

نشریه پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال هشتم، شماره بیست و هشتم، بهار ۱۳۹۶

شاپا چاپی: ۵۲۲۹-۲۲۲۸، شاپا الکترونیکی: ۳۸۴۵-۲۴۷۶

دریافت: ۱۳۹۵/۵/۱۸ - پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۱۴

<http://jupm.miau.ac.ir/>

صص ۶۰-۴۵

## الزامات پدافند غیرعامل در طراحی ایستگاه‌های مترو با استفاده از تکنیک

### دلفی

محسن کاملی: باشگاه پژوهشگران و نخبگان، واحد قم، دانشگاه آزاد اسلامی، قم، ایران\*

حسن حسینی امینی: دانشجوی دکتری، مربی مرکز مطالعات پدافند غیرعامل کشور، تهران، ایران

اسداله سلمی: باشگاه پژوهشگران و نخبگان، واحد پردیس، دانشگاه آزاد اسلامی، پردیس، ایران

سیدباقر حسینی: دانشیار دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

### چکیده

دفاع مفهومی یکپارچه است که شامل دو بخش دفاع عامل و دفاع غیرعامل است. در اثر بروز جنگ، صدمات و آسیب‌های انسانی و مادی سنگینی به شهرهای کشور وارد می‌شود که با بکارگیری تمهیدات و شیوه‌های پدافند غیرعامل قبل از وقوع جنگ، امکان کاهش آسیب پذیری، وجود دارد. قطارهای شهری به عنوان یکی از مستحذات حیاتی و حساس کشور و همچنین کاربردی می‌تواند در مواقع بحران و تهدید مکانی امن جهت اسکان پناهجویان در نظر گرفته شود. رعایت ضوابط ایمنی و محافظت در برابر تهدیدات می‌تواند رویکردی پدافندی را شاخصه اصلی ساختمان‌های مترو نماید. به همین سبب هدف از این پژوهش بدست آوردن الزامات معمارانه در طراحی ایستگاه مترو با رویکرد پدافند غیرعامل است. روش تحقیق در این پژوهش توصیفی-تحلیلی است و تکنیک مورد استفاده در آن دلفی است. جامعه آماری تحقیق شامل کلیه متخصصان حوزه پدافند و معماری است که از آنها ۶ نفر به عنوان نمونه انتخاب گردیدند. نتایج تحقیق حاکی از آن است که الزامات معمارانه از منظر پدافند غیرعامل در ۴ دسته کلی اعم از الزامات طراحی، الزامات دسترسی و مکانیابی، الزامات مدیریتی و الزامات تاسیساتی طبقه‌بندی می‌شوند. هم چنین اعضای پانل از بین معیارهای متعدد بیشترین امتیاز را به ۱۱ معیار فرعی اختصاص دادند به طوری که گویه "چند منظوره بودن مترو که قابلیت پناهگاهی در شرایط بحران و کاربری‌های معمولی در شرایط عادی را داشته باشد" نخستین معیار با بالاترین میانگین و با موافقت ۱۰۰ درصد از نظر متخصصان دارای بیشترین اهمیت بوده و گویه "استفاده از سطوح کف و دیواره‌های سفید یا براق برای تقویت نورپردازی و لحاظ نمودن لامپ‌های شب تاب و کم انرژی" با کمترین میانگین و با موافقت ۶۰ درصد از متخصصان، دارای کمترین اهمیت از دیدگاه متخصصان پدافندی بوده است.

واژه‌های کلیدی: ایستگاه، مترو، پدافند غیرعامل، تکنیک دلفی

## ۱- مقدمه

## ۱-۱- طرح مسأله

اصولاً در طول تاریخ به‌ویژه از هنگام پدیدار شدن تجهیزات و تسلیحات پرنده (بالن، هواپیما و موشک در طول دو جنگ جهانی) و نیز بر اثر تکوین و توسعه تکنولوژی‌های برتر نظامی در عصر حاضر، تبعات ویرانگر جنگ به تمامی مراکز زندگی و فعالیت کشورهای مورد هجوم کشیده شده و آن‌ها را با خود درگیر می‌نماید (جلالی، ۱۳۸۵، ۶۸). تجارب ۸ سال دفاع مقدس همراه با درس‌هایی که از جنگ‌های ویرانگر آمریکا با تعدادی از همسایگان ما در طول دهه‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۰ حاصل شده به خوبی دلایل محکمی برای اثبات این مدعا هستند (حسینی، ۱۳۸۹، ۲۲). با استناد به این تجارب جای تردیدی نمی‌ماند که در جنگ‌های احتمالی آینده کلیه مراکز اسکان مورد هجوم واقع شده و پس از مواجه با تهدید انهدام و نابودی گسترده، تلفات سنگین انسانی رخ دهد. دفاع غیرعامل شامل تمامی طرح ریزی‌ها و اقداماتی است که موجب کاهش آسیب پذیری، افزایش پایداری ملی، تداوم فعالیت‌های دستگاه‌های نظم ده در مقابل تهدیدات گردیده که مستلزم بکارگیری سلاح نیست. هدف از دفاع غیرعامل، استمرار فعالیت‌های زیربنائی، تأمین نیازهای حیاتی، خدمت رسانی عمومی و تسهیل اداره کشور در شرایط بحران تجاوز خارجی و حفظ بنیه دفاعی علیرغم حملات خصمانه و منخریب دشمن از طریق اجرای طرح‌های پدافند غیرعامل و کاستن آسیب پذیری مستحذات و تجهیزات حیاتی و حساس کشور است (موحدی نیا، ۱۳۹۰، ۹۴) مترو به

عنوان یکی از اماکن حیاتی و حساس و همچنین کاربردی می‌تواند در مواقع وقوع بحران و تهدید با قابلیت دومنظوره مکانی امن جهت اسکان پناهجویان در نظر گرفته شود (دهقانی، ۱۳۸۶، ۳۶) و بنابراین، رعایت ضوابط ایمنی و محافظت در برابر تهدیدات غیرطبیعی و طبیعی می‌بایست با دقت نظر بیشتری نسبت به سایر کاربری‌ها در آن لحاظ شود. در راستای همین موضوع این مقاله جهت تأمین ایمنی و رعایت الزامات پدافند غیرعامل در قطار شهری (مترو) به تدوین الزاماتی به جهت کاهش صدمات در مقابل تهدیدات دشمن اقدام خواهد نمود.

