



۸  
سال دوم - شماره هشتم - شهریور ۹۷

# دفاعدیرتو

ماهنامه تخصصی سازمان پدافند غیرعامل



دکتر ناصر شریف‌لو  
مجری پروژه نیروگاه اتمی دوشهر  
**اگر خانه‌ای در کنار  
نیروگاه داشته باشیم،  
حتمادر آنجا زندگی می‌کنم.**

**OSL روشی نوین  
در دزیمتری**  
**خطر فزاینده  
جنگ سرد جدید**



روش‌های نوین اندازه‌گیری میزان پرتوزایی

## سنجش پرتوزایی با پهباد

تصاویر تابش‌گامای گرفته شده از ارتفاع ۱۰ متری و ۲۰ متری بالای زمین به صورت کیفی با یک نقشه نرخ دزبازسازی شده از اندازه‌گیری‌های سطح زمین سازگار است. لذا استفاده از چنین وسیله‌ای می‌تواند زمان اندازه‌گیری را در برابر کاهش دهد و همچنین برای مناطقی که اندازه‌گیری از روی زمین دشوار است بسیار مناسب می‌باشد.





# مجله دانش و پژوهش

شهریور ۱۳۹۷، شماره ۸

## پدافند پرتوی

شناسنامه

### ← مدیریت

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

### ← تحریریه

**سر دبیر:** محمدحسین اسماعیلی  
**مدیر اجرایی:** عباس صوفی

### ← فنی

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

### ← همکاران

مهدی خرم باقری، محمد درخشانی، میثم نیلی، حسین زیلویی،  
سید مصطفی ساداتی، علی اکبر حیدری، محسن فروغی زاده،  
نفیسه میرکتولی

### ← قرارگاه پدافند پرتوی

**نشانی:** تهران، خیابان استاد حسن بنا، روبروی بستان امید،  
موقعیت سلمان فارسی  
**تلفن:** ۰۲۱ - ۲۵۹۳۵۳۴۷  
**نشانی اینترنتی:**

[www.padafandpartovi.ir](http://www.padafandpartovi.ir)

مطالب این نشریه الزاماً مواضع  
سازمان پدافند غیرعامل نمی باشد.



سازمان پدافند غیرعامل کشور  
قرارگاه پدافند پرتوی





## بیانات مقام معظم رهبری مدظله العالی در دانشگاه علوم دریایی امام خمینی (ره) نوشهر

آمادگی شما، ابراز قدرت شما، دشمن را به عقب‌نشینی وادار میکند، دشمن را میترساند؛ این، آن دستوری است که قرآن به ما داده است، باید این آمادگی‌ها را روزبه‌روز افزایش بدهیم. من به شما کاملاً امیدوارم، من آنچه درباره‌ی جوانان مؤمن و آمادگی‌های روحی آنها در این میدان گفته شد، همه را باور دارم؛ میدانم شما قدرت ایستادگی و ثبات قدم دارید، انگیزه‌ی آن را دارید و این توانایی را، این آمادگی را ان‌شاءالله در میدانهای مختلف -چه میدان علمی، چه میدان سازمانی، چه میدان رزم، چه میدان پیشرفتهای گوناگون- به کار خواهید بست و نشان خواهید داد.

۱۳۹۷/۶/۱۸

# پدافند پرتوی

## سرمقاله

نشریه شماره هشت قرارگاه پدافند پرتوی در آستانه محرم الحرام ۱۴۴۰ هـ ق منتشر شد، بی شک پیامی که محرم برای شیعیان دارد ایستادگی در مقابل ظلم و جور است حتی به قیمت جان، که این نشان از نهادینه شدن فرهنگی است که پیروان آن نیز زیر بار جور و ستم نخواهند رفت و شاید تنها دلیل مخالفت با شیعیان نیز، پیروی از این فرهنگ است، لذا ایستادگی در مقابل دشمن، شناخت تهدیدات و روش‌های مقابله با آن نیز جایگاه ویژه‌ای در فرهنگ اعتقادی ما دارد.

نکته دیگر فرا رسیدن هفتم مهر ماه، **روز آتش نشانی و ایمنی** است، روزی برای یادآوری رشادت‌های مردانی بزرگ که پنجه در پنجه آتش انداخته و خود را به دل حوادث زده‌اند تا به نجات هم میهنان خود بپردازند.

آتش‌نشانان که پای ثابت همه مباحث پدافند غیرعامل بوده و هستند و همیشه با جان و دل برای مهار حوادث و نجات جان مردم تلاش‌های بسیاری نموده‌اند. جا دارد در ابتدای این شماره از زحمات این عزیزان تشکر و قدردانی نموده و به نوبه خود به ایشان تبریک بگوییم.

شماره پیش رو هشتمین شماره نشریه قرارگاه پدافند پرتوی است که مشتمل بر مصاحبه‌ای با دکتر شریف‌لو مجری نیروگاه اتمی بوشهر و مقالات علمی و تخصصی و گزارش‌ها و مباحث آموزشی است، در پایان نشریه نیز می‌توانید طبق معمول شماره گذشته از تصاویر دارای محتوای آموزشی (اینفوگرافیک) که به منظور آموزش عمومی تهیه شده بهرمند گردید.

امیدواریم نظرات سازنده شما خوانندگان گرامی، باعث ارتقاء این نشریه و گامی جهت بهبود محتوای تهیه شده باشد.

در صورتی که تمایل به دریافت نسخه چاپی و یا همکاری با این نشریه دارید می‌توانید با شماره ۲۵۹۳۵۳۴۷ معاونت فرهنگ سازی و اطلاع رسانی قرارگاه پرتوی تماس گرفته یا عدد ۶۱۸ را به شماره ۱۰۰۰۳۸۳۲ ارسال نمایید.

## فهرست

### مصاحبه

■ گفت و گو با دکتر ناصر شریف‌لو، مجری پروژه نیروگاه اتمی بوشهر: من به عنوان کارشناس و شخصی که در نیروگاه بوده ام اگر خانه‌ای در کنار نیروگاه داشته باشم، حتما در آنجا زندگی می‌کنم | ۶

### مقاله

■ بسته خودامدادی در سوانح هسته‌ای | ۱۰  
 ■ روشی نوین در دزیمتری | ۱۳  
 ■ استفاده از سیستم تصویربرداری گاما بر روی پهباد برای اندازه‌گیری میزان پرتوایی | ۲۰  
 ■ جستجو و نجات در حوادث هسته‌ای | ۲۶

### گزارش

■ خطر فزاینده جنگ سرد جدید | ۲۹  
 ■ نگاهی به وضعیت تأسیسات و زیرساخت‌های هسته‌ای در منطقه (۲) | ۳۴  
 ■ گزارش اولین کارگاه مدیریت مواجهه با آسیب‌های پرتوی در نظام سلامت | ۳۸  
 ■ برگزاری کارگاه تخصصی سطح یک فوریت‌های پرتوی | ۴۲

### معرفی

■ پرتوسنج دستی گاما-ایکس مدل GXDV۰۱۴ | ۴۵  
 ■ اقدامات مقابله‌ای برای مردم در حوادث رآکتور آب سبک | ۴۷

### آموزش

■ سلسله مباحث آموزشی - قسمت ۶: آشکارسازهای پرتوها | ۵۰

### خبر

■ اخبار | ۵۵



گفت و گو با دکتر ناصر شریف لو، مجری پروژه نیروگاه اتمی بوشهر

**من به عنوان کارشناس و شخصی  
که در نیروگاه بوده ام اگر خانه‌ای  
در کنار نیروگاه داشته باشم، حتما  
در آنجا زندگی می‌کنم**



سازمان پدافند غیرعامل کشور  
قرارگاه پدافند پرتویی

انرژی‌ها از جمله نیروگاه گازی، نیروگاه ذغال سنگ، مازوت و نیروگاه برق‌آبی، نیروگاه هسته‌ای، نیروگاه خورشیدی و بادی وجود دارد که اکثر کشورها سعی می‌کنند سبدهای را برای تامین انرژی کشورشان داشته باشند که هر کدام از این انرژی‌ها در جایگاه خودش سهمی را داشته باشد.

یکی از برتری‌های اصلی نیروگاه هسته‌ای این است که ماده‌ای را به عنوان گازهای گلخانه‌ای و پسماند وارد محیط زیست نمی‌کند و مزیت بعدی تکنولوژی بسیار بالای این نیروگاه است که باید کشوری که در فرایند ساخت این نوع نیروگاه قرار می‌گیرد حتما دارای تکنولوژی بسیار بالایی باشد تا بتواند از انرژی هسته‌ای بصورت ایمن بهره‌برداری کند. کشور ما هم به خاطر این که بتواند تکنولوژی خود را ارتقاء بدهد و بتواند در سبدهای انرژی انواع انرژی را داشته باشد و از نظر پاک بودن بتواند از پاک بودن انرژی نیروگاه اتمی استفاده بکند ساخت این نوع نیروگاه را در دستور کار قرار داده است.

### ● تکنولوژی نیروگاه بوشهر در بین نیروگاه‌های هسته‌ای دنیا چگونه است؟

نیروگاه‌های هسته‌ای حدود ۷۰ سال است که پا به عرصه وجود گذاشته‌اند؛ که متأسفانه در این مدت ۳ حادثه هسته‌ای رخ داده که باعث شد بازنگری‌های جدی در خصوص استانداردها و دستورالعمل‌های ساخت و بهره‌برداری ایمن این نیروگاه‌ها صورت پذیرد. خوشبختانه طراحی نیروگاه هسته‌ای بوشهر بعد از حادثه چرنوبیل که در سال ۱۹۸۶ اتفاق افتاد، انجام شد از این نظر مشکلاتی را که در خصوص نیروگاه تری‌مایلی آیلند آمریکا و چرنوبیل شوروی سابق وجود داشت در این نیروگاه برطرف شده است و در نوع خود می‌توان گفت که نیروگاه بوشهر نیروگاه ایمن و مدرن دنیا محسوب می‌شود.

### ● در ساخت نیروگاه بوشهر چقدر از توان ملی استفاده شده است؟

با توجه به اینکه کشور ما دارای توان هسته‌ای نبوده، برای ساخت این نیروگاه مجبور به عقد قرارداد با شرکت خارجی شدیم. اما برنامه‌ریزی مدیران می‌تواند کمک کند تا در ساخت یک نیروگاه از نیروی ملی استفاده شود. ما در نیروگاه اتمی بوشهر طبق قرارداد با شرکت روس قرار بر این بود که کار ساخت ساختمان‌ها را پیمانکاران ایرانی انجام بدهند که همین هم شد. در ساخت تجهیزات هم تعدادی از تجهیزات که در کلاس ایمنی نیروگاه هسته‌ای نبودند و می‌شد در ایران ساخت را ساختیم. لوله‌های بزرگی که آب را از دریا به ساختمان توربین انتقال دهند و بسیاری از کابل‌ها و تجهیزات برقی و لوله‌ها و پمپ و شیرفلکه و... را با استفاده از توان داخل تولید کردیم. تأثیر صنعت داخلی در ساخت واحد اول نیروگاه اتمی بوشهر را ۲۰ درصد می‌توان برآورد کرد و در واحدهای بعدی نیز می‌توان با برنامه‌ریزی مناسب سهم تولید داخل را افزایش داد. نیازی نیست که سهم ساخت داخل را به ۱۰۰ درصد افزایش داد زیرا می‌توانیم از توان صنعتی سایر کشورها استفاده کنیم.

### ● لطفا خودتان را معرفی کنید؟

ناصر شریف‌لو هستم دکترای مهندسی مکانیک و عضو هیئت علمی دانشگاه، حدود ۶ سال رییس کارگاه و مجری پروژه نیروگاه اتمی بوشهر بودم و در دانشگاه هم به عنوان معاون دانشگاه و هم مدیر کل آموزشی فعال بودم و مدتی هم در سمت رییس دانشکده فنی مهندسی واحد علوم تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی بودم.

### ● سابقه‌ی نیروگاه بوشهر را بفرمایید؟

قرارداد ساخت نیروگاه اتمی بوشهر در سال ۱۳۵۳ بین کشور ایران و شرکت آلمانی کرافت ورک یونیون (Kraftwerk Unio) که یکی از شاخه‌های شرکت زیمنس هست بسته شد تا دو واحد نیروگاه در بوشهر ساخته شود ولی با توجه به شرایط و تحولات اجتماعی و وقوع انقلاب و بعد از آن جنگ تحمیلی آلمان‌ها برای ادامه همکاری برای ساخت نیروگاه انصراف دادند، این درحالی بود که واحد یک ۸۰ درصد و واحد دو حدود ۴۰ درصد (با احتساب تجهیزات ساخته شده و در دست ساخت در آلمان) تکمیل شده بود ولی به صورت نیمه کاره رها کردند. سال ۱۳۷۸ یک قرارداد بین ایران و روسیه بابت تکمیل نیروگاه اتمی بوشهر نوشته می‌شود که روس‌ها قبول می‌کنند که واحدیک را تکمیل کنند. بر اساس آن قرار داد روسیه پذیرفت که این نیروگاه را از مدل آلمانی PWR1200 به مدل روسی VVER1000 تبدیل کند این قرارداد در سال ۱۳۷۸ بین طرفین امضا شد.

پروژه تکمیل واحد اول نیروگاه اتمی بوشهر پروژه‌ای بسیار پیچیده بود زیرا بسیاری از تجهیزات که از طرف آلمان‌ها آمده بود حدود ۱۵ سال بدون استفاده مانده و بسیاری از تجهیزات اصلی هیچگاه به ایران ارسال نشد. استفاده حداکثری از تجهیزاتی که آلمان‌ها آورده بودند و تبدیل نیروگاه به مدل روسی پیچیدگی ویژه‌ای داشت که باعث شد پروژه با تأخیر رو به رو بشود ولی الحمدالله الان تمام شده و واحد اول نیروگاه اتمی بوشهر چند سالی است که در حال بهره‌برداری می‌باشد.

### ● نیروگاه‌های هسته‌ای چه مزایایی دارند و چرا کشور در این خصوص سرمایه‌گذاری می‌کند؟

نیروگاه‌های هسته‌ای از نظر تولید برق تفاوتی با نیروگاه فسیلی و نیروگاه برق آبی نمی‌کنند. یک سری بحث‌ها در خصوص سبدهای انرژی وجود دارد یعنی در یک کشوری که انرژی الکتریکی تولید می‌کند انواع





## ● زمان ساخت نیروگاه هسته‌ای به طور معمول چقدر است و آیا ساخت نیروگاه بوشهر در این بازه زمانی انجام شده؟

زمان ساخت یک نیروگاه ۵ سال است که نیروگاه اتمی بوشهر به خاطر شرایط خاص، ۴ سال در دست شرکت آلمانی و ۱۵ سال دوره عدم فعالیت را سپری کرد و بعد ساخت اولیه آن ۱۰ سال طول کشید و این زمان طولانی برای ساخت نهایی به خاطر شرایط خاص و فشارهای تحریم غرب بود.

## ● احتمال بروز حادثه در نیروگاه بوشهر چقدر است و آیا نگرانی برای مردم شهرهای اطراف و یا کشورهای منطقه وجود دارد؟

در نیروگاه ۲ نوع حادثه داریم حادثه‌هایی که در طراحی آمده و حادثه‌هایی که در طراحی نیامده است هیچ طراحی هنگام طراحی نمودن، بلاهای طبیعی تجربه نشده را در نظر نمی‌گیرد مثلاً حادثه فوکوشیما ژاپن خارج از طراحی بوده است که سونامی با موج‌های به ارتفاع ۶۰ متری ساختمان راکتور، دکل‌های انتقال برق و... را تخریب کرد. نیروگاه اتمی بوشهر برای زلزله ۸ ریشتر طراحی شده و برای جلوگیری از انتشار مواد رادیو اکتیو تمام تدابیر لازم منظور شده است به گونه‌ای که من به عنوان کارشناس و شخصی که در نیروگاه بوده‌ام اگر خانه‌ای در کنار نیروگاه داشته باشم، حتما در آنجا زندگی می‌کنم.

## ● ضوابط ملی و بین‌المللی که نیروگاه مؤلف است انجام دهد چیست؟

در دنیا هر کشوری برای خودش نظام ایمنی هسته‌ای و ناظری برای نظارت بر ایمن بودن استفاده از مواد و تأسیسات هسته‌ای دارد که در ایران هم این نظام وجود دارد. نظام ایمنی هسته‌ای کشور علاوه بر بکارگیری متخصصین ذیصلاح و خیره در تدوین استانداردها و دستورالعمل‌های مربوطه - مضاف از استانداردهای کشورهای مختلف که در زمینه هسته‌ای دارای تجربه‌ی خوبی هستند - استفاده کرده است. می‌توان گفت ما در تمام آئین‌نامه‌ها سخت‌ترین آئین‌نامه را داریم و لذا اگر در ایران نیروگاه ساخته بشود قطعاً دارای سطح ایمنی بسیاری بالایی است.

## ● بعد از حادثه فوکوشیما آیا نیاز به بازنگری سیستم‌های ایمنی نیروگاه بوشهر وجود دارد؟

در صورت بروز حوادث در نیروگاه‌های اتمی همه

کشورها سعی می‌کنند از تجربیات حاصل در ساخت نیروگاه‌های جدید استفاده کنند. ولی استفاده از این تجربیات در واحدهای در حال بهره‌برداری معمولاً هزینه‌های گزافی در پی داشته و در بیشتر موارد از نظر مهندسی قابل اجرا نیستند. ولی کشورها سعی می‌کنند در ارتقاء ایمنی نیروگاه‌های در حال بهره‌برداری از تجربیات حاصل از حوادث و همچنین تکنولوژی‌های نوین استفاده کنند. نیروگاه‌های اتمی از دیدگاه الزامات پدافند غیر عامل داری دو مرحله تفکیک شده می‌باشد:

**(الف)** مرحله اول دوران ساخت

**(ب)** مرحله دوم دوران بهره‌برداری

در دوران ساخت با توجه به اینکه هنوز مواد شکافت پذیر هسته‌ای مانند اورانیوم در سایت موجود نمی‌باشد، در صورت وجود تهدید بواسطه شرایط و



سازمان پدافند غیرعامل کشور  
قرارگاه پدافند پرتویی





تأثیر جدی قرار خواهد داد. لذا در مرحله انتخاب ساختگاه نیروگاه‌های اتمی اگر محل سایت در نزدیکی مرزهای بین‌المللی باشد قطعاً انتشار مواد رادیو اکتیو می‌تواند تأثیر بیشتری بر کشورهای همسایه داشته باشد و از این منظر می‌توان نوعی خود پدافندی برای نیروگاه‌های اتمی در دوران بهره‌برداری قائل شد.

البته اهمیت مرزهای بین‌المللی می‌تواند بر توان خود پدافندی (پدافند غیر عامل در عمق زمین) مؤثر باشد. برای مثال در صورت حمله نظامی دشمن به نیروگاه‌های اتمی بوشهر و نشت مواد رادیواکتیو در حوزه خلیج فارس و تأثیر آن بر تردد کشتی‌های باربری و نفتی در این منطقه باعث شده است که نقش خود پدافندی نیروگاه اتمی بوشهر بسیار برجسته باشد. البته بدیهی است در بین تأسیسات نیروگاه اتمی بخش‌هایی نیز وجود دارند که در صورت حمله به آنها بدون انتشار مواد رادیواکتیو احتمال توقف تولید برق وجود دارد لیکن براساس مقررات بین‌المللی کلاً حمله به نیروگاه اتمی پس از شروع بهره‌برداری ممنوع می‌باشد.

روابط با دشمن متخاصم احتمال حمله به این تأسیسات بسیار بالا می‌باشد. برای نمونه عملی در این خصوص می‌توان به حمله عراق به تأسیسات نیروگاه اتمی بوشهر در دوران جنگ تحمیلی اشاره نمود. در دوران بهره‌برداری با توجه به اینکه در هر واحد نیروگاه اتمی با توان ۱۰۰۰ مگاوات تقریباً یکصد تن سوخت هسته‌ای در داخل راکتور وجود دارد و این سوخت بواسطه شکافت هسته‌ای اورانیوم حاوی مقادیر بسیار زیادی از انواع مواد رادیو اکتیو می‌باشد در صورت حمله دشمن به این تأسیسات احتمال نشت مواد رادیواکتیو به جو و آسیب به محیط زیست و انسان‌های غیر نظامی در گستره وسیع اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. لذا بر اساس قوانین بین‌المللی کشورهای در حال جنگ نباید به نیروگاه‌های در حال بهره‌برداری حمله نظامی کنند.

معمولاً با توجه به انتشار مواد رادیو اکتیو بوسیله باد و باران اثرات نشت مواد پرتوزا از نیروگاه‌های اتمی چه در اثر حمله نظامی و چه در اثر حوادث کاری بصورت فرامرزی بوده و کشورهای همسایه را نیز تحت

## بسته خود امدادی در سوانح هسته‌ای

هزار کیلومتر مربع گردید. حادثه در نیروگاه فوکوشیما در سال ۲۰۱۱ نیز نشان داد که هیچ کشوری از حادثه هسته‌ای و عواقب آن در امان نیست. اقدامات مقابله با حوادث نیروگاه در سه مرحله فوری، میانی و تأخیری انجام می‌گیرد. برای محافظت فوری افراد به ویژه کارکنان نیروگاه‌ها و ساکنان اطراف نزدیک آن بسته‌های خود امدادی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بررسی در کشورهای مختلف نشان می‌دهد بسته واحدی مورد استفاده قرار نمی‌گیرد در کشورهای مختلف با لحاظ شرایط اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و اولویت بندی حوادث احتمالی با ترکیب متفاوت عرضه می‌شود که در این مقاله اقلام اصلی این بسته‌ها معرفی می‌شود.

در نیروگاه‌های هسته‌ای همانند دیگر صنایع، اختلال عملکرد، نقص تجهیزات یا خطاهای انسانی ممکن است ایجاد حوادث کوچک و بزرگ نماید ولی عواقب آن به دلیل ماهیت و وسعت خطرات می‌تواند وخیم تر شود. در بین سالهای ۱۹۴۵ تا ۲۰۰۰ تنها در جمهوری‌های شوروی سابق ۲۶ حادثه نیروگاهی به ثبت رسیده است که در این میان حادثه چرنوبیل منجر به آزادسازی گسترده مواد رادیواکتیو در ۱۴۶



با بررسی بسته‌های خود امدادی در کشورهای مختلف، اقلامی که به طور معمول در بسته‌های خود امدادی وجود دارند عبارتند از:



۱- آشکارساز پرتوی: برای برآورد کلی میزان پرتو دریافتی افراد تنها دوزیمتر در دسترس، آشکارساز می‌باشد. این آشکارساز، دوزیمتر سازمانی و انفرادی کارکنان ارتش آمریکا برای آشکارسازی پرتوها در سوانح بوده که دارای ویژگی‌های ذیل می‌باشد:

- آشکارسازی آنی پرتوهای ناشی از یک سانحه راکتوری و یا بمب کشیف بوسیله تغییر رنگ کارت
- تغییر رنگ متناسب با میزان پرتو
- به شکل یک کارت با ابعاد حدود ۵\*۸ سانتی متر بوده که قابلیت حمل در کیف پول را دارد.
- نیاز به باتری و کالیبراسیون ندارد.
- این کارت با توجه به اینکه سریعاً وجود پرتو را آشکار می‌کند لذا می‌توان برای انجام اعمال حیات

- بخش اقدامات بهینه‌ای انجام داد.
- ۲- قرص یدید پتاسیم: این دارو که در فوریت‌های پرتوی غده تیروئید افراد را در مقابل بروز سرطان تیروئید محافظت می‌کند باید حین یا هرچه سریعتر بعد از حادثه مصرف شود.
- انجمن تیروئید ایالات متحده این دارو را در خانواده‌هایی که تا شعاع ۵۰ مایلی (۸۰ کیلومتر) اطراف راکتور هسته‌ای زندگی می‌کنند را توصیه می‌کند.
- FDA استفاده از قرص یدید پتاسیم را در



سازمان پدافند غیرعامل کشور  
قرارگاه پدافند پرتویی



بسته‌های اضطراری جهت محافظت افراد در فوریت‌های هسته‌ای آینده مشابه فوکوشیما و یا ریزش ید رادیواکتیو ناشی از تابید هسته‌ای را تایید نموده است. ■ لازم به توضیح است که شکل قطره این دارو نیز در کیت‌های اضطراری برای استفاده اطفال و نوزادان پیش‌بینی شده است.

**۳- مواد رفع آلودگی:** در بسته‌های غربی محلول یدوواش (Iodowash) به منظور رفع آلودگی بدن و سطوح از آلودگی‌های با ید رادیواکتیو و رادیوواش (Radiacwash) برای پاکسازی عمومی مواد رادیواکتیو توصیه شده است.

رادیوواش	یدوواش
	
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ به صورت اسپری و دستمال عرضه می‌شود.</li> <li>■ فرمولاسیون آن برای رفع آلودگی همه انواع آلودگی‌های رادیواکتیو می‌باشد.</li> <li>■ برای رفع آلودگی پوست و سطوح کاربرد دارد.</li> <li>■ سبب انتقال ذرات آلوده کننده از طریق جداسازی یونهای فلزی و هم با روش شستشو می‌شود.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ فرمولاسیون آن صرفاً جهت رفع آلودگی ید رادیواکتیو است.</li> <li>■ برای استفاده در اتاق یددرمانی در بیمارستان‌ها ایده آل است.</li> <li>■ این محلول همه سطوح و پوست را رفع آلودگی می‌کند.</li> </ul>



**RAD-WIPES**  
for decontamination solutions

Use with  
**Iodowash and  
Radiacwash** Qty: 50  
9" x 8"

در بسته‌های شرقی به شکل پودر با نام زاشیتا (zashita) به صورت واحدهای ۵۰ گرمی عرضه می‌شود که ترکیبی از دترژانت و دی اکسید تیتانیوم می‌باشد.



■ طول آن ۶/۵ اینچ است.

■ به میزان ۱۰۰ لیتر آب آلوده را تصفیه می‌کند. و خانواده را جهت استفاده از آب پاک و ایمن کمک می‌کند.



■ وزن کم، استفاده آسان و قابلیت حمل از دیگر ویژگی‌های آن است.

در برخی کیت‌ها به جای تصفیه کننده آب، بطری‌های آب آشامیدنی سالم نیز توصیه شده است.

**۱۰- کیسه جمع آوری اشیای آلوده پرتوی:** برای انتقال ایمن اشیای آلوده پرتوی مانند لباس، دستکش و... در نظر گرفته شده است.

ابعاد این کیسه‌ها ۳۶ \* ۲۴ اینچ و ضخامت آن سه میلیمتر است.



**۱۱- دستکش وینیل (پلاستیکی):** برای

محافظت از دست‌ها در تماس با اقلام آلوده

**۱۲- راهنمای استفاده از اقلام بسته:** در

تمامی بسته‌ها به منظور استفاده صحیح راهنمای بکارگیری همه اقلام بسته با بیان ساده و کاربردی قرار داده می‌شود.

