

## ملاحظات دفاع غیرعامل در طراحی سایت موشکی و سکوی

### پرتاب سیلویی زمین پایه

(نمونه موردی، موشک قاره پیمای مینیوتمن و ساتان)

ساسان سوادکوهی فر<sup>۱</sup>، محمدرضا خیراندیش<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۹۰/۰۷/۱۲

تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۰/۲۶

#### چکیده

تهاجم و تهدید در طول تاریخ به اقسام گوناگون وجود داشته، اما در عصری که ما در آن زندگی می‌کنیم، شکل تهدید با تغییر روش‌ها و فنون پیچیده‌تری خود را نمایان کرده است. تولید انواع سلاح‌های مخرب و سامانه‌های آماده شلیک، بزرگ‌ترین تهدید بشری بشمار می‌روند. در تقابل با رویکرد بازدارندگی و دفاعی و در جهت دستیابی به فناوری‌های موشکی پیشرفته، حفظ سامانه‌های فوق از مهم‌ترین اهداف هر ملت می‌تواند باشد. طراحی سایت‌های موشکی و سکوه‌های پرتاب سیلویی با به‌کارگیری تمهیدات مهندسی دفاع غیرعامل، میزان آسیب‌پذیری تأسیسات، تجهیزات و نیروی انسانی را به‌مقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش داده و باعث تسهیل در عملیات دفاع و استمرار بقا می‌گردد.

در این پژوهش، پس از تجزیه و تحلیل تهدیدات، ضمن بررسی موشک آمریکایی قاره‌پیمای مینیوتمن و موشک قاره‌پیمای روسی ساتان، آرایه‌ها و ساختار سکوه‌های پرتاب سیلویی زمین پایه تشریح شده است. سپس آسیب‌پذیری سیلوه‌های پرتاب در برابر تهدیدات و خاصه هسته‌ای بیان شده و چگونگی حفاظت در برابر انفجار نیز ذکر گردیده است. در ادامه، ملاحظات مهندسی دفاع غیرعامل مانند مکان‌یابی سایت، استتار، اختفا، فریب، پراکندگی، مقاوم‌سازی و استحکامات به‌عنوان عوامل مهم در طراحی سایت و سکوی پرتاب سیلویی ارائه شده است.

روش تحقیق به صورت تحلیلی تجربی، بررسی اسنادی و مراجعه به منابع کتابخانه‌ای و شبکه‌های اطلاع‌رسانی بوده است.

**کلیدواژه‌ها:** تهدیدات، سکوی پرتاب سیلویی، سایت موشکی، دفاع غیرعامل، آسیب‌پذیری

۱- مدرس و عضو هیئت علمی دانشگاه جامع امام حسین(ع)، Email: savadkouhifar@gmail.com

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی پدافند غیرعامل - گرایش طراحی - دانشگاه جامع امام حسین(ع)، Email: rezak696@gmail.com - نویسنده مسئول

## ۱- مقدمه

مناسب حفاظتی و دفاع غیرعامل در برابر حملات هسته‌ای نیز انجام داده است. سکوی پرتاب در واقع دو وظیفه مهم را بر عهده دارد: یکی کمک به شلیک موشک در زمان وقوع جنگ و دیگری حفظ موشک از حملات متقابل دشمن. مهم‌ترین پارامترهایی که در مراحل اولیه طراحی یک آرایه موشکی به آن توجه می‌شود، درصد حفاظت آرایه موشکی در مقابل تهاجم متقابل دشمن، به‌ویژه آسیب‌ناپذیری در صورت تهاجم اتمی دشمن است. یکی از روش‌های اطمینان‌بخش، استفاده از سکوهای پرتاب نهفته در سیلوهای زیرزمینی است که از آن به‌عنوان سکوی پرتاب سیلویی نام برده می‌شود [۳]. عدم رعایت ملاحظات حفاظتی و اقدامات دفاع غیرعامل در طراحی سکوهای پرتاب موشکی، منجر به بروز خسارات و صدمات به تأسیسات، تجهیزات و نیروی انسانی خواهد شد.

هدف از این پژوهش، ارائه ملاحظات دفاع غیرعامل به‌منظور طراحی سایت و سکوی پرتاب موشک سیلویی زمین‌پایه می‌باشد، به‌نحوی که بتوان ضمن حفظ عمل‌کردهای متداول، قابلیت‌های حفاظت و ایمنی تقویت شده و منجر به کاهش آسیب‌پذیری تأسیسات و تجهیزات گردد. طراحی سایت و سکوی پرتاب موشک سیلویی با رعایت ملاحظات دفاع غیرعامل در کشورهای مختلف جهان صورت گرفته، هر چند که به‌نظر می‌رسد کشور ما در ابتدای راه باشد.

## ۲- تجزیه و تحلیل تهدیدات

تهدید در لغت به معنی ترسانیدن و بیم دادن است و در اصطلاح به‌معنای هر چیزی که ثبات و امنیت یک عنوان را به خطر اندازد. همچنین تهدید به هر اقدام و تحرک بالقوه و احتمالی سیاسی، نظامی، اقتصادی و فرهنگی که موجودیت و اهداف حیاتی فرد، نهاد یا کشوری را به مخاطره بیندازد و نیز موانع و چالش‌هایی که ما را از رسیدن به هدف باز داشته و یا باعث کاهش سرعت ما در دستیابی به آن گردد اطلاق می‌گردد [۴]. به هرگونه اقدام و یا عملی که از سوی غیر و یا محیط اطراف بروز کند که منجر به بروز آسیب و یا خسارت شود، تهدید گویند [۵]. وقتی که یک طراح، ملاحظات امنیتی را در نقشه سایت وارد می‌کند، باید گستره وسیع تهدیدهای بالقوه‌ای که متوجه سایت و افراد استفاده‌کننده از آن می‌شود و نیز احتمال وقوع هر تهدید در آن مکان را در نظر بگیرد [۶]. دامنه تهدیدات برای هر سایت، می‌تواند هر یک از تهدیدات طبیعی مانند زلزله، سیل، آتشفشان و تهدیدات انسان‌ساخت مانند جنگ، عملیات تروریستی، حملات شیمیایی، بیولوژیکی، رادیولوژیکی و... باشد. آنالیز تهدید، برآورد معقولی از حملات هوایی و موشکی دشمن به سایت و امکانات می‌باشد. آنالیز تهدید به‌معنای ارزیابی صحیح تهدیدهای اتفاق افتاده قبلی، امکانات موجود، دیدگاه عمومی و فعالیت‌های فعلی بوده و تهدیدات بالقوه و بالفعل و تهدیدات آینده را بررسی می‌نماید. سطوح شدت تهدید، مرتبط با تاکتیک‌های خاص هر متجاوز، و بیانگر

وقوع جنگ تحمیلی هشت ساله عراق علیه ایران و نیز وقوع حداقل چهار جنگ در حریم مرزهای سرزمین جمهوری اسلامی ایران در چند سال اخیر و اهداف راهبردی آمریکا در محاصره، مهار، تضعیف و براندازی جمهوری اسلامی، نشان از وجود طیف گسترده تهدیدات بالقوه و بالفعل در پیرامون کشور است [۱]. قدرت‌های استکباری هر روز خود را به سلاح‌های مخرب‌تر و پیچیده‌تر مجهز می‌کنند و در میدان رقابتی عجیبی وارد شده‌اند و لحظه به لحظه به تسلیحات هسته‌ای و غیر هسته‌ای دست یافته و با پیشرفت فناوری و به‌کارگیری تسلیحات مدرن و هوشمند، هر روزه در گوشه‌ای از جهان به کشتار مردم، تخریب و انهدام منابع و سرمایه‌ها و زیرساخت‌های ملی آن‌ها در اثر بمباران و انبوه آتش ویرانگرشان می‌پردازند [۲]. انواع و اقسام موشک‌های قاره‌پیما، میان‌برد و کوتاه‌برد در سراسر جهان آماده شلیک بوده و میان‌ملتها و خصوصاً ایران را تهدید می‌نماید. آثار مهیب حملات موشکی و بمباران‌های هوایی در جنگ‌های گذشته و همچنین افزایش سطح تهدیدات، کشورهای جهان را برآن داشته تا با به‌کارگیری ملاحظات مهندسی دفاع غیرعامل در طراحی زیرساخت‌های نظامی و غیرنظامی، میزان صدمات و خسارات به تأسیسات، تجهیزات و نیروی انسانی را کاهش دهند. انجام اقدامات دفاع غیرعامل، موضوعی بنیادی است که وسعت و گستره آن تمامی زیرساخت‌ها و مراکز حیاتی و حساس غیرنظامی و نظامی، سیاسی، ارتباطی مواصلاقی نظیر بنادر، فرودگاه‌ها و پل‌ها، زیرساخت‌های محصولات کلیدی نظیر پالایشگاه‌ها، نیروگاه‌ها، مجتمع‌های بزرگ صنعتی، مراکز فرماندهی و کنترل جمعیت مردمی کشور را دربر می‌گیرد [۱]. در ایالات متحده آمریکا، پدافند غیرعامل دارای ابعاد بسیار گسترده‌ای می‌باشد. گرچه تأکید اصلی در این زمینه، بر افزایش فوق‌العاده توان تهاجمی و بازدارندگی است، ولی دیگر اقدامات و تمهیدات، پدافندی نظیر مقابله با شرایط حین و پس از وقوع حمله - عمدتاً حملات هسته‌ای - نیز دیده شده‌اند. این تمهیدات، کلیه مراحل عمل در پدافند غیرعامل را دربر می‌گیرد [۷]. سطح حفاظت سکوهای پرتاب سیلویی در آمریکا، تا ۷ مگا پاسکال در نظر گرفته شده است. همچنین، برای پرتاب یک موشک، ۲۳ سیلوی فریب پیشنهاد گردیده است [۳]. در اتحاد جماهیر شوروی سابق و کشور روسیه کنونی، اعتقاد بر آن است که جنگ هسته‌ای قطعاً روزی رخ می‌دهد. از این‌رو، تمهیدات بسیار گسترده‌ای پیش‌بینی شده است. در این کشور، مؤثرترین روش پدافند غیرعامل در برابر حملات هسته‌ای، پراکنده‌سازی مناطق صنعتی، ایجاد پناهگاه‌های ضد هسته‌ای، به‌کارگیری سیستم‌های پیشرفته اعلام خطر و تخلیه جمعیت شهرهای بزرگ این کشور می‌باشد [۷]. همچنین، روسیه در طراحی سایت‌های موشکی و سکوهای پرتاب سیلویی، اقدامات

برد ۱۳۵۰۰ کیلومتر و با انواع کلاهک‌های هسته‌ای، ببولوژیکی، شیمیایی یا معمولی، حاصل پیروی سیاست حمله از راه دور بوده است. گفتنی است که در یک موشک قاره‌پیما یا فضاپیما ۹۳ درصد وزن آن را سوخت و بقیه را اسکلت، سیستم‌های الکترونیکی، هیدرولیکی و پنوماتیکی و کلاهک تشکیل می‌دهد. پیچیدگی در محاسبات مربوط به تعیین خط سیر موشک از مبدأ تا هدف، به علت عدم برخورداری زمین از یک شکل هندسی مناسب، عوامل فیزیکی متعدد محیطی در حین و فاصله پرواز، امکان عملیات کشف، رهگیری و انجام عملیات پدافند هوایی در منطقه هدف، ایجاب نموده که در ناوبری، هدایت و چگونگی نفوذ در فضای محافظت شده، وقت و هزینه تحقیقاتی زیادی صرف شود [۸]. در ادامه، چند نمونه موشک سطح به سطح سیلویی تشریح می‌گردد.