## ۱-۲- ضرورت انجام تحقیق

گسترده‌ی پدیده‌ی شوم جنگ در طول تاریخ به حدی است که هیچ نقطه سکوتی بر روی کره‌ی زمین مصون از آن نبوده است. از این رو آرامش کنونی به معنای تداوم دائمی آن نبوده و بنابراین، اهمیت حفظ و تقویت آمادگی دفاعی در تمامی ابعاد و از جمله در زمینه‌ی پدافند غیرعامل، فرآیندی پیوسته، توسعه پذیر و کاملاً بدیهی است (عبداللهی، ۱۳۸۲، ۱۷۱) نظری بر آمار تلفات حاصل از جنگ‌های گذشته صحت این امر را به خوبی آشکار می‌سازد؛ به عنوان مثال «در خلال جنگ جهانی دوم در آلمان بر اثر فروریختن هر یک صد تن بمب ۳۶ نفر کشته می‌شدند درحالیکه در ژاپن این تعداد به ۵۰۰ نفر می‌رسید. علت این تفاوت در شمار تلفات ناشی از بمباران‌ها، بهره‌مندی آلمان از پدافند غیرعامل و فقدان چنین توانمندی‌هایی در ژاپن بوده است (Andrew, 1993, 265) در اثر بروز جنگ، صدمات و آسیب‌های انسانی و مادی سنگینی به شهرهای کشور

#### ۱-۴- سوالات

- باتوجه به اهداف فوق سوالات ذیل مطرح می‌گردد:
- الزامات معمارانه در طراحی ایستگاه مترو از منظر پدافند غیرعامل کدامند؟
  - کدام الزام بیشترین تاثیر را در طراحی ایستگاه مترو از منظر پدافند غیرعامل دارا است؟

#### ۱-۵- روش تحقیق

در این پژوهش به جهت اولویت بندی ساختمان‌های عمومی از منظر پدافند غیرعامل در زمان بحران از تکنیک دلفی استفاده شده است. این روش اولین بار وسیله‌ای برای نگاه به آینده بود و از این رو نام دلفی بر آن نهاده شد (علیدوستی، ۱۳۸۴، ۷۵). این روش مخصوصاً زمانی خوب کار می‌کند که هدف، بهبود درک ما از مشکلات، پتانسیل‌ها، راه حل‌ها و نیز توسعه پیش بینی‌ها باشد. (Hartman, 2007) به طور خلاصه می‌توان گفت روش دلفی به عنوان جایگزینی برای محاسبات چهره به چهره مورد استفاده قرار می‌گیرد (Cuhls, 2007). به همین واسطه در این پژوهش برای دسترسی به مطمئن ترین و نزدیک ترین موانع در زمینه پدافند غیرعامل از تکنیک دلفی در چهار مرحله استفاده گردید. هم چنین برای تجزیه و تحلیل اطلاعات نیز آماره‌های توصیفی میانگین، انحراف معیار و ضریب پراکندگی با استفاده از نرم افزار SPSS مدنظر قرار گرفتند و به جهت تعیین میزان اتفاق نظر میان اعضای پانل، از ضریب هماهنگی کندال استفاده گردید.

به طور کلی روش دلفی شامل چند مرحله اساسی است:

مرحله اول: تشکیل پانل دلفی: اولین نکته در تشکیل پانل دلفی، چگونگی انتخاب اعضای آن است و در

وارد می‌شود که با بکارگیری تمهیدات و شیوه‌های پدافند غیرعامل قبل از وقوع جنگ، امکان کاهش آسیب پذیری، وجود دارد. در صورت غفلت و نپرداختن به این مقوله، هزینه سنگین و ضایعات جبران ناپذیری در اثر وقوع تهدید به بار خواهد آمد (ولوی، ۱۳۹۰، ۱۷۶). یکی از بهینه ترین روش‌های استفاده از شبکه حمل و نقل زیرزمینی شهری (مترو) در تمامی نقاط دنیا، بهره وری دفاعی و پناهگاهی است. بنابراین با افزایش روزافزون جمعیت شهرها (به خصوص کلان شهرها) که باعث رشد تقاضا برای استفاده از سیستم‌های حمل و نقل درون شهری مطمئن از یک سو و فضای امن پناهگاهی جهت بهره برداری در زمان بحران از سوی دیگر، شده است، باید از ایستگاه‌های قطار شهری به نحو احسن و با عملکرد چند منظوره استفاده گردد. بنابراین، انجام چنین تحقیقی در سطح مترو با توجه به شرایط خاص به لحاظ امنیتی و اجتماعی بسیار حائز اهمیت بوده و نتایج حاصل از آن می‌تواند در تمامی شهرها کاربرد داشته باشد.

#### ۱-۳- اهداف

هدف اصلی از انجام پژوهش استخراج و تدوین آن دسته از معیارهای فنی است که به منظور بهبود طراحی معماری ایستگاه‌های مترو بر اساس ملزومات پدافند غیرعامل کاربرد داشته و در راستای ارتقای توانمندی‌های ملی به منظور محافظت از سرمایه‌های فیزیکی و به‌ویژه انسانی کشور نقش موثری ایفا نمایند.

آنها خواسته شد با استفاده از طیف لیکرت به رتبه بندی آنها پردازند. بر این اساس اعضا پانل میزان اهمیت عوامل را تعیین و به واسطه رتبه بندی تعدادی از مهم‌ترین آنها را انتخاب می‌کنند. بر این اساس، تعداد آنها به میزانی کاهش می‌یابد که کار با آنها قابل انجام باشد. در حقیقت این مرحله برای کاهش تعداد عوامل به تعداد قابل قبول برای ادامه کار انجام می‌شود.

مرحله چهارم: در این مرحله پس از تحلیل نتایج بدست آمده از پرسشنامه دوم، مجدداً پرسشنامه با استفاده از نظرات اعضای پانل اصلاح گردید و در اختیار متخصصان قرار گرفت. به طوری که این مرحله به بازنگری در میزان اهمیت عوامل براساس نتایج پیشین اختصاص دارد. هم چنین در این مرحله هریک از اعضا در جریان نظر گروه قرار گرفته و مجدداً در آن یا ترتیب اهمیت عوامل تجدید نظر می‌کنند. تجدید نظر اعضا تا جایی ادامه می‌یابد که میان آنها اتفاق نظر حاصل شود یا تعداد شرکت کنندگان به کمتر از حد لازم برسد. پس از پایان این دور و دستیابی به اتفاق نظر، انجام روش دلفی تکمیل و نهایی سازی فهرست الزامات معمارانه ایستگاه‌های مترو با رویکرد پدافند غیرعامل خاتمه می‌پذیرد.

## ۲- مبانی نظری

### ۱-۲- پدافند غیرعامل در معماری

معماری و شهرسازی به عنوان یک واسطه، قدرت دفاعی را بالا می‌برد و در ارضای نیاز به امنیت در سلسله مراتب پله ای مازلو اثر مثبت داشته و باعث بقای انسان می‌گردد. در "اکستیکس"، واژه "دفاع" در مقابل "دشمن" تهدیدات انسان ساز و واژه "ایمنی و

این حالت اعضا به منظور کاربرد دانش آنان در مسئله‌ای خاص و بر مبنای معیارهایی برگزیده می‌شوند که این موضوع از ماهیت موضوع و مسئله پژوهش نشات می‌گیرد. بر این اساس اعضای پانل دلفی برای این پژوهش به صورت نمونه گیری غیراحتمالی و ترکیبی از روش‌های هدف دار یا قضاوتی و زنجیره‌ای برگزیده شدند. به طوری که ۶ نفر از افرادی نامزد شدند که پژوهشگر برای مشارکت در این پژوهش مناسب می‌دانست. این افراد یا به عنوان پژوهشگر و کارشناس در پژوهشکده‌های مرتبط با موضوع پدافند فعالیت می‌کردند و یا در کمیته‌های پدافند غیرعامل مستقر در ادارات و شرکت‌ها مشغول به کار بودند. هم چنین ۴ نفر از معمارانی که تخصص پدافندی داشته و به عنوان معماران دفاعی مشغول به کار هستند به عنوان اعضای پانل دعوت گردیدند. بر این اساس پانل دلفی با حضور افراد ذیل شکل گرفت:

