آموزشی و تحقیقات هسته‌ای Çekmece در استانبول با دو راکتور ۱ مگاواتی و ۵ مگاواتی

۳. مرکز آموزشی و تحقیقات هسته‌ای آنکارا^۵

۴. مرکز آموزشی و تحقیقات هسته‌ای Sanaem در استان آنکارا

ترکیه در حال حاضر تأسیسات چرخه سوخت خاصی ندارد اما در مناطقی به دنبال اکتشاف اورانیوم است. پروژه Temrezli در ۱۲ کیلومتری سورگان^۱ در استان یوزگات^۲ و همچنین پروژه Sefattli در ۱۰ کیلومتری

شهر شفاعتلی^۳ در استان یوزگات است. هر دوی این پروژه‌ها توسط شرکت Anatolia Energy بهره‌برداری می‌شود.

ترکیه دارای تسلیحات هسته‌ای نیست اما ناتو در پایگاه هوایی اینچرلیک^۴ در استان آدانا^۵ دارای تعداد تسلیحات هسته‌ای تاکتیکی B۶۱ است. برخی برآوردها تعداد این تسلیحات را بین ۶۰-۷۰ عدد برآورد نموده‌اند.

نکته حائز اهمیت در مورد ترکیه وجود گروه‌های مسلح و افراط‌گرا در این کشور مانند القاعده و PKK است که در سال‌های اخیر سابقه حمله به زیرساخت‌های ترکیه را داشته‌اند. موضوع دیگر نزدیکی موقعیت نیروگاه آکیو در استان مرسین به مرز شمالی سوریه است که در حال حاضر محل حضور گروه‌های تکفیری است.

ادامه دارد...

- 1- Akkuyu 2- Mersin Province 3- Sinop Province 4- Kırklareli Province
5- Ankara Nuclear Research and Training Center



شکل ۱-۴. مراکز و تأسیسات مرتبط در ترکیه

□ آذربایجان



آذربایجان در حال حاضر، هیچ راکتور یا تأسیسات هسته‌ای ندارد و برنامه مشخصی نیز برای ورود به این حوزه ندارد اما طبق طرحی

بجای مانده است. انبار این پسماندها در مجموعه صنعتی ایزوتوپ در ۳۰ کیلومتری باکو می‌باشد.

که در گذشته ارائه شده بود، قرار است راکتور تحقیقاتی در حومه باکو ساخته شود. تنها نکته مهم در مورد این کشور، انبارهای پسماندهای هسته‌ای هستند که از زمان شوروی در این کشور

- 1- Sorgun 2- Yozgot 3- Sefattli 4- Incirlik 5- Adana Province
6- Izotop Industrial complex

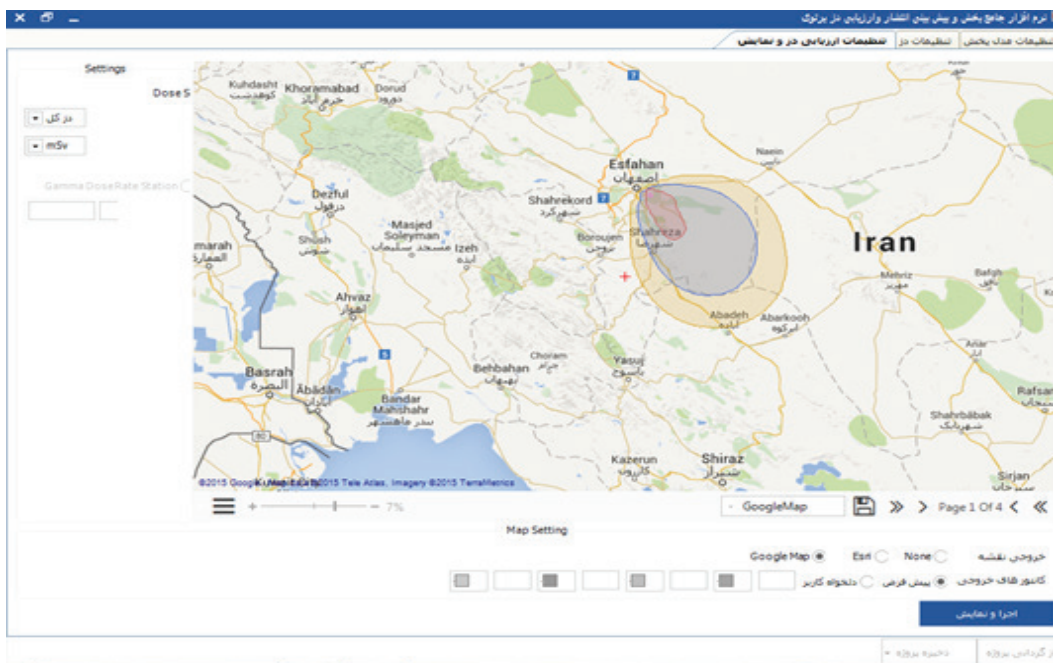


نرم افزار جامع

پیش بینی انتشار و ارزیابی دُز پرتو

ممنوعیت مصرف آب و مواد غذایی به منظور تقلیل آثار پرتو بر مردم و نیروهای امدادی حادثه بر عهده دارد. مدل های پیش بینی پخش و انتشار آلاینده های پرتوی در جو نقش کلیدی در تحلیل و پیش بینی روندهای بعدی حادثه بر عهده دارد. این مدل ها با استفاده از داده های پیش بینی وضعیت آب و هوا در زمان های بعد از وقوع حادثه، چگونگی انتشار آلودگی، مسیرهای انتشار آلودگی و تخمین از دز دریافتی احتمالی در مسیر انتشار را محاسبه می کنند.

” هنگام بروز حادثه های پرتوی و متعاقب آن رها شدن آلاینده های رادیواکتیو در جو، تحلیل پیامدهای احتمالی حادثه و چگونگی انتشار و گسترش آلودگی در زمان های بعد از وقوع حادثه، نقش مهمی در فرایندهای پاسخ به حادثه نظیر تعیین نواحی آلوده و مشخص کردن چگونگی منطقه بندی و محصورسازی این نواحی برای جلوگیری از گسترش آلودگی و همچنین اتخاذ اقدامات حفاظتی و مداخله ای نظیر پناه دهی، تخلیه،



اهداف استفاده از مدل های پخش و پیش بینی انتشار را می توان به صورت زیر برشمرد:

- ترسیم مسیر انتشار آلودگی در زمان های بعد از بروز حادثه؛
- تخمین زمان رسیدن آلودگی به مناطق مدنظر؛
- محاسبه غلظت و تهنشست آلاینده ها در مسیر انتشار؛
- محاسبه دز پرتوی ناشی از انتشار آلاینده ها؛
- تحلیل پیامدهای بهداشتی ناشی از انتشار آلاینده ها؛
- مکان یابی ایستگاه های پایش پرتوی پیرامون تأسیسات هسته ای با استفاده از داده های هواشناسی گذشته.



