

الگوی مفهومی عملیات محدودسازی و محصورسازی در حوادث هسته‌ای و پرتوی

سعید قلی زاده

کارشناسی ارشد مهندسی مدیریت بحران دانشگاه صنعتی مالک اشتر

Saeedgholizadeh07@gmail.com

چکیده

تأسیسات هسته‌ای، از جمله زیرساخت‌های حیاتی هر کشوری به شمار می‌روند. ساخت و توسعه سلاح‌های هسته‌ای و سابقه استفاده از این سلاح‌ها، هشدار است بر افزایش احتمال بکارگیری این سلاح‌ها در کلیه تأسیسات و زیرساخت‌های هسته‌ای که خطر انفجار نیروگاه‌های هسته‌ای یا نشت مواد پرتوزا در سایت و محیط پیرامونی آن به وجود می‌آید. در هنگام وقوع حوادث پرتوی مواد پرتوزای منتشر شده در محیط می‌تواند باعث آلودگی انسان، حیوانات، آب، خاک و محیط‌زیست شود. از این رو بایستی اقدامات مدیریت بحران در حوادث هسته‌ای به شکلی بکار گرفته شود که از انتشار و گسترش آلودگی جلوگیری نموده و از طرفی منجر به حفظ سلامتی انسان و حفاظت محیط‌زیست شود. یکی از اقدامات حفاظتی در حوادث هسته‌ای و پرتوی تعیین و محصورسازی نواحی تحت تأثیر حادثه و اعمال محدودیت‌های لازم در این نواحی جهت جلوگیری از گسترش پیامدهای حادثه است. فلذا با توجه به نقش عملیات محدودسازی و محصورسازی پرتوی در کاهش پیامدهای ناشی از حوادث هسته‌ای و پرتوی، نیاز است که در این خصوص برای ساماندهی تیم‌های عملیاتی ساختارهای مقابله، دستورالعمل‌های عملیاتی تخصصی و غیره برای زمان حادثه تهیه و تدوین گردد. بنابراین در این پژوهش، الگوی مفهومی عملیات محدودسازی و محصورسازی در حوادث هسته‌ای و پرتوی جهت افزایش آمادگی آحاد جامعه و کلیه دستگاه‌های اجرایی به منظور تداوم فعالیت‌ها و استمرار شریان‌های حیاتی یک جامعه ارائه گردیده است. روش تحقیق در این مقاله توصیفی-تحلیلی می‌باشد که از روش مطالعه کتابخانه‌ای و از کتب، مقالات، اسناد داخلی و خارجی متعدد و همچنین با بهره‌گیری از نظرات مدیران، کارشناسان و نخبگان با تجربه و متخصص در حوزه مربوطه تهیه شده است. نتایج حاصله از این تحقیق شامل الگوی فنی، عملیاتی محدودسازی و محصورسازی پرتوی در حوزه‌های محصورسازی فیزیکی، اقدامات محدودسازی در حوزه انسان، حیوانات، مواد غذایی، دام و طیور و... و چگونگی اجرای این اقدامات توسط کارگروه‌ها و نهادهای دخیل در کلیه حوادث هسته‌ای و پرتوی می‌باشد.

کلمات کلیدی: حوادث هسته‌ای و پرتوی، محدودسازی و محصورسازی، مدیریت بحران

۱- مقدمه

پیشرفت قابل ملاحظه در چند دهه اخیر در توسعه و احداث تأسیسات هسته‌ای از یک سو و احتمال رخداد بالای حادثه در تأسیسات هسته‌ای از سوی دیگر سبب شده است که وقوع حادثه خطرناک و مرگبار در این صنعت غیرمنتظره نباشد. حوادث هسته‌ای را می‌توان از جنبه‌های مختلفی از جمله نوع حادثه، عامل ایجاد، وسعت پیامدها، نوع تأسیسات ایجاد کننده حادثه و... دسته‌بندی نمود. این حوادث با توجه به ابعاد، گستردگی، شدت و میزان اختلال در نظم و امنیت جامعه و قابل مدیریت بودن با منابع موجود به سطوح، محدود و کوچک، محلی، منطقه‌ای، ملی و بین‌المللی دسته‌بندی می‌شوند [۱].

