



پدافند غیر عامل با رویکرد مقابله با حوادث هسته‌ای در کشورهای عربی حاشیه خلیج فارس

سید علی احمدی

چکیده

با توجه به تلاش کشورهای عربی حاشیه خلیج فارس جهت دستیابی به فناوری هسته‌ای در سال‌های اخیر، اهمیت پدافند غیرعامل با رویکرد مقابله با حوادث ناشی از تهدیدات فنی - مهندسی، محیط زیستی و سیاسی - نظامی تأسیسات هسته‌ای این کشورها ضروری به نظر می‌رسد که نتیجه آن تسهیل مدیریت بحران، کاهش آسیب‌پذیری و توانمندسازی کشور در مقابله با بروز حوادث احتمالی است. در این راستا، آزمایشگاه‌های پایش پرتوی محیط زیست به عنوان بخشی از سامانه فرماندهی و کنترل در مدیریت بحران، وظیفه رصد تهدیدات هسته‌ای را با پایش دز محیط، اندازه‌گیری و شناسایی رادیوایزوتوپ‌ها در نمونه‌های محیطی، بکارگیری نرم افزارهای مدل‌سازی پخش مواد رادیواکتیو و... به عهده دارند.

کلید واژه: پدافند غیرعامل هسته‌ای، مدیریت بحران، مدیریت حوادث شدید، آزمایشگاه پایش پرتوی

(۱) مقدمه

از مهمترین عوامل بروز تغییرات اقلیمی کره زمین افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای در جو است (۱). از میان بیست گاز گلخانه‌ای، دی اکسید کربن و متان مهمترین نقش را در گرمایش زمین ایفا می‌کنند (۲). غلظت دی اکسید کربن در جو به صورت پیوسته در حال افزایش است و هم اکنون به بالاترین میزان از سال ۱۸۸۰ تاکنون رسیده است (۳). طبق گزارش نشریه نیچر، جولای سال ۲۰۱۹ گرم‌ترین ماه ثبت شده کره زمین است (۴). تحقیقات نشان می‌دهد ۲۷/۵ درصد گازهای گلخانه‌ای جو در سال ۲۰۱۷ بدلیل مصرف سوخت‌های فسیلی به منظور تولید برق مصرف شده است (۵). بروز اثر گلخانه‌ای باعث ذوب شدن یخ‌های قطبی می‌شود که با آزاد شدن گاز متان حبس شده در لایه دائمی منجمد قطب شمال موجب تشدید گرمایش زمین می‌شود (۶). براساس پژوهش‌ها، اثر متان در گرمایش زمین سی برابر دی اکسید کربن است (۷). با هدف تولید انرژی کم کربن و جلوگیری از گرمایش زمین، هم اکنون ۵۲ راکتور هسته‌ای در ۱۸ کشور جهان در حال ساخت است (۸).

1. Permafrost
2. Low-carbon power



از سوی با توجه به نیاز روز افزون کشورهای عربی حاشیه خلیج فارس به انرژی و از سوی دیگر پیشرفت‌های ایران در برنامه‌ی صلح آمیز هسته‌ای (۹) (برخلاف فشارها و بدعهدی‌های بین المللی) و همچنین بروز شکاف در زمینه فناوری هسته‌ای بین کشورهای عرب و غیرعرب خاورمیانه (ایران و رژیم صهیونیستی) موجب ترغیب این کشورها به دستیابی و استفاده از فناوری هسته‌ای گردیده است (۱۰). از این رو در دسامبر ۲۰۰۶، شش عضو شورای همکاری خلیج فارس (عربستان، امارات متحده عربی، بحرین، کویت، عمان و قطر) توافق نامه‌ای با هدف استفاده صلح آمیز از انرژی هسته‌ای امضاء نمودند (۱۱). در این راستا از سال ۲۰۱۲ پروژه ساخت نیروگاه براهه امارات متحده عربی آغاز گردید و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۰ برق حاصل از چهار راکتور هسته‌ای APR-1400^۳ را به مدار متصل نماید (۱۲). هم اکنون شرکت سعودی آرامکو، بزرگترین شرکت نفتی جهان، در جایگاه نخست انتشار گازهای گلخانه‌ای در جهان قرار دارد (۱۳). بر اساس آمار ارائه شده در سال ۲۰۱۶، عربستان ۹۲ درصد برق تولیدی خود را از مصرف نفت و گاز تأمین نموده است و با توجه به اینکه این کشور با رشد سالیانه ۸ تا ۱۰ درصد مصرف برق مواجه هست (در مقایسه با رشد کمتر از ۱ درصد سالیانه اروپا) بنابراین قصد دارد تا سال ۲۰۴۰، با راه‌اندازی ۱۶ راکتور هسته‌ای و تولید ۱۷ گیگا وات انرژی، ۱۵ درصد برق مصرفی مورد نیاز خود را از این طریق تأمین نماید (۱۴). همچنین کویت و قطر نیز قراردادهایی با فرانسه و روسیه جهت تولید برق و استفاده از دانش هسته‌ای امضاء نموده‌اند (۱۵).

