

فصلنامه علمی-ترویجی پدافند غیرعامل

سال چهارم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۲، (پیاپی ۱۵): صص ۵۷-۶۸

## شناخت آسیب‌پذیری معابر طبقاتی با رویکرد پدافند غیرعامل (مطالعه موردی: بزرگراه شهید صدر تهران)

علی سعیدی<sup>۱</sup>، یزدان یآوری<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۶/۲۰

تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۰/۱۶

### چکیده

شهرها از جمله مهم‌ترین اهداف در جنگ‌ها می‌باشند. کشورهای متخاصم برای از کار انداختن سیستم دفاعی اهداف خویش، در پی مختل نمودن مراکز ثقل در این کشورها هستند. راه‌ها و معابر، از جمله مهم‌ترین اهداف در تقابلات آینده می‌باشند. با از کار افتادن راه‌ها و معابر، امکان حمل و نقل در شهر مختل شده و این امر باعث از کار افتادن سیستم‌های دفاعی می‌گردد. لذا برای دفاع از شهرها، حفاظت از شبکه معابر، امری لازم و ضروری است. برای دفاع از معابر شهری در ابتدا لازم است که نقاط آسیب‌پذیر این معابر مشخص گردیده و برای این نقاط تمهیدات ویژه در نظر گرفته شود. این پژوهش تلاشی برای بررسی آسیب‌پذیری یکی از مهم‌ترین شریان‌های مواصلاتی تهران یعنی بزرگراه طبقاتی شهید صدر در شمال شهر تهران است. برای یافتن میزان آسیب‌پذیری این معبر، ابتدا شاخص‌های مؤثر بر آسیب‌پذیری این معابر شناسایی و وزن‌دهی گردید و در ادامه، این شاخص‌ها در قالب لایه‌های اطلاعاتی در نرم‌افزار ArcGIS مورد ارزیابی قرار گرفته و نقشه آسیب‌پذیری بزرگراه طبقاتی صدر مشخص شد. در انتها یکی از آسیب‌پذیرترین نقاط یافت شده مورد بررسی قرار گرفته و عناصر تأثیرگذار بر آسیب‌پذیری این نقطه بیان گردید.

**کلیدواژه‌ها:** پدافند غیرعامل، معابر طبقاتی، تهدید، روش سلسله‌مراتبی، سیستم اطلاعات جغرافیایی

۱- استادیار و عضو هیئت علمی دانشگاه جامع امام حسین(ع) - نویسنده مسئول

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه جامع امام حسین(ع) (ع) yavavari@yahoo.com

## ۱- مقدمه

وجود تهدیدات نظامی علیه کشور ما- به لحاظ ماهیت انقلاب اسلامی- امری مسلم است؛ لذا با توجه به الگوهای جنگ‌های اخیر و تغییراتی که در نوع و شکل تهدیدات نظامی صورت گرفته است، توجه به ملاحظات دفاعی شهرها به‌عنوان مراکز اثرگذار منطقه‌ای یا ملی ضروری می‌باشد. این ملاحظات می‌تواند در عرصه‌های مختلف ساختاری و کالبدی شهر و در جهت حفظ زیرساخت‌ها و شریان‌های حیاتی شهر تبیین و اجرا گردد. شبکه حمل‌ونقل شهری به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین شریان‌های حیاتی شهر و عاملی تعیین‌کننده در حفظ و بقای عملکردهای شهری، ضرورت و اولویتی محسوس در بررسی و ارائه ملاحظات پدافند غیرعامل را داراست. در میان انواع گونه‌های حمل‌ونقل شهری نیز، شبکه ارتباطی زمینی و زیرساخت‌های مربوط به آن (شبکه معابر شهری)، به‌عنوان گسترده‌ترین و عمومی‌ترین و در دسترس‌ترین نوع حمل‌ونقل، از جایگاهی ویژه و تعیین‌کننده برخوردار است و می‌تواند به‌شدت در زمان‌های بروز تهاجمات شهری و بعد از آن آسیب‌پذیر بوده و دچار اختلال و یا قطع عملکرد شود.

جهت کاهش هر چه بهتر آسیب‌پذیری‌ها و تسهیل در مدیریت بحران، لازم است که نقاط آسیب‌پذیر هر یک از عناصر شهری شناسایی گردد تا بتوان با تقویت این نقاط، میزان اختلال در امور و آسیب‌پذیری را کاهش داد. به این منظور می‌توان از شیوه‌های گوناگون برای شناسایی این نقاط استفاده نمود. در این پژوهش، با ارائه یک مدل برای شناسایی نقاط آسیب‌پذیر معابر شهری، به بررسی و مکان‌یابی نقاط آسیب‌پذیر بزرگراه طبقاتی شهید صدر شهر تهران پرداخته شده است.