**۴- دستمال به منظور رفع آلودگی:** دستمالی به

نام Rad-wipes جهت جلوگیری از تراوش محلول‌های رفع آلودگی (مثلاً هنگام استفاده از Iodowash و Radiacwash) به روی پوست، سطوح و یا محل‌های دیگر کاربرد دارد. ابعاد این دستمال نارنجی رنگ ۹\*۸ اینچ است

**۵- قرص ضد تهوع و استفراغ:** قرص اندانسترون برای کنترل تهوع و استفراغ‌های ناشی از پرتوگیری بیش از حد استفاده می‌شود. این دارو در بسته‌های شرقی قرار دارد.

**۶- کپسول آبی پروس:** این دارو در غرب با نام تجاری AntidotumThalli بصورت کپسول‌های ۵۰۰ میلی گرمی و در شرق با این نام عرضه می‌شود. آبی پروس در دفع سریعتر سزیم، تالیوم و روبیدیوم از دستگاه گوارش مؤثر است. مصرف بلافاصله پس از حادثه حداکثر تأثیر این دارو را در پی خواهد داشت.

**۷- قرص محافظ پرتو:** این قرص که در روسیه با نام تجاری بی ۱۹۰ (B-۱۹۰) عرضه می‌شود، در صورتیکه قبل از مواجهه پرتوی مورد استفاده قرار گیرد قادر است تاحدی بدن را از آثار سوء پرتوها محافظت نماید.

**۸- ماسک N۹۵:** برای جلوگیری از ورود ذرات رادیواکتیو به دستگاه تنفس



**۹- دستگاه فیلتر تصفیه آب آلوده رادیواکتیو:**

یک فیلتر دارای دو اتاقک که سبب انتقال و خروج عوامل آلوده کننده پرتوی از آب تازه و سایر منابع آبی می‌شود.

■ تا ۹۰ درصد فلوراید و ۹۹/۹۹ درصد آلودگی که ممکن است در آب تازه یافت شود را حذف می‌کند. این عوامل شامل بنزن، کلروفرم، کلرین، ذرات جامد غیر قابل حل مانند فزات سنگین، سرب، روی، جیوه و... می‌باشند.



سازمان پدافند غیرعامل کشور  
قرارگاه پدافند پرتوی

# OSL

## روشی نوین در دزیمتری

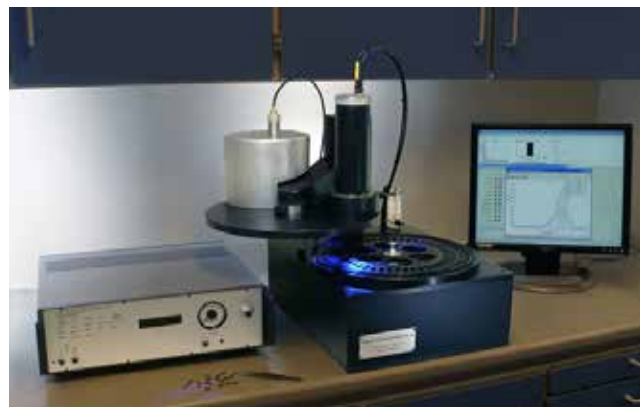
یونیزان) وقتی که با یک تحریک نوری دلخواه مواجه می‌شود، سیگنال نوری متناسب با دُز جذب شده منتشر می‌نماید. طول موج نور نشر یافته مشخصه ماده OSL می‌باشد. OSL مشابه با فرآیند TL<sup>۲</sup> است به جز اینکه تحریک به جای گرمایی به صورت نوری انجام می‌شود. بنابراین با TLD<sup>۴</sup> که یک دزیمتر تابش غیرفعال مرسوم در کاربردهای کلینیکی و حفاظت پرتویی می‌باشد، رقابت می‌کند. به مانند TL، بازده OSL از خصوصیت ماده حالت جامد است اما نشر OSL به مقدار زیادی متاثر از انرژی و شدت بیم نور تحریکی می‌باشد.

برخی از ترکیبات شیمیایی قادرند در اثر تحریک نوری، پالس نوری جایگزیده‌ای متناسب با انرژی دریافتی ناشی از جذب پرتو گسیل نمایند. اسپکتروسکوپی پالس نوری گسیل شده امکان اندازه‌گیری مقدار پرتو دریافتی را فراهم می‌نماید. ماده اصلی سیستم دزیمتری مذکور اکسید آلومینیوم با ناخالصی کربن می‌باشد. این ماده به همراه سیستم قرائتگر که شامل سخت افزار مربوط به تحریک نوری کریستال است قادر خواهد بود تحول قابل توجهی در فعالیتهای دزیمتری به ویژه دزیمتری گذشته نگر ایجاد نماید.

دزیمترهای OSL<sup>۱</sup> یا لومینسانس القاء نوری نسل جدیدی از سیستم‌های دزیمتری هستند که به کارگیری آنها قدمت زیادی نداشته و به دلیل دقت و کارایی بالا در دزیمتری‌های فردی، فعالیت‌های تضمین کیفیت، شبیه سازی‌های درمانی در رادیوتراپی، دزیمتری در پروژه‌های فضایی و همچنین در دزیمتری‌های گذشته نگر<sup>۲</sup> مورد استفاده قرار گیرد.

در شرایطی که احتمال قرار گرفتن افراد در معرض یک حادثه هسته‌ای وجود دارد و یا در صورتی که نیاز به حضور افراد در مناطق آلوده به مواد رادیواکتیو است، به ناچار باید از تجهیزات دزیمتری فردی فعال یا غیرفعال استفاده گردد تا میزان دز دریافتی هر فرد به طور دقیق معین شود. دزیمترهای OSL دزیمترهای غیرفعال پیشرفته‌ای هستند که برای این منظور مناسب می‌باشند.

در این سیستم دزیمتری اطلاعات ناشی از جذب پرتو در المان یا ماده دزیمتری مورد نظر ذخیره شده و اطلاعات مذکور با استفاده از تحریکات نوری آزاد می‌شود. در واقع OSL فرآیندی است که ماده تابش دیده (پرتو دهی شده با تابش

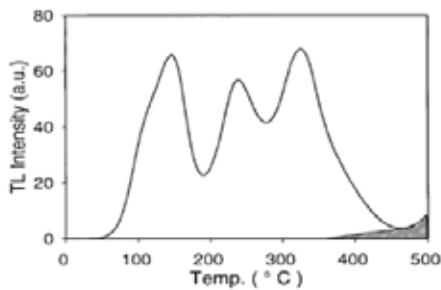


رقیب تکنیک دزیمتری بر پایه تحریک حرارتی مطرح است و هم اکنون در حال طی کردن مسیر تکاملی خود می‌باشد. کشورهایی چون دانمارک، آمریکا و فرانسه در بکارگیری این تکنیک پیشتاز بوده اند و به نظر می‌رسد این سیستم‌ها به دلیل مزیت‌های ماهیتی و نیز سهولت فن آوری و قابلیت پرتابل شدن در نهایت سهم غالب جامعه کاربری را به خود اختصاص دهند.

تکنیک دزیمتری بر اساس لومینسانس القاء نوری، مبتنی بر تحریک الکترون‌های به دام افتاده<sup>۳</sup> در ماده آشکار ساز، بوسیله نور لیزر می‌باشد. این تکنیک عملاً با ساخت دستگاه‌های قرائتگر حرفه ای عرصه جدیدی را گشود به گونه ای که هم اکنون حجم بالایی از تحقیقات دزیمتری در این زمینه در حال انجام است. این تکنیک بعنوان مکمل و خیلی وقتها

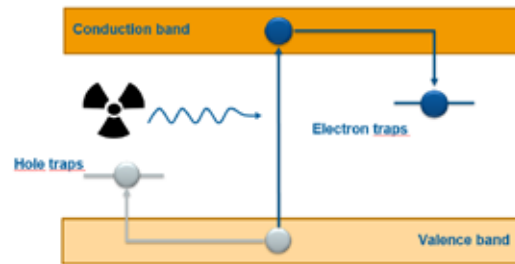
برخی از این الکترون‌ها با باز ترکیب با حفره‌های به دام افتاده باعث تابش می‌شوند و بر اثر ارتعاشات حرارتی شبکه بیرون رانده میشوند.

با افزایش دما این ارتعاشات قوی‌تر و در نتیجه احتمال بیرون رانده شدن الکترون‌ها به شدت افزایش می‌یابد به طوری که در یک محدوده دمایی، الکترون‌های به دام افتاده آزاد می‌شوند. برخی از این الکترون‌ها با باز ترکیب<sup>۱۱</sup> با حفره‌های<sup>۱۲</sup> به دام افتاده باعث تابش می‌شوند.



یک نمونه منحنی درخشش

نمودار درخشش در نگاه اول پیوسته به نظر می‌رسد اما در واقع مجموعه‌ای از پیک‌های همپوشان<sup>۱۳</sup> است که سر منشاء آنها آزاد شدن حرارتی الکترون‌ها از تله‌هایی با پایداری متفاوت است. طول عمر الکترون‌ها در تله‌های عمیق<sup>۱۴</sup> از طول عمر آنها در تله‌های کم عمق<sup>۱۵</sup> بیشتر است. اساساً تله‌هایی که منجر به پیک‌های زیر ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌شوند برای دزیمتری مناسب نیستند زیرا حتی در دمای اتاق نیز الکترون‌ها به تدریج از آنها آزاد می‌شوند. پیک‌های پایدار معمولاً در دمای ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد و بالاتر حاصل می‌شوند.



### مبانی

به طور کلی، برخی از مواد در صورتیکه ابتدا پرتو دهی و سپس بوسیله گرما یا نور تحریک<sup>۱۶</sup> شوند، نور مرئی انتشار می‌دهند که به آن نور لومینسانس گویند. بنابراین ترمولومینسانس یا لومینسانس حرارتی، انتشار نور مرئی از ماده پرتو دهی شده در اثر تحریک گرمایی و لومینسانس نوری، انتشار نور مرئی از ماده پرتو دهی شده در اثر تحریک نوری می‌باشد. لومینسانس از تحریک موادی حاصل می‌شود که در معرض تابش یون ساز<sup>۱۷</sup> بوده‌اند. حین تابش دهی ماده، انرژی در شبکه کریستال به صورت الکترون‌هایی که در نواقص شبکه<sup>۱۸</sup> به دام افتاده‌اند، ذخیره می‌شود. در تحریک، بارهای به دام افتاده آزاد و در پی آن سیگنال لومینوسانس تولید می‌شود.

### لومینسانس القاء حرارتی

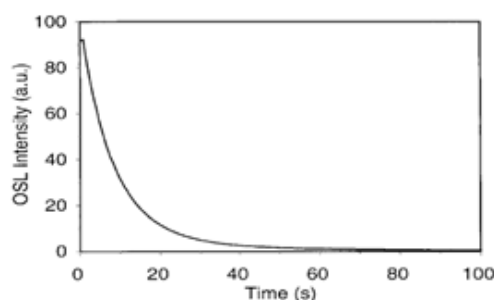
اساس لومینسانس القاء حرارتی، گرم کردن آشکار ساز تا دمایی مشخص (مثلاً ۵۰۰ درجه سلسیوس) و ثبت شدت لومینسانس بر حسب دما است. منحنی شدت لومینسانس بر حسب دما، به منحنی درخشش<sup>۱۹</sup> معروف است که دارای پیک‌های مختلفی در دماهای مختلف است. این پیک‌ها مربوط به الکترون‌های به دام افتاده در تله‌های<sup>۱۰</sup> موجود در آشکار ساز می‌باشد. به طور کلی عامل اصلی بوجود آمدن این تله‌ها در آشکار ساز، نواقص موجود در شبکه هستند. نقص می‌تواند بر اثر کندی یک یون منفی بوجود بیاید که به صورت دامی برای الکترون عمل می‌کند. الکترون‌ها پس از بدام افتادن، بتدریج بر اثر ارتعاشات حرارتی شبکه بیرون رانده میشوند. با افزایش دما این ارتعاشات قوی‌تر و در نتیجه احتمال بیرون رانده شدن الکترون‌ها به شدت افزایش می‌یابد به طوری که در یک محدوده دمایی، الکترون‌های به دام افتاده آزاد می‌شوند.



سازمان پدافند غیرعامل کشور  
قرارگاه پدافند پرتوی



دز تابشی جذب شده<sup>۲۲</sup> خواهد بود.



یک نمونه از منحنی سیگنال لومینسانس القاء نوری

بر خلاف سیگنال ترمو لومینسانس که به صورت نمودار چند پیکی است که محل پیکها نمایانگر سطح تلهها است، سیگنال لومینوسانس القاء نوری در طی تابش دهی با نور تحریکی، کاهشی است. این موضوع در شکل ۲ به خوبی نمایان است. اصل فیزیکی حاکم بر لومینسانس القاء نوری، تا حد زیادی نزدیک و مرتبط با اصول ترمولومینسانس است.

ذرات پر انرژی باردار نه تنها به LET ذرات بلکه به نوع ماده آشکارساز (تک کریستال یا پودری) و روش تحریک (پیوسته یا پالسی) بستگی دارد. علاوه به غیر از تغییرات در پاسخ لومینسانس القاء نوری، ماهیت منحنی تلاشی سیگنال OSL نیز به LET باردار پر انرژی وابسته است. جدول ۱ میزان بازدهی درخشندگی  $Al_2O_3:C$  را در برابر ذرات پر انرژی باردار را نسبت به پرتوهای گاما در سه مد تحریکی مختلف نشان می دهد.

Beam ion	LET (keV/μm in water)	Initial CW-OSL		Integrated CW-OSL		POSL
H	0.22	0.98	-	0.91	-	-
H	0.413	1.11	-	0.95	-	-
H	0.96	1.10	-	0.93	-	-
He	2.26	1.37	1.01	1.00	0.83	0.81
C	11.20	1.32	0.73	0.76	0.53	0.60
Si	55.70	0.85	0.42	0.47	0.33	0.38
Fe	193.00	0.64	0.38	0.38	0.30	0.31

جدول ۱) میزان بازدهی درخشندگی  $Al_2O_3:C$  در برابر ذرات

پرانرژی باردار نسبت به پرتوهای گاما

اخیراً علاوه بر گسیل اصلی ۴۲۰ نانومتری این ماده بر اثر تحریک نوری، خط گسیلی دیگری در ۳۵۵ نانومتر با نیمه عمر ۷ نانوثانیه مشاهده شده است و نشان داده شده که نسبت پیک این خط گسیلی به پیک ۴۲۰ نانومتری، با تغییر LET تغییر می کند. این موضوع پتانسیل مناسبی در بکارگیری این ماده در دزیمتری فضایی<sup>۲۳</sup> بدست می دهد که مشخصه این نوع دزیمتری، وجود ترکیبی از ذرات باردار گوناگون با انرژیهای مختلف و شارهای متنوع است.

مساله بعدی در اندازه گیری ترمو لومینوسانس فرونشانی حرارتی<sup>۱۶</sup> است برخی پیکهای دما بالا در کوارتزها<sup>۱۷</sup> مربوط به فرایندهای فرونشانی حرارتی است که احتمال باز ترکیب غیر تابشی<sup>۱۸</sup> را افزایش می دهند. سومین عامل مورد مطالعه مسئله محو شدگی<sup>۱۹</sup> است. این پدیده مربوط به تلههای کم عمق است که این تلهها ممکن است در دمای اتاق نیز گذار انجام داده و در نتیجه هنگام قرائت، اعداد مختلفی از دز دریافتی را بدست دهند برای حل این مشکل عملیات پیش حرارت دهی<sup>۲۰</sup> صورت می پذیرد که در آن قبل از قرائت اصلی، نمونه حرارت دهی اولیه می شود تا سیگنالهای مربوط به تلههای کم عمق ناپایدار حذف گردند.

### لومینسانس القاء نوری

لومینسانس القاء نوری از باز ترکیب بارهایی که از تلههای الکترونی داخل نمونه، که توسط نور لیزر آزاد می شوند، حاصل می گردد. این تلهها می توانند با تلههای مربوط به پیکهای ترمو لومینسانس یکسان یا غیر یکسان باشند. تجمع الکترون در تلهها ناشی از تحت تابش قرار گرفتن ماده است و لذا شدت لومینسانس نوری متناسب با

### انواع مواد قابل استفاده در تکنیک OSL

#### ۱- ماده $Al_2O_3:C$

پایداری شیمیایی بالا  $Al_2O_3$  با ناخالصی کربن و گپ ممنوعه بزرگ (۹،۲ الکترون ولت) که باعث امکان ایجاد انواع مراکز تله و مراکز رنگی پایدار را فراهم می آورد، این ماده را به عنوان مادهای بسیار مناسب برای OSL مطرح کرده است. نشان داده شده است که نیمه عمر تابش لومینسانس در این ماده حدود ۳۵ میلی ثانیه است که این مشخصه  $Al_2O_3:C$  باعث توسعه تکنیک تحریک پالسی (POSL) علاوه بر تکنیکهای تحریک پیوسته (CW-OSL) شد. لازم به ذکر است که  $Al_2O_3$  خالص و یا  $Al_2O_3$  با ناخالصیهای دیگر نظیر Si و Ti حساسیت مناسبی از خود نشان نمی دهند. از آنجا که این ماده به شدت به نور حساس است باید با عایق نوری مناسبی همراه باشد.

البته در دزیمتری میدانهای ترکیبی مشکلاتی وجود دارد. برای مثال، به مانند ترمولومینسانس با افزایش LET<sup>۲۱</sup> تابش، پاسخ OSL این ماده کاهش می یابد. همچنین پاسخ OSL این ماده به جرم، بار و انرژی ذرات پر انرژی وابستگی دارد. نشان داده شده است که کارایی OSL برای انواع ذرات پر انرژی باردار نه تنها به LET ذرات بلکه به نوع ماده آشکارساز (تک کریستال یا پودری) و روش تحریک (پیوسته یا پالسی) بستگی دارد. علاوه به غیر از تغییرات در پاسخ لومینسانس القاء نوری، ماهیت منحنی تلاشی سیگنال OSL نیز به LET ذرات باردار پر انرژی وابسته است. جدول روبرو میزان بازدهی درخشندگی  $Al_2O_3:C$  را در برابر ذرات پر انرژی باردار را نسبت به پرتوهای گاما در سه مد تحریکی مختلف نشان می دهد.

البته در دزیمتری میدانهای ترکیبی مشکلاتی وجود دارد. برای مثال، به مانند ترمولومینسانس با افزایش LET تابش، پاسخ OSL این ماده کاهش می یابد. همچنین پاسخ OSL این ماده به جرم، بار و انرژی ذرات پر انرژی وابستگی دارد. نشان داده شده است که کارایی OSL برای انواع

## BeO-۲

گرمایی بسیار بالایی دارد و تا دماهای تا ۲۰۰۰ درجه سانتیگراد مقاومت می‌کند. یکی از خواص جالب این ماده از منظر OSL، اختلاف زیاد بین طول موج تحریک (۴۳۵ نانومتر) و طول موج گسیل (۳۳۵ نانومتر) است که در اندازه گیری دُز به روش لومینسانس القاء نوری یک مزیت به حساب می‌آید. ولی حساسیت این ماده از  $Al_2O_3:C$  کمتر است البته حساسیت این ماده در نمونه‌های مختلف تا حدود ۳ برابر متغیر است و نمونه‌های ناخالص حساسیت بیشتری از نمونه‌های خالص از خود نشان می‌دهند.

یکی از مواد مناسب برای استفاده در تکنیک لومینسانس القاء نوری BeO است. این ماده ارزان است و معادل بافتی عمل می‌کند با اینحال به دو دلیل تا کنون زیاد این ماده مورد توجه نبوده است. اول بالا بودن آستانه آشکارسازی که عموماً ۱۰ میلی‌گری می‌باشد و دوم سمی بودن این ماده. البته بیشتر به دلیل سمی بودن، این ماده با اقبال مناسبی برای بکارگیری در دُزیمتری پرسنلی روبرو نشده است. از این ماده در صنعت الکترونیک به عنوان عایق الکتریکی و حرارتی استفاده می‌شود زیرا هدایت



### □ مزیت‌های روش لومینسانس نوری نسبت به لومینسانس حرارتی

کار امکان نرمالیزاسیون حساسیت تک تک نمونه‌ها را میسر می‌کند. در واقع این تحریک کوتاه آسیب چندانی به اندازه سیگنال اصلی OSL وارد نخواهد کرد.

□ یکی از اصلی‌ترین مزیت‌های OSL امکان تحریک موضعی نمونه و در نتیجه با اسکن کردن سطح نمونه امکان بدست آوردن سیگنال‌های OSL مکانی است. که این مبنای تصویر برداری‌هایی با مقاصد پزشکی است.

□ در روش OSL، الکترون‌های بدام افتاده در تله‌هایی که بیشترین حساسیت به نور را دارند شمارش می‌شود که این در قدمت سنجی دوره‌های زمین‌شناسی اهمیت دارد و استفاده می‌شود.

□ در بسیاری از موارد، پاسخ دُز OSL با TL یکسان است.

□ لومینسانس القاء نوری اساساً فرآیند بسیار سریعتری در مقایسه با ترمولومینسانس است.

□ سطح تحریک نوری را می‌توان با دقت بسیار بالایی کنترل کرد و در نتیجه دقت دُزیمتری در این

□ بسیاری از مواد ترمولومینسانس از مساله فرونشانی حرارتی رنج می‌برند که باعث کاهش بهره در اثر افزایش دما میگردد از آنجا که OSL در نزدیکی دمای اتاق انجام می‌شود این مساله در مورد این روش موضوعیت ندارد و لذا ذاتاً حساسیت بالاتری نسبت به TL خواهد داشت.

□ طبیعت غیر مخرب OSL مزیت دیگری نسبت به TL است زیرا در دمای اتاق قابل انجام است. اگرچه در دماهای بالاتر نیز OSL تولید می‌شود.

□ از آنجا که در روش OSL تنها تعداد محدودی از تله‌ها تخلیه می‌شوند از این روش می‌توان برای اندازه‌گیری چندگانه یک نمونه استفاده کرد که در TL بعلت بالا رفتن دما و تخلیه همه تله‌ها در واقع نمونه را یکبار بیشتر نمیتوان دُزیمتری کرد. این مزیت OSL بیشتر در تشکیل بانک اطلاعات و ذخیره سازی نمونه برای اندازه‌گیری‌های قانونی مجدد، اهمیت دارد.

□ از دیگر مزیت‌های OSL امکان استفاده از سیگنال OSL بدست آمده از نمونه بر اثر تحریک کوتاه (0.1s)، قبل از اندازه‌گیری سیگنال OSL اصلی است که این



سازمان پدافند غیرعامل کشور  
تارکاه پدافند پرتویی

■ دزیمتر لومینسانس القاء نوری دارای محدوده دینامیکی بالاتری نسبت به سایر تکنولوژی‌های هم ردیف خود است و امکان اندازه‌گیری دز از چند ده میکروگری تا ۱۰۰ گری را داراست. البته لازم به ذکر است مواد آشکار ساز مورد استفاده در دزیمتری OSL حساسیت بسیار پایینی به نوترون‌ها (حرارتی و سریع) دارند و از این جهت روش ترمولومینسانس حرارتی حساسیت بیشتری دارد با اینحال تلاش‌هایی برای تولید مواد جدید دارای حساسیت کافی به نوترون در حال انجام است.

روش به نحو قابل ملاحظه‌ای قابل افزایش است.

■ لومینسانس القاء نوری، امکان قرائت مکرر را فراهم می‌آورد و بطور معمول برای تأیید دزهای تابشی گزارش شده مورد استفاده قرار می‌گیرد. تنها کسری از الکترون‌های به دام افتاده در ماده بر اثر تحریک نوری آزاد می‌شوند حال آنکه در سیستم دزیمتری ترمولومینسانس تنها یکبار امکان قرائت آشکار ساز وجود دارد.

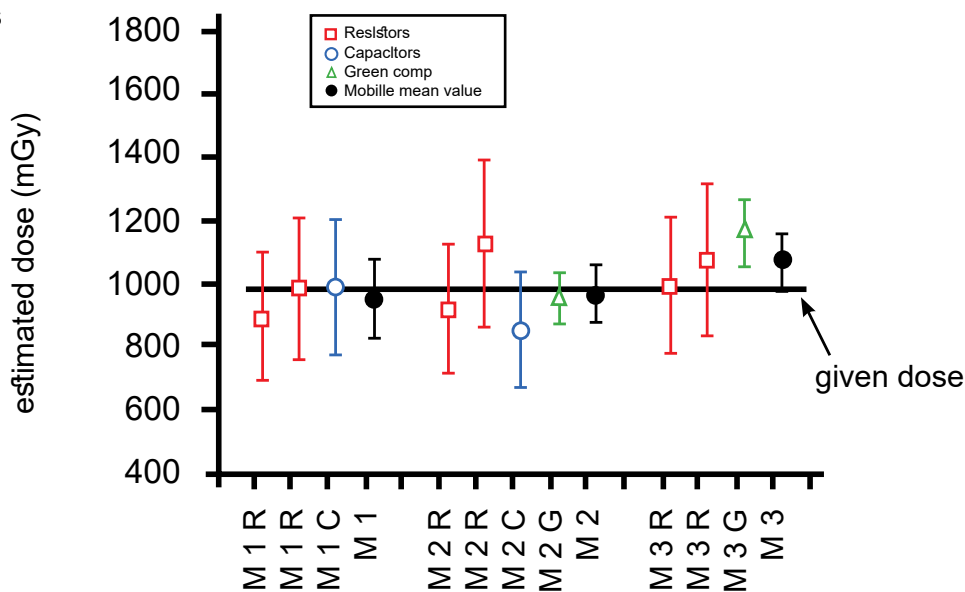
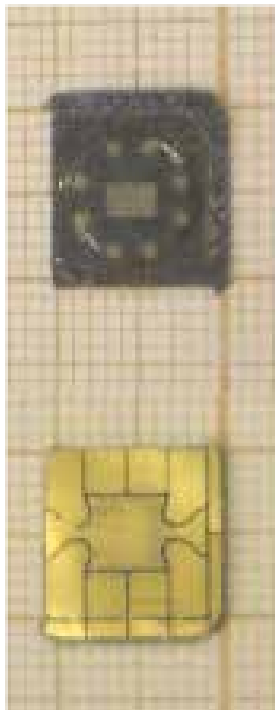
■ دزیمتر لومینسانس القاء نوری پایداری بالایی در شرایط محیطی دارد. گرما، رطوبت یا ترکیبات شیمیایی اثری بر روی آشکار ساز ندارند.

### □ دزیمتری سانحه و بازیابی دز

دز دریافتی از طریق تحریک نوری قطعات الکترونیکی (مقاومت، خازن و...) موبایل‌های ساخت شرکت NOKIA است. در این آزمایش موبایل در معرض تابش ۱۰۰۰ میلی‌گری قرار گرفته و سیگنال لومینسانس القاء نوری پس از دو روز برآورد شده است. اگر چه در برخی موارد عدم قطعیت تا ۴۰۰ میلی‌گری در اندازه‌گیری‌ها دیده می‌شود با اینحال این نمونه موفقی از تخمین دز با استفاده از وسایل شخصی حاضر در صحنه تابش را به نمایش می‌گذارد.

