

## آشنایی با سازه های زیر زمینی (مدفون)

علی اصغر آقابالا زاده<sup>۱</sup>

### چکیده

پدافند هوایی غیر عامل بعنوان مکمل پدافند عامل بوده که اجرای آن نیازی به استفاده از سلاح و جنگ افزار نداشته و از نظر صرف هزینه نیز بسیار کم هزینه تر از پدافند عامل می باشد عملیات پدافند غیر عامل در سه مرحله می باشد: قبل از وقوع بحران، هنگام درگیری و پس از درگیری که در مرحله قبل از بحران بیشترین اقدامات پدافند غیر عامل صورت می پذیرد، که یکی از ارکان اصلی در این مرحله ایجاد استحکامات و سازه های امن می باشد که ساخت سازه های زیر زمینی جزئی از این مقوله محسوب می شود. شاید از نظر های مختلف ساخت چنین سازه هایی مستلزم صرف هزینه های گزاف و زاید باشد ولی با اندکی تامل می توان دریافت که این هزینه ها در مقابل صدماتی که از وقوع آنها در تاسیسات مورد نظر جلوگیری بعمل خواهد آورد بسیار ناچیز است، در این مقاله سعی شده است بطور اجمالی در رابطه با سازه های عمق زیاد و زیر زمینی مطالبی بیان گردد که موجب آشنایی ذهنی خوانندگان با این مبحث مهم در پدافند غیر عامل خواهد شد.

## مقدمه

یکی از مشکلات مهم در بیشتر کشورها این است که تاسیسات زیر زمینی عمیق بطور روز افزون بعنوان بخش مهمی از تاسیسات دفاعی مطرح میگردد. این نوع تاسیسات امکان مخفی نمودن پرسنل، تجهیزات و عملیات فرماندهی کنترل را که در اجرای موفقیت آمیز جنگ ضروری است برای کشورها فراهم می نماید. بطور کلی چنین تاسیساتی قادر خواهند بود که مهم ترین و حیاتی ترین اهداف نظامی و دولتی را حفاظت نموده و در پیروزی در جنگ موثر باشند، یا حداقل مانعی بر سر راه دشمن در نابودی امکانات نظامی خودی باشند.

از نظر تاریخی موارد زیادی وجود داشته که دولتها از چنین تاسیسات زیر زمینی در جنگ استفاده نموده باشند، منجمله استفاده آلمان ها از تاسیسات زیر زمینی در جنگ دوم جهانی به منظور مخفی نمودن و حفاظت از صنایع بارزش، استفاده ویتنام شمالی از سیستم تونل زیر زمینی وسیع و گسترده برای مخفی نمودن خطوط حمل و نقل، انبارها و محل های استقرار سربازان خود از آغاز جنگ سرد، ایالات متحده آمریکا و اتحاد جماهیر شوروی سابق به منظور افزایش قابلیت بقاء در صورت وقوع حمله هسته ای، موشک های بالستیک بین قاره ای و مراکز کنترل و فرماندهی مربوط به آنها را در سایت های زیر زمینی مستقر نمودند. تحول و تکامل مداوم در تاسیسات زیر زمینی، سطح پنهان کاری و حفاظت در بخشهای حساس نظامی را افزایش داده است.

آنچه که فکر برنامه ریزان نظامی معاصر را مشغول نموده، این است که تاسیسات زیر زمینی برای ساخت و ذخیره نمودن تسلیحات کشتار جمعی و واحدهای حساس و استراتژیک مورد استفاده قرار می گیرد.

پس از جنگ خلیج فارس، تاسیسات عمیق زیر زمینی برای بعضی از کشورها، مطلوب تر و جذاب تر شده زیرا به آنها اجازه حفاظت از سرمایه های نظامی بارزش

و گران قیمتشان رادر برابر حملات دقیق و موثر بمب های غیر هسته ای و موشک هایی که در اختیار آمریکاست ، می دهد .

بطور مثال ، در طی جنگ خلیج فارس ، تقریباً تمام ساختمان های مستقر در روی زمین ، منجمله تاسیسات کنترل و فرماندهی و آشیانه های مستحکم هواپیما در معرض خطر اصابت تسلیحات هدایت شونده دقیق قرار داشتند . عکس العمل کشورهای مورد حمله در مواجهه با چنین خطری ، سعی در ساخت تاسیسات مستحکم عمیق زیر زمینی از طریق تبدیل غارهای موجود و معادن متروکه به پناهگاه های زیر زمینی یا تاسیسات جدید از طریق حفر تونل های عمیق زیر زمینی بوده است.