### ۳-۱- موشک قاره‌پیما مینیوتمن<sup>۷</sup>

«مینیوتمن» موشکی است سه مرحله‌ای با پیشران از نوع سوخت جامد، قاره‌پیما با سرچنگی منفرد و بالستیکی که از زیر زمین و سیلو پرتاب می‌شود [۸]. این موشک یکی از موشک‌های استراتژیک آمریکا به حساب می‌آید (شکل‌های ۱ و ۲). موشک‌های با سوخت جامد مسلماً برتری و مزیت‌های زیادی نسبت به موشک‌های با سوخت مایع دارند که از آن جمله می‌توان به انبار کردن موشک‌ها با زمان طولانی‌تر و طول عمر بیشتر، و دیگر اینکه می‌توان به خطر کمتر آن‌ها در مقایسه با سوخت مایع اشاره داشت؛ چون سوخت مایع در هنگام پرتاب دارای احتمال انفجار و خطرات بیشتری می‌باشد. تست موشک از سال ۱۳۳۹ (۱۹۶۰) آغاز شد و در آبان ۱۳۴۰ (نوامبر ۱۹۶۱) اولین پرتاب موفقیت‌آمیز، بدون هیچ‌گونه مشکلی انجام گرفت. این موشک، مینیوتمن HSM-80A نام گرفت. تا آبان ۱۳۴۱ (نوامبر ۱۹۶۲) یعنی در عرض یک سال تعداد ۱۵۰ فروند مینیوتمن ۱ ساخته شد. پس از ساخت مینیوتمن ۱ در سال ۱۳۴۲ (۱۹۶۳) تصمیم به بهینه کردن آن گرفته شد و با تغییراتی در طراحی، نام آن را مینیوتمن ۲- LGM-30F گذاشتند. در این موشک، موتور مرحله دوم را به آئروجت جنرال<sup>۸</sup> ارتقاء دادند و نتیجه آن، افزایش برد آن در حدود ۱۶۰۰ کیلومتر بود. اولین نمونه این موشک نیز با موفقیت در شهریور ۱۳۴۳ (سپتامبر ۱۹۶۴) آزمایش شد و اولین سری عملیاتی آن در سال ۱۳۴۴ (۱۹۶۵) وارد خدمت شدند. اما در طی سال‌های جنگ سرد و رقابت شدید تسلیحاتی که رقابت موشکی سرآمد آن بود، ایالات متحده باز هم تصمیم به ارتقای موشک گرفت و نتیجه آن، ساخت مینیوتمن LGM-30G بود [۹]. جدول (۱) مشخصات این موشک را نشان می‌دهد.

تسلیمات، مواد منفجره و ابزارهای مورد استفاده در اجرای تهدید می‌باشد. در مقطع کنونی، طرح احتمالی تهاجم موشکی- اتمی رژیم صهیونیستی به لحاظ بعد مسافت، و ایالات متحده آمریکا با استقرار در کشورهای همسایه و حضور ناتو در ترکیه، جزء مهم‌ترین تهدیدات علیه کشور ما می‌باشد. هواپیماهای جنگی، هواپیماهای بدون سرنشین، موشک‌های هوا به سطح و موشک‌های سطح به سطح، از مهم‌ترین تهدیدات سایت‌های موشکی و سکوهای پرتاب سیلویی بشمار می‌روند. موشک‌های هوا به زمین ضد تشعشع به سمت منابع انتشار امواج مایکروویو به‌ویژه رادارها شلیک می‌شوند. موشک‌های استراتژیک هوا به زمین، گونه‌ای از موشک‌های کروز می‌باشند. این موشک‌ها نوعی هواپیماهای بدون خلبان هستند که با موتور مکش هوای خود، مسافت‌های زیادی را در سرعت‌های زیر صوت حرکت می‌کنند و بر اساس اطلاعات قبلی، حملات دقیقی روی اهداف زمینی انجام می‌دهند. موشک‌های سطح به سطح بالستیک میدانی با برد کوتاه و متوسط، قابلیت انهدام اهداف استراتژیک که دورتر از محدوده میدان جنگ قرار دارند را دارا می‌باشند. موشک‌های بالستیک قاره‌پیما که برد آن‌ها به چندین هزار کیلومتر می‌رسد، معمولاً دارای بخش‌های متحرک مستقل چندگانه می‌باشند که امکان حمله بر علیه چند هدف به‌وسیله یک موشک را مهیا می‌سازد [۲۵]. تهدید، مبنای طراحی شامل سطح تهدید در بدترین وضعیت ممکن در میان تمامی متجاوزان، قابل کاربرد برای هر تاکتیک مورد استفاده است. در نهایت، تاکتیک‌ها و سطوح شدت تهدید به طراح ارائه می‌شود و وی می‌تواند شاخص‌های مهم طراحی را استخراج نماید [۵].

### ۳-۲- موشک‌های زمین پایه

موشک‌های سطح به سطح یا زمین پایه<sup>۱</sup> از یک سکوی پرتاب ثابت یا متحرک زمینی به سوی یک هدف ثابت یا متحرک یا اهداف جداگانه (موشک‌های با سرچنگی مجتمع<sup>۲</sup> با اهداف و مقاصد مختلف) پرتاب می‌شوند. این موشک‌ها ممکن است در سطح زمین نگهداری و استقرار یافته باشند، یا در سیلو نگهداری و از همان جا پرتاب شوند و یا اینکه در سیلو نگهداری شده و در زمان پرتاب به سطح زمین منتقل گردند. از نظر نظامی، تولید موشک‌های سطح به سطح در بردهای کوتاه<sup>۳</sup>، متوسط<sup>۴</sup>، قاره‌پیما<sup>۵</sup> و تاکتیکی، جهت مقاصد (آسیب‌رسانی به دشمن از فاصله دور)<sup>۶</sup> بوده که در توسعه این موشک‌ها دنبال شده است. از این لحاظ تکامل موشک قاره‌پیما با

- 1- Ground Base Surface to Surface Missile (SSM)
- 2- MIRV
- 3- Short Range Ballistic Missile (SRBM)
- 4- Intermediate Range Ballistic Missile (IRBM)
- 5- Inter Continental Ballistic Missile (ICBM)
- 6- Stand Off Attack

7- Minuteman

8- Aerojet General SR19-AJ-1



شکل ۲- موشک مینیوتمن در داخل سیلو [۹]



شکل ۱- موشک مینیوتمن [۹]

جدول ۱- مشخصات موشک سیلویی مینیوتمن [۹]

مشخصات	طول (متر)	وزن (کیلوگرم)	برد (کیلومتر)	قطر (متر)	حداکثر سرعت (کیلومتر بر ساعت)	سقف ارتفاع (کیلومتر)
نوع موشک						
LGM-30A	۱۶/۴	۲۹۴۰۰	۱۰۱۰۰	۱/۷	۲۴۱۰۰	۱۱۰۰
LGM-30B	۱۷	۳۳۱۰۰	۹۶۰۰	۱/۷	۲۴۱۰۰	۱۱۰۰
LGM-30F	۱۷/۶	۳۵۵۰۰	۱۱۳۰۰	۱/۷	۲۴۱۰۰	۱۱۰۰
LGM-30G	۱۸/۲	۳۷۲۰۰	۱۳۰۰۰	۷/۱	۲۴۱۰۰	۱۱۰۰

### ۳-۲- موشک قاره‌پیمای ساتان

SS-18 یک موشک قاره‌پیمای بالستیک روسی از نسل چهارم و دو مرحله‌ای با سوخت مایع می‌باشد که دارای قدرت پرتاب بسیار زیادی است [۸]. جدول (۲) مشخصات موشک ساتان روسی را نشان می‌دهد. گسترش موشک SS-18 از سال ۱۳۴۸ (۱۹۶۹) به‌منظور جایگزینی با موشک‌های SS-9 آغاز شد. این موشک، در ابتدای طرح، مدل به‌روزشده SS-9 بود. اولین تست پرتاب آن در سال ۱۳۵۲

(۱۹۷۳) انجام شد و مد ۱ این موشک برای اولین بار در سال ۱۳۵۴ (۱۹۷۵) با به‌روز کردن سیلوها و لانچرهای SS-9 به حالت عملیاتی در آمد. مد ۲ موشک در سال ۱۳۵۷ (۱۹۷۸) وارد خدمت شد و مدهای ۳ و ۴ به‌ترتیب در سال‌های ۱۳۵۹ (۱۹۸۰) و ۱۳۶۷ (۱۹۸۸) به حالت عملیاتی در آمدند.