در شرایطی که داده‌های مستقیم پایش در دسترس نیستند، محاسبه دز با استفاده از مواد یا اقلام همراه افراد در یک سانحه را می‌توان برای اعتبار سنجی نتایج محاسباتی به کار برد. خواص لومینسانس القاء نوری چیپ‌های حافظه یا مقاومت‌های سرامیکی‌ای تجهیزات الکترونیکی (نظیر تلفن‌های همراه، کارت‌های شناسایی و اعتباری و...)، نتایج بسیار جالبی از امکان دزیمتری با استفاده از این تجهیزات را به همراه داشته است. شکل زیر نشان دهنده تست بازیابی

-1000 mGy  
-OSL after 2 days  
-fading correction



M1= Nokia 1100; M2 =Nokia 3310 ; M3=Nokia 6021

تست بازیابی دز از موبایل

است و تقریباً در همه جا این ادوات یافت می‌شوند و می‌توانند برای کسب اطلاعات بروز سوانح پرتوی مورد استفاده واقع شوند.

همچنین آزمایش‌های موفقی بر روی بازیابی دز از روی فلش USB انجام شده است (هم با ترمولومینسانس و هم با لومینسانس القاء نوری). اهمیت این موضوع در گسترش آنها در زندگی امروزی بشر





### □ دزیمتری در فضا (Space dosimetry)

محیط پرتوی فضا، محیطی ترکیبی از ذرات باردار است. نوترون‌های متوسط و پرنرژی، ذرات آلفا و الکترون‌ها و یون‌های سنگین پرنرژی بسیار زیاد و نیز شارهای متغیر.

فضانوردان در مدارهای کم ارتفاع زمین (LEO) در معرض تابشی قرار دارند که حدود ۱۰۰ برابر تابش زمین است. آشکارسازهای ترمولومینسانس و القاء نوری کارایی خوبی در محدوده تابشی کمتر از  $10 \text{ (KeV)/mm}$  دارند، اگرچه بالاتر از این حد نیز کارایی غیر صفری (البته نزولی) از خود نشان می‌دهد. بنابراین هیچ تک دزیمتری قادر به پوشش ارزیابی دز جذبی در کل طیف انرژی تابشی را ندارد و لذا ترکیبی از دزیمترها برای تخمین دز معادل ناشی از تابش فضایی مورد نیاز هستند. با اینحال اصلاحات مناسبی در رنج بزرگتر از  $10 \text{ (KeV)/mm}$  مورد نیاز هستند.

### □ کاربردهای فیزیک بهداشت

یکی از کاربردهای مهم دزیمتری TL و OSL در حوزه فیزیک بهداشت است. برخی از این اندازه گیری‌های دزیمتری عبارتند از:

منحنی‌های عمق - دز، اندازه گیری روی فانتوم، دزیمتری در محل in-vivo، دزهای سطحی و کنترل کیفی<sup>۲۵</sup>.

دزیمترهای OSL پتانسیلهای بالایی در این کاربردها دارند. حساسیت بالا، انتقال دقیق نور در حین تحریک اپتیکی، زمان قرائت کم و قرائتگر ساده جزء اصلی ترین برتری‌های OSL در مقایسه با TLD به شمار می‌روند.

سیستم OSL مبتنی بر فیبر نوری با ماده آشکار ساز  $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C}$  در دزیمتری in-vivo و invitro هم در رادیو تراپی و هم سونوگرافی تشخیصی قابل استفاده است. اصلی ترین برتری این نوع دزیمتر کوچک بودن آن نسبت به آشکارسازهای پرتوی متداول نظیر TLD است. برتری دیگر آن است که دزیمتری را می‌توان با کوپلاژ فیبر نوری به سیستم آشکار سازی، از راه دور به انجام رساند.



سازمان پدافند غیرعامل کشور  
تزارگاه پدافند پرتوی

### □ دُزیمتری قدمت سنجی

و غربالگری انجام می‌شود. سپس تکه کوچکی از نمونه بدست آمده با نور دارای طول موج مناسب تحریک می‌شود که برای کوارتز نور سبز یا آبی در مد پیوسته بکار گرفته می‌شود. در ادامه با یک چشمه کالیبره نمونه را تحت تابش با مقدار دُز معینی قرار می‌دهند و سیگنال لومینسانس القاء نوری ثبت می‌شود. این عملیات به اِزاء چندین مقدار دُز مختلف تکرار و منحنی سیگنال OSL بر حسب دُز ترسیم می‌گردد و با استخراج سیگنال OSL سایر نمونه‌ها و تعیین میزان دُز ناشی از تابش طبیعی در نمونه‌ها، طول عمر آنها تعیین می‌شود.

در دُزیمتری قدمت سنجی دو روش عمده وجود دارد در روش نخست از چندین نمونه (برای هر بار تابش دهی و اندازه گیری OSL، یک نمونه) استفاده می‌شود و در روش دوم از یک نمونه برای تمام تابش دهی و اندازه گیری‌ها استفاده می‌شود. اکثر تحقیقات جدید بر اساس تکنیک دوم (که به SAR<sup>۲۶</sup> معروف است) استوار است. در این تکنیک مواد معدنی مورد نظر از نمونه‌های طبیعی استخراج می‌شوند که عمدتاً کوارتز یا فلداسپار هستند. عملیات استخراج نمونه با تکنیک‌های مختلفی نظیر شستشو با اسید، جداسازی مغناطیسی

### مراجع

- (1) Markey BG, Colyott LE, Mckeever SW. Time resolved optically stimulated luminescence from a-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:C. Radiat Measurements 1995;24:457-63.
- (2) Zhang CX, Tang Q, Bin LB, Luo DL. Thermoluminescence glow curve and optical stimulated luminescence of undoped a-AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:C. Radiat Prot Dosim 2006;119:402-7
- (3) Sommer M, Fraudenberg R, Henniger J. New aspects of a BeO-based optically stimulated luminescence dosimeter. Radiat Measurements 2007;42:617-20.
- (4) Bos AJ, Prokic M, Brouwer JC. Optically and thermally stimulated luminescence characteristics of MgO:Tb<sup>+</sup>. Radiat Prot Dosim 2006;119:130-3
- (5) Douguchi Y, Nanto H, Sato T, Imai A, Nasu S, Kusano E, et al. Optically stimulated luminescence in Eu-Doped KBr phosphor ceramics. Radiat Prot Dosim 1999;84:143-7.
- (6) Kulkarni MS, Muthe KP, Rawat NS, Mishra DR, Kakade MB, Ramanathan S, et al. Carbon doped yttrium aluminum garnet (YAG:C): A new phosphor for radiation dosimetry. Radiat Measurements 2008;43:492-6.
- (7) Masson NM, Bos AJ, Van Eijk CW, Furetta C, Chaminade JP. Optically and thermally stimulated luminescence of KMgF<sub>3</sub>:Ce and NaMgF<sub>3</sub>:Ce. Radiat Prot Dosim 2002;100:229-34
- (8) P. S. Page et. al, Delayed optically stimulated luminescence of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Si,Ti phosphor, Indian J. Eng. & Material Sciences, V. 16, PP. 154-156, 2009.
- (9) AS Pradhan, Ji Lee, JL Kim, Recent developments of optically stimulated luminescence materials and techniques for radiation dosimetry and clinical applications, Journal of Medical Physics, V. 33, PP. 85-99.
- (10) Miller SD, Endres GW, McDonal JC, Swinth KL. Cooled optically stimulated luminescence in CaF<sub>2</sub>:Mn. Radiat Prot Dosim 1988;25:201-6
- (11) Zhydacheveskii Y, Suchocki A, Berkowski M, Zakharko Y. Optically stimulated luminescence of YAIO<sub>3</sub>:Mn<sup>2+</sup> for radiation dosimetry. Radiat Measurements 2007;42:625-7.
- (12) Therése Geber-Bergstrand, Christian Bernhardsson, Maria Christiansson, Sören Mattsson, and Christopher L. Rääf, Optically stimulated luminescence (OSL) dosimetry in irradiated alumina substrates from mobile phone resistors, Radiation and Environmental Biophysics 2018; 57(1): 69–75.
- (13) Bøtter-Jensen, S.W.S. McKeever and A.G. Optically Stimulated Luminescence Dosimetry, Elsevier, 2003

## استفاده از سیستم

### تصویربرداری گاما

### بر روی پهباد

### برای اندازه گیری میزان پرتوزایی



را با یک پرنده بدون سرنشین که یک دوربین کامپتون فوق حساس را حمل می‌کند، ارائه می‌شود. تصاویر تابش گامای گرفته شده از ارتفاع ۱۰ متری و ۲۰ متری بالای زمین به صورت کیفی با یک نقشه نرخ دُز بازسازی شده از اندازه گیری‌های سطح زمین سازگار است. لذا استفاده از چنین وسیله ای می‌تواند زمان اندازه گیری را ده‌برابر کاهش دهد و برای مناطقی که اندازه گیری از روی زمین دشوار است بسیار مناسب می‌باشد.

بعد از فاجعه هسته‌ای فوکوشیما در سال ۲۰۱۱ مقدار زیادی مواد رادیو اکتیو (همچون  $^{137}\text{Cs}$  و  $^{134}\text{Cs}$ ) وارد محیط زیست و علی‌الخصوص مناطق مسکونی شد. توزیع مواد رادیو اکتیو و آلودگی در مناطق وسیعی از کوهستان و جنگل‌های نزدیک به شهر هنوز ناشناخته بود، لذا عملیات پاکسازی و رفع آلودگی با اختلال مواجه شده بود. در این مقاله گزارشی از اولین دوربین تصویربرداری گامای محیطی از یک حیاط مدرسه در فوکوشیما



#### □ مقدمه

لذا اندازه گیری‌ها به طور مرتب باید انجام شود، حتی زمانی که عملیات پاکسازی انجام شده باشد. یکی از روش‌های اندازه گیری pinhole camera است که آسان ترین راه عکس برداری از تابش گاما است اما احتیاج به یک یکسوساز سنگین دارد. مدل دیگری نیز وجود دارد که از یک دوربین کامپتون استفاده می‌کند که با صرفه است و از سینتیک پراکندگی کامپتون به جای یکسوساز مکانیکی استفاده می‌کند تا یک عکس مرجع تهیه کند.

در این مقاله یک سیستم جایگزین هوایی با استفاده از یک کواد کوپتر ارزان (DJI S1000+) که نسبتاً ارزان تر از سیستم متداول (حدود ۶۰۰۰ دلار) و کوچکتر (با قطر تقریبی ۱ متر و وزن ۲٫۴ کیلوگرم) است استفاده شده است. از معایب این سیستم این است که ماکزیمم باری که می‌تواند تحمل کند حدود ۵ کیلو و زمان پرواز نیز ۱۰ دقیقه است، درحالی‌که هلی کوپتر بدون سرنشین توانایی حمل ۱۰ کیلو و زمان پرواز

پس از فاجعه فوکوشیما، اقدامات پاکسازی مؤثری انجام شد، اما فقط محدود به شهر و مزارع کشاورزی نزدیک مناطق مسکونی بود، درحالی‌که بیش از ۷۰ درصد از منطقه فوکوشیما پوشیده از جنگل است و مناطقی وجود دارند که هنوز مقدار زیادی از مواد رادیو اکتیو در آن انباشته شده است. یک سری نقشه‌های توزیع نرخ دُز آلودگی توسط آژانس بین‌المللی اتمی ژاپن (JAEA) بر پایه مانتیورینگ محیطی در ارتفاع ۱۵۰-۳۰۰ متر فراهم شده است به طوری که تمام میدان‌های آلوده را در فوکوشیما پوشش می‌دهد. به منظور تهیه عکس با رزولوشن‌های بالاتر از یک سیستم بالگرد بدون سرنشین که می‌تواند در ارتفاع ۱۰-۱۵۰ متری پرواز کند نیز استفاده شده است. نکته مهم این است که نقشه و توزیع مناطق رادیواکتیو ممکن است با زمان تغییر کند، چرا که این مواد رادیو اکتیو ممکن است توسط آب باران از مناطق جنگلی به سمت مناطق مسکونی جاری شود،



سازمان پدافند غیرعامل کشور  
قرارگاه پدافند پرتویی



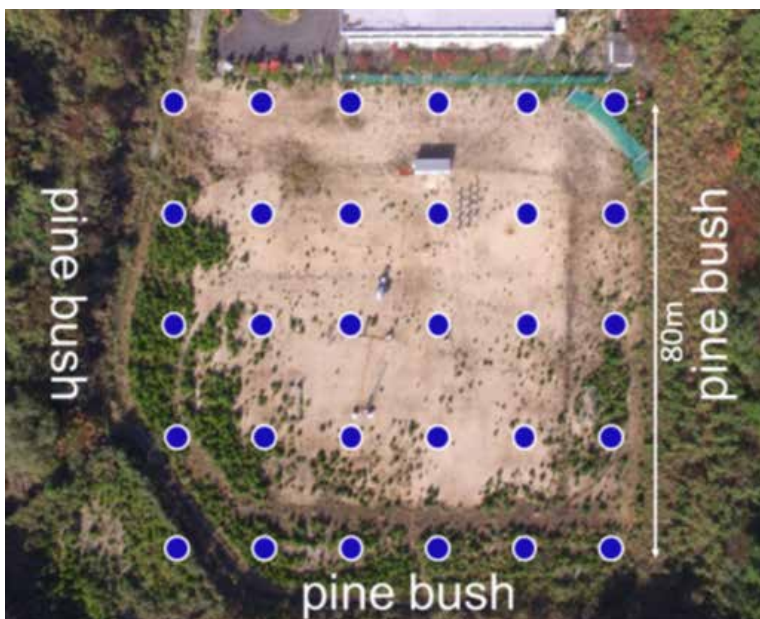
۹۰ دقیقه دارد، لذا باید دقت کرد که سیستم آشکار ساز سبک وزن باشد. علاوه بر این یک سیستم بی سیم برای کنترل وسیله بدون سرنشین و همچنین ایستگاه زمینی را میبایست فراهم کرد. علاوه بر آن یک دوربین کامپوتونی نیاز است که دارای حساسیت بالایی باشد تا بتواند در یک پرواز ده دقیقه ای یک نقشه هوایی نرخ دُز را تهیه کند. نتایج اولیه عکس برداری گاما توسط دوربین کامپوتون به وزن ۱,۹ کیلوگرم که در شهر Namie منطقه فوکوشیما انجام شده سازگاری بسیار خوبی با تصاویر پایش هوایی داشته علاوه بر اینکه زمان پایش از مرتبه ۱۰ برابر کاهش یافته است.

### □ اندازه گیری های زمینی

آزمایش در حیاط یکی از شعب دبیرستان های نامیه در شهر فوکوشیما و در مختصات ۳۷ درجه و ۳۳ دقیقه و ۴۵ ثانیه شمالی و ۱۴۰ درجه و ۴۶ دقیقه و ۷ ثانیه شرقی واقع شده است. قبل از انجام آزمایش با استفاده از کواد کوپتر، نقشه ی نرخ دُز سرتاسر حیاط مدرسه بدست آمد، تا بتوان توزیع مواد رادیواکتیو را اندازه گیری نمود. همان طور که در شکل شماره ۱ مشاهده می شود، حیاط مدرسه توسط جنگل کاجها احاطه شده و در نواحی مرزی آن درختان کاج تازه وجود دارد اما در مرکز حیاط مدرسه، تعداد کمتری درخت کاج دیده می شود. نقاطی به صورت ۶ ردیف و ۵ ستون (۶×۵) به فاصله ی ۲۰ متر از یکدیگر مشخص گردید که سطحی در حدود ۸۰×۱۰۰ مترمربع را پوشش می دهد. نرخ دُز اطراف هر نقطه توسط پرتوسنج پایه سوسوزنی

آزمایش در حیاط یکی از شعب دبیرستان های نامیه در شهر فوکوشیما و در مختصات ۳۷ درجه و ۳۳ دقیقه و ۴۵ ثانیه شمالی و ۱۴۰ درجه و ۴۶ دقیقه و ۷ ثانیه شرقی واقع شده است. قبل از انجام آزمایش با استفاده از کواد کوپتر، نقشه ی نرخ دُز سرتاسر حیاط مدرسه بدست آمد، تا بتوان توزیع مواد رادیواکتیو را اندازه گیری نمود. همان طور که در شکل شماره ۱ مشاهده می شود، حیاط مدرسه توسط جنگل کاجها احاطه شده و در نواحی مرزی آن درختان کاج تازه وجود دارد اما در مرکز حیاط مدرسه، تعداد کمتری درخت کاج دیده می شود. نقاطی به صورت ۶ ردیف و ۵ ستون (۶×۵) به فاصله ی ۲۰ متر از یکدیگر مشخص گردید که سطحی در حدود ۸۰×۱۰۰ مترمربع را پوشش می دهد. نرخ دُز اطراف هر نقطه توسط پرتوسنج پایه سوسوزنی

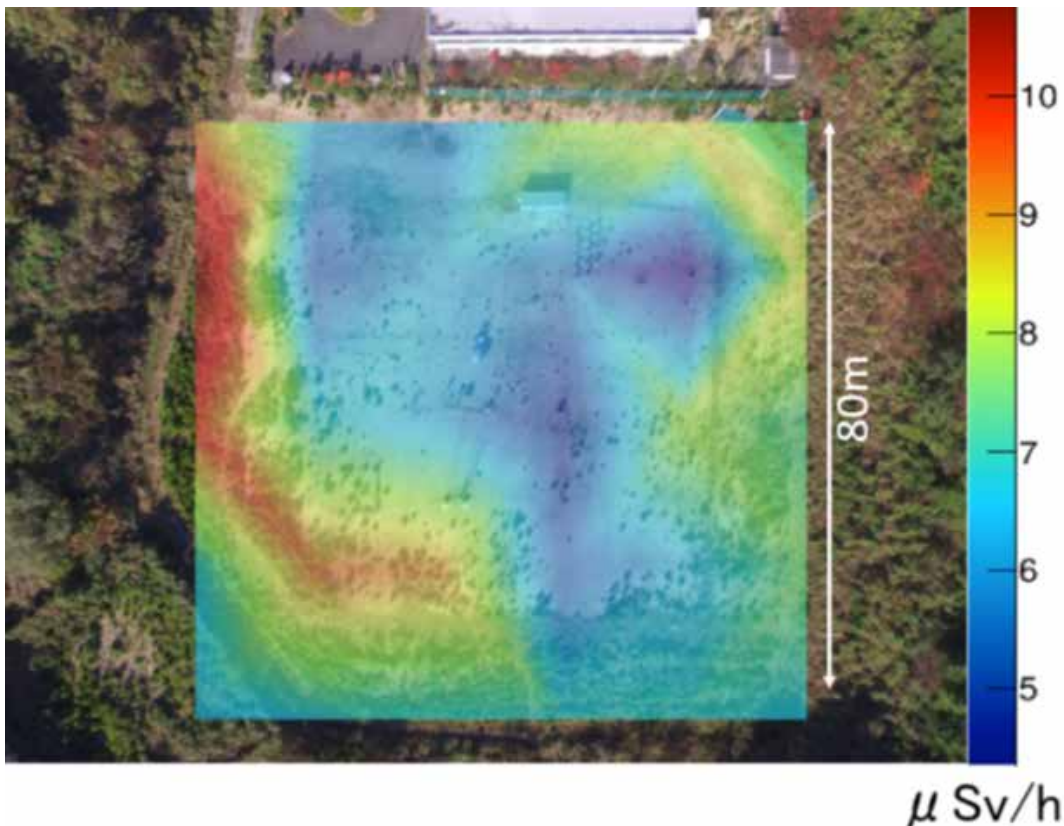
فاصله ی ۳۰ سانتی متری از سطح زمین بر روی دایره ای به شعاع ۲ متر از مرکز اندازه گیری شده و مقدار میانگین را در لحاظ شد. زمان اندازه گیری ۵ دقیقه برای ۳۰ نقطه و ۳۰ دقیقه هم برای پیاده روی و جابجایی می باشد. میزان انحراف اندازه گیری برای هر نقطه نیز ۱۰ درصد در نظر گرفته شده است.



شکل ۱) تصویر هوایی دبیرستان شهر نامیه فوکوشیما، ماتریس ۶×۵ برای اندازه گیری دُز گامای سطح زمین در نظر گرفته شده است.

شکل ۲ نقشه ی دُز تابش که از اندازه گیری های سطح زمین بازسازی شده را نشان می دهد. زمان نهایی برای اندازه گیری بیش از سه ساعت است. جهت استخراج نقشه ی دو بعدی پیوسته، نرخ دُز در هر نقطه با درون یابی اطلاعات ۳۰ نقطه محاسبه شده است. از آنجا که  $^{137}\text{Cs}$  اغلب در نواحی نازکی به اندازه چند متر در منطقه ی فوکوشیما پخش شده. بنابراین ممکن است تعدادی از نقاط حساس در طول اندازه گیری های سطحی زمین از دست برود. در این مقاله، مشاهده می شود، با استفاده از کواد کوپتر، می توان نقشه های دُز دقیق بدون از دست دادن نقاط حساس و داغ بدست آورد.





شکل ۲) نقشه نرخ دُز سطح زمین که از درونبایی دیتاهای ۳۰ نقطه بدست آمده است. مقیاس رنگی نشان می‌دهد نرخ دُز از مرتبه  $\mu\text{Sv/h}$  می‌باشد. زمان کل اندازه‌گیری ۱۸۰ دقیقه بوده است.

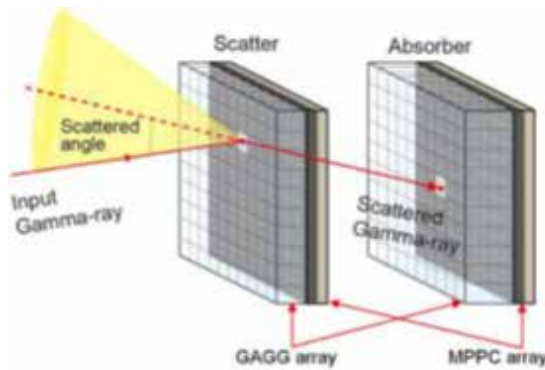
### □ دوربین کامپتون کوچک

و اندازه‌ی آن در حدود  $۱۳,۵ * ۱۴ * ۱۵ \text{ cm}^3$  است. همچنین این دوربین دارای لنزهای fish eye است و تصاویر تابش گاما و دیداری در یک زمان فراهم می‌کند. از این دوربین بارها در فوکوشیما برای اندازه‌گیری‌های سطح زمین استفاده شده است. دوربین کامپتون تشکیل شده از پراکنده ساز و جذب‌کننده که آرایه‌های سوسوزن Multi-Pixel Photon Counter (MPPC) جفت شده‌اند. حساسیت دوربین‌های کامپتون بسیار بالاست به طوری که اگر چشمه ۱ مگا بکرلی  $^{137}\text{Cs}$  در ۵۰ سانتی‌متری دوربین قرار گرفته باشد، در ۱۰ ثانیه تصویر می‌شود که مطابقت دارد با دُز  $۰,۳۵ \mu\text{Sv/h}$  در مکان دوربین. رزولوشن زاویه‌ای دوربین در حدود ۱۴ درجه (FWHM) و رزولوشن انرژی برای تابش گامای  $۶۶۲ \text{ keV}$ ، ۹٪ اندازه‌گیری شده است.

این دوربین از پراکندگی کامپتون بهره می‌برد و از دو یا چند لایه تشکیل شده که آنها را لایه‌های جاذب و پراکنده ساز گویند. وقتی یک فوتون تابش گاما در یک آشکار ساز پراکنده شود و در دیگری جذب شود و تصویر اصلی از انطباق مخروط‌های کامپتون چندگانه استخراج خواهد شد. به دلیل محدودیت، میزان بار قابل حمل برای کوادکوپترهای تجاری، مازول تصویرساز تابش گاما باید کوچک و سبک باشد. علاوه بر این آشکارساز باید خیلی حساس باشد تا تصاویر قابل قبولی با پرواز کوتاه مدت در حدود ۱۰ دقیقه به دست آید. دوربین کامپتون که در تصویر ۳ نشان داده شده، محصول شرکت Hamamatsu photonics در سال ۲۰۱۳ توسعه یافته و برای هدف این کار مؤثر و مناسب می‌باشد. دوربین کامپتون در حدود ۱/۹ کیلوگرم وزن



سازمان پدافند غیرعامل کشور  
قرارگاه پدافند پرتویی



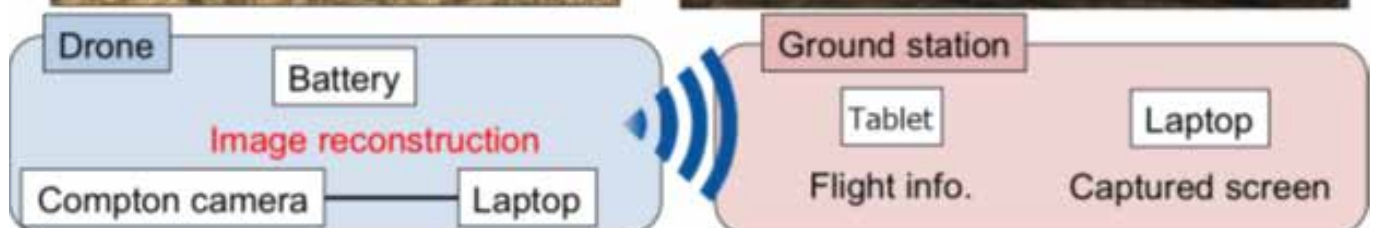
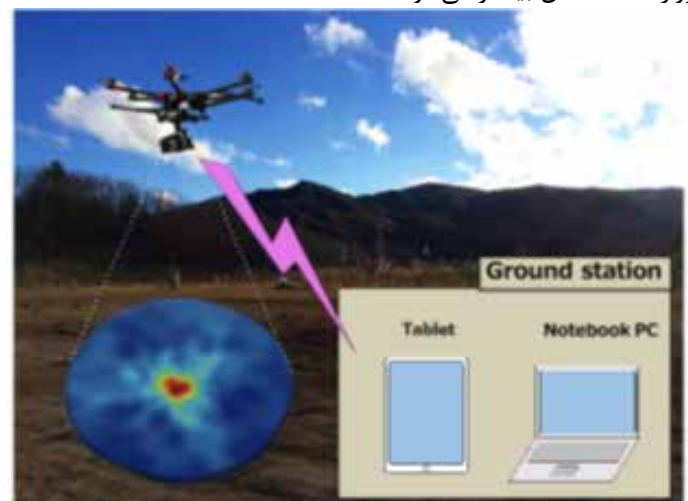
شکل ۳) چپ: مفهوم تصویرسازی دوربین کامپتون بوسیله لایه‌های جاذب و پراکننده ساز.

راست: تصویر دوربین کامپتون استفاده شده بر روی کوادکوپتر

برای دستیابی به سیستم کنترل، GPS، شتاب سنج و سرعت سنج نصب شده که GPS، عرض جغرافیایی، طول جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریای کوادکوپتر محاسبه می‌کند. شتاب سنج و سرعت سنج مقادیر مربوط به سه محور مختصات را می‌دهد. زمانی که این سنسورها به طور صحیح استفاده می‌شوند که بال زدن به صورت  $1/5$  متر افقی و  $0/5$  متر عمودی باشد. حداکثر محدوده‌ی ارتباط بی‌سیم  $1/2$  کیلومتر بین کوادکوپتر و ایستگاه زمینی است. به دلیل قطع ارتباط مکرر دوربین کامپتون و ایستگاه زمینی در ارتباط بی‌سیم، تصمیم گرفته شد تا یک نوت بوک به همراه دوربین کامپتون روی کوادکوپتر نصب شده تا اطلاعات از طریق شبکه مجازی به ایستگاه زمینی ارسال شود.

