

# فصلنامه علمی-ترویجی پدافند غیرعامل

سال هفتم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۵، (پیاپی ۲۶): صص ۴۰-۲۹

## مبانی طراحی معماری فضاهای زیرزمینی با ملاحظات دفاع غیرعامل

سید احمد مهدی نیا<sup>۱</sup>، سید جواد هاشمی فشارکی<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۸/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۲/۲۵

### چکیده

رشد گسترده تمدن در مقیاس جهانی، اثر چشم‌گیری بر نحوه زندگی بشر خواهد داشت. درحالی‌که جمعیت کره زمین در حال افزایش است و جهان نیز می‌بایست غذا، انرژی و منابع معدنی بیش‌تری جهت حمایت از این رشد فزاینده فراهم نماید و استفاده از فضاهای زیرزمینی به اصلاح و بهبود این وضعیت کمک می‌نماید. فضاهای زیرزمینی نقش اساسی در حفاظت فیزیکی از سرمایه‌های ملی دارند لذا توجه جدی به رعایت ملاحظات دفاع غیرعامل در طراحی معماری این فضاها، علاوه بر رفع مشکلات عملکردی، باعث مصونیت بخشی آن‌ها شده و به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های برتری قدرت و امنیت در زمان تهدید خواهند بود. در این تحقیق ابتدا فضاهای زیرزمینی بررسی و شناخت کلی از آن ارائه شد و سپس با ارائه الگوهای کاربردی در بخش‌هایی مانند: طراحی نمای بیرونی و ورودی‌ها، جانمایی و سازماندهی فضاها، طراحی داخلی، نظام نورپردازی و امنیت و ایمنی در شرایط مختلف، به مبانی طراحی معماری فضاهای زیرزمینی پرداخته شده است. طراحی معماری هر فضای زیرزمینی با توجه به وضعیت حاکم بر آن مثل شیب‌داربودن سطح، محصوربودن سطح روی فضای زیرزمینی و تراکم بالای ساختمانی در سطح و ... و نیز نوع کارکرد آن مثل تجاری، ورزشی، نظامی و ... به‌طور خاص انجام می‌شود؛ که لحاظ‌کردن اهداف طراحی و نیز الگوهای ارائه‌شده کمک شایانی به بهره‌برداری بهتر آن می‌نمایند و از نظر عملکردی نیز مشکلات کم‌تری گریبانگیر بهره‌برداران خواهد شد.

**کلیدواژه‌ها:** طراحی، دفاع غیرعامل، فضاهای زیرزمینی، الگو

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه جامع امام حسین (ع) - kpmahdina@ihu.ac.ir - نویسنده مسئول

۲- دکتری دانشگاه عالی دفاع ملی

## ۱. مقدمه

امروزه در مقیاس شهری و محلی، استفاده از تأسیسات زیرزمینی به منظور تأمین نیازهای پیچیده جامعه امروزی رو به افزایش است، در حالی که کیفیت محیط زیست را نیز بهبود می بخشد. برای مثال، مناطق شهری و مناطق روستایی نیازمند سامانه حمل و نقل کارا، تأمین خدمات و تأسیسات رفاهی و تفریحی می باشند.

قراردهی تأسیسات و ساختمانها در زیرزمین روشی نوید بخش است برای کمک به کاهش شدت مصرف زمین که ناشی از رشد جمعیت و گسترش شهرنشینی در جهان است. اگرچه متوسط تراکم جمعیت در جهان رقم بسیار بزرگی نیست [۱]. همچنین، در هر عصر و زمانی فضاهای زیرزمینی، بهترین حفاظت را در مقابل حملات دشمن با هر کیفیتی به وجود آورده اند. نیاکان ما این حفاظت را از طریق غارها، قلعه های مستحکم و ... فراهم می نمودند. در حال حاضر نیز عملکرد کشورهای قدرتمند نظامی و مهاجم در خصوص ساخت پناهگاه نشان می دهد که این حفاظت هنوز هم از درجه اهمیت فوق العاده ای برخوردار بوده و عاملی در تأمین ادامه حیات یک ملت محسوب می گردد. و تجربه ۸ ساله جنگ تحمیلی و حملات وسیع هوایی و موشکی دشمن به مناطق مسکونی، کارخانجات و سایر تأسیسات زیربنایی که خسارات و تلفات مالی و انسانی قابل توجهی به کشور وارد نمود، نمونه ای از این واقعیتها است.

این نوع تأسیسات امکان مخفی نمودن نفرات، تجهیزات و عملیات فرماندهی و کنترل را که در اجرای موفقیت آمیز جنگ ضروری است برای کشورها فراهم می نماید. به طور کلی چنین تأسیساتی قادر خواهند بود که حیاتی و حساس ترین اهداف نظامی، غیرنظامی و دولتی را حفاظت نموده و در پیروزی جنگ مؤثر باشند، یا حداقل مانعی بر سر راه دشمن در نابودی امکانات خودی گردند [۲].

با توجه به این که طراحی همه مقیاس های فضایی در محیط مصنوع، در قلمرو دانش و مهارت معماری قلمداد می شوند، بنابراین باید در معماری به دنبال راه حلی جهت کاهش آسیب پذیری ساختمانها و تلفات انسانی در برابر تهدیدات ناشی از بمباران شهرها و حملات تروریستی بود. و فضای معماری یکی از بخش هایی در ساختمان است که با طراحی مناسب آن می شود از افزایش تلفات انسانی و تخریب تجهیزات داخل ساختمان جلوگیری نمود [۳].

## ۱-۱. سوالات تحقیق:

- ۱- طراحی معماری فضاهای زیرزمینی چگونه است؟
- ۲- فضاهای زیرزمینی از چه ویژگی هایی برخوردارند؟
- ۳- چه راهبردهایی در طراحی این فضاها، نگرانی های منفی را کاهش می دهد و محیطی سالم و مطلوب را به وجود می آورد؟

## ۱-۲. هدف تحقیق:

تعیین اصول طراحی معماری فضاهای زیرزمینی با رعایت ملاحظات دفاع غیرعامل

## ۲. بیان مساله

رشد بی رویه جمعیت، منجر به شهرنشینی و در نتیجه مصرف بیش از حد و غیرمسئولانه انرژی های فسیلی شده است. فعالیت های انسانی در کره زمین از یک سو به دلیل استفاده از منابع به شیوه کنونی فرصت ها و امکانات نسل های آینده را به خطر انداخته و از سوی دیگر شهرها، که جایگاه اصلی فعالیت های انسانی اند و بزرگ ترین مصرف کننده منابع طبیعی نیز به شمار می آیند را مورد تهدید جدی قرار داده است. مشکلات ناشی از شدت استفاده از زمین و اثرات اقتصادی عوامل مهمی هستند که مطالعه استفاده از فضاهای زیرسطحی را بالقوه جذاب می سازند. هنگامی که فضای روستحی به طور کامل مورد استفاده قرار می گیرد، فضای زیرسطحی به عنوان یکی از مناطق کمیاب دارای قابلیت توسعه مطرح می گردد و امکان اضافه کردن تأسیسات جدید و مورد نیاز را بدون آسیب رساندن بیش تر به محیط بالای سطح زمین فراهم می آورد.

بنابراین با توسعه فضاهای زیرزمینی امکان ایجاد فضاهای متنوع و متفاوت در کاربری های شهری ایجاد می شود که با عملکردهای متنوع و چندمنظوره برای شرایط عادی و بحرانی قابلیت های فراوانی را دارا می باشند.

در واقع عدم تعیین اصول و مبانی برای طراحی معماری فضاهای زیرزمینی با ملاحظات دفاع غیرعامل در هنگام بهره برداری از این فضاها مخصوصاً در مواقع تهدیدات، خطرات بسیار زیادی را هم برای خود فضاهای زیرزمینی و هم برای افراد و تجهیزات مستقر در آن ایجاد خواهد نمود.

بنابراین مسئله در تحقیق این است که چه اصول و مبانی ای را با توجه به ملاحظات دفاع غیرعامل بایستی در معماری این فضاها به کاربرد تا هم فضای مورد نظر در زمان تهدیدات از امنیت لازم برخوردار باشد و هم در شرایط عادی نیازی از مجموعه بهره برداری کننده را برآورده نماید.

