

مهندسی ساختمان های اداری در برابر تهدیدهای هوایی از منظر پدافند غیرعامل سجاد عابدی^۱

چکیده

بحران های غیرطبیعی همواره مدیریت یا فرماندهی و کنترل را با اختلال جدی مواجه می کنند. وقوع نسل ششم جنگ ها در دهه های اخیر نیازمند ارائه شیوه های جدید پدافندی است. براساس تجربیات جنگ های اخیر و نیز دکترین عملیاتی ارتش آمریکا، یکی از راهبردهای این کشور در حملات هوایی آینده، انهدام مراکز ثقل تصمیم گیری (رهبری و فرماندهی) است. یکی از مراکز مهم در نیروهای مسلح، سامانه های فرماندهی و کنترل است. در این مقاله ابتدا به مبانی نظری بررسی تهدیدهای نیروهای فرمانطقه ای (به خصوص آمریکا) در احتمال حملات موشکی و هوایی علیه مراکز حساس و حیاتی کشور می پردازیم. در گام بعدی با توجه به تهدیدهای یادشده، سازه های امن زیرزمینی و تمهیدات لازم برای معماری مناسب تونل های ساختمان های اداری با توجه به اصول پدافند غیرعامل برای مقابله با تهدیدها و خطرهای احتمالی را از نظر می گذرانیم.

مقاله پیش رو با هدف ارائه یک الگوی معماری مناسب اعم از مکان یابی و جانمایی محل پروژه و فضاهای امن داخلی همراه سازه مربوط برای مقابله با تهدیدهای هوایی در آینده (با بهره گیری از تجربیات جنگ های گذشته) و توصیف-تحلیلی مهندسی معماری و سازه برای شرایط حال، از یک طرح پژوهشی کاربردی در یک سازمان دفاعی استخراج شده است. این طرح برای همه سازمان ها قابلیت اجرایی دارد؛ به گونه ای که در مقابله با حملات سهمگین هوایی و موشکی نیروهای متخاصم در جنگ آینده آسیب پذیری نداشته باشد یا آسیب پذیری به حداقل ممکن برسد.

واژگان کلیدی

پدافند غیرعامل، تونل های دفاعی، حملات هوایی و موشکی، معماری، مرکز فرماندهی و کنترل

کلیات

۱. طرح مسئله

با توجه به تهدیدهای پیش روی جمهوری اسلامی ایران از سوی نیروهای فرامنطقه‌ای به ویژه آمریکا و برتری مشهود این نیروها از لحاظ توانمندی تهاجمی، ضروری است برای کاهش آسیب‌پذیری و گذر از موج اول حملات احتمالی گسترده موشکی و هوایی علیه مراکز حساس و حیاتی کشور، تدابیر خاصی مبتنی بر امنیت و پایداری این‌گونه مراکز پیش‌بینی شود. ساختمان‌های اداری یا مراکز مدیریت کلان کشور و سازمان‌ها از مراکز حیاتی هستند که در بحران‌های غیرطبیعی هدف اصلی حملات موشکی و هوایی دشمن به منظور انهدام یا آسیب‌رسانی قرار می‌گیرند. بر اساس دکترین نظامی- عملیاتی آمریکا (عملیات بدون تماس و عملیات هوا-زمین)، نیروی هوایی نقشی عمده در جنگ آینده این کشور ایفا می‌کند و اصولاً مبنای دکترین مذکور، برتری حملات هوایی است.

در نبردهای آینده قدرت‌های برتر فرامنطقه‌ای در یک مرز مشخص با کشورهای هدف درگیر نخواهند شد؛ بلکه ابتدا با استفاده از توان موشکی و حملات هوایی، تأسیسات مهم و حیاتی کشور مد نظر را هدف قرار می‌دهند؛ سپس بعد از ۲۴ ساعت تهاجم هوایی، جنگ ایدایی زمینی آغاز می‌شود که طی آن زیرساخت‌های مرحله دوم با همان دقت اولیه، ولی با گستردگی در سطح کشور، هدف تهاجم هوایی قرار می‌گیرند (پرواس و همکاران، ۱۳۹۰: ۴۵). امروزه سیستم‌های کنترل و فرماندهی عملیات مدرن، شیوه جدیدی از جنگ‌ها را مطرح کرده‌اند. در این شیوه از نبرد به کمک فناوری اطلاعات و سلاح‌های مدرن، شناسایی و هدف‌گیری و انهدام زیرساخت‌های حیاتی طرف مقابل و قطع ارتباط مراکز فرماندهی و پشتیبانی با نیروهای خط مقدم هدف اصلی به شمار می‌آید.

در این راستا پیش‌بینی و ارائه تمهیدات لازم برای معماری مناسب ساختمان‌های اداری با توجه به اصول پدافند غیرعامل که در زمان جنگ به عنوان یک مغز متفکر برای هدایت و راهبردهای اجرایی عملیات‌های نظامی عمل می‌کند، همواره به عنوان مسئله‌ای مهم احساس شده است؛ بنابراین، با توجه به تهدیدهای اخیر و شرایط موجود، باید بدانیم که اگر حملات هوایی و موشکی نیروهای فرامنطقه‌ای در آینده انجام گیرد، چگونه می‌توانیم با اصول معماری مناسب و با رعایت پدافند غیرعامل ساختمان‌های اداری را ایمن کنیم.



۲. ضرورت و اهمیت تحقیق

تهدیدهای روزافزون و متغیر جهانی و همچنین برخورداری نیروهای فرمانطقه‌ای از سلاح‌ها و تجهیزات نظامی پیشرفته برای حملات هوایی و موشکی و نیز حضور آمریکا به عنوان تهدید اصلی جمهوری اسلامی ایران، ضرورت حفظ مراکز تصمیم‌گیر در کشور را نمایان‌تر از پیش کرده است. بررسی جنگ‌های گذشته نشان می‌دهد که آمریکا همواره سعی کرده است در ساعت‌های اولیه حملات هوایی، با وارد کردن شوک سنگین به مراکز دفاعی و تصمیم‌گیری به هدف خود حداکثر آسیب را برساند. برای این کار پرهزینه‌ترین ابزار و پیشرفته‌ترین بمب‌افکن‌ها و موشک‌های کروز به کار گرفته می‌شود. به منظور کاهش آسیب‌پذیری از این تهدیدهای هوایی، برخورداری و توجه ثقل دفاعی کشور به حوزه دفاع غیرعامل و ایجاد سازه‌های امن ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است.

از این رو برنامه‌ریزی‌های جامع، مستمر و اقدامات اجرایی پدافند غیرعامل برای مراکز حیاتی و تصمیم‌گیر نظامی، ضمن کاهش آسیب‌پذیری‌ها، سلب ابتکار و آزادی عمل از دشمن و تحمیل هزینه‌های سنگین، اقدامات تهاجمی وی را خنثی خواهد کرد و آستانه مقاومت نیروهای خودی را ارتقا خواهد داد. بنابراین همواره ضرورت دارد مراکز ثقل به نحوی طراحی و اجرا شوند که در شرایط بحران کارایی خود را حفظ کنند و در مقابل این‌گونه تهدیدها، در صورت امکان آسیب‌پذیر نباشند یا آسیب‌پذیری آنها کاهش چشم‌گیری داشته باشد. نمی‌توان فقط با ایجاد استحکامات قوی به این مسئله فائق آمد، زیرا نه از نظر اقتصادی این امکان وجود دارد و نه از نظر تنوع و پیشرفت تهدیدهای در حال تغییر می‌توان ایمنی لازم را فراهم کرد؛ بنابراین بررسی و ارائه طراحی معماری مناسب ساختمان‌های اداری با دیدگاه پدافند غیرعامل می‌تواند با صرف هزینه‌ای معقول و ریسک استاندارد و قابل پذیرش، امنیت پایدار و پایایی ایجاد کند که بسیار با اهمیت است. بی‌توجهی به این مهم ضمن افزایش آسیب‌پذیری‌ها و از بین رفتن مراکز تصمیم‌گیر در نیروهای مسلح، توفیق آسان و ارزان دشمن را همراه خواهد داشت. از این رو اجرای این تحقیق ضرورت تام دارد.

۳. پیشینه تحقیق

درباره موضوع مورد تحقیق، پژوهشگران و محققان محدودی تحقیقاتی انجام داده‌اند که عمده این تحقیقات با محوریت پدافند غیرعامل بررسی شده‌اند. در ارتباط با معماری با توجه به پدافند غیرعامل، خواجه‌وند (۱۳۹۱) در پایان‌نامه



کارشناسی ارشد به ارائه معماری در سازه‌های پادگانی با نگرش حملات هوایی نیروهای فرمانطقه‌ای اشاره کرد. در طراحی پناهگاه باید به مسائلی همچون رنگ، نور و تهویه مناسب (طبیعی، الکتریکی و مکانیکی) توجه داشت و همچنین ملزومات توقف طولانی در پناهگاه را در نظر گرفت.

در ارتباط با معماری دفاعی با رویکرد پدافند غیرعامل، حسینی (۱۳۹۰) در مقاله منتشرشده به طراحی معماری دفاعی پرداخته است. ضروری است ضوابط و مقررات جداگانه‌ای با نام «الزامات معمارانه در طراحی ساختمان‌ها با رویکرد دفاع غیرعامل» تدوین شود و در اختیار معماران و طراحان شهری قرار گیرد و آنان ملزم به رعایت آن باشند.

در ارتباط با معماری فضاهای زیرزمینی با رویکرد پدافند غیرعامل، طالبی (۱۳۸۷) در پایان‌نامه کارشناسی ارشد با موضوع «اصول طراحی و معماری فضاهای امن زیرزمینی (کنترل فرماندهی) از منظر پدافند غیرعامل» به استفاده بهینه از فضاها، رساندن آنها به حداقل ممکن و عدم استفاده از نقشه‌های تیپ اشاره کرده است.