### □ کوادکوپتر و سیستم پرواز

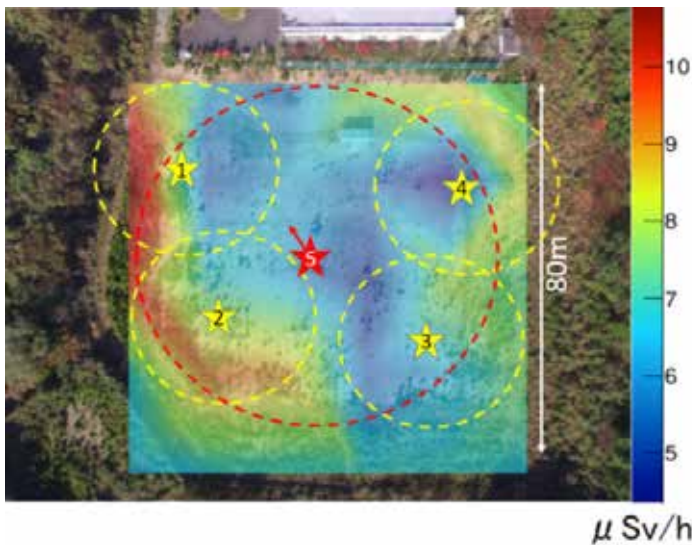
کوادکوپتر استفاده شده از محصولات DJI است، استفاده از آن بسیار ساده و تنها به ۵ دقیقه زمان جهت آماده‌سازی تا پرواز نیاز دارد. اگرچه قطر اصلی  $104/5$  سانتی‌متر است اما قابلیت حمل بالایی دارد زیرا بازوها در هنگام انتقال تا می‌شوند. کوادکوپتر،  $4/4$  کیلوگرم وزن دارد و حداکثر  $11$  کیلوگرم بار حمل می‌کند. با در نظر گرفتن وزن باتری (برای باتری  $20000$  mAh،  $2$  کیلوگرم است) مجموع بار قابل حمل مجاز برای سیستم آشکارساز  $4/6$  کیلوگرم است. اگرچه حداکثر زمان پرواز با باتری  $20000$  mAh،  $15$  دقیقه است اما زمان پرواز به وزن باری که حمل می‌کند بستگی دارد و هر چه بار کاهش یابد، زمان پرواز تا حد امکان بیشتر می‌شود.



شکل ۴) تصویر کوادکوپتر و نحوه قرارگیری دوربین کامپتون، دوربین و دیگر تجهیزات. نحوه برقراری ارتباط بی‌سیم نیز نشان داده شده است.

نقطه پرواز، کواد کوپتر در ارتفاع ۱۰ متری قرار گرفته و توسط دوربین کامپتون تابش گاما را اندازه می‌گیرد. همزمان دوربین چشم ماهی نصب شده بر روی دوربین کامپتون با زاویه دید ۱۴۰ درجه فیلمبرداری می‌کند.

به منظور تعیین توزیع مواد رادیواکتیو بالای حیاط مدرسه که ۱۰۰ متر طول و عرض دارد، ابتدا حیاط مدرسه را مطابق شکل ۵ به ۴ ناحیه تقسیم شد، که مرکز هر کدام از این مناطق با ستاره‌های زرد رنگ نشان داده شده است. به طوری که میدان دید در دایره‌های خط چین قطر ۵۰ متری دارد. سپس در هر



**شکل ۵) محدوده ای که برای پرواز کوادکوپتر در نظر گرفته شده. ستاره‌های زرد نقطه مرکزی پرواز را برای حالت در ارتفاع ۱۰ متری نشان می‌دهند و خطچین‌های زرد شعاع ۵۰ متری که دوربین کامپتون قابلیت تصویربرداری دارد را نشان می‌دهد. ستاره قرمز و خطچین قرمز نیز به ترتیب مرکز پرواز را برای اندازه‌گیری در ارتفاع ۲۰ متری نشان می‌دهد.**

در ارتفاع ۱۰ متری زمین گرفته شده بازسازی شده اند. حساسیت آشکار ساز به جهت برخورد اشعه گاما بستگی دارد، بنابراین با میدان دید اصلاح می‌شود، جزئیات اطلاعات پرواز در جدول ۱ آمده است.

#### تصویرسازی هوایی از ارتفاع ۱۰ متر بالای زمین

شکل ۶ عکس دیداری و گاما (برای انرژی ۶۶۲keV  $^{137}\text{Cs}$ ) گرفته شده با دوربین کامپتون روی کواد کوپتر را نشان می‌دهد، که از تصویر هوایی ۴ پرواز که

Flight Num	1	2	3	4
Flight time	13m17s	11m40s	13m26s	14m7s
Num. of revonstruction events	880	1011	667	505

جدول ۱) زمان اندازه‌گیری و تعداد رخداد های بازسازی شده با انرژی ۶۶۲keV برای پرواز های ۱-۴

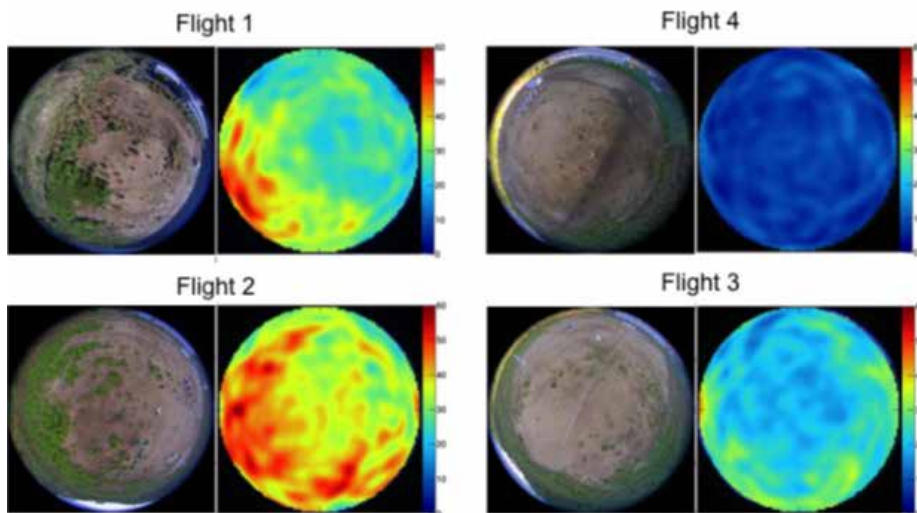
نیز منطبق است. در پرواز ۴ یک ناهمخوانی کوچک بین نقشه دُز هوایی و نقشه دُز بدست آمده در زمین وجود دارد که احتمالاً به خاطر نقاط داغ رادیواکتیو است که نسبت به پرواز های ۱ و ۲ نسبتاً ضعیف هستند و در میدان دید در فاصله دورتری نسبت به دوربین کامپتون قرار گرفته اند.

شکل ۶ شدت تصاویر تابش گاما را که با استفاده از طول زمان هر پرواز نرمال شده نشان می‌دهد. بنابر این، شدت نسبی متناسب است با تعداد تابش‌های گامای آشکار شده بر ثانیه (CPS). عکسهای هوایی تابش گاما در پرواز ۱ و ۲ به وضوح نشان می‌دهند که سمت چپ حیاط مدرسه دارای دُز بالایی بر روی درختان کاج است که با اندازه‌گیری‌های روی زمین



سازمان پدافند غیرعامل کشور  
قرارگاه پدافند پرتویی



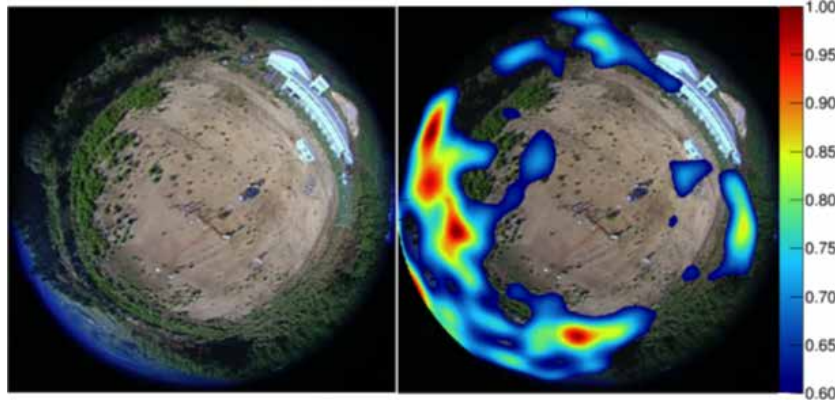


شکل ۶) مقایسه تصاویر بصری دوربین چشم ماهی (چپ) و تصاویر تابش گاما (راست) که در ارتفاع ۱۰ متری گرفته شده اند. واحد ستون رنگی دلخواه بوده و به زمان اندازه گیری نرمال شده اند.

تصویر گامای بدست آمده تمرکز آلودگی را در منطقه سمت چپ تصویر که درختان کاج هستند نشان میدهد. نتایج دو اندازه گیری باهم ترکیب شد تا آمار فوتون‌ها افزایش یافته و نتایج دقیق تری بدست آید. تعداد رخدادها ثابت و بازسازی شده برای اشعه گامای  $476,662 \text{ keV}$  عدد و زمان کل اندازه گیری ۲۵ دقیقه و ۹ ثانیه شده. اطلاعات اندازه گیری در جدول ۲ لیست شده است. در سمت راست و بالای عکس، یک نقطه داغ ضعیف دیده می‌شود که در اندازه گیری‌های روی سطح زمین نیز مشاهده شده بود.

#### □ عکس برداری هوایی از ۲۰ متر بالای زمین

در پرواز با ارتفاع بالاتر مناطق بزرگتری قابل رویت خواهند بود. بنابراین برای تعیین ارتفاع ماکزیمم پرواز که عکسهای معنادار و قابل قبولی در طول یک زمان پرواز کوتاه از مرتبه ده دقیقه بدست آید، پرواز ثابت در ارتفاع ۲۰ متری دو بار انجام شده است. مرکز پرواز و زاویه دید برای هر دو پرواز یکسان بود. به طوری که خط چین قرمز در شکل ۵ (شعاع ۱۰۰ متری) آن را نشان میدهد. همانطور که از شکل ۷ مشخص می‌باشد، همچون نتایج پروازهای ارتفاع ۱۰ متر، مجدداً



شکل ۷) تصاویر بصری دوربین چشم ماهی (چپ) و دوربین کامپتون (راست) که از فاصله ۲۰ متری و در پرواز پنجم بدست آمده.

بلا که بر روی درختان کاج بوده در مدت ۱۰ الی ۲۰ دقیقه انجام شد که نسبت به حالت اندازه گیری روی زمین زمان اندازه گیری با فاکتور ۱۰ کاهش داشته است. تصویربرداری هوایی یک روش قدرتمند و مناسب است تا مکان مناطق داغ آلوده را پیدا کنیم، درحالیکه در اندازه گیری‌های روی سطح زمین چنین کاری دشوار است. البته نقشه برداری هوایی فقط یک شدت نسبی از  $^{137}\text{Cs}$  در واحد دلخواه فراهم کرده و نمی‌توان آنرا با نتایج کمی اندازه گیری‌های روی سطح زمین مقایسه نمود.

#### □ نتیجه گیری

در این گزارش به نتایج استفاده از دوربین کامپتون با استفاده از یک کوادکوپتر ارزان برای تصویربرداری تابش گاما و برای تهیه نقشه توزیع آلودگی اشاره شده است که یک دوربین کامپتون را با خود حمل می‌کند. از این ابزار برای اندازه گیری در فوکوشیما ژاپن استفاده شده. مشخص شد، تصاویر بدست آمده از ارتفاع ۱۰ و ۲۰ متری بالای زمین، با اندازه گیری‌هایی که روی سطح زمین انجام شده است به صورت کیفی باهم سازگار هستند. به ویژه تعیین مناطق دُز

#### مراجع

- [1] S.Okuyama et al., A Remote Radiation Monitoring System Using an Autonomous Unmanned Helicopter for Nuclear Emergencies, J.Nucl.Sci.Technol. Suppl.5(2008)414.
- [2] Y.Sanada and T.Torii, Aerial radiation monitoring around the Fukushima Dai-ichi nuclear power plant using an unmanned helicopter, J. Environ. Radioactiv. 139(2015)294.
- [3] J.Jiang et al., A prototype of aerial radiation monitoring system using an unmanned helicopter mounting a GAGG scintillator Compton camera, J.Nucl.Sci. Technol. 53(2016)1067.
- [4] Y.Shikaze et al., Field test around Fukushima Daiichi nuclear power plant site using improved  $\text{Ce : Gd}_3(\text{Al, Ga})_5\text{O}_{12}$  scintillator Compton camera mounted on an unmanned helicopter, J.Nucl.Sci. Technol. 53(2016)1907.





# جستجو و نجات در حوادث هسته‌ای

سن و جنس، سطح سلامت و توان جسمی، تجربه و تجهیزات همراه وی اهمیت دارند. در زمینه آب و هوا باید به وضع فعلی و همچنین پیش‌بینی تغییرات هوا در ساعات آتی توجه کرد. در حوزه تشعشعات هسته‌ای یا غلظت موادمسمی، میزان جرم ماده منتشر شده، فاصله آن تا محل مذکور، دُز مشاهده شده در آن محل می‌بایست مورد توجه قرار گیرد. در حوزه شرایط منطقه جستجو نیز باید امکانات موجود در منطقه، خطرات و تهدیدهای محیطی، راههای ورود و خروج را در نظر گرفت.

مأموریت‌های جستجو را باید همواره یک فوریت به شمار آورد. تعیین میزان فوریت یک مأموریت جستجو، بر پایه اطلاعات گردآوری شده در مرحله طرح صورت می‌گیرد. تعیین فوریت را می‌توان «تعیین سرعت، ماهیت، سطح و ابعاد عملیات بر پایه اطلاعات موجود» تعریف کرد. در تعیین فوریت جستجو عواملی چون وضعیت مصدوم، شرایط آب و هوا (به ویژه جهت باد)، میزان تشعشعات هسته‌ای، غلظت مواد سمی یا شیمیایی در محیط و همچنین شرایط منطقه، تأثیر عمده دارند. در مورد مصدوم مسائلی چون

”

با توجه به تخصصی بودن عملیات جستجو و نجات در حوادث هسته‌ای، به تیم‌های تخصصی جستجو و نجاتی نیاز است که آموزش‌های لازم را دیده باشند. این تیم‌ها می‌بایست قبل از بحران با مباحث تئوری فرآیند جستجو و نجات به طور کامل آشنا شوند. این مباحث شامل موارد زیر می‌باشد:

- آموزش تخصصی فرآیند جستجو و نجات در حوادث هسته‌ای؛
- آشنایی با اثرات مواد پرتوزا و نحوه حفاظت از خود و دیگران در این حوادث
- آشنایی با حدود مجاز مواجهه با تشعشعات هسته‌ای جهت اقدام در صحنه عملیات
- آشنایی با تجهیزات تخصصی مورد استفاده در حوادث هسته‌ای و آموزش نحوه استفاده از این تجهیزات؛

## ■ مراحل جستجو و نجات در حوادث هسته‌ای

ورهبیری نمود. این مراحل را با عنوان LAST بیان می‌کنند که مخفف ۴ واژه، Locating، Access، Stabilization و Transport می‌باشد که در ادامه تشریح می‌شود.

به طور کلی مراحل جستجو و نجات در حوادث هسته‌ای از ۴ مرحله مطابق شکل شماره (۱) تبعیت می‌کند. بر این اساس و با کمک این قواعد می‌توان عملیات جستجو و نجات را به خوبی سازماندهی



سازمان پدافند غیرعامل کشور  
قرارگاه پدافند پرتویی



### مراحل جستجو و نجات در حوادث پرتوی

۳- تثبیت: پس از یافتن بهینه‌ترین مسیر، می‌بایست به فرد یا افراد گیر افتاده کمک شود و وضعیت مصدوم تثبیت گردد. به منظور ارتقاء این بخش می‌بایست موارد زیر را مدنظر قرار داد:

- آلودگی احتمالی فرد و محیط باید مد نظر قرار بگیرد.
- به تقویت توان روحی-روانی فرد گیر افتاده بسیار توجه شود.
- رفع آلودگی خارجی از مصدوم (خارج کردن لباس‌های آلوده وی)

۴- انتقال: به علت وجود احتمال پرتوگیری یا تشدید وضعیت در حوادث هسته‌ای، مصدوم می‌بایست سریعاً به بیرون از منطقه آلوده منتقل شود تا ضمن پایش بیمار، فرآیند درمان یا رفع آلودگی با توجه به وضع مصدوم صورت پذیرد. از این رو به منظور ارتقاء این بخش می‌بایست موارد زیر را مدنظر قرار داد:

- رعایت اصول مربوط به انتقال مصدومین آلوده
- سرعت در انتقال

۱- تعیین موقعیت: اولین گام در فرآیند جستجو و نجات، یافتن افراد گیر افتاده و در معرض خطر می‌باشد، که خود شامل جستجوی اولیه و ثانویه می‌باشد. به منظور ارتقاء این بخش می‌بایست موارد زیر را مدنظر قرار داد:

- اعزام تیم‌ها به مراکز جمعیتی موجود در نواحی تحت تأثیر حادثه (در جهت گسترش آلودگی)
- بررسی میزان آلودگی و مدت زمان مجاز حضور در محیط
- دسترسی به تجهیزات و وسایل حفاظت فردی جهت اقدام در منطقه آلوده

■ اعلام هشدار جهت تخلیه اضطراری ناحیه

■ کسب اطلاعات کلی از افراد مطلع محلی

■ دریافت عکس العمل‌ها برای افراد گیر افتاده

۲- دسترسی: پس از یافتن افراد گیر افتاده، نوبت به نحوه دسترسی به فرد یا افراد گیر افتاده می‌رسد.

### منابع جستجو و نجات در حوادث پرتوی

منابع جستجو و نجات در حوادث هسته‌ای منابع جستجو و نجات، در بر گیرنده تمامی نیروها، تجهیزات لوازم، اطلاعات، نقشه‌ها و روش‌های جستجو و نجات است. منابع را به دو دسته «نرم» و «سخت» تقسیم می‌کنند. فنون و روش‌ها، نقشه‌ها و اطلاعات گردآوری شده جزء منابع نرم هستند. لوازم و تجهیزات جزء منابع سخت هستند. از تجهیزات پرشماری که در جستجو و نجات حوادث پرتوی به کار می‌روند، به موارد زیر می‌توان اشاره کرد:

### فعالیت‌های مورد نیاز جهت جستجو و نجات هسته‌ای در حین حادثه

در مرحله حین حادثه می‌بایست تیم‌های عملیاتی جستجو و نجات سه گام زیر را طی کنند:

#### ۱- دریافت اطلاعات اولیه از حادثه؛

- تشخیص نوع تهدید یا مخاطره؛
- تشخیص شدت و قدرت تهدید؛

- دُزیمتر فردی
- دُزیمتر محیطی
- نقشه‌های انتشار آلودگی مواد پرتوزا در منطقه عملیات
- لباس و تجهیزات محافظ.
- قرص تیروئید (در صورت لزوم).
- دفترچه ثبت گزارش حوادث.
- خودروهای نجات، بالگرد، موتورسیکلت و سایر تجهیزات

- تشخیص زمان بروز تهدید؛
- تشخیص محل وقوع تهدید؛
- تشخیص نوع آلودگی یا پرتوزایی محیط؛
- تشخیص اطلاعات اصلی هواشناسی (سرعت باد، جهت باد، میزان پایداری جو، دما).

## ۲- دریافت نتایج مدل سازی پیامد (شناسایی پیامدهای حادثه)

■ دریافت الگوی پخش و میزان پرتوایی در هر یک از مناطق منتخب؛

■ دریافت اطلاعات مناطق جمعیتی متأثر از حادثه؛

■ دریافت موقعیت هر یک از مناطق منتخب؛

■ اولویت بندی هریک از مناطق متأثر جهت عملیات جستجو و نجات؛

■ اعمال خلاصه اطلاعات مورد نیاز بر روی نقشه مناطق اطراف؛

■ تعیین وسایل حفاظتی مناسب برای تیم های جستجو و نجات.

## ۳- عملیات جستجو و نجات

هدف واحد جستجو و نجات مشخص کردن وضعیت محل سانحه، نوع و ابعاد آن، جستجو و نجات افراد صدمه دیده یا گرفتار، تعیین تعداد صدمه دیدگان، جستجوی اجساد و خارج کردن آنها و ایجاد ایمنی بیشتر در محل های مأموریت و آماده کردن شرایط برای ورود مجدد افراد به مناطق است.

آخرین مشاهدات و اطلاعاتی که ممکن است بر عملیات نجات تأثیر بگذارد، باید توسط نجاتگران سریعاً در اختیار مسئولین قرار گیرد. فرمانده صحنه عملیات جستجو و نجات می بایست مکرراً نتایج میزان پرتوایی محیط را در محل مأموریت خود از تیم های رصد و پایش دریافت کند و به مسئولین یگان عملیات

جستجو، نجات اطلاع دهد.

به فواصل مناسب در منطقه حادثه دیده، محل های مناسبی به عنوان محل تجمع می بایست پیش بینی شود.

محل تجمع باید در مرز ناحیه آلوده انتخاب شود. کلیه ی تیم های عملیات جستجو و نجات باید با موقعیت محل های انتظار آشنا باشند.

فرمانده صحنه عملیات جستجو و نجات باید سرعت حرکت تیم ها بر حسب عواملی همچون قابلیت دید در مسیر، بالا و پایین رفتن از رمپ ها و دیگر موانع موجود، نوع وسیله نقلیه در دسترس، مقدار بار و وسایل و تجهیزاتی که باید با خود حمل کنند و کارهایی که باید انجام دهند، تنظیم کند. همچنین در صورت انجام عملیات داخل فضای محبوس، می بایست سعی کند برای برگشت و رسیدن به هوای تازه، از حداقل انرژی لازم برخوردار باشد.

قبل از باز کردن درب ها، مسئولین یگان عملیات جستجو و نجات باید از نتیجه ی احتمالی باز کردن آن (از نظر تغییر شدت و جهت جریان هوا که ممکن است موجب شود گازهای آلودگی به ناحیه ای که افراد در آن گرفتار شده اند، هدایت شود)، آگاهی کامل داشته باشد. در صورت گیرافتادن تعداد زیادی از افراد در یک فضای محبوس، اولین اولویت جستجوی آنها و نجات آنها از طریق تخلیه اضطراری افراد در معرض خطر می باشد.



سازمان پدافند غیرعامل کشور  
قرارگاه پدافند پرتویی



# خطر فزاینده جنگ سرد جدید



وی که پژوهشگر و محقق معروف حوزه امنیت هسته‌ای است در این مصاحبه به بیان موضوعات مهمی پرداخت که در ادامه به آن‌ها بصورت موردی اشاره میشود

مجله نیویورکر در ارتباط با خطر فزاینده جنگ سرد جدید مصاحبه‌ای مفصل با ericschlosser داشت.







### مگا کشته: واحد سنجش جنگ‌های هسته‌ای

۱۰ مگا کشته به معنی کشته شدن ۱۰ میلیون نفر است. برای مقایسه در نظر داشته باشید که یک مگا کشته حداقل ۴ برابر بیشتر از تعداد افرادی است که از انفجار اتمی بر فراز هیروشیما و ناگاساکی در سال ۱۹۴۵ کشته شدند

وقتی سیاست گذاران حوزه هسته‌ای در رابطه با جزئیات سری صحبت می‌کنند از عبارتهایی عامیانه استفاده می‌کنند که شدت و پیامدهای تسلیحات هسته‌ای را در ذهن مخاطب کوچک جلوه می‌دهد. یکی از این عبارتهای مگا کشته است. مگا کشته واحد اندازه‌گیری جنگ‌های هسته‌ای است. به عنوان مثال

### خط‌های لاین هسته‌ای

صوتی بین پوتین و ترامپ است. در صورتی که این خط ارتباطی شامل کامپیوتر بزرگی است که وظیفه آن انتقال ایمیل‌های رمزنگاری شده بین پنتاگون و کرملین است.

خط ارتباطی مستقیم (هات لاین) هسته‌ای بین واشنگتن و مسکو ابداً مانند تلفن قرمز رنگی نیست که اکثراً در فیلم‌های هالیوودی نمایش داده میشود. غالباً تصور می‌شود در طی یک بحران هسته‌ای لینک ارتباطی مستقیم واشنگتن-مسکو بصورت ارتباط



سازمان پدافند غیرعامل کشور  
قرارگاه پدافند پرتویی



### ■ راهبرد بازدارندگی مناسب و برداشت‌های غلط از آن

مقابل ترامپ با اجرای راهبرد بازدارندگی درخور به مجیز کردن ناوگان زیردریایی‌های آمریکابه موشک‌های بالستیک با قابلیت حمل کلاهک‌های هسته‌ای تاکتیکی پرداخت. کاخ سفید اعلام نموده هدف از این کار، نه تنها بازداشتن روسیه از استفاده از تسلیحات هسته‌ای با قدرت کم است بلکه ایالات متحده را قادر می‌سازد تا در زمان حملات هسته‌ای محدود به این کشور، بتواند پاسخ متقابلی بدهد. اما بسیاری از متخصصین امنیتی نگران هستند که داشتن چنین تسلیحاتی، سبب شود حتی اگر روسیه موشکی را اول شلیک نکند، ایالات متحده در زمان بحران، نسبت به استفاده از آن‌ها وسوسه شود.

در چرخشی خطرناک نسبت به گذشته، روسیه و ایالات متحده راهبردهای هسته‌ای جدیدی اتخاذ نموده‌اند که در آن فرض می‌شود طرف مقابل در زمان یک حمله هسته‌ای کوچک (استفاده از تسلیحات تاکتیکی با قدرت کم) به دنبال انتقام جویی نخواهد بود. آن‌ها همچنین فرض می‌کنند مجیز بودن به تسلیحات هسته‌ای تاکتیکی، مانع استفاده طرف مقابل از چنین تسلیحاتی می‌شود. در راهبرد روسیه فرض بر این است که استفاده از تسلیحات هسته‌ای تاکتیکی، آسیب‌های قابل توجهی به نیروهای ناتو وارد می‌کند و آن‌ها را وادار به آتش بس و توقف می‌کند. در این راهبرد فرض می‌شود که ناتو دنبال انتقام جویی متقابل با استفاده از تسلیحات هسته‌ای تاکتیکی نخواهد بود. در





## □ در کمتر از یک دهه که باراک اوباما خواستار محو جهانی تسلیحات هسته‌ای شد، ۹ کشوری که دارای چنین تسلیحاتی هستند، درگیر رقابت تسلیحات هسته‌ای جدیدی شدند

### ۱- کره شمالی

علی‌رغم تخریب برخی از تأسیسات خود، به بمب هسته‌ای دست یافته و موشک‌های هوسانگ ۱۵ این کشور به اندازه کافی بزرگ هستند که علاوه بر حمل کلاهک‌های هسته‌ای قادر به حمل خاشه و شراره برای فریب سامانه‌های دفاع موشکی ایالات متحده نیز باشند.