## ۳. اهمیت و ضرورت پژوهش

همان طور که می دانیم گسترش شهر نیاز به این دارد که فعالیت های فرهنگی، خدماتی و رفاهی مراکز خرید و تسهیلات شهری در مرکز شهر قدیمی افزایش یابد. از طرفی نیاز به حل مشکل ترافیک با افزایش این جمعیت حس می شود. از آنجایی که مراکز شهری در حالت اولیه بسیار متمرکزند، ساخت و ساز در زیر زمین می تواند بسیاری از عملکردها را دربر گیرد و فشار روی سطح را کم کند. در ضمن می تواند

- مقاومت بالای این نوع سازه‌ها در برابر انواع سلاح‌های پیشرفته موجود.
- رعایت بالاترین درجه امنیت اطلاعات و ضدجاسوسی در مقابل سامانه‌های شناسایی.
- دشواری امکان شناسایی فعالیت‌های در حال انجام در یک مرکز زیرزمینی حتی در صورت کشف و شناسایی [۸].
- سهولت احداث تونل با دستگاه‌های حفاری که دارای موتور چرخ‌دنده هستند.
- مقاومت بالای خمشی و پیچشی در مقابل بارهای وارده و توزیع همگن تنش در سازه‌های زیرزمینی در زمان اجرا و بهره‌برداری.
- پایداری و عمر طولانی‌تر سازه‌های زیرزمینی [۹].
- فضاهای زیرزمینی ضمن کاهش آلودگی‌های صوتی، ترافیکی و بصری، فضاهای روزمینی و سطحی بیش‌تری برای امور مربوط به افزایش کیفیت محیط زیست نظیر افزایش بوستان‌ها، فضاهای سبز، مراکز تفریحی و کیفیت بهتر هوا در دسترس قرار می‌دهند.
- در گسترش شهری می‌توان با استفاده از ساخت و ساز در زیر زمین فضای ارزشمند را تأمین کرد، بدون آن‌که مرزهای شهری را گسترش داد، که دلیل اصلی گسترش افقی شهر و افزایش هزینه‌ها و انرژی است [۴].

#### ۴-۲. خصوصیات فضاهای زیرزمینی

- زیرزمین فضایی است که می‌تواند جایگاه نمونه‌های زیربنایی و فعالیت‌هایی باشد که در سطح زمین وجودشان باعث بروز مشکلات امنیتی، شهری و زیست محیطی و ... می‌باشد.
- دارا بودن امنیت فوق‌العاده بیشتر نسبت به سطح زمین. این ایمنی و حفاظت علاوه بر امور نظامی شامل حفاظت‌های گرمایی، آلودگی صدا و امنیت در برابر برخی از خرابی‌هایی است که در سطح زمین امکان بروز آن زیاد می‌باشد.
- کاهش نیاز به سیستم‌های حمل و نقل و کوتاه ساختن زمان و فاصله آمد و شد؛ و همچنین کاهش حجم ترافیکی و افزایش سرعت حمل و نقل [۱۰].
- موضوع تملک و خریداری فضاهای زیرزمینی نیز حداقل در میان مدت، بسیار سهل‌تر و ارزان‌تر از اراضی روی سطحی است [۹].
- ساختارهای زیرزمینی معمولاً به سرمایه‌گذاری اولیه بیش‌تر در طول دوره ساخت نیاز دارند ولی در مقایسه با ساختارهای روزمینی با عملکردی مشابه هزینه‌های کم‌تری در حوزه نگهداری خواهند داشت. این امر با دمای ثابت فضای

یک راه حل مناسب برای مسائل ترافیکی باشد و در کل باید گفت کاربری مهم زمین و در واقع استفاده کارآمدتر از خط عمودی توسط ادغام فضای زیرزمینی با زندگی هر روزه شهر می‌تواند راه حل مناسبی باشد. این نشان می‌دهد که ساخت و ساز زیرزمینی می‌تواند موجب پیشرفت کیفیت زندگی شود [۴].

سوابق جنگ‌های اخیر نشانگر این است که حملات دشمن محدود به مراکز حیاتی، حساس و مهم نظامی و غیرنظامی نگردیده و حمله به جمعیت مردمی و غیرنظامی ساکن شهرها و مناطق مسکونی با هدف ایجاد اغتشاش روحی، روانی و برهم‌زدن نظم اجتماعی، سست‌نمودن نیروهای دفاعی و نگران‌ساختن آن‌ها نسبت به اوضاع پشت جبهه‌ها و از بین بردن مقاومت عقبه‌های پشتیبانی از جبهه، جزء اهداف دشمن می‌باشد. با عنایت به اهمیت فضاهای زیرزمینی و سازه‌های امن در حوزه اقدامات دفاع غیرعامل، لزوم اتخاذ تدابیر لازم در جهت ساخت و احداث آن‌ها، در زمان صلح و به‌کارگیری آن در زمان تهدید و حملات دشمن بسیار حائز اهمیت می‌باشد [۵].

همچنین، توسعه کمی و کیفی جمعیت و تمدن بشری در مقیاس جهانی، اثر چشمگیری بر نحوه زندگی بشر در آینده خواهد داشت. درحالی‌که جمعیت کره زمین در حال افزایش است و کشورها در جست‌وجوی استانداردهای بهتری برای زندگی می‌باشند، با توجه به مباحث مربوط به پدیده گرمایش زمین و رشد جمعیت استفاده از فضاهای زیرزمینی، فرصت‌هایی آرایه می‌نماید که به اصلاح و بهبود این روند کمک می‌نماید. بنابراین با انتقال عملکردها و تأسیسات معینی به زیر سطح زمین، می‌توان از فضای روی سطح زمین به‌گونه‌ای کاراتر، در نواحی شهری استفاده نمود. استفاده از فضای زیرزمینی، همچنین انسان را قادر می‌سازد تا در نواحی متراکم به‌طور راحت‌تری زندگی نموده و کیفیت زندگی خود را بهبود ببخشد [۶].

#### ۴. شناخت فضاهای زیرزمینی

فضاهای زیرزمینی یا زیرسطحی، فضاهایی هستند که تمام یا درصدی از کالبد آن‌ها در زیرزمین ساخته شده باشد این‌گونه فضاها در طول تاریخ با فرم‌ها و اهداف گوناگون از جمله امنیتی، ناسازگاری آب و هوا، حفظ و نگهداری محصولات، عمر بیش‌تر ساختمان‌های زیرزمینی، کمبود فضا، کاهش آلودگی و ... مورد استفاده قرار گرفته‌اند. و در توصیف فضاهایی به‌کار می‌رود که از گذشته‌های دور تا دوران معاصر با اهداف گوناگون اقلیمی، امنیتی، اقتصادی، حفاظتی و ... به‌کار گرفته می‌شود، به‌طوری‌که تمام یا قسمتی از آن‌ها در زیر زمین قرار گیرد [۷].

#### ۴-۱. دلایل اهمیت سازه‌های زیرزمینی

- چندمنظوره بودن فضاهای زیرزمینی.

- اجازه داده نشود که تأسیسات ساختمان (دالان‌های تهویه، سکوها، بارگیری، درب‌های خروج اضطراری) سیمای غالب ساختمان را تحت تأثیر خود آورند. تا حد امکان، ورودی‌های پیاده، بالابرهای اتومبیل و ورودی‌های خدماتی از هم مجزا شوند.

- ورودی (یا ورودی‌های) واضح و خوانایی طراحی شود که از فاصله‌ای دور و در طول مسیرهای اصلی دسترسی به بنا قابل شناسایی باشند.

- هنگامی که ورود به یک تأسیسات زیرزمینی از طریق ساختمان‌های رو یا زیرزمینی مجاور آن صورت می‌گیرد، ورودی این بناها می‌بایست برای افراد مشخص باشد و علامت‌گذاری شود.

- از ورودی برای ایجاد ارتباط بصری میان محیط بیرونی و داخل ساختمان استفاده گردد.

#### ۱-۲-۵. الگوهای طراحی

##### - الگوی ۱: فضاهای سبز بر روی فضاهای زیرزمینی

از فضاهای سبز بر روی فضاهای زیرزمینی جهت استتار و ایجاد یکنواختی در پراکندگی بازتابش امواج راداری و کاهش انتقال موج انفجار احتمالی به درون سازه زیرزمینی استفاده شود.