یکی از مهم‌ترین و تأثیرگذارترین اقدامات در مدیریت بحران حوادث پرتوی فارغ از سطح آن، انجام عملیات محصورسازی و محدودسازی می‌باشد. نقش محدودسازی و محصورسازی در حوادث مختلف پرتوی عمدتاً مرتبط با کاهش پیامدهای حادثه از طریق اجرای اقدامات حفاظتی است. محصورسازی نواحی مختلف این امکان را به تیم‌های واکنش اضطراری می‌دهد که اقدامات واکنشی را متناسب با هر ناحیه به اجرا گذارند. از طرفی اجرای عملیاتی محصورسازی نواحی، نیازمند طرح و الگویی می‌باشد که بتواند از کلیه ظرفیت‌ها به نحو شایسته‌ای استفاده نموده و راهنمای عمل مناسبی برای اقدامات کارگروه‌ها و تیم‌های عملیاتی فراهم نماید. بنابراین این پژوهش اهم فعالیت‌ها و اقدامات مربوط به عملیات محدودسازی و محصورسازی در حوادث هسته‌ای و پرتوی را به صورت مختصر مورد بررسی قرار داده و در انتها الگوی مناسبی را برای مسئولین، تیم‌های عملیاتی و سایر افراد دخیل در اینگونه حوادث ارائه نموده است.

۲- تعاریف اصطلاحات و مفاهیم

▪ حوادث هسته‌ای و پرتوی

به حادثه‌ای که در یک یا چند مرکز وابسته به سازمان انرژی اتمی ایران و یا پهنه کشور در اثر برخی حوادث طبیعی، فرآیندی، نظامی، سایبری و... رخ می‌دهند و محور اصلی آن انتشار تابش یا مواد پرتوزا باشد اطلاق می‌شود.

▪ محدودسازی و محصورسازی در حوادث پرتوی

محدودسازی و محصورسازی در حوادث پرتوی مجموعه اقداماتی است که با هدف جلوگیری از گسترش آلودگی به دیگر نواحی، کاهش مواجهه انسان با تشعشعات هسته‌ای و مواد پرتوزا، تحدید سرزمینی به منظور اجرای اقدامات مقابله‌ای اجرا می‌شود. این فعالیت‌ها از طریق محصور کردن نواحی تحت تأثیر حادثه، کنترل تردد و عبور و مرور از نواحی محصور، محدود کردن مصرف مواد خوراکی و نیز جداسازی و محدود نمودن مواد و احشام آلوده (به منظور

رفع آلودگی و جلوگیری از گسترش آلودگی) اجرا می‌شود. بر طبق این تعریف محدودسازی و محصورسازی شامل ۳ اقدام اساسی است:

- الف) تحدید سرزمینی بر مبنای حدود و مقادیر آستانه و شرایط حادثه
- ب) کنترل تردد و عبور و مرور در مبادی کنترلی از نواحی محصور شده
- ج) کنترل مصرف مواد خوراکی

▪ دز باقیمانده^۱

مقدار دزی است که پس از اتمام اجرای اقدامات حفاظتی (و یا پس از تصمیم‌گیری در خصوص توقف اقدامات حفاظتی) توسط افراد جذب شده است. دز باقیمانده در شرایط مواجهه موجود و یا شرایط اضطراری پیش‌بینی شده بکار گرفته می‌شود [2].

▪ دز پیش‌بینی شده^۲

شامل مقادیری از دز است که پیش‌بینی می‌شود جمعیت با آن مواجه شوند. در مقادیر دز پیش‌بینی شده اقدامات احتیاطی جهت کاهش ریسک مواجهه با پرتوها صورت می‌پذیرد. تفاضل میان دز پیش‌بینی شده و دز قابل پیشگیری، دز باقیمانده است که توسط افراد جذب شده است [3].

▪ دز قابل پیشگیری^۳

مقادیری از دز است که با اجرای اقدامات حفاظتی قابل پیشگیری است. این دز پس از اجرای اقدامات حفاظتی تا زمان رفع خطر محاسبه می‌شود. تفاوت آن با دز پیش‌بینی شده در آن است که ممکن است در حوادث میان آغاز انتشار و آغاز اجرای اقدامات حفاظتی فاصله زمانی وجود داشته باشد و در این فاصله جمعیت دچار پرتوگیری شده باشند [3].

۳- محدودسازی و محصورسازی در حوادث مختلف هسته‌ای و پرتوی

۳-۱- محدودسازی و محصورسازی در راکتورها و نیروگاه‌ها

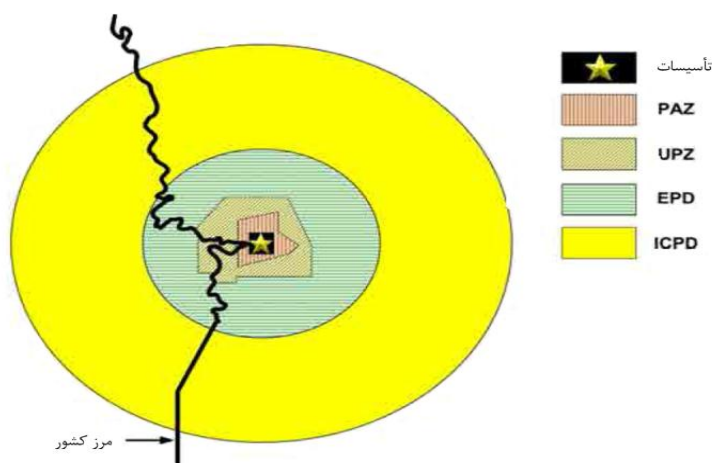
عمده اقدامات محدودسازی و محصورسازی مربوط به حوادث پرتوی راکتورها، نیروگاه‌ها و استخرهای نگهداری سوخت مصرف شده است. اقدامات محدودسازی و محصورسازی بر مبنای دز پیش‌بینی شده، دز جذب شده و یا دز