سازمان پدافند غیرعامل کشور
قرارگاه پدافند پرتویی

زمین در نحوه انتشار، مطابق استانداردهای بین‌المللی تولید کند. در نرم‌افزار بومی کلیه محاسبات انتشار، تخمین دز و نمایش آلودگی به‌صورت یکپارچه انجام می‌گیرد. علاوه بر این برای سهولت کار و کاربری آسان تا حد امکان تعداد پارامترهای ورودی برای اجرای محاسبات بسیار کم شده و به حداقل ممکن رسیده است.

دارند؛ بنابراین مرکز اقدام کلی قرارگاه پرتوی اقدام به بومی‌سازی و تولید نرم‌افزار جامع پیش‌بینی انتشار و ارزیابی دز پرتو کرده که قادر است نحوه انتشار آلودگی در ساعات و روزهای آینده را با داده‌های واقعی هواشناسی (با فرمت WRF که از سازمان هواشناسی قابل دریافت است)، پیش‌بینی و همچنین در نظر گرفتن تأثیرات عوارض

از آنجاکه در داخل کشور نرم افزار پیش بینی پخش آلودگی وجود ندارد و نرم افزارهای اینترنتی انتشار آلودگی با شرایط جوی همان لحظه و شرایط جوی و جغرافیایی بوم زیست خودشان پیش بینی در آینده انجام می دهند و از طرفی خطای بالا در تولید داده ها به دلیل در نظر گرفتن عوارض زمین و استفاده از ساده ترین معادلات پخش

■ مشخصات فنی، محصول

نرم افزار جامع و یکپارچه با قابلیت های زیر:

بروز حادثه، مکان وقوع حادثه، پَرَوَنجا اطلاعات هواشناسی با فرمت WRF، اطلاعات مربوط به چشمه آلودگی (سو رس ترم)، محدوده شبیه سازی برحسب طول و عرض جغرافیایی، قدرت تفکیک شبیه سازی و همچنین بازه های نمونه برداری در رستورها توسط کاربر؛

- ثبت اطلاعات تأسیسات هسته ای کشور به صورت پیش فرض در نرم افزار برای سهولت کار کرد؛
- ثبت و ذخیره اطلاعات سناریوهای مختلف در یک فایل و فراخوانی آن به عنوان ورودی؛
- نمایش کانتورهای غلظت، ته نشین و انواع دز روی نقشه های مختلف از قبیل Google-earth و GIS.

- یک دقیقه تا چند روز (به انتخاب کاربر)؛
- انتخاب گام‌های مکانی شبیه‌سازی از چند صد متر تا چند صد کیلومتر (به انتخاب کاربر)؛
- نمایش شمارگرهای غلظت، تنشست و انواع دز روی نقشه جغرافیایی پیش فرض داخل نرم‌افزار؛
- نمایش شمارگرهای غلظت، تنشست و انواع دز روی نقشه‌های Google-earth؛
- نمایش داده‌های خروجی شمارگرهای غلظت، تنشست و انواع دز در فرمت Shape پُرَونجا قابل بارگذاری مستقیم در نرم‌افزار ArcMap و سایر نرم‌افزارهای GIS؛
- تبدیل داده‌های خروجی به فرمت متنی و فرمت EXCEL (به انتخاب کاربر)؛
- دریافت اطلاعات حادثه شامل زمان

- امکان استفاده از نرم افزار به دو زبان فارسی و انگلیسی؛
- سیستم عامل مورد نیاز: Windows ۷؛
- سیستم سخت افزاری مورد نیاز: حداقل Pentium IV یا معادل آن؛
- مدل محاسبات شبیه سازی: Hysplit؛
- مرجع محاسبات دز: ASH: ۱۴۰۰، ICRP ۱۱۶؛
- شبیه سازی با استفاده از داده های گذشته (داده های آرشیو هواشناسی)؛
- شبیه سازی با استفاده از داده های پیش بینی (زمان آینده)؛
- محاسبه غلظت و ته نشست آلاینده های رادیواکتیو در هوا و روی زمین؛
- محاسبه غلظت و دز به صورت تابعی از زمان و مکان؛
- محاسبه دز پرتوی استنشاقی؛
- محاسبه دز پرتوی خارجی؛
- محاسبه نرخ دز و دز کل (به انتخاب کاربر)؛
- محاسبه نرخ دز خارجی؛
- محاسبه نرخ دز کل (با در نظر گرفتن دز استنشاقی)؛
- محاسبه دز خارجی؛
- محاسبه دز کل (با در نظر گرفتن استنشاقی)؛
- انتخاب واحد اندازه گیری دز بر حسب سیورت یا رم؛
- محاسبه و تبدیل انواع مختلف دز مؤثر؛
- انتخاب گام های زمانی شبیه سازی از

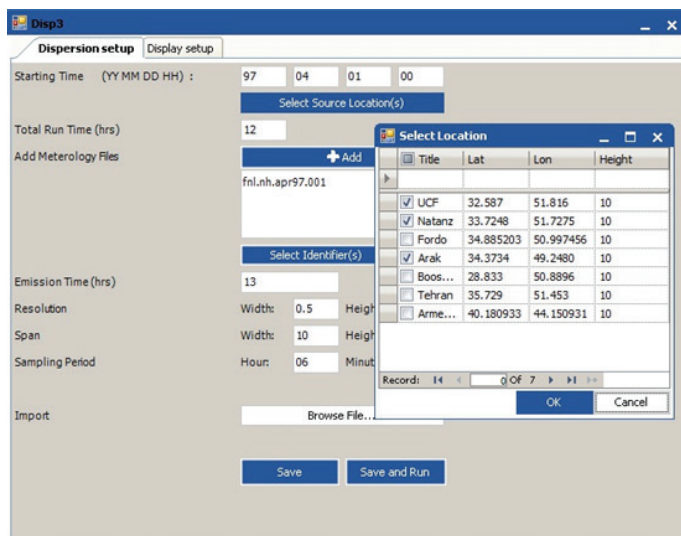


■ نمای نرم افزار و معرفی برگه های آن

۱. محاسبات پخش و انتشار

از محاسبات نرم افزار فایلی حاوی مقادیر غلظت و ته نشینت آلاینده ها در محدوده های زمانی و مکانی تعریف شده است. با توجه به اینکه برای محل وقوع حادثه مختصات جغرافیایی محل وقوع شامل طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع پخش مورد نیاز است، برای سهولت کار، مناطق مربوط به تأسیسات هسته ای کشور از قبل در این نرم افزار در نظر گرفته می شود و کاربر تنها با انتخاب هر کدام از آنها محل وقوع حادثه را تعیین خواهد کرد.