جدول ۲- مشخصات موشک ساتان [۱۰]

مشخصات	گروه بندی	زمان ورود به خدمت	سرچنگی	طول (متر)	قطر (متر)	وزن پرتاب (کیلوگرم)	حداکثر کلا هک قابل حمل	برد (کیلومتر)
نام موشک								
Satan, RS-20B	ICBM	۱۹۸۰	هسته‌ای KT500- 550	۳۴/۳۰	۳	۲۱۷۰۰۰	۱۰ عدد	۱۵۰۰۰

تجهیزات زمینی، ساختمان‌های تجهیزات فنی عمومی، فرماندهی آتش، بخش خدمات و سرویس‌ها می‌باشد که همه موارد مذکور برای اجرای مأموریت‌های جنگی در مدت زمان‌های پیش‌بینی شده در اسناد آماده‌سازی پرتاب، در نظر گرفته شده‌اند. آرایه‌های موشکی می‌توانند در زمین یا هوا مستقر گردند. بسته به محل استقرار در لحظه شلیک موشک، آرایه‌های موشکی به دو گروه اصلی تقسیم می‌شوند:

۱- آرایه‌های موشکی زمین پایه، ۲- آرایه‌های موشکی هواپایه. آرایه‌های موشکی زمین پایه می‌توانند ثابت یا متحرک باشند. آرایه‌های موشکی ثابت، بسته به محل قرارگیری موشک‌ها و تجهیزات تکنولوژیک مخصوص، خود به سه دسته تقسیم می‌شوند:

۱- مجموعه‌های روزمینی؛ ۲- مجموعه‌های نیمه سیلویی؛ ۳- سیلوهای پرتاب.

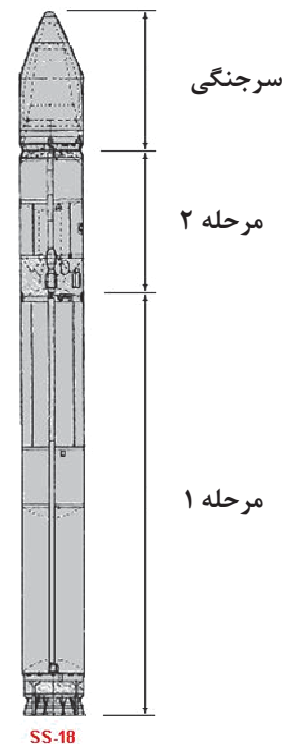
آرایه‌های موشکی ساکن سیلویی دو نوع‌اند: با پرتاب از سطح زمین، با پرتاب از داخل سیلو. در حالت اول، هنگام آماده‌سازی موشک جهت پرتاب، موشک سوخت‌گیری شده با مؤلفه‌های سوخت مایع و جامد (اکسیدایزر)، به کمک آسانسورهای ویژه‌ای که در سیلوه‌ها نصب می‌شوند، به سطح زمین آورده شده و در وضعیت پرتاب قرار می‌گیرد. در حالت دوم، یعنی در آرایه‌های موشکی با پرتاب از داخل خود سیلو، شلیک از روی سکوی پرتاب داخل سیلو، بدون بالا بردن موشک به سطح زمین، صورت می‌پذیرد [۱۱]. امروزه سکوهای پرتاب سیلویی، از اساسی‌ترین اجزای آرایه‌های موشکی راهبردی محسوب می‌شوند. به دلیل اینکه سکوهای پرتاب سیلویی، کامل‌تر از دیگر انواع سکوها بوده و نیازهای اساسی مربوط به آرایه‌های موشکی را برآورده می‌کنند، لذا چنین ارجحیتی برای این نحوه استقرار قائل شده‌اند [۳].

#### ۵- پیشینه سکوهای پرتاب موشک زمین پایه

سکوهای پرتاب موشک‌های عمودپرتاب، برای نخستین بار در سال‌های ۱۳۱۱ و ۱۳۱۲ (۱۹۳۲ و ۱۹۳۳) در شوروی طراحی شدند. در ۲۶ مرداد ۱۳۱۲ (۱۷ اوت ۱۹۳۳) اولین پرتاب موفقیت‌آمیز موشک سوخت مایع ساخت ام. ک. تیخوناروف از روی چنین سکویی انجام گرفت. در خرداد ۱۳۱۷ (ژوئن ۱۹۳۸) برای نخستین بار در ارتباط با لزوم سکوی پرتاب زمینی، ابتدا برای موشک‌های ضد تانک (RS-132) و سپس برای گلوله‌های فشش‌ای (RS-82) تصمیماتی اتخاذ گردید.

تا مهر ماه ۱۳۱۷ (اکتبر ۱۹۳۸) گروه طراحان، برای شلیک (RS-82) و (RS-132) سکوهای پرتاب چند ریله (چلچله) که بر روی خودرو سوار می‌شدند را طراحی نمود. پس از انجام تست‌های لازم، در ۲ مهر ۱۳۱۸ (۲۵ سپتامبر ۱۹۳۹)، سکوهای پرتاب و موشک‌های مربوط مورد تأیید قرار گرفتند. در ۲۲ خرداد ۱۳۲۰ (۱۲ ژوئن ۱۹۴۱) دستورالعمل گسترش و تولید موشک‌های باروتی و سکوهای پرتاب

SS-18 مدل ۳ یک سلاح استراتژیک بسیار قدرتمند است. این موشک می‌تواند کلاهک‌های MIRV را حمل نماید. برد آن به اندازه‌ای است که می‌تواند تمامی اهداف اصلی در سرزمین ایالات متحده را از مبدأ روسیه مورد اصابت قرار دهد. مدل ۳ این موشک برای ضربه زدن و مقابله با وسایل استراتژیکی دشمن، جایگزین نسل‌های قبلی (SS-18) گردید. براساس گزارشات، این مدل موشک دارای دقت و کلاهک به مراتب قوی‌تری نسبت به مدل‌های قبلی می‌باشد. بدون یک کلاهک بزرگ، این موشک تنها توانایی درگیری و نابودسازی تعداد زیادی از اهداف نرم از قبیل پایگاه‌های نظامی، شهرها، فرودگاه‌ها و... را داشت اما با تجهیز موشک به یک کلاهک بزرگ، امکان درگیری و نابودسازی پایگاه‌های موشکی ایالات متحده در هر مکانی با استفاده از مدل ۳ موشک امکان‌پذیر گردید. طراحی مد ۳ و ۴، SS-18 بسیار شبیه هم بوده و تنها تفاوت آن‌ها در کلاهک آن است. موشک از یک سیستم هدایت خودکار داخلی به همراه هدایت رایانه‌ای دیجیتال استفاده می‌کند (شکل ۳) [۱۰].



شکل ۳- موشک قاره‌پیمای ساتان [۱۰]

#### ۴- مجموعه‌های موشکی

آرایه موشکی به معنای مجموعه‌های به هم مرتبط موشک‌ها،

پرتاب است و برای حفاظت موشک و کانتینر، ابزارآلات و تجهیزات در مقابل تمامی عوامل مخرب انفجار اتمی، اثرات آب و هوایی محیط اطراف، گردوغبار و رطوبت به کار می‌رود. حفاظت در مقابل دیگر عوامل اتمی، از جمله نشت رادیو اکتیو، توسط لایه بتونی، لایه پارافینی و فلز ضخیم صورت می‌گیرد. حفاظت در مقابل حرارت توسط لایه‌ای از پنوپلاست و همچنین سازه خود درپوش صورت می‌پذیرد. انواع روش‌های باز شدن درپوش سیلو عبارت‌اند از: متحرک (جابه‌جا شونده)، متحرک چرخان و پرتاب شونده. زمان باز شدن درپوش تقریباً ۵ تا ۱۰ ثانیه است. در شکل (۵) درپوش محافظ از نوع چرخان به‌طور شماتیک نشان داده شده است. سیستم تخلیه گاز برای حفاظت موشک از تأثیر جریان‌های گازی به‌کار رفته، مشتمل بر منعکس‌کننده گاز، کانال‌های تخلیه گاز و مشبک‌های تخلیه گاز است. سکوی پرتاب موشک مینیومن هیچ‌گونه کانال ویژه تخلیه گاز ندارد. سیستم ضربه‌گیر برای حفاظت موشک در برابر بارهای دینامیکی ناشی از انفجار هسته‌ای پیش‌بینی شده است. تجهیزات تکنولوژیکی سکوی پرتاب سیلویی برای قرار دادن موشک در وضعیتی که انجام خدمات فنی و کنترل‌های قبل از شلیک و پرتاب موشک را امکان‌پذیر سازد، به‌کار می‌روند. تجهیزات کنترل و شلیک الکترونیکی برای نگهداشتن سکوی پرتاب سیلویی در حالت آماده‌باش جنگی دائم به‌منظور آماده‌سازی و پرتاب موشک به‌کار گرفته می‌شوند. سیستم تنظیم دما به‌منظور تأمین شرایط رطوبتی و حرارتی مورد نیاز برای نگهداری موشک در سکوی پرتاب سیلویی مورد استفاده قرار می‌گیرد. رژیم حرارتی-برودتی مورد نیاز نگهداری موشک در سکوی پرتاب سیلویی با به‌کارگیری سیستم گردش، تهویه و خشک‌کننده هوا حاصل می‌شود. تأمین انرژی الکتریکی برای تغذیه تمام دستگاه‌های زمینی و درون موشک، توسط ایستگاه‌های برق صنعتی و نیروگاه‌های ویژه صورت می‌گیرد [۳].

سیلوه‌ها بسته به قاعده مورد استفاده در تخلیه گازها، به انواع زیر تقسیم می‌شوند:

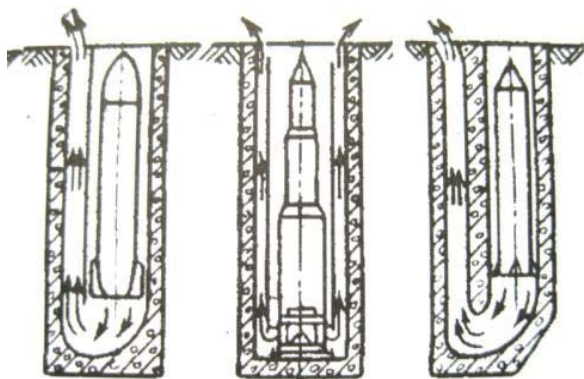
- ۱- سیلوه‌های بدون سیستم‌های مخصوص هدایت و تخلیه گاز
  - ۲- سیلوه‌های دارای تخلیه هدایت‌شده گازها.
- در سیستم تخلیه هدایت‌شده گازها، سیستم‌های تخلیه، علاوه بر شعله‌پخش‌کن‌ها، دارای دستگاه‌های تخلیه و کانال‌ها و مجاری تخلیه نیز می‌باشند. کانال‌های تخلیه به همراه و یا جدا از بدنه سیلوه ساخته می‌شوند و می‌توانند دارای کانال‌های یک طرفه یا دو طرفه باشند. (شکل ۶) [۱۱].