تفاوت تحقیق حاضر با موارد مذکور در این است که این تحقیق با رهیافت آینده‌نگارانه موضوع را بررسی کرده و قبل از ارائه الگوی کاربردی به شناسایی انواع تهدیدهای هوایی و موشکی نیروهای فرمانطقه‌ای پرداخته است؛ سپس با توجه به این میزان تهدیدها، الگوی معماری مناسب ساختمان‌های اداری به صورت زیرزمینی را ارائه کرده است. شایان ذکر است وجه تمایز این تحقیق در ارائه فضاها به صورت پلان معماری با جزئیات اجرایی است که در سایر تحقیقات به این روش اجرا نشده است و فقط در حد مبانی و تئوری پیش رفته‌اند.

۴. پرسش تحقیق

معماری مناسب ساختمان‌های اداری با نگرش پدافند غیرعامل در برابر حملات هوایی و موشکی نیروهای فرمانطقه‌ای چگونه باید باشد؟

۵. نوع و روش تحقیق

از آنجا که محقق درصدد است سودمندی عملی برای یک سازمان دفاعی ایجاد کند و نوعی معماری ارائه دهد که برای سازمان قابل بهره‌برداری و استفاده باشد، نوع تحقیق کاربردی است و روش اجرای تحقیق روش پس‌نگری در تبیین جنگ‌های



گذشته و نیز روش توصیفی با رویکرد تحلیل کیفی برای وضعیت فعلی است. در ضمن با استفاده از ابزار مصاحبه باز از نظرها و تجارب خبرگان و نخبگان در مهندسی و استحکامات نیروهای مسلح جمهوری اسلامی ایران بهره‌گیری شده و در نهایت با استفاده از ماتریس ارزیابی تمامی پاسخ‌ها برای رسیدن به الگویی مناسب تجزیه و تحلیل می‌شوند.

۶. هدف تحقیق

هدف اصلی پژوهش حاضر ارائه یک الگوی معماری مناسب با جزئیات کامل برای ساختمان های اداری است تا بر اساس ملزومات پدافند غیرعامل و در راستای ارتقای توانمندی‌های ملی در زمینه دفاعی با هدف محافظت از فرماندهان، مدیران، سیاستمداران و ... (در زمان تهدیدهای هوایی در آینده) کشور، نقش مؤثری ایفا کنند.

مبانی نظری

۱. آینده‌نگاری

در حالی که پیش‌بینی اصطلاحی برای پیش‌گویی‌هاست، آینده‌نگاری اصطلاحی است که دیدگاه‌های بازتری را درباره تفکر آینده‌گرایانه توصیف می‌کند. آینده‌نگاری‌ها با استفاده از سناریوها بر شناسایی آینده‌های ممکن، مسائل بالقوه، گرایش‌ها و عدم قطعیت‌ها تمرکز دارند. آینده‌نگاری با اصطلاح تحلیل آینده مشابهت دارد (لیندگرن، ۱۳۸۶: ۳۵).

۲. اهداف کلی آینده‌نگاری

الف) تصور حوادث ممکن؛

ب) ارزیابی احتمالات و یافتن حوادث محتمل؛

ج) تصمیم‌گیری در جهت امور ترجیح داده‌شده.

در اغلب روش‌های آینده‌پژوهی بر یک یا دو هدف فوق تمرکز می‌شود نه همه آنها

(حاجیان، ۱۳۹۰: ۱۰۰).



۳. بررسی تهدیدها

سناریویی را که دشمن با توجه به امکانات و سلاح‌های تهاجمی خود برای حمله به یک مجموعه برای آینده اتخاذ می‌کند، تهدید می‌گویند. برای مقابله با تهدیدهای آتی دشمن باید بدانیم او چگونه می‌اندیشد و چطور عمل می‌کند تا بتوانیم در مقابل او بایستیم. آنچه در تهاجم امروزی اهمیت زیادی دارد، بهره‌وری اقتصادی است. برآورد اقتصادی دشمن به روش ^۱EOE تهاجم هوایی صورت می‌گیرد. روش اقتصادی برای مقابله «منفعت به سود» یا «سود به منفعت» (RCB و RBC) ^۲ انجام می‌گیرد و می‌توان در حوزه‌های گوناگون برنامه‌ریزی برای افزایش میزان حفاظت به آن عمل کرد (ایو، ۱۳۷۶: ۲۰).

۴. منابع اصلی تهدیدها

منابع اصلی بحران یا تهدیدها بر دو نوع است:

الف) بحران یا تهدیدهای طبیعی مثل زلزله، سیل، آتش‌سوزی، طوفان و...؛
ب) بحران یا تهدیدهای مصنوعی مثل جنگ‌های انسانی، عوارض تکنولوژی بشری و... (اصغریان جدی، ۱۳۸۶: ۲۷).

۵. برآورد تهدید

در خصوص منبع تهدید، تهدید مصنوعی از نوع نظامی مبنای این تحقیق است. شیوه جنگ مطابق الگوی جنگ‌های نسل ششم انتخاب شده است. همچنین در تحقیق حاضر، سلاح‌های متعارف به عنوان سلاح معیار انتخاب شده‌اند. اهم ویژگی‌های جنگ‌های مدرن (موسوم به نسل ششم) را می‌توان به اختصار معرفی کرد:

- سرعت زیاد؛

- شدت زیاد؛

- دقت زیاد؛

- گستره جغرافیایی زیاد؛

- مدت کوتاه؛

- تلفات جانی کمتر (حسینی، ۱۳۸۹: ۷۱).



1 . Economic of Effect

2 . Cost Benefit Ratio

کلازویتس معتقد بود اولین وظیفه در طرح ریزی جنگ، شناسایی مراکز ثقل دشمن است و چنانچه این اهداف با دقت و صحیح انتخاب نشوند، موجب هدر رفتن هزینه های کلان انسانی، تجهیزاتی و از دست رفتن فرصت های حیاتی برگشتناپذیر می شود. طرفدار این استراتژی مشهور سرهنگ جانوار است که اعتقاد دارد مهم ترین وظیفه در طرح ریزی یک عملیات تهاجمی، شناسایی مراکز ثقل کشور مورد تهاجم است.

چنانچه این مراکز با دقت لازم شناسایی شوند و هدف قرار گیرند، کشور مورد تهاجم در اولین روزهای جنگ طعم شکست را می چشد و در کوتاه ترین مدت به خواسته های مهاجم (آمریکا) تن می دهد و تسلیم خواهد شد. تئوری واردن که به تئوری ۵ حلقه استراتژیک واردن مشهور شده است، دقیقاً مورد استفاده فرماندهان عملیاتی آمریکا و متحدان در جنگ ۴۳ روزه سال ۱۹۹۱ (جنگ اول خلیج فارس)، مناقشه کوزوو (جنگ ۱۱ هفته ای سال ۱۹۹۹ ناتو علیه یوگسلاوی)، جنگ سال ۲۰۰۳ آمریکا و انگلیس علیه عراق (با تغییراتی جزئی) و جنگ ۳۳ روزه سال ۲۰۰۶ علیه لبنان قرار گرفته است (موحدی نیا، ۱۳۸۳: ۱۲۹).

۶. طرح ریزی تهاجم هوایی

طرح ریزی برای انهدام هدف به کارایی جنگ افزار، محاسبه نیرو و استفاده صحیح و مقرون به صرفه از جنگ افزار بستگی دارد. این عمل نیاز به ارزیابی کامل و متهورانه دارد تا بتوان مأموریت مد نظر را از هر جهت با روش صحیح و منطقی به شرح زیر بررسی کرد (اصغریان جدی، ۱۳۸۶: ۳۴):

- بررسی، انتخاب و تعیین آسیب پذیری هدف؛
- مشخصات جنگ افزار و کارایی آن؛
- ملاحظات تاکتیکی؛
- برآورد محاسبات نیروی لازم.

در تهاجم هوایی آسیب پذیری هدف به مقاومت مصالح، چگونگی ساختمان، اندازه، شکل و میزان قدرت دفاعی بستگی دارد و میزان تخریب ممکن است از خنثی سازی موقت تا انهدام کامل هدف متفاوت باشد.

این عمل باید اقتصادی باشد و روند تصمیم گیری اقتصادی آن (EOE)^۱ به معنی

1 . Economic of Effect



اقتصاد تلاش است. برای مثال در جنگ شش روزه اعراب و اسرائیل در سال ۱۹۶۷ در شوک اولیه تهاجم اسرائیلی‌ها به فرودگاه‌های اعراب صرفاً باند فرودگاه‌ها هدف قرار گرفت و باعث شد هواپیماهای اعراب به مدت یک ساعت نتوانند پرواز کنند. در این فرصت کم برتری هوایی، صهیونیست‌ها مناطق حساس را منهدم کردند. البته اولین مأموریت حمله نیروهای اسرائیل انهدام کامل نبود؛ بنابراین اسرائیلی‌ها توانستند با حداکثر سوخت‌گیری و با بمب ۵۵۰، که فیوز تأخیری و وزن حداقل دارد، به عمق سرزمین اعراب نفوذ کنند و از طریق تحلیل اقتصاد تلاش فرودگاه‌ها را موقتاً فلج کنند (اصغریان جدی، ۱۳۸۶: ۳۴). از این رو انتخاب هدف متناسب با توان است که مأموریت را تعیین می‌کند. در انتخاب هدف توجه به نکات زیر مهم است:

- کارایی هدف (برای مثال کارایی فرودگاه یا رادار...);
- جثه هدف (جثه پالایشگاه، اتاق جنگ، باند فرودگاه و...);
- سطح تضمین تخریب؛
- انتخاب جنگ‌افزار.

پس از انتخاب هدف به دو شکل می‌توان به آن آسیب رساند: مستقیم یا غیر مستقیم که آسیب‌پذیری حاصل از آن به شرح زیر است (شریفان، ۱۳۸۹: ۲۳):

الف) حمله مستقیم شامل انفجار، شوک، لرزش زمین، آتش‌سوزی، تخریب و ...؛

ب) حمله غیرمستقیم شامل (پیامد انفجار) ریزش انفجار، خفگی، سیل، آتش‌سوزی و ...؛ بنابراین هر مأموریت ابزار مناسب خود را برای شناسایی، نوع بمب و قدرت انفجار همراه دارد.