##### - الگوی ۲: طراحی ورودی‌ها به صورت شیب‌راه

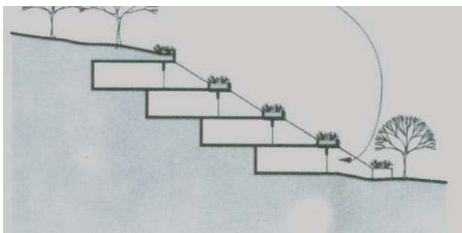
در مسیرهای ورودی به فضای امن جهت رفاه حال معلولین و دسترسی آسان افراد، استفاده از سطح شیب‌دار اولویت دارد که شیب آن با توجه به استانداردهای لازم برای انواع افراد استفاده کننده باید در نظر گرفته شود.

بنابراین ورودی‌های اصلی و فرعی فضاهای زیرزمینی می‌تواند به صورت شیب‌راه طراحی گردد و از شیب منفی و قوس و انحنا نیز جهت استهلاک و انحراف موج انفجار استفاده شود.

##### - الگوی ۳: ساختمان‌های تراس‌دار با ورودی واقع در

##### دامنه شیب

در سایت‌های شیب‌دار، تأسیسات زیرزمینی در دامنه بلندی ایجاد شود تا ورود به آن‌ها افقی و بدون نیاز به دسترسی‌های عمودی انجام پذیرد.



شکل ۱- یک بنای چندسطحی تراس‌دار با ورودی در دامنه شیب [۱]

زیرزمینی و محافظت طبیعی در برابر تأثیرات بیرونی همراه است [۱۰].

- فضاهای زیرزمینی تأثیر بر محیط طبیعی را به حداقل رسانده و امتیازی به نفع انسان و محیط زیست می‌باشد [۷].

#### ۴-۳. کاربرد فضاهای زیرزمینی

موارد کاربرد فضاهای زیرزمینی نیز در جدول زیر به اختصار بیان شده است:

جدول ۱- موارد کاربرد فضاهای زیر زمینی [۱۱]

کاربرد فضاهای زیرزمینی	رده بندی
بیمارستان، مراکز بایگانی اسناد، فروشگاه، مراکز مخابراتی، انبار کالا و مواد غذایی، تعمیرگاه کشتی، ایستگاه مترو، پارکینگ وسایط نقلیه	شهری - خدماتی
موزه، کتابخانه، فرهنگسرا، سالن نمایش (سینما و تئاتر)	فرهنگی - هنری
مجموعه‌های ورزشی برای بازی‌های سالنی (هاکی، والیبال و ...)، استخر شنا و سونا	ورزشی
پناهگاه، آشیانه هواپیما، انبار تسلیحات و مواد منفجره، پارکینگ زیردریایی، مراکز حساس نظامی نظیر سامانه‌های کامپیوتری، پایگاه دریایی	نظامی
نیروگاه برق آبی، نیروگاه تلمبه ذخیره‌ای، ذخیره هوای فشرده، انرژی ابررسانا و آب داغ	نیروگاه و ذخیره انرژی
مواد سوختی (نفتی)، گازها (به صورت مایع شده یا تحت فشار)، آب آشامیدنی	ذخیره سیالات
فضولات سمی، غیرسمی و هسته‌ای، سامانه‌های فاضلاب و عمل‌آوری آب‌های زیرزمینی	دفن فضولات و فاضلاب

#### ۵. یافته‌های مبانی طراحی معماری فضاهای

##### زیرزمینی با ملاحظات دفاع غیرعامل

راهبردهای طراحی که بدان‌ها اشاره می‌شود، بیشتر پیشنهادی هستند تا قطعی. راهبردهای طراحی، همان‌طور که در اینجا مطرح می‌گردد، جهت ایجاد ابزاری برای سازماندهی اطلاعات در مسیری مفید برای انواع مختلفی از مقاصد ارائه می‌گردند:

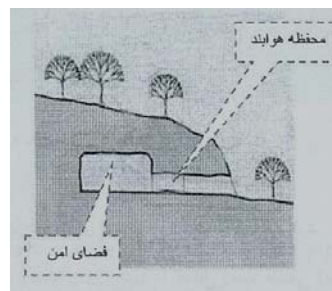
##### ۱-۵. طراحی نمای بیرونی و ورودی‌ها

##### ۱-۱-۵. اهداف طراحی

- انواع موانع در محوطه عبور ممنوع ساختمان‌های ورودی فضاهای زیرزمینی به منظور جلوگیری از تردد در زمان بهره‌برداری طراحی شود.

#### - الگوی ۴: ورودی واقع در دامنه شیب به یک ساختمان منفرد

برای فضاهای ساخته شده در زیر سایت‌های تپه‌ای و یا در مناطق کوهستانی، ورود به بنا از طریق تونل‌های افقی به تنهایی ایجاد می‌شود. در این الگو دسترسی به صورت افقی می‌باشد که به‌طور مستقیم وارد فضای امن می‌شود.



شکل ۲- فضای عمیق و غار مانند با تونل افقی ورودی [۱۲]

#### - الگوی ۵: ورود از طریق حیاط‌های محصور زیرسطحی (گودال باغچه‌ها)

در زمین‌های صاف و هنگامی که توده ساختمانی رو سطحی وجود ندارد، ورودی از طریق حیاط‌های محصور زیرسطحی (گودال باغچه‌ها) ایجاد شود.

#### - الگوی ۶: سازه‌های واقع در فضای بالای راه‌پله‌ها و پله‌های برقی (مسیر دسترسی)

سازه‌های فضایی بر روی راه‌پله‌ها و پله‌های برقی قرار گیرد تا سیمایی قابل تشخیص با دسترسی مطبوع به داخل تأسیسات فراهم گردد. از محاسن ایجاد سازه‌ها در فضای باز و بالای ورودی‌ها، نقش حفاظتی آن‌ها در مقابل موج انفجار، ترکش‌ها، باران و... است.

#### - الگوی ۷: پل‌های ورودی بر روی سطح زمین

در سایت‌های هموار، از سازه‌های محصور روزمینی به‌عنوان ورودی تأسیسات زیرزمینی استفاده گردد.

#### - الگوی ۸: ورود از طریق توده بزرگ ساختمانی بر روی سطح زمین

ورود به ساختمان زیرزمینی از میان یک ساختمان رو سطحی که ممکن است بنای مجاور و مجزا یا جزئی از سازه ساختمان زیرزمینی باشد، فراهم شود.

#### ۲-۵ الزامات پدافند غیرعاملی در طراحی معماری

##### ۱-۲-۵ اهداف طراحی

- فاصله لازم مابین فضاها و اجزای حساس فضاهای زیرزمینی باید رعایت شود.

- طراحی راه‌های دسترسی سایت به ورودی‌های فضاهای زیرزمینی باید با پراکندگی در جهات مختلف و تعدد (موازی سازی) انجام گیرد.

- پراکندگی در طراحی و اجرای ورودی‌ها (حداقل یک ورودی و خروجی اصلی و یک ورودی و خروجی فرعی) در جهات مختلف و خلاف جهت باد انجام گیرد.

- درب فضاها و اتاق‌های فضاهای زیرزمینی در مقابل یک‌دیگر قرار نداشته باشند و فاصله مناسب و منطقی بین آن‌ها رعایت گردد.

- بازشوی درب فضاها و اتاق‌های فضاهای زیرزمینی به سمت بیرون باشد.

- کوچک‌سازی (همراه با جداسازی فضاها از دیدگاه سازه‌ای و معماری)، جهت امکان پذیرش قابلیت بهره‌برداری سایر قسمت‌ها با صرف نظر کردن از بهره‌برداری قسمت‌های آسیب دیده (در صورتی که مرمت و بازسازی آن‌ها زمان‌بر و هزینه‌بر می‌باشد) صورت گیرد.

- از مصالح سبک و مقاوم و قابل دسترسی سریع (حتی المقدور در شرایط بحرانی) استفاده شود.

- تأمین شبکه‌های اضطراری برق در طراحی‌ها باید لحاظ گردد. و همچنین سامانه تهویه برقی و مکانیکی طراحی شود.

- به‌کاربردن وسایل روشنایی شکننده که در هنگام بمباران امکان شکستن آن‌ها و مجروح نمودن افراد وجود دارد ممنوع بوده و یا حتی‌الامکان از مصرف آن‌ها باید خودداری گردد.

#### ۲-۲-۵ الگوهای طراحی

##### ۱- الگوی ۱: دوری از همجواری‌های شناخته شده

حتی المقدور در مرحله مکان‌یابی باید سعی گردد از مجاورت با اماکن، تأسیسات و مراکز شاخص که به خودی خود به‌عنوان یک هدف بالقوه و نشانه به‌شمار می‌روند خودداری نمود چراکه علاوه بر آن که احتمال آسیب ناخواسته داده می‌شود، احتمال شناسایی سریع‌تر نیز وجود دارد.