BM-13 و همچنین اصلاح سکوه‌های پرتاب BM-8 صادر گردید. در ادامه، سکوه‌های پرتاب BM-13SN، BM-13-12، BM-8-48 و ماشین پرتاب M-30 طراحی شدند، که در جنگ جهانی دوم با موفقیت مورد استفاده قرار گرفتند. طی جنگ جهانی دوم در آلمان چندین نمونه از موشک‌های بالستیک دوربرد و موشک‌های بال‌دار یا کروزر زمین به زمین مانند V-1، V-2 و «رینبوت» به همراه سکوه‌های پرتاب و مجموعه‌های لازم تجهیزات زمینی شان ساخته شدند. در دوران پس از جنگ تکامل تجهیزات زمینی همراه با توسعه و پیشرفت موشک‌های بالستیک راهبردی و تاکتیکی تحقق یافت و سکوه‌های پرتاب سیلویی جهت نگهداری و اجرای عملیات پرتاب موشک‌ها نیز مورد استفاده قرار گرفت [۱۱]. اولین پایگاه‌های موشکی زیرزمینی در سال ۱۳۲۳ شمسی (۱۹۴۴ میلادی) ساخته شدند. در سال‌های بعد ایالات متحده آمریکا، برای حفاظت موشک‌های بالستیک راهبردی مانند اطلس F2، تیتان ۱۳ و تجهیزات تکنولوژیک مربوطه، از سکوه‌های پرتاب سیلویی زیرزمینی استفاده نمود. این سیلوه‌ها برای نگهداری طولانی‌مدت موشک، حفظ آن از حمله اتمی و همچنین ایجاد شرایط پرتاب روزمینی برای موشک به‌کار می‌روند [۳].

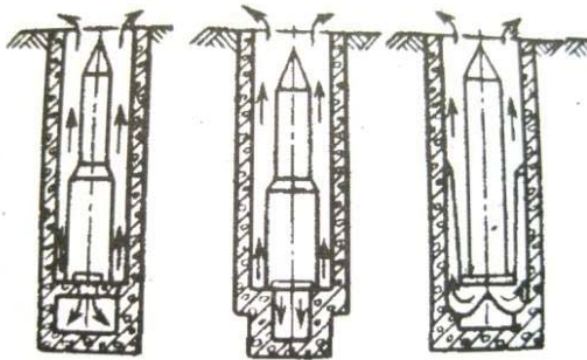
#### ۶- ساختار کلی سکوه‌های پرتاب سیلویی زمین پایه

سیلوه‌های پرتاب، ساختمان‌های پرتابی از نوع زیرزمینی هستند که توسط مجموعه‌های لازم تجهیزات تکنولوژیک و فنی مجهز شده‌اند و جهت استقرار و نگهداری طولانی موشک در حالت آماده پرتاب، و حفاظت از موشک‌ها و تجهیزات الکتریکی در برابر تأثیرات تمامی عوامل مخرب و زیان‌آور هسته‌ای و جوی و همچنین برای تأمین پروسه آماده‌سازی و پرتاب موشک، در نظر گرفته می‌شوند [۱۱].

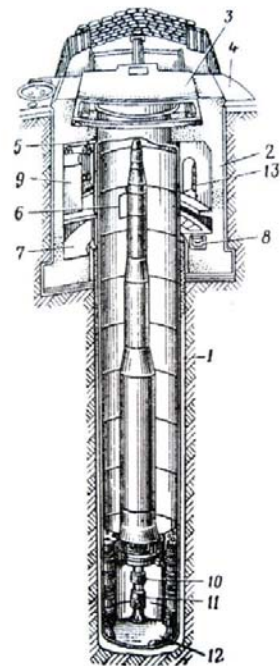
سکوه‌های پرتاب سیلویی برای موشک‌های بالستیک راهبردی، با استقرار زمینی مشتمل بر تأسیسات سیلویی، سیستم تخلیه گاز، سیستم ضربه‌گیر، ابزارهای فنی و الکترونیکی کنترل و پرتاب و سیستم‌های تنظیم دما و منابع تأمین انرژی هستند (شکل ۴). تأسیسات سیلویی، بخش حامل نیروی سکوی پرتاب است و عبارت است از یک سازه از بتون مسلح و مشتمل بر سه بخش چاهک سیلو، کلاهک و پوشش حفاظتی است. برای مثال، تأسیسات سیلویی موشک‌های «مینیومن» دارای قطر داخلی چاهک سیلو ۳/۶ متر، عمق ۲۶ متر و ضخامت دیواره ۰/۳-۰/۲۵ متر و فضای بین بدنه موشک و دیواره‌های چاهک سیلو ۱/۵ متر است. دسترسی به سرچنگی و قفسه هدایت و کنترل موشک از طریق دریچه بزرگی که در دیواره چاهک سیلو قرار دارد تأمین می‌شود. کلاهک سیلو دورتادور بخش بالایی چاهک سیلو ساخته می‌شود که برای استقرار تجهیزات تکنولوژیکی و الکتریکی - راه‌انداز و دیگر تجهیزات کمکی در نظر گرفته شده است. درپوش محافظ نیز از متعلقات سکوی



(ج) (ب) (الف)



(و) (ه) (د)



شکل ۴- سکوی پرتاب سیلویی موشک مینیوتمن [۳]

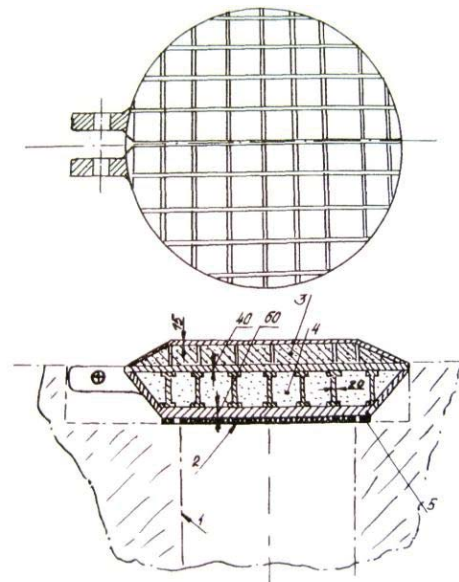
۱- چاهک سیلو، ۲- کلاهک، ۳- درپوش محافظ، ۴- سطح بتونی، ۵- چرخ بالابر الکتریکی، ۶- دریچه، ۷- محوطه با سیستم ضربه گیر، ۸- باتری های آکومولاتوری و دستگاه تهویه هوا، ۹- دستگاه کنترل- راه انداز الکترونیکی، ابزار کنترل و منابع تغذیه، ۱۰- حلقه تکیه گاهی سیستم ضربه گیر، ۱۱- المان های ارتجاعی سیستم ضربه گیر، ۱۲- تشتک (حوضچه)، ۱۳- واحد کمپرسورها

شکل ۶- طرح سیستم های تخلیه گاز

(الف) با یک کانال تخلیه گاز (ب) با کانال گاز متحدالمرکز (ج) با کانال تخلیه گاز خارج از مرکز (د) با تأثیر نیمه فعال گازها بر موشک (ه) با ابزار حبس موضعی گازها (و) با انباره گاز.

#### ۷- آسیب پذیری سیلوهای پرتاب در برابر تهدیدات

سیلوهای پرتاب هنگام انفجارات هسته ای، تحت تأثیر بارهای دینامیکی بسیار بزرگی قرار می گیرند. این مسئله باعث ایجاد حرکات نوسانی چرخشی، عمودی و افقی در ساختمان های سیلو و موشک می شود. تأثیر بارهای دینامیکی بر موشک و تجهیزات فناورانه، می تواند قسمت های حساس موشک و دستگاه های الکتریکی پرتاب را از کار بیندازد. عوامل مخرب و خطرناک انفجار هسته ای معمولاً تأثیرات مکانیکی، تشعشع نوری، تابش امواج نفوذکننده (راديو اکتیو)، ضربات الکترومغناطیسی و آلودگی راديو اکتیو می باشند. عوامل ذکر شده تقریباً به طور همزمان و مشترکاً عمل می کنند، به همین علت صدمات و آسیب های وارده به واحدهای تجهیزات زمینی موشک ها، دارای شکل مرکب می باشد [۱۱].



شکل ۵- شمای درپوش محافظ ۱- پوسته سیلو ۲- عایق حرارتی ۳- بتن ۴- پارافین ۵- کاسه نمد (آب بندی)

## ۷-۱- آثار انفجارات بر سیلوهای پرتاب

غیرممکن شده و یا بی‌نهایت خطرناک گردد. آلودگی هوا با ذرات رادیو اکتیو، ممکن است منجر به آلودگی رادیو اکتیوی تجهیزات داخلی سیلو گردد [۱۱].

- **اثر بمب‌های هوا سوخت:** این بمب‌ها پس از پرتاب در مقابل خود، توده‌های ابری متشکل از هوا و سوخت تشکیل داده و قبل از انفجار مواد منفجره داخل بمب، این ابر را منفجر می‌کنند. این ابر تا شعاع بزرگی حول محل انفجار را تحت پوشش قرار می‌دهد و تمام ساختمان‌ها، تجهیزات و موجودات زنده قرار گرفته در منطقه، در اثر دمای بالای احتراق، تشعشع حرارتی و کاهش شدید اکسیژن از بین می‌روند. خاصیت مکش این بمب، به آن این امکان را می‌دهد که بتواند علیه تأسیسات زیرزمینی اقدام کرده و محتویات آن را با مکش بالای خود به بیرون بکشد. همچنین تأثیرات ترکش این سلاح‌های انفجاری، در ردیف دوم اهمیت خواهد بود [۱۲].
- **اثر بمب‌های شیمیایی:** بمب‌ها یا موشک‌های دارای سرچنگی شیمیایی، با استفاده از مواد سمی برای کشتار یا از کار انداختن انسان‌ها به‌کار می‌روند.
- **اثر بمب‌های بیولوژیک:** بمب‌ها یا موشک‌های دارای سرچنگی بیولوژیک، معمولاً در خود، عوامل بیماری‌های مسری و کشنده را به‌همراه دارند [۱۲].