^۱ Residual Dose

^۲ Projected Dose

^۳ Avertable Dose

اندازه‌گیری شده اجرا می‌شود. نواحی واکنش اضطراری در اطراف تأسیسات هسته‌ای در ابتدا معمولاً بر مبنای دز پیش‌بینی شده تعیین و در هنگام انتشار بر مبنای نتایج اندازه‌گیری تطبیق و بروزرسانی می‌شود. چهار ناحیه PAZ، UPZ، EPD و ICPD به عنوان نواحی واکنش اضطراری در اطراف تأسیسات هسته‌ای مطرح هستند (مطابق شکل ۱) [4]. لازم به ذکر است که نواحی اشاره شده برای راکتورهای تحقیقاتی، راکتورهای اتمی، کشتی‌ها و زیردریایی‌های اتمی و هر گونه تأسیساتی که احتمال ایجاد اثرات پرتوی در خارج از تأسیسات (بر اثر حادثه) وجود دارد نیز قابل استفاده و تعمیم است. این مسئله بستگی به توان راکتور و سناریوهای حوادث موجود در آن‌ها دارد [5].



شکل شماره (۱): نواحی محصور واکنش اضطراری در حوادث نیروگاه‌ها و راکتورهای هسته‌ای

۳-۲- محدودسازی و محصورسازی در حوادث حمل و نقل مواد پرتوزا

محدودسازی و محصورسازی در حوادث حمل و نقل مواد پرتوزا عموماً محدود و محلی است و بایستی توسط تیم‌های اولیه واکنش اضطراری اجرا شود. نواحی محصور در اینگونه حوادث در ابتدا بر مبنای شرایط قابل مشاهده از صحنه حادثه، نوع بسته و محموله، مقدار آسیب وارده تعیین شده و پس از ارزیابی و پایش پرتوی بر مبنای مقدار تشعشعات و یا آلودگی موجود نواحی محصور تعیین می‌گردد. معمولاً بسته‌ها و محموله‌های پرتوزا هر یک دارای علائم و نشانه‌های مشخصی است که تعیین‌کننده نوع مواد و خطرات ناشی از وقوع حادثه در آن است. اطلاعاتی که از این علائم و نشانه‌ها بدست می‌آید می‌تواند جهت تصمیم‌گیری در خصوص اجرای اقدامات محصورسازی و سایر اقدامات واکنش اضطراری مورد استفاده قرار گیرد [6].

۳-۳- محدودسازی و محصورسازی در حوادث تروریستی و امنیتی هسته‌ای

محدودسازی و محصورسازی در حوادث تروریستی و امنیتی تفاوت چندانی با سایر حوادث پرتوی ندارد. در بیشتر موارد بر اساس نوع خطرات پیش‌بینی شده و یا مقادیر مربوط به آلودگی نواحی محصور تعیین می‌گردد. با این حال باید گفت که در این حوادث برخی از ملاحظات امنیتی مربوط به مواد منفجره وجود دارد که اقدامات محصورسازی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین در تعیین نواحی محصورسازی علاوه بر در نظر گرفتن مقادیر توصیه شده اولیه بر مبنای نوع حادثه، حدود مربوط به دز پیش‌بینی شده و دز جذب شده ملاحظات مربوط به خطرات ناشی از انفجار و اقدامات تروریستی بایستی مد نظر قرار گیرد [7]. در جدول ۱ بصورت خلاصه اقدامات محدودسازی و محصورسازی در حوادث مختلف آورده شده است.