۲) تهدیدات فعالیت‌های هسته‌ای کشورهای حاشیه خلیج فارس از منظر پدافند غیرعامل هسته‌ای

از آنجا که از سوی هیچ صنعتی از بروز حادثه مصون نیست و از سوی دیگر پیچیدگی‌های خاص سیاسی و درگیری‌های نظامی در خاورمیانه وجود دارد بنابراین آسیب شناسی تهدیدات راه‌اندازی نیروگاه‌های هسته‌ای در کشورهای حاشیه خلیج فارس از منظر پدافند غیرعامل هسته‌ای حائز اهمیت است.

۲-۱) تهدید فنی - مهندسی

نیروگاه براهه امارات متحده عربی دارای چهار واحد APR-1400 است در حالی که تاکنون فقط دو واحد بر اساس این طراحی در سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۱۹ در کره جنوبی به بهره‌برداری رسیده‌اند و از این جهت نگرانی‌های فنی - مهندسی در زمینه ایمنی آنها علیرغم اخذ گواهینامه‌های ایمنی هسته‌ای همچنان وجود دارد (۱۹-۱۶).

۲-۲) تهدید محیط زیستی



بنا به گزارش بازرسی FANR از واحد یک نیروگاه براکه در سال ۲۰۱۸، نگرانی‌هایی در خصوص برنامه پایش پرتوی محیط زیست و پساب‌های خروجی این نیروگاه به خلیج فارس وجود دارد (۲۰).

۲-۳) تهدید سیاسی - نظامی

حمله به تأسیسات هسته‌ای از ریسک‌های تهدید کننده امنیت نیروگاه‌های هسته‌ای است (۲۱). با توجه به ائتلاف نظامی کشورهای عربی حاشیه خلیج فارس علیه یمن و همچنین فعالیت گروه‌های مختلف نظامی با افکار سیاسی متفاوت در این کشور، امکان تهدید موشکی و پهپادی نیروگاه براکه امارات متحده عربی وجود دارد.

۳) راهکارهای اجرایی آمادگی در برابر تهدیدات فعالیت‌های هسته‌ای کشورهای حاشیه خلیج فارس