## ۷-۲- چگونگی حفاظت موشک‌ها در سکوی پرتاب سیلویی در برابر انفجارات

- **حفاظت در مقابل تأثیر مکانیکی:** این نوع حفاظت از طریق استحکام سازه سکوی پرتاب و سیستم ضربه‌گیری که شدت ارتعاشات مکانیکی را تا حد قابل قبولی برای موشک و تجهیزات جانبی کاهش می‌دهد، حاصل می‌شود. استحکام لازم سیلوهای حفاظت شده در مقابل فشار و کشش محوری، خمش و فشار حلقوی، با کاربرد سازه‌های مستحکم بتن آرمه و فولادی فراهم می‌شود. این نوع سازه قابلیت تحمل اثرات انفجار اتمی را بدون تغییر شکل دائمی داراست؛
- **حفاظت در برابر اشعه رادیو اکتیو:** برای تضعیف تشعشع رادیو اکتیو، لازم است از سپرهایی که از مواد با چگالی بالا ساخته شده‌اند، استفاده شود. برای کاهش جریان نوترون‌ها، صفحاتی از جنس مواد حاوی هیدروژن، مانند پارافین‌ها و پلی‌اتیلن‌ها به‌کار می‌رود. از بتن با وزن ویژه بالا استفاده فراوانی می‌شود و از آنجا که در ساختار آن آب فراوانی وجود دارد، اشعه گاما و جریان نوترون‌ها را تضعیف می‌کند. گزینه بهینه سپر حفاظتی، ترکیبی است از مواد دارای وزن ویژه زیاد (فولاد) و مواد حاوی هیدروژن (پارافین، پلی‌اتیلن)؛

- **اثر مکانیکی:** الف: تأثیر موج ضربه‌ای ناشی از جریان هوا که با فشار ده‌ها و صدها اتمسفر ایجاد می‌شود؛ ب) موج ایجاد شده در زمین که توسط انفجار اتمی تولید می‌شود؛ ج) موج‌های انفجار لرزه‌ای با شدت زیاد که به سکوی پرتاب درون سیلو بار شدیدی در حدود ده‌ها و صدها اتمسفر در جهات افقی و قائم اعمال می‌کنند [۳].
- **تشعشع نورانی:** شدت تأثیر حرارتی انفجار هسته‌ای، توسط مقدار فشار اضافی در جبهه موج انفجار هوایی و قدرت و نوع انفجار هسته‌ای و نیز شرایط جوی محاسبه می‌گردد. اگر فشار اضافی،  $1/75$  کیلوگرم بر سانتیمتر مربع بیشتر نباشد، مدت زمان تأثیر، کسری از دهم ثانیه است. اگر فشار اضافی بین  $1/75$  تا  $7$  کیلوگرم بر سانتیمتر مربع باشد، دمای مؤثر به‌طور ناگهانی افزایش می‌یابد. مدت زمان تأثیر حرارتی روی سیلو در این حالت ممکن است به ده ثانیه برسد. در صورت تماس مستقیم کره آتش با درپوش سکوی پرتاب، در فشارهای اضافی بالاتر از  $7$  کیلوگرم بر سانتیمتر مربع، افزایش دما به پالس ضربه‌ای بستگی نخواهد داشت. در این حالت تأثیر حرارتی روی سیلو توسط دمای کره آتش تعیین خواهد شد. مدت زمان تأثیر کره آتش روی سیلو ممکن است به  $10$  تا  $15$  ثانیه برسد. اثر دمای فوق‌العاده بالا (به میزان هزاران درجه) موجب ذوب و تبخیر روکش درپوش و در نتیجه کاهش استحکام، مقاومت و قابلیت تحمل سازه‌ای آن می‌گردد.
- **امواج نفوذکننده (رادیو اکتیو):** اثر امواج رادیو اکتیو، با قدرت بار هسته‌ای و فاصله تجهیزات از مرکز انفجار تعیین می‌گردد. هنگام انفجار بمب هسته‌ای، دو نوع تابش ایجاد می‌گردد؛ جریان نوترون‌ها و تشعشع اشعه گاما. بیشترین تأثیر روی تجهیزات زمینی موشک‌ها توسط جریان نوترون‌ها به‌وجود می‌آید. شدت تأثیر اولیه جریان نوترون‌ها توسط عوامل زیادی تعیین می‌شود که عمده‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از: توان، نوع و ساختار مواد منفجره، جرم حجمی هوا و دیگر شرایط جوی [۱۱].
- **تشعشعات الکترومغناطیس:** طی انفجار اتمی، در ناحیه سکوی پرتاب، میدان مغناطیسی و الکتریکی پر قدرتی ایجاد می‌گردد که طی زمان چند ده میکروثانیه عمل می‌کنند. از آنجا که این میدان‌ها دارای دامنه زیاد هستند و نسبت به زمان به سرعت تغییر می‌کنند، در کانال‌های کابل کشی فشرده، اغتشاشات غیرمجازی ایجاد می‌کنند که می‌توانند تجهیزات و موشک را از کار ببنداند [۳].
- **آلودگی رادیو اکتیویته:** آلودگی رادیو اکتیو سکوی پرتاب و دیگر تجهیزات زمینی باعث می‌شود تا استفاده از آن‌ها



- **حفاظت در برابر تشعشعات الکترو مغناطیس:** تجهیزات و کابل‌های واقع در سکوی پرتاب، با ایجاد سپر یکنواخت بدون شیار به خوبی محافظت می‌شوند. در قسمت ورودی کابل‌های بیرونی به درون قسمت محافظت شده، دشارژهای (جرقه‌گیر) خاصی که ولتاژ اضافی را تخلیه می‌کنند، تعبیه می‌شود. طی طراحی موشک و تجهیزات جانبی، لازم است از مستحکم‌ترین اجزاء و مواد استفاده شود. طرح تجهیزات باید به نحوی باشد که برابند اثر تشعشعات یونیزه‌کننده بر آن‌ها حداقل شود [۳].
  - **حفاظت در برابر تشعشع نورانی:** برای جلوگیری از تخریب حرارتی در پوش سیلو، از روکش و عایق‌بندی حرارتی مخصوص استفاده می‌شود.
  - **حفاظت در برابر آلودگی رادیو اکتیو:** به منظور تأمین کار دستگاه‌های تکنولوژیک و تجهیزات الکتریکی پرتاب در سیلوها، استفاده از سیستم‌های مخصوص تأمین ذخیره هوای تمیز لازم و تصفیه هوای آتمسفری از مواد رادیو اکتیو، پیش‌بینی می‌گردد [۱۱].
  - **تأمین شرایط نرمال برای نگهداری موشک در داخل سیلو:** به منظور تأمین آماده‌باش طولانی مدت موشک و سایر اجزای جنگی پرتاب، لازم است دما و رطوبت داخلی سیلو در حد معینی حفظ شوند. پوشش زمین پس از مرزهای لایه رویی، در تمامی طول سال دارای دمای پایداری است. در زمستان و تابستان، دمای خاک در عمق بیش از ۶ متر تقریباً برای هر منطقه‌ای ثابت است و برابر دمای متوسط سالانه هوای آن منطقه در نزدیکی سطح زمین است. نگهداری موشک در شرایط دمایی ثابت یا با تغییرات ناچیز در سیلوها، تا حد زیادی قابلیت اطمینان بهره‌برداری را افزایش می‌دهد. همچنین رطوبت اضافی باعث تشدید فرایند خوردگی می‌شود. رطوبت بسیار پایین منجر به خشک شدن بسیاری از مواد و خراب شدن خواص فیزیکی-مکانیکی آن‌ها می‌شود. این مسئله قبل از هر چیز، به لاستیک‌ها و پلاستیک‌ها که به مقدار زیادی در موشک و دیگر تجهیزات به کار رفته‌اند، برمی‌گردد. قابل قبول‌ترین رژیم رطوبت، منطبق بر رطوبت نسبی در حد ۳۰ تا ۶۰ درصد می‌باشد. برای حفظ چنین شرایطی، سیلوهای پرتاب موشک به سیستم‌های هواکش خاص، ترموستات و دستگاه‌های تهویه هوا مجهز می‌شوند [۳].
  - **حفاظت در برابر بمب‌های هواسوخت:** این سلاح از نظر قدرت تخریب و مرگباری، مانند سلاح‌های اتمی در اندازه‌ای کوچک است. از این رو برای مقابله با این گونه سلاح‌ها، باید تمام ملاحظات که در مورد سلاح‌های اتمی در نظر گرفته می‌شود، لحاظ نمود [۱۲].
- **حفاظت در مقابل مواد شیمیایی و بیولوژیک:** سیلوهای پرتاب، باید طوری طراحی گردند تا در برابر حملات شیمیایی و میکروبی کمترین آسیب‌پذیری را داشته باشند. طراحی تأسیسات و تجهیزات با استفاده از فیلترهای ضد شیمیایی و میکروبی، طراحی سیستم رفع آلودگی، استفاده از حساسه‌های مدرن آشکارساز، استفاده از البسه و ماسک‌های ضد شیمیایی در مواقع ضرورت و فراهم بودن طیف وسیعی از واکسن‌ها، پادزیست‌ها، پادتن‌ها و سایر داروهای مورد نیاز، از جمله راهکارهای کاهش آسیب‌پذیری در سیلوهای پرتاب می‌باشد.
- **۸- ملاحظات پایه دفاع غیرعامل در طراحی**
- منظور نمودن تدابیر پدافند غیرعامل، قبل از آغاز هر پروژه مهم نظامی و غیر نظامی، به‌عنوان اقداماتی اساسی، می‌تواند علاوه بر کاهش چشم‌گیر اثرات، آسیب‌های جانی و مالی ناشی از حملات هوایی یا موشکی دشمن، باعث ایجاد امنیت، انسجام عمومی و همچنین افزایش اعتماد توده‌های مردم نیز شود [۱۳].
- **۸-۱- مکان‌یابی سایت**
- مکان‌یابی یعنی جانمایی و انتخاب بهترین و بهینه‌ترین مکان برای احداث و استقرار ساختمان‌ها، نیروها، اموال و تجهیزات و فعالیت‌ها به‌گونه‌ای که از دید دشمن و تهدیدکنندگان، پنهان، مخفی و در امان باشد. مکان‌یابی را می‌توان به‌عنوان یک علم و یا هنر مهندسی دانست. یک طراح سایت می‌تواند با انتخاب مکان مناسب و جانمایی سایت، هزینه‌های مرتبط با استتار، اختفا، هزینه‌های حفاظت و نگهداری را کاهش داده و یا حذف نماید. استفاده از عارضه‌های طبیعی زمین، پستی‌ها و بلندی‌ها، پوشش گیاهی مانند جنگل‌ها و... کمک به سزایی را در به‌وجود آوردن یک طرح مکان‌یابی خوب و استاندارد می‌کند. مکان‌یابی مناسب، هزینه‌های دفاعی را به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌دهد [۵]. مکان‌یابی، انتخاب بهترین و مطلوب‌ترین نقطه و محل استقرار است به‌طوری‌که پنهان و مخفی نمودن نیروی انسانی، وسایل و تجهیزات و فعالیت‌ها را به بهترین وجه امکان‌پذیر می‌سازد [۱۴]. از طرفی، مکان‌یابی یک نوع برنامه‌ریزی فضایی است که طی آن، محل استقرار فعالیت‌های معینی، مشخص می‌گردد. تصمیم‌گیری درباره اینکه پروژه‌ای جدید در کجا واقع شود، به اندازه تصمیم‌گیری در باره سرمایه‌گذاری در آن پروژه اهمیت دارد [۱۵]. یک طرح مکان‌یابی مناسب و خوب دستاوردهای ذیل را به همراه خواهد داشت [۵]:
- کاهش آسیب‌پذیری و سطح ریسک برای تهدیدات طبیعی و انسانی.
  - وضعیت دفاعی مناسبی به‌وجود می‌آورد.