##### ۲- الگوی ۲: ساختمان فریب

برای این که شناسایی برای دشمن سخت‌تر گردد ساختمان‌هایی متناسب با سبک ساختمان‌های بومی آن محیط ساخته شود و فضای اصلی ساختمان زیرزمینی قابل شناسایی نباشد و می‌توان کاربری فریبی نیز برای آن انتخاب گردد.

##### ۳- الگوی ۳: تعبیه دال‌های انفجاری جهت امنیت فضای

##### زیرزمینی

دال عضوی است که ضخامت آن در مقابل عرض و طول کوچک بوده

ساختمان زیرزمینی (با گروهی از ساختمان‌های زیرزمینی مرتبط با هم) به صورت نظامی از مسیرها، ناحیه‌ها، گره‌های فعالیتی و نشانه‌ها به وجود آید، همانند عناصری که فضاهای عمومی را در شهرها شکل می‌دهند.

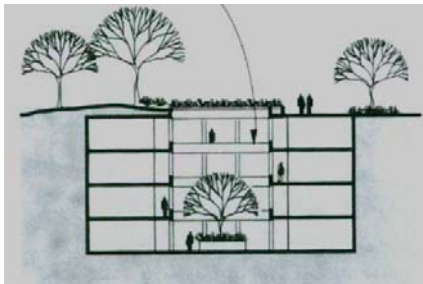
#### - الگوی ۲: ساختمان واقع در شیب و دارای دید بیرونی

در سایت‌های شیب‌دار، تأسیسات زیرزمینی طوری داخل دامنه شیب طراحی گردد که حداکثر دید به بیرن و جذب نور طبیعی در آن‌ها صورت پذیرد.

#### - الگوی ۳: حیاط‌های زیر سطحی (گودال باغچه‌های)

##### خارجی

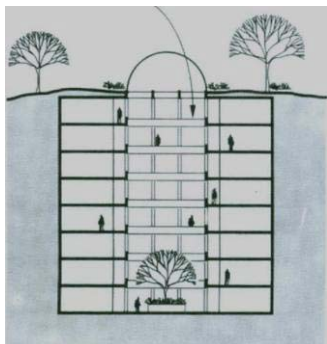
بر روی یک سایت هموار، از گودال باغچه‌های بیرونی استفاده شود تا نور طبیعی، چشم‌انداز، ارتباطی به بیرون و جهت‌یابی در دوران ساختمان تأمین گردد. این حیاط‌ها به گونه‌ای طراحی گردد که حداکثر نور طبیعی به آن‌ها نفوذ کند، از گیاهان و سایر عناصر طبیعی در آن استفاده شود و آن‌ها در دسترس افراد قرار داده شود.



شکل ۴- استفاده از حیاط‌های زیرسطحی در سازه‌های عمیق زیرزمینی [۱]

#### - الگوی ۴: فضای آتریوم داخلی

در داخل ساختمان‌های زیرزمینی، فضای آتریوم چند طبقه ایجاد گردد تا چشم‌اندازهای وسیع‌تر، پویایی بصری، حس جهت‌یابی، نور طبیعی (در برخی موارد) و نوعی تمرکز فعالیتی در داخل بنا به وجود آید.



شکل ۵- امتداد آتریوم چند طبقه از سطح زمین تا اعماق یک سازه زیرزمینی [۱]

#### - الگوی ۵: معبر ورود به ساختمان

علاوه بر استفاده از راهروهای متعارف و منفرد، یک معبر اصلی ورودی

و در امتداد عمود بر صفحه خود بارگذاری شده باشد.

استفاده از دال‌های انفجاری که باعث انفجار بمب یا خمپاره می‌گردد، برای هر بنای زیرزمینی پیشنهاد می‌شود که در حقیقت یک طرح تقویتی است که باعث توقف و جلوگیری از برخورد مستقیم بمب به فضای زیرزمینی می‌شود به این صورت که بمب با برخورد به دال انفجاری، در فضای باز منفجر شده و در نتیجه خسارتی به بنای زیرزمینی وارد نمی‌گردد.



شکل ۳- مقطعی از بیمارستان زیرزمینی که در آن از دال انفجاری استفاده شده است [۱۳].

#### - الگوی ۴: راهبردهایی برای تهویه

با توجه به این‌که تهویه یعنی جایگزینی هوای داخل با هوای تازه خارج که با پدیده اختلاف فشار بین دو جبهه از یک بنا صورت می‌گیرد، لذا طراحی بازشوها با در نظر گرفتن جهت باد، زاویه قرارگیری ساختمان نسبت به آن و همچنین موقعیت و اندازه آن‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

در فضاهای زیرزمینی عمیق که حیات افراد ساکن در آن شدیداً به تداوم عمل دستگاه تهویه وابسته می‌باشد باید برای جلوگیری از اتفاقات پیش‌بینی نشده اقداماتی صورت گیرد. از آن جمله، وسایل تهویه دستی یا پدالی (مشابه دوچرخه) باید در نظر گرفته شود.

#### ۵-۳. چیدمان، جانمایی و سازماندهی فضاها

##### ۵-۳-۱. اهداف طراحی

- فضاهای درونی به صورتی جانمایی شود تا به آسانی قابل درک باشد و از این حیث، جهت‌یابی و نیازهای به وجود آمده در مواقع اضطرار (فرار) به آسانی صورت پذیرد.

- چیدمان فضاها در داخل بنا طوری انجام گیرد تا سیمایی واضح و یگانه در داخل ساختمان به وجود آید و فقدان سیمای بیرونی را جبران نماید.

- در هر جای ممکن، میان محیط‌های درونی و بیرونی بنا ارتباط بصری ایجاد گردد.

- در چیدمان فضاها به بهبود رفت و آمد، جابجایی و ایجاد حس گشودگی فضا از طریق ایجاد چشم‌اندازهای وسیع تا حد امکان توجه شود.

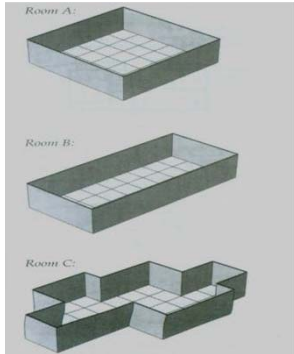
- هر فضا طوری طراحی گردد تا حس گشودگی فضا تقویت گردد. و به طراحی ماهرانه اندازه و شکل فضاها توجه شود.

##### ۵-۳-۲. الگوهای طراحی

#### - الگوی ۱: نظامی از مسیرها، گره‌های فعالیتی و نشانه‌ها

به منظور بهبود جهت‌یابی و فراهم آوردن محیطی پویا، طرح کلی یک

پیچیده طراحی گردد تا اداراک گشودگی فضا در داخل ساختمان‌های زیرزمینی افزایش یابد. احجام بزرگ و ساده فضا به فضاهای کوچک‌تر و متصل به هم با استفاده از اتاق‌های نزدیک سقف، تورفتگی‌ها و دیوارهای کوتاه، به‌عنوان مثال، تبدیل شود. چیدمان فضاها به‌گونه‌ای انجام گیرد تا این فضاها کاملاً محصور نباشند و چشم اندازه‌های طولانی از طریق فضاهای مجاور بدون امکان دیدن کل فضا در یک نگاه فراهم شود.



شکل ۷- یک اتاق مستطیل شکل (B) از اتاق مربع شکل (A) با مساحت یکسان بزرگ‌تر به‌نظر می‌رسد. برخی مدارک نشان می‌دهد که یک طرح پیچیده‌تر (X) که دید داخلی وسیع‌تر و طولانی‌تری به‌وجود می‌آورد از فرم‌های ساده (A یا B) که در آن‌ها تمام حجم در یک نگاه دیده می‌شود، جادارتر به‌نظر می‌رسد [۱].

#### الگوی ۱۱: سقف‌های بلند و متنوع

در تأسیسات زیرزمینی می‌توان ارتفاع سقف را از ساختمان‌های متعارف بلندتر طراحی کرد تا حس گشودگی فضایی افزایش یابد. با تنوع‌بخشیدن به ارتفاع سقف‌ها براساس عملکردهای مختلف و ویژگی‌های هرکدام از فضاها، محیطی متنوع و جذاب درونی در ساختمان به‌وجود می‌آید.