مسئول کمیته پدافند غیرعامل در اداره یا شرکت: ۴ نفر؛

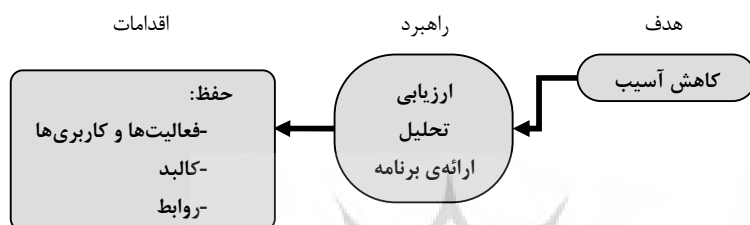
کارشناس یا پژوهشگر در زمینه پدافند غیرعامل: ۲ نفر  
معمار دفاعی: ۴ نفر؛

مرحله دوم: در این مرحله پرسشنامه باز حاوی یک سوال پیرامون الزامات معمارانه در طراحی ایستگاه مترو با رویکرد پدافند غیرعامل (از دیدگاه متخصصان) در اختیار اعضای پانل قرار خواهد گرفت.

مرحله سوم: پس از دریافت پاسخ و بررسی دیدگاه‌های اعضای پانل در مرحله دوم، الزامات معمارانه مشابه با هم ادغام و به صورت پرسشنامه‌ای بسته در اختیار اعضای پانل قرار گرفت. هم چنین از

ساز جنگ و بمباران هوایی و... جهت کاهش خطرپذیری در برابر انواع خطرات طبیعی نیز مفید واقع شود (Blum, 2010,18) تلفیق طراحی پدافند غیرعامل، برای مقابله با خطرات طبیعی مانند زلزله، علاوه بر تهدیدات انسان ساز، در زمان صلح و جنگ، باعث "پایداری" طرح دفاعی می‌گردد (نوروزی، ۱۳۹۰، ۶۸)

حفاظت "در مقابل تهدیدات طبیعی بکار می‌رود (ابوالحسنی، ۱۳۸۴) با این رویکرد روانشناسانه به معماری و شهرسازی، بحث ایمنی و امنیت باید در کلیه سطوح برنامه ریزی و طراحی، از موضوعات کلان شهرسازی تا معماری و جزئیات فنی مد نظر قرار گیرد. پدافند غیرعامل در معماری و شهرسازی می‌تواند علاوه بر کاهش خسارات تهدیدات انسان



شکل ۱- اهداف، راهبرد و اقدامات در معماری پدافند غیر عامل

• ساخت شامل شبکه‌های زیرساخت، تاسیسات و استحکامات.  
 ۲-۲- مهندسی مترو  
 در سامانه قطار شهری، مسیرها و خطوط به صورت دایره متحدالمرکز (خطوط کمربندی) یا شعاعی قرار گرفته اند و یا اینکه خطوط شعاعی دایره متحدالمرکز را قطع می نمایند، بعنوان مثال در برنامه ریزی شبکه مسیرهای متروی شهر نیویورک، هم مسیرها موازی و هم مسیرها شعاعی منظور شده اند. متروی پاریس هم دارای سیستم شعاعی و سیستم مرکزی میباشد و متروی لندن فقط دارای سیستم شعاعی است. متروی تهران دارای سیستم شعاعی و تا حدودی حلقوی می باشد. بطوریکه کلیه تقاطع‌ها در مرکزیت شهر و به حالت حلقوی قرار دارند و ابتدا و انتهای مسیرها به سمت پیرامون تهران ادامه پیدا می نمایند. (منتظری، ۱۳۸۴، ۵۹)

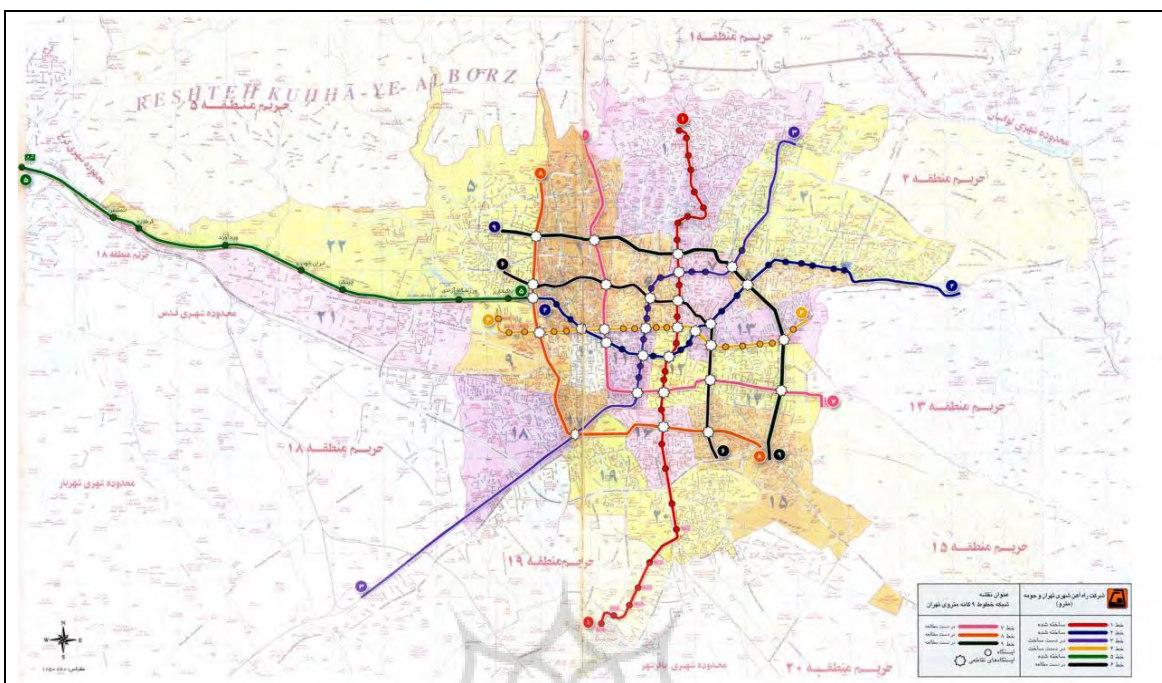
با توجه به مراحل تهاجم دشمن که شامل شناسایی، حضور، بازشناسی، نشانه روی، ایراد خسارت و فرار است، به کارگیری هریک از این الزامات و عوامل در طراحی پدافند غیرعامل به نوبه خود در یک یا چند مرحله از مراحل تهاجم دشمن خلل ایجاد کرده و دشمن را از دستیابی به هدف ناکام خواهد گذاشت. الزامات معماری به گروه‌های خاصی طبقه بندی شده است (اصغریان جدی، ۱۳۸۳، ۹۱). این گروه‌ها عبارتند از:

- برنامه‌ریزی شامل مکان یابی و آرایش استقرار، موانع، پراکنندگی و مدیریت ساخت و بهره برداری؛
- اغتشاش در دید دشمن شامل ضد مراقبت؛
- دید دشمن شامل استتار، اختفاء و عوامل فریب؛
- طراحی شامل معماری داخلی، فضاهای چند عملکردی، ورودی و خروجی‌های معمولی و اضطراری، مرمت پذیری، نمای داخلی و خارجی ساختمان؛

جدول ۱- الزامات معماری در پدافند

فرار	قدرت آتش	ساختار تهاجم دشمن				طبقه بندی تهاجم	الزامات معماری
		D- نشانه روی	C- بازشناسی	B- حضور (دسترسی دشمن)	A- شناسایی		
F- فرار	E- ابراه خسارت	D1	C1	B1	A1	دفاع	موارد تهاجم دشمن الزامات معماری در غیرعامل
	E1	D1	C1	B1	A1		۱- مکانیابی و آرایش استقرار
				B2			۲- موانع (حضور و مانور دشمن)
	E3						۳- پراکندگی
	E4	D4	C4		A4		۴- مدیریت ساخت و بهره بردار
	E5	D5	C5		A5		۵- ضدمراقبت (اغتشاش دردید) Counter Surveillance
	E6	D6	C6		A6		۶- استتار Camouflage
	E7	D7	C7		A7		۷- اختفاء Concealment
	E8	D8	C8		A8		۸- عوامل فریب Deception
	E9						۹- طراحی معماری داخلی
	E10						۱۰- طراحی فضاهای چند عملکردی
	E11						۱۱- طراحی ورودی و خروجی‌های معمولی و اضطراری
	E12						۱۲- مرمت پذیری
	E13	D13	C13		A13		۱۳- نمای بیرونی
	E14						۱۴- نمای داخلی
	E15		C15		A15		۱۵- شبکه‌های زیرساخت
	E16		C16		A16		۱۶- تاسیسات
	E17						۱۷- استحکامات (سازه)

ماخذ: اصغریان جدی، ۱۳۸۳

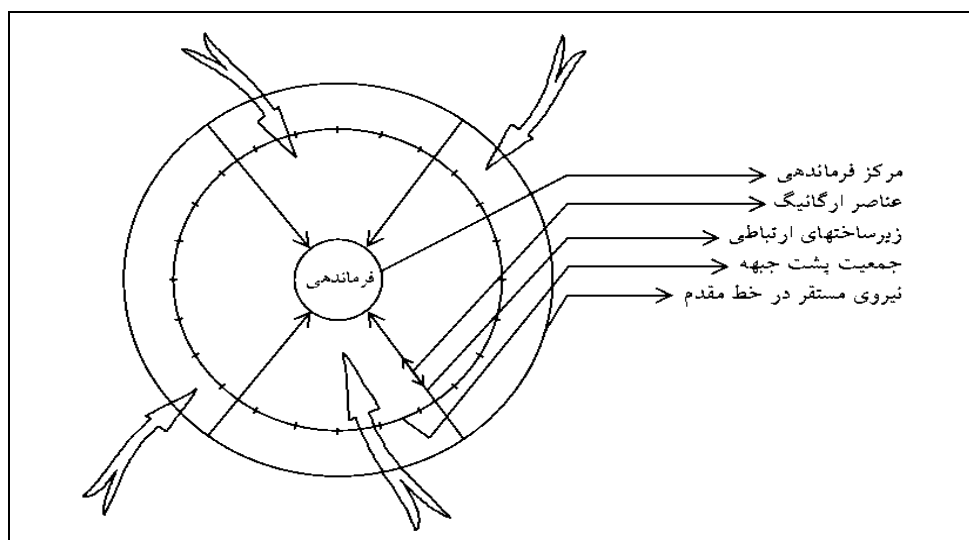


شکل ۱- نقشه سامانه قطار شهری تهران

### ۲-۳- سطح بندی سامانه قطار شهری

یکی از مهمترین مسایلی که باید در طراحی پدافند غیر عامل برای سامانه قطار شهری لحاظ نمود، تعیین طبقه بندی و درجه اهمیت امنیتی - حفاظتی بخشهای مختلف است. نظریه و تئوری موجودی که برای تعیین نقاط حیاتی، حساس و مهم بکار می‌رود "نظریه واردن" است (دیوسالار، ۱۳۸۵، ۹۹). اما با توجه به اینکه این نظریه توسط یک فرد آمریکایی در سال ۱۹۸۸ براساس سطح بندی آن کشور تهیه شده است، بسیاری از این تقسیم بندی با کشور ما سازگاری ندارد ولی می‌توان گفت که سامانه قطار

شهری به عنوان یک زیر ساخت در حلقه سوم این تئوری قرار دارد و بطور کلی دارای درجه اهمیت مهم است. «لازم به توضیح است که در این تئوری جمعیت مردمی و اراده ملی در حلقه چهارم قرار داده شده است در صورتیکه در کشور ما فرماندهی و مردم و اراده آنها در حلقه‌های اول قرار دارند» می‌توانیم حلقه‌های تهدید و چگونگی عملکرد دشمن نسبت به زمینه سازی تهاجم را در کشورمان به صورت ذیل ارائه نماییم (حسینی، ۱۳۸۹، ۵۹):



شکل ۲- حلقه‌های پنج گانه اردن

(سکوها، ورودی و خروجی‌ها، راهروها، راه پله‌ها و...)، دپو و پارکینگ و... تشکیل شده است که لازم است ملاحظات دفاع غیرعامل در طراحی بخشها و اجزاء آن صورت پذیرد (میرزایی، ۱۳۸۸، ۳۹)

تونل: تونل‌های مترو یکی از اجزاء مهم مترو بوده که در زیرزمین قرار دارد و جهت رفت و آمد افراد و حمل مواد توسط قطار احداث شده و از مهمترین سازه‌های زیر زمینی شهری است. این سازه زیرزمینی در شرایط بحران با احداث دسترسی‌های مناسب و رعایت تمهیدات پدافند غیرعامل می‌تواند دارای عملکردهای ثانویه جهت انتقال تأسیسات شهری مانند برق، آب، مخابرات و... باشد. هم‌چنین نقش ارتباط دهنده بین مراکز شهری را داشته و قابلیت خروجی‌های اضطراری شهر را داراست.