### ۲- هند

نیز اخیراً دومین زیردریایی خود با قابلیت حمل کلاهک هسته‌ای را عملیاتی نموده و در آزمایشی یک موشک بالستیک آگنی ۵ را شلیک نمود. این موشک که قابلیت حمل کلاهک هسته‌ای را دارا است قادر است هر موضعی را در پاکستان یا چین هدف قرار دهد. هند همچنین دو موشک کروز براهموس و نیرباهی که قابلیت حمل کلاهک هسته‌ای را دارا هستند آزمایش نموده است

### ۳- پاکستان

در حال حاضر کشوری است که سریع‌ترین رشد در تعداد ذخایر تسلیحاتی هسته‌ای را دارا است. از جمله کلاهک‌های با قدرت کم بر روی موشک‌های هاتف ۹ که برای استفاده علیه ارتش و تجهیزات هندی خواهد بود

### ۴- رژیم صهیونیستی

در حال افزایش برد موشک‌های بالستیک اریحا ۳ (با توانایی حمل کلاهک امگاتنی) و همچنین تجهیز زیردریایی‌های جدید خود به موشک‌هایی با قابلیت حمل کلاهک‌های هسته‌ای است. این کشور اخیر چند فروند زیردریایی کلاس دولفین ۲ را از آلمان خریداری نموده است. این زیردریایی‌ها، یکی از پیشرفته‌ترین و جدیدترین نوع زیردریایی‌ها هستند



سازمان پدافند غیرعامل کشور  
قرارگاه پدافند پرتویی

### ۵- فرانسه و انگلستان

در حال توسعه جایگزین‌های برای زیردریایی‌های هسته‌ای فعلی خود هستند. این دو کشور به ترتیب در حال توسعه زیردریایی‌های کلاس تریومفان و ونگارد هستند که هر دو قابلیت حمل موشک با کلاهک هسته‌ایمی باشند

### ۶- چین

در مرحله پایانی توسعه نسل جدید موشک‌های بالستیک دانفنگ ۴۱می باشد که قابلیت استقرار بر روی سکوها متحرک را دارا بوده و می‌تواند تا ۱۰ کلاهک هسته‌ای را حمل نماید. برد این موشک‌ها به اندازه است که قادر است هر هر نقطه در جهان را هدف قرار دهد.

### ۸- آمریکا

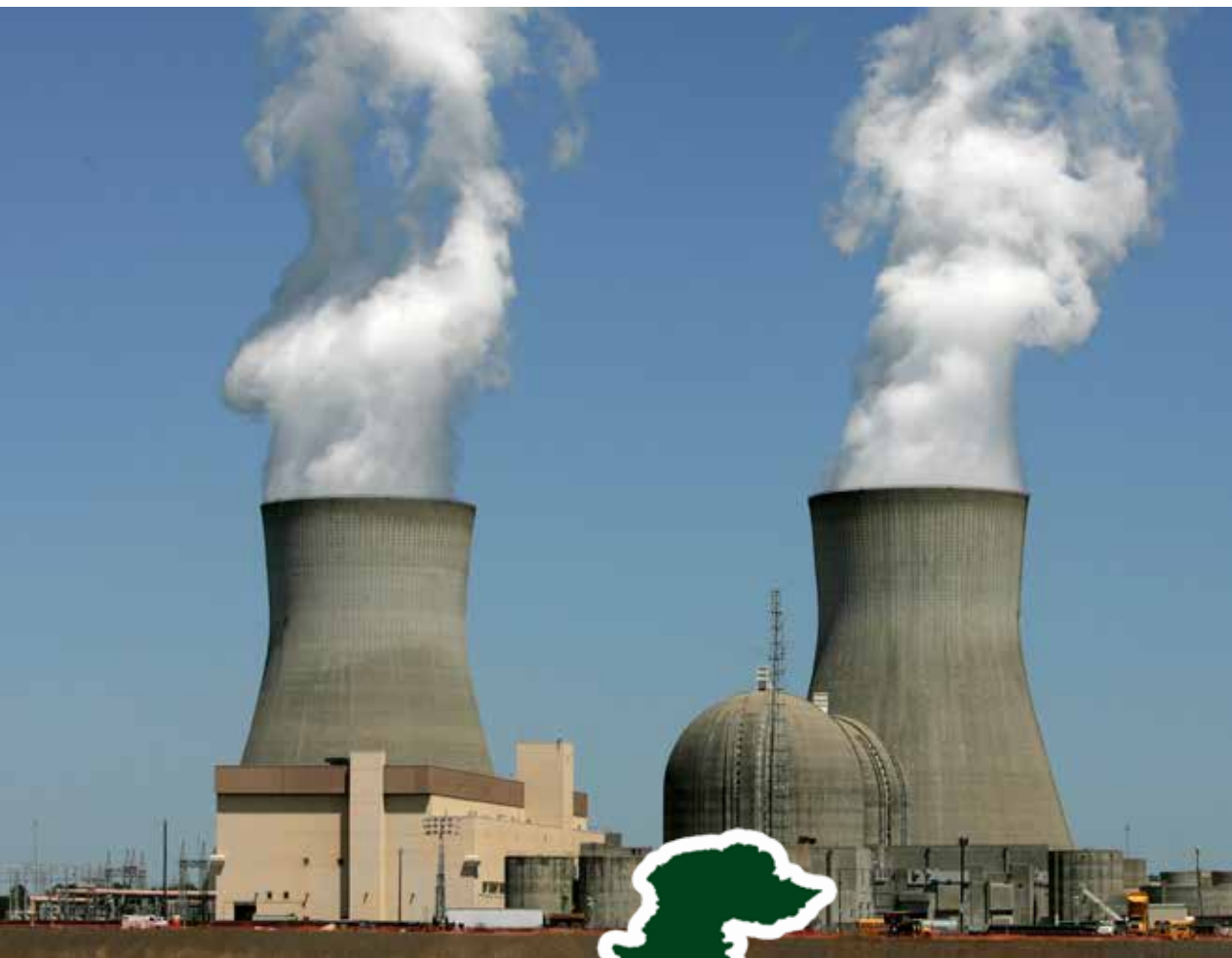
با روی کار آمدن ترامپ، دچار تغییر و تحول در رویکردهای هسته‌ای خود شده است. در همین راستا وزیر دفاع این کشور جیمز متیس، در آخرین اظهار نظر خود، دیدگاه ایالات متحده در این راستا را بیان نمود: «ما باید نگاه واقع‌بینانه داشته باشیم و جهان را آنگونه که هست ببینیم نه آنگونه که دوست داریم جهان باشد؛ از نگاه پنتاگون واقعیت آن است که ایالات متحده نیاز به نوآوری در تمام پلتفرم‌های سه گانه هسته‌ای خود دارد: موشک‌های بالستیک قاره پیمای جدید، بمب افکن‌هایی جدید با برد زیاد و زیردریایی‌های هسته‌ای جدید. ایالات متحده همچنین به دنبال موشک و بمب‌های هسته‌ای تاکتیکی با قدرت کم است. تسلیحاتی که در زمان جورج دبلیو بوش پدر، بی ثبات کننده در نظر گرفته شدند و همگی در سال ۱۹۹۱ از سرویس خارج شدند

### ۷- روسیه

در حال ساخت طیف وسیعی از موشک‌ها، بمب افکن‌ها و زیردریایی‌های جدید با قابلیت حمل تسلیحات هسته‌ایمی باشد. از جمله برنامه‌های این کشور می‌توان به موشک بسیار قدرتمند <sup>۲۸</sup>sarmat-r با نام مستعار شیطان ۲ اشاره نمود. این موشک قادر به حمل ۱۶ کلاهک هسته‌ای است و قدرت آن بسیار بیشتر از قدرت لازم برای تخریب کامل هر شهر آمریکا با جمعیت بیشتر از ۱ میلیون نفر است. روسیه قصد ساخت حداقل تعداد ۴۰ تا ۴۵ از این نوع موشک را دارد.







## نگاهی به وضعیت تأسیسات و زیرساخت‌های هسته‌ای در منطقه (۲)

این شماره از مجله وضعیت کشور پاکستان را بررسی خواهیم کرد. مراکز هسته‌ای این کشور بسیار پراکنده و گسترده است.

در ادامه مطالب گذشته که به بررسی وضعیت تأسیسات هسته‌ای در منطقه پرداختیم، در

”



سازمان پدافند غیرعامل کشور  
تزارگاه پدافند پرتوی

## نیروگاه چشمه

- تأسیسات استخراج اورانیوم عیسی خیل<sup>۱۴</sup> در منطقه میان‌والی
  - تأسیسات اکتشاف اورانیوم کابل خیل<sup>۱۵</sup> در منطقه میان‌والی
  - تأسیسات غنی‌سازی کهوته<sup>۱۶</sup> در منطقه کهوته
  - تأسیسات غنی‌سازی سه‌الا<sup>۱۷</sup> در ۲۰ کیلومتری جنوب شرق اسلام‌آباد
  - تأسیسات غنی‌سازی چک‌لاله<sup>۱۸</sup> در ۱۰ کیلومتری جنوب اسلام‌آباد
  - تأسیسات غنی‌سازی گولره شریف<sup>۱۹</sup> در ۱۵ کیلومتری جنوب غرب اسلام‌آباد
  - راکتورهای تحقیقاتی (راکتور ۱۰ مگاواتی از نوع Pool و راکتور ۳۰ کیلوواتی از نوع MNSR) و تأسیسات باز فرآوری در ۱۵ کیلومتری شرق راولپندی<sup>۲۰</sup>
  - تأسیسات تبدیل کیک زرد به دی‌اکسید اورانیوم در حومه غربی اسلام‌آباد
  - تأسیسات باز فرآوری اورانیوم در حومه شمالی اسلام‌آباد
  - سایت زرادخانه در واه<sup>۲۱</sup> در ۳۰ کیلومتری شمال غرب اسلام‌آباد
  - تأسیسات غنی‌سازی اورانیوم در گیدول<sup>۲۲</sup> در ۳۰ کیلومتری غرب اسلام‌آباد
  - سایت آزمایشی تسلیحات در صحرای خاران<sup>۲۳</sup> در شمال ایالات بلوچستان
  - سایت آزمایش تسلیحات هسته‌ای در نزدیکی راس کوه<sup>۲۴</sup>
- پاکستان همچنین تنها کشور همسایه است که دارای تسلیحات هسته‌ای نیز می‌باشد. عمده توان هسته‌ای این کشور بر اساس موشک‌های بالستیک با قابلیت حمل کلاهک هسته‌ای است. البته محتملاً این کشور جنگنده‌های F۱۶ و میراژ خود را نیز با تسلیحات هسته‌ای مجهز نموده است.

این کشور دارای دو نیروگاه هسته‌ای است که مجموع توان آن‌ها ۷۲۵ مگاوات است. این نیروگاه‌ها عبارت‌اند از:

۱. **نیروگاه کراچی در استان سند:** یک راکتور ۱۲۵ مگاواتی از نوع PHWR
  ۲. **نیروگاه چشمه<sup>۲</sup> در استان پنجاب:** دو راکتور ۳۰۰ مگاواتی از نوع PWR
- این کشور علاوه بر آنکه برنامه جدی برای ایجاد نیروگاه‌های جدید در سایر شهرها دارد، در حال افزایش ظرفیت نیروگاه‌های فعلی خود به میزان ۲۹۸۰ مگاوات می‌باشد:
۱. **نیروگاه کراچی در استان سند:** دو راکتور ۳۴۰ مگاواتی از نوع CNP-۳۰۰
  ۲. **نیروگاه چشمه در استان پنجاب:** دو راکتور ۱۱۵۰ مگاواتی از نوع Hualong-one
- پاکستان همچنین تأسیسات متعددی نیز دارد که عبارت‌اند از:
- تأسیسات اکتشافی اورانیوم ننگانای<sup>۴</sup> در نزدیکی شهر دیره‌غازی خان<sup>۵</sup> در جنوب پنجاب
  - تأسیسات اکتشافی اورانیوم بغلچور<sup>۶</sup> در نزدیکی شهر دیره‌غازی خان
  - تأسیسات استخراج اورانیوم در حومه شهر دیره‌غازی خان
  - تأسیسات استخراج اورانیوم BC<sup>۱</sup> در حومه شهر دیره‌غازی خان
  - تأسیسات اکتشافی اورانیوم تونسسه<sup>۷</sup> در غرب شهر تونسسه در استان پنجاب
  - تأسیسات آب‌سنگین مولتان<sup>۸</sup> در شهر مولتان در استان پنجاب
  - تأسیسات غنی‌سازی در شهر چک‌جهمره<sup>۹</sup> در نزدیکی شهر فیصل‌آباد<sup>۱۰</sup>
  - تأسیسات خوشاب<sup>۱۱</sup> در ۳۰ کیلومتری جنوب شهر جوهرآباد در منطقه خوشاب شامل کارخانه آب‌سنگین، تولید پلوتونیم (شامل ۳ راکتور ۴۰ تا ۷۰ مگاواتی)، کارخانه تولید تریتیوم.
  - تأسیسات باز فرآوری کندیان<sup>۱۲</sup> در منطقه میان‌والی<sup>۱۳</sup> در نزدیکی

1- Sindh  
4- Nanganai  
7- Taunsa  
10- Faisalabad  
13- Mianwali  
16- Kahuta  
19- Golra Sharif  
22- Gadwal

2- Chashma  
5- Dera Ghazi Khan  
8- Multan  
11- Khushab  
14- Isakhel  
17- Sihala  
20- Rawalpindi  
23- Kharan Desert

3- Punjab  
6- Baghalchur  
9- Chak Jhumra  
12- Kundian  
15- Kubulkhel  
18- Chaklala  
21- Wah  
24- Ras Koh



موشک‌های نصر با برد ۱۰۰ کیلومتر و قابلیت حمل کلاهک‌های تاکتیکی

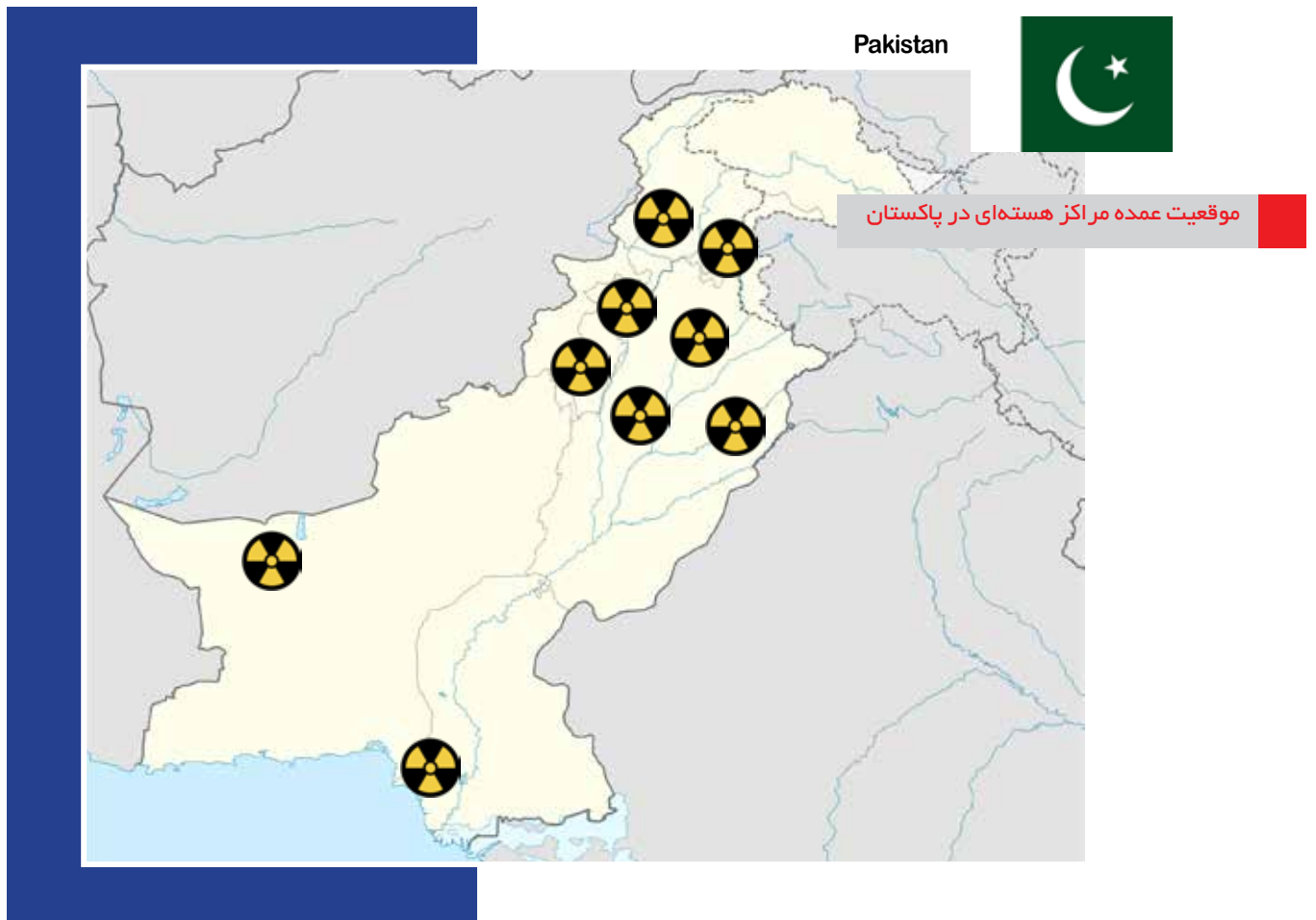
شماره بعدی مجله بطور ویژه بررسی خواهد شد) اما موضوع نگران کننده در رابطه با پاکستان، صرفاً محدود به تسلیحات این کشور نیست. در سال ۲۰۰۹ هیلاری کلینتون به انتقاد از پراکندگی تأسیسات هسته‌ای پاکستان در سطح این کشور پرداخت و اینکه این مسئله امنیت و حفاظت از آن‌ها را در برابر تروریست‌ها مشکل می‌کند. بنا به گزارش‌های متعدد، تا سال ۲۰۰۹ حداقل بیش از سه مرتبه به تأسیسات هسته‌ای پاکستان از طرف نیروهای القاعده حمله شده است که یکی از این حملات به مرکز نگهداری از موشک‌های هسته‌ای بوده است.

با این حال با توجه به اینکه پاکستان رقابت تسلیحاتی شدیدی با هند دارد، برنامه جدی برای دستیابی به زیردریایی با قابلیت حمل کلاهک هسته‌ای دارد. در همین راستا، این کشور در طی دو سال گذشته توافقی جدی با چین برای خرید چند فروند زیردریایی جدید داشته است. طبق این توافق چین قرار است ۸ زیردریایی در اختیار پاکستان قرار دهد که تعداد ۴ تا از آن‌ها در داخل پاکستان مونتاژ خواهد شد. طبق برخی از گزارش‌ها بندری که قرار است زیردریایی‌ها در آن‌ها مستقر شوند در فاصله ۸۰ کیلومتری از کشور قرار دارند (این موضوع در



سازمان پدافند غیرعامل کشور  
قراگاه پدافند پرتویی





رشد و توسعه اتمی این کشور با زیرساخت و سرعت فعلی، بسیار بیشتر از آماری است که مقامات رسمی این کشور اعلام می‌کنند. نگرانی‌ها از آنجا شکل می‌گیرد که پاکستان در مقابل گسترش ظرفیت‌های هسته‌ای خود، شرایط ایمنی مناسبی ندارد. در گزارش ۲۰۱۴ موسسه NTI<sup>۲۷</sup> در مورد شرایط امنیت تأسیسات هسته‌ای کشورها، پاکستان از میان ۲۵ کشور، رتبه ۲۴ را در اختیار داشت. علاوه بر شرایط ضعیف امنیتی این کشور، خطر داعش در این کشور نیز جدی است. از سال ۲۰۱۵ حمایت از داعش در استان‌های که دارای تأسیسات هسته‌ای هستند رو به افزایش بوده. همچنین بخش عمده‌ای از تأسیسات هسته‌ای در غرب این کشور (شرق افغانستان) قرار دارد، و این در حالی است که داعش به شدت در شرق افغانستان فعال است.

رولف لارسن<sup>۲۵</sup> تحلیل‌گر سابق سیا و وزارت انرژی آمریکا، خطر دستیابی تروریست‌ها به سلاح‌های هسته‌ای در پاکستان را به چند دلیل بیشتر از هر جای دیگر در دنیا دانست:

- این کشور از لحاظ سیاسی ناپایدار است
  - گروه‌های تروریستی در حال گسترش هستند
  - برنامه هسته‌ای این کشور سیر صعودی گرفته است
- در سال ۲۰۱۵ بنیاد کارنیج برای مطالعات صلح<sup>۲۶</sup> در گزارشی هشدار داد، اگر پاکستان با روند کنونی که همچنان سالانه ۲۰ کلاهک جدید تولید می‌کند، پیشروی کند در طی دهه آینده، سومین زرادخانه هسته‌ای دنیا خواهد شد. این گزارش بیان می‌کند که پاکستان در حال حاضر در حدود ۱۲۰ کلاهک هسته‌ای دارد و

25- Rolf Mowatt-Larssen

26- Carnegie endowment for international peace

27- Nuclear Threat Initiative

# گزارش اولین کارگاه مدیریت مواجهه با آسیب‌های پرتوی در نظام سلامت

مصدومین پرتوی و انتقال مصدومین بین سطوح درمانی را دارا باشد. آمادگی برای کسب نیازهای حوزه بهداشت و درمان را می‌توان در چهار بخش خلاصه نمود. ۱- آموزش کادر پزشکی در زمینه‌های تشخیص و درمان و نحوه استفاده از تجهیزات ۲- تامین و تجهیز مراکز تخصصی ۳- آمادگی بیمارستانهای عمومی ۴- تامین داروهای اساسی، از جمله مهمترین اقدامات در بخش تشخیص بالینی و درمان خواهند بود. به همین منظور ستاد پدافند غیرعامل وزارت بهداشت تصمیم به برگزاری دوره مدیریت مواجهه با آسیب‌های پرتوی در نظام سلامت و آموزش تئوری و عملی هیات‌های علمی دانشگاه‌های علوم پزشکی با همکاری سازمان پدافند پرتوی غیرعامل، سازمان انرژی اتمی و انستیتو پرتو پزشکی نوین نموده است که شرح فعالیت در ذیل توضیح داده میشود.

همگام با توسعه روز افزون فناوری هسته‌ای در کشور و به منظور پرهیز از هر گونه غافلگیری در حوادث احتمالی، ضرورت دارد مدیریت عالی بحران در کشور به جنبه‌های خاص این گونه حوادث توجه نموده و تمهیدات و امکانات لازم برای آمادگی در مقابل حوادث هسته‌ای را پیش‌بینی و تامین نماید. در حوادث پرتوی بخش پزشکی یکی از اصلی‌ترین حوزه‌های خدمت است و می‌تواند علاوه بر اجرای اقدامات حفظ حیات در مصدومین، به آرامش روانی افراد درگیر در حادثه که در اینگونه موارد خود می‌تواند ایجاد بحران نماید، کمک کند. بخش پزشکی باید توانایی انجام کمک‌های اولیه، ایجاد آرامش روانی و تریاژ مصدومین پرتوی در صحنه، درمان و مراقبت‌های اولیه در بیمارستان‌های عمومی، درمان‌های تخصصی در مراکز تخصصی، درمان



## اهداف:

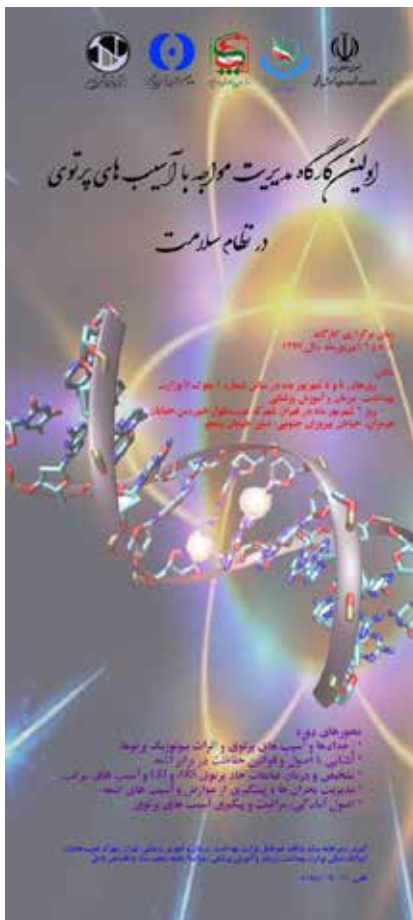
- آموزش مدیریت مواجهه با آسیب‌های پرتوی در نظام سلامت
- آشنایی با حوادث پرتوی و اثرات بیولوژیک پرتوها
- آشنایی با اصول و قوانین حفاظت در برابر اشعه
- روش‌های تشخیص و درمان ضایعات حاد پرتوی

## محتوای علمی:

- برگزاری کلاس‌های تئوری به مدت ۱۴ ساعت شامل موارد ذیل:
- تاریخچه و معرفی تأسیسات هسته‌ای و پراکندگی آنها در کشور
- آشنایی با اصول و قوانین حفاظت در برابر اشعه
- اصول حفاظت فردی در برابر پرتوها
- روش‌های تشخیص و درمان آلودگی‌های خارجی و داخلی
- معرفی ویژگی‌ها و روش‌های دزیمتری بیولوژیک
- تشخیص و درمان ضایعات و صدمات پرتوی حاد و صدمات موضعی
- مدیریت پاسخ پزشکی در حوادث پرتوی
- اقدامات بیمارستانی و پیش بیمارستانی به حوادث پرتوی
- اثرات روانی آسیب‌های پرتوی



سازمان پدافند غیرعامل کشور  
قرارگاه پدافند پرتوی



### □ برگزاری کلاس‌های عملی طی یک دوره یک روزه شامل موارد ذیل:

- نحوه ی پذیرش، تریاژ و رفع آلودگی از مصدوم پرتوی
- ارگانه پایش پرتوی مصدومین و کارکنان در سطوح مختلف
- آشنایی و کار عملی با روش‌های دُزیمتری بیولوژیک در آزمایشگاه‌ها بیودُزیمتری
- کارگاه روش استفاده عملی از تجهیزات و اقلام حفاظت فردی
- آشنایی و روش کار با دستگاه WHOLE BODY و اندازه گیری در نمونه‌های بیولوژیک

### □ اهداف برگزاری کارگاه:

این دوره در بالاترین سطح علمی و آموزشی و با هدف تربیت مربی در پاسخ پزشکی به حوادث هسته‌ای و پرتوی احتمالی در نقاط مختلف کشور اجرا گردید.