چندی پیش نشریه NEWYORK TIMES گزارشی در مورد کشور لیبی تهیه نموده که طی آن اعلام می دارد که این کشور در حال ساخت یک شبکه از تونل های زیر زمینی به طول ۳۲۰۰ کیلومتر می باشد که مجهز به راهرو های وسیعی است که نیروهای نظامی و تجهیزات آنها می تواند بدون اینکه شناسایی شوند و به روشی کاملاً حفاظت شده و مخفی به آن وارد شوند. طبق این گزارش این شبکه به تاسیسات زیر زمینی که در شهر "Tarhunah" لیبی ساخته شده و مشکوک به ساخت تسلیحات شیمیایی است، متصل می باشد. از این گذشته ، گزارشات حاکی از این است که کره شمالی یک شبکه از تونل های زیر زمینی دقیق و پیچیده ساخته است که مجهز به محل هایی جهت انبار نمودن تجهیزات بوده ، ضمن اینکه دارای راه ها و جاده هایی است که برای استفاده خودروهای نظامی که ممکن است در حمله به کره جنوبی مورد استفاده قرار بگیرند مناسب است. این تونل ها در عمق ۱۰۰ متری از سطح زمین قرار گرفته و قادر به تامین حرکت و جابجایی حدود ۸۰۰۰ نیروی نظامی در ساعت به همراه تجهیزات سنگین آنها و در عملیات پشتیبانی در حمله به کره جنوبی خواهد بود .

گرچه حداقل تا کنون دو عدد از این تونل ها شناسایی و خنثی شده اند، ولی در عین حال تصور می گردد که بسیاری دیگر از این تونل ها در طول منطقه غیر نظامی بین کره شمالی و جنوبی، قرار داشته باشند.

تاسیسات زیر زمینی عمیق تاثیر حیاتی در امنیت ملی دارند، زیر چنین تاسیساتی، برای یک کشور، به عنوان یک مخفیگاه موثر و امن برای حفاظت و نگهداری تسلیحات و یا ماموریت های کنترل و فرماندهی اش از حملات تسلیحات مدرن و دقیق هدایت شونده به حساب می آید. ضمناً این تاسیسات برای نیروهای نظامی که قصد شناسایی، تعیین موقعیت و نابود کردن آنها را در مواقع رویارویی نظامی دارند، مبارزه و چالش دشواری است. رویدادی که برای تشکیلات دفاعی ایالات متحده آمریکا بسیار نگران کننده است این است که تاسیسات زیر زمینی عمیق که احتمالاً حاوی عوامل هسته ای بیولوژیکی و شیمیایی خواهند بود و انهدام آن ممکن است منجر به انتشار این عوامل در محیط گشته، که نتایج و عواقب سیاسی و محیطی ویران کننده ای خواهد داشت.

گرچه یک طرح نظامی برای انهدام و نابودی اینگونه اهداف زیر زمینی، استفاده از تسلیحات هسته ای حمل شده توسط بمب افکن های B-2 بود، ولی دولت بیل کلینتون با این نقشه نظامی مخالفت نموده و استفاده از تسلیحات هسته ای به منظور انهدام چنین اهدافی را تحریم کرد. علت این تصمیم گیری، نگرانی استفاده از تسلیحات هسته ای است که عواقب سیاسی وخیمی در بر خواهد داشت، بخصوص در عصری که استفاده از اینگونه تسلیحات محور اصلی برنامه ریزی های دفاعی نمی باشد. گرچه استفاده از تسلیحات هسته ای یک راه حل نظامی عملی برای انهدام اهدافی است که احتمالاً چند صد متر زیر زمین قرار گرفته اند، ولی در عین حال خطر درگیری سیاسی و محیطی در بر داشته، و چون اغلب محل، موقعیت، شکل و

محتویات موجود در اینگونه اهداف زیر زمینی ناشناخته اند، لذا این خطر افزایش می یابد. عواقب و پیامدهای سیاسی استفاده از تسلیحات هسته ای احتمالاً خیلی بیشتر از آن است که ایالات متحده فکرش را بکند، و عواقب انتشارات احتمالی یک مخزن پر از عوامل بالقوه مرگبار بیولوژیکی یا شیمیایی در محیط زیست، غیر قابل قبول خواهد بود. حقیقت این است که استفاده از تسلیحات هسته ای در بیشتر موارد یک راه حل عملی در مقابله با اهداف زیر زمینی نمی باشد.

