Archive of SID

طب نظامی
بهار و تابستان ۱۳۷۹ شماره ۲/(۱ و ۲)
صفحات ۳۶-۳۳

سلاحهای هسته‌ای (۲): خروجیهای مختلف

غلامرضا پورحیدری .Ph.D
آدرس مترجم: دانشگاه علوم‌پزشکی بقیةالله«عج» ـ پژوهشکده طب‌رزمی
مرکز تحقیقات NBC ـ تهران-ایران

مقدمه

در شمارهٔ قبل ضمن تأکید بر اهمیت آمادگی برای کاهش اثرات و عواقب ناشی از سلاحهای هسته‌ای، به اصول و مبانی عملکرد ایـن سلاحها اشاره شد. در ایـن شماره بحث را پیرامـون خروجیهای مختلف یک سلاح هسته‌ای پی می‌گیریم. از آنجاکه تأثیر خروجیهای مختلف سلاحهای هسته‌ای بر محیط اطراف تابعی است از ارتفاع یا عمق انفجار نسبت به سطح زمین، این نکته نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد.

خروجیهای چهارگانهٔ سلاحهای هسته‌ای

تفاوت اثرات حاصل از سلاحهای هسته‌ای با جنگ‌افزارهـای معمول فراتـر از صـرف تـفاوت در مـقیاس مـی‌باشـد. چـهار خروجی کاملاً متمایز از یک سلاح هسته‌ای انتظار می‌رود:

۱) **تابش حرارتی**. از کاربرد سلاحهای حرارتی معمولی مانند ناپالم، فقط اجسامی متأثر می‌شوند که با مواد آتش‌زا تماس پیدا کنند و حرارت نمی‌تواند به اهداف دورتـر برسد؛ در حـالیکه اثرات حرارتی سلاحهای اتمی به صورت حرارت تابش شـده اسـت و به اهداف دورتر هم می‌رسد. تابش حرارتی نـاشی از یک سلاح هسته‌ای یک خطر جدی بـرای افـرادی است کـه در فضای باز قرار دارند، بـخصوص آنـهایی کـه از پـوشش کـافی برخوردار نیسـتند. آسیبهای ناشی از سوختگیهای پوستی، تاری دید ناشی از نور زیاد و آسیب شبکیه ممکن است در شعاع بسیار بیشتری نسبت بـه تـلفات نـاشی از سـایر خـروجیهای سـلاح هسته‌ای (تند باد و تابش هسته‌ای) دیـده شـود. بـهرحـال ایـن جراحات، عمدتاً در زندگی روزمره قابل مشاهده بوده و ناآشنا نمی‌باشند. بعبارت دیگر ایجاد چنین جراحاتی در حالاتی غیر از انفجار هسته‌ای نیز ممکن است پیش بیاید.

۲) **تندباد**. تفاوت عمدهٔ تندباد حاصل از سلاحهای هسته‌ای با تندباد ناشی از سلاحهای معمول، صرفاً بزرگی آن است. بیشتر خسارات ظاهری و اولیه یک انفجار اتمی، مـربوط بـه هـمین اثرات است که شامل تخریب ساختمانها، تأسیسات، ابزارهای جنگی و از همه مهمتر تلفات انسانی می‌گردد. جراحات وارده به نیروهای رزمنده و یا سایر کسانیکه در معرض انـفجار قـرار می‌گیرند، عمدتاً ناشی از پرتاب شـدن افـراد تـوسط تـندباد و برخورد کردن به موانع مانند ساختمانها و درختان می‌باشد که از نظر نوع با ترومـاهای ناشی از سلاحهای معمولی تفاوت خیلی زیادی ندارد. البته این نکته قـابل ذکـر است کـه در سـلاحهای هسته‌ای چیزی به نام ترکش ناشی از خود سلاح وجود ندارد و سلاح بکلی تبخیر می‌گردد، هر چند اجسامی که در اثر تندباد به هوا پرتاب می‌شوند می‌توانند هنگام برخورد به زمین به افـراد آسیب برسانند. جراحات ناشی از تندباد عمدتاً در شرایطی غیر از انفجار هسته‌ای نیز ممکن است پیش آید و به همین جـهت برای کادر پزشکی نامأنوس نمی‌باشند، اگرچه گستردگی تلفات ناشی از سلاحهای هسته‌ای مـی‌توانـد کـاملاً خـارج از تـصور باشـد.