#### ۴-۵ اجزاء و نظام‌های طراحی داخلی

##### ۴-۱-۴ اهداف طراحی

- محیطی محرک و پویا در داخل ساختمان‌های زیرزمینی برای جبران نبود پنجره‌ها ایجاد شود. محرک‌های محیطی می‌بایست متنوع و یک‌پارچه باشند و میان عدم تحرک و پویایی بیش از حد تعادل ایجاد نمایند.
- ارتباطاتی با دنیای طبیعی ایجاد شود تا حس گشودگی فضا به‌وجود آید.
- از حسگرها و کنترل‌کننده‌های خودکار برای تنظیم دما، رطوبت و جریان هوا استفاده گردد.
- کیفیت نوردهی طبیعی و مصنوعی و همچنین دسترسی بهره‌برداران به منظره مطلوب بهینه‌سازی شود.
- حس گرما ایجاد شود تا ذهنیات مربوط به سرما و رطوبت در

به تأسیسات زیرزمینی ایجاد گردد. که عریض‌تر و مرتفع‌تر (چند طبقه در صورت امکان) از راهروهای معمولی طراحی شود و مکان‌های نشستن و ارتباطات و برخوردهای اجتماعی شبیه یک خیابان سرزنده‌ی بیرونی در آن به‌وجود آید. راهروها و معابر اصلی ورودی باید عریض‌تر طراحی گردند. گذرگاه‌های تنگ و کوچک در زمان وقوع بحران بسیار مشکل‌ساز خواهند بود.

#### الگوی ۶: گذرگاه‌های کوتاه و سرزنده

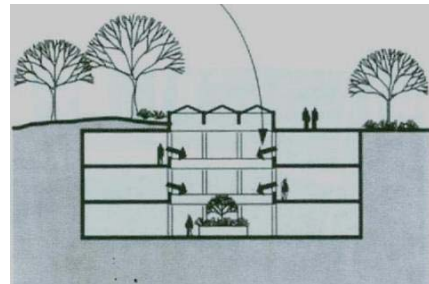
تا حد امکان از طراحی راهروهای طولانی و بدون پنجره اجتناب و به‌جای آن‌ها از گذرگاه‌های کوتاه و خوشایند استفاده شود.

#### الگوی ۷: حوزه‌های دارای صفات یگانه

در داخل تأسیسات بزرگ زیرزمینی (گروهی از تأسیسات به هم مرتبط زیرزمینی)، حوزه‌هایی با ویژگی‌های یگانه به‌وجود آید تا حس جهت‌یابی، پویایی و خوشایندی در محیط داخل این بناها بهبود یابد.

#### الگوی ۸: پنجره‌های درونی مشرف بر فعالیت‌ها

از پنجره‌های درونی در داخل ساختمان‌های زیرزمینی که بر حوزه‌های دارای فعالیت مشرف هستند، استفاده گردد و چشم‌اندازهای گسترده درونی به‌وجود آید. پنجره‌های داخلی از سهل‌ترین تکنیک‌های ایجاد پویایی در یک فضای زیرزمینی بدون پنجره هستند. اندازه و فرم این پنجره‌ها باید از لحاظ ایمنی افراد نیز مورد توجه قرار گیرد. کارآیی پنجره‌های داخلی علاوه بر متغیرهای ایمنی به متغیرهای هندسی و چگونگی حفظ حریمیت و حریم خصوصی نیز بستگی دارد.



شکل ۶- فضاهای کوچک‌تر و با پنجره به یک فضای آتریوم مرکزی مشرف هستند [۱].

#### الگوی ۹: سلسله مراتب حریمیت

هنگامی که در تأسیسات زیرزمینی از پنجره‌های داخلی استفاده می‌شود، حس حریمیت را با جانمایی فضاها به‌نحوی ایجاد کنید که قلمروهای عمومی بر فضاهای خصوصی اشراف نداشته باشند.

#### الگوی ۱۰: فرم‌های پیچیده اتاق‌ها و فضاهای متصل

فضاهای خصوصی (گروهی از فضاهای مرتبط) از نظر هندسی،

دنیای طبیعی استفاده گردد. گیاهان و حوضچه‌ها و فواره‌های آب و موادی همچون سنگ و چوب در این زمینه مؤثر هستند. هر کجا که ممکن است، دیواره‌های صخره‌ای در فضاهای حفاری شده در معرض دید قرار داده تا ماهیت طبیعی و ناهموار و محکم آن‌ها نمایش داده شود و حس ارتباط با طبیعت را در افراد ایجاد نماید.

#### - الگوی ۴: مجسمه‌ها و آثار هنری مصنوع

به مجسمه‌ها و دیگر آثار مصنوع هنری در طراحی فضاهای زیرزمینی توجه شود. مجسمه نقطه‌ای کانونی ایجاد می‌کند و ممکن است معرف رنگ، ترکیب، حرکت، صدا، مواد طبیعی یا عناصر نمادین مصنوعی باشد.

همچنین با توجه به مباحث دفاع غیرعامل از شیشه و مصالح شکننده در معماری داخلی فضاهای زیرزمینی حتی‌المقدور استفاده نشود و در صورت استفاده، پوشش‌ها و حفاظ‌های مناسب برای آن‌ها در نظر گرفته شود.

#### - الگوی ۵: استفاده از مبلمان‌های امن

مبلمانی انتخاب گردد که طرح جاگیری نداشته و از مواد و رنگ‌هایی تشکیل شده باشند که حس گرما، ترکیب زیبایی، کیفیت و طبیعت را برانگیخته نمایند.

همچنین از ایجاد لبه‌های تیز یا انتخاب مبلمان با گوشه‌های تیز در معماری داخلی فضاهای زیرزمینی پرهیز شود. زیرا در موقع شکستن زوایای تیز ایجاد می‌کند که خود منبع خطر برای افراد ساکن در فضاهای زیرزمینی می‌باشد.

استفاده از مبلمان داخلی مناسب با فضاهای زیرزمینی و نیز استفاده از سامانه نورپردازی مناسب، از عوامل تأثیرگذار در طراحی ارگونومی پناهگاه می‌باشد که باید به‌صورت خاص به آن توجه شود.

#### - الگوی ۶: فرورفتگی‌ها و طاقچه‌ها

از فرورفتگی‌ها و طاقچه‌ها در دیواره‌های فضاهای زیرزمینی جهت ایجاد جذابیت بصری و افزایش گشودگی فضایی استفاده شود. گیاهان، تندیس‌ها و دیگر اشیاء زیبا در این طاقچه‌ها قرار گیرد و از بالا مستقیماً به آن‌ها نورپردازی شود. از دیواره‌های تورفته در مسیر راهروهای فضاهای زیرزمینی جهت در امان ماندن از موج انفجار با توجه به مباحث دفاع غیرعامل استفاده گردد.

#### - الگوی ۷: تصاویر و تابلوهای نقاشی

از عکس‌ها و تابلوهای نقاشی جهت فراهم‌آوردن جذابیت بصری در فضاهای زیرزمینی استفاده گردد. از تابلوها و عکس‌هایی استفاده شود که حاوی عناصر طبیعی خصوصاً آب و درختان و کوه‌ها و مناظری که تصوراتی از چشم‌اندازهای وسیع را به‌وجود می‌آورند و حس گشودگی فضایی را تقویت می‌نمایند، باشند. اندازه و عمق تصاویر

محیط‌های زیرزمینی از بین بروند.

- از اجزای داخلی با کیفیت بالا استفاده گردد تا تصور افراد از فضای زیرزمینی به‌عنوان فضایی پست و بی‌ارزش از بین برود.

- نظامی واضح و جذاب از علائم و نقشه‌ها (در صورت لزوم) به‌وجود آید تا جهت‌یابی تسهیل گردد.

- پویایی و انعطاف‌پذیری فضاها متناسب با پیشرفت‌های فن‌آوری مصالح و تجهیزات ساختمان باشد.

- سازگاری با محیط زیست، استفاده از معماری سبز و صرفه‌جویی در مصرف انرژی به‌کمک تنظیم شرایط درونی و بیرونی فضاهای زیرزمینی باشد.

- از فن‌آوری نو و سامانه‌ها و تجهیزات مدرن، سامانه مدیریت ساختمان و هوشمندی ساختمان استفاده شود.