مشکل استفاده از تسلیحات غیر هسته ای بر علیه چنین اهدافی این است که عمق و سختی این قبیل اهداف بیشتر از قابلیت فیزیکی چنین تسلیحاتی پس از عبور از ده ها متر سنگ و قلوه می باشد. به نظر بعضی از کارشناسان برای نفوذ در ساختارهای مدرن بتونی، نیاز به توسعه و ساخت مواد جدید خواهد بود.

نتیجه این است که قابلیت‌های عملیاتی و استراتژیک نظامی ایالات متحده برای به خطر انداختن این گونه اهداف مستحکم زیر زمینی عمیق، تا زمانی که تکنولوژی و تاکتیک های مناسبی بدین منظور توسعه یافته است، دارای کارایی لازم نخواهد بود. عنصر مهم در این راستا عبارت است از آموزش نظامی پرسنل برای اجرای این ماموریت ها که با راهنمایی و مشورت فرماندهی عملیات ویژه ایالات متحده هماهنگی داشته باشد، چنین مهارت های ویژه ای را نمی توان در یک زمان کوتاه کسب نمود. عنصر دیگر عبارت است از گسترش و توسعه تکنولوژی هایی که به ایالات متحده و نیروهای هم پیمان با آن اجازه شناسایی، تخمین عمق، تشخیص چیدمان و شناسایی تجهیزات مستقر در این تاسیسات زیر زمینی را بدهد. همزمان با آن در اختیار قرار دادن سلاح هایی که نیروهای نظامی را در انهدام و خنثی سازی اینگونه تاسیسات یاری دهد ضروری است. این استراتژی های عملیاتی بایستی شامل قابلیت خنثی سازی در سطوح گوناگون باشند، از جمله این قابلیت ها انهدام سیستم های حیاتی، ایجاد محیط های داخلی

نامناسب برای فعالیت انسان، مدفون نمودن آن تاسیسات در زیر خاک و در نهایت انهدام کامل اینگونه تاسیسات می باشند.

### ۱- تجزیه و تحلیل تاسیسات زیر زمینی عمیق

یکی از درس هایی که در جنگ خلیج فارس آموختیم، تاثیر استفاده از قدرت هوایی و فضایی در حملات نظامی بود. نتیجه منطقی که عاید دشمنان و مخالفان ایالات متحده شده این بود که اگر بخواهند از حملات نظامی آمریکا جان سالم در برند، الزماً باید تاسیساتشان را به عمق زمین ببرند. تاسیسات زیر زمینی از آنجایی که تعیین موقعیتشان بسیار مشکل بوده و از آن مشکل تر تشخیص و تعیین نوع فعالیت هایشان می باشد، لذا این گونه تاسیسات نمایانگر یک چالش نظامی جدی می باشند. قابلیت های نظامی آتی ایالات متحده تا حدودی به توانایی یافتن اهداف حیاتی و مهم دشمن بوسیله سنسورهای مستقل از راه دور، تشخیص مأموریت های آنها و انهدامشان توسط مهمات غیر هسته ای و متداول دقیق هدایت شونده بستگی خواهد داشت. بقیه این تحقیق و بررسی بر تعیین محل و انهدام این گونه تاسیسات متمرکز میگردد. به علت وجود احتمالی تسلیحات کشتار جمعی در تاسیسات زیر زمینی امکان تاثیر منفی حملات نظامی بر این تاسیسات وجود دارد، مگر این که از ماهیت تاسیسات مزبور کاملاً مطلع باشیم. نظارت بر ساختمان این تاسیسات زیر زمینی و شکل های احتمالی شان مفید می باشد. اساساً دو نوع از این تاسیسات زیر زمینی وجود دارند. نوع اول تاسیساتی است که پس از حفر زمین در آن مستقر شده و سپس توسط خاک و قلوه سنگ پوشیده می شوند، که به آنها تاسیسات زیر زمینی cut-and-cover اطلاق می گردد.