### □ اهداف کاربردی:

- بالا بردن سطح علمی اساتید در مواقع بروز حادثه منجمله:
- پذیرش و تریاژ
- آشنایی با تجهیزات حفاظت فردی
- پایش پرتوی

### □ برنامه‌ریزی:

کمیته پرتوی از تاریخ ۱۳ آذر ماه ۱۳۹۶ جلسات مکرری جهت بررسی و اقدامات لازم با حضور اساتید سازمان انرژی اتمی و سازمان پدافند غیرعامل و معاونت‌های (بهداشت، درمان، آموزش...) در خصوص حوادث پرتوی-هسته‌ای و همچنین شیوه‌ها و مطالب آموزشی مناسب هر سطح برگزار نموده است و از خرداد ماه سال جاری برنامه‌ریزی‌های جامع و کاربردی در زمینه برگزاری کارگاه صورت گرفته که اهم به شرح ذیل می‌باشد:

- جلسات با اساتید و دریافت رزومه جهت بررسی میزان توانایی افراد
- بررسی محتوا و اسلایدهای ارائه شده اساتید
- اقدامات پشتیبانی نظیر پذیرایی، فیلم برداری و رفاهی
- بررسی مکان کارگاه عملی جهت برگزاری دوره
- ارتباط با دانشگاه‌ها و ثبت نام افراد جهت گذراندن دوره سه روزه



### زمان و مکان برگزاری:

یک بلوک B وزارت بهداشت درمان آموزش پزشکی و بخش عملی در روز سوم در اورژانس هسته‌ای انسیتو پرتوپزشکی نوین اجرا شد.

این کارگاه به مدت ۳ روز از تاریخ ۴ شهریور تا ۶ شهریور ماه ۱۳۹۷ برگزار گردید که مباحث تئوری در ۲ روز اول در سالن شماره



### فراگیران

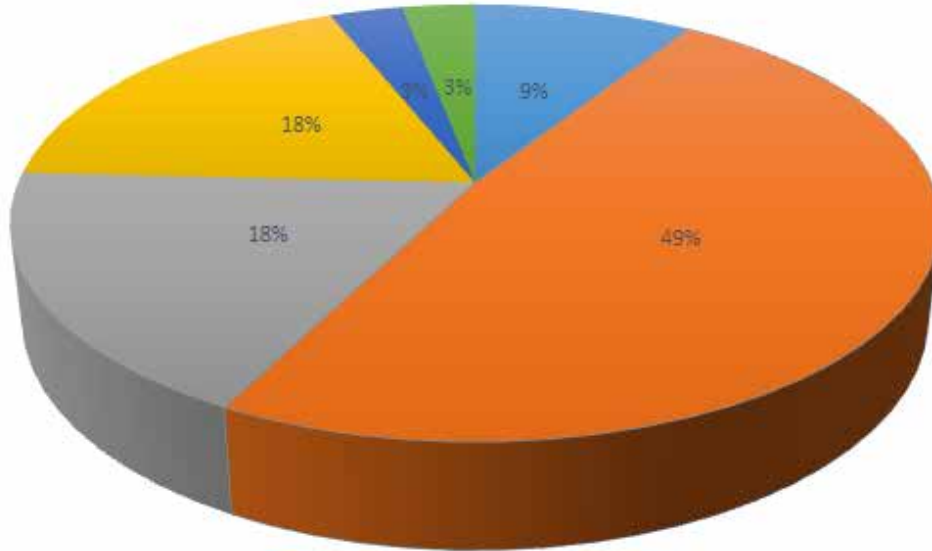
تعداد ۳۵ نفر از دانشگاه‌های سراسر کشور در این دوره سه روزه شرکت کرده اند که آمار آن به تفکیک تخصص به شرح ذیل می‌باشد:

ردیف	تخصص	تعداد
۱	متخصص طب اورژانس	۱۶ نفر
۲	دکترای پزشکی هسته‌ای	۶ نفر
۳	پزشک عمومی	۶ نفر
۴	متخصص رادیولوژی	۳ نفر
۵	متخصص پزشکی هسته‌ای	۲ نفر
۶	دکتری پرتوپزشکی	۱ نفر
۷	متخصص سم شناسی	۱ نفر



سازمان پدافند غیرعامل کشور  
قرارگاه پدافند پرتویی

جامعه آماری



■ متخصص سم شناسی ■ دکتری پرتوپزشکی ■ پزشک عمومی ■ دکترای پزشکی هسته ای ■ متخصص طب اورژانس ■ متخصص رادیولوژی



# برگزاری کارگاه تخصصی سطح یک فوریت‌های پرتوی

تجربه حوادث پرتوی گذشته در دنیا نشان داده که افراد آموزش دیده بدون وجود تجهیزات تخصصی نیز می‌توانند سلامت خود و دیگران را حفظ نمایند. لذا ارتقای سطح آگاهی و دانش افراد اهمیت بالایی در کاهش اثرات حوادث پرتوی دارد. یکی از ارگان‌هایی که در حوادث تأسیسات هسته‌ای حضور داشته و از حادثه متاثر می‌شوند، نیروهای پدافند هوایی اطراف این تأسیسات می‌باشند که عموماً در نزدیک ترین فاصله از تأسیسات هسته‌ای بوده و در صورت بروز حادثه امکان ترک محل را ندارند و علی‌رغم انتشار مواد پرتوزا باید به مأموریت خود ادامه دهند. لذا برنامه‌ریزی لازم برای اجرای یک کارگاه تخصصی سطح یک فوریت‌های پرتوی صورت پذیرفت و تعداد ۴۰ نفر از کارشناسان و مسئولین این نیرو از استان‌های هسته‌ای کشور تحت آموزش قرار گرفتند. این کارگاه در تاریخ ۲۳ و ۲۴ مردادماه در محل سازمان پدافند غیرعامل برگزار گردید که در ادامه گزارشی از اجرای آن بیان می‌گردد.

« بروز حادثه در صنایع و با هر نوع فعالیتی اجتناب ناپذیر است و فناوری هسته‌ای نیز از این قاعده کلی مستثنی نیست و همواره امکان وقوع حادثه در تأسیسات هسته‌ای در اثر بلایای طبیعی، حوادث فرآیندی، حمله نظامی و غیره وجود دارد. بدین منظور شناخت و پیش‌بینی تهدیدات و سوانح احتمالی و ایجاد آمادگی مناسب برای مقابله با فوریت‌های پرتوی از اهمیت بالایی برخوردار است. آموزش نیروی انسانی به عنوان یکی از مهم‌ترین اجزای برنامه‌های آمادگی در برابر حوادث و تهدیدات محسوب می‌شود. چرا که پرتوها با حواس پنجگانه نمی‌باشند و مقابله با اینگونه حوادث، نیازمند بکارگیری تجهیزات خاص و نیروی آموزش دیده می‌باشد. حتی



سازمان پدافند غیرعامل کشور  
قرارگاه پدافند پرتوی



### ■ نحوه اجرا:

این کارگاه تخصصی به گونه ای طراحی شده است که نیروهای پدافند هوایی بتوانند مأموریت خود را در هنگام حادثه در تأسیسات هسته‌ای یا تهدید آن، انجام دهند. برنامه و سرفصل‌های این کارگاه به شرح ذیل می‌باشد.

- معرفی و پیش آزمون (۳۰ دقیقه)؛
- مدیریت بحران (۹۰ دقیقه تئوری)؛
- اصول و مبانی پدافند غیرعامل پرتوی (۶۰ دقیقه تئوری)؛
- اصول و مفاهیم پایه پرتوی (۴۵ دقیقه تئوری و ۴۵ دقیقه تمرین دورمیزی)؛
- انواع پرتوگیری (۶۰ دقیقه تئوری و ۶۰ دقیقه تمرین دورمیزی)؛
- معرفی تهدیدات و حوادث پرتوی و بررسی آثار و پیامدهای آن (۳۰ دقیقه تئوری و ۶۰ دقیقه تمرین دورمیزی)؛
- رفع آلودگی پرتوی (یک ساعت تئوری)؛
- سطوح اقدامات مداخله (۳۰ دقیقه تئوری و ۳۰ دقیقه تمرین دورمیزی)؛
- اصول ایمنی و حفاظت فردی (۵/۰ ساعت تئوری و دو ساعت عملی)؛
- منطقه بندی نواحی آلوده (۳۰ دقیقه تئوری و ۳۰ دقیقه عملی)؛
- آزمون نهایی (۳۰ دقیقه)؛

به منظور پیشبرد بهتر کلاس و دستیابی به سطح توانمندی افراد، پیش آزمون از کلیه افراد گرفته شد. در پیش آزمون طراحی شده که شامل ۷ سوال تستی و ۵ سوال تشریحی است، چند سوال به عنوان شاخص ارزیابی که برای عملیات در محیط‌های آلوده ضروری است عنوان شده و سوال‌های شاخص در خلال آموزش مورد نقد و بررسی علمی و عملی قرار می‌گرفت.

با توجه به محتوی و هدف آموزش به منظور آماده نمودن کلیه شرکت کنندگان برای کار گروهی و تمرین دور میزی، از همان ابتدا افراد به گروه‌های کاری مناسب تقسیم و سپس در ادامه کلاس با توجه به گروه بندی انجام گرفته کلیه مراحل تمرین دور میزی، پاسخ به سوالات موردی و تمرین عملی مونیتورینگ و..... بصورت گروهی انجام گرفت.

یکی از مواردی که در آموزش افراد مورد تأکید قرار گرفت تمرین عملی کلیه شرکت کنندگان بود به طوری که تمام افراد پس از آموزش توسط استاد، نحوه استفاده از دستگاه‌های اندازه گیری، ترتیب و توالی پوشیدن و درآوردن لباس و نحوه منطقه بندی با استفاده از چشمه‌های رادیو اکتیو و دزیمتر و آلودگی سنج تمام اصول و مفاهیمی که بصورت تئوری آموزش داده شده بود بصورت عملی و تحت نظارت استادان تمرین نمودند.



از مطالب ایجاد شود. هدف اصلی از ارایه این سناریوها آشنایی افراد با محتوی آموزش شامل پرتوگیری خارجی، داخلی، اصول و مفاهیم پرتو و انواع آلودگی از نظر رفتار و ماهیت فیزیکی و... بود که در ادامه به دو نمونه از آنها اشاره می‌شود.

با توجه به اینکه برنامه‌ریزی برای آموزش هدفمند و کاربردی صورت گرفته بود لذا با تغییر در نحوه تدریس مطالب و با تعریف سناریوهای مختلف و انجام تمرینات دورمیزی، تعامل بسیار بیشتری با فراگیران برقرار گردید تا فهم بهتری

### سناریو حمل رادیو ایزوتوپ و تصادف آن در یکی از میدانهای اصلی شهر

#### هدف سناریو:

منطقه بندی و نحوه اندازه گیری آلودگی از سطح و تجهیزات و همچنین مدیریت محل سانحه - تشخیص و تفاوت قایل شدن بین پرتوگیری و آلودگی - استفاده صحیح از تجهیزات حفاظت فردی

### آلودگی جمعی از افراد در انفجار یک بمب کثیف

#### هدف سناریو:

اجرای فاز پیشگیری از آلودگی - توجه نمودن محل‌هایی از اتوبوس استفاده شده که ممکن است در معرض آلودگی‌های احتمالی قرار گیرند (مانند صندلی و کف و...) - آشنایی با پارامترهای مهم در حفاظت در برابر اشعه

- اختلاف پرتوهای از نظر نفوذ؛
- آموزش سه اصل حفاظت در برابر اشعه؛
- جلوگیری از آلودگی داخلی؛
- ورود و خروج از منطقه آلوده؛
- پوشیدن و در آوردن لباس؛
- پایش آلودگی سطحی افراد، تجهیزات و سطوح؛
- نحوه پیشگیری از آلودگی تجهیزات حساس (مانند دوربین و آشکارساز)؛
- در پایان کارگاه و پس از نظر سنجی، آزمون نهایی از افراد گرفته شد و برای افرادی که حایز شرایط باشند، گواهینامه مورد تأیید مرکز نظام ایمنی کشور صادر می‌گردد.

همانگونه که ذکر شد فعالیت‌های عملی نیز برای کاربردی شدن آموزش اجرا گردید و با استفاده از چشمه‌های رادیو اکتیو، دستگاه‌های دُزیمتر و آلودگی سنج، تمام اصول و مفاهیمی که بصورت تئوری آموزش داده شده بود بصورت عملی توسط تمامی فراگیران اجرا گردید، بطوریکه کلیه‌ی افراد متناسب با مأموریت و اهداف عملیاتی خود آموختند چگونه وظایف خود را در منطقه آلوده انجام داده و ضمن حفاظت خود اصول حاکم برای مدیریت حوادث پرتوی را رعایت نمایند. فعالیت‌های عملی انجام شده عبارتند از:



سازمان پدافند غیرعامل کشور  
قرارگاه پدافند پرتویی

معرفی تجهیزات...

پرتوسنج دستی

گاما-ایکس

مدل GXD7014



می‌کنند، بنابراین انواع گوناگونی از این ابزارها وجود دارد. بعضی از ابزارها فقط برای شمارش ذرات به کار می‌روند و بعضی دیگر برای شناسایی نوع ماده رادیواکتیو و بعضی برای اندازه گیری آهنگ دز مورد استفاده قرار می‌گیرند.

از آنجاییکه انسان‌ها به طور طبیعی هیچ نوع احساسی نسبت به تابش‌های یونیزان ندارند، لذا برای آشکارسازی و اندازه گیری تابش باید کاملاً متکی بر ابزارهای سنجش باشند. ابزارهایی که بدین منظور به کار می‌روند، هدف‌های بسیار متنوعی را تعقیب

آشکارسازهای گازی است که برای اندازه گیری آهنگ دز پرتوهای گاما و ایکس به کار می‌رود. این دستگاه که نسخه ارتقاء یافته EPR7012 می‌باشد، برای جستجوی چشمه‌های رادیواکتیو، پایش و اندازه گیری میزان پرتوی محیط‌ها و اماکن آلوده به مواد رادیواکتیو ناشی از حوادث هسته‌ای/پرتوی، اقدامات تروریست هسته‌ای و یا حملات هسته‌ای بکار می‌رود.

با توجه به نیاز کشور به پرتوسنج دستی، مرکز اقدام و عمل کلی قرارگاه پدافند پرتوی، اقدام به طراحی و ساخت پرتوسنج دستی مدل GXD7014 نموده است که قابل رقابت با نمونه‌های خارجی می‌باشد و از طرفی ویژگیهای استاندارد نظامی کشور از قبیل مقاومت در برابر ضربه و ضدآب بودن را دارد.

در حوادث هسته‌ای مواد رادیواکتیو به محیط پیرامون پخش شده و اقدامات امدادی و بخش زیادی از اقدامات مدیریت حادثه به ناچار در ناحیه آلوده انجام می‌شود. در این شرایط آگاهی از میزان پرتوگیری افراد از مواد پرتوزای موجود در محیط اهمیت فراوانی دارد زیرا با دانستن این مقدار و مقایسه آن با مقادیر مجاز پرتوگیری، نیروهای عملیاتی می‌توانند با بکار بردن اصول فاصله، زمان و در صورت امکان استفاده از حفاظ، بدون نگرانی از اثرات بیولوژیکی پرتو اقدامات خود را انجام دهند.

شناسایی مقدار پرتوزایی محیط که توسط تیم‌های عملیاتی کارگروه‌ها و یا تیم‌های پیاده کارگروه رصد و پایش انجام می‌شود با استفاده از پرتوسنج (دزی‌متر) دستی صورت می‌گیرد. پرتوسنج دستی گاما-ایکس مدل GXD7014 دستگاهی از گروه





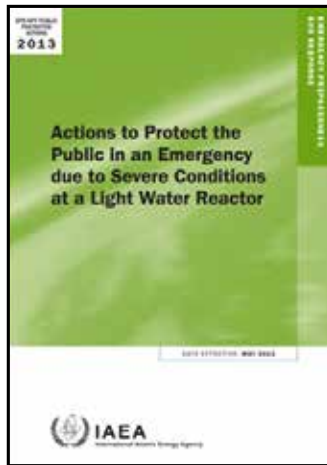
مشخصات فنی و عملیاتی محصول

تابش مورد اندازه‌گیری (Radiation Measured)	گاما و ایکس
واحدهای نمایش آهنگ دز	$\frac{\mu R}{h}$ , $\frac{mR}{h}$ , $\frac{R}{h}$ , $\frac{\mu Sv}{h}$ , $\frac{mSv}{h}$ , $\frac{Sv}{h}$
واحدهای نمایش دز تجمعی	$\mu R$ , $mR$ , $R$ , $\mu Sv$ , $mSv$ , $Sv$
محدوده انرژی پاسخ دستگاه (Energy Response Range)	80keV to 3 MeV
محدوده اندازه‌گیری آهنگ دز گاما	از $0.1 \frac{\mu Sv}{h}$ تا $10 \frac{Sv}{h}$
محدوده اندازه‌گیری دز تجمعی گاما	از $0.1 \mu Sv$ تا $10 Sv$
صحت اندازه‌گیری (Measurement Accuracy)	کمتر از 10% ±
وابستگی انرژی (Energy Dependence) برای تابش گاما	کمتر از 10% در کل بازه انرژی
وابستگی زاویه‌ای (Angular Dependence)	±10% تا 90 درجه
زمان آماده به کار شدن	حداکثر یک دقیقه
زمان پاسخ (Response Time)	در بازه $0.1 \frac{\mu Sv}{h}$ الی $1 \frac{\mu Sv}{h}$ : کمتر از 20 ثانیه در بازه $1 \frac{\mu Sv}{h}$ الی $10 \frac{mSv}{h}$ : کمتر از 10 ثانیه بالای $10 \frac{mSv}{h}$ : کمتر از 2 ثانیه
طول عمر باتری	۴۸ ساعت کار مداوم در آهنگ دز زمینه در دمای ۲۵ درجه سلسیوس.
دمای کار	از -۲۰ تا +۶۰ درجه سانتی‌گراد
دمای نگهداری	از -۳۰ تا +۷۰ درجه سانتی‌گراد
رطوبت نسبی	از ۰ تا ۹۵ درصد
مقاومت در برابر نفوذ آب	هم به صورت پارانی و هم بصورت غوطه وری
مقاومت در برابر لرزه	دارد
مقاومت در شن و گرد و غبار	دارد
مقاومت در برابر ضربه	دارد
مقاومت در برابر یوسیدگی در محیط‌های نمک زار	دارد
مقاومت در برابر Shock مکانیکی و حرارتی	دارد
مقاومت در برابر EMI/RFI	دارد
مقاومت در برابر EMP	دارد
ذخیره اطلاعات	دستگاه همواره در بازه‌های زمانی تعیین شده توسط کاربر (از ۱ تا ۹۹ دقیقه) ۲۵۵۵ قرائت از آخرین آهنگ دز محیط را در حافظه ذخیره می‌نماید.
ارسال اطلاعات حافظه به PC	از طریق پروتکل RS232
قابلیت رفع الودگی	دارد
فاصله قابل رویت با وضوح کامل اطلاعات صفحه نمایش	۹۰ سانتی متری
قابلیت اعلام هشدار آهنگ دز فراتر از محدوده اندازه‌گیری	دارد
کالیبراسیون مجدد با توجه به شرایط جغرافیایی مختلف	دستگاه در موقعیت‌های جغرافیایی مختلف در خشکی نیاز به کالیبراسیون مجدد ندارد.
قابلیت اتصال پروپ خارجی	دارد
قابلیت نمایش فارسی و انگلیسی	دارد
قابلیت شارژ باطری توسط برق شهر و برق خودرو	دارد
نحوه هشدار دستگاه	بصورت نوری و صوتی
جنس بدنه دستگاه	آلومینیوم
نوع چشمه و اکتیوته چک سورس	دستگاه دارای یک عدد چک سورس سزیم ۱۳۷ با اکتیوته یک دهم میکروکوری می‌باشد.



سازمان پدافند غیرعامل کشور  
قرارگاه پدافند پرتویی

معرفی سند...



لینک دانلود کتاب  
از سایت اصلی

# اقدامات مقابله‌ای برای حفاظت از مردم در حوادث رآکتور آب سبک

انگلیسی منتشر شده و بطور رسمی به زبانهای روسی و اسپانیایی نیز ترجمه شده است.

این سند بخشی از سری آمادگی و پاسخ اضطراری (EPR) آژانس بین‌المللی انرژی اتمی است که در سال ۲۰۱۳ به زبان



ساعت پس از حادثه و تا فواصل دو تا پنج کیلومتری از محل حادثه، منجر به اثرات شدید و یا باعث مرگ و میر مردم شود. این سند مشتمل بر هشت فصل و پنج پیوست در ۱۳۵ صفحه تدوین شده است.

■ فصل اول، مقدمه سند، شامل سابقه موضوع، هدف، دامنه و ساختار سند تشریح شده است.

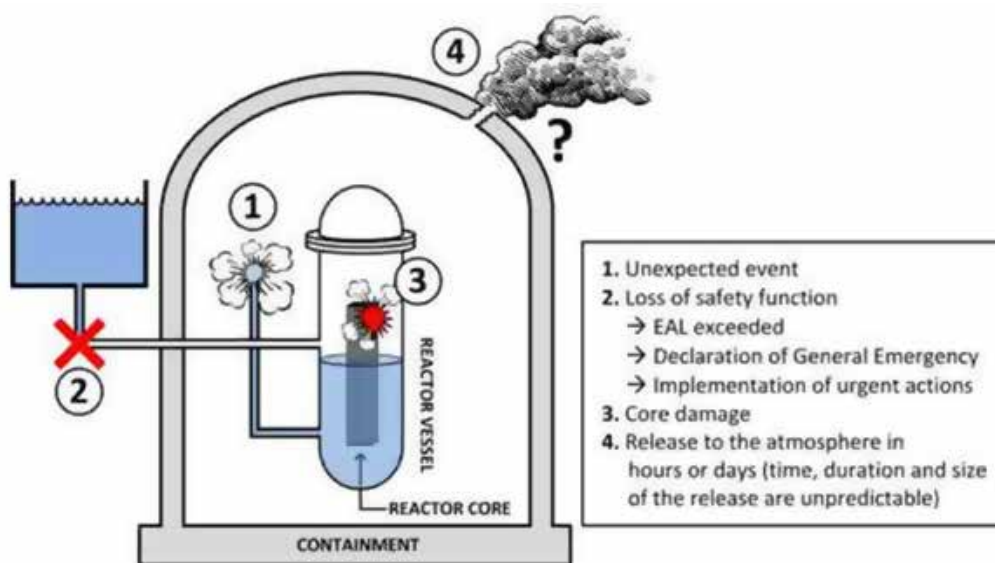
■ در فصل دوم با عنوان مفاهیم کلی، به معرفی اقدامات و عملیات پاسخ به حادثه می‌پردازد. در این فصل تقسیم بندی و تعریف نواحی عملیاتی مختلف اطراف محل حادثه مانند منطقه اقدام پیشگیرانه (PAZ)، منطقه برنامه‌ریزی اقدام محافظتی فوری (UPZ) و... اقدامات محافظتی و اقدامات پاسخ به حادثه و زمانبندی آن بطور مختصر تشریح می‌شوند. همچنین به معرفی اقدامات پاسخ در برابر تمامی افرادی که بطور بالقوه تحت تابش قرار گرفته و یا کسانی که از ناحیه حادثه تخلیه شده اند، پرداخته می‌شود.

■ در شرایط وقوع حادثه، در صورتی امکان ارائه پاسخ آنی، صحیح و مؤثر وجود دارد که هر کسی بداند چه کاری باید انجام دهد و این پاسخ سریع نیازمند وجود سیستم طبقه بندی شرایط اضطراری است. در فصل سوم، سیستم طبقه بندی شرایط اضطراری به همراه مثالهایی از رویدادهای مختلف در هر طبقه و توضیحاتی به زبان ساده برای ارائه به مردم تشریح شده است.

در این سند اطلاعات و معیارهای اساسی مورد نیاز تصمیم‌گیرندگان به منظور حفاظت از مردم در شرایط اضطراری شامل آسیب شدید سوخت در رآکتورهای آب سبک یا رآکتورهای با کند کننده گرافیتی و یا در استخرهای نگهداری سوخت مصرف شده، گردآوری شده است. دامنه کاربرد این سند برای رآکتورهای قدرت بالاتر از ۱۰۰ مگاوات (حرارتی) و برای استخرهای نگهداری سوخت مصرف شده ای است که نیاز به خنک سازی فعال جهت جلوگیری از گرمای زیاد از حد و تخریب سوخت دارند.

در گردآوری این سند از درس آموخته‌های پاسخ به حوادث گذشته مانند حادثه نیروگاه هسته‌ای فوکوشیما دایچی در سال ۲۰۱۱ و آخرین تحقیقات در خصوص حصول اطمینان از سازگاری با سری استاندارد ایمنی شماره GS-R-۲ آژانس بین‌المللی انرژی اتمی، استفاده شده است.

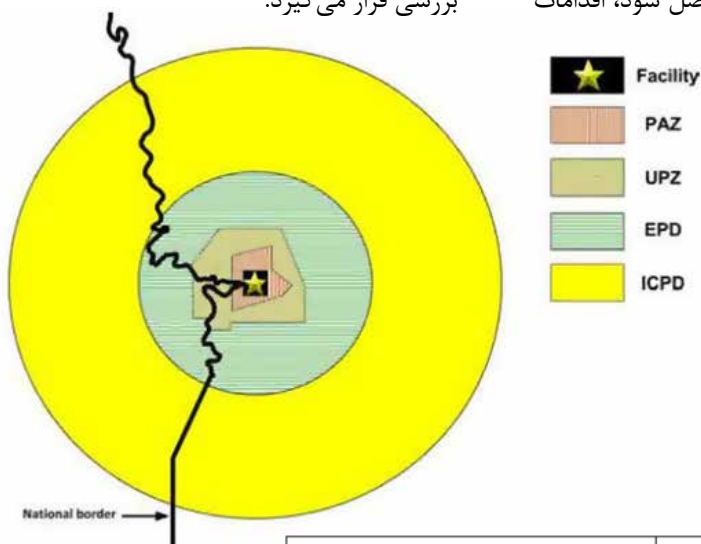
حوادث نیروگاه‌های هسته‌ای یا استخرهای نگهداری سوخت که در آنها به سوخت رآکتور آسیب وارد می‌شود، می‌تواند اثرات شدیدی بر سلامت جسمی و روانی مردم و حتی احتمال مرگ و میر به همراه داشته باشد. همچنین می‌تواند عواقب اقتصادی و جامعه شناختی نیز داشته باشد. اما می‌توان با بکارگیری اقدامات مقابله‌ای از این اثرات جلوگیری نموده و یا شدت آنرا کاهش داد. در این حوادث مواد رادیواکتیو در هوا منتشر شده و بصورت پلوم پرتوی می‌تواند چندین



دنباله ای از حوادث که منجر به انتشار مواد رادیواکتیو به جو زمین می‌شود

محافظتی و سایر اقدامات پاسخ بطور مؤثری اجرا می‌گردد. برای این منظور در فصل چهارم مناطق چهارگانه و فواصل آنها از نیروگاه تعیین شده و مورد بررسی قرار می‌گیرد.