۷. انواع هدایت بمب و موشک

دقت در جنگ سایبرنتیک ایجاب می‌کند که مراکز حساس قدرت و فرماندهی (مراکز ثقل) با دقت کامل منهدم شود تا پس از تصرف کشور بتوان از امکانات بمباران‌نشده آن سرزمین برای بقای اشغالگری استفاده کرد. بنابراین با فناوری پر هزینه سایبرنتیک می‌توان اهداف را به روش جراحی منهدم کرد. اما اگر مقاومت در کشور اشغالی زیاد باشد، به بمباران گسترده و بی‌هدف (جنگ روانی) می‌انجامد که آمریکایی‌ها آن را با عنوان خطای نظامی تبلیغ می‌کنند. سیستم هدایت و کنترل موشک‌ها شامل انواع هدایت، جایروسکوپ، شتاب‌سنج‌ها، سنسورهای گوناگون، رایانه، تسهیلات برنامه‌ریزی، هماهنگی پروازی و سیستم کنترل است (اصلانی، ۱۳۸۸: ۶۵).



۸. انواع مهمات هوشمند و مدرن

مهمات هوشمند و مدرن بر حسب نوع عملکرد و اهمیت به پنج گروه به شرح زیر تقسیم می‌شوند (لونی و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۷):

۱. بمب‌های هدایت‌شونده لیزری؛^۱
۲. بمب‌های هدایت‌شونده تصویری و مادون قرمز؛^۲
۳. بمب‌های هدایت‌شونده ماهواره‌ای؛^۳
۴. بمب‌های الکترومغناطیسی؛^۴
۵. بمب‌های گرافیتی.

۹. جنگ‌افزارهای حمله هوایی به اهداف مدفون شده

از دیرباز استفاده از عمق زمین برای مصون نگه داشتن این‌گونه اهداف از تعرض دشمن یکی از راهکارهای مطرح بوده است که هنوز هم به عنوان یک راه‌حل قابل استفاده و مؤثر محسوب می‌شود. در مقابل مهاجمین نیز پیوسته درصدد ساخت و توسعه جنگ‌افزارهایی هستند که پیشرفته‌ترین سامانه‌های هدایت دقیق موجود در زرادخانه آمریکا، بمب‌های بهینه‌سازی EBGU-28 و مهمات حمله مستقیم مشترک (JDAM) است. پیش از شلیک بمب EBGU-28 توسط یک هواپیما یا سامانه‌های زمینه‌ای مشابه، پرتوی از لیزر باید هدف را نشانه‌گذاری کند. گیرنده نصب‌شده روی بمب، پرتو مذکور را ردیابی و مسیر پرواز بمب به سوی هدف را تصحیح می‌کند. باران، برف، مه، ابرهای ارتفاع پست، دود، گرد و خاک و ذرات معلق با پراکنده ساختن پرتوی لیزر، سبب کاهش کارایی این‌گونه بمب‌ها می‌شوند (Bonomo, 1978: 28). در فاز نهایی پرواز، بمب EBGU-28 از هدایت سامانه مکان‌یابی جهانی استفاده می‌کند و در نتیجه دقت خطای آن به ۱ تا ۳ متر کاهش می‌یابد (قربانعلی‌نژاد، ۱۳۹۱: ۱۴۵). تسلیحات JDAM نیز از دو سامانه هدایت با سامانه مکان‌یابی جهانی و سامانه ناوبری (اینرسیایی) به صورت توأم استفاده می‌کنند. سامانه ناوبری اینرسیایی با محاسبه سرعت شتاب موشک پرتاب‌شده به سوی هدف، مسیر حرکت آن را تصحیح می‌کند. زمانی که هدایت GPS این بمب فعال باشد، دقت اصابت آن حدود ۱۳ متر

- 1 . LaseRrGuided Bombi
- 2 . TV/IR Guided Bomb
- 3 . GPS Guided Bomb
- 4 . EMP: Electroo Magnetic Pulse Bomb



است؛ اما در صورت مختل شدن این سامانه و استفاده از سامانه هدایت اینرسیایی، دقت اصابت موشک ۳۰ متر خواهد بود.

پالس الکترومغناطیس (EPM) و ماکروویو پر قدرت (HP): همان طور که در بخش طبقه بندی روش های حمله به تأسیسات مدفون شده بیان شد، حمله به شبکه الکتریکی و تجهیزات ارتباطی و رایانه ای سبب مختل شدن تأسیسات خواهد شد. بمب های الکترومغناطیسی با انرژی مناسب، تمام تجهیزات الکترونیکی موجود در برد خود را غیر قابل استفاده می سازد. از این نوع بمب ها بیشتر ضد ساختمان های اداری استفاده می شود، زیرا عملکرد این گونه تأسیسات با ارتباط با دنیای بیرون وابسته بوده و در صورت قطع ارتباط کارایی نخواهد داشت (وزارت دفاع آمریکا، ۲۰۰۲: ۴۶).

نفوذگرهای حرارتی فعال شونده توسط رادیو ایزوتوپ (RIPTP): همان طور که در شکل مشاهده می شود، اجزای اصلی تشکیل دهنده یک نفوذگر حرارتی فعال شونده توسط رادیو ایزوتوپ عبارت است از:

الف) نفوذگر حرارتی؛

ب) پوسته خارجی؛

ج) سامانه هدایت.

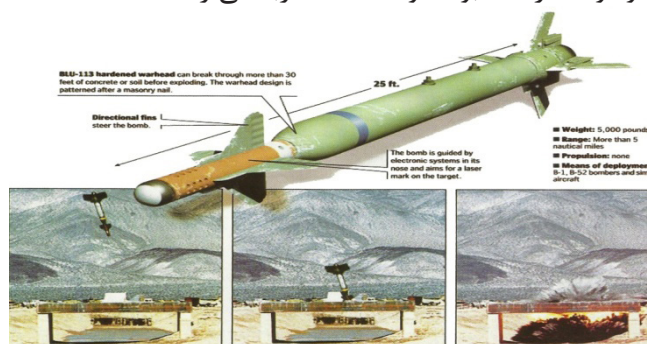
نفوذگر حرارتی از یک منبع حرارتی رادیو ایزوتوپ (RHS) که نیروی لازم را برای ذوب سنگ ها فراهم می سازد، تشکیل شده است. همان طور که در شکل مشاهده می شود، بخش نفوذگر حرارتی این سلاح پس از پرتاب شدن به سوی هدف، از بخش پوسته خارجی جدا می شود و با انرژی جنبشی خود در لایه بالایی سطح زمین نفوذ و سپس با ذوب کردن مسیر خود به سوی تأسیسات مدفون شده حرکت می کند. نفوذگر به علت چگالی بالای خود، در یک مسیر تقریباً عمودی در میان سنگ های مذاب تنزل می کند و پشت آن یک حباب مذاب به وجود می آید. فشار این حباب بر اثر عوامل مختلفی افزایش خواهد یافت. افزایش فشار حباب مذاب همراه فشار ناشی از شوک حرارتی صخره ها، سبب پیدایش یک فشار نهایی به محیط اطراف خواهد شد که در نهایت موجب تخریب دیواره ها یا سقف تأسیسات مدفون شده می شود. جنگ افزارهای هسته ای در مجاورت سطح زمین منفجر می شود و یک گودال عظیم همراه موج انفجار شدیدی در همه جهات تولید می کند و تأسیسات مدفون شده ای که داخل محدوده گودال قرار داشته باشند، منهدم خواهند شد. شعاع این حفره به ساختار زمین، قدرت تخریب جنگ افزار و عمق انفجار بستگی دارد. فرض کنید یک



بمب هسته‌ای در عمق ۵ متری زمین منفجر شود. تصاویر زیر نشان می‌دهد که چگونه شعاع تخریب با ساختار زمین و قدرت جنگ‌افزار ۱۰۰ تنی تا ۱ مگاتنی تغییر می‌کند (قربانعلی نژاد، ۱۳۹۱: ۱۶۵).

اگر تأسیساتی در یک تونل در ۲۰ متری عمق زمین گرانیته را در نظر بگیریم، شکل زیر نشان می‌دهد که به علت وجود رابطه میان قدرت مورد نیاز جنگ‌افزار و فاصله انفجار از هدف، هرگاه فاصله انفجار تا هدف افزایش یابد، آنگاه قدرت مورد نیاز جنگ‌افزار برای تخریب به سرعت افزایش پیدا می‌کند.

تأسیسات مدفون شده کم‌عمق، در برابر موج انفجار بمب‌های هسته‌ای که بالای سطح زمین منفجر می‌شوند، به شدت آسیب‌پذیرند. شکل زیر را در نظر بگیرید؛ این تأسیسات با ۱۲ متر پهنا و ۷ متر ارتفاع، با ۲ متر بتن احاطه شده و زیر ۲ متر خاک مدفون شده است. برای انهدام این هدف می‌توان از یک بمب یک کیلو تنی در شعاع ۳۵ متری یا از بمب ۱۰ کیلو تنی در شعاع ۹۰ متری یا از بمب ۱ مگاتنی در شعاع ۶۰۰ متری هدف استفاده کرد. غیر از انهدام تأسیسات، یکی از موارد مهمی را که باید در استفاده از تسلیحات اتمی مد نظر قرار داد، ریزش اتمی و در نتیجه میزان کشته‌شدگان غیرنظامی است. شکل‌های زیر به طور تقریبی نشان می‌دهند که در چه شعاعی تمام موجودات زنده نابود خواهند شد (قربانعلی نژاد، ۱۳۹۱: ۱۷۶).