در زبانه اول نرم افزار پارامترهای مربوط به محاسبات پخش و پیش بینی انتشار تنظیم می شود و مدل پخش در این قسمت اجرا خواهد شد. اطلاعاتی از قبیل زمان بروز حادثه، مکان وقوع حادثه، فایل اطلاعات هواشناسی با فرمت WRF، اطلاعات مربوط به چشمه آلودگی (سورس ترم)، محدوده شبیه سازی بر حسب طول و عرض جغرافیایی، قدرت تفکیک شبیه سازی و همچنین بازه های نمونه برداری در گیرنده ها، در این قسمت به عنوان ورودی برای مدل تعریف خواهند شد. خروجی این بخش



برگه محاسبات پخش و انتشار و امکان انتخاب محل وقوع حادثه با پیش فرض تأسیسات هسته ای کشور

۲. محاسبات ارزیابی دز

در صفحه دوم نرم افزار، کاربر امکان محاسبه انواع دز پرتوی را خواهد داشت که شامل موارد زیر می شود:

- نرخ دز خارجی؛
- نرخ دز کل (با در نظر گرفتن دز استنشاقی)؛
- دز خارجی؛
- دز کل (با در نظر گرفتن دز استنشاقی)؛
- انتخاب واحد اندازه گیری دز بر حسب سیورت یا رم.



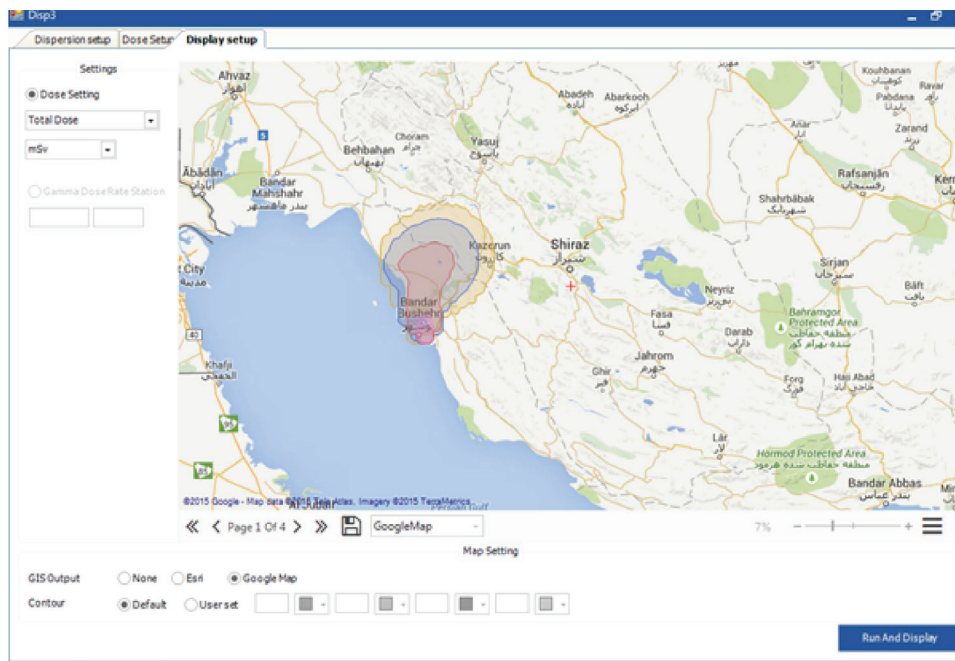
تصویری از صفحه محاسبات ارزیابی دز پرتو



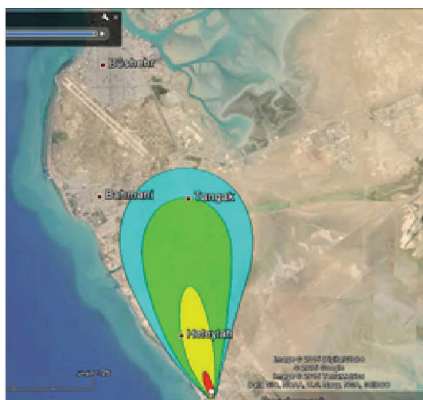
سازمان پدافند غیرعامل کشور
قرارگاه پدافند پرتویی

۳. بخش نمایش خروجی‌ها

در این بخش کاربر می‌تواند خروجی محاسبات (خروجی دز- غلظت در هوا و ته‌نشست روی زمین) را روی انواع نقشه‌ها مشاهده کند. این خروجی‌ها را می‌تواند روی نقشه جغرافیایی پیش‌فرض نرم‌افزار، نقشه Google-earth و همچنین روی نقشه‌های GIS مشاهده کند. فایل متنی خروجی‌ها بسته به انتخاب کاربر برای استفاده‌های بعدی در دسترس است که این فایل‌ها هم به صورت متنی و هم به فرمت EXCEL در مسیر مربوط ذخیره خواهد شد.



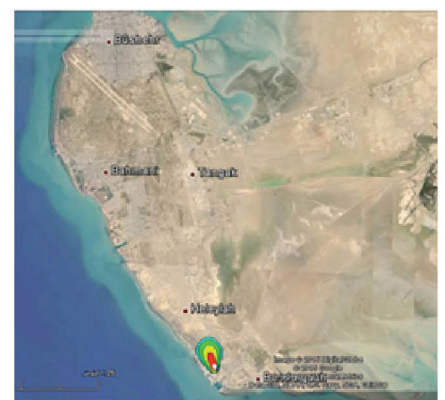
نمایش خروجی محاسبات دز روی نقشه Google-map در داخل نرم‌افزار