۳) **تابش هسته‌ای**. این اثر خاص سلاحهای هسـته‌ای است و در مورد سایر جنگ‌افزارها دیده نمی‌شود. این اثر را معمولاً به دو بخش تقسیم می‌کنند. الف ـ تابش آنی که تقریباً در یک دقیقه اول انفجار صورت می‌گیرد. ب ـ تابش باقیمانده که بعد از تابش فوری آغاز شده و تا مدتها بعد ممکن است ادامه یابد. در ادامهٔ مطلب به جزئیات ایـن خـروجی سـلاحهای هسـته‌ای بـیشتر پرداخته خواهد شـد.

www.SID.ir

Archive of SID

۴) **تپ الکترومغناطیسی** . این اثر نیز منحصر به سلاحهای هسته‌ای است. تپ (یا ضربان) الکترومغناطیسی عبارت است از یک جریان کوتاه (اما شدید) امواج رادیویی پُر انرژی که اکثر سیستمهای الکترونیکی و الکتریکی را مختل کرده و یا دچار آسیب می‌نماید. برخلاف سه خروجی دیگر، این اثر ریشه در خود سلاح ندارد، بلکه نتیجهٔ تداخل تابش هسته‌ای با جو است. تپ الکترومغناطیسی بطور مستقیم بر افراد تأثیری ندارد، گرچه ممکن است در سیر عملیات امدادرسانی و درمان بی‌تأثیر نباشد.

محل انفجار نسبت به سطح زمین

از آنجا که محل انفجار تأثیر مستقیم بر اثر خروجیهای مختلف بر محیط اطراف دارد، به این مطلب پرداخته می‌شود و توضیح کاملتر در مورد خروجیهای چهارگانه سلاحهای هسته‌ای و نحوهٔ محافظت در مقابل آنها و نیز درمان جراحات ناشی از آنها به بعد موکول می‌گردد. ابتدا محتمل‌ترین حالت را انفجار سلاح هسته‌ای که در فضا ولی نسبتاً نزدیک به سطح زمین است، مورد بحث قرار می‌گیرد و سپس سایر حالات مرور خواهد شد.

انفجار در بالای سطح زمین

نحوهٔ تشکیل گوی آتشین . در پایان واکنش زنجیره‌ای، ۸۵٪ انرژی بصورت انرژی جنبشی محصولات شکافت و ۱۵٪ باقیمانده بصورت تابش هسته‌ای (چه به صورت آنی و چه به صورت باقیمانده) در می‌آید. انرژی جنبشی محصولات شکافت فوراً با گرد و غبار سلاح تقسیم شده و دمایی معادل چند ده میلیون درجه و فشاری برابر چندین میلیون اتمسفر ایجاد می‌کند. مثل هر ماده داغ دیگری گرد و غبار داغ شروع به تابش شدید انرژی گرمایی می‌نمایند. انرژی گرمایی نهایتاً در فضای اطراف پخش شده و توسط هوا جذب می‌گردد. گوی آتشین به این صورت تشکیل می‌شود و ابعاد آن بستگی به بهرهٔ سلاح دارد. گوی آتشین همزمان با تشکیل بالا می‌رود و با تابش انرژی خود به محیط اطراف سرد می‌گردد. در این حالت ذرات غبار از شکل بخار درخشان به صورت یک ابر در می‌آید. این ابر همچنان بالا می‌رود و نهایتاً تحت تأثیر نیروهای مختلف در یک ارتفاع خاص که بستگی به بهره سلاح دارد (مثلاً در یک انفجار یک کیلو تنی در ارتفاع ۲/۵ کیلومتری) قرار می‌گیرد و بعد از آن به اطراف انتشار می‌یابد.

انرژی گرمایی . مدت زمانیکه ۸۰٪ انرژی حرارتی ناشی از یک سلاح یک کیلو تنی به زمین می‌رسد، کمتر از نیم ثانیه است؛ در حالیکه برای یک سلاح هزار کیلو تنی بیش از ۸ ثانیه می‌باشد. بنابراین مدت زمان لازم برای سرد شدن گوی آتشین بستگی به بهره سلاح دارد. بعلاوه مجموعاً ۳۵٪ انرژی کل سلاح بصورت انرژی گرمایی آزاد می‌شود.

تندباد . حدود ۵۰٪ انرژی کل سلاح بصورت تندباد ظاهر می‌شود. در انفجار سلاحهای با بهره پایین، فشار ایجاد شده از انفجار موجب ایجاد تندبادی با سرعت بیش از سرعت صوت می‌گردد که پس از پیمودن چیزی در حدود یک کیلومتر، سرعت آن به سرعت صوت نزدیک می‌گردد.