شکل ۱- مراحل نفوذ یکی از بمب‌های نفوذکننده در تأسیسات زیرزمینی

۱۰. ملاحظات پدافند غیرعامل در معماری

الف) تعریف واژه پدافند

از نظر واژه‌شناسی، پدافند از دو جزء «پد» و «آفند» تشکیل شده است. در فرهنگ و ادب فارسی «پاد» یا «پد» پیشوندی است که معنای «ضد، متضاد، پی و دنبال»

می‌دهد و هرگاه قبل از واژه‌ای قرار گیرد، معنای آن را معکوس می‌کند. واژه «آفند» نیز به مفهوم «جنگ، جدال، پیکار و دشمنی» است.

در منابع لاتین، پدافند غیرعامل به صورت Passive Defence به کار برده می‌شود؛ ولی عبارت «پدافند غیرعامل» به صورت‌های مختلف بیان شده است که عمدتاً در «محافظت از غیرنظامیان» دارای وجه اشتراک هستند. تمایز اصلی پدافند عامل از پدافند غیرعامل تأکید بر عملیات نظامی و پاسخ به آتش با آتشی قوی‌تر و کوبنده‌تر است؛ در حالی که «توسعه قدرت نظامی و داشتن موضع قوی‌تر نسبت به مهاجمان احتمالی» راهبرد کلانی است که هم در روش‌های تدافعی دارای کاربردهای گسترده و در عین حال مشابه ولی با نتایج متفاوت است.

ب) مفهوم دفاع غیرعامل

دفاع غیرعامل یعنی دفاع با کمترین مدیریت یا دفاع غیرفعال؛ دفاع عامل، حرکتی عکس‌العملی و واکنشی است؛ بنابراین در مواقع غافلگیری، دفاع غیرعامل به صورت ذاتی باید جوابگو باشد. از آنجا که عموماً در تهاجمات، به خصوص تهاجمات اولیه، حمله هوایی غافلگیرکننده انجام می‌گیرد، دفاع غیرعامل، مجموعه تمهیداتی است که انسان را در برابر این شوک در امان نگه می‌دارد. به علاوه برای شناخت کاربرد و عملکرد دفاع غیرعامل باید حوزه‌های تهاجم و عوامل گوناگون توانمندی دشمن را نیز بررسی کرد (اصغریان جدی، ۱۳۸۶: ۵۲).

ج) رابطه معماری و پدافند غیرعامل

معماری و شهرسازی به عنوان یک واسطه، قدرت دفاعی را بالا می‌برد و در ارضای نیاز به امنیت در سلسله مراتب پله‌ای مازلو اثر مثبت دارد و باعث بقای انسان می‌شود. در «اکستیکس»، واژه «دفاع» در مقابل «دشمن» (تهدیدهای انسان‌ساز) و واژه «ایمنی حفاظت» در مقابل تهدیدهای طبیعی به کار می‌رود. با این رویکرد روان‌شناسانه به معماری و شهرسازی، بحث ایمنی و امنیت باید در کلیه سطوح برنامه‌ریزی و طراحی، از موضوعات کلان شهرسازی تا معماری و جزئیات فنی مد نظر قرار گیرد. برای مثال آثار موج انفجار ناشی از بمباران هوایی، نه تنها باید در برنامه‌ریزی کلان یک مجتمع زیستی منظور شود، بلکه باید در جزئی‌ترین حوزه مهندسی مانند ساخت در و پنجره و جنس مصالح ساختمان مانند شیشه نیز به صورت همه‌جانبه و متعادل بررسی شود تا طرح «پایدار» باشد (اصغریان جدی، ۱۳۸۶: ۸۹ - ۸۵).



۱۱. مرکز فرماندهی و کنترل

اصولاً مراکز فرماندهی و کنترل استراتژیک به منزله نیرویی است که ارتباطی فعال و دائمی میان نیروهای عمل کننده استراتژیک (ICBM ها، SLMB ها، SLCM ها، بمب افکن های سنگین و...) و فرماندهان این نیروها به وجود می آورد (چگینی، ۱۳۷۴: ۵۲).

الف) دفاع غیرعامل در مرکز فرماندهی

دفاع غیرعامل در پست فرماندهی به چهار بخش قابل تقسیم است (قربانعلی نژاد، ۱۳۹۱: ۱۲۳):

۱. طراحی، مکان یابی و جانمایی؛
۲. تجهیز کارگاه، انتخاب روش مناسب حفاری و لاینیگ و...؛
۳. زمان سکوت (از زمان پایان ساخت تا مرحله بهره برداری)؛
۴. زمان بهره برداری (مرکز فرماندهی آماده رزم).

ب) ملاحظات طراحی معماری تونل های مراکز فرماندهی برای جنگ های آینده

- برنامه ریزی

مکان یابی: حداکثر بهره مندی از شرایط جغرافیایی، مطالعه تمام پتانسیل های موجود در منطقه، توجه به آمایش دفاعی و لحاظ کردن ملاحظات پدافند غیرعامل نکاتی است که از دید طراحان نظامی به خصوص متخصصان صاحب تجربه مهندسی جنگ نباید پوشیده بماند و باید با دقت نظر و ژرف نگری به آن توجه شود. در صورتی که تملک زمین و مستغلات مربوط به آن در اختیار کارفرما باشد و زمین های محدوده مورد نیاز پروژه نیز قابل استحصال توسط کارفرما باشد، می توان مطالعات اولیه را آغاز کرد. اگر زمین قابل تملک نباشد، مطالعات طراحی نباید شروع شود و در صورت آغاز فعالیت، توقف آن ضروری است. خریداری زمین های کشاورزی در یک روستا یا تملک غیرعادی و خارج از عرف معمول یک زمین، برای کاربری نظامی زیرسطحی مناسب نیست. زمین های دارای تملک دولتی که در اجاره فرد یا سازمان خاص باشد و افراد غیرنظامی امکان تردد در آن را داشته باشند مانند مراتع سرسبز که حق چرای دام در آنها به دامداران داده شده است، برای احداث تونل های نظامی مناسب نیست (کلانتریان و همکاران، ۱۳۸۴: ۲۰).

توپوگرافی و میزان سرباره: موادی که بین سطح زمین و سطح تونل را می پوشانند، معمولاً به نام پوشینه نامیده می شوند. با توجه به پیشرفت بمب های نفوذکننده، معمولاً

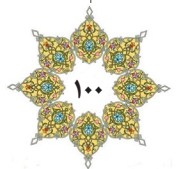


ضخامت بیشتر در لایه پوشینه ترجیح داده می‌شود؛ بنابراین، زمانی که مسئله انتخاب مکان تونل‌ها مطرح می‌شود، یکی از مهم‌ترین عواملی که باید در نظر گرفته شود، عمق تونل یا ضخامت لایه پوشینه است. با توجه به اینکه یکی از مهم‌ترین نقاط آسیب‌پذیر تونل‌ها ورودی و خروجی‌هاست، دقت در میزان سرباره در این قسمت‌ها اهمیت ویژه‌ای دارد. میزان سرباره در ورودی‌ها و خروجی‌ها با توجه به نوع و اهمیت تونل متفاوت است. در تونل‌های مرکز فرماندهی آماده به رزم این مقدار حداقل باید دو برابر ارتفاع مقطع عرضی تونل باشد. با توجه به شیب دامنه کوه‌ها معمولاً ورودی تونل‌ها سرباره کمی دارند؛ بنابراین باید با اتخاذ تدابیر و تمهیداتی این نقیصه را که به عنوان نقاط آسیب‌پذیر تونل هستند، برطرف کرد. از این رو در مکان‌یابی تونل‌ها باید سعی کرد نقطه‌ای به عنوان ورودی انتخاب شود که در یک مسیر کوتاه حفاری به حداقل سرباره مورد نیاز برسیم. همچنین انتخاب دهانه تونل در دره‌های عمیق و تنگ با ارتفاعات بلند نشانه‌روی و شلیک را با مشکلات زیادی مواجه می‌سازد (وزارت دفاع آمریکا، ۲۰۰۵: ۲۳).

پراکندگی: گسترش باز و پخش و تمرکززدایی تجهیزات، تأسیسات یا فعالیت‌های مربوط، به منظور تقلیل آسیب‌پذیری آنها در مقابل عملیات دشمن طوری که مجموعه‌ای از آنها هدف واحدی را برای دشمن تشکیل ندهند (وزارت دفاع آمریکا، ۲۰۰۵: ۳۴).

موقعیت محل اجرای طرح از لحاظ اجرای طرح‌های پدافند غیرعامل (استتار، فریب و ...): باید در نظر داشت که میزان اهمیت و تأثیرگذاری هر یک از راهکارهای دفاع غیرعامل در تونل‌ها برای کاهش آسیب‌پذیری در مناطق مختلف متفاوت خواهد بود و در هر منطقه راهکارهای دفاع غیرعامل اعم از استتار، فریب، پراکندگی و... ضرایب خاص خود را دارد. بنابراین بررسی منطقه از این منظر دارای اهمیت خاص است به‌ویژه زمانی که انتخاب از میان چند نقطه برای حفاری مد نظر باشد. در این هنگام با مشخص کردن ضرایب راهکارهای دفاع غیرعامل در هر نقطه، باید مکانی را که امکان بهره‌برداری بهتر و بیشتر از راهکارهای دفاع غیرعامل وجود دارد، به عنوان مکانی مناسب حفاری انتخاب شود.

شایان ذکر است هنگام مکان‌یابی، هر نقطه‌ای که شرایط بهتری از لحاظ بهره‌برداری از دفاع غیرعامل طبیعی همانند زمین دارای استحکام و سختی بیشتر، عوامل استتارکننده طبیعی همانند پوشش گیاهی و... داشته باشد، در اولویت است زیرا وجود عوامل دفاع غیرعامل طبیعی هزینه‌ها را به‌طور چشم‌گیری کاهش خواهد داد (وزارت دفاع آمریکا، ۲۰۰۵: ۲۱).