۳



۲



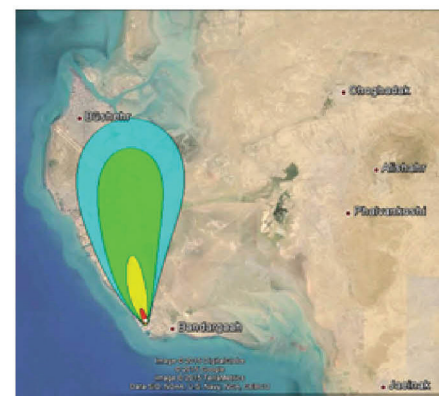
۱



۶



۵



۴

نمایش فایل خروجی محاسبات نرم‌افزار در Google-earth در فواصل زمانی ۱۵ دقیقه

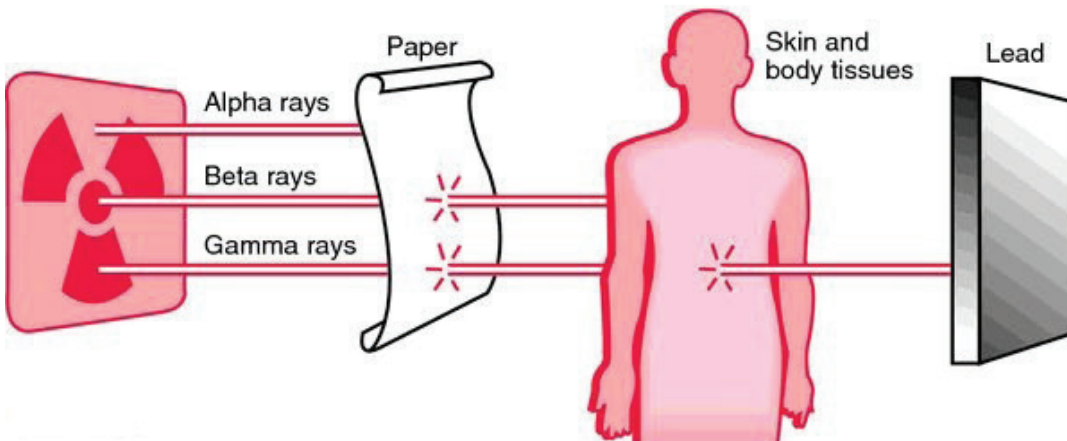


سلسله مباحث آموزشی

قسمت ۵

به صورت انرژی جذب شده در واحد جرم ماده تعریف می شود. از آنجایی که کل انرژی که در یک میدان تابشی منتشر می شود، در جسم جذب نمی شود بلکه تنها بخشی از آن جذب می شود، از این رو برای مطالعه کمی اثرات تابش، میان پرتوهای و دز جذب شده تابش تفاوت وجود دارد. برای اندازه گیری کمیت هایی که میدان پرتو را توصیف می کند از کمیت های پرتو ست جی و برای اندازه گیری اثرات تولید شده از پرتو از کمیت های دز سنجی استفاده می شود.

در بخش های قبلی چگونگی انتقال انرژی پرتوهای یون ساز به ماده و ایجاد یون سازی اشاره شد. از آنجاکه هر کمیت فیزیکی را یکای مربوطه اش توصیف می کند، برای سنجش میزان پرتوها در محیط، جذب آن ها در ماده و نیز بر آورد آسیب بیولوژی ناشی از پرتوها لازم است کمیت و یکای مربوطه مورد مطالعه قرار گیرد. اثر تابش را بر حسب پرتو دهی یا دز می سنجند. پرتو دهی به صورت بار آزاد شده در واحد جرم هوا و دز



۵-۲ کمیت های پرتو سنجی

پرتو دهی کمیتی است که برای سنجش میزان فوتون های ایکس و گاما در هوا به کار برده می شود. این کمیت که با X نشان داده می شود کل بارهای هم علامت تولید شده توسط فوتون ها در واحد جرم هوا را اندازه گیری می کند.

۵-۱. انرژی پرتو همان گونه که در بخش های قبلی عنوان شد انرژی، توانایی انجام کار است و برای معرفی انرژی پرتوها از یکای الکترون ولت (eV) استفاده می شود.

۵-۲. پرتو دهی و آهنگ پرتو دهی

یکای پرتو دهی $1 \frac{C}{Kg}$ عبارت است از آن مقدار تابش ایکس و گاما که بتواند در شرایط متعارفی ۱ کولن بار الکتریکی هم علامت در ۱ کیلوگرم هوا تولید نماید.

یکای جدید پرتو دهی کولن بر کیلوگرم (C/Kg) هوا می باشد و یکای قدیم پرتو دهی رونتگن است. که R نشان داده می شود.

* ۱ رونتگن عبارت است از آن مقدار تابش ایکس و گاما که بتواند در شرایط متعارفی 2.58×10^{-4} کولن بار الکتریکی هم علامت در ۱ کیلوگرم هوا تولید نماید.



سازمان پدافند غیر عامل کشور
قرارگاه پدافند پرتویی

ارتباط میان یکای پرتودهی و روننگن به صورت زیر است:

$$1 \frac{C}{Kg} = 6783 R$$

آهنگ پرتودهی کمیتی است که کل بارهای هم علامت تولیدشده توسط فوتونها در واحد جرم هوا را در واحد زمان اندازه گیری می کند و یکاهای آن عبارتند از: (یکای جدید) $\frac{C}{Kg.s}$ و (یکای قدیم) $\frac{R}{s}$. عبارت $1 \frac{C}{Kg.s}$ عبارت است از آن مقدار تابش ایکس و گاما که بتواند در شرایط متعارفی یک کولن بار الکتریکی هم علامت در یک کیلوگرم هوا در یک ثانیه تولید کند.

۳-۵-۳ کمیت های دزسنجی

۱-۳-۵ دز جذب شده و آهنگ دز جذب شده
دز جذب شده (D) کمیتی است که انرژی جذب شده از کلیه پرتوها در واحد جرم هر ماده را اندازه گیری می کند. یکای جدید دز جذب شده در دستگاه بین المللی یکاها، گری است.

۱ گری (Gy) عبارت است از انرژی معادل ۱ J ناشی از انواع پرتوها که به ۱ Kg از ماده منتقل می شود.

$$1 Gy = 1 J/Kg$$

در گذشته از واحد راد (rad) به عنوان دز تابش جذب شده استفاده می شد.

۱ راد (rad) عبارت است از انرژی معادل ۱ J ناشی از انواع پرتوها که به ۱ Kg از ماده منتقل

$$1 Gy = 100 rad \text{ می شود.}$$

آهنگ دز جذب شده کمیتی است که انرژی جذب شده از کلیه پرتوها در واحد جرم هر ماده را در واحد زمان اندازه گیری می کند و یکاهای آن عبارتند از: (یکای جدید) Gy/s از آنجایی که ۱ C/Kg معادل دز جذب شده ۳۴ eV در هوا است، لذا رابطه بین پرتودهی و دز جذب شده در هوا به صورت زیر است:

$$1 C/Kg \text{ هوا} = 34 Gy \text{ هوا}$$

برای محاسبه دز جذب شده در هر ماده ای باید پرتودهی را در میانگین افت انرژی ماده مورد نظر ضرب کرد که این مقدار برای بافت معادل ۳۷ eV است؛ بنابراین:

$$1 C/Kg \text{ بافت} = 37 Gy$$

۲-۳-۵ دز معادل و آهنگ دز معادل
دز معادل ($H_{T,R}$) کمیتی است که اثرات بیولوژیکی ناشی از جذب انواع پرتوها در بافت را منظور می دارد و برابر است با حاصل ضرب متوسط دز جذب شده از پرتو R در بافت $(D_{T,R})$ ، در ضریبی به نام ضریب توزین پرتو (W_R).

$$H_{T,R} = W_R * D_{T,R}$$

ضریب توزین پرتو، ضریبی است که کیفیت پرتو (نوع و انرژی پرتو) را جهت محاسبه دز معادل در نظر می گیرد. در جدول (۱-۵) مقادیر W_R برای انواع پرتوها ارائه شده است. یکای جدید دز معادل در دستگاه بین المللی یکاها، همانند یکای دز جذب شده، یعنی J/Kg است، ک نام ویژه آن سیورت است و با Sv نشان داده می شود.



۱ سیورت (Sv) عبارت است از انرژی معادل ۱ ژول، ناشی از پرتوی خاص که به ۱ Kg از بافت منتقل می‌شود (با احتساب ضریب توزین پرتو).

یکای قدیم دز معادل رم (rem) است.