جدول شماره (۱): خلاصه‌ای از اقدامات محدودسازی و محصورسازی در حوادث مختلف پرتوی

نوع حادثه	اقدامات محدودسازی و محصورسازی
حادثه در تأسیسات ثابت هسته‌ای	<ul style="list-style-type: none"> - محصور نمودن نواحی واکنش اضطراری و کنترل دسترسی و عبور و مرور به این نواحی - کنترل سطح آلودگی مردم، خودروها، تجهیزات و کالاهایی که از نواحی واکنش اضطراری و آلوده خارج می‌شوند - اعمال محدودیت بر محصولات غذایی محلی غیر اساسی - حفاظت از حیواناتی که در فضای آزاد چرا می‌کنند و تغذیه آن‌ها با غذای فاقد آلودگی - اعمال محدودیت بر محصولات وحشی (گوشت و اجزای شکار، قارچ، تمشک، زرشک وحشی و سبزی‌های کوهی و...) - اعمال محدودیت بر شیر تولید شده توسط جانورانی که در نواحی آلوده چرا نموده‌اند. - اعمال محدودیت بر ذخایر آب آشامیدنی، غذای حیوانات و یا کالاهایی که در طی حادثه دچار آلودگی شده و یا احتمال آلوده شدن آن‌ها وجود داشته است.
حادثه حمل و نقل مواد پرتوزا	<ul style="list-style-type: none"> - تعیین و محصورسازی ناحیه ایمنی و امنیتی (ناحیه دسترسی محدود شده و ناحیه محصور داخلی) - کنترل عبور و مرور و تردد از نواحی ایمنی و امنیتی - کنترل خودرویی، نفرات و تجهیزاتی که در ناحیه ایمنی بوده‌اند و یا بدان تردد داشته‌اند. - محصور نمودن افرادی که در ناحیه آلوده بوده‌اند به منظور رفع آلودگی - اجرای اقدامات محدودسازی در خصوص مواد غذایی در صورت لزوم
حادثه تروریستی و امنیتی	<ul style="list-style-type: none"> - ایجاد و برقراری نواحی کنترلی توسط نفرات اولیه واکنش اضطراری (ناحیه ایمنی و امنیتی) - کنترل ترافیک و عبور و مرور به نواحی واکنش اضطراری، پایش موارد مشکوک در این نواحی - کنترل صحنه حادثه و کنترل دسترسی به آن - ایجاد ایستگاه رفع آلودگی (در صورت امکان) به منظور پایش و رفع آلودگی از افراد
حادثه سرقت و مفقودی	<ul style="list-style-type: none"> - استخراج طرح جستجو و تعیین ناحیه جستجوی چشمه - محصور نمودن ناحیه ایمنی و امنیتی و یا ایجاد ناحیه امنیتی جهت یافتن چشمه - کنترل تردد و عبور و مرور به ناحیه محصور و بازرسی موارد مشکوک به منظور یافتن چشمه/سارقین - یافتن کلیه افرادی که در محدوده آلوده چشمه تردد داشته‌اند.

۴- تجهیزات مورد نیاز جهت اجرای عملیات محدودسازی و محصورسازی پرتوی

تجهیزات مورد نیاز جهت اجرای محدودسازی و محصورسازی پرتوی به دو بخش تجهیزات مورد نیاز جهت تعیین سرزمینی و تجهیزات مورد نیاز در محل ایستگاه پایش و رفع آلودگی دسته‌بندی می‌شود.

۴-۱- تجهیزات مورد نیاز جهت تعیین سرزمینی و مشخص نمودن نواحی تحت تأثیر حادثه

این تجهیزات شامل تجهیزات معمول پلیس و نیروهای امنیتی است که در حین اجرای اقدامات کنترلی مورد استفاده قرار می‌دهند. معمولاً پلیس و نیروهای انتظامی چنانچه قصد مسدود نمودن و یا اعمال محدودیت‌های ترافیکی در مسیرهای جاده‌ای را داشته باشند از این تجهیزات استفاده می‌کنند. برخی از تجهیزات مورد نیاز تعیین سرزمینی و مشخص نمودن نواحی تحت تأثیر حادثه شامل موارد ذیل است:

- علائم هشدار دهنده پرتوی و نوارهای پلاستیکی زرد رنگ که نشان دهنده محدوده خطر پرتوی است.
- علائم راهنمایی و رانندگی جهت هشدار به رانندگانی که به محدوده امنیتی نزدیک می‌شوند.
- تجهیزات کنترل امنیتی در صحنه حوادث امنیتی نظیر دستگاه‌های اشعه ایکس و دستگاه‌های پرتابل پایش امنیتی در صورت لزوم
- خودروهای مناسب جهت انتقال نفرات تیم با قابلیت تردد در مسیرهای صعب العبور
- دفترچه یادداشت کاغذی، نرم‌افزار و تبلت جهت ثبت ورود و خروج به نواحی تحت تأثیر حادثه شامل تعداد افراد، مشخصات آن‌ها و نیز شماره پلاک خودرو آن‌ها
- چراغ‌های چشمک زن و هشداردهنده برای هشدار در شب و در شرایط ابری و کمبود نور
- لیست و مشخصات تیم‌ها، نفرات و سازمان‌های مجاز به تردد در نواحی واکنش اضطراری بهمراه شماره پلاک خودرو آن‌ها
- تجهیزات ارتباطی مناسب جهت برقراری ارتباط با مراکز عملیات اضطراری
- دزیمترهای فردی و خودخوان جهت بررسی و اندازه‌گیری میزان پرتوگیری نفرات درگیر در عملیات
- افرادی جهت کنترل آلودگی نفرات و خودروهای فاقد مجوز تردد
- پیش‌بینی محلی جهت نگهداری موقت کالاها، تجهیزات، مواد غذایی و خوراکی فاقد مجوز که در لیست اعمال محدودیت به آن اشاره شده است [8].