از آنجاکه این تندباد دارای دو فاز مثبت و منفی می‌باشد و به همین علت هم در دو جهت متفاوت جریان شدیدی از هوا بوجود می‌آید، می‌توان آن را طوفان نیز نامید. البته تندباد ناشی از فاز منفی نسبت به تندباد ناشی از فاز مثبت از اهمیت بسیار کمتری برخوردار است و عمده تخریب توسط تندباد ناشی از فاز مثبت ایجاد می‌شود.

تابش هسته‌ای . حدود ۱۵٪ از انرژی سلاحهای هسته‌ای (بجز سلاحهای با تابش مضاعف) بصورت تابش هسته‌ای ظاهر می‌شود. اگرچه این مقدار انرژی نسبت به انرژی تندباد (۵۰٪) و حرارت (۳۵٪) کوچک به نظر می‌رسد، در اغلب موارد اثرات این تابش هسته‌ای غالب است. برای مثال انسان از یک مقدار معین تابش هسته‌ای بسیار بیشتر آسیب می‌بیند تا معادل حرارتی آن. معادل حرارتی یک دوزکشنده اشعه رادیواکتیو فقط با نیم ثانیه خوابیدن در آفتاب توسط یک فرد دریافت می‌شود. چندین منبع اشعه در ارتباط با یک انفجار هسته‌ای وجود دارد:

الف ـ نوترونهای حاصل از واکنشهای شکافت (یا گداخت) . نوترونها با $\frac{1}{30}$ سرعت نور حرکت کرده و از چند ده میکروثانیه تا چند ده میلی‌ثانیه بعد از انفجار به محل مورد نظر می‌رسند.

ب ـ اشعه گامای تابش شده هنگام شکافت . با سرعت نور حرکت کرده و یک کیلومتر را در ۳ میکروثانیه طی می‌کنند.

www.SID.ir

Archive of SID

ج ـ اشعه گامای تابش شده هنگام برخورد نوترونها با اتمهای گرد و غبار سلاح و هوا.

د ـ اشعه گاما و ذرات بتای ناشی از تلاشی محصولات بشدت رادیواکتیو فرآیند شکافت . برخلاف نوترونها و اشعهٔ گاما که هزاران متر در هوا حرکت می‌کنند، ذرات بتا حداکثر چند متر در هوا پیش می‌روند. بنابراین، ذرات بتای ناشی از گرد و غبار گوی آتشین یک تهدید به حساب نمی‌آیند.

تابش هسته‌ای آنی . تابشهای الف، ب و ج در زمانی بسیار کمتر از یک ثانیه به هدف می‌رسند. در مجموع تقریباً تمامی تشعشع ناشی از انفجار در کمتر ۱۰ ثانیه به زمین می‌رسد. معمولاً تمامی تشعشعاتی را که در مدت زمان یک دقیقه به زمین می‌رسند "تابش هسته‌ای آنی" می‌نامند.

ابر گرد و غبار حاوی محصولات شکافت در اثر باد بحرکت در می‌آید و ذرات رادیواکتیو به سمت زمین متمایل می‌گردند و طی روزها، ماهها و یا حتی سالها به زمین می‌رسند. این ریزش اتمی (باران اتمی) می‌تواند سرتاسر جهان را شامل گردد و بعلت همین پراکندگی و نیز کاهش فعالیت رادیواکتیو، از اهمیت آن بعنوان یک مشکل نظامی بسیار کاسته می‌شود.

تابش هسته‌ای باقیمانده . تابش هسته‌ای که بعد از گذشت یک دقیقه از انفجار دریافت می‌شود به دو صورت کاملاً مجزا دیده می‌شود: یکی باران اتمی و دیگری فعالیت رادیواکتیو ایجاد شده توسط نوترونها. در انفجاراتی که در هوا صورت می‌گیرد (همانطور که اشاره شد)، باران اتمی اهمیت چندانی ندارد ولی فعالیت رادیواکتیو ایجاد شده توسط نوترونها می‌تواند قابل اهمیت باشد (در مورد سرنوشت نوترونها به مقالهٔ اول در شمارهٔ قبلی مجله طب نظامی مراجعه کنید). هسته‌های فعال شده توسط نوترونها، طی تلاشی خود اشعه بتا و گاما ساطع می‌کنند. اگرچه ذرات بتای تابش آنی ممکن است برای انسان خطر نداشته باشند ولی آن دسته از ذرات بتای ساطع شده از هسته‌های فعال شده توسط نوترون در سطح زمین می‌توانند برای انسان خطرناک باشد. میزان خطرناک بودن این پدیده بستگی به مقدار نوترون رسیده به سطح زمین می‌باشد. البته این فعالیت نیز نسبتاً سریع از بین می‌رود و پس از یک یا دو روز دیگر یک تهدید بحساب نمی‌آید.