## ۱-۱- بیان مسئله

با مطالعه در تاریخ تمدن بشری می‌توان گفت، هیچگاه انسان از تهدیدات و مخاطرات در امان نبوده است. جنگ، یکی از عناصر پایدار تاریخ بشری است؛ به‌طوری که جامعه‌شناسان آن را به‌عنوان یک پدیده و واقعیت اجتماعی قلمداد نموده‌اند. بشریت در طول ۵ هزار سال تاریخ تمدن خود، ۱۴ هزار جنگ را دیده و در این جنگ‌ها بیش از ۴ میلیارد انسان جان باخته‌اند [۱]. با توجه به اهمیت شهرها، یکی از عمده‌ترین اهداف در جنگ‌ها، این مراکز جمعیتی و سیاسی می‌باشد. گسترش روزافزون ادوات و تجهیزات جنگی موجب افزایش دقت در هدف‌گیری و گسترش آسیب‌پذیری هر چه بیشتر شهرها شده است.

در طول تاریخ، امنیت شهرها با استفاده از راهکارهای مختلف از قبیل احداث شهر در پناه کوه‌ها، سواحل دریا، ساخت حصارهای پیرامون شهرها، گذاشتن برج‌های دیده‌بانی و دروازه‌ها میسر می‌گشت. لذا شکل و اندازه شهرها متأثر از مسئله دفاع بوده که در قالب استحکامات به نمایش درآمده است [۲].

در جنگ‌های اخیر، کشورهای متخاصم جهت نیل به اهداف خود، به دنبال از کار انداختن نظام‌های حاکم در کمترین زمان ممکن می‌باشند. برای هرچه بهتر انجام گرفتن این خواسته تئوری‌های گوناگونی ارائه شده که از مهم‌ترین آنها استراتژی انهدام مراکز ثقل است. در تئوری مراکز ثقل وارندن، حلقه سوم اهداف، به زیرساخت‌های حمل‌ونقل اشاره دارد [۳]. بدین ترتیب در میان شریان‌های حیاتی، سامانه حمل‌ونقل، دارای نقش اساسی می‌باشد؛ چرا که لازمه هر اقدامی برای کنترل شرایط بحران و تهدیدات، جابجایی و دسترسی به نواحی بحرانی است و در بسیاری از بحران‌ها، اولین تأثیرات آن در حوزه ترافیک و حمل‌ونقل اتفاق می‌افتد. در چنین شرایطی در صورت عدم مدیریت و کنترل درست در این بخش، نه تنها زندگی عادی شهروندان دچار اختلال می‌گردد، بلکه شدت بحران‌ها را نیز افزایش خواهد داد [۴]. سامانه حمل‌ونقل معمولاً از اجزای به‌هم پیوسته متعددی نظیر پل‌ها، تونل‌ها و گذرگاه‌ها تشکیل شده‌اند که آسیب‌های وارده به هر یک از این اجزاء می‌تواند به قطع عملکرد کل سامانه و ایجاد مشکلات و مسائل مختلفی منجر شود. میزان آسیب‌پذیری سامانه‌های حمل‌ونقل به روشنی نشان می‌دهد که برای بهبود وضعیت فعلی، نیازمند بهره‌گیری از راهکارهای پدافند غیرعامل است [۵].

در چند ساله اخیر، شاهد احداث معابر طبقاتی در سطح کلان‌شهرها می‌باشیم؛ این گونه از اجزای جدید شبکه معابر، در برابر تهدیدات از آسیب‌پذیری بیشتری برخوردارند. پس برای انجام هرچه بهتر مدیریت بحران لازم است مناطق آسیب‌پذیر این معابر شناسایی گردد. به این منظور در گام نخست می‌باید شاخص‌های تأثیرگذار بر این موضوع شناسایی و وزن‌دهی شود، تا با استفاده از این شاخص‌ها بتوان به مکان‌گزینی کارآمدتر پرداخت.

جهت هرچه کاربردی‌تر شدن شاخص‌ها و یافته‌ها، به بررسی یکی از مهم‌ترین شریان‌های ارتباطی شهر تهران پرداخته می‌شود. در این پژوهش، بزرگراه طبقاتی شهید صدر شهر تهران به‌عنوان نمونه موردی در نظر گرفته شده است؛ به این منظور ابتدا شاخص‌های تأثیرگذار شناسایی شده و نقاط آسیب‌پذیر نمونه مطالعاتی با توجه به شاخص‌های مشخص شده، مورد بررسی قرار می‌گیرد.

## ۱-۲- ضرورت

گسترش همه‌جانبه حمل‌ونقل و صنعتی شدن شهرها موجب درهم‌تنیدگی اجزای سامانه حمل‌ونقل شده، به‌نحوی که هر اتفاق در هر بخشی از سامانه سریعاً به همه سامانه گسترش می‌یابد. برگشت سریع سامانه حمل‌ونقل به سطح عملکرد مطلوب، نیازمند به‌کارگیری برنامه‌ریزی مناسب است [۶]. سنجش کارآمدی عملکرد سامانه حمل‌ونقل در شرایط پس از وقوع حوادث، از مهم‌ترین ضرورت‌های مدیریت حمل‌ونقل در پدافند غیرعامل به‌شمار می‌آید. در این میان،

#### ۴-۱- تعاریف

در ابتدای ورود به هر بحثی، لازم است با عناصر به‌کاررفته در آن بحث، آشنایی لازم حاصل گردد. با استفاده از این مبانی می‌توان به نتایج مطلوب دست یافت. پس در آغاز، ادبیات نظری مورد استفاده در پژوهش حاضر آورده می‌شود.