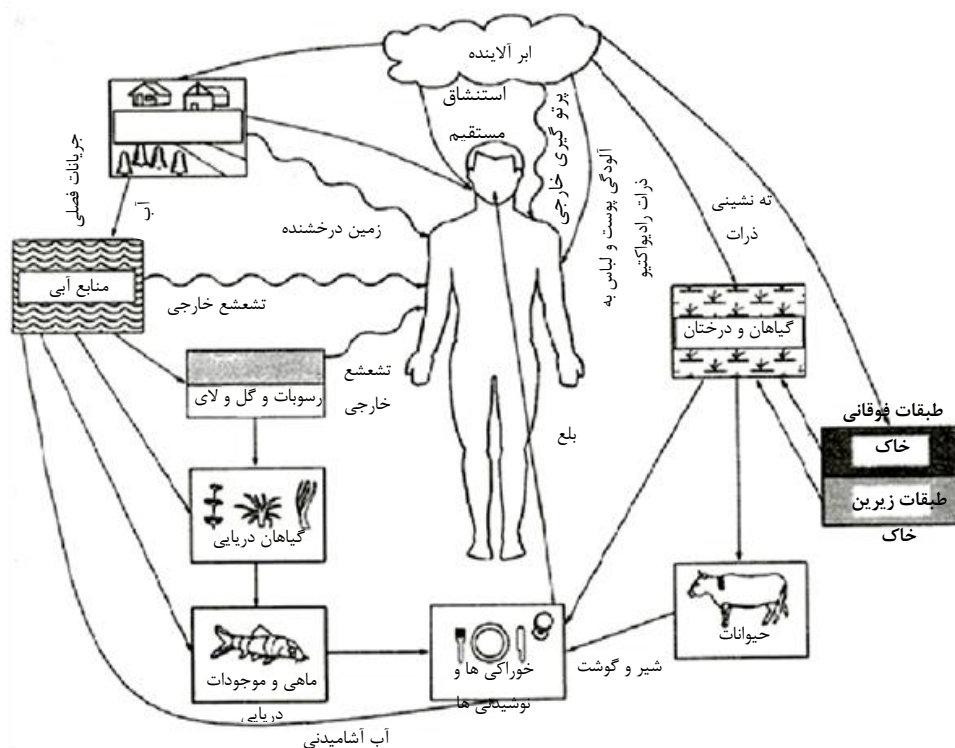
۴-۲- تجهیزات مورد نیاز در محل ایستگاه تریاژ و رفع آلودگی

در محل ایستگاه تریاژ و رفع آلودگی بایستی تجهیزات و امکانات مناسب جهت اجرای اقدامات واکنش اضطراری پیش‌بینی شود. برخی از این تجهیزات شامل البسه مناسب، تجهیزات حفاظت فردی، تسهیلات بهداشتی- رفاهی، علائم و تابلوهای هشداردهنده است.

۵- محصورسازی و محدودسازی در حوزه انسان، دام و سایر حوزه‌ها

در شکل ۲ مسیرهای مختلف مواجهه در حوادث پرتوی از جمله مسیر بلع آمده است. به دلیل وجود احتمال آلودگی زنجیره غذایی بایستی برنامه‌ریزی لازم در جهت اجرای اقدامات محدودسازی و اعمال محدودیت بر محصولات کشاورزی و مواد خوراکی در حوادث هسته‌ای اعمال شود. این اقدامات مستلزم شناخت زنجیره غذایی از تولید تا مصرف و نیز استخراج اقدامات و تدابیر مقابله‌ای متناسب با شرایط و نوع حادثه است [9].

اجرای اقدامات در حوزه انسان نیازمند تدوین دستورالعمل‌هایی است که باید توسط قرارگاه عملیاتی پدافند پرتوی تدوین شود. همچنین دستورالعمل نحوه محصورسازی و محدودسازی در حوزه دام و طیور نیز بایستی توسط نظام ایمنی هسته‌ای و یا وزارت جهادکشاورزی تهیه گردد. در ادامه این بخش اقدامات اصلی مورد نیاز عملیات محصورسازی و محدودسازی در حوزه انسان، دام و طیور جهت راهنمایی و ارائه اصول کلی معرفی شده است.



شکل شماره (۲): مسیرهای مختلف مواجهه افراد با مواد و پرتوهای پرتوزا

۵-۱- اقدامات محصورسازی و محدودسازی مورد نیاز در حوزه حیوانات (دام و طیور و...)