دپو و پارکینگ: بخش دپو و پارکینگ نیز یکی دیگر از بخشهای مهم یک سامانه قطار شهری می‌باشد که می‌تواند سطحی یا زیر سطحی باشد. با توجه به اینکه این بخش از حساسیت زیادی برخوردار است

در یک نگاه کلی می‌توان با استفاده از شاخص‌های ارائه شده در تئوری جان و اردن و تجربه جنگ‌های اخیر ناتو و خصوصاً آمریکا، فرآیند تهدید و تهاجم را این گونه برآورد نمود که دشمن اصلاً قبل از هر نوع تهاجم نظامی و درگیری مستقیم، در یک فاز بلند مدت اقدام به جنگ نرم به عنوان حلقه اول تهاجم نموده و در حوزه‌های مختلف، کشور حریف را زمین گیر، ناپایدار و از درون آسیب پذیر می‌نماید. (پورخرمدند، ۲۸، ۱۳۸۳) یکی از تبعات این روش تهاجم؛ پاشیدگی از درون، فلج کردن جامعه، کاستن اراده ملی، کاهش ضریب مقاومت مردمی و نیروهای مسلح است. در مرحله بعدی و پس اجرای حلقه اول تهاجم (جنگ نرم) دشمن اقدام به پیاده سازی حلقه دوم با جنگ سخت علیه کشور حریف خواهد نمود. (سالاری فر، ۶، ۱۳۸۵)

– اجزاء و بخش‌های مختلف مترو و ملاحظات دفاع غیرعامل مربوطه: مترو از بخش‌های مختلف از جمله تونل، ایستگاه و فضاها داخل ایستگاه



مسافرین با ظرفیت مناسب) و دارای دسترسی‌های مطلوب باشد. (دهقانی، ۱۳۸۶، ۶۸)

#### ۲-۴- ساختار ایستگاه مترو

تعریفی که از یک طرح موفق ارائه می‌شود در دورانه‌ها و زمانهای مختلف متفاوت است و اصول طراحی ایستگاه‌های قطار، مانند تمام فضاهای عمومی دیگر نیازمند کالبدی زنده و پویاست که در طی دوره حیات خود مطابق نیازها و تقاضاهای روز تغییر کرده و انعطاف پذیر و کاربردی باشد. برای طراحی ایستگاه‌های مترو الزامات عمومی و مشخصی وجود ندارد و معمولاً اصول طراحی توسط اشخاص و مالکین و خود مجریان طرح، با توجه به موقعیت، شرایط، امکانات و خدمات ارائه شده توسط ایستگاه و نیز استانداردهای بین‌المللی حفاظت از آتش، اصول طراحی فضاهای عمومی، استانداردهای معماری معلولین و اصول و ابعاد عمومی سیستم‌های ترانزیت و حمل و نقل تعیین می‌شود (قاضی زاهدی، ۱۳۶۶، ۵۳). به طور کلی ایستگاه‌های مترو می‌توانند کارکردهای زیر را داشته باشند:

در صورتی که لازم باشد اصول پدافند غیرعامل در این قسمت اجرا می‌گردد. این اصول عبارتند از:

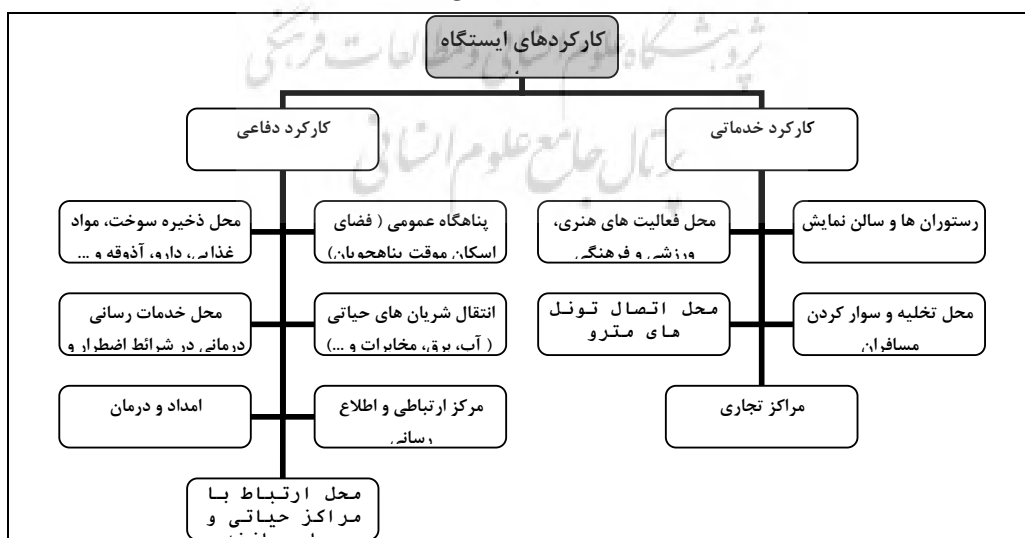
- احداث دیوار حفاظتی مناسب پیرامون پارکینگ و دپو، مجهز به دوربین‌های مدار بسته Day & Light ثابت و حساس به حرکت، بزرگنمایی مناسب برای پوشش تصویری منطقه.

- استفاده از سنسورهای اعلام سرقت در دپو و پارکینگ.

- ذخیره آب به مقدار کافی برای مصارف آتش-نشانی (با سیستم آب افشان اتوماتیک و دستی) در محوطه پارکینگ‌ها، تعمیرگاه‌ها و دپوها.

- ایجاد راه‌های دسترسی اضطراری در پارکینگ‌ها.

ایستگاه‌ها: ایستگاه مکان ارتباطی است میان سطح زمین و خطوط مترو که تسهیلات و خدمات را به افراد ارائه می‌دهد. ایستگاه‌ها بلحاظ دفاعی می‌بایست امن در برابر تهدیدات (متعارف و غیرمتعارف)، دارای عمق مناسب (جهت کاربردهای مختلف)، چند منظوره (دارای کاربری پناهگاه عمومی امن برای



شکل ۳- نمودار کارکردهای دفاعی و غیردفاعی ایستگاه مترو، ماخذ: دهقانی، ۱۳۸۶

## ۳- تحلیل یافته‌ها

## مرحله اول: تشکیل پانل دلفی

در این مرحله مسئله پژوهش تعریف و بر این اساس ویژگی‌های لازم برای شرکت کنندگان در پانل دلفی تعیین گردید. سپس نامزدهای مشارکت در این پانل شناسایی و از آنان دعوت به عمل آمد. این مرحله با تعیین اعضا پانل به اتمام رسید.

مرحله دوم: تحلیل پاسخ‌های پرسشنامه اول

در مرحله دوم، پرسشنامه‌ای باز در رابطه با شناسایی الزامات معمارانه ایستگاه مترو با رویکرد پدافند غیرعامل در اختیار اعضای پانل قرار گرفت. پس از دریافت پاسخ و بررسی دیدگاه‌های اعضا، گویه‌های پیشنهادی مشابه یا نزدیک به هم، در یکدیگر ادغام شدند که نتایج حاصل از این مرحله که شامل ۱۱ گویه است در جدول ۲ آورده شده است.