### ۵-۴-۲. الگوهای طراحی

#### - الگوی ۱: بافت متناسب با فضا

عناصر معماری داخلی و خارجی از دو نظر قابل بحث است، از نظر فرم و شکل که وسیله درک آن قوه بینایی است و دوم از نظر خاصیت فیزیکی و جنسیت بافت که با لامسه قابل درک است. تضاد سطوح مات و خشن در کنار سطوح براق و صیقلی جذابیت فراوانی دارد و ایجاد جلوه بصری می‌کند. بافت زبر و خشن قدرت جلب توجه فراوان دارد و برخلاف آن بافت‌های صاف و صیقلی معمولاً کم‌رنگ و بی‌جذب هستند. از دیدگاه دفاع غیرعامل تأثیر استفاده از مصالح زبر در لاینینگ و پوشش نهایی به‌جای مصالح صیقلی و صاف در راهروها و تونل‌های فضاهای زیرزمینی جهت کاهش و میرانمودن بخشی از قدرت موج انفجار مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرد.

#### - الگوی ۲: نقش، رنگ و ترکیب

از خطوط، نقوش و ترکیبات بر روی سطوح محصورکننده در تأسیسات زیرزمینی جهت تقویت حس گشودگی فضا و خلق جذابیت بصری استفاده شود. خطوط عمودی بر روی دیوارها، سقف‌ها را مرتفع‌تر نشان می‌دهند و خطوط قطری بر روی کف، فضای آن را بزرگ‌تر جلوه می‌دهند. سطوح دارای نقوش و ترکیبات ظریف‌تر در این محیط‌ها معانی کاملاً متفاوتی از نقوش برجسته و زمخت فضا ارائه می‌دهند.

#### - الگوی ۳: عناصر و مواد طبیعی

در صورتی که بتوان افراد را در زیر زمین نیز با دنیای طبیعی ارتباط داد می‌توان ذهنیت‌های مثبت ایجاد کرد.

در فضاهای زیرزمینی از عناصر و مواد طبیعی جهت ایجاد محرک بصری، حس گرما و کیفیت و برانگیختن القائات مربوط به

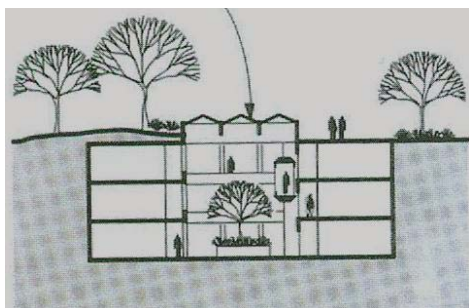


## ۵-۵-۲. الگوهای طراحی

### ۱- الگوی ۱: تأمین نور طبیعی از طریق پنجره‌ها و نورگیرها

هر زمان که مقدور باشد، از نور طبیعی پنجره‌ها و نورگیرهای سقفی در تأسیسات زیرزمینی استفاده شود.

کشیدگی بنا در سمت جنوب و طراحی پنجره‌های روی بام راه‌حلهایی جهت افزایش روشنایی فضاهای داخلی هستند.



شکل ۸- یک ساختمان زیرزمینی در سایتی مسطح که از یک آتریوم جهت تأمین نور طبیعی بهره می‌برد [۱].

### ۲- الگوی ۲: نور طبیعی انتقال یافته یا منعکس شده

روشنایی فیبرنوری یک وسیله مؤثر و ایمن جهت انتقال نور از محل تولید نور به مکان مورد نظر است. با توجه به این که منبع نور در خارج از محوطه روشن شده قرار دارد سامانه انتقال روشنایی عاری از میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی و ضد انفجار می‌باشد و فاصله منبع مولد نور تا محل روشنایی می‌تواند حداکثر حدود ۷۰m باشد.

در فضاهای عمیق تر و جدا افتاده، از سامانه‌هایی که نور طبیعی را از طریق دالان‌ها و چاه‌ها و کابل‌ها به درون ساختمان انتقال می‌دهند، استفاده گردد.

### ۳- الگوی ۳: نور مصنوعی با خصوصیات طبیعی

با توجه به این که طیف رنگی نور طبیعی، آسان‌ترین مشخصه آن است که قابل شبیه‌سازی است. سامانه‌های نور مصنوعی طوری طراحی گردد که خصوصیات نور طبیعی همچون رنگ آن، سوسونزدن و تغییر در جهت و میزان نور را به همراه داشته باشد.

### ۴- الگوی ۴: نورگیرهای سقفی و پانل‌های دیواری با نورپردازی مصنوعی از پشت

منابع نور مصنوعی در بالای نورگیرهای غیرشفاف و پشت پانل‌های دیواری مات قرار داده شود تا تصور ورود نور طبیعی به محیط به وجود آید.

### ۵- الگوی ۵: نورپردازی غیرمستقیم سقف‌ها و دیوارها

جهت بهبود حس گشودگی فضا در تأسیسات زیرزمینی، از نور غیرمستقیم و یک‌پارچه بر روی دیوارها و سقف‌ها استفاده شود.

می‌تواند بر احساس گشودگی فضا و ارتباط با دنیای طبیعی تأثیر بگذارد.

اشیاء و تجهیزات فضاهای زیرزمینی در محل خود حتی‌المقدور نصب و محکم شوند تا امکان پرتاب آن‌ها در اثر ضربه کاهش یابد.

### ۸- الگوی ۸: انتقال و انعکاس چشم‌اندازهای بیرونی

انعکاس مناظر بیرونی با ابزاری همچون دستگاه‌های نوری یا سامانه‌های ویدئو به داخل فضاهای منفرد زیرزمینی منتقل گردد. سامانه‌های ویدئویی با کیفیت بالا همچنین با فراهم کردن تصاویر، اطلاعات و سرگرمی، کیفیت محیط درونی را افزایش می‌دهند که این مسئله مستقیماً با محیط بیرونی ساختمان ارتباطی ندارد.

از منظر دفاع غیرعامل مزیت این سامانه‌ها در مقایسه با دیگر چشم‌اندازهای داخلی آنست که آن‌ها می‌توانند اطلاعاتی از وضعیت آبی محیط بلافاصله بیرونی فراهم آورند (شرایط آب و هوایی، تغییرات نور و فعالیت‌ها) که شرایط تسهیل مدیریت بحران را فراهم می‌آورند.

### ۹- الگوی ۹: نظام روشنی از نقشه‌ها و علامت‌ها

در تمامی تأسیسات زیرزمینی، نظامی کامل و آسان فهم از علامت‌ها و نقشه‌ها ایجاد گرد تا به مسیریابی و جهت‌یابی در این فضاها کمک شود.

### ۱۰- الگوی ۱۰: محیط راحت با تهویه مناسب

طراحی سامانه‌های مکانیکی در بناهای زیرزمینی به‌گونه‌ای انجام گیرد تا آسایش حرارتی بالا، سطح قابل قبول رطوبت و تهویه مناسب جهت غلبه بر مشکلات کیفیت هوا فراهم گردد. جهت از بین بردن تصورات ذهنی مربوط به بدهوایی و سرما و رطوبت در زیر سطح زمین، حرکت هوا به صورت محسوس برای افراد طراحی شود و محیطی گرم‌تر و خشک‌تر و بهتر از تهویه نسبت به شرایط نرمال به وجود آید.

## ۵-۵. نظام نورپردازی

### ۵-۵-۱. اهداف طراحی

- میزان مناسبی از نور جهت وضوح بصری و بهبود تمامی فعالیت‌ها فراهم شود. فضاهای زیرزمینی می‌بایست جهت غلبه بر ذهنیت تاریکی به خوبی نورپردازی شوند.
- در هر کجا که ممکن باشد از نورپردازی جهت افزایش حس گشودگی فضایی استفاده شود.
- سامانه‌های نور مصنوعی طوری طراحی گردند که واجد خصوصیات نور طبیعی باشند.
- از نورپردازی جهت ایجاد محیطی پویا و متنوع استفاده شود. الگوهای نورپردازی می‌بایست به تعریف و بهبود فضاهای اجتماعی کمک نمایند.

### - الگوی ۲: سازمان درونی و نظام خروجی‌های واضح

جهت خودرهایی افراد پس از بحران و از آنجایی که ممکن است ورودی‌ها به‌دلایلی مسدود شوند، خروجی‌های اضطراری باید پیش‌بینی شوند. این خروجی‌ها علاوه بر ایفای نقش اصلی خود، نقش مناسبی را جهت هواگیری و تهویه، حتی نورگیری ایفا می‌کنند. محل این خروجی‌ها معمولاً در جایی دور از ورودی‌های اصلی تعبیه می‌شوند و در محل تعبیه آن‌ها، باید مسائلی از قبیل آوار ساختمان‌های مجاور و خطر بسته‌شدن خروجی در اثر آوار نیز در نظر گرفته شود.