ملاحظات عمومی طراحی فضاهای زیرزمینی: پناه گرفتن در دل کوه یا اعماق زمین مشکلات متعددی به دنبال دارد که هیچ یک از آنها نباید از دید طراح سازه زیرزمینی دور باشد. با توجه به اینکه کاربری این گونه تونل ها برای مرکز فرماندهی نیروی انسانی است، علاوه بر ایجاد ضرایب ایمنی مطمئن در مقابل تهدیدهای دشمن، برای جلوگیری از تبدیل تونل به تله مرگ و کاهش عناصر مضر به انسان همچون موج انفجار، ترکش و آلودگی هوا، طراحی باید طوری صورت گیرد که شرایط زندگی مناسب و قابل تحملی را از جنبه های مختلف همچون جنبه زیستی (تأمین عناصر ضروری برای زیست انسان همانند نور، هوا و...) و جنبه های روحی برای استفاده کنندگان در زمان نسبتاً طولانی، فراهم کند (قربانعلی نژاد، ۱۳۹۱: ۱۶۵).

- ملاحظات طراحی معماری

طراحی معماری خارجی: منظور از معماری خارجی همان تعریف یک فضا برای کاربری پوششی سایت مد نظر است؛ البته با توجه به فورمولوژی محیط باید تدابیر لازم در امر فریب اتخاذ شود.

طراحی ورودی و خروجی و درها: یکی از مباحث اصلی تونل ها مسئله طراحی ورودی و خروجی هاست؛ زیرا این نقاط به لحاظ سرباره کم و تنها راه های ارتباطی داخل تونل به خارج جزء نقاط آسیب پذیر محسوب می شوند و دشمن در طراحی های خود سعی در ضربه زدن به تونل ها از طریق ورودی و خروجی ها دارد که این کار را به دو شیوه انجام می دهد:

- مورد اصابت قرار دادن ورودی و خروجی تونل و مسدود کردن آنها؛

- ایجاد موج انفجار قوی در ورودی های تونل و انتقال موج به داخل یا استفاده از بمب های میکروبی، شیمیایی و هوا سوخت نزدیک دهانه و انتقال عوامل میکروبی و شیمیایی از طریق مبادی ورودی و خروجی برای آسیب رساندن به نیروی انسانی و تجهیزات (کلانتریان و همکاران، ۱۳۸۴: ۲۴).

ارگونومی: همه فضای تونل باید با رنگ روشن رنگ آمیزی شود؛ همچنین به منظور ایجاد نور معادل با نور خورشید از ترکیب لامپ ها با طیف های مختلف استفاده شود. به منظور عدم انتقال موج از دیواره به افراد باید همه دیوارهایی که در تونل موجود است با صفحات جداکننده و نرم که حالت آکوستیکی دارد، از قسمت لاینینگ شده تونل جدا شود. همچنین در طول تونل با ایجاد نقش و نگار و نقاشی های مختلف که



حالت طبیعی را در روح کارکنان زنده نگه دارد، باعث ایجاد محیطی مشابه بیرون از تونل شد (وزارت دفاع آمریکا، ۲۰۰۲: ۲۵).

اصول معماری حاکم بر احداث مراکز فرماندهی زیرزمینی: از آنجا که مراکز کنترل و فرماندهی به عنوان هسته اصلی هدایت اهداف نظامی و دفاعی یک کشور در همه حال و مرکز هدایت قوای نظامی هنگام جنگ و دفاع است، همواره به عنوان یکی از اهداف حمله نظامی، جاسوسی و خرابکاری مطرح است. این مراکز از اتاق جلسه یک گروه نظامی تا مرکز جلسات فرماندهی کل قوا را شامل می‌شوند. در اینجا با توجه به موضوع این مطالعه که شامل سازه‌های زیرزمینی می‌شود فقط به آن دسته از مراکز فرماندهی که به زیر زمین منتقل می‌شوند می‌پردازیم. سالن‌های زیرزمینی فرماندهی و کنترل را از لحاظ معماری می‌توان به چهار گروه تقسیم کرد. مسلماً با توجه به شرایط مختلف ممکن است تعاریف متفاوتی برای این رده‌بندی‌ها انجام گیرد (وزارت دفاع آمریکا، ۲۰۰۲: ۲۶):

- مراکز فرماندهی و کنترل نیروهای نظامی (مثل نیروی زمینی، دریایی، هوایی سپاه و ارتش و...);

- مراکز چندمنظوره تاکتیکی شامل هسته‌های میانی فرماندهی و کنترل (مثل قرارگاه‌های عملیاتی زمان جنگ);

- مراکز چندمنظوره در نقش هسته اصلی فرماندهی و کنترل نیروها (مثل ستاد فرماندهی جنگ و ...);

- مراکز تصمیم‌گیری رهبران (مثل مراکز فرماندهی کل قوا که جلسات با فرماندهان قوای نظامی رؤسای قوای سیاسی در آنجا برگزار می‌شود).

هر کدام از این رده‌بندی‌ها دارای درجه‌بندی و اهمیت خاص است و مسلماً دشمن تلاش و سرمایه‌گذاری بسیاری برای از بین بردن رده‌های بالاتر انجام خواهد داد. بنابراین این مراکز باید در برابر سلاح مقاوم باشند (کلانتریان و همکاران، ۱۳۸۴: ۲۶).

فضاهای مورد نیاز و اجزای تشکیل‌دهنده اصلی ساختمان‌های اداری (کلانتریان و همکاران، ۱۳۸۴: ۲۸):

۱. فضاهای لازم برای کارکرد اصلی تونل؛

۲. فضاهای اداری برای کنترل سایت؛

۳. فضاهای خدماتی برای اقامت طولانی؛

۴. فضاهای تأسیساتی.



طراحی شفت‌ها: شفت‌ها محل انتقال هوا به داخل تونل و یکی از محل‌هایی است که آسیب‌پذیری تونل‌ها از آنجا به راحتی اتفاق می‌افتد. برای جلوگیری از امکان از بین رفتن تونل از این محل‌ها باید با استفاده از تمهیدات پدافند غیرعامل و علم ارگونومی از آسیب‌پذیری مجموعه از این ناحیه کاست (کلانتریان و همکاران، ۱۳۸۴: ۲۹).

یافته‌های تحقیق

۱. تجزیه و تحلیل ادبیات تحقیق

بررسی یافته‌های پژوهش و بررسی‌های صورت‌گرفته در جنگ‌های حادث‌شده در گذشته نشان می‌دهد که برای مقابله با تهدیدهای هوایی در جنگ‌های آینده در ابتدای کار باید به دور بودن مرکز از اصابت مستقیم بمب‌ها و موشک‌ها و همچنین انفجارات مربوط توجه خاص کرد تا ما را به سوی احداث یک سازه در اعماق زمین یا درون کوه‌ها با یک سرپناه زیاد و مناسب در برابر تهدیدهای هوایی موجود سوق دهد. در اصول مرتبط با پدافند غیرعامل به رعایت مکان‌یابی مناسب، پوشش، فریب و پراکندگی اشاره ویژه‌ای شده است که همواره باید در ایجاد مرکز فرماندهی و کنترل به آن توجه کرد. در حقیقت نوعی معماری بیرونی و اولیه احداث پروژه است و می‌توان با یک جانمایی دقیق براساس نوع کاربری و شرایط منطقه مد نظر و همچنین حفظ و رعایت اصول امنیتی لازم در زمان احداث و بهره‌برداری از مرکز، شرایط مناسب را فراهم آورد. در خصوص معماری داخلی و اصلی فضاهای مرکز نیز برای کاهش آسیب و خسارات، توصیه شده است و در حقیقت باید به فضای مورد نیاز اعم از ورودی‌ها و خروجی‌های اصلی و اضطراری، دفاتر فرماندهی و اتاق‌های جنگ، فضاهای اداری، خدماتی، رفاهی و همچنین فضاهای ارتباطی و تأسیساتی در طراحی مرکز توجه خاص کرد.