۱ رم (rem) عبارت است از انرژی معادل ۱/۰۰ ژول ناشی از پرتوی خاص که به ۱ Kg از بافت منتقل می‌شود (با احتساب ضریب توزین پرتو).
 $1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem}$ یا $1 \text{ rem} = 0.01 \text{ Sv}$

جدول (۵-۱). ضرایب توزین پرتوها

نوع و محدوده انرژی	ضریب توزین پرتو WR
ایکس و گاما در تمام انرژی‌ها	۱
الکترون‌ها تقریباً در تمام انرژی‌ها	۱
نوترون‌ها با انرژی کمتر از ۱۰ KeV	۵
نوترون‌ها با انرژی از ۱۰ KeV تا ۱۰۰ KeV	۱۰
نوترون‌ها با انرژی از ۱۰۰ KeV تا ۲ MeV	۲۰
نوترون‌ها با انرژی از ۲ MeV تا ۲۰ MeV	۱۰
نوترون‌ها با انرژی بیش از ۲۰ MeV	۵
پروتون‌ها با انرژی بیش از ۲ MeV	۵
ذرات آلفا، پاره‌های شکافت و هسته‌های سنگین	۲۰

آهنگ دز معادل ($H'_{T,R}$) کمیتی است که اثرات بیولوژیکی ناشی از جذب انواع پرتوها در بافت را در واحد زمان در نظر می‌گیرد و برابر است با حاصل ضرب متوسط آهنگ دز جذب شده از پرتو R در بافت T ($D'_{T,R}$) در ضریب توزین پرتو (W_R) و یکای جدید آن عبارت است از Sv/S

$$H'_{T,R} = W_R \times D'_{T,R} \quad (۲-۵)$$

چنانچه میدان پرتو متشکل از انواع پرتوها با مقادیر مختلف W_R باشد، دز معادل کل بافت (H_T) و آهنگ آن (H'_T) از روابط زیر محاسبه خواهد شد.

$$H'_{T,R} = \sum_R W_R \times D'_{T,R} \quad HT = \sum_R W_R \times D'_{T,R} \quad (۳-۵)$$

۵-۳-۳. دز مؤثر

دز مؤثر (E) کمیتی است که علاوه بر اینکه نقش پرتوهای مختلف را در بروز اثرات بیولوژیکی منظور می‌دارد، نقش میزان حساسیت پرتوگیری بافت‌های مختلف بدن را در نظر می‌گیرد و برابر است با مجموع حاصل ضرب دزهای معادل (H_T) در ضریبی به نام توزین بافت (W_T)

$$E = \sum_T W_T \times H_T \quad (۴-۵)$$

ضریب توزین بافت، ضریبی است که میزان حساسیت یا تأثیرپذیری بافت در برابر پرتو مشخص می‌نماید. در جدول (۵-۲) مقادیر TW برای انواع بافت‌ها ارائه شده است.



سازمان پدافند غیرعامل کشور
 قرارگاه پدافند پرتویی

جدول (۵-۲). ضریب توزین بافت

نوع بافت یا عضو	ضریب توزین بافت W_T	نوع بافت یا عضو	ضریب توزین بافت W_T
غدد تناسلی	۰/۲۰	جگر	۰/۰۵
مغز استخوان (قرمز)	۰/۱۲	مری	۰/۰۵
روده بزرگ	۰/۱۲	تیروئید	۰/۰۵
ریه	۰/۱۲	پوست	۰/۰۱
معهده	۰/۱۲	سطح استخوان	۰/۰۱
مثانه	۰/۰۵	سایر اعضا	۰/۰۵
سینه	۰/۰۵		

یکاهای دز مؤثر همانند یکاهای دز معادل، سیورت (Sv) و رم (rem) می‌باشند.

۵-۳-۴. دز معادل و مؤثر جمعی

(۱Man.Sv) عبارت است از دریافت ۱ Sv
توسط ۱ نفر یا اینکه ۱۰۰۰ نفر میانگین ۱ میلی
سیورت 1mSv دریافت کنند.

مقیاسی جهت محاسبه آسیب کلی از یک چشمه
پرتوزا بر یک گروه یا جمعیت به کار می‌رود.
یکای دز جمعی Man.Sv است. ۱ من سیورت

دز معادل جمعی عبارت است از حاصل ضرب
میانگین دز معادل دریافتی توسط یک جمعیت
در تعداد آن‌ها که این کمیت در حقیقت به‌عنوان

دز مؤثر جمعی عبارت است از حاصل ضرب دز معادل جمعی در فاکتور توزین بافت و یکای آن همان Man.Sv است.

خلاصه کمیت‌های پرتوسنجی و دز سنجی

کمیت	علامت	یکای قدیم	یکای جدید	تبدیل یکاها	توضیحات
انرژی	-	ارگ-erg	J-ژول	$1\text{J} = 10^7\text{ erg}$	یکای مورد استفاده در فیزیک بهداشت الکترون‌ولت است.
پرتو دهی	X	روننگن R	کولن بر کیلوگرم C/Kg	$1\text{C/Kg}_{\text{air}} = 3876\text{ R}$	بارهای هم علامت تولید شده در هوا ناشی از پرتوهای ایکس و گاما مدنظر است
دز جذبی	D	راد rad	گری Gy	$1\text{Gy} = 100\text{ rad}$	برای کلیه پرتوها و در همه مواد استفاده می‌شود
دز معادل	H	رم rem	سیورت Sv	$1\text{Sv} = 100\text{ rem}$	اثرات بیولوژیکی انواع پرتوها را در نظر می‌گیرد
دز مؤثر	E	رم rem	سیورت Sv	$1\text{Sv} = 100\text{ rem}$	حساسیت بافت‌های مختلف بدن لحاظ می‌شود

زمین شناسان چینی:

سایت آزمایش هسته‌ای کره شمالی آسیب دیده است

هسته‌ای کره شمالی در شهر یور ۹۶ رخ داد که طی آن بمب هسته‌ای با قدرت تقریباً ۱۰۰ کیلو تن منفجر شد (برای مقایسه: بمب هسته‌ای که بر فراز هیروشیما منفجر شد، قدرتی معادل حدود ۱۵ کیلو تن داشت). بنا بر این گزارش، طی هفته‌های پس از تست مذکور، زلزله‌های شدیدی در این منطقه رخ دادند که سبب آسیب دیدن شدید سایت هسته‌ای کره شمالی شده‌اند. در گزارش دیگری که پیش‌تر منتشر شده بود با شبیه‌سازی آخرین تست هسته‌ای این کشور، این نتیجه استنباط شده بود که قدرت حاصل از انفجار ضمن ایجاد حفره بسیار بزرگ در کوه، به بافت زمین نیز آسیب بسیار زیادی وارد نموده است.