این تاسیسات درست در زیر سطح زمین قرار گرفته و احتمالاً عمقی برابر ۱۰۰ فوت (۳۰ متر) دارند. بیشتر تاسیسات زیر زمینی امروزی از این نوع می باشند. در صورت وجود تاسیسات زیر زمینی از این نوع، بدون شک انهدامشان توسط مهمات غیر

هسته ای متداول امکان پذیر خواهد بود. همیشه بطور خودکار رقابتی بین طراحان چنین تاسیسات و سازندگان تسلیحات و سازندگان تسهیلات بمنظور انهدام آن وجود دارد. البته امکان ساخت این تاسیسات در عمق بیشتر نیز وجود دارد، که هزینه آن به مراتب افزایش خواهد یافت. ضمناً طراحان تسلیحاتی باید افزایش هزینه ساخت تسلیحات نفوذ کننده که قادر به انهدام چنین تاسیسات باشند را نیز در نظر بگیرند.

نوع دیگر این تاسیسات زیر زمینی، تاسیساتی است که توسط عملیات حفر تونل احداث می شوند. این نوع تاسیسات معمولاً در عمق بیشتر و یا در زیر کوه ها قرار می گیرند. این نوع تاسیسات عمیق زیر زمینی ممکن است که صدها فوت در زیر سطح زمین قرار گرفته و توسط سنگ های محکم و یکپارچه احاطه گردند. لذا تشخیص و انهدام این نوع تاسیسات زیر زمینی مشکل تر خواهد بود.

### ۳. مسائل قابل ملاحظه در طراحی تاسیسات زیرزمینی

دنیای تجارت خیلی پیش از این به ارزش تاسیسات زیرزمینی برای انبار نمودن یا اهداف صنعتی دیگری برده است. معادن متروکه، غارهای طبیعی، شیارها و حفرات موجود در صخره ها دارای مزیت های فراوانی هستند. از جمله این مزایا عبارتند از کمی رطوبت و تغییرات ناچیز دمایی. بطور مثال کمپانی های مواد غذایی به مدت چندین دهه از چنین تاسیساتی به منظور انبار نمودن محصولات خود استفاده نموده اند، علاوه بر این ایجاد چنین تاسیساتی با استفاده از تکنولوژی جدید برای اکثر کشورها آسان می باشد. ماشین آلات مدرن ویژه حفر تونل قادرند بصورت عمودی، افقی و یا تحت هر زاویه دیگری داخل صخره ها را بطوری حفر کنند که ساختار تاسیسات حفظ شده و در هم نریزد. بطور مثال ماشین آلاتی که در پروژه حفر کانال انگلیس مورد استفاده قرار گرفتند بسیار عظیم بودند، صفحه حفاری آن ۹۵ تن وزن داشت و قطر آن ۲۸/۵ فوت (۸/۷ متر) بود و تیغه های برشی متعددی را شامل می شد.

این دستگاه حفاری در حداکثر راندمان کاری قادر به حفر ۵۰ متر تونل در روز بود. زمانی که ماشین صخره ها را حفر میکرد، تیمی از کارگران در پشت سر آن، تونل کنده شده را توسط لایه ای از بتون پوشش داده و خاک و خرده های سنگ حاصل از حفاری را توسط نوار نقاله به خارج از تونل هدایت می کردند. در یک عملیات مداوم و بدون وقفه این ماشین آلات قادر به حفر تونل، جابجایی خاک و پوشش داخل تونل توسط قطعات بتونی از پیش ساخته شده بودند. در مواردی که تاسیسات کوچک تری مد نظر باشد، تونل هایی به قطر ۶ متر و با سرعتی برابر ۲۰۰ متر در روز می توانند حفر شوند و ضمناً امکان حفر حفرات بزرگتر در نقاط گوناگون در طول مسیر تونل وجود دارد.