- سایت مورد نظر، فاصله مناسب با تأسیسات حیاتی مانند پالایشگاه، فرودگاه، سد و... را داشته باشد؛
- مصالح سیاسی، امنیتی، اقتصادی و اجتماعی منطقه در نظر گرفته شود؛
- محل مورد نظر از پوشش طبیعی استتار برخوردار باشد [۱۸].

#### ۸-۲- استتار

مفهوم کلی استتار، هم‌رنگ و هم‌شکل کردن تأسیسات و تجهیزات با محیط اطراف است [۱۹]. فن و هنری که با استفاده از وسائل طبیعی یا مصنوعی، امکان کشف و شناسایی نیروها، تجهیزات و تأسیسات را از راه دیده‌بانی، تجسس و عکسبرداری دشمن تقلیل داده و یا مخفی داشته و حفاظت نماید، استتار نامیده می‌شود. استتار مدرن عبارت است از جلوگیری و ممانعت از استفاده قدرت کشف، شناسایی و ردیابی انواع حسگرهای مرئی، الکترواپتیک، راداری، لیزری، صوتی، مغناطیسی، حرارتی و... دشمن، با بهره‌گیری از انواع طرح‌ها، روش‌ها و تجهیزات مؤثر نظیر تورها و پوشش‌های استتار چند طیفی، فیبرکربن، مواد جاذب هوشمند، کنترل تشعشعات راداری، کوچک کردن سطح مقطع راداری (RCS)، اختلال در فرایند ردگیری، ممانعت از استراق سمع، طراحی خاص بدنه تجهیزات، بهره‌برداری از رنگ‌ها و مواد جاذب امواج راداری و حرارتی، سطوح قابل انعطاف، استفاده از چف، فیلر و طعمه‌ها، پرده دود و بخار آب غلیظ، جلوگیری از انعکاس نوری، صوتی و ارتباطی و نشست هرگونه امواج الکترومغناطیسی و الکتریکی و کلیه راه‌های فنی و ابتکاری که در پنهان نگه‌داشتن و مخفی‌سازی اهداف، تأسیسات، تجهیزات، نفرات و... مؤثر می‌باشد. به‌منظور نیل به یک استتار مطلوب، باید اجرای عملیات استتار را هم‌زمان با احداث تأسیسات و به صورت مرحله‌ای، مداوم، مستمر و قدم به قدم دنبال کرد و با اقدامات شبیه‌سازی و فرینده، آن را تقویت و کامل نمود. رعایت انضباط استتار در طول احداث تأسیسات، بسیار حیاتی و ضروری است [۱۴]. انضباط استتار، اجتناب از مواردی است که ظاهر طبیعی یک منطقه را تغییر داده یا موقعیت و تجهیزات را بدون اینکه حتی دیده شوند برای دشمن آشکار می‌سازد [۵].

#### ۸-۲-۱- اقدامات لازم جهت کاهش آسیب پذیری از طریق

##### استتار مدرن

- توسعه و ارتقاء استتار سنتی و کلاسیک، ابداع روش‌ها و شیوه‌های استتار نوین و استفاده از آن در جهت پنهان‌سازی اهداف خودی از ردیابی حسگرهای پیشرفته دشمن؛
- استفاده از رنگ‌های جاذب راداری و سرامیک و مواد مرکب شفاف در مقابل  $RF^1$  به‌منظور کاهش سطح مقطع راداری؛

- هدف مورد تهاجم، تبدیل به یک هدف سخت می‌شود و به تبع، باعث افزایش هزینه و زمان برای نیل به اهداف دشمن و متجاوزین می‌شود.
- باعث کاهش تسلیحات دفاعی، سیستم‌های مراقبتی و نیروهای انسانی جهت دفاع و حراست می‌شود.
- باعث افزایش سطح حفاظت می‌شود.

#### ۸-۱-۱- عوامل مؤثر در مکان‌یابی سایت موشکی و سکوی

##### پرتاب

- مکان مورد نظر در حریم عبور کابل‌های فشار قوی، نیروگاه‌های مولد برق و ایستگاه‌های رادیویی و... نباشد؛
- شرایط دفاعی برای مصون ماندن از حملات هوایی دشمن مهیا گردد؛
- در فاصله مناسبی از محل یاد شده، شاخص و نشانه ثابتی به‌عنوان نقطه نشانی، به‌منظور هماهنگی سمت رادار و سکوی پرتاب وجود داشته باشد؛
- امکان تأمین برق، آب، سوخت، تدارکات و... وجود داشته باشد؛
- باید میدان دید سامانه، نوع تهدیدات دشمن، امکان برقراری ارتباطات دلخواه و مورد نیاز با منابع اعلام خبر، دسترسی به جاده‌های مواصلاتی و تدارکاتی به‌منظور ترابری به‌موقع تجهیزات، وجود تسلیحات پدافندی تکمیل‌کننده رینگ دفاعی و... مورد بررسی قرار گیرد؛
- نقاط استقرار با توجه به امکانات و مقدرات منطقه با در نظر گرفتن مشکلات و محدودیت‌های موجود در آن انتخاب گردد [۱۶].
- در فواصل مناسب، امکان گسترش سکوی پرتاب فرینده (سایت کاذب) وجود داشته باشد.
- در انتخاب مکان مناسب، شناسایی ویژگی‌های آب‌های زیرزمینی و سطحی، تغییرات دمایی، تنوع گیاهی، مکان و فراوانی مه و یخبندان، تابش خورشید، تهویه و... باید مورد بررسی قرار گیرد؛
- تحلیل خاک، گسل‌ها و چین‌خوردگی‌ها و توپوگرافی محل از عوامل مهم در مکان‌یابی می‌باشند [۱۷].
- هزینه ساخت و ساز مورد توجه قرار گیرد. شناسایی امکانات بالقوه و بالفعل هر منطقه و در نظر گرفتن محدودیت‌های آن موجب استفاده از استعدادها و صرفه‌جویی در هزینه‌ها می‌گردد. عامل زمان نیز در برآوردها لحاظ گردد؛
- در مکان‌یابی تأسیسات نظامی، توسعه شهرها، صنایع و افزایش آلاینده‌ها، و کاهش آب در درازمدت، باید پیش‌بینی شود.
- مکان انتخابی از دالان‌های پروازی بین‌المللی فاصله داشته باشد؛

ممکن و یا حداقل با مشکل مواجه نماید [۱۴]. شکل (۷)، مرکز فضایی بایکونور شوروی سابق، واقع در قزاقستان فعلی را نشان می‌دهد. این مرکز شامل ده‌ها سکوی پرتاب، ده‌ها سکو و امکانات آزمایش‌های زمینی، ده‌ها انبار نگهداری قطعات، انواع سامانه‌ها، چندین کارخانه تولید پیشران (سوخت مایع یا جامد)، چندین مرکز کنترل زمینی، ساختمان مونتاژ، مرکز کنترل و اماکن اقامتی است. باید توجه داشت که شهر بایکونور اصلی، در حدود ۳۲۰ کیلومتری شمال شرقی مرکز بایکونور واقع شده است و هیچ ارتباطی با خود مرکز ندارد، جز اینکه هیئت حاکمه شوروی سابق در بدو تأسیس مرکز بایکونور، به خاطر مسائل امنیتی و انحراف اذهان، نام این شهر کوچک را برای این پایگاه پرتاب موشکی برگزید [۲۳]. همچنین شکل (۸) یک تأسیسات تکمیل شده موشک مینیوتمن که کاملاً پنهان شده است را نشان می‌دهد.



شکل ۷- مرکز فضایی بایکونور [۲۳]



شکل ۸- تأسیسات تکمیل شده موشک مینیوتمن به صورت پنهان [۲۴]

#### ۸-۴- فریب

کلیه اقدامات طراحی شده حيله‌گرانه‌ای که موجب گمراهی دشمن در نیل به اطلاعات، محاسبه و برآورد صحیح از توان کمی و کیفی

- تغییر ساختار فیزیکی و شکل ظاهری آن دسته از تجهیزات و تسلیحاتی که امکان تغییر شکل آن‌ها وجود دارد؛
- استفاده از اقلام و تجهیزات استتار چند طیفی از قبیل تور، پوشش، چادر و لباس در رنگ‌های مختلف و منطقه‌ای در مواقع لزوم؛
- استفاده از مواد جاذب هوشمند چند طیفی حاوی مواد فعال و غیرفعال به منظور کاهش بهینه سطح مقطع راداری و جلوگیری از گسیل یا انتشار انرژی حرارتی، مکانیکی، اثرات شیمیایی، صوتی، مغناطیسی و راداری از هدف؛
- بهره‌برداری از پیروتکنیک‌ها<sup>۱</sup> از قبیل تجهیزات دودزا، نارنجک و منوره‌های چند طیفی؛
- دستیابی و استفاده از صفحات و کیت‌های استتار چند طیفی؛
- کنترل تشعشعات راداری و استفاده از منعکس‌کننده‌های زاویه‌ای و سایر شیوه‌ها در مقابله با موشک‌های ضد تشعشعات راداری [۲۰].
- استتار در مقابل تصویربرداری حرارتی و استفاده از عایق‌های حرارتی و سیستم دوجداره برای کنترل انتقال گرمای داخلی هدف به سطح آن؛
- خنک نمودن نقاط گرم با استفاده از سامانه هوای خنک؛
- استفاده از پوشش‌های استتاری چند طیفی مدرن [۲۱].