## جدول ۲- الزامات معمارانه بدست آمده در مرحله دوم دلفی

الزامات طراحی
<ul style="list-style-type: none"> <li>چند منظوره بودن مترو که قابلیت پناهگاهی در شرایط بحران و کاربری‌های معمولی در شرایط عادی را داشته باشد.</li> <li>استفاده از درب‌های متحرک مستحکم و خمهای مختلف بارعبایت اصول مهندسی به جهت عدم انتقال موج انفجار و مقابله با بمب‌های هواسوز.</li> <li>پیش بینی خروجی‌های اضطراری و ویژه با رعایت اصل استتار، همگون سازی و شبیه سازی برای آنها</li> <li>در نظر گرفتن فضاهایی برای انبار آذوقه، آب، سوخت و لحاظ نمودن سرویس بهداشتی.</li> <li>از بین بردن نقاط تیز گوشه و تعبیه مسیرهای داخلی امن، دارای روشنایی، تهویه و علائم راهنمای کافی.</li> <li>استفاده از سطوح کف و دیواره‌های سفید یا براق برای تقویت نورپردازی و لحاظ نمودن لامپ‌های شب تاب و کم انرژی</li> </ul>
الزامات دسترسی و مکانیابی
<ul style="list-style-type: none"> <li>استفاده از چندین مسیر دسترسی مناسب به محل هر ایستگاه</li> <li>لحاظ نمودن حداکثر شعاع قابل قبول ۵۰۰ متر برای دسترسی به ایستگاه مترو و ارتباط با کاربری‌های شهری مانند پارکینگ‌های عمومی</li> </ul>
الزامات مدیریتی
<ul style="list-style-type: none"> <li>استفاده از سیستم و تجهیزات امنیتی و حفاظتی (دوربین‌های مخفی، سنسورهای هشدار حملات NBC و کشف مواد مخدر).</li> </ul>
الزامات تاسیساتی
<ul style="list-style-type: none"> <li>ایجاد سیستم‌های اضطراری (آب، برق، تلفن و سوخت)</li> <li>خودکفایی سیستم‌های تهویه شبکه مترو و استفاده از شفت‌های تهویه با فیلتر</li> </ul>

منبع: یافته‌های پژوهش

مرحله سوم: سطح توافق با اولویت بندی گویه‌ها از دیدگاه اعضای پانل

پس از جمع آوری پرسشنامه مرحله اول، پاسخ‌ها دسته بندی شد و مبنای تنظیم پرسشنامه مرحله دوم قرار گرفت. پرسشنامه دوم به صورت پرسشنامه

بسته، در قالب ۱۱ گویه برای اولویت بندی و تعیین میزان موافقت هر یک از اعضای پانل با مقوله مورد نظر با استفاده از طیف لیکرت (کاملاً مخالفم=۱، مخالفم=۲، نظری ندارم=۳، موافقم=۴، کاملاً

موافقم=۵) در اختیار آنها قرار گرفت. نتایج حاصل از گویه‌هایی که اعضای پانل بر آنها به عنوان الزامات آن در جدول ۳ آمده است. معمارانه تاکید دارند، شامل موارد ذیل است.

براساس جدول ۳ پاسخگویان با هر ۱۱ گویه شناسایی شده موافق بوده اند. (میانگین بالاتر از ۳).

جدول ۳- ترتیب اهمیت الزامات معمارانه در طراحی ایستگاه مترو با رویکرد پدافند غیرعامل در مرحله سوم دلفی

ردیف	الزامات بدست آمده	میانگین	انحراف معیار	C.V
۱	چند منظوره بودن مترو که قابلیت پناهگاهی در شرایط بحران و کاربری‌های معمولی در شرایط عادی را داشته باشد.	۴,۴	۰,۷۴	۰,۱۶
۲	استفاده از درب‌های متحرک مستحکم و خمهای مختلف بارعبایت اصول مهندسی به جهت عدم انتقال موج انفجار و مقابله با بمب‌های هواسوز.	۴,۱	۰,۶۹	۰,۱۶
۳	پیش بینی خروجی‌های اضطراری و ویژه با رعایت اصل استتار، همگون سازی و شبیه سازی برای آنها	۴,۳	۰,۷	۰,۱۶
۴	در نظر گرفتن فضاهایی برای انبار آذوقه، آب، سوخت و لحاظ نمودن سرویس بهداشتی.	۴	۰,۹۷	۰,۲۴
۵	از بین بردن نقاط تیز گوشه و تعبیه مسیره‌های داخلی امن، دارای روشنایی، تهویه و علائم راهنمای کافی.	۴,۱	۰,۸۵	۰,۲۰
۶	استفاده از سطوح کف و دیواره‌های سفید یا براق برای تقویت نورپردازی و لحاظ نمودن لامپ‌های شب تاب و کم انرژی	۳,۵	۰,۹۷	۰,۲۷
۷	استفاده از چندین مسیر دسترسی مناسب به محل هر ایستگاه	۵,۳	۰,۸۰	۰,۱۵
۸	لحاظ نمودن حداکثر شعاع قابل قبول ۵۰۰ متر برای دسترسی به ایستگاه مترو و ارتباط با کاربری‌های شهری مانند پارکینگ‌های عمومی	۳,۸	۱,۰۴	۰,۲۷
۹	استفاده از سیستم و تجهیزات امنیتی و حفاظتی (دوربین‌های مخفی، سنسورهای هشدار حملات NBC و کشف مواد مخلدر).	۴,۲	۱,۰۷	۰,۲۵
۱۰	ایجاد سیستم‌های اضطراری (آب، برق، تلفن و سوخت)	۴,۲	۰,۹۹	۰,۲۳
۱۱	خودکفایی سیستم‌های تهویه شبکه مترو و استفاده از شفت‌های تهویه با فیلتر	۴	۱,۱	۰,۲۷

منبع: یافته‌های پژوهش

مرحله چهارم: سطح توافق با استانداردهای شناسایی شده از دیدگاه اعضای پانل در مرحله چهارم گویه‌های حاصل از ترتیب نتایج به دست آمده از پرسشنامه اول و دوم در قالب پرسشنامه‌ای در اختیار اعضای پانل قرار گرفت و میزان موافقت آنها با الزامات مشخص شده تعیین شد. هدف پرسشنامه سوم رسیدن به اجماع بود. نتایج حاصل از این مرحله در جدول ۴ آمده است.