”
حدود دو ماه پیش کره شمالی به‌طور ناگهانی اعلام نمود که ضمن بستن سایت هسته‌ای خود، تمام تست‌های موشک‌های بالستیک خود را نیز متوقف خواهد کرد؛ اما گزارشی که اخیراً توسط زمین‌شناسان چینی منتشر شده بیان می‌کند که احتمالاً عامل اصلی این تغییر رویکرد فرونشست یکی از سایت‌های هسته‌ای این کشور بوده است. زمین‌شناسان دانشگاه علوم و فناوری چین، در گزارش خود با بیان دلایلی نشان دادند که کوه‌هایی که در بالای مکان تست هسته‌ای کره شمالی قرار دارند دچار فرونشست شده و در نتیجه این مکان ناامن شده و دیگر امکان تست‌های بیشتر در آن وجود ندارد. این حادثه پس از آخرین تست



از این رو به نظر می‌رسد تغییر موضع ناگهانی کره شمالی در رابطه با برنامه هسته‌ای خود، به خاطر تغییر سیاست‌ها و دکترین این کشور نیست بلکه به دلیل تخریب سایت اصلی آزمایش‌های هسته‌ای این کشور و خطر نشت مواد پرتوزا به منطقه است.

اگرچه فرونشست سایت مذکور منجر به پخش مواد پرتوزا نشده است اما این احتمال وجود دارد که این مواد از داخل حفره‌ها و ترک‌ها به خارج از کوه نفوذ کرده باشد. با توجه به اینکه این منطقه در کمتر از ۱۰۰ کیلومتری چین قرار دارد، سبب نگرانی مقامات چینی شده است.



سازمان پدافند غیر عامل کشور
قرارگاه پدافند یوتی

□ تهیه ۲۱ خودرو ویژه شناسایی عوامل CBRN توسط ارتش هلند:

با توجه به اینکه خرید تجهیزات و ظرفیت نیروهای مسلح معمولاً بر اساس تهدیدات و سناریوهای آینده است به نظر می‌رسد توجه کشورها به تجهیزات cbrn ناشی از محتمل و جدی بودن تهدیدات این حوزه است.

دور و قابلیت شناسایی تمامی عوامل cbrn است. همچنین این تجهیزات باید قابلیت عملیات در مناطق شهری و مسکونی را نیز دارا باشند. علاوه بر هلند، بلژیک نیز اعلام نمود قصد دارد در سال‌های جاری تمام تجهیزات cbrn خود را به‌روزرسانی کند.

ارتش هلند اعلام کرد که قصد دارد ۱۲ خودروی ویژه جهت شناسایی عوامل cbrn تهیه کند. اعلام این خبر پس از انتشار وزارت دفاع این کشور مبنی بر لزوم سرمایه‌گذاری بر امنیت مردم، ظرفیت‌ها و هشپاری در برابر تهدیدات cbrn بوده است. نکته حائز اهمیت این خودروها امکان کنترل از راه

□ تمرین نیروهای ارتش ایرلند با سناریو بمب‌های کثیف

است. نکته حائز اهمیت دیگر در این تمرین حضور پژوهشگران، شرکت‌های دانش‌بنیان و نمایندگان دانشگاه‌ها به‌منظور یافتن راه‌های نوین برای چالش‌های موجود بوده است.

بوده است. ارتش ایرلند بیان نمود استفاده از تجهیزات فوق، موجب تغییراتی بنیادین در آمادگی نیروهای نظامی این کشور در برابر حوادث cbrn شده است. این تمرین در راستای برنامه اتحادیه اروپا به‌منظور تجهیز و به‌روزرسانی تجهیزات cbrn کشورهای عضو این اتحادیه بوده

نیروهای ارتش ایرلند در پایگاهی نظامی در فرودگاهی نزدیک دوبلین به تمرین در برابر حوادث پرتوی (با سناریو بمب کثیف) پرداختند. در این تمرین برای اولین بار از پهپادها و ربات‌ها برای پایش منطقه استفاده شد. هدف از این کار کاهش ریسک پرتوگیری نیروهای امدادی در شرایط واقعی



نیروگاه هسته‌ای شناور روسیه

نیروگاه‌های هسته‌ای شناور «آکادمیک لومونسوف» با ترک بندر سن‌پترزبورگ عازم مأموریت شد. فعالان محیط زیست وجود چنین نیروگاهی را خطرآفرین دانسته و نسبت به احتمال وقوع چرنوبیلی روی یخ هشدار داده‌اند. به گزارش ایسنا به نقل از دویچه وله نیروگاه هسته‌ای شناور روسیه روز شنبه (۲۸ آوریل) بندر سن‌پترزبورگ را به مقصد بندر مورمانسک ترک کرد. مأموریت اصلی این یگان شناور که آکادمیک لومونسوف نام دارد، تأمین انرژی موردنیاز پایگاه‌های نظامی روسیه در شمالگان (ناحیه پیرامون قطب شمال) است.

پاول ایپاتوف، یکی از مقام‌های شرکت هسته‌ای روس اتم به خبرگزاری تاس گفته، دو راکتور این نیروگاه پس از رسیدن به مقصد به سوخت هسته‌ای

مجهز خواهند شد. در منطقه مورمانسک بزرگ‌ترین بخش ناوگان شمالی روسیه از جمله بیشتر زیردریایی‌های هسته‌ای ارتش این کشور مستقر شده‌اند.

نیروگاه هسته‌ای شناور آکادمیک لومونسوف از اهمیت استراتژیک بالایی برای روسیه برخوردار است. این نیروگاه قرار است در تابستان ۲۰۱۹ با ترک مورمانسک به سمت اقیانوس منجمد شمالی حرکت کند تا در آنجا آب و برق موردنیاز سکوها نفتی روسیه را تأمین کند و همچنین برای نمک‌زدایی آب دریا مورد استفاده قرار گیرد.

این نیروگاه شناور می‌تواند برق موردنیاز جمعیتی ۱۰۰ هزار نفری را نیز تأمین کند. فعالان محیط زیست از فعالیت این نیروگاه هسته‌ای شناور انتقاد کرده‌اند. سازمان صلح سبز اخیراً با اشاره به فاجعه اتمی نیروگاه هسته‌ای چرنوبیل که در سال ۱۹۸۶ به وقوع پیوست، نسبت به خطر چرنوبیلی دیگر روی یخ هشدار داد.



سازمان پدافند غیرعامل کشور
قرارگاه پدافند پرتویی



و kh-۱۰۲ به زودی معرفی خواهند شد. موشک‌های کروزر جدید به روزرسانی از موشک kh-۵۵ هستند

که اطلاع چندانی از آن‌ها در دسترس نیست اما طبق برخی از گزارش‌ها شامل کلاهکی حداقل ۲۰۰ کیلوتنی است.

اگرچه کرملین هرگونه قصد برای شروع یک جنگ سرد دیگر را تکذیب کرده اما بنا به نظر بسیاری از تحلیلگران، تبلیغات مکرر ظرفیت‌ها و قابلیت‌های هسته‌ای این کشور، حاوی پیام روشنی برای غرب است.