در حوادث پرتوی بسیاری از مردم تلاش می‌کنند که در محدوده‌های حادثه دیده اقدام به حفاظت از حیوانات خود نموده و یا در حین تخلیه اضطراری، حیوانات را از نواحی تحت تأثیر حادثه خارج نمایند. در طی حوادث بایستی به مراکز پرورش دام و طیور اعلام شود که از حضور حیوانات در محیط‌های باز جلوگیری بعمل آورده و آن‌ها را در محیط‌های سر بسته نگهداری کنند و آب و غذای ایمن در اختیار آن‌ها قرار دهند [10].

مراکز دامپروری و پرورش طیور که در محدوده‌های تحت تأثیر حادثه قرار می‌گیرند بایستی از قبل حادثه پیش‌بینی لازم برای چنین شرایطی را در نظر گرفته باشند و نهادهای ذیربط نظیر قرارگاه پدافند پرتوی و سازمان انرژی اتمی بایستی اطلاع‌رسانی و آموزش‌های لازم را در این زمینه به این مراکز ارائه نمایند تا در زمان وقوع حوادث هسته‌ای اقدامات احتیاطی و پیشگیرانه را در خصوص حیوانات به اجرا گذارند.

۵-۲- محدودسازی مواد غذایی و محصولات کشاورزی در حوادث پرتوی

محدودسازی در حوزه محصولات کشاورزی و موادخوراکی می‌تواند در فازهای اولیه، میانی و درازمدت بکارگرفته شود. در این راستا میزان کارایی و اثرگذاری این تدابیر برای فازهای زمانی مختلف باید بررسی شود. به عنوان نمونه فراخوانی جهت بازگرداندن کالاها اقدامی است که بطور معمول در فاز اولیه و میانی کارایی بیشتری داشته و در دراز مدت ممکن است مؤثر نباشد. در جدول ۲ اقدامات محدودسازی قابل کاربرد در فازهای مختلف زمانی برای غلات و علوفه آمده و میزان کارایی این اقدامات مقایسه شده است. لازم به ذکر است که این اقدامات برای محصولات کشاورزی مختلف در مقیاس تجاری، محلی و خانگی و محصولات وحشی می‌تواند متفاوت باشد.

جدول شماره (۲): اقدامات محدودسازی برای غلات/ علوفه و علفزار- در مقیاس تجاری

اقدام	نوع اقدام	قبل از ته نشست مواد (P)	فاز اولیه (تا چند ساعت و چند روز بعد از حادثه، E)	فاز میانی (چند هفته تا چند ماه، L)	فاز دراز مدت (تا یک سال بعد از حادثه، M)	زمان اتخاذ تصمیم
اقدامات قبل از ته نشست مواد	در نظر گرفتن سیستم تهویه بسته برای کارخانه‌های فرآوری مواد غذایی	سبز	زرد	قرمز	قرمز	P
	حفاظت محصولات برداشت شده در مقابل آلودگی	سبز	زرد	قرمز	قرمز	P
کاربرد عمومی	کاهش طبیعی سطح آلودگی (به همراه پایش)	سبز	زرد	قرمز	قرمز	P-E
	جمع‌آوری و بازگرداندن محصولات آلوده	قرمز	زرد	سبز	قرمز	E-M-L
	محدود کردن ورود به زنجیره غذایی	قرمز	سبز	سبز	قرمز	E-M
	تغییر کاربری اراضی	قرمز	سبز	سبز	زرد	E-M-L
غلات/ علفزار	استفاده از آهک در خاک	قرمز	قرمز	قرمز	زرد	M-L
	استفاده از کود پتاسیمی در خاک	قرمز	قرمز	سبز	سبز	E-M-L

E-M-L					شخم زدن عمیق خاک	دفع پسمان
E-M-L					بهبود اراضی (فقط علفزار)	
M-L					برداشت سطح فوقانی خاک (تنها برای مزارع غلات)	
E-M-L					شخم زدن سطحی	
E-M-L					زیر و روکردن سطح فوقانی خاک	
E-M-L					تولید کمپوست	
E-M-L					سوزاندن	
E-M					شخم زدن زمین با محصولات آن	
E-M-L					شستشوی خاک (فقط برای غلات)	
					توصیه شده با در نظر گرفتن برخی از محدودیت‌ها	
					محدودیت‌های بیشتر از حالت قبل	
					محدودیت‌های اجتماعی و اقتصادی وجود دارد و نیازمند بررسی جامع و همفکری بیشتر	
					محدودیت‌های پشتیبانی و فنی ممکن است وجود داشته باشد و با اقدامات تنها برای داخل یک مجموعه و یا یک مقطع زمانی مناسب باشد.	