علاوه بر سیستم طبقه بندی شرایط اضطراری، مناطق خارج از محدوده اضطراری و فاصله آنها در اطراف نیروگاه هسته‌ای باید قبل از مرحله ی آمادگی مشخص شده باشد تا اطمینان حاصل شود، اقدامات



Emergency zones and distances	Suggested maximum radius (km) <sup>a, b</sup>	
	≥ 1000 MW(th)	100 <sup>c</sup> to 1000 MW(th)
Precautionary action zone (PAZ) <sup>d</sup>	3 to 5	
Urgent protective action planning zone (UPZ) <sup>d</sup>	15 to 30	
Extended planning distance (EPD)	100	50
Ingestion and commodities planning distance (ICPD)	300	100

ناحیه‌های اضطراری و فواصل آنها



سازمان پدافند غیرعامل کشور  
تزارگاه پدافند پرتوی





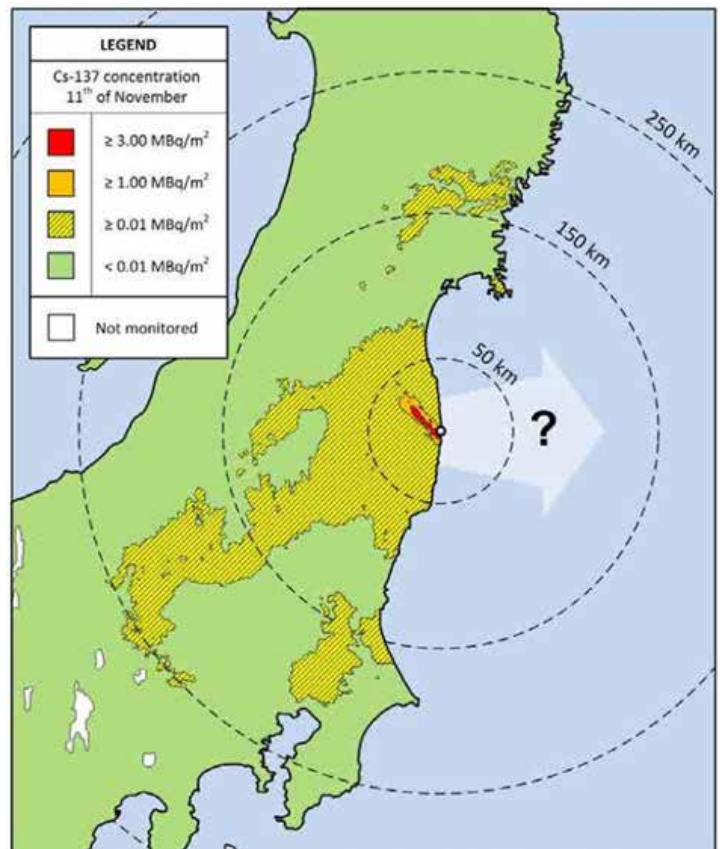
نمونه ای از نقشه توزیع

دُز زمین با استفاده از پایش هوایی

■ در فصل پنجم به اقدامات محافظتی سریع، اقدامات محافظتی اولیه و سایر اقدامات پاسخ به حادثه پرداخته می‌شود و این اقدامات به دو دسته تقسیم می‌شود. اقدامات محافظتی و پاسخ سریع، از قبیل تجویز داروی مسدود کننده ید تیروئید، تخلیه مردم، اسکان موقت و... که بطور معمول در عرض چند ساعت پس از حادثه باید اجرا شود و اقدامات اولیه پس از حادثه از قبیل محدودیتهای مصرف مواد غذایی و اقدامات پزشکی و... که ظرف چند روز تا چند هفته پس از حادثه اجرا می‌شود.

■ در فصل ششم موضوع پایش و مقایسه با سطوح مداخله عملیاتی تشریح می‌گردد. در این فصل بر اساس سطوح مداخله عملیاتی، راهنمایی برای تصمیم گیری و اقدامات مداخله ای سریع یا اقدامات پزشکی مورد نیاز ارائه می‌گردد. همچنین توزیع آلودگی، الگوهای ته نشست مواد رادیواکتیو، نقاط داغ و اندازه گیری و نمایش آن روی نقشه معرفی می‌گردد.

نقشه توزیع ته نشست رادیو ایزوتوپ  
 $^{137}\text{Cs}$  پس از حادثه در نیروگاه  
فوکوشیما دایچی



■ ارتباط با مردم و تصمیم گیرندگان موضوعی است که در فصل هفتم به آن پرداخته می‌شود و در آن در خصوص اهمیت اطلاع رسانی به این دو گروه و اطلاعاتی که باید به آنها داده شود بحث می‌شود.

■ در پایان در فصل هشتم چگونگی پیاده سازی ضوابط و ابزارهای معرفی شده در این سند و لزوم بومی سازی آن مورد بررسی قرار می‌گیرد.

## سلسله مباحث آموزشی - قسمت ۶

## آشکار سازهای پرتوها

سولفور روی برای مشاهده واکنشهای هسته‌ای، اتافک ابری ویلسون برای مشاهده رد ذرات آلفا بتا و نهایتاً شمارنده گایگر مولر مورد استفاده محققین قرار گرفت.

انواع آشکارسازها در اساس تفاوت چندانی با یکدیگر ندارند، فقط در طول زمان به منظور کاربردهای مختلف تکامل یافته اند. پرتوهای یونیزان می‌توانند در محیط‌های مناسب آثار الکتریکی، شیمیایی، نورانی، گرمایی و... ایجاد نمایند. آشکارسازی یعنی تولید یک علامت به ازای هر ذره ای که وارد دستگاه می‌شود و فرآیند آشکار سازی وابسته به نوع ذره تابشی و همچنین نوع برهمکنش ذره با ماده آشکار ساز درون دستگاه است.

پرتوهای یونیزان توسط حواس پنجگانه انسان قابل احساس نمی‌باشند لذا برای شناسایی و اندازه گیری شدت آنها لازم است از ابزار مناسبی استفاده شود که آشکارساز نام دارد. آشکارسازها انواع مختلفی دارند. همزمان با رشد فناوری هسته‌ای و کاربرد آن در کشاورزی، پزشکی و صنایع، آشکارسازهای پرتو نیز توسعه یافتند.

اولین بار در اواخر قرن نوزدهم از یک فیلم عکاسی برای آشکارسازی پرتوهای گامای ناشی از اورانیم استفاده شد. سپس یک اتافک یونش برای جدا نمودن بلوتونیم از اورانیم همراه با الکترومتر مورد استفاده قرار گرفت. حدود سی سال بعد به تدریج آشکارسازهای سوسوزن با

## روش کار یک سیستم آشکارساز

علامت در خروجی آشکارساز ضعیف باشد، ممکن است در هنگام انتقال گم شود. برای پرهیز از این امر باید از یک پیش تقویت کننده نزدیک به آشکارساز استفاده نمود. در این صورت می‌توان را به یک تقویت کننده که ممکن است در فاصله دوری قرار گرفته باشد، منتقل کرد.

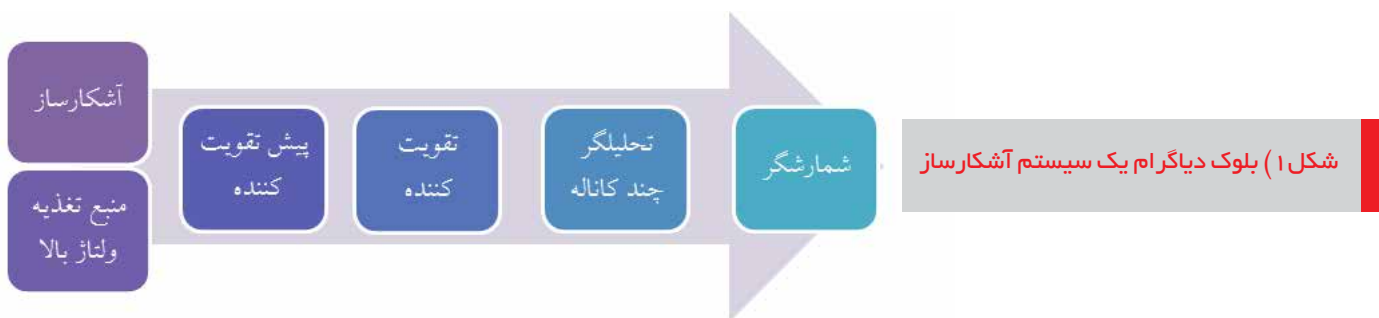
تقویت کننده علامت را ۱۰۰۰ بار یا بیشتر افزایش می‌دهد. پس از آن علامت تقویت شده به سمت تحلیلگر می‌رود. تحلیلگر چند کاناله تپ‌ها را بر اساس ارتفاع آنها، ثبت و ذخیره می‌کند. هر تپ در کانال خاصی که همخوان با یک انرژی معین است، انبار می‌شود و سپس توسط نمایشگر نشان داده می‌شود. نمودار شکل (۱) بخش‌های مختلف یک سیستم آشکارساز را نشان می‌دهد.

اصول کار اغلب دستگاه‌های آشکار ساز مشابه است. تابش وارد آشکار ساز می‌شود، با اتم‌های ماده آشکار ساز برهمکنش می‌کند و ذره ورودی بخشی از انرژی خود را صرف جداسازی الکترون‌های کم انرژی ماده آشکار ساز از مدارهای اتمی خود می‌کند. این الکترون‌های جدا شده توسط یونش جمع آوری می‌شوند و توسط یک مدار الکتریکی برای تحلیل به صورت یک تپ ولتاژ یا جریان در می‌آیند.

علامتی که از آشکارساز بیرون می‌آید خیلی ضعیف و در گستره میلی ولت (mV) است. پیش از آنکه این علامت بتواند ثبت شود، باید آن را با یک ضریب هزار یا بیشتر تقویت کرد. برای رسیدن به این هدف، باید آن را از طریق یک کابل به اسباب بعدی دستگاه که تقویت کننده است، منتقل نمود. انتقال هر نوع علامت از طریق کابل، آن را تا حدودی تضعیف می‌کند. اگر



سازمان پدافند غیرعامل کشور  
قرارگاه پدافند پرتویی



۳) آشکارسازهای نیمه‌هادی  
 ۴) آشکارسازهای نوترون  
 که در این شماره به آشکارسازهای گازی پرداخته می شود.

متداولترین آشکارسازهای هسته‌ای بر اساس نوع ماده آشکارساز درون آنها عبارتند از:  
 ۱) آشکارسازهای گازی (آشکارسازهای یونشی، تناسبی، گایگر مولر)  
 ۲) آشکارسازهای سوسوزن

**□ آشکارسازهای گازی**

این صورت تک‌تک ذرات را می‌توان شمرد. برای اغلب گازها انرژی میانگین برای تولید زوج الکترون-یون تقریباً ۳۰ eV است. به عنوان مثال اگر یک ذره آلفا یا بتای ۳ MeV تمام انرژی اش را در آشکارساز ذخیره نماید، به طور متوسط تعداد میانگین زوج تولید شده برابر است با:

$$\text{زوج الکترون - یون} = 30 / (3 \times 10^6) = 10^5$$

ظرفیت یک آشکارساز گازی نوعی در حدود ۵۰ pF است و بار در زمانی از مرتبه ۱ μs جمع آوری خواهد شد. اگر تمام بار تولید شده از ذره ۳ MeV جمع آوری شود، ولتاژ و جریان مورد انتظار به صورت زیر خواهد بود.

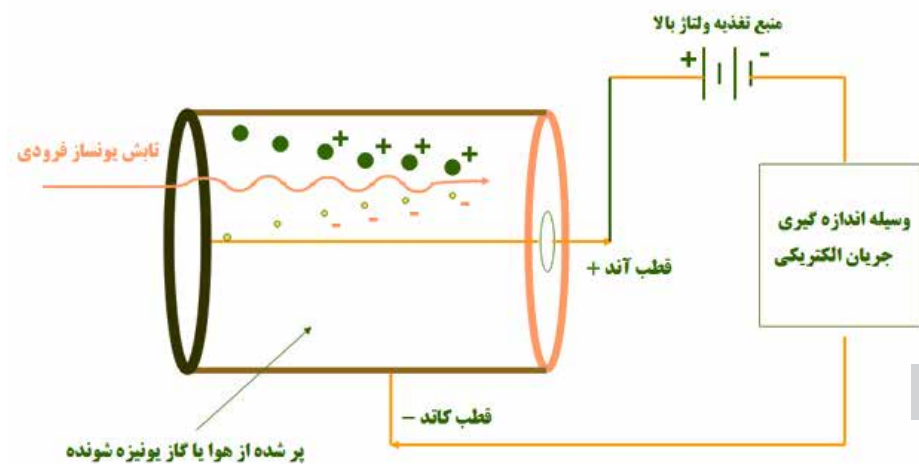
آشکارسازهای گازی با استفاده از یونش تولید شده از تابش در هنگام عبور پرتوها از گاز کار می‌کنند. این دستگاه متشکل از یک مولد ولتاژ V، مقاومت خیلی زیاد R و دو الکتروود هم محور که کاملاً نسبت به هم عایق بندی شده اند. فضای بین الکتروودها را از یک گاز پر می‌کنند. ظرفیت کل این مدار را با خازن C نشان می‌دهند. تابش یونیزان با عبور از فضای بین الکتروودها، تمام یا بخشی از انرژی اش را با تولید زوج‌های الکترون-یون از دست می‌دهد. هم الکترون‌ها و هم یون‌ها حامل‌های باری هستند که تحت تأثیر میدان الکتریکی حرکت می‌کنند. حرکت آنها جریانی در الکتروودها القا می‌کند، که می‌توان آن را اندازه گرفت و یا با استفاده از الکترونیک مناسب، بار تولید شده از تابش را می‌توان تبدیل به یک تپ یا پالس سیگنال نمود، که در

$$V = Q/C \approx (10^5 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C/electron}) / (50 \times 10^{-12} \text{ F}) = 0.5 \times 10^{-3} \text{ v} \approx 0.5 \text{ mV}$$

$$I = Q/t \approx (10^5 \times 1.6 \times 10^{-19}) / (10^{-6}) \text{ A} \sim 1.6 \times 10^{-8} \text{ A}$$

بنابراین ضرورت استفاده از دوبار تقویت پالس به خوبی خود را نشان می‌دهد.

جریان و ولتاژ تولید شده ناشی از ۱۰۵ زوج یون آنقدر ضعیف است که از آستانه حساسیت دستگاه‌های اندازه گیری پایین تر است.



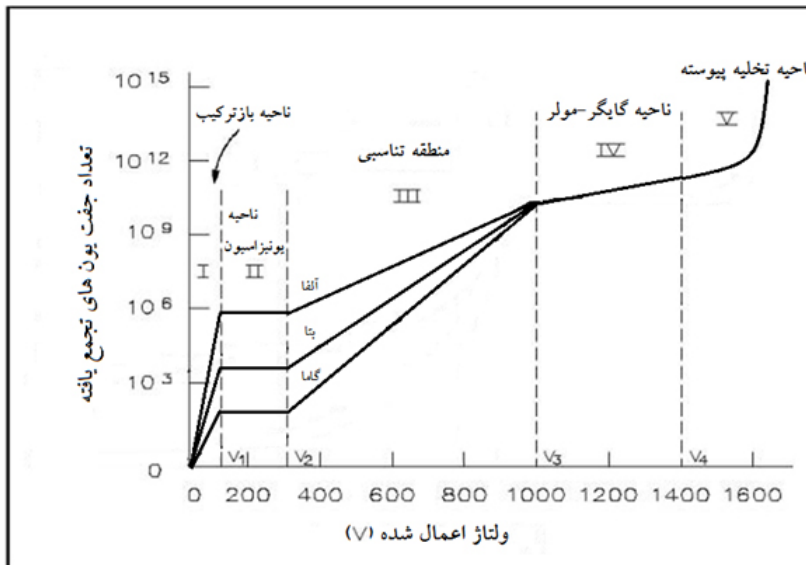
شکل ۲) نمایی از آشکارساز گازی



### □ رابطه بین ولتاژ بالا و بار جمع آوری شده

اگر ولتاژ  $V$  نیز تغییر داده شود، چندین ناحیه مهم کاملاً مشخص در اندازه‌گیری تابش شناسایی می‌شود و بار جمع آوری شده در واحد زمان مطابق با شکل (۳) تغییر خواهد کرد. این منحنی به پنج ناحیه تقسیم می‌شود:

اگر یک چشمه پرتوزای با شدت ثابت، به فاصله معینی از یک آشکارساز گازی قرار گیرد، ولتاژ بالایی به آشکارساز اعمال می‌گردد. این ولتاژ به کمک یک پتانسیومتر قابل تغییر است. یک نگارنده مناسب، بار جمع آوری شده در واحد زمان را اندازه می‌گیرد.



شکل ۳) رابطه بین بار جمع آوری شده و ولتاژ اعمال شده برای سه نوع ذره مختلف.

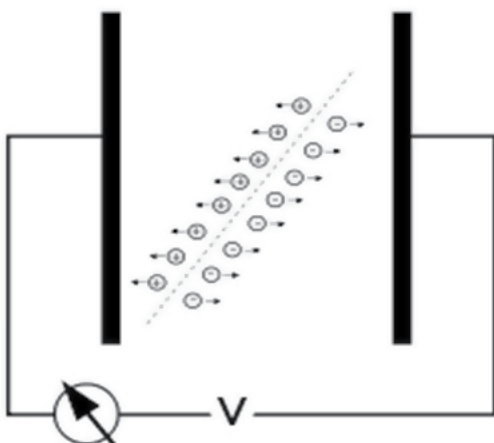
#### ■ ناحیه باز ترکیب (I)

وقتی ولتاژ پایین است، یعنی میدان الکتریکی در آشکارساز قوی نیست، الکترون‌ها و یون‌ها با سرعت‌های نسبتاً پایینی حرکت می‌کنند و آهنگ باز ترکیب آنها قابل توجه است.

#### ■ ناحیه اتافک یونش (II)

با افزایش ولتاژ، دومین ناحیه ای که پیش روی قرار می‌گیرد، ناحیه اتافک یونش است. در این ناحیه گستره ولتاژی به قدری است که یک میدان الکتریکی مناسب بین آند و کاتد برقرار می‌شود، بنابراین یونها را قبل از ترکیب مجدد، جمع آوری می‌کند، ولی

در حدی نیست که به یون‌ها شتاب دهد و در اثر برخورد میان آنها یونش ثانوی تولید کند، بنابراین آهنگ باز ترکیب صفر و عدم تولید یونش ثانوی باعث می‌شود که بار جمع آوری شده در این ناحیه ثابت باقی بماند. بزرگی پالس ایجاد شده به تعداد یون‌های تولید شده در اتافک امکان استفاده از این وسیله را برای تمایز گذاری بین تابش‌های حاصل از یونش‌های حاصل از آلفا، بتا و گاما فراهم می‌آورد.



شکل ۴) ورود پرتو گاما به اتافک یونش و ایجاد

یونیزاسیون



سازمان پدافند غیرعامل کشور  
قرارگاه پدافند پرتویی

### ■ ناحیه تناسبی (III)

یکی از نقاط ضعف قابل توجه هر شمارشگری در ناحیه اتاقک یونش، این است که پالس خروجی نسبتاً ضعیف است و همین موضوع ایجاب می‌کند که این پالس خیلی تقویت شود و یا میزان حساسیت ورودی در شمارنده خیلی بالا باشد. با افزایش ولتاژ، زمانی فرا می‌رسد که میدان الکتریکی بسیار قوی می‌شود و بر اثر برخورد یون‌ها و الکترون‌های اولیه تولید شده توسط تابش، یون‌ها و الکترون‌های ثانوی تولید می‌شوند و تکثیر الکترونی به شکل بهمن در نواحی مجاور یونش اولیه در نزدیکی آند می‌شود. این لحظه آغاز عملکرد شمارشگر تناسبی است. از آنجاییکه بزرگی پالس خروجی با تعداد الکترون‌های جمع شده در آند تعیین می‌شود، اندازه تپ ولتاژ خروجی یک آشکارساز معین با ولتاژ زیاد دوسر این آشکارساز متناسب خواهد بود.

### ■ ناحیه گایگر مولر<sup>۱</sup> (IV)

با ادامه افزایش ولتاژ زیاد به مقادیر بالاتر از ناحیه تناسبی سرانجام بهمن تولید شده در سراسر طول آند گسترش خواهد یافت. هنگامی که این پدیده روی می‌دهد، ناحیه تناسبی خاتمه می‌یابد و ناحیه گایگر آغاز می‌شود. در این نقطه پالس‌ها، بدون توجه به نوع ذره یونیزان اولیه، یکسان است و بنابراین هنگامی که شمارشگر در ناحیه گایگر کار می‌کند نمی‌تواند انواع گوناگون تابش را از هم تمیز دهد. وجود پالس‌های خروجی خیلی بزرگ که از تقویت زیاد گاز در شمارشگر ناشی می‌شود، باعث می‌شود که شمارشگر گایگر نسبت به استفاده از تقویت کننده پالس، بی‌نیاز شود.

### ■ ناحیه تخلیه الکتریکی (V)

اگر ولتاژ اعمال شده فراتر از ولتاژ ناحیه چهارم برود، فقط یک رویداد یونشی کافی است تا یک تخلیه الکتریکی پیوسته در گاز ایجاد کند. اگر بر یک آشکارساز گازی تجاری ولتاژ بیش از ولتاژ آستانه این ناحیه داده شود، احتمالاً از بین خواهد رفت.

### ■ انواع مختلف آشکارسازهای گازی

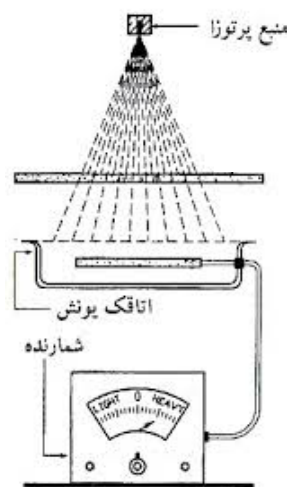
تغییر اندکی در ولتاژ، علامت را تغییر خواهد داد.

آشکارسازهای گازی نام خود را از ناحیه ولتاژی می‌گیرند که در آن کار می‌کنند. هیچ آشکارسازی در ناحیه یک کار نمی‌کند، زیرا

### ■ اتاقک یونش<sup>۲</sup>

ولتاژ اعمال شده در این اتاقکها کمتر از ۱۰۰۰V است.

اتاقکهای یونش بطور گسترده به عنوان مانیتورهای تابش مورد استفاده قرار می‌گیرند. این دستگاه‌ها می‌توانند برای شمارش یا آشکارسازی ذرات آلفا، ذرات بتا، گاما، ایکس و نوترون طراحی شوند.



شکل (۴) نمایی از سیستم آشکارسازی اتاقک یونش



### □ شمارنده تناسبی<sup>۳</sup>

آشکارسازی در این ناحیه سه ویژگی دارد:

۱. تکثیر بار صورت می‌گیرد، اما علامت خروجی هنوز متناسب با انرژی ذخیره شده در آشکارساز است.
۲. اندازه گیری انرژی ذره امکانپذیر است.
۳. این آشکارسازها را می‌توان برای آشکارسازی هر ذره بارداری به کار برد.

تشخیص نوع ذره هم با اتاقک یونش و هم با آشکارسازهای تناسبی امکان دارد. یک ذره آلفا و یک الکترون با انرژی برابر، وقتی وارد یکی از آشکارسازها می‌شوند، علامت متفاوتی خواهند داد. علامت ذره آلفا بزرگتر از علامت الکترون خواهد بود. ولتاژ اعمال شده بر آشکارسازهای گازی بین ۸۰۰ تا ۲۰۰۰ ولت تغییر می‌کند.

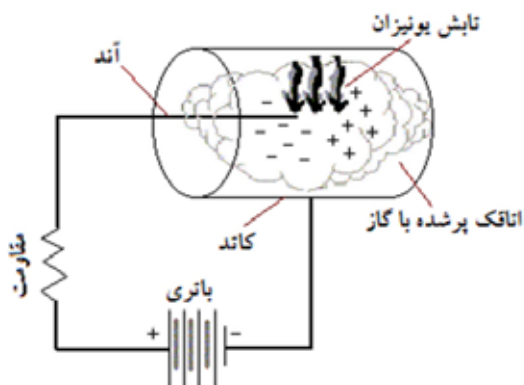


شکل ۵) آشکارساز تناسبی

### □ آشکارساز گایگر مولر

این آشکارسازها در ناحیه چهارم منحنی ولتاژ-بار کار می‌کنند. آشکارساز گایگر مولر علامت پر قدرتی تولید می‌کند، که نیازی به پیش تقویت کننده ندارد و می‌توان آنها را برای هر نوع تابش یونیزان به کار برد. اشکال مهم آشکارسازهای گایگر مولر در این است که علامت آنها مستقل از نوع ذره و انرژی آن است. بنابراین این آشکارسازها فقط اطلاعاتی پیرامون تعداد ذرات به دست می‌دهند.

عیب دیگر این آشکارسازها این است که وقتی یون‌های مثبت از ناحیه مرکزی به طرف کاتد (دیواره آشکارساز) حرکت می‌کند، میدان الکتریکی، اطراف قسمت مرکزی (آند) را به صورت حفاظ می‌پوشانند. این حالت، میدان الکتریکی درون آشکارساز را کاهش می‌دهد. بنابراین هنگامی که تابش دیگری وارد آشکارساز می‌شود نمی‌تواند بهمن دیگری در آشکارساز بوجود آورد مگر اینکه پوشش یون‌های مثبت به نزدیکی کاتد برسد. هر چه یون‌های مثبت دورتر می‌شوند میدان افزایش یافته و بالاخره وقتی بوسیله کاتد جمع می‌شوند، میدان مقدار اولیه خود را بدست می‌آورد. بنابراین پس از ورود یک ذره، مدت زمانی که طول می‌کشد تا میدان الکتریکی درون آشکارساز دوباره به مقدار ماکزیمم خود برسد، زمان مرگ آشکارساز می‌گویند. یکی از معایب آشکارسازهای گایگر مولر زمان مرگ طولانی آنها نسبت به دیگر آشکارسازهای گازی است که حدود ۲۵۰ میکروثانیه است.



شکل ۶) تشکیل بهمن الکترونی در گاز، پوشاننده شدن اطراف ناحیه مرکزی و کاهش میدان الکتریکی



سازمان پدافند غیرعامل کشور  
قرارگاه پدافند پرتویی



رییس و دبیر کمیته پدافند غیرعامل وزارت بهداشت

## بخش‌های بهداشتی و درمانی

### اولین ارگان پاسخگو در حوادث هستند



نوع و افزایش حوادث، افزود: در حال حاضر نرخ و مدل حوادث نسبت به گذشته افزایش یافته، بنابراین نیاز است که در دانشگاه‌های علوم پزشکی بازوی علمی و اجرایی مدیریت حوادث تقویت شود و افرادی برای مدیریت حوادث تربیت شوند. وی با تأکید بر ضرورت همکاری و کمک آموزش دیدگان این کارگاه در زمینه آموزشی و پژوهشی در دانشگاه‌ها، افزود: این افراد می‌توانند به اعضای هیات علمی دانشگاه‌های علوم پزشکی، گروه‌های اجرایی و عملیاتی نظام سلامت و گروه‌های مختلف از جمله فوریت‌های پزشکی، بهداشت محیط، بهداشت حرفه‌ای، بیماری‌ها، آزمایشگاه، کادر درمانی و بیمارستانی آموزش دهند. رییس و دبیر کمیته پدافند غیرعامل وزارت بهداشت در ادامه افزود: همچنین این افراد می‌توانند در بخش پژوهشی فعالیت کرده و مقالات پژوهشی ارائه دهند. وی با تأکید بر ضرورت آشنایی بیشتر نظام سلامت با مباحث پرتوی و هسته‌ای خاطرنشان کرد: برخی افراد بر این باور هستند که مسائل پرتوی و هسته‌ای به حوزه سلامت مرتبط نیست و ارگان‌های دیگر باید پاسخگو باشند، اما با توجه به اینکه اولین ارگان پاسخگو در حوادث، نظام سلامت و بخش‌های درمانی و بهداشتی بوده، بنابراین آشنایی حوزه سلامت با موارد پرتوی و هسته‌ای از اهمیت بسیاری برخوردار است.