در ضمن تا حدی که ممکن است، طرح کلی ساختمان‌های زیرزمینی باید ساده و واضح باشد و هنگامی که نیاز به مسیرهای فرار فرعی است، این مسیرها باید به‌روشنی در معرض توجه قرار گرفته و تشریح داده شوند.

### - الگوی ۳: دهلیزبندی کردن مکان‌های امن و جانپناه‌ها

در داخل تأسیسات زیرزمینی، دهلیزهایی ایجاد گردد که به‌عنوان مکان‌های امن در مواقع اضطراری عمل نمایند. این دهلیزها مجهز به دیوارهای ضدحریق و هرکدام از آن‌ها جداگانه دارای سامانه تهویه منحصربه‌فرد باشند.

### - الگوی ۴: علامت‌های واضح و نورپردازی در مسیرهای

#### اضطراری

در طول مسیرهای خروج اضطراری از علامت‌های واضح و نور مناسب استفاده گردد. و یا مسیر و محل خروجی با علائم جهت‌دار شبرنگ و شب‌تاب مشخص شود.

به‌علت مشکلات بالقوه تأسیسات زیرزمینی، طراحی یک نظام واضح و کارا از علامت‌های اضطراری ضروری است. علاوه بر علامت‌های معمول در نزدیکی درهای خروجی، فلش نما و دیگر علائم هدایت‌کننده در طول راهروها می‌تواند در نشان‌دادن مسیر به‌صورت بهتری به افراد عمل نماید؛ چون دود در نزدیکی سقف جمع می‌شود، توصیه می‌شود که علامت‌ها در ارتفاع کم یا بر روی کف طبقات، علاوه بر علامت‌های معمولی خروجی در بالا، نصب گردند. نشان‌های گرافیکی خصوصاً در مکان‌هایی که افراد با زبان‌های مختلف از آن استفاده می‌کنند مطلوب است.

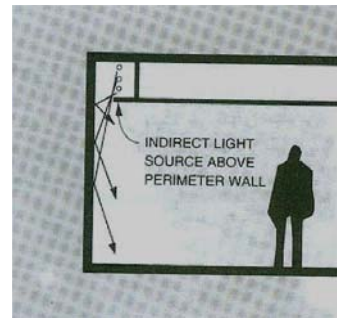
### - الگوی ۵: سامانه‌های کارای تشخیص و اعلام خطر و

#### سامانه‌های ارتباطی

در تأسیسات زیرزمینی، از سامانه‌های مؤثر کشف و اعلام خطر و همچنین سامانه‌های صوتی-ارتباطی دوطرفه استفاده شود.

### - الگوی ۶: دفع مؤثر دود و کنترل هوا

سامانه مؤثر دفع دود طراحی گردد تا دود به‌صورت مکانیکی از محل آتش خارج گردد و هوای بیرونی به داخل ساختمان انتقال یابد.



شکل ۹- نورپردازی غیرمستقیم و یکنواخت دیوارها، فضا را بزرگ‌تر جلوه می‌دهد [۱].

### - الگوی ۶: ترکیبات نور و سایه

در ساختمان‌های زیرزمینی، ترکیبات متنوعی از نور و سایه به‌وجود آید تا جذابیت بصری ایجاد شود، فضاهای اجتماعی مشخص گردند و نشانه‌ها و مسیرهایی که در جهت‌یابی مؤثر هستند، به‌خوبی مشخص گردند.

### ۵-۶. امنیت و ایمنی

#### ۵-۶-۱. اهداف طراحی

- مواد آتش‌زا و خطرناک به حداقل برسد و از نقاط حضور انسان‌ها دور نگه داشته شوند.

- ساختمان‌های مقاوم در برابر آتش سوزی احداث گردد.

- ساختمان زیرزمینی در برابر انفجار و زلزله، مقاوم طراحی گردد.

- از هرگونه آویز در نصب تجهیزات داخلی پناهگاه (نظیر لوستر) خودداری گردد.

- از سامانه‌های تشخیص و اطلاع خطر در مواقع ضروری استفاده شود که اطلاعات را مستقیماً و به‌سرعت به کارکنان منتقل کند.

- در هنگام آتش‌سوزی، دود با سرعت هرچه بیشتر از محیط خارج شود و با حداکثر سرعت ممکن آتش فرونشاندن شود.

- تخلیه افراد در مواقع اضطراری از مناطق خطر به مناطق امن (چه در داخل و چه در خارج بنا) به‌صورت مناسبی برنامه‌ریزی گردد.

### ۵-۶-۲. الگوهای طراحی

#### - الگوی ۱: طراحی ورودی‌ها با ضریب امنیت بالا

استفاده از فضاهای مسقف بر روی ورودی‌های فضاهای زیرزمینی (اختفا) ضریب امنیت سایت زیرزمینی را بالاتر خواهد برد.

همچنین ورودی‌های فضاهای زیرزمینی به‌صورت غیرمستقیم (با استفاده از راهروها) به بخش‌های اصلی متصل و به ایجاد موج‌گیرها، در ورودی‌های فضاهای زیرزمینی توجه شود.

### ۷- اطفاء مؤثر حریق

از سامانه‌های خودکار باران و دیگر سامانه‌های اطفاء حریق در تأسیسات زیرزمینی استفاده شود.

### ۸- الگوی ۸: ساخت و ساز ضد حریق و کاهش استفاده از

#### مصالح خطرناک

از روش‌ها و مصالح ضد آتش در ساختمان تأسیسات زیرزمینی استفاده گردد. تا حد امکان، از قراردادن مواد آتش‌زا و خطرناک در تأسیسات زیرزمینی که انسان در آن‌ها حضور دارد، اجتناب شود.

### ۶. نتیجه‌گیری

مرور ویژگی‌های فضاهای زیرزمینی نشان می‌دهد که استفاده از این نوع فضاها می‌تواند ابزار مؤثری در نیل به اهداف پایداری باشد. فضاهای زیرزمینی دارای قابلیت‌های بالایی در صرفه‌جویی انرژی، کاهش آلودگی صوتی، کاهش آلودگی هوا، کاهش آلودگی بصری، ایجاد فضاهای شهری پاسخده از نظر اقلیمی و کالبدی و ... می‌باشد. همچنین، پیش‌بینی شرایط و برنامه ریزی در نحوه اجرای فضاهای زیرزمینی جهت مقابله با تهدیدات طبیعی و غیرطبیعی امری حیاتی بوده و موجب تضمین سرمایه‌گذاری‌های صورت گرفته می‌باشد که در غیراین صورت چه بسا هزینه‌های انجام شده از بین رفته و فضای زیرزمینی بلااستفاده می‌گردد و موجب هدررفت سرمایه‌های ملی خواهد شد.

با توجه به اهداف مطرح شده و الگوهای ارائه شده در یافته‌های طراحی معماری فضاهای زیرزمینی، هر فضای زیرزمینی با توجه به وضعیت حاکم بر آن مثل کوهستانی یا شیب‌دار بودن سطح، محصور بودن سطح روی فضای زیرزمینی و تراکم بالای ساختمانی در سطح، اهمیت فضای زیرزمینی و ... و نیز نوع کارکرد آن مثل تجاری، ورزشی، نظامی و ... دارای طراحی معماری خاص خود می‌باشد؛ که لحاظ کردن اهداف طراحی و نیز الگوهای ارائه شده کمک شایانی به بهره‌برداری بهتر آن می‌کند و از نظر عملکردی نیز مشکلات کم‌تری گریبانگیر بهره‌برداران خواهد شد.

### ۷- مراجع

۱. کارمودی، جان، استرلینگ، ریموند، مترجم وحیدرضا ابراهیمی، طراحی فضاهای زیرزمینی، مردنیز، مشهد، ۱۳۸۸.
۲. اکبری، عباس، فضاهای امن پناهگاهی، نشریه شماره ۵ دفاع غیرعامل، معاونت دفاع غیرعامل قرارگاه پدافند هوایی خاتم الانبیا(ص)، ۱۳۸۴.
۳. فرزام شاد، مصطفی، جایگاه فضای معماری در ساختمان مقاوم در برابر انفجار، فصلنامه علمی-تخصصی انجمن علمی دفاع غیرعامل ایران، دوره اول، شماره ۲، صص ۸۷-۸۱، ۱۳۹۲.
۴. مختاری، مهسا، زارع، مصطفی و بصیری، علی، معماری

زیرزمینی راهکاری در جهت نگه داشت انرژی در فضاهای شهری، اولین کنفرانس بین المللی رویکردهای نوین نگهداشت انرژی، پژوهشگاه نیرو، تهران، ۱۳۹۰.