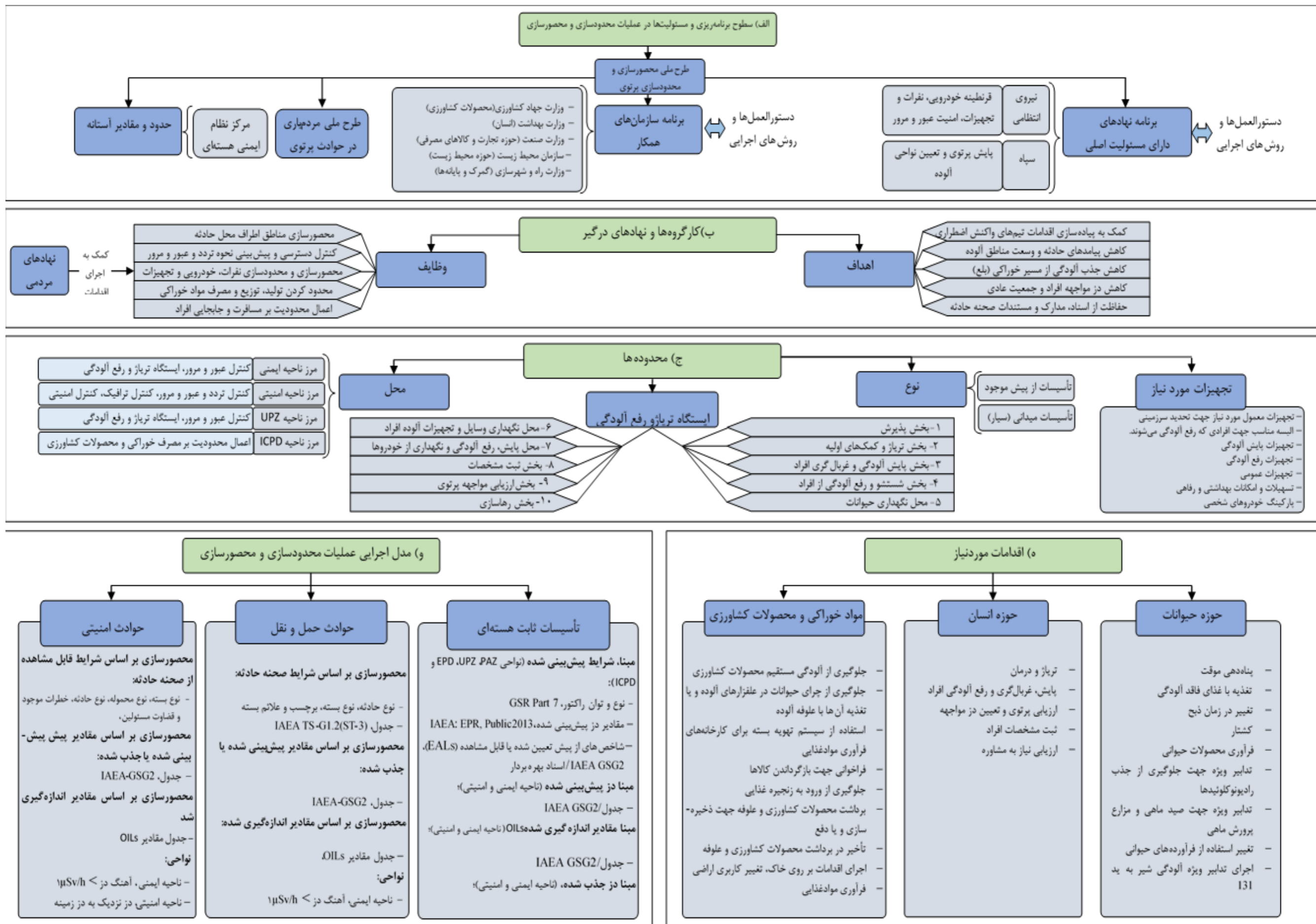
۵-۳- محدودسازی و محصورسازی در جنگل‌ها

پوشش گیاهی جنگل‌ها می‌تواند حجم زیادی از مواد ته‌نشست شده ناشی از انتشار را جذب نماید. تدابیر محدود کننده در جنگل‌ها شامل موارد ذیل است:

الف) محدود کردن دسترسی به مناطق جنگلی؛ میزان کارایی این اقدام بستگی به میزان سخت‌گیری اعمال شده دارد. محدود کردن دسترسی به جنگل می‌تواند منجر به کاهش جذب دز توسط افراد و جمعیت عادی شود.
 ب) جلوگیری از وقوع آتش‌سوزی در جنگل بوسیله اعمال محدودیت و تدابیر مدیریتی؛ جلوگیری از آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع می‌تواند به عنوان تدبیر درازمدت جهت جلوگیری از وقوع آتش‌سوزی و تعلیق و انتشار مجدد آلودگی اجرا شود [11].