رییس و دبیر کمیته پدافند غیرعامل وزارت بهداشت بر ضرورت آشنایی بیشتر نظام سلامت با مباحث پرتوی و هسته‌ای تأکید کرد و گفت: برخی از افراد بر این باور هستند که مسائل پرتوی و هسته‌ای به حوزه سلامت مرتبط نیست و ارگان‌های دیگر باید پاسخگو باشند، اما با توجه به اینکه اولین ارگان پاسخگو در حوادث، نظام سلامت و بخش‌های درمانی و بهداشتی بوده، بنابراین آشنایی حوزه سلامت با موارد پرتوی و هسته‌ای از اهمیت بسیاری برخوردار است.

نفیسه میرکتولی در حاشیه برگزاری اولین کارگاه آموزشی پاسخ پزشکی به مصدومین رویدادهای پرتوی، با بیان اینکه اعضای شرکت کننده در این کارگاه، هیات‌های علمی مرتبط با حوزه پرتوی از جمله طب هسته‌ای، رادیولوژی و طب اورژانس هستند، اظهار داشت: این کارگاه با همکاری معاونت آموزشی وزارت بهداشت برگزار شده و اعضای هیات علمی دانشگاه‌های علوم پزشکی کشور در زمینه‌های بیولوژیک از طریق دفاتر هیات علمی به ما معرفی شدند.

رییس و دبیر کمیته پدافند غیرعامل وزارت بهداشت با اشاره به تشکیل کمیته پدافند غیرعامل در دانشگاه‌های علوم پزشکی کشور از ده سال گذشته تاکنون، تصریح کرد: در ۲ سال اخیر ساختار اداری پدافند غیرعامل در دانشگاه‌های علوم پزشکی زیر نظر ریاست دانشگاه شکل گرفت و از سوی دیگر سازوکار جدید برای کمیته‌های دانشگاهی در یک سال گذشته ابلاغ شد. میرکتولی با اشاره به تغییر

## مسلح کردن ناوگان زیر دریایی های ایالات متحده به تسلیحات هسته ای تاکتیکی

همزمان با رویکار آمدن ترامپ راهبردهای هسته ای ایالات متحده دچار تغییرات چشمگیری شده به طوری که اخیراً کنگره آمریکا بودجه اختصاصی برای مسلح کردن بخشی از ناوگان زیر دریایی های این کشور به تسلیحات هسته ای تاکتیکی در نظر گرفته شود. منظور از تسلیحات هسته ای تاکتیکی، تسلیحاتی با هسته ای با قدرت کم است که قادرند آسیب های محدود اما شدیدی به اهداف خود وارد کنند. گزارش های منتشر شده نشان می دهد این تسلیحات بر روی ۱۴ زیر دریایی کلاس اهایو نصب میشوند. این زیر دریایی ها قادر به حمل ۲۰ موشک از نوع Trident D۵ است که هر کدام از این موشک ها می توانند بین ۸ تا ۱۲ کلاهک هسته ای با خود حمل کنند. این زیر دریایی ها بطور پیوسته در اقیانوس های جهان در حال گشت زنی هستند و پیدا کردن محل اختفاء آنها امری تقریباً غیرممکن است و همین امر قدرت بازدارندگی زیادی برای ایالات متحده به همراه داشته است، بطوری که این کشور را قادر می کند بلافاصله و از موقعیت های گوناگون به هر حمله احتمالی هسته ای علیه خود، پاسخی در خور دهد. تا به امروز بیشتر سلاح های تاکتیکی بواسطه بمب افکن ها حمل می شدند و آماده کردن آنها برای شلیک (فرآیند نصب بر روی بمب افکن تا شلیک) در حدود نصف روز زمان نیاز دارند. در مقابل آماده کردن زیر دریایی های برای شلیک در کمتر از یک ساعت صورت می گیرد. این موضوع نشان می دهد در راهبردهای هسته ای ایالات متحده حملات غافلگیر کننده نقش کلیدی دارند. لازم به ذکر است زیر دریایی های نسل جدید بشدت بی صدا و غیرقابل ردیابی هستند. بطوری که در سال ۲۰۰۸ دو زیر دریایی هسته ای انگلیسی و فرانسوی در حین عبور از کنار یکدیگر برخورد بسیار خفیفی باهم داشتند و هر کدام تصور کردند با صخره های دریایی برخورد داشته اند. اما در سال ۲۰۱۲ و ضمن تبادل اطلاعات با یکدیگر مشخص شد که دو زیر دریایی با یکدیگر برخورد داشته اند.



شلیک یک موشک D۵ Trident از یک زیر دریایی



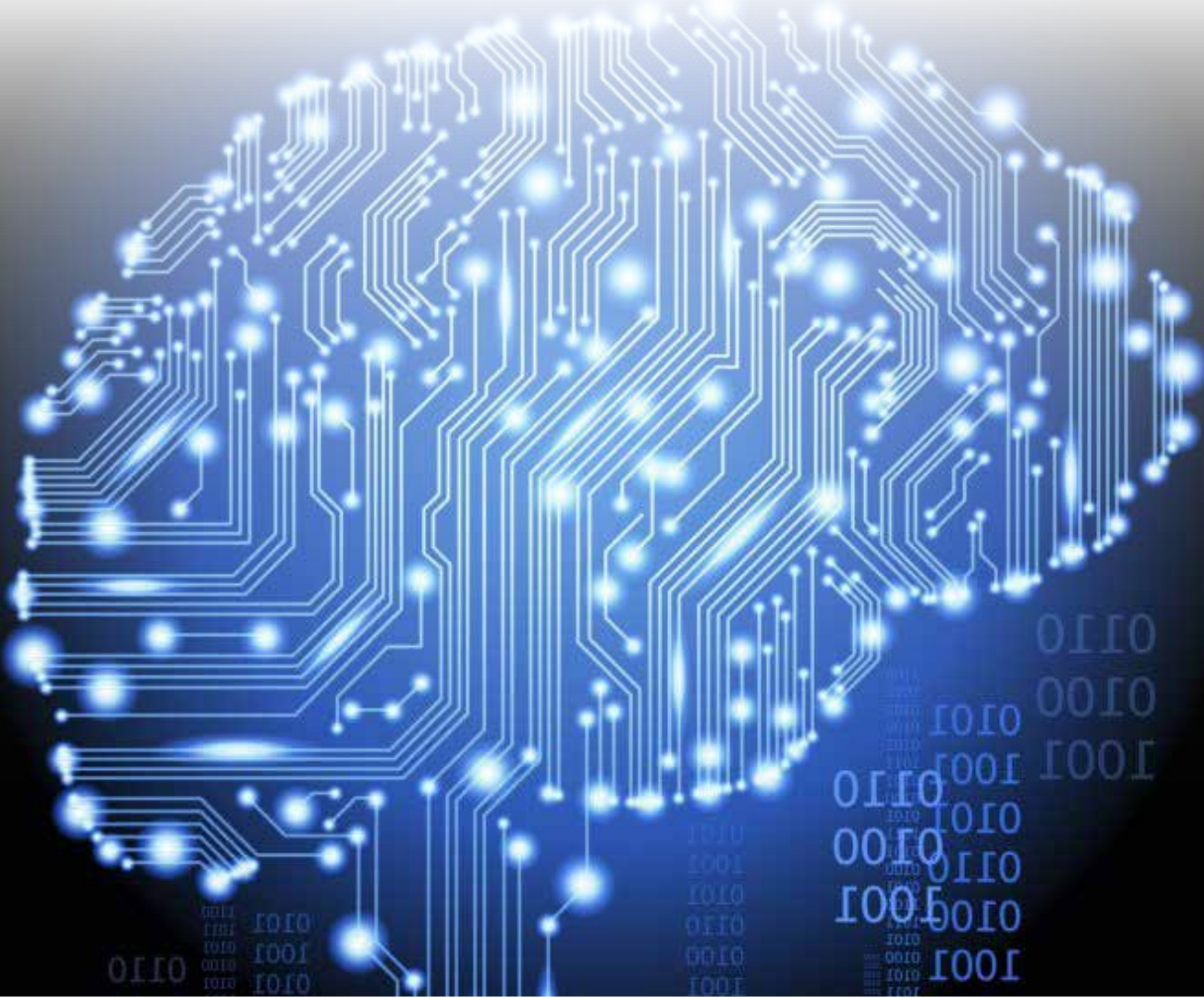
سازمان پدافند غیر عامل کشور  
قرارگاه پدافند پرتویی

## استفاده از هوش مصنوعی

### برای شناسایی فعالیت‌های هسته‌ای

نحوهی عملکرد الگوریتم توسعه یافته توسط این تیم تحقیقاتی بدین شکل است که ابتدا معادلات ریاضی لازم برای محتوای موجود در تصاویر ماهواره‌ای و پست‌های توییت‌ر اعمال و سپس دیتای مذکور جمع آوری شده و در الگوریتم یاد شده قرار می‌گیرد تا احتمال رخ دادن یک اتفاق مشخص در محلی تعیین شده محاسبه گردد. برای مثال بررسی می‌شود که آیا در نقطه الف، یک سایت آزمایش هسته‌ای قرار گرفته است یا خیر. دانشمندان می‌دانند که چند مدل دیتای مختلف در محتوای شبکه‌های اجتماعی به نمایش گذاشته می‌شود و آنها سعی کرده‌اند مدل موردنظرشان را بر اساس این موضوع طراحی کنند. برای مثال این اطلاعات ممکن است عکس‌هایی از یک تکنولوژی به خصوص، اشاراتی در محتوایی صوتی و به شکل‌های دیگر باشد. محققین دانشگاه کارولینای شمالی باور دارند که اطلاعات مخفی در محتوای شبکه‌های اجتماعی، در واقع منابع اطلاعاتی مخفی و جدیدی هستند که می‌توان از آنها در زمینه‌های نظامی نیز استفاده نمود.

به تازگی محققان دانشگاه کارولینای شمالی یک مدل محاسبه طراحی کرده‌اند که قادر است اطلاعاتی ارزشمندی را از عکس‌های ماهواره‌ای و پست‌های شبکه‌های اجتماعی بدست بیاورد. این سیستم در آینده‌ای نزدیک می‌تواند فعالیت‌های مشکوک نظیر تهدیدات هسته‌ای در کره شمالی را شناسایی کند. این مدل منحصر به فرد می‌تواند پست‌های قرار داده شده در شبکه‌های اجتماعی را با اطلاعات مختلف نقشه‌های ماهواره‌ای بررسی و مقایسه کند. سیستم یاد شده بدین شکل می‌تواند تشخیص دهد که در محل‌های به خصوص و از پیش تعیین شده، چه اتفاقاتی در حال رخ دادن است. تیم سازنده این مدل امیدوار است بتواند از این ویژگی برای شناسایی تخطی کشورها در حوزه‌ی توافقی‌نامه‌های منع گسترش سلاح‌های هسته‌ای استفاده کند. به همین دلیل اداره امنیت هسته‌ای ملی که زیر نظر وزارت انرژی ایالات متحده آمریکا فعالیت می‌کند، در این پروژه به خصوص سرمایه‌گذاری کرده است.





## افزایش دما و خاموشی نیروگاه‌های شمال اروپا

می‌دهد. فصل تابستان امسال در این منطقه حدود ۶ تا ۱۰ درجه گرمتر از متوسط فصلی بوده است و همین موضوع ظرفیت نیروگاه‌های آبی این مناطق را نیز تحت تأثیر قرار داده است.

البته این بحران صرفاً محدود به کشورهای حوزه نوردیک نبوده و فرانسه نیز اخیراً اعلام کرده که با توجه به پیش‌بینی‌ها مبنی بر افزایش چشمگیر دما در منطقه رودخانه رون، مجبور به خاموش کردن ۴ راکتور خود در مسیر این رودخانه با ظرفیت ۳۲۰۰ مگاوات خواهد شد.

افزایش بی‌سابقه دما در کشورهای نوردیک (ایسلند، دانمارک، فنلاند، نروژ و سوئد) سبب افزایش دمای دریاها و در نتیجه خاموشی برخی از نیروگاه‌های هسته‌ای این منطقه شده است.

نیروگاه‌های هسته‌ای در سوئد و فنلاند که مجموعاً ظرفیتی بیش از ۱۱/۴ گیگاوات را دارا هستند، دومین منبع بزرگ انرژی بعد از نیروگاه‌های آبی هستند اما با توجه به اینکه این نیروگاه‌ها غالباً از نوع PWR و BWR هستند گرم شدن آب دریاها عمل کرد آن‌ها را تحت تأثیر قرار



سازمان پدافند غیرعامل کشور  
قرارگاه پدافند پرتوی

## خرید خودروهای سبک CBRN توسط جمهوری چک



خودرو Iveco LMV که قرار است تجهیزات CBRN بر روی آن‌ها نصب شود

وزارت دفاع جمهوری چک اعلام کرد قصد دارد تعداد ۸۰ خودروی سبک CBRN برای ارتش خود تهیه کند و به همین منظور بودجه در حدود ۲۳۳/۳ میلیون دلار در اختیار مؤسسه تحقیقات نظامی این کشور ( معروف به VVU ) قرار داده است. طبق اطلاعات منتشر شده شاسی این خودروها از نوع Iveco LMV خواهد بود و مؤسسه تحقیقات نظامی این کشور ملزم به تجهیز آن‌ها با آزمایشگاه‌های سیار cbrn است. این آزمایشگاه‌های سیار قادر به شناسایی عوامل CBRN، نمونه‌گیری و آنالیز مواد هستند. ویژگی دیگر این خودروها قابلیت شبکه محور بودن آن‌ها است.

نکته حائز اهمیت اینجاست که همانطور که در نسخه‌های پیشین مجله اشاره شده بود، طی دو سال گذشته سرمایه‌گذاری زیادی توسط کشورهای مختلف برای تهیه تجهیزات مختلف cbrn برای نیروهای نظامی خود صورت گرفته است که این امر بدون شک بر اساس سناریوهای نبرد آن‌ها و پررنگ بودن نقش تهدیدات شیمیایی، میکروبی و پرتوی است







## ضرورت پیوستن اسرائیل

### به NPT

شصت و دومین کنفرانس عمومی آژانس بین المللی انرژی اتمی از دوشنبه (۱۷ سپتامبر) در وین، پایتخت اتریش آغاز شد و جمعه (۲۱ سپتامبر) پایان یافت. یکی از مهمترین محورهای این نشست، «خاورمیانه عاری از سلاح هسته ای» بود. در واقع، «خاورمیانه عاری از سلاح هسته ای»، محور همیشگی کنفرانس عمومی آژانس بین المللی انرژی اتمی محسوب می شود.

معاهده منع گسترش سلاح های هسته ای (Nuclear Non-Proliferation Treaty)، معاهده ای است که با هدف جلوگیری از گسترش سلاح هسته ای و ارتقای همکاری در زمینه بهره گیری از انرژی صلح آمیز هسته ای در سال ۱۹۶۸ منعقد و از سال ۱۹۷۰ نیز اجرایی شد. طبق آخرین آمار دفتر ملل متحد در امور خلع سلاح، ۱۹۱ کشور به پیمان منع گسترش سلاح های هسته ای پیوسته اند. با این حال، رژیم صهیونیستی که سلاح هسته ای نیز در اختیار دارد، عضو این پیمان نیست. در واقع، از منطقه خاورمیانه تنها رژیم صهیونیستی است که عضو معاهده «ان پی تی» نیست. این در حالی است که رژیم صهیونیستی بیش از ۲۰۰ کلاهک هسته ای در اختیار دارد.

آنچه در شصت و دومین کنفرانس عمومی آژانس بین المللی انرژی اتمی نمود بیشتری داشته، تاکید بر ضرورت پیوستن رژیم صهیونیستی به معاهده منع گسترش سلاح های هسته ای (NPT) است.

در همین راستا، «خالد طوقان»، رئیس سازمان انرژی اتمی اردن در این کنفرانس بر ضرورت پیوستن رژیم صهیونیستی به معاهده منع گسترش سلاح های هسته ای (ان پی تی) تاکید کرد و گفت: "همه تاسیسات هسته ای این رژیم باید به منظور ایجاد منطقه عاری از سلاح هسته ای و استقرار صلح و امنیت بین المللی تحت نظارت آژانس بین المللی انرژی اتمی در آید."

**اردن خواستار پیوستن رژیم صهیونیستی به «ان پی تی» شد**  
در حالی که حتی آمریکا و روسیه زرادخانه هسته ای خود را کاهش دادند، اما اسرائیل نه تنها حاضر به عضویت در «ان پی تی» نیست بلکه زرادخانه هسته ای خود را توسعه نیز می دهد.  
موسسه پژوهشهای صلح در استکهلم پیش از این در گزارشی درباره فهرست زرادخانه های سلاح هسته ای در جهان از جمله زرادخانه اسرائیل اعلام کرد: «در حالی که آمریکا و روسیه زرادخانه هسته ای خود را کاهش دادند، اسرائیل به توسعه آن ادامه می دهد.»  
تحلیلگران و مقامات سیاسی خاورمیانه و حتی در سطح جهان بر این باور هستند که یکی از دلایل اصلی شتاب مسابقه تسلیحاتی و گسترش خشونت و ناامنی در خاورمیانه، خودداری رژیم اسرائیل از پیوستن به معاهده «ان پی تی» است.

در همین خصوص، «کاظم غریب آبادی»، سفیر و نماینده دائم جمهوری اسلامی ایران نزد سازمان های بین المللی مستقر در وین در شصت و دومین کنفرانس عمومی آژانس بین المللی انرژی اتمی گفت: "فشار مداوم بر رژیم اسرائیل برای پیوستن به معاهده عدم اشاعه سلاح های هسته ای، از راه های حفظ صلح و امنیت در منطقه خاورمیانه است."

پیوستن اسرائیل به معاهده «ان پی تی»، موضوع و خواسته همیشگی کشورهای خاورمیانه است که محدود به چند کشور نیز نمی شود بلکه حتی کشورهای نظیر مصر که روابط رسمی با تل آویو دارند نیز این مطالبه را در نشست های بین المللی صریحاً مطرح می کنند.

«علاء یوسف»، رئیس هیأت مصری در دومین نشست بررسی معاهده منع گسترش سلاح هسته ای که آوریل گذشته برگزار شد، تاکید کرد: "باید اقدامات فوری اتخاذ شود تا اسرائیل هم به این معاهده بپیوندد."



سازمان پدافند غیرعامل کشور  
قرارگاه پدافند پرتویی



# راهنمای رفع آلودگی فردی

۱

## لباس های خود را درآورید



در آوردن لباس های بیرون تن، از مسبب  
تغیر شدن مواد مریضه میشود

چنگاله در ورمش لباس آلوده کند تا خیال  
و ذرات پرخطر از او جدا نشود



لباسها را داخل کیسه های مخصوص  
با نظافت در خارج قرار دهید

کیف یا ظرف حاوی لباسها و نیز  
تکالی نیز را دسترس افراد  
و حیوانات قرار ندهد



۲

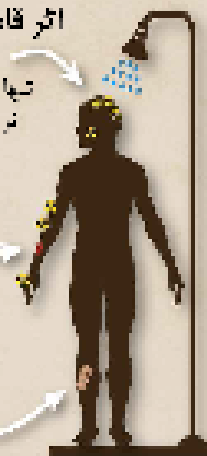
## خود را بشویید

اگر قادر به استحمام هستید:

تتها را حین و شامو نشده کند. بپوشانید  
نرم کننده مناسب. سپس با آب سرد  
بدن خود را بشوید تا مریضه شود

از کفشهای آلوده، دستکش و  
تاریکین خود جدا کنید

در راه نوا و رمیها را در دستگیره بزرگتری  
شاید خود بپوشانید



اگر قادر به استحمام نیستید:

دست، صورت و ماسک دهانها را با آب سرد  
شوی. پوشش بدهد تا را بپوشد و آب سرد  
خار و سرد را از آن جدا کند و  
در صورت استفاده کنید



اگر بد شیر اند یا ظرف آب دسترسی ندارید:

برای عزیز کردن بخشهایی از بدن که  
شوی. پوشش بدهد تا را بپوشد و آب سرد  
خار و سرد را از آن جدا کند و  
در صورت استفاده کنید

به صورت کردن دست و صورت  
توجه بفرمان این کنید



۳

## لباسها را تعویض بپوشید

اگر بد لباس تعویض دسترسی ندارید:

لباسهای تازه را در بیرون از مواد پرخطر بپوشانید  
لباسها را بپوشانید و در بیرون از مواد  
پرخطر بپوشانید



اگر به لباس تعویض دسترسی ندارید:

لباسهای بیرون خود را در بیرون از مواد  
پرخطر بپوشانید و در بیرون از مواد  
پرخطر بپوشانید



دستها و صورت خود را  
در دستگیره بشوید

۴

## به رفع آلودگی کودکان، سالمندان و حیوانات خانگی کمک کنید

در صورت امکان از دستکش ضد آب  
و ماسک استفاده کنید

در هنگام شستشو، حتما زخمها  
و جراحات را بپوشانید تا مریضه  
وارد بدن نشوند



دستها و صورت خود را و بپوشانید و بپوشانید تا  
بپوشانید و بپوشانید تا بپوشانید و بپوشانید تا  
بپوشانید و بپوشانید تا بپوشانید و بپوشانید تا



۱۲ و ۱۳ اسفند ماه ۱۳۹۷ **دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوشهر**  
**25<sup>th</sup> Iranian Nuclear Conference**  
**20-21 Feb 2019 Islamic Azad University**  
**Bushehr Branch**

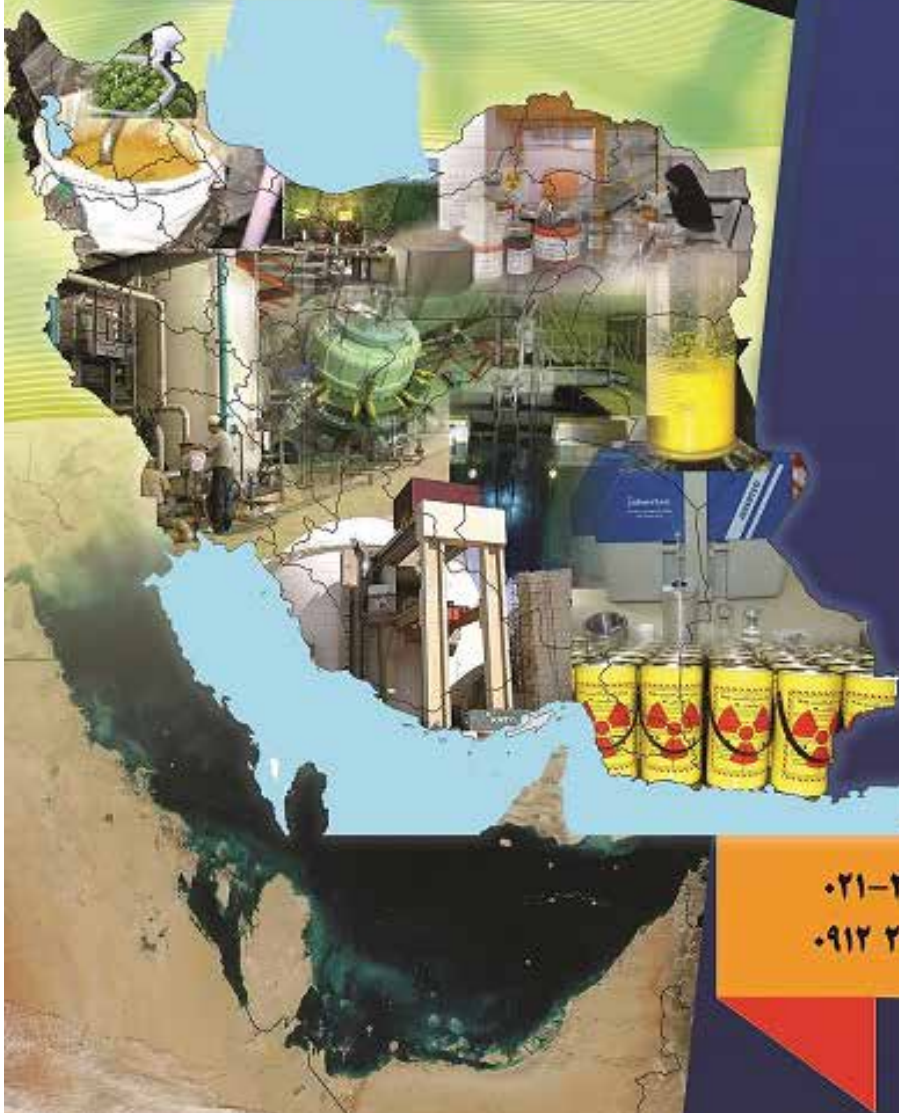
**برنامه زمان بندی کنفرانس ۱۳۹۷**

۱۳۹۷/۰۶/۰۱	شروع ارسال مقالات
۱۳۹۷/۰۹/۰۱	پایان ارسال مقالات
۱۳۹۷/۱۰/۰۱	ثبت نام شرکت در کنفرانس
۱۳۹۷/۱۰/۰۱	اعلام پذیرش اولیه مقالات
۱۳۹۷/۱۰/۱۵	آخرین مهلت ارسال مقالات اصلاح شده
۱۳۹۷/۱۱/۰۱	اعلام نهایی پذیرش مقالات
۱۳۹۷/۱۱/۰۷	آخرین مهلت ثبت نام در کنفرانس

**فراخوان همایش ملی**  
**بیست و پنجمین کنفرانس هسته ای**

**محورهای کنفرانس:**

- آشکارسازی و دزیتری
- پدافند غیرعامل هسته ای
- پروتوزشکی
- پلازما و همجوشی هسته ای
- راکتور و نیروگاه های هسته ای
- شتاب دهنده های ذرات
- فیزیک هسته ای
- کاربرد پرتوها
- مواد و رادیوایزوتوپ های پایدار



تهران - انجمن هسته ای ایران  
 تلفن: ۰۲۱-۲۹۹۰۴۲۲۹  
 همراه: ۰۹۱۲ ۲۹۷ ۴۴۲۸

نشانی وب گاه برای ارسال مقالات:  
[www.nsi.ir](http://www.nsi.ir)





# هفتم مهر روز قهرمانان آتش نشان گرامی باد



سازمان پدافند غیرعامل کشور  
تسهیل‌دهنده در معاونت فرهنگ سازی و اطلاع رسانی قراکاه پدافند پر تویی