۳-۱) تشکیل تیم‌های CBRN^۱

از آنجا که پتانسیل بروز حوادث در نیروگاه‌های هسته‌ای شامل تهدیدات شیمیایی، زیستی، پرتوی و هسته‌ای می‌گردد لذا آموزش و تشکیل تیم‌های CBRN با هدف شناسایی، مدیریت و مقابله با این حوادث ضروری به نظر می‌رسد. در حوادث هسته‌ای، با توجه به پراکندگی مواد پرتوزا در محیط و احتمال پرتوگیری داخلی و خارجی افراد بدلیل قرارگیری در معرض پرتوهای یونساز (آلفا، بتا و گاما) محدودیت‌هایی جهت انجام عملیات میدانی با توجه به الزامات ایمنی پرتوی وجود دارد. از این رو وظیفه اصلی تیم‌های CBRN در حوادث هسته‌ای، ارزیابی ریسک ناشی از پرتوگیری در مناطق بحران‌زده جهت ورود سایر نیروها است. تیم‌های واکنش سریع CBRN از افراد آموزش دیده، متخصص و باتجربه تشکیل شده است که با انجام نمونه‌برداری، بسته‌بندی و انتقال مواد خطرناک^۲ علاوه بر اندازه‌گیری مقادیر کم مواد شیمیایی، بیولوژیکی، پرتوی و همچنین شناسایی رادیوایزوتوپ‌ها در محیط زیست آلوده، وظیفه جلوگیری از گسترش آلودگی و رفع آن را با ارزیابی ریسک عملیات و تکنیک‌های تخصصی تجزیه‌ای به عهده دارند (۲۲).

عملیات پایش محیطی در حوادث هسته‌ای بلافاصله بعد از وقوع حادثه با آشکارسازی و شناسایی آلودگی پرتوی و هسته‌ای، موقعیت‌یابی نواحی آلوده، تخمین دز محیطی و طیف‌نگاری گاما در محل با استفاده از تجهیزاتی مانند آزمایشگاه سیار^۳ و همچنین بکارگیری نرم افزارهای مدل‌سازی پخش مواد رادیواکتیو و ترسیم نقشه آلودگی و علامت‌گذاری مرز

2. Federal Authority for Nuclear Regulation

1. Chemical, Biological, Radiological, Nuclear
2. Hazard Material (Hazmat)

3. Mobile lab



نواحی آلوده با نواحی پاک انجام می‌گیرد و عواملی همچون محیط عملیات (دریا، بیابان، شهر و...)، گستره عملیات، نوع آلودگی، میزان آلودگی، دقت در پایش و... بر آن تأثیرگذار است.

۳-۲) بکارگیری نرم افزارهای مدل‌سازی پخش مواد رادیواکتیو در جو و خلیج فارس

استفاده از نرم افزارهای مدل‌سازی پخش مواد رادیواکتیو موجب برنامه‌ریزی دقیق، واکنش سریع، سازماندهی بهینه تجهیزات، هماهنگی بیشتر تیم‌های عملیاتی و در نتیجه پاسخ کارآمد در شرایط اضطراری می‌گردد. بعد از حادثه چرنوبیل در سال ۱۹۸۶، مدل‌های نرم افزاری پیش‌بینی پخش مواد رادیواکتیو ناشی از سوانح هسته‌ای ارائه شدند (۲۳). این نرم افزارها با تجزیه و تحلیل داده‌های هواشناسی مانند دمای هوا، پوشش ابر، سرعت باد، رطوبت و بر اساس ویژگی‌های توپوگرافی منطقه امکان پیش‌بینی پخش مواد رادیواکتیو در جو را با استفاده از مدل‌های سری گوسین در حوادث هسته‌ای، در داخل و خارج مرزهای کشور، به کاربر می‌دهند (۲۴). همچنین با استفاده از مدل‌های هیدرودینامیکی انتقال با در نظر گرفتن شرایط فیزیکی آب مانند دما، شوری، سرعت باد، جریانات دریایی و جزر و مد و... امکان پیش‌بینی نحوه انتقال و پخش مواد رادیواکتیو در خلیج فارس را ممکن می‌سازند (۲۵). این نرم افزارها به تصمیم‌گیری مدیران در شرایط اضطراری جهت اقدامات حفاظتی مانند محدوده پناه‌گیری، محدوده‌ی تخلیه ساکنین، محدوده توزیع قرص ید و... کمک شایانی می‌نمایند.