#### ۸-۳- اختفا

اختفا، یکی از مهم‌ترین اقدامات پدافند غیرعامل هوایی است که قبل از ایجاد تأسیسات و یا استقرار عده‌ها باید در طرح‌های اجرایی منظور شده و در طرح رده‌های بالاتر مورد تأیید قرار گیرد. اختفا عبارت است از استفاده صحیح از عوارض طبیعی و یا مصنوعی زمین به نحوی که تشخیص موقعیت عده‌ها و یا تأسیسات نظامی توسط دشمن غیر ممکن شود و این تأسیسات، مورد هدف حملات هوایی و موشکی دشمن قرار نگرفته و یا نشانه‌روی به‌طور دقیق صورت نپذیرد [۲۲].

پنهان‌کاری اصولی و اساسی بایستی به هنگام صلح، برنامه‌ریزی و در طول زمان انجام گیرد. ایجاد تأسیسات در اعماق زمین یا در دل کوه‌ها و یا در عمق جنگل‌های انبوه به صورت برنامه‌ریزی شده و با فرصت، به‌عنوان بهترین و مؤثرترین راه‌حل می‌باشد. همچنین استفاده مناسب از عوارض زمین و احداث تأسیسات در محلی که توسط دشمن به‌سهولت قابل رؤیت و تشخیص نیست، از دیگر راهکارهای اختفا می‌باشد. عادی و غیر مهم جلوه دادن تأسیسات با جدول‌بندی، درختکاری و گسترش ساختمان‌های اداری، مسکونی و مراکز خدماتی برابر الگوی مراکز آموزشی، ورزشی، درمانی و غیره از دیگر اقداماتی است که می‌تواند دست‌یابی دشمن به هدف را غیر

1- Pyrotechnics  
2- Multi Spectral Camouflage Nets

تأسیسات یا فعالیت‌های خودی، به‌منظور کاهش آسیب‌پذیری آن‌ها در مقابل تهدیدات، به‌طوری که مجموعه‌ای از آن‌ها هدف واحدی را تشکیل ندهند [۵]. نکاتی که در پراکندگی باید مورد توجه قرار گیرد عبارت‌اند از:

- پراکندگی به‌گونه‌ای باشد که حداقل زمان تمرکز برای عملیات ایجاد نماید و مانع انجام عملیات نشود؛
- ارتباطات و پشتیبانی‌های متقابل میسر باشد؛
- متناسب با تجهیزات باشد (زاغه‌ها با تانک‌های سوخت و یا تأسیسات لجستیکی با هم تفاوت دارند)؛
- پراکندگی تاکتیکی اقلام، توأم با حفظ کارایی و گسترش عملیاتی؛
- سه سطحی کردن ذخیره اقلام آمادی (تاکتیکی، عملیاتی و ذخیره جنگی)؛
- احداث زاغه‌های مهمات، سنگر و اماکن مورد نیاز به‌صورت پراکنده با امکان دسترسی در حداقل زمان ممکن؛
- پراکنده‌سازی سامانه‌های موشکی و پدافند هوایی با توجه به نوع تهدید، سمت و جهت آن؛
- توزیع انرژی (سوخت، برق و...) به صورت محلی و در قالب مخازن کوچک و انبوه؛
- توزیع سطوح ذخیره‌سازی آمادی و افزایش میزان بار مبنا و همراه برای مدت‌زمان طولانی (با رعایت اصل پراکندگی) در شرایط بحران و قطع آمادرسانی [۱].

#### ۸-۶- مقاوم‌سازی و استحکامات

مقاوم‌سازی و ایجاد استحکامات مهندسی، به‌منظور حفظ صنایع دفاعی کشور در برابر حملات هوایی و موشکی دشمن، صورت می‌پذیرد. استحکامات به سازه‌هایی اطلاق می‌گردد که جهت حفاظت با توجه به شرایط و میزان اهمیت و آسیب‌پذیری نقاط حساس و حیاتی در محل‌های مناسب و یا اطراف تأسیسات ایجاد می‌گردد تا مانع اصابت مستقیم موشک، بمب و ترکش به تأسیسات یا تجهیزات مورد نظر شود و اثرات آن‌ها را به‌طور نسبی خنثی نماید. (مثل خاکریز، کیسه شن، دیوار بتنی، سنگرها و پناهگاه‌ها، زاغه‌ها، شیلترها، احداث تونل‌ها در اعماق زمین و زیر ارتفاعات و...). استحکامات، تأثیر حمله به سیستم‌ها، امکانات و تجهیزات را کاهش داده و باعث کاهش دقت در انتخاب دقیق هدف می‌گردد. ایجاد سازه‌های امن و مقاوم‌سازی تأسیسات در مقابل تهاجمات خصمانه دشمن در طول عملیات - خصوصاً ساعات اولیه - از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد [۱]. نکات و ویژگی‌هایی که در استحکام‌سازی باید مد نظر باشد عبارت‌اند از:

- استقرار تجهیزات در تونل‌ها و استحکامات به‌نحوی باشد که در مواقع ضروری، امکان خروج به‌موقع وجود داشته باشد؛

طرف مقابل گردیده و او را در تشخیص هدف و هدف‌گیری با شک و تردید مواجه نماید فریب نام دارد. فریب، انحراف ذهن دشمن از اهداف حقیقی و مهم، به سمت اهداف کاذب و کم اهمیت می‌باشد [۲۰]. استفاده از ماکت فریب، موجب انحراف دشمن از هدف‌های اصلی به سمت اهداف کاذب می‌باشد. دشمنی که به اشتباه، اهداف کاذب و دروغین را به‌عنوان اهداف واقعی شناسایی کند، انرژی کمتری را صرف پیدا کردن هدف‌های واقعی استتار شده می‌نماید [۱۹]. گزینه استقرار یک موشک در یکی از چندین سیلوی فریب، کارایی این روش استقرار را افزایش می‌دهد که دشمن مجبور می‌شود برای انهدام یک موشک، همه این سیلوها را مورد حمله قرار دهد. در آمریکا پیشنهاد گردید برای یک موشک، ۲۳ سیلوی فریب ساخته شود [۳].

#### ۸-۴-۱- روش‌ها و فنون فریب

- طراحی و رنگ‌آمیزی اغوا کننده جهت مخفی نمودن مجتمع‌های موشکی از حمله هوایی؛
- ایجاد جاده‌ها و پایگاه‌های موشکی ساختگی و فریبنده؛
- آزمایش‌های موشکی شبانه جهت فریب و ایجاد اختلال در عکس‌برداری ماهواره‌ای دشمن؛
- طراحی و ایجاد سایت، استقرار تجهیزات و سکوه‌های فریب و استفاده از ماکت‌های فریبنده؛
- شبیه‌سازی با استفاده از امواج الکترو مغناطیس جهت فریب راداری دشمن؛
- عدم استفاده از رادارهای ثابت؛
- بهره‌گیری مناسب از اهداف کاذب؛
- ممانعت از ایجاد رد گرمایی<sup>۱</sup> و ایجاد گرمای کاذب؛
- استفاده از رادارهای غیرفعال؛
- حفر گودال‌های مصنوعی در اطراف پایگاه‌های موشکی جهت فریب ماهواره‌های «سوراخ کلید»<sup>۲</sup>؛
- استفاده از رادارهای کوچک و متحرک برای مدت‌زمان کوتاه؛
- بهره‌برداری از طعمه‌های فریب به‌طور انبوه (الکترونیکی- مکانیکی) در اطراف اهداف خودی [۲۰].
- تظاهر به هدف قرار گرفتن تجهیزات و اماکن یا ایجاد آتش‌سوزی مصنوعی؛
- ارسال پیام‌های رادیویی فریب و اشغال کردن بیش از حد شبکه‌های مخابراتی [۱].

#### ۸-۵- پراکندگی

گسترش، باز و پخش نمودن و تمرکززدایی نیروها، تجهیزات،

1- Thermal Signature

2- Key Hole<KH>

موشک‌های قاره‌پیما - میان‌برد و کوتاه‌برد - حجم تهدیدات را بر علیه نظام مقدس جمهوری اسلامی ایران، مضاعف نموده است. برای مقابله با تهدیدات، ضمن دستیابی به فناوری‌های پیشرفته موشکی، راه‌های کاهش آسیب‌پذیری جهت طراحی سایت و سکوهای پرتاب در نظر گرفته شود. امروزه سکوهای پرتاب سیلویی، از اساسی‌ترین اجزای آرایه‌های موشکی راهبردی محسوب می‌شوند. سیلوهای پرتاب، سازه‌های زیرزمینی هستند که با تجهیزات تخصصی و فنی مجهز شده‌اند و جهت استقرار و نگهداری طولانی موشک در حالت آماده پرتاب، و حفاظت از موشک‌ها و تجهیزات الکتریکی در برابر تأثیرات تمامی عوامل مخرب و زیان‌آور هسته‌ای و جوی و همچنین برای تأمین فرایند آماده‌سازی و پرتاب موشک، در نظر گرفته می‌شوند. سیلوهای پرتاب هنگام انفجارات هسته‌ای، تحت تأثیر بارهای دینامیکی بسیار بزرگی قرار می‌گیرند. این مسئله باعث ایجاد حرکات نوسانی چرخشی، عمودی و افقی در ساختمان‌های سیلو و موشک می‌شود. تأثیر بارهای دینامیکی بر موشک و تجهیزات تکنولوژیک می‌تواند قسمت‌های حساس موشک و دستگاه‌های الکتریکی پرتاب را از کار ببندد. عوامل مخرب و خطرناک انفجار هسته‌ای معمولاً تأثیرات مکانیکی، تشعشع نوری، تابش امواج نفوذکننده (راديو اکتیو)، ضربات الکترومغناطیسی و آلودگی راديو اکتیو می‌باشند. همچنین بمب‌های هواسوخت دارای آثار مکانیکی، تشعشع حرارتی و کاهنده شدید اکسیژن در سیلوهای پرتاب می‌باشند. سکوهای پرتاب بایستی طوری طراحی شوند تا بتوانند موشک و تجهیزات جانبی را از تأثیر تمامی فاکتورهای انفجار اتمی و غیر اتمی حفظ کنند.