تپ الکترومغناطیسی . بدون آنکه از جزئیات این خروجی سلاحهای هسته‌ای سخنی گفته شود، باید یادآوری شود که این اثر انسان را بطور مستقیم متأثر نمی‌کند، ولی در صورتیکه دستگاهها بخوبی محافظت شده باشند، در دامنه‌ای بسیار فراتر از سایر خروجیهای سلاح هسته‌ای ممکن است دچار آسیب شوند. سایر ارتفاعاتی که در آن انفجار ممکن است صورت گیرد:

انفجار در سطح زمین

در این صورت یک گودال عمیقی ایجاد خواهد شد و گرد و غبار حاصل حدود نیمی از تابش گرمایی را جذب خواهد کرد و کارایی آن را کاهش خواهد داد. تابش هسته‌ای آنی نیز به مقدار زیادی کارایی خود را از دست خواهد داد. تابش هسته‌ای باقیمانده نیز متأثر خواهد شد، به نحوی که نوترونهای بیشتری به سطح زمین برخورد کرده و فعالیت ناشی از نوترون افزایش خواهد یافت. اما در چنین حالتی موضوع باران اتمی بسیار جدی‌تر است و نقش اصلی را تابش هسته‌ای باقیمانده بازی خواهد کرد. این نوع انفجار می‌تواند عملیات رزمی را برای چندین روز یا بیشتر در محل انفجار محدود کند.

انفجار در زیر زمین

در چنین انفجاراتی هر چه عمق انفجار بیشتر باشد، تابش گرمایی و تابش هسته‌ای آنی که وارد جو می‌شود بسیار کمتر خواهد بود و بیشتر انرژی صرف ایجاد گودال و ایجاد زمین لرزه خواهد شد. اگر انفجار آنقدر عمیق باشد که به سطح زمین سر باز نکند، تندباد و تابش گرمایی و هسته‌ای در سطح زمین ناچیز خواهد بود و تقریباً تمام انرژی صرف ایجاد زمین لرزه خواهد شد.

انفجار در زیر آب

انفجار در زیر سطح دریا اثرات تپ الکترومغناطیسی و حرارت را در بالا و یا زیر آب ایجاد نخواهد کرد. البته موج انفجار می‌تواند به کشتیها و تأسیسات ساحل آسیب برساند و موجهای آب بسیار بزرگ ایجاد کند. تابش هسته‌ای در آن ناحیه می‌تواند تأثیراتی داشته باشد ولی در مدت زمان کوتاهی

www.SID.ir

Archive of SID

محصولات شکافت و نیز موادی که هسته‌های آنها توسط نوترونها فعال شده است، دچار تلاشی شده و نیز با حجم عظیمی از آب رقیق می‌گردند.

انفجار در فضا

در صورتیکه انفجار در فضا صورت گیرد (مثلاً در ۳۵ کیلومتری سطح زمین)، عمدهٔ تأثیرات در فضا خواهد بود و بجز تپ الکترومغناطیسی خیلی شدید که منطقهٔ بسیار وسیعی را نیز پوشش خواهد داد، اثرات قابل توجهی بر روی زمین و انسانها نخواهد داشت.

تأثیر نوع سلاح در میزان خروجیهای یک سلاح هسته‌ای

در صورتیکه تخریب فیزیکی تأسیسات و ساختمانها مطلوب نباشد، ممکن است از سلاحهای با تابش مضاعف که بیشتر مبتنی بر گداخت هستند (تا شکافت) استفاده شود. بنابراین اگر قرار باشد منطقه‌ای تصرف شود، این سلاح ترجیح دارد. بطوریکه در یک سلاح با تابش مضاعف، بیش از ۵۰٪ انرژی کل به صورت تابش هسته‌ای آنی ظاهر خواهد شد.

نتیجه‌گیری

با تعیین دقیق ارتفاع انفجار و بهرهٔ سلاح و نیز با انتخاب نوع سلاح می‌توان خروجی مورد نظر را تقویت و کارایی سلاح را به حداکثر رساند. اما آنچه از دیدگاه پزشکی نظامی مطرح است، پیش‌بینی سناریوهای مختلف کاربرد احتمالی این سلاحها و ایجاد آمادگی برای به حداقل رساندن تلفات آن خواهد بود. در شمارهٔ آینده به نحوهٔ رسیدگی به مصدومین ناشی از کاربرد سلاحهای هسته‌ای پرداخته خواهد شد.

Reference

1. Grace CS (1994). Nuclear Weapons: Principles, Effects and Survivability. MacMillan Publishing Company, London.

www.SID.ir