مرحله چهارم: سطح توافق با استانداردهای شناسایی شده از دیدگاه اعضای پانل در مرحله چهارم گویه‌های حاصل از ترتیب نتایج به دست آمده از پرسشنامه اول و دوم در قالب پرسشنامه‌ای در اختیار اعضای پانل قرار گرفت و

جدول ۴: سطح توافق متخصصان با الزامات معمارانه در طراحی ایستگاه مترو با رویکرد پدافند غیرعامل در مرحله

#### چهارم دلفی

ردیف	الزامات بدست آمده	درصد موافقت	درصد مخالفت
۱	چند منظوره بودن مترو که قابلیت پناهگاهی در شرایط بحران و کاربری‌های معمولی در شرایط عادی را داشته باشد.	۱۰۰	۰
۲	استفاده از درب‌های متحرک مستحکم و خمهای مختلف بارعایت اصول مهندسی به جهت عدم انتقال موج انفجار و مقابله با بمب‌های هواسوز.	۷۲	۲۸
۳	پیش بینی خروجی‌های اضطراری و ویژه با رعایت اصل استتار، همگون سازی و شبیه سازی برای آنها	۸۸	۱۲
۴	در نظر گرفتن فضاهایی برای انبار آذوقه، آب، سوخت و لحاظ نمودن سرویس بهداشتی.	۷۲	۲۸
۵	از بین بردن نقاط تیز گوشه و تعبیه مسیرهای داخلی امن، دارای روشنایی، تهویه و علائم راهنمای کافی.	۶۸	۳۲
۶	استفاده از سطوح کف و دیواره‌های سفید یا براق برای تقویت نورپردازی و لحاظ نمودن لامپ‌های شب تاب و کم انرژی	۶۰	۴۰
۷	استفاده از چندین مسیر دسترسی مناسب به محل هر ایستگاه	۸۰	۲۰
۸	لحاظ نمودن حداکثر شعاع قابل قبول ۵۰۰ متر برای دسترسی به ایستگاه مترو و ارتباط با کاربری‌های شهری مانند پارکینگ‌های عمومی	۶۸	۳۲
۹	استفاده از سیستم و تجهیزات امنیتی و حفاظتی (دوربین‌های مخفی، سنسورهای هشدار حملات NBC و کشف مواد مخدر).	۷۶	۲۴
۱۰	ایجاد سیستم‌های اضطراری (آب، برق، تلفن و سوخت)	۸۰	۲۰
۱۱	خودکفایی سیستم‌های تهویه شبکه مترو و استفاده از شفت‌های تهویه با فیلتر	۷۲	۲۸

منبع: یافته‌های پژوهش

شد. این ضریب مقیاسی است برای تعیین درجه هماهنگی و موافقت میان چندین دسته رتبه ی مربوط به N شی یا فرد. در حقیقت با کاربرد این مقیاس می‌توان همبستگی رتبه‌ای میان K مجموعه رتبه را یافت. ضریب هماهنگی کندال نشان می‌دهد که افرادی که چند مقوله را براساس اهمیت آنها مرتب کرده اند، اساسا معیارهای مشابهی را برای قضاوت درباره اهمیت هر یک از مقوله‌ها به کار برده اند و از

همانطور که جدول ۴ نشان می‌دهد، میزان موافقت با ۱۱ گویه بیش از میزان مخالفت با آنهاست. بنابراین می‌توان گفت که با این ۱۱ گویه توافق نسبی وجود دارد و اعضای پانل به اجماع بر سیر الزامات معمارانه در طراحی ایستگاه مترو با رویکرد پدافند غیرعامل رسیدند. هم چنین در این پژوهش برای تعیین میزان اتفاق نظر میان اعضای پانل، از ضریب هماهنگی کندال استفاده

مقدار این مقیاس در زمان هماهنگی کامل برابر یک و در زمان نبود کامل هماهنگی برابر صفر است. در پایان دور سوم روش دلفی، ضریب هماهنگی کندال برای این پژوهش معادل ۰,۷ (اتفاق نظر قوی) بدست آمد که با توجه به جدول ذیل به مقدار نسبتاً زیاد می‌توان به ترتیب عوامل آن اعتماد کرد.

این لحاظ با یکدیگر اتفاق نظر دارند. ضریب هماهنگی کندال (W) با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$W = \frac{S}{\frac{1}{12} K^2 (N^3 - N)}$$

حاصل جمع مربعات انحراف‌های از میانگین: S

تعداد داوران: K

تعداد عوامل رتبه بندی شده: N

جدول ۵- مقادیر ضریب هماهنگی کندال و میزان اطمینان نسبت به ترتیب عوامل

مقدار W	تفسیر	اطمینان نسبت به ترتیب عوامل
۰,۱	اتفاق نظر بسیار ضعیف	وجود ندارد
۰,۳	اتفاق نظر ضعیف	کم
۰,۵	اتفاق نظر متوسط	متوسط
۰,۷	اتفاق نظر قوی	زیاد
۰,۹	اتفاق نظر بسیار قوی	خیلی زیاد

#### ۴- نتیجه گیری

دسترسی و مکانیابی، مدیریتی و الزامات تاسیساتی و ۱۱ معیار فرعی دسته بندی می‌شوند. به طوری که چند منظوره بودن مترو، استفاده از درب‌های متحرک و خم به جهت عدم انتقال موج انفجار، پیش بینی خروجی‌های اضطراری، در نظر گرفتن فضاهایی برای انبار آذوقه، آب و سوخت، از بین بردن نقاط تیز گوشه و تعبیه مسیرهای داخلی امن، هم چنین استفاده از سطوح کف و دیواره‌های سفید یا براق به عنوان الزامات طراحی انتخاب گردیدند. در خصوص الزامات دسترسی و مکانیابی اعضای پانل استفاده از چندین مسیر دسترسی مناسب و لحاظ نمودن حداکثر شعاع قابل قبول ۵۰۰ متر برای دسترسی به ایستگاه مترو را دارای اولویت دانسته اند. برای الزامات مدیریتی استفاده از سیستم و تجهیزات امنیتی و حفاظتی و برای الزامات تاسیساتی اعضای پانل بر

ایستگاه‌های مترو از جمله سازه‌های زیرزمینی است که دارای ماندگاری طولانی (عمر مفید زیاد) و بهره برداری پیوسته و کثرت استفاده کننده (عموم مردم) می‌باشد. بنابراین در طراحی، احداث و بهره برداری ایستگاه‌های مترو حتی الامکان می‌بایست به تناسب پیشرفت سلاحهای دشمن، اقدامات ضروری و مورد نیاز را انجام و با استفاده از آخرین دستاوردهای علمی و دانش فنی روز دنیا، توان دشمن را کاهش و یا خنثی نمائیم. این مهم با استفاده از بکارگیری شیوه‌ها و شاخص‌های مؤثر در پدافند غیرعامل برای مقابله با تواناییهای دشمن قابل انجام خواهد بود. نتایج تحقیق در بررسی الزامات معمارانه ایستگاه‌های مترو از منظر پدافند غیرعامل حاکی از آن است که این الزامات در ۴ دسته کلی اعم از الزامات طراحی،

این راستا بهتر است در خطوط مترو خروجی‌های اضطراری با عمقی بیش از عمق محل تجمع پناهجویان ایجاد شوند.

- بهتر است جمعیت پناهجو در ایستگاه‌های مترو در مدتی بیش از ۲۴ ساعت، در آن توقف و اسکان نداشته باشند. این امر موجب تبدیل شبکه‌ی مترو به اصلی‌ترین مسیر دسترسی و تردد ایمن شهر در زمان حملات سنگین هوایی و موشکی می‌گردد. اما از تبدیل آن به محل تجمع و اسکان دائم جمعیت پناهجو ممانعت نموده و فضای لازم برای هدایت آنان را به محیط‌های کمتر آسیب پذیر را فراهم می‌سازد.