۵. اکبری، عباس، آشنایی با سنجنده‌ها و تأسیسات عمیق زیرزمینی حساس و راهبردی، نشریه شماره ۶ دفاع غیرعامل، معاونت دفاع غیرعامل قرارگاه پدافند هوایی خاتم الانبیا(ص)، ۱۳۸۴.

۶. فرزام شاد، مصطفی، مبانی برنامه‌ریزی و طراحی معماری فضاهای زیرزمینی و کاربری‌های تجاری، اداری و درمانی، مؤسسه انتشاراتی جهان جام جم، چاپ اول، تهران، ۱۳۹۳.

۷. مولائی، اصغر، معماری پایدار با رویکرد استفاده از فضاهای زیرزمینی، سومین کنفرانس ملی عمران شهری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج، ۱۳۹۰.

۸. خزایی، صفا، حسینی، سید عظیم، منیری، حمیدرضا، ملاحظات اساسی دفاع غیرعامل در حین ساخت سازه‌های زیرزمینی به منظور اجتناب از شناسایی توسط سامانه‌های سنجش از دور، همایش مدیریت ساخت با رویکرد دفاع غیرعامل، دانشگاه جامع امام حسین(علیه السلام)، ۱۳۹۰.

۹. صفی، محمدعلی، ملاحظات دفاع غیرعامل در اجرای پروژه‌های دفاعی زیرزمینی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده و پژوهشکده دفاع غیرعامل، استاد راهنما دکتر فریدون خسروی، ۱۳۹۱.

۱۰. کریمی مشاور، مهرداد، نگین تاجی، صمد، جایگاه فضاهای زیرزمینی در طرح‌های شهری، مرکز مطالعات و برنامه ریزی شهر تهران، دانش شهر، شماره ۱۲، صص ۲۱-۱، ۱۳۸۹.

۱۱. حیدری شلمانی، محمد، ملاحظات پدافند غیرعامل طراحی ورودی فضاهای زیرزمینی در برابر آشکارسازی سنجنده‌های ماهواره‌ای، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده و پژوهشکده دفاع غیرعامل، دانشگاه جامع امام حسین(علیه السلام)، ۱۳۹۲.

۱۲. نخعی، جلال، مبانی طراحی فضاهای امن عمومی در کلان شهرها از منظر دفاع غیرعامل، عمارت پارس، چاپ اول، تهران، ۱۳۹۴.

۱۳. حسینی، سید بهشید، طراحی در بحران (مراکز درمانی صحرائی)، بنیاد حفظ آثار و نشر ارزش‌های دفاع مقدس، چاپ اول، تهران، ۱۳۸۶.

۱۴. اکبریور، عباس، حسینی، سید عظیم، تبیین روش‌های کاهش اثر انفجار در ورودی‌های فضاهای امن زیرزمینی، فصلنامه علمی-ترویجی پدافند غیرعامل، سال دوم، شماره ۳، پیاپی ۷، صص ۵۹-۵۳، ۱۳۹۰.

۱۵. افشاری‌نژاد، عیسی، توصیه‌نامه طراحی سازه‌های امن، دفتر سازه‌های امن وزارت مسکن و شهرسازی، چاپ اول، تهران،

- ۱۳۶۷.
۱۶. بیطرفان، مهدی، لعل عارفی، شاهین، تبیین جایگاه مقاوم سازی در سازه‌های زیرزمینی امن در برابر تهدیدات، دومین کنفرانس ملی سازه و فولاد، انجمن سازه‌های فولادی ایران، صص ۵۴۶-۵۳۹، ۱۳۹۰.
  ۱۷. پیمان، صفا، استحکامات و سازه‌های امن، انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر، چاپ اول، تهران، ۱۳۸۶.
  ۱۸. حسینی، سید بهشید و همکاران، ارزیابی شاخص‌های طراحی پناهگاه‌های دو منظوره مجتمع‌های مسکونی، فصلنامه علمی-تخصصی انجمن علمی پدافند غیرعامل ایران، دوره اول، شماره اول، تابستان ۲، صص ۲۶-۱۷، ۱۳۹۲.
  ۱۹. محمودی، مهناز، بررسی همزیستی پایدار معماری و طبیعت در بناهای زیرزمینی، ماهنامه بین‌المللی راه و ساختمان، سال ششم، شماره ۵۱، صص ۶۸-۶۴، ۱۳۸۷.
  ۲۰. میرزایی، غلامرضا، شهردار، شهاب الدین، بررسی تحلیلی انواع پناهگاه و سیستم‌های آن، مجموعه مقالات همایش سراسری تبیین سیستم‌های مهندسی و مدیریت دفاع غیرعامل، دانشگاه جامع امام حسین (علیه السلام)، ۱۳۹۱.
  ۲۱. هاشمی فشارکی، سید جواد، قراباغی، محسن، مبانی طراحی و ساخت فضاهای امن پناهگاهی، نخبه‌سازان، تهران، ۱۳۹۰.
  ۲۲. وسمن، هارولد، روز، ویلیام، حفاظت در برابر بمباران هوایی، ترجمه عباسعلی حسینمردی، وزارت مسکن و شهرسازی کمیته امور پناهگاه‌ها، نشریه شماره ۲، ۱۳۶۵.
  ۲۳. افشاری‌نژاد، عیسی، توصیه‌نامه طراحی سازه‌های امن، چاپ اول، تهران، دفتر سازه‌های امن وزارت مسکن و شهرسازی، ۱۳۶۷.
  ۲۴. استوری، سالی، نورپردازی بی‌نقص در طراحی فضاهای مسکونی، ترجمه‌ی اشکان جیهوری، چاپ دوم، تهران، هنر معماری قرن، ۱۳۹۱.
  ۲۵. فرماندهی مهندسی ندسا، مقدمه‌ای بر طراحی سازه‌های امن، ۱۳۶۵.
  ۲۶. گواهی، تورج، مقدمه‌ای بر سازه‌های امن و استحکامات، چاپ اول، تهران، مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه جامع امام حسین (علیه السلام)، ۱۳۹۱.
  ۲۷. نیری، آرش، طراحی سازه‌های امن (اصول و مفاهیم پایه)، چاپ اول، تهران، انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر، ۱۳۹۲.
  ۲۸. واحد فنی و اجرایی وزارت مسکن و شهرسازی، ضوابط ساخت پناهگاه خصوصی در آلمان، نشریه شماره ۱، ۱۳۶۴.

# principles of Designing Underground Spaces Based on Passive Defense Considerations

S. A. Mahdinia<sup>\*</sup>, S. J. Hashemi Fesharak

## Abstract

Increasingly developing of the human civilization throughout the world will effect on human life mode in future. The sphere population is increasing and the nations are searching for the best life standards, and the earth must supply more food, energy and mineral reservoirs to support the increasingly crowd. Underground spaces play a basis role in safe keeping the national assets and currently, it is considered as the most attractive and safest option to use. The advantages of such spaces are high security, low keeping costs, low energy-consuming, high degree of control and prevention from biological impacts. according to these characteristics, these spaces are more effective than other spaces. Therefore, using specially the passive defense approaches for many of these spaces can make them very safe and they will be the powerful and secure cases in dangerous and threatening conditions. In this study, at first the overall identification and assessment of underground spaces was represented and then it has addressed the principles of architecture design underground spaces with the presentation of applied patterns in some sectors such as, designing entrances and external view, Locating and organizing spaces, Interior design, Lighting system, safety and security in different condition. Architectural design of every underground space due to its situation like slope of the surface, the surface being trapped underground space and high density construction on the ground, and the type of operation, such as business, sports, military and ..., is done specifically; which considering design goals and the presented patterns help to better exploit it and it will be fewer problems faced by farmers from the functional point of view.

**Key Words:** *Design, Passive Defense, Underground Space, Pattern*

---

<sup>\*</sup> Imam Hosein Comprehensive University (kpmahdina@ihu.ac.ir)- Writer-in-Charge