وقتی که آسیب پذیری و قابلیت بقاء تاسیسات زیر زمینی که به منظور مصارف نظامی طراحی شده اند مورد توجه قرار دارد، مهمترین عامل، عمق پوشش مناسب در اطراف تاسیسات می باشد. عقل سلیم حکم می کند که هر چه تاسیسات زیر زمینی در عمق بیشتر قرار داشته باشند به همان اندازه قابلیت بقاء بیشتری در برابر حملات خواهند داشت. مطالعات انجام شده توسط شرکت های RAND و MITRE حاکی از آن است که تاسیساتی که در عمق ۲۰۰۰ فوتی (۶۱۰ متری) از سطح زمین قرار گرفته اند، اصولاً آسیب ناپذیر هستند. این صرفاً به معنی ۲۰۰۰ فوت (۶۱۰ متر) حداقل فاصله این تاسیسات زیر زمینی (در تمام جهات) تا هر نقطه از سطح زمین، از جمله دامنه کوه میباشد. موادی که بین تاسیسات زیر زمینی و سطح زمین را می پوشانند معمولاً بنام پوشینه (Overburden) نامیده می شوند. معمولاً ضخامت بیشتر در لایه پوشینه (یعنی مواد که بین سطح زمین و تاسیسات زیر زمینی قرار می گیرند) ترجیح داده می شود و زمانی که مسئله انتخاب موضوع و مکان تاسیسات زیر زمینی عمق مطرح می



گردد، عمده ترین عاملی که باید در نظر گرفته شود عمق یا ضخامت لایه پوشینه (Overburden) می باشد.

به منظور قابلیت بقاء تاسیسات زیر زمینی عمیق، علاوه بر پوشینه (یعنی خاک و قلوه سنگهایی که بین تاسیسات زیر زمینی و سطح زمینی و سطح زمینی قرار می گیرند) عوامل طراحی مهم دیگری نیز وجود دارند.

یکی از عوامل استفاده از لایه های سنگی خشک و رطوبت ناپذیر در عمق لازم میباشد. عامل دیگر اطمینان از تقریباً افقی بودن حداقل ضخامتی برابر ۱۰۰ فوت (۳۰ متر) می باشد، تا بتواند با استفاده از خواص مکانیکی آن در محل پا بر جا بماند.

با وجود خاک و قلوه سنگ در بالا و اطراف تاسیسات زیر زمینی و به منظور کمک به تضعیف موج ضربات زمین، لایه سنگی باید شکسته شود. و در این صورت لایه ای که در زیر محفظه حفر شده قرار گرفته باید مانند یک تشک عمل نموده و موج ضربات را تضعیف نماید. وجود یک لایه از خاک یا سنگ که حامل آب بوده و یا بتواند آب را از خود عبور دهد (aquifer) بسیار ایده آل است زیرا می توان از آن آب در خود کفا شدن تاسیسات زیر زمینی بهره برداری نمود. بعلاوه لایه سنگی که حفاری در آن صورت گرفته است باید خود بخود ساختاری مقاوم داشته باشد و بتواند بدون نیاز به هیچگونه کمک خارجی یا پوشش بتونی، مانند سقف و دیواره های تقویت شده بتونی پا بر جا باشد. سنگهایی با ساختار مستحکم از قبیل سنگ خارا و سنگ آهک، برای چنین هدفی مناسب می باشند.

### نتیجه

همانگونه که تشریح شد مبحث سازه های امن عمق زیاد یا زیر زمینی دارای پیچیدگی ها و ملاحظات مخصوص به خود بوده که رعایت آنها باعث بالاتر بردن کاربرد سازه در مقابل حملات هوایی دشمن می باشد که در این میان

طراحی سازه نیز یک پارامتر بسیار مهم می باشد ضمن اینکه در ساخت این چنین تاسیساتی دو عامل بسیار مهم نیز باعث بالا بردن کارایی سازه می گردد که عبارتند از:

- ۱- همخوانی سازه با نوع تهدید متداول می باشد که با یستی طراحان سازه با مشورت و راهنمایی متخصصین عملیات هوایی توان رزمی آفندی دشمن را که بطور رایج مورد استفاده قرار می گیرند در ساخت تاسیسات لحاظ نمایند.
- ۲- برای سازه های زیر زمینی که بطور دائم مورد استفاده قرار نمی گیرند طراحی دوگانه سازه ها بنحوی که در زمان صلح مورد استفاده دیگری داشته و در زمان بحران و جنگ مورد استفاده دیگر انجام می پذیرد. ر در اخر اینکه استفاده از اینگونه سازه باعث جلوگیری از تحمیل هزینه های ساخت مجدد تاسیسات که مستلزم زمان و حذف هزینه های مادی و انسانی می گردد.

#### منابع:

- ۱- مجموعه کتابهای پدافند غیر عامل دانشکده فرماندهی و ستاد آجا ۱۳۸۴
- ۲- نشریات پدافند غیر عامل قرارگاه خاتم الانبیاء (ص)