- مترو در برابر دسته مشخصی از سلاح‌های تهاجمی موسوم به بمب‌های هواسوز به شدت آسیب‌پذیر است. ایستگاه‌های مترو چنانچه به عنوان پناهگاه نیز طراحی شده‌اند با درهایی مقاوم در چند مرحله از شبکه مترو تفکیک شده و از آسیب‌های وارده به آن در امان باشند.

- پیشنهاد می‌گردد نورپردازی شبکه مترو برای ساعات روز بر پایه‌ی استفاده هوشمندانه از نور خورشید طراحی گردد ولی نباید پیش‌بینی سیستم نورپردازی طبیعی مترو موجب ایجاد مجاری مستقیم و به‌قدر کافی بزرگ باشد که به بمب‌ها و یا موشک‌های هدایت دقیق دشمن اجازه نفوذ دهد.

- به منظور ممانعت از احتمال ایجاد روزنه‌های مستقیم از سطح زمین تا شبکه زیرسطحی مترو، مدل پرسکوپ که نور را در مقاطع مختلف هدایت و جابجا می‌نماید استفاده گردد.

روی ایجاد سیستم‌های اضطراری، هم‌چنین خودکفایی سیستم‌های تهویه شبکه مترو به اجماع رسیدند. از نظر متخصصان گویه "چند منظوره بودن مترو که قابلیت پناهگاهی در شرایط بحران و کاربری‌های معمولی در شرایط عادی را داشته باشد" با بالاترین میانگین و با موافقت ۱۰۰ درصد دارای بیشترین اهمیت بوده و گویه "استفاده از سطوح کف و دیواره‌های سفید یا براق برای تقویت نورپردازی و لحاظ نمودن لامپ‌های شب تاب و کم انرژی" با کمترین میانگین و با موافقت ۶۰ درصد، دارای کمترین اهمیت از دیدگاه متخصصان پدافندی بوده است. بدین منظور ضروری است در هنگام مطالعه و طراحی شبکه خطوط مترو، ایستگاه‌ها و سایر بخش‌های مترو، ملاحظات دفاع غیرعامل در آن اعمال گردد، بگونه‌ای که نقشه‌های تولیدی مشاور واجد مشخصات و ملاحظات دفاع غیرعامل بوده و کلیه احداثات مترو پاسخگوی نیازهای شرایط بحران باشد.

#### ۵- پیشنهادها

با توجه به الزامات معمارانه بدست آمده برای ایستگاه‌های مترو از منظر پدافند غیرعامل پیشنهادات و راهبردهای زیر به جهت کاهش آسیب‌پذیری در زمان بحران ارائه می‌گردد:

- دسترسی بین مترو و ابنیه‌ی ویژه یا فضای بیرونی برای ایمنی، خوانایی، سرعت و سهولت تردد به دقت طراحی گردد.

- در خطوط مترو تمهیداتی پیش‌بینی شود که در صورت انهدام و انسداد بخش یا بخش‌هایی از مترو، امکان تداوم ارتباط با محیط پیرامونی فراهم گردد. در

## منابع

- عبدالهی، مجید، (۱۳۸۲)، مدیریت بحران در نواحی شهری؛ انتشارات سازمان شهرداری‌های کشور؛ چاپ دوم.
- علیدوستی، سیروس، (۱۳۸۴) طراحی و تبیین مدل عوامل کلیدی موثر بر کاربرد فناوری اطلاعات در اداره کل سازمان‌های دولتی استانهای صنعتی ایران، رساله دکترای تخصصی مدیریت، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.
- قاضی زاهدی، مهرداد، اردشیر رکنی، مسعود، (۱۳۶۶)، پایان نامه معماری پژوهش و طرح پیشنهادی ایستگاه مرکزی مترو. جلد اول و دوم. کتابخانه شرکت مترو.
- منتظری، محمد، (۱۳۸۴)، آشنایی با سیستم‌های راه آهن شهری، شرکت راه آهن شهری تهران و حومه (مترو).
- موحدی نیا، جعفر، (۱۳۹۰)، دفاع غیر عامل، دانشکده فرماندهی و ستاد سپاه.
- میرزایی، محمد علی، (۱۳۸۸)، طراحی ایستگاه متروی ورامین، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز.
- نوروزی علیایی، علیرضا، (۱۳۹۰)، به‌کارگیری اصول دفاع غیر عامل در برنامه‌ریزی شهری.
- ولوی، محمدرضا، (۱۳۹۰)، جزوه «سناریوهای تهدید نظامی موجود علیه جمهوری اسلامی ایران با تاکید بر ارتباطات دفاعی»؛ پژوهشکده مهندسی پدافند غیرعامل، ستاد کل نیروهای مسلح، مرکز تحقیقات استراتژیک، گروه بررسی توان ملی در حوزه آماد و پشتیبانی؛ تهیه کننده: محمدرضا میرزاامینی (اندیشگاه شریف)؛ ۱۳۹۰.
- ابوالحسنی، عبدالله، (۱۳۸۴)، پدافند غیرعامل، معماری و طراحی شهری در ایران، نشریه شماره ۴؛ قرارگاه پدافند هوایی خاتم الانبیاء (ص)؛ تهران؛ ۱۳۸۴.
- اصغریان جدی، احمد، (۱۳۸۳)، الزامات معمارانه در دفاع غیرعامل پایدار؛ طرح پژوهشی دکتری؛ دانشگاه شهید بهشتی؛ آرشیو اسناد.
- پورخرمدند، رضا (۱۳۸۳)، مدیریت بحران (اصول و راهنمای علمی دولت‌های محلی) تألیف: توماس ای درابکوجرالذجی هواتمر، تهران: مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران، انتشارات پردازش و برنامه ریزی شهری.
- جلالی، غلامرضا، (۱۳۸۵)، مبانی نظری در معماری دفاع غیر عامل، دانشگاه صنعتی مالک اشتر.
- حسینی، سید بهشید، (۱۳۸۶)، معیارهای پدافند غیرعامل در ساختمان‌های جمعی شهری، نشر عابد.
- دهقانی، اسفندیار، (۱۳۸۶)، اصول طراحی ایستگاه مترو از منظر پدافند غیرعامل، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی مالک اشتر.
- دیوسالار، عبدالرسول، (۱۳۸۵)، محیط شناسی نظامی: «فضای عملیاتی جنگ‌های نسل ششم»؛ موسسه‌ی آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی، وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح، حوزه علوم، تحقیقات و توسعه فناوری، مرکز علوم دفاعی.
- سالاری فر، مرتضی، (۱۳۸۵)، هندسه فراکتال در طراحی استنتار، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، پژوهشکده مهندسی پدافند غیر عامل.

- W.Coburn, A, (1993), International of Vulnerability Assessment to Development Planning Disaster Management in Metropolitan Area 21th Century, Japan,1993 pp.261-267
- Blum, W. (2010) The Vietnam War and the United States Lessons. Retrieved April 1
- Cuhls, k. (2002) Delphi method [online].Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research, Munich Personal Repec Archive, Available from: <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/4999>[Accessed 17 April 2010]
- Hartman, T., (2007), The Delphi Method for Graduate Research, Journal of Information Technology Education, Volume 6.