□ توسعه موشک‌های بالستیک قاره‌پیما و بمب‌افکن‌های هسته‌ای روسیه

پوتین در ملاقات با مسئولین دفاعی این کشور در سوچی اعلام کرد که ۱۴ واحد موشکی این کشور سامانه‌های و تسلیحات جدیدی دریافت خواهند نمود. وی اعلام کرد با توجه به اینکه این موضوع اهمیت ویژه‌ای برای مسکو دارد این تجهیزات جدید باید تا پیش از سال جاری تحویل داده شوند. پیش‌تر نیز خبرگزاری روس Tass اعلام کرده بود که مسکو در نظر دارد موشک‌های topol را که قابلیت حمل کلاهک هسته‌ای را دارا هستند با موشک‌های جدیدی Yars تعویض کند. موشک‌های Yars بردی در حدود ۱۲ هزار کیلومتر را دارا هستند و قادرند تا ۶ کلاهک هسته‌ای ۳۰۰ کیلوتنی را حمل کنند.

همچنین پوتین اعلام کرد که بمب‌افکن‌های جدید این کشور یعنی Tu-۹۵ms و tu-۱۶۰ با قابلیت حمل موشک‌های کروزر kh-۱۰۱



دارویی جدید برای سندروم حاد پرتوی:



پیامدهای بهداشتی پرتوگیری داشته است. به طوری که خبرگزاری بلومبرگ در گزارشی به این موضوع تأکید داشت که Partner Therapeutics شرکتی است که از جنگ هسته‌ای یا تهدیدات آن سود زیادی به دست خواهد آورد.

در صورت وقوع هرگونه حادثه پرتوی، افرادی که در معرض پرتوگیری قرار می‌گیرند، دچار پیامدهای بهداشتی متفاوتی می‌وند. یکی از این پیامدها، آسیب دیدن مغز استخوان (سندروم حاد پرتوی نوع اچ H-ARS) است که در صورت پرتوگیری شدید سبب مرگ فرد خواهد شد. ماه گذشته سازمان غذا و دارو آمریکا (FDA) استفاده از داروی Leukine برای افزایش احتمال زنده ماندن مصدومان حوادث پرتوی را تأیید نمود. طبق اعلام FDA نتایج استفاده از این دارو روی حیوانات که دچار پرتوگیری شده‌اند بسیار چشمگیر بوده است.

نکته حائز اهمیت درباره این دارو این است که اجازه و حقوق تولید و فروش آن متعلق به شرکت Partner Therapeutics است. این شرکت اخیراً سرمایه‌گذاری ویژه‌ای در توسعه داروی مربوط به

آغاز رزمایش امنیت هسته‌ای در گرجستان



حوزه تامین امنیت هسته‌ای عنوان کرد. وی با اشاره به تجربه گرجستان در زمینه تامین امنیت هسته‌ای گفت: کارشناسان مجرب گرجستان با هدف تامین امنیت در گذرگاه‌ها، فرودگاه‌ها، بنادر و اماکن عمومی به طور مستمر فعالیت می‌کنند. «فرانچسکو میورینی» نماینده موسسه علمی و تحقیقاتی بین منطقه‌ای سازمان ملل متحد در امور مبارزه با جرایم از تلاش‌های سرویس امنیت دولتی گرجستان در زمینه سازماندهی این رزمایش منطقه‌ای قدردانی کرد. ارزیابی نتایج رزمایش امنیت هسته‌ای در تفلیس، از سوی کارشناسان موسسه بین‌المللی انرژی اتمی، پلیس بین‌الملل، سازمان دفاع هسته‌ای نروژ، موسسه کاهش تهدیدات نظامی و وزارت انرژی آمریکا صورت خواهد گرفت.

رزمایش امنیت هسته‌ای با عنوان «سپر شیر» (LIONSHIELD) روز چهارشنبه با حضور هشت کشور در تفلیس پایتخت گرجستان آغاز شد. به گزارش ایرنا به نقل از پایگاه خبری «نیوز گئورگیا» به نقل از سرویس امنیت دولتی گرجستان، در این رزمایش که به ابتکار اتحادیه اروپا برگزار می‌شود، کارشناسان هسته‌ای هشت کشور گرجستان، ارمنستان، مولداوی، اوکراین، مونته‌نگرو، آلبانی، بوسنی و هرزگوین حضور دارند. این رزمایش چهار روزه در سه مرحله و با هدف ارتقای مهارت‌های حرفه‌ای کارشناسان برای مقابله با قاچاق مواد هسته‌ای و رادیواکتیو برگزار می‌شود. «گریگول لیلواشویلی» معاون سرویس امنیت دولتی گرجستان برگزاری این رزمایش در تفلیس را نشانه اعتماد کارشناسان اروپایی به همکاران گرجستانی در



سازمان پدافند غیرعامل کشور
قرارگاه پدافند پرتوی

□ هند، موشک بالستیک قاره‌پیما با قابلیت حمل کلاهک اتمی آزمایش کرد

آگنی را آزمایش کرده بود که آخرین آن ۱۸ ژانویه ۲۰۱۸ و اولین آزمایش این نوع موشک سال ۲۰۱۲ انجام گرفته بود. موشک اخیر، می‌تواند به هدفی تا مسافت ۵ هزار کیلومتری اصابت کند و قابلیت‌های ویژه‌ای در هدایت، کلاهک و موتور دارد.

نوشته ایندیا تی‌وی نیوز، یک موشک بالستیک آگنی ۵ با قابلیت اتمی در شرق ایالت اودیشا در هند با موفقیت آزمایش شد. این موشک بومی ساخت هند، ۱۷ متر طول و دو متر عرض دارد و با وزن ۵۰ تن ساعت ۹:۴۸ صبح روز یکشنبه شلیک شد. پیش از هند ۵ موشک از خانواده

هند توانست یک موشک بالستیک قاره‌پیما را به زمین با قابلیت حمل کلاهک اتمی را با موفقیت آزمایش کند. به گزارش گروه بین‌الملل خبرگزاری فارس، هند یک موشک دوربرد زمین به زمین بین‌قاره‌ای را روز یکشنبه با موفقیت آزمایش کرد. به



کشتار جمعی باشد اما خود در معرض نابودی توسط آن‌ها نباشد؟ در انتها به این موضوع اشاره می‌شود که با توجه به این که تسلیحات هسته‌ای ساخته بشر هستند و تمامی ساخته‌های بشر در زمانی دچار خطا می‌شوند، همواره این احتمال وجود دارد که این تسلیحات بنا به یک حادثه اتفاقی منفجر شوند. اگرچه مشخص نیست این حادثه فردا رخ دهد یا طی صدسال آینده اما وقوع چنین حادثه‌ای اجتناب‌ناپذیر است. مستند فرماندهی و کنترل از سایت قرارگاه پدافند پرتوی کشور قابل دانلود است.