۳-۳) برگزاری رزمایش‌های بین‌المللی پرتوی

پیامدهای حوادث پرتوی ممکن است محدود به مرزهای جغرافیایی یک کشور نگردد به همین منظور آژانس بین‌المللی انرژی اتمی جهت ارزیابی و ارتقاء پاسخ برنامه‌ریزی‌شده و توانمند در شرایط اضطراری اقدام به برگزاری دوره‌های آموزشی و تمرین‌های هدفمند در قالب رزمایش‌های بین‌المللی با عنوان ConvEx^۹ می‌نماید. این آموزش‌ها در جهت آمادگی، ارتقاء و ارزیابی همکاری‌های بین‌المللی در پاسخ به شرایط اضطراری اجرا می‌گردد و تمرینات آن بر اساس روش‌های مناسب جهت پاسخ مؤثر و مطمئن در شرایط اضطراری طراحی شده است و در دسترس کشورهای عضو آژانس بین‌المللی انرژی اتمی قرار می‌گیرد و هدف آن فهم دستورالعملی و تجربه کاری در پاسخ به شرایط اضطراری است (۲۶).

۳-۴) برگزاری تمرین‌های بین‌المللی دورمیزی^۹ پرتوی

1. Convention Exercises
2. Table top



آژانس بین‌المللی انرژی اتمی با هدف ایجاد همکاری بین‌المللی در پاسخ به شرایط اضطراری اقدام به برگزاری تمرین‌های بین‌المللی دور میز پر توی جهت تقویت ایمنی هسته‌ای می‌نماید که نمونه آن برگزاری تمرین بین‌المللی دور میز پر توی دریایی با حضور اندونزی، مالزی و فیلیپین جهت همکاری مشترک در مدیریت و پاسخ به شرایط اضطراری پر توی در مرز آبی سه کشور در سال ۲۰۱۸ است (۲۷).

۳-۵) سامانه اطلاعات دریایی آژانس بین‌المللی انرژی اتمی

پایگاه داده سامانه اطلاعات دریایی آژانس بین‌المللی انرژی اتمی امکان دسترسی به داده‌های پر توی در نمونه‌های محیط زیست دریا مانند رسوب و آبزیان را فراهم می‌نماید و هدف آن گردآوری اطلاعات از میزان آلودگی پر توی دریا توسط آزمایشگاه‌های پایش پر توی محیط زیست است. از این داده‌ها جهت ارزیابی میزان دز منطقه‌ای و جهانی آب‌ها و آبزیان و همچنین منابع مرجع در تعیین میزان آلودگی ناشی از فعالیت‌های صنایع هسته‌ای، سایت‌های پسمانداری هسته‌ای، آزمایش سلاح‌های هسته‌ای و همچنین حوادث هسته‌ای استفاده می‌شود (۲۸).

۳-۶) آزمون‌های بین‌آزمایشگاهی آژانس بین‌المللی انرژی اتمی

آژانس بین‌المللی انرژی اتمی، شبکه جهانی آزمایشگاه‌های تجزیه‌ای پایش پر توی محیط زیست را با هدف ارائه نتایج قابل قبول در راستای فعالیت‌های آژانس جهت تأمین ایمنی و ارزیابی پر توی مناطق تحت تأثیر از حوادث هسته‌ای را بنیان گذاشته است. از آنجا که بدون دستورالعمل‌های استاندارد و فهم یکسان از آنها، ممکن است نتایج ارائه شده آزمایشگاه‌ها در پاسخ به شرایط اضطراری پر توی از کشوری به کشور دیگر متفاوت و یا تفسیر آن نتایج برای سایر کشورها مشکل باشد، از این رو عضویت و شرکت در آزمون‌های بین‌آزمایشگاهی بین‌المللی موجب درک مشترک و ارائه نتایج معتبر حاصل از آنالیز نمونه‌ها می‌گردد (۲۹).

۴) نتیجه‌گیری

توجه به پدافند غیرعامل هسته‌ای در برنامه‌ریزی‌های ملی با هدف هم‌افزایی برای مقابله با تهدیدات ناشی از حوادث هسته‌ای کشورهای حاشیه خلیج فارس در کاهش آسیب‌پذیری و توانمندسازی کشور با در نظر گرفتن خطرات فرامرزی این حوادث اهمیت دارد که در این راستا تشکیل تیم‌های CBRN، برگزاری رزمایش‌های بین‌المللی پر توی، تمرین‌های بین‌المللی دور میز پر توی، استفاده از نرم‌افزارهای مدل‌سازی پخش مواد رادیواکتیو در اتمسفر و خلیج فارس، ثبت



نتایج آنالیز پرتوی نمونه‌های محیطی خلیج فارس در پایگاه داده سامانه اطلاعات دریایی آژانس بین‌المللی انرژی اتمی و همچنین عضویت و شرکت در آزمون‌های بین‌آزمایشگاهی آژانس بین‌المللی انرژی اتمی مطلوب به نظر می‌رسد.