۲. تجزیه و تحلیل نظرهای صاحب نظران

جدول ۱- ماتریس ارزیابی پاسخ صاحب نظران به پرسش نامه پژوهش

هدف مقاله: ارائه یک الگوی معماری مناسب با جزئیات کامل برای ساختمان های اداری به منظور مقابله با تهدیدهای آتی			خبرگان و نخبگان مهندسی در نیروهای مسلح
پاسخ ها و ارزیابی سؤال سوم	پاسخ ها و ارزیابی سؤال دوم	پاسخ ها و ارزیابی سؤال اول	صاحب نظر اول
۱. قابلیت عبور افراد و تجهیزات مربوط در زمان اضطراری ۲. ایجاد مسیر خروجی اضطراری با رعایت کامل و الزامات پدافند غیرعامل	۱. در نظر گرفتن دفاتر فرماندهی و اتاق های عملیات و جنگ نزدیک گالری اضطراری ۲. بیشترین سرباره باید در این نقاط باشد.	۱. تقسیم بندی فضای معماری به دو بخش خارجی و داخلی؛ ۲. مکان یابی و جانمایی دقیق؛ ۳. انتخاب پوشش مناسب با توجه به جنس منطقه برای ورودی های اصلی و فرعی و شفت های هوا؛ ۴. معماری مناسب برای فضاهای داخلی با توجه به کارایی؛ ۵. پیش بینی موج گیر و نگهبانی در قسمت ورودی ها؛ ۶. پیش بینی حصار مناسب نشیمن اداری و استراحت کارکنان؛ ۷. عرض و طول و ارتفاع مناسب در راهروها و مسیرهای دسترسی	صاحب نظر اول
۱. اجرای مسیرهای ورود و خروجی ها و رعایت پدافند غیرعامل کامل ۲. قابلیت تردد کارکنان، تجهیزات و حتی خودروهای مورد نیاز در شرایط بحران ۳. ایجاد موج گیر در ورود و خروج گالری ها	کلیه فضاها باید دارای فضای امنیت بالا با الزامات پدافند غیرعامل باشند.	۱. توجه به طراحی و اجرای دقیق اصول معماری صحیح و مناسب این گونه مراکز با توجه به شرایط زیست محیطی شان و مأموریت های سخت ۲. وجود یک معماری خوب می تواند هم شرایط کاری را تسهیل کند و هم شرایط فراغت را. ۳. نقش چیدن فضاها بر حسب نوع کاربری، ابعاد و اندازه محیطی بر حسب استفاده افراد در کارایی نیروی انسانی مؤثر است. ۴. استفاده از رنگ بندی و مصالح مناسب در معماری داخلی مرکز	صاحب نظر دوم
۱. ایجاد خروجی های انحرافی برای تخلیه گازهای ناشی از انفجار به سطح و قبل از نفوذ به فضای اصلی مرکز فرماندهی و کنترل؛ ۲. تسهیل در ورود و خروج؛ ۳. بهره برداری از پوشش گیاهی و ... به منظور استتار ورودی و خروجی (به ویژه خروجی)؛ ۴. تناسب خروجی با توجه به تعداد افراد حاضر در سازه و همچنین پرهیز از ایجاد هرگونه مانع و ... در مسیر ایجاد دیوار ضد ترکش در مسیرهای خروجی و ورودی	فضاهای امن مرکز فرماندهی و کنترل با اصولی چون استتار، اختفا، فریب، پوشش، پراکندگی، تمرکززدایی، مکان یابی صحیح و ... میسر خواهد بود.	۱. از جنبه های اثرگذار در مرکز می توان به جنبه های انسانی (خصوصیات جسمی، روحی، روانی، جنبه های هنری (طراحی، فضا و ...)) جنبه علمی و فنی و ... اشاره کرد. ۲. از عوامل اثرگذار دیگر می توان به طراح، مشاور، کارشناسان و مدیریت پروژه اشاره کرد. ۳. در نهایت فرم کلی با توجه به وضعیت زمین، قطعه بندی اجزا، پراکندگی، ترکیب، منظم/نامنظم، کاربری، تناسب، مساحت، محدودیت ها، دسترسی ها و ... به دست می آید.	صاحب نظر سوم

صاحب نظر چهارم	۱. به لحاظ گستردگی و پیچیدگی معماری باید ارتباط کاربران با یکدیگر برقرار باشد. ۲. چیدن مناسب مبلمان در فضاهای داخلی برای جلوگیری از آسیب بعد از بحران. ۳. تعیین طرح هندسی مناسب بناها و موقعیت بازشوها و پیش‌بینی فضاهای امن از جمله نکات بسیار حائز اهمیت این گونه مراکز است.	بهترین راهکار برای ایجاد فضای امن همان استحکامات زیرزمینی با سرباره معقول و با توجیه فنی است.	۱. درهای ورودی پناهگاه حتما باید مجهز به در ضد انفجار باشد. ۲. عرض در ضد انفجار با توجه به ظرفیت می‌تواند از ۸۰ تا ۱۴۰ سانتی‌متر ساخته شود. ۳. وجود انحراف حداقل ۹۰ درجه بین محور ورودی و محور پناهگاه تا حد درخور توجهی از انتشار موج به داخل پناهگاه جلوگیری خواهد کرد. ۴. خروجی یا خروجی‌های اضطراری باید نسبت به هم و نسبت به در ورودی حداکثر فاصله ممکن را داشته باشند. ۵. خروجی‌های اضطراری به‌منظور تهویه هوای مورد نیاز پناهگاه هم می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. ۶. خروجی اضطراری معمولا از دو قسمت افقی و عمودی تشکیل می‌شود.
صاحب نظر پنجم	۱. تمام بخش‌های مد نظر در معماری داخلی باید مستطیل شکل باشد. ۲. در چنین معماری باید حداقل بازشوها در نظر گرفته شود. ۳. تمامی بخش‌ها با کمترین فاصله به بخش مرکزی متصل شوند. ۴. در صورت آسیب یا خرابی بخشی از فضاها باید فضاهای دیگر قادر به ادامه فعالیت باشند.	فضاهای امن باید کاملا مستقل و دارای در ضد انفجار و ضد آتش باشند.	باید دو راه ورود و خروج کاملا مستقل وجود داشته باشد. از هر مسیر هم امکان ورود و هم خروج میسر است. راه ورودی نباید به صورت قائم باشد، بلکه حتما باید نسبت به محل سازه زاویه‌دار باشد. این مسئله امکان خرابی کلی آن در حملات هوایی را کاهش می‌دهد.
صاحب نظر ششم	۱. معماری این‌گونه مراکز باید به نحوی باشد که در زمان بحران از پایداری و پایداری لازم برخوردار باشد. ۲. در معماری مرکز فرماندهی و کنترل لازم است کلیه اصول پدافند غیرعامل از قبیل کوچک‌سازی، پراکندگی، کاربری دو و چندگانه، سیستم جایگزین جانمایی مناسب اجزاء، ارتباطات مناسب اجزاء، توجه به جداره‌های داخلی و خارجی، طراحی ایرویدینامیک بیرون و همچنین مکان‌یابی مناسب سایت، ایجاد فضاهای دفاعی سدکننده و پیشین، توجه به استتار، اختفا و پوشش مناسب و کاهش اهمیت فضاهای با اهمیت بالا و... توجه شود.	لازم است این مراکز در برابر سلاح‌های متمرکز و نیمه‌متعارف ایمن طراحی شوند و کلیه اصول پدافند غیرعامل در آنها انجام شود.	در طراحی آن ضمن توجه به سازه باید در مبحث معماری سیستم جایگزین پیش‌بینی شود؛ همچنین باید به‌گونه‌ای طراحی شود که برای دشمن ورودی و خروجی‌های سایت مشخص نباشد و در صورت امکان، خروجی اضطراری برای سایت پیش‌بینی شود. البته راه‌های ارتباطی زیرزمینی به سایت‌های دیگر نیز می‌تواند به عنوان راهکار مناسب مد نظر قرار گیرد.



✱ با توجه به هدف مقاله، سه سؤال طراحی شده که با استفاده از دیدگاه‌ها و تجربیات مهندسين و استادان استحکامات تهیه و جمع‌آوری شده و به لحاظ مسائل امنیتی از بردن نام و مسئولیت صاحب‌نظران خودداری شده است:

سؤال اول: معماری مرکز فرماندهی و کنترل در آینده با نگرش به پدافند غیرعامل و لحاظ کردن تهدیدهای هوایی و موشکی نیروهای فرمانطقه‌ای چگونه باید باشد؟
سؤال دوم: فضاهای امن مرکز فرماندهی و کنترل در آینده با نگرش به پدافند غیرعامل و لحاظ کردن تهدیدهای هوایی و موشکی نیروهای فرمانطقه‌ای چگونه باید باشد؟

سؤال سوم: راهروهای ورودی و خروجی مرکز فرماندهی و کنترل در آینده با نگرش به پدافند غیرعامل و لحاظ کردن تهدیدهای هوایی و موشکی نیروهای فرمانطقه‌ای چگونه باید باشد؟

نتیجه‌گیری

برای مقابله با تهدیدهای هوایی در آینده با توجه به اهمیت فرماندهی و کنترل معماری در مرکز فرماندهی و کنترل باید به دو دیدگاه به صورت عام توجه کرد. دیدگاه اول مربوط به همه فضاها یا سازه‌های پوششی در مدخل‌های ورودی و خروجی مرکز اعم از افراد، تجهیزات یا مرتبط با تأسیسات برقی و مکانیکی است که باید اصول پدافند غیرعامل به طور کامل در آن رعایت شود. از جمله این موارد می‌توان به مکان‌یابی دقیق و مناسب، پراکندگی لازم، استتار، اختفا، پوشش و ... با توجه به نوع پوشش و شرایط محیطی منطقه مد نظر اشاره کرد. ایجاد یک تونل نظامی، ساختمان و بنا با معماری مناسب با شرایط محیط پروژه، به خصوص در محل‌های ورود و خروج جهت رعایت اصول پدافندی الزامی است. این کار می‌تواند یک پوشش بسیار مناسب را با توجه به حساسیت فراهم کند. باید همواره دقت کرد که شرایط زیست‌محیطی اطراف مرکز حفظ شود تا مانع از آشکار شدن محل پروژه شود. دیدگاه دوم مربوط به همه فضاهای داخلی است که با توجه به نوع کاربری آنها باید دارای معماری مناسب باشد. به دلیل شرایط خاص مرکز، به خصوص در زمان تهدید و وقوع جنگ، فرماندهان و کارکنان ممکن است مدت زمان طولانی را در این مکان سپری کنند و این امر باعث می‌شود که معماری فضاهای مورد نیاز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار شود.



پیشنهادهای ارائه الگوی معماری مرکز فرماندهی برای مقابله با تهدید هوایی در آینده
برابر بررسی انجام شده، فضاهای مورد نیاز و طرح های مربوط را می توان به شرح زیر بیان کرد:

- فضای ورودی: باید دارای درهای ضد انفجار با قابلیت مقاومت بسیار بالا در برابر امواج انفجار یا اصابت بمب و موشک باشد. ضمناً لازم است مسیر مستقیم درهای ورودی به فضای موج گیر منتهی شود و مدخل های ورودی اصلی (راهروها) با یک زاویه شکست ۹۰ درجه نسبت به مسیر موج گیر، احداث شود. در ابتدای فضای ورودی و خارج از مسیر موج گیر نیز باید فضای نگهبان و افسر مسئول مرکز برای کنترل افراد و تجهیزات در نظر گرفته شود.

- راهروهای داخلی: یکی از قسمت های مهم در معماری داخلی، طراحی راهروهاست. راهروها باید متناسب با کاربری مربوط اعم از افراد یا تجهیزات با ابعاد و اندازه های متناسب با هریک طراحی شود.