تسلیحات هسته‌ای ایالات متحده از جنگ جهانی دوم به بعد بررسی می‌شود و با استفاده از اسناد محرمانه اخیراً منتشر شده، به حوادث خطرناک دیگری در حوزه تسلیحات هسته‌ای اشاره می‌شود که هرگز رسانه‌ای نشده‌اند. نکته ظریف دیگر در این مستند که بیننده با آن مواجه خواهد شد بیان این موضوع است که تسلیحاتی که برای حفاظت و قدرت بازدارندگی تولید شده‌اند به راحتی و با حادثه‌ای کوچک می‌توانند عامل نابودی باشند و به عبارت دیگر گویای این مطلب است که چگونه کشوری می‌تواند دارای تسلیحات

□ مستند فرماندهی کنترل:

تسلیحات هسته‌ای اگرچه به‌ظاهر قدرت بازدارندگی به همراه دارند، اما کشورهای دارای این تسلیحات همواره با خطرات و چالش‌های بسیاری در نگهداری آن‌ها روبرو بوده‌اند. طی چند دهه گذشته، طیف بسیار وسیعی از حوادث در عملیات حمل‌ونقل یا نگهداری این تسلیحات در جهان رخ داده که خوشبختانه هیچ کدام منجر به انفجار آن‌ها نشده است. مستند فرماندهی و کنترل (command and control) به بررسی یکی از این حوادث در طی سال ۱۹۸۰ در پایگاه موشکی تیتان ۲ در ایالت آرکانزاس آمریکا می‌پردازد. این مستند نشان می‌دهد که چگونه مجموعه‌ای از حوادث کوچک سبب آن حادثه شد و چگونه تلاش افراد توانست از انفجار موشک بالستیک که حامل قوی‌ترین کلاهک هسته‌ای آمریکا بود، جلوگیری کند. (۶۰۰ برابر قوی‌تر از بمبی که در هیروشیما منفجر شد). در این مستند لحظه‌به‌لحظه شب حادثه و عملکرد پرسنل نیروی هوایی، طراحان تسلیحات و نیروهای امدادی نمایش داده می‌شود و بسیاری از افراد حاضر در صحنه به بیان خاطرات خود می‌پردازند. در این مستند همچنین به‌طور ضمنی برنامه

تفاوت پرتوگیری با آلودگی پرتوی

آلودگی خارجی

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

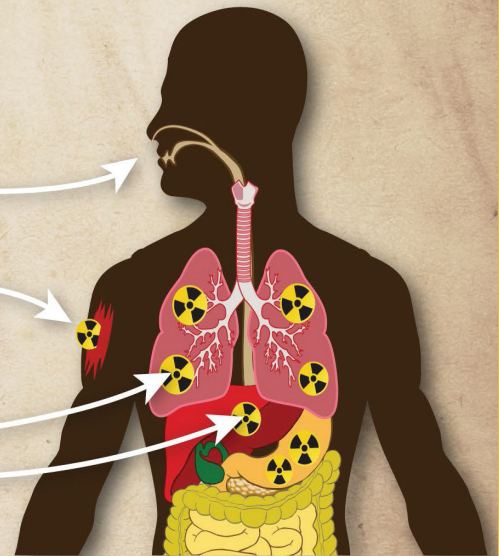


آلودگی داخلی

آلودگی داخلی زمانی رخ می‌دهد که مواد پرتوزا بلعیده یا تنفس میشوند

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

مواد پرتوزا بسته به نوع خود در بافت‌های متفاوتی تجمع می‌شوند

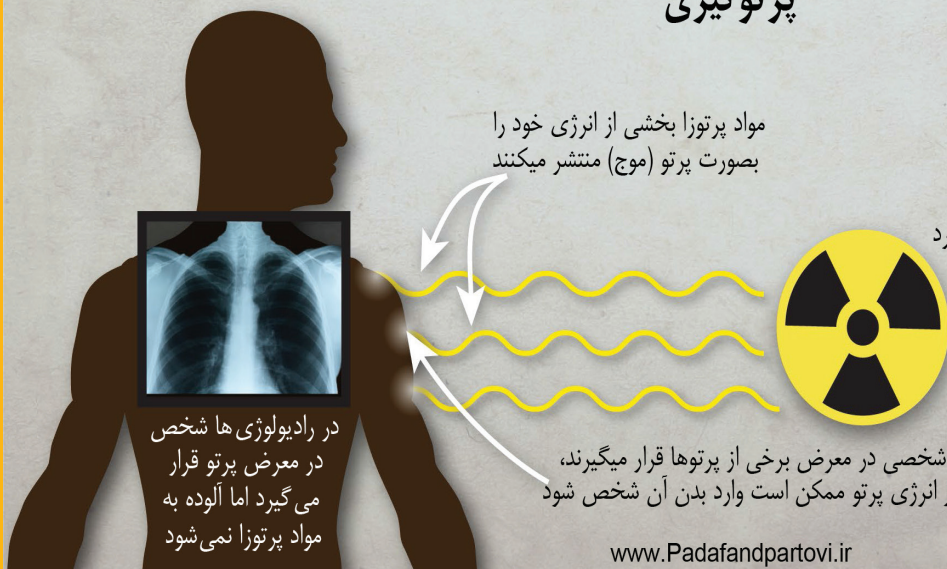


پرتوگیری

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

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

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



در رادیولوژی‌ها شخص در معرض پرتو قرار می‌گیرد اما آلوده به مواد پرتوزا نمی‌شود

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

www.Padafandpartovi.ir



دریافت فایل اصلی
از طریق لینک بالا



سازمان بهداشت و آموزش پزشکی
وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

ده موشک ، در برابر یک موشک

امروز جوانان ما توانستند به قدرت موشکی اول منطقه تبدیل بشوند، دشمن میداند که اگر یکی بزند ده تا میخورد. پس موشک مایه امنیت است، نقطه قوت است، ببینید روی این دشمن متمرکز می شود، روی مسئله موشکی متمرکز میشود، یک عده ای هم متأسفانه در داخل با دشمن هم صدا میشوند که آقا چه فایده ای دارد.

۱۳۹۷/۳/۱۴
رهبرانقلاب



سازمان پدافند غیرعامل کشور
قرارگاه پدافند پرتوی کشور

وظایف اساسی قرارگاه پدافند پرتوی

سیاست گذاری عملیاتی تخصصی، طرح ریزی و برنامه ریزی، فرماندهی و مدیریت نظارت و کنترل، پایش صحنه عملیات، پایش تهدیدات، رصد حوادث، اجراء راهبری و هدایت موضوعات عملیاتی پدافند پرتوی در سطح کشور برای مقابله با تهدید خاص آن حوزه و پیامدهای ناشی از آن، با هماهنگی و از طریق معاونت های دستگاهی با استفاده از توانمندی های موجود و ارتقاء ظرفیت های تخصصی برابر چرخه خاص پدافند پرتوی

تهیه شده در:

معاونت فرهنگسازی و اطلاع رسانی قرارگاه پدافند پرتوی