ملاحظات طراحی دفاع غیرعامل مطروحه در مقاله، به‌عنوان یک نیاز استراتژیک، به‌منظور کاهش آسیب‌پذیری تأسیسات، تجهیزات و نیروی انسانی مطرح گردیده و راهکارهای مفیدی برای مقابله با تهدیدات و چگونگی حفاظت از سامانه‌های موشکی را ارائه نموده است. مکان‌یابی سایت، استقرار، اختفاء، فریب، پراکندگی، مقاوم‌سازی و استحکامات، مهم‌ترین عوامل در طراحی سایت و سکوی پرتاب سیلویی می‌باشند.

## مراجع

۱. جمالی، علی؛ طرح‌ریزی پدافند غیرعامل، دانشگاه جامع امام حسین(ع)، دانشکده فرماندهی و ستاد (۱۳۸۴).
۲. اصلانی، یعقوب؛ راکت و موشک‌های استراتژیک جهان، جلد ششم، موشک‌های سطح به هوا، انتشارات سازمان عقیدتی سیاسی ارتش (۱۳۸۰).
۳. فولادی، نوربخش، ملکزاده، کرامت؛ اصول طراحی سکوهای پرتاب سیلویی زمین پایه، انتشارات دانشگاه مالک اشتر، (۱۳۸۸).

- تونل‌ها و استحکامات دارای چند خروجی مناسب باشند (به‌گونه‌ای که موج و آثار انفجار، امکان ورود به پناهگاه و مجموعه را نداشته باشد)؛
- در احداث استحکامات، بین تجهیزات و تهدیدات و قابلیت پاسخگویی استحکامات (مقاوم بودن)، جوانب ایمنی و امنیتی رعایت گردد؛
- ایجاد استحکامات، متناسب با آتش دشمن باشد؛
- در اطراف استحکامات در صورت حمله قطعی دشمن، دفاع عامل با استقرار کامل مستقر شود؛
- استحکامات مهندسی مقاوم برای ذخیره‌سازی سوخت، آب، غذا، تجهیزات و سلاح و مهمات خصوصاً در مناطق مورد تهدید ایجاد گردد [۱].
- استحکام و مقاومت لازم ساختمانی سیلوهای پرتاب موشک، با استفاده از مواد مناسب و با انتخاب صحیح ضخامت جداره‌های بدنه سیلو، کلاهک و درپوش تأمین گردد [۱۱]. (برای حفاظت پایگاه‌های موشکی زیرزمینی که در سال ۱۹۴۴ ساخته شدند از پوشش بتنی به ضخامت هفت متر استفاده شده است) [۳].
- ساختمان سیلوها باید انجام تمامی عملیات مرتبط با نصب و آماده‌سازی برای پرتاب موشک‌ها را تأمین کند؛
- سازه ساختمان‌های پرتابی سیلوها باید چنان استحکام و مقاومتی داشته باشد تا از بروز تغییر شکل‌های غیرمجاز و از بین رفتن یکپارچگی ساختمان، تحت تأثیر فشارهای کاری و یا در اثر بارهای مکانیکی ناشی از انفجار هسته‌ای جلوگیری نماید [۱۱].
- برای ساخت و احداث سیلو، باید از فولاد کربن‌دار، مقاوم در برابر اسید، آتشخوار، زنگ‌زن، ساختمانی و مخصوص، بتون، بتون مسلح معمولی، بتون مسلح با آرماتور پیش‌تنیده سیمی (بتون فبری)، بتون پلیمری و سایر مواد استفاده گردد؛
- استفاده از بتون مستحکم نوع ۱۰۰۰-۶۰۰ که بر مبنای پرکننده‌های معدنی (گرانیت‌ها، آندزیت‌ها، بازالت‌ها، سنگ آهک‌ها) با استحکام مکانیکی بالا و خواص یکنواخت تهیه شده‌اند در ساخت سازه‌های سیلویی؛
- چاهک سیلو دارای قطر و عمق مناسب باشد (چاهک سیلویی مینیوتن دارای قطر ۳/۶ متر و عمق ۲۶ متر می‌باشد)؛
- درپوش محافظ سیلو دارای استحکام لازم باشد (درپوش مینیوتن از یک سازه یکپارچه مسطح از بتون مسلح با قابلیت تحرک، با ضخامت ۱/۳۷ متر و جرم تقریبی ۸۰ تن ساخته شده است) [۳].

## ۹- نتیجه‌گیری

گسترش روزافزون سلاح‌های هسته‌ای، متعارف و تولید انبوه

۴. شعبانی سارویی، رمضان؛ تهدیدات و فرصت‌های بین‌المللی جمهوری اسلامی ایران، مجله سیاسی نظامی صفیر، شماره ۲۸۷.
۵. حسینعلی بیگی، غلامرضا؛ اصول و ضوابط طراحی ساختمان‌های امن، انتشارات فدک ایستاتیس (۱۳۸۸).
۶. رحمانی، محمد جواد، دلدار، نازیلا؛ عیسی نظر فومنی، عاطفه؛ امنیت و طراحی سایت، انتشارات شهیدی (۱۳۸۶).
۷. داعی نژاد، فرامرز؛ اصول و رهنمودهای طراحی و تجهیز فضای باز مجموعه‌های مسکونی به‌منظور پدافند غیرعامل، انتشارات مرکز تحقیقات مسکن (۱۳۸۵).
۸. اصلانی، یعقوب؛ راکت و موشک‌های استرترژیک جهان، جلد دوم، موشک‌های سطح به سطح زمین پایه، انتشارات عقیدتی سیاسی ارتش (۱۳۷۷).
۹. موشک قاره‌پیمای مینیوتمن  
www.centralclubs.com/lgm-minuteman-t63362.html
۱۰. موشک قاره‌پیمای ساتان -  
www.centralclubs.com/satan-t60055.html
۱۱. وی جی. مالیکوف؛ ترجمه بیژن عبدی، تجهیزات زمینی موشک‌ها، انتشارات صنایع هوافضا، (۱۳۸۵).
۱۲. پیمان، صفا؛ استحکامات و سازه‌های امن، انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر، (۱۳۸۶).
۱۳. سوادکوهی فر، ساسان؛ مبانی مدیریت پروژه‌های عمرانی، شهری و بحران، مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه امام حسین (ع)، (۱۳۸۶).
۱۴. نباتی، عزت ا...؛ پدافند غیرعامل، انتشارات مرکز آموزشی شهید صیاد شیرازی ارتش، (زمستان ۱۳۸۶).
۱۵. خیرآبادی، احد؛ ستاره، علی اکبر، توکلی زاده، مژگان؛ مکان‌یابی با ملاحظات پدافند غیرعامل در محیط GIS.
۱۶. بوالحسنی، عبدالله؛ دفاع غیرعامل در پدافند هوایی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه یزد.
۱۷. صالحی میلانی، اعتماد؛ بهزادفر؛ مکان‌ها و مکان‌سازی، جامعه مهندسان مشاور ایران (۱۳۸۷).
۱۸. فخری، مجید؛ سامانه اطلاعات جغرافیایی کاربردی، مرکز آموزشی پژوهشی شهید صیاد شیرازی (۱۳۸۸).
۱۹. اسکندری، حمید؛ دانستنی‌های پدافند غیرعامل، انتشارات بوستان حمید، (۱۳۸۹).
۲۰. اکبری، عباس؛ آشنایی با اصول و ملاحظات پدافند غیرعامل، نشریه شماره ۳- انتشارات معاونت پدافند غیرعامل - قرارگاه پدافند هوایی خاتم‌الانبیاء (ص) (۱۳۸۴).
۲۱. اکبری، عباس؛ آشنایی با روش‌های استتار در پدافند غیرعامل (استتار مدرن و سنتی)، نشریه شماره ۹، انتشارات معاونت پدافند غیرعامل، قرارگاه پدافند هوایی خاتم‌الانبیاء (ص) (۱۳۸۵).
۲۲. راهنمای طرح‌ریزی پدافند هوایی غیرعامل، معاونت عملیات نهسا، کمیته پدافند هوایی غیرعامل.
۲۳. مرکز فضایی بایکونور، دانشنامه فضایی ایران،  
http://www.isa.ir/enc/components6.php
۲۴. نیم قرن با موشک‌های قاره‌پیمای،  
http://www.centralclubs.com/topic-t67580.html
۲۵. فاطمی مفرد، رضا؛ تحلیل سامانه‌های پدافند هوایی زمین‌پایه، انتشارات صنایع هوا فضا (۱۳۸۷).

# Passive Defense Considerations in the Design of Missile Sites and Ground-based Silo-launched Platforms

(Case study; Minutemen Transcontinental and Satan Missiles)

**S. Savad Kouhifar<sup>1</sup>**

**M. R. Kheir Andish<sup>2</sup>**

## Abstract

Throughout history there have been various forms of aggression and threats, but in the era in which we live, threats have emerged with more sophisticated methods and techniques.

Producing destructive weapons systems and ready-to-fire systems, are considered the greatest threat to humanity. In contrast to the approach of deterrence and defense and in order to acquire advanced missile technology, maintaining such systems are among the top priority of every nation. The design of missile sites and silo-launched missile platforms by applying passive defense engineering provisions will greatly reduce vulnerability of facilities, equipment and manpower and will facilitate defensive operations and endure survivability.

In this research, after the analysis of threats and while reviewing the two types of missiles, the American transcontinental Minutemen and the Russian Satan, ground-based silo-launched platforms and an array structure are described. Then vulnerability of silo launchers against threats, in particular, nuclear ones, have been explained and the methods of protection against nuclear explosions have also been signified. This research continues to introduce the passive defense engineering considerations such as site location, camouflage, concealment, deception, dispersion, hardening and fortifications as major factors in the design of missile sites and silo-launched platforms.

The research uses empirical and analytical research methods which include interview, reviewing documents, library resources and information networks.

**Key Words:** *Threats, Launching Platform, Missile Site, Passive Defense Engineering, Vulnerability*

---

1- Lecturer and Academic Member of Imam Hossein Comprehensive University, Mechanics Department (Email: savadkouhifar@gmail.com)

2- MS Candidate of Passive Defense Engineering, Imam Hossein Comprehensive University, Civil Engineering Department (Email: rezak696@gmail.com)