شایان ذکر است راهروها همواره باید ارتباط مناسب بین مدخل های ورود و خروج با فضاهای داخلی و گالری های مربوط را فراهم کنند. ابعاد و اندازه راهروها باید به گونه ای باشد که در شرایط بحران، تردد کارکنان و تجهیزات به راحتی انجام گیرد. نورپردازی، پوشش رنگ و استفاده از علائم راهنمای مرکز به خصوص در شرایط تاریکی مطلق برای تردد بسیار مهم است.

- فضاهای اداری: این گونه اماکن باید متناسب با تعداد افراد و وسایل مورد نیاز آن، با ابعاد و اندازه های مشخص در طراحی معماری مد نظر قرار گیرد. باید در محل های ورودی این گونه اتاق ها نیز از درهای ضد انفجار استفاده کرد تا آسیب پذیری فضاهای داخلی کمتر شود.

- فضاهای فرماندهی: این گونه فضاها باید در ایمن ترین محل های مرکز پیش بینی شود؛ ضمناً باید با اتاق های جلسات، مرکز ارتباطات و پیام و گالری خروجی نیز به راحتی ارتباط داشته باشد. در داخل دفاتر فرماندهی، محل آجودان، سرویس بهداشتی و استراحت نیز باید تعبیه شود. همه سیستم های ارتباطی اعم از باسیم، بی سیم، رایانه و کنترلی دیگر هم باید مد نظر قرار گیرد.

- اتاق جنگ: این فضاها باید تا حد امکان به فضاهای فرماندهی نزدیک باشد و پیش بینی تعداد افراد، وسایل و تجهیزات مربوط و همچنین تأسیسات برقی و مکانیکی و ارتباطی مناسب در آن انجام گیرد.



- فضای جلسات (کنفرانس): این محل نیز باید به فضای فرماندهی نزدیک باشد. ابعاد و اندازه آن نیز متناسب با تعداد افراد و تجهیزات پیش‌بینی شود. ضمناً سیستم ارتباطی مناسب باید تعبیه شود.

- فضاهای آسایشگاهی (خوابگاه): این گونه فضاها باید در هر بال به تعداد مناسب و برحسب فضاهای موجود در آن پیش‌بینی شود. ابعاد، اندازه، نوع مصالح مصرفی داخلی، نورپردازی و رنگ مربوط دارای اهمیت زیادی است؛ زیرا بعضاً ممکن است افراد مدت‌های طولانی را دور از محیط بیرون، داخل آن سپری کنند که باید اوقات مربوط را به نحو مطلوب و با آرامش بگذرانند.

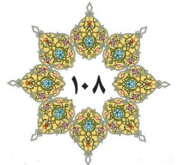
- فضاهای مخابراتی، ارتباطی و تلفن‌خانه: یکی از فضاهای مهم در مرکز است. باید ابعاد و اندازه اتاق‌ها برحسب تجهیزات خاص آن پیش‌بینی شود. نوع تهویه پوشش دیوار از نظر عایق‌های صوتی و برقراری سیستم‌های ارتباطی لازم در این فضاها حائز اهمیت است.

- فضاهای آشپزخانه، غذاخوری، انبار و سردخانه: فضاهای مذکور از فضاهای مهم در مرکز هستند. ابعاد و اندازه این گونه فضاها باید براساس نوع کاربری و تجهیزات خاص به خصوص در آشپزخانه یا تعداد افراد یا نحوه چینش میزها و صندلی‌های مربوط در غذاخوری و همچنین تعداد و حجم مواد غذایی مورد نیاز در انبار سردخانه مربوط، در طراحی معماری مد نظر قرار گیرد.

- فضای بایگانی: محل بایگانی اسناد و مدارک با توجه به طبقه‌بندی بسیار بالای آن در طراحی معماری حائز اهمیت است. این فضا باید تا حد امکان به مرکز پیام نزدیک باشد. افزایش ضخامت دیوارها و سقف‌ها و همچنین تعبیه در ضد انفجار در مدخل ورودی و به‌کارگیری تجهیزات ضد سرقت و آتش در آن بسیار مهم است.

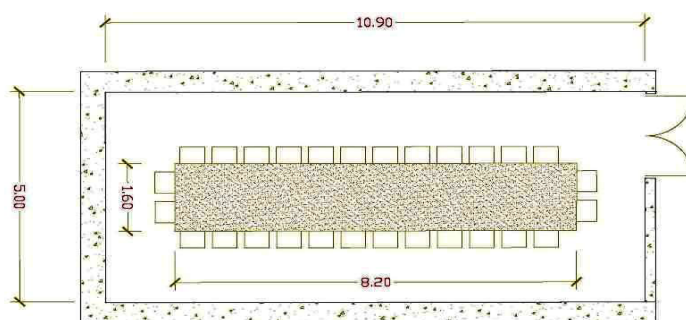
- فضای کمک‌های اولیه (بهداری): وجود این فضا با توجه به حساسیت مرکز و احتمال آسیب‌پذیری کارکنان، بسیار الزامی است. ابعاد و اندازه آن با توجه به تعداد کارکنان و نوع خدمت‌رسانی آن که عموماً در حد یک بهداری معمولی است، در طراحی باید مد نظر قرار گیرد. در این فضا باید محل مناسب برای تخت‌های مداوا، سرویس‌های بهداشتی، تجهیزات و وسایل پزشکی پیش‌بینی شود.

- محل نمازخانه: از فضاهایی که باید برای انجام فرایض دینی و بعضاً مراسم خاص یا کاربری‌های مختلف دیگر در مرکز طراحی شود. ابعاد و اندازه آن برحسب تعداد افراد باید مد نظر قرار گیرد.

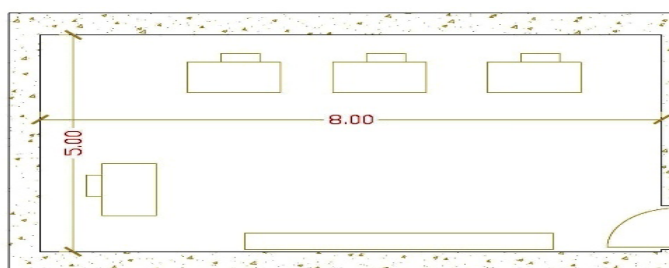


- فضای سرویس های بهداشتی: این فضاها باید عموماً در انتهای بال های مرکز و در مجاورت شفت های تهویه هوا و خروجی های فاضلاب و آب مربوط قرار گیرد. تعداد و ابعاد سرویس ها براساس تعداد افراد و فضاهای موجود باید در معماری مربوط در نظر گرفته شود.

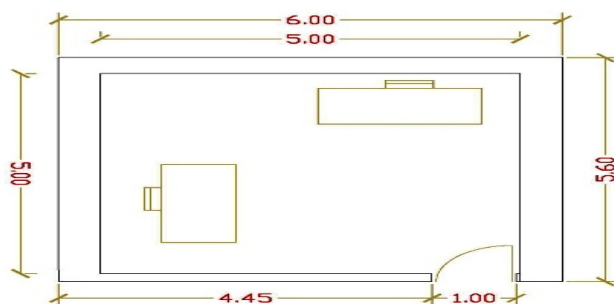
- طرح معماری فضاهای مهم مرکز فرماندهی و کنترل برای مقابله با تهدیدهای هوایی آینده به شرح زیر ارائه می شود:



نقشه ۲- اتاق جنگ

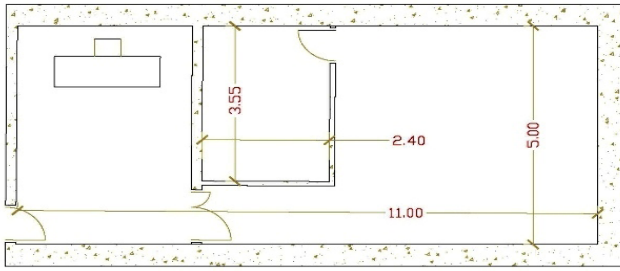


نقشه ۲- اتاق رؤسا و فرماندهان

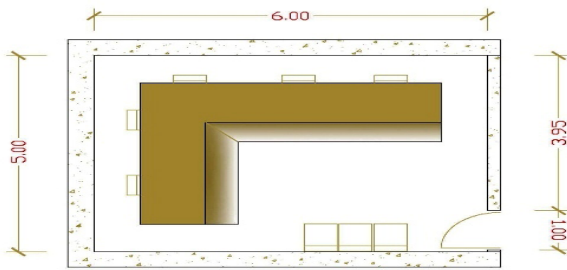


نقشه ۳- دبیرخانه

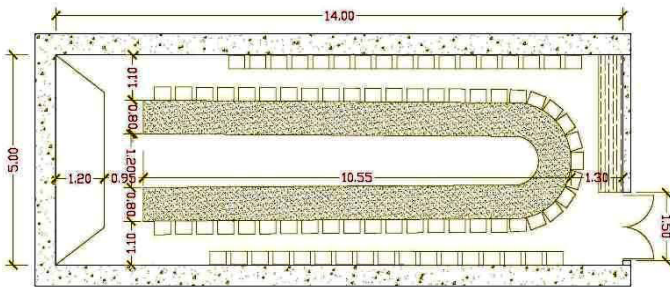




نقشه ۴ - فرماندهی و اجودان



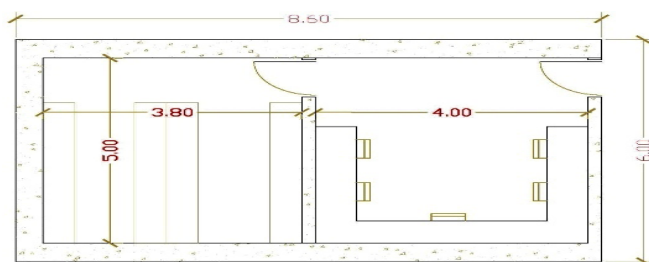
نقشه ۵ - اداری



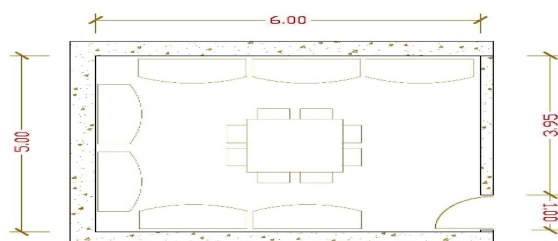
نقشه ۶ - سالن کنفرانس



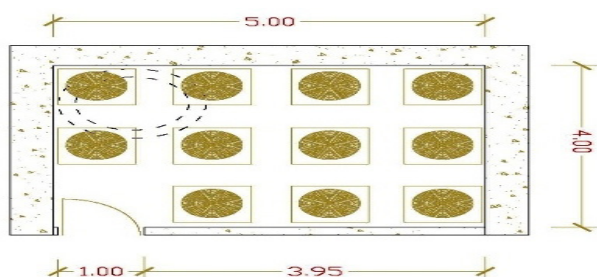
نقشه ۷ - مانیتورینگ



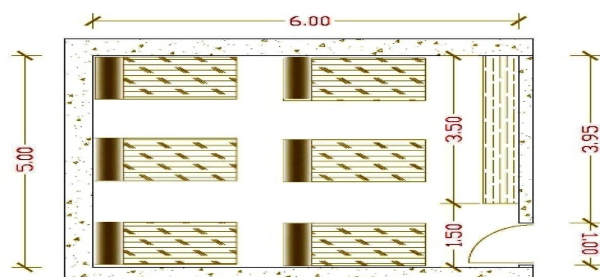
نقشه ۸ - تلفن خانه



نقشه ۹ - بی سیم و باسیم

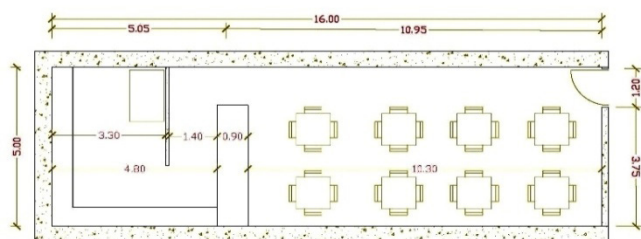


نقشه ۱۰ - فیلترینگ

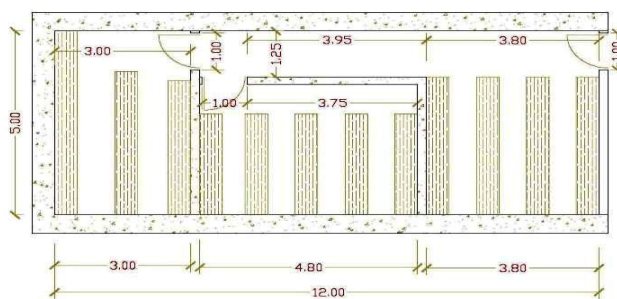


نقشه ۱۱ - خوابگاه

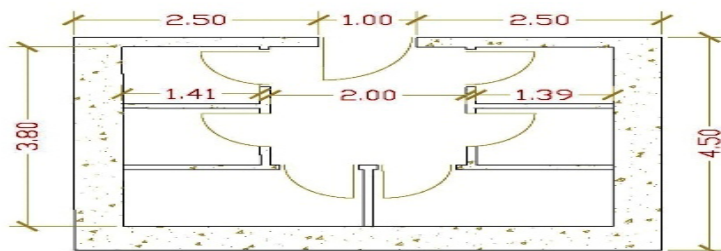




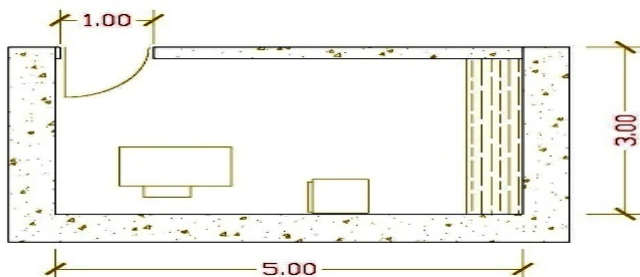
نقشه ۱۲- آشپزخانه



نقشه ۱۳- سردخانه و انباری



نقشه ۱۴- سرویس دستشویی



نقشه ۱۵- نگهبان



منابع فارسی

- اصغریان جدی، احمد (۱۳۷۴)، «دفاع غیرعامل در ارگ بم»، نشریه صفه، شماره ۱۹ و ۲۰، تهران: دانشگاه شهید بهشتی.
- اصغریان جدی، احمد (۱۳۸۳)، الزامات معمارانه در پدافند غیرعامل پایدار، تهران: دانشکده معماری شهید بهشتی، پایان نامه دکتري.
- اصغریان جدی، احمد (۱۳۸۶)، الزامات معمارانه در پدافند غیرعامل پایدار، تهران: دانشگاه شهید بهشتی.
- اصلانی، یعقوب (۱۳۸۸)، راکت و موشک‌های استراتژیک جهان، ج اول، تهران: عقیدتی سیاسی نهجا.
- اکبری، عباس (۱۳۸۴)، «پدافند غیرعامل، اصول و ملاحظات»، تهران: معاونت پدافند غیرعامل قرارگاه پدافند هوایی خاتم الانبیاء، نشریه شماره ۳.
- ایو، لاکست (۱۳۷۶)، جغرافیا نخست در خدمت جنگ، تهران: انتشارات آستان قدس رضوی.
- بلکول، جیمز (۱۳۷۹)، صاعقه در صحرا، ترجمه حمید فرهادی‌نیا و هوشمند نامور، تهران: مؤسسه اطلاعات.
- پرواس، سید رضا و همکاران (۱۳۹۰)، جنگ ناهم‌تراز، تهران: دافوس آجا.
- چگینی، حسن (۱۳۷۴)، طرح‌ریزی استراتژیک نظامی و برنامه‌ریزی دفاعی، تهران: دانشگاه عالی دفاع ملی، فروردین.
- حاجیانی، ابراهیم (۱۳۹۰)، آینده‌پژوهی، تهران: انتشارات دانشگاه امام صادق (ع).
- حسینی امینی، حسن (۱۳۸۷)، مفاهیم بنیادین در پدافند غیرعامل، تهران: سازمان پدافند غیرعامل.
- حسینی، بهشید (۱۳۸۳)، طراحی معماری با ملاحظات پدافند غیر عامل، تهران: دانشگاه شهید بهشتی.
- حسینی، سید ضیاء (۱۳۸۸/۰۵/۳۱)، «معماری دفاعی با رویکرد پدافند غیرعامل»، قابل دسترسی در:
- www.aftabir.com/articles/do_search.php.
- خواجوند، پرویز (۱۳۹۱)، ارائه معماری مناسب در سازه‌های پادگانی، با نگرش به حملات هوایی نیروهای فرمانطقه‌ای، پایان نامه، تهران: دافوس آجا.



- داعی نژاد، فرامرز و امین زاده و حسینی (۱۳۸۵)، اصول و رهنمودهای طراحی و تجهیز فضای باز مجموعه‌های مسکونی به منظور پدافند غیرعامل، تهران: مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.

- شریفان، اسماعیل (۱۳۸۹)، طرح‌ریزی جنگ‌افزارهای آفندی، تهران: دافوس آجا.
- طالبی، محمدرضا (۱۳۸۷)، بررسی ملاحظات پدافند غیرعامل در طراحی تأسیسات تونل‌های نظامی با کاربری فرماندهی و کنترل، تهران: دانشگاه مالک اشتر، دانشکده پدافند غیرعامل، تابستان.

- قرارگاه پدافند غیرعامل خاتم‌الانبیاء (۱۳۸۴)، «آشنایی با فضاهای امن و پناهگاهی»، تهران: معاونت پدافند غیرعامل، نشریه شماره ۵، پاییز.

- قرارگاه پدافند غیرعامل خاتم‌الانبیاء (۱۳۸۴)، «آشنایی با اصول و ملاحظات»، تهران: معاونت پدافند غیرعامل، نشریه شماره ۳.

- قربانعلی‌نژاد، مهدی (۱۳۹۱)، ارائه معماری مناسب مراکز فرماندهی و کنترل با نگرش به پدافند غیرعامل در برابر تهدیدات هوایی و موشکی نیروهای فرمانطقه‌ای، پایان‌نامه، تهران: دافوس آجا.

- قنوت، مسعود و عبدالحسین فرج پور (۱۳۸۷)، طرح‌ریزی پدافند غیر عامل، تهران: دافوس آجا.

- کلانتریان، سید محمد مهدی و همکاران (مرداد ۱۳۸۴)، ضوابط و مقررات طرح و اجرای تونل‌های نظامی، ج اول، چ اول، تهران: مرکز مطالعات و پژوهش‌های مهندسی سپاه.

- لونی، محمدرضا و همکاران (۱۳۹۰)، آیین متجاوز (کشور آمریکا)، تهران: دافوس آجا.

- لیندگرن، مارتین (۱۳۸۶)، طراحی سناریو (پیوند بین آینده و راهبرد)، ترجمه عزیز تاتاری، تهران: مؤسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی.

- مبحث ۲۱ مقررات ملی ساختمان (پیش‌نویس) (۱۳۸۸)، پدافند غیر عامل، تهران: وزارت مسکن و شهرسازی.

- موحدی نیا، جعفر (آذر ماه ۱۳۸۲)، دفاع غیر عامل، تهران: ستاد تدوین متون درسی دافوس سپاه، آذر.



منابع لاتین

- Bonomo, J.L & Thomson, JA, (1987), Promise of Defense, NTIS Springfieldusa.
- Command and Control (C2), US. Department of Defense(2002), DoD Minimum Antiterrorist Standards for - Buildings (UFC 4-010-01), Washington, DC: United States Department of Defense.
- Department of Defense (DOD) (2002), Minimum Antiterrorism Standards for Building, USA.
- Design and Analysis of Hardened Structures to Conventional Weapons Effects (DAHS-CWE) (UFC 3-340-01) (TM 5-855-1) (2005), Washington, DC: United States Department of Defense.