(۵) منابع

- [1] "The Causes of Climate Change". Climate Change: Vital Signs of the Planet. NASA. Archived from the original on 8 May 2019. Retrieved 8 May 2019.
 - [2] <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/aggi/>
 - [3] https://www.sealevel.info/co2_and_ch4.html
 - [4] <https://www.nature.com/articles/d41586-019-02471-1>
 - [5] <https://www.epa.gov/ghgemissions/sources-greenhouse-gas-emissions>
 - [6] Farquharson, Louise M.; Romanovsky, Vladimir E.; Cable, William L.; Walker, Donald A.; et al. (2019). "Climate change drives widespread and rapid thermokarst development in very cold permafrost in the Canadian High Arctic". *Geophysical Research Letters*.
 - [7] <https://blogs.princeton.edu/research/2014/03/26/a-more-potent-greenhouse-gas-than-co2-methane-emissions-will-leap-as-earth-warms-nature/>
 - [8] <https://pris.iaea.org/PRIS/WorldStatistics/UnderConstructionReactorsByCountry.aspx>
 - [9] <http://www.iags.org/n0108071.htm>
- (۱۰) جواد بخشی، «نگاهی به سیاست‌های هسته‌ای شدن کشورهای عربی خلیج فارس»، وبسایت مرکز مطالعات بین‌المللی صلح، منتشر شده در ۲۱ فروردین ۱۳۹۱
- [11] <https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-o-s/saudi-arabia.aspx>
 - [12] "Barakah Nuclear Power Plant, Abu Dhabi, United Arab Emirates". power-technology. 2015. Retrieved 1 August 2015.



- [13] <https://www.theguardian.com/environment/2019/oct/09/what-we-know-top-20-global-polluters>
- [14] <https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-o-s/saudi-arabia.aspx>
- [15] <https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/others/emerging-nuclear-energy-countries.aspx>
- [16] "First Korean APR-1400 enters commercial operation". World Nuclear News. 20 December 2016. Archived from the original on 24 August 2017. Retrieved 23 December 2016.
- [17] <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Second-Korean-APR-1400-connected-to-grid>
- [18] <http://world-nuclear-news.org/Articles/US-NRC-set-to-certify-APR-1400-reactor-design>
- [19] <https://www.power-technology.com/news/qatar-uae-iaea-nuclear-plant-dispute>
- [20] <https://www.fanr.gov.ae> > Lists > Inspection Report Summary
- [21] <https://www.world-nuclear.org/information-library/safety-and-security/safety-of-plants/safety-of-nuclear-power-reactors.aspx>
- [22] <https://fas.org/irp/doddir/army/atp3-37-11.pdf>
- [23] <https://www.mfe.govt.nz/publications/air/good-practice-guide-atmospheric-dispersion-modelling>
- [24] https://en.wikipedia.org/wiki/Atmospheric_dispersion_modeling
- (۲۵) نقش فرآیندهای فیزیکی بر نحوه توزیع آلاینده‌های نفتی در خلیج فارس / اسماعیل حسن زاده، علی رضایی لطیفی، امید حاج رسولیها / دانشگاه هرمزگان ۱۳۹۰
- [26] <https://www.iaea.org/topics/epr-exercises-and-training>
- [27] <https://www.iaea.org/newscenter/news/iaea-holds-table-top-exercise-to-strengthen-detection-and-response-capabilities-in-maritime-nuclear-security-events>
- [28] <https://maris.iaea.org/About.aspx>
- [29] <https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Newsletters/ALM-NL-02.pdf>