۶- الگوی مفهومی عملیات محدودسازی و محصورسازی پرتوی

در شکل ۳ الگوی مفهومی عملیات محدودسازی و محصورسازی پرتوی نشان داده شده است. این الگو شامل سطوح برنامه‌ریزی و مسئولیت‌های محدودسازی و محصورسازی پرتوی، وظایف کارگروه‌ها و نهادهای درگیر، تجهیزات مورد نیاز، اقدامات محصورسازی و محدودسازی در حوزه انسان، حیوانات، مواد غذایی و محصولات کشاورزی و مدل اجرایی عملیات محدودسازی و محصورسازی پرتوی است. از آنجایی که نواحی محصور و نحوه اجرای اقدامات به فاکتورهای متعددی بستگی دارد (از جمله شرایط صحنه حادثه و حدود و مقادیر واکنش اضطراری) با استفاده از الگوی ذیل می‌توان اقدامات بهینه را برنامه‌ریزی و پیاده‌سازی نمود.



شکل شماره (۳): الگوی مفهومی عملیات محدودسازی و محصورسازی پرتوی

۷- نتیجه‌گیری

در حوادث هسته‌ای و پرتوی، افراد از طرق مختلف می‌توانند با مواد پرتوزا مواجهه داشته باشند. جذب از مسیر بلع و ورود آلودگی به زنجیره غذایی از مسیرهای عمده پرتوگیری در حوادث هسته‌ای و پرتوی است. یکی از موثرترین و مهم‌ترین اقدام موثر برای جلوگیری از گسترش آلودگی پرتوی، موضوع محدودسازی و محصورسازی می‌باشد. از نظر نوع حادثه، اقدامات محدودسازی و محصورسازی می‌تواند شامل موارد مربوط به حوادث تأسیسات ثابت هسته‌ای، حوادث حمل و نقل مواد پرتوزا، حوادث امنیتی و تروریستی هسته‌ای، حوادث بین‌المللی هسته‌ای، حوادث سرقت و مفقود شدن چشمه پرتوزا شود.

در این پژوهش با شناسایی و جمع‌بندی عوامل موثر در امر محدودسازی و محصورسازی برای بکارگیری و محافظت از آحاد جامعه و کلیه دستگاه‌های اجرایی، الگوی طرح مفهومی محدودسازی و محصورسازی در حوادث هسته‌ای و پرتوی ارائه گردیده شده است. در این طرح ابتدا تمامی سطوح برنامه‌ریزی و مسئولیت‌هایی که می‌توانند شامل طرح محدودسازی باشند، دسته‌بندی شده و درگام بعدی کارگروه‌ها و نهادهای دخیل شناسایی و وظایف آنان بر شمرده شد، سپس محدوده‌های تحت تأثیر حوادث و نواحی آن ارائه گردید. در انتها نیز اقدامات مورد نیاز و مدل اجرایی عملیات محدودسازی و محصورسازی در حوادث پرتوی تعیین و مشخص گردید. در صورت بکارگیری و پیاده‌سازی این طرح می‌توان آحاد مردم و کلیه دستگاه‌های اجرایی را برای مقابله با حوادث پرتوی در امر محدودسازی و محصورسازی آموزش داده و آماده نموده تا در زمان بروز حوادث حداکثر استفاده را از آنان نمود.

منابع

۱. مصوبات کمیته دائمی پدافند غیرعامل کشور در خصوص قرارگاه پدافند پرتوی، ۱۳۹۱
2. IAEA Safety Standards No.GSR Part7: Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency,2015.
- 3.IAEA Tec doc 1162, Generic Procedures for Assessment and Response During a Radiological Emergency, 2000.
4. IAEA Tec doc 1788: Criteria for Radionuclide Activity Concentrations for Food and Drinking Water, 2016.
5. IAEA-NPP Public Protective Action: Actions to protect the public in an emergency due to severe conditions at a light water reactor, 2013.
6. IAEA safety standard TS-G-1.2(ST-3), Planning and preparing for emergency response to transport accident involving radioactive material, 2002.
7. IAEA nuclear security series No.18, Implementing guide, Nuclear security systems and measures for major Public Events, 2012.
8. IAEA Nuclear Security Series NO.22-G, Implementing Guide, Radiological Crime Scene Management, 2014.
9. Nisbet, A, Watson S. "UK Recovery Hand Books for radiation Incidents Food Production System Hand book Version 4", Public Health England,2015.
- 10.National Alliance of State Animal and Agricultural Emergency Program, Report by Animal Decontamination Best Practices Working Group "Animal Decontamination: Current Issues and Challenges" 2011.
- 11.IAEA Technical Report 363." Guidelines for Agricultural Countermeasures Following an Accidental Release of Radionuclides", 1994.