#### ۴-۱-۱- پدافند غیرعامل

از نظر لغت‌شناسی، واژه «پدافند» از دو جزء پد و آفند تشکیل شده است. در فرهنگ و ادب فارسی، پاد یا پد پیشوندی است که به معانی ضد، متضاد، پی، و دنبال بوده و هرگاه قبل از واژه‌ای قرار گیرد، معنای آن واژه را معکوس می‌نماید و واژه آفند نیز به مفهوم جنگ، جدال، پیکار و دشمنی است. پس می‌توان گفت که پدافند، معادل و مترادف دفاع می‌باشد [۸]. در منابع لاتین، معادل دقیق عبارت پدافند غیرعامل «Passive Defense» به‌کاربرده می‌شود. ولی عبارت «پدافند غیرعامل» به‌صورت‌های مختلفی بیان شده است که عمدتاً در نکته «محافظت از غیر نظامیان» دارای وجه اشتراک هستند [۹]. پدافند به دو نوع عامل و غیرعامل تقسیم می‌شود؛ در واقع پدافند غیرعامل، به‌کارگیری اقدامات آفندی و تهاجمی با هدف ممانعت از پیشروی دشمن است، در حالی که پدافند غیرعامل عبارت است از «بکار بردن روش‌هایی که از آثار زیان‌های ناشی از اقدامات دشمن بکاهد یا آن را به حداقل برساند». به بیان ساده‌تر، برخلاف پدافند عامل، در پدافند غیرعامل از هیچ نوع جنگ‌افزاری در برابر دشمن استفاده نمی‌گردد [۱۰].

#### ۴-۱-۲- تهدید

«تهدید» عبارت است از هرگونه نیت، قصد، و اقدامی که ثبات سیاسی و امنیت ملی کشور را به خطر اندازد [۱۱]. در کل، تهدید به آن دسته از خطرات بالفعل و بالقوه‌ای اطلاق می‌گردد که ارزش حیاتی یک کشور، از جمله تمامیت ارضی، استقلال و حاکمیت ملی، نظام حاکم و نهادهای سیاسی اجتماعی و اقتصادی، ایدئولوژی، فرهنگ و افتخارات ملی را به خطر می‌اندازد [۱۱].

با توجه به تعریف رایج امنیت ملی، «تهدیدات امنیت ملی، عبارت است از تهدیدهایی که اهداف و ارزش‌های حیاتی یک کشور را به‌گونه‌ای در معرض خطر قرار دهند که بیم آن رود تا در آن اهداف و ارزش‌ها تغییر اساسی صورت پذیرد». تفاوت دیدگاه کشورها نسبت به اهداف و ارزش‌های حیاتی، تأثیر مستقیمی بر استنتاج آن‌ها از تهدید خواهد داشت [۱۲].

#### ۴-۱-۳- سیستم حمل‌ونقل شهری

فضای انطباق‌یافته شهر به‌عنوان محل فعالیت‌های انسانی، از همدیگر فاصله دارند و این نکته، ضرورت مجراها را به‌عنوان محمول حرکت و

اگرچه رفع همه آثار فاجعه ناممکن است، اما کاهش خسارات ناشی از آن، امری ممکن می‌باشد. برای این منظور لازم است تمهیداتی قبل از بروز حادثه در نظر گرفته شود، که بتوان با به‌کارگیری آنها از گسترش ابعاد فاجعه جلوگیری نمود. مهم‌ترین گام در ارزیابی عملکرد سامانه حمل‌ونقل، گزینش عوامل سنجش و سپس طی فرایند ارزیابی به منظور مشخص نمودن کارایی و یا عدم کارایی شبکه پس از وقوع بحران‌های مختلف مانند جنگ می‌باشد.

توجه به این نکته ضروری است که معمولاً تنها یک شبکه زیرساختی وجود دارد. به‌عبارت دیگر، نمی‌توان دو شبکه (یکی برای حالت عادی و دیگری برای شرایط بحران) داشت. بنابراین، شبکه حمل‌ونقل باید در هر دو حالت (عادی و بحرانی (دومنظوره)) نیازهای کاربران را به بهترین صورت تأمین نماید. این دو هدف، الزاماً در یک راستا نیستند و شبکه موجود باید به‌گونه‌ای اصلاح و یا شبکه جدید به‌گونه‌ای طراحی شود که نیازهای هر دو وضعیت را برآورده سازد. سامانه حمل‌ونقل می‌باید، در حالت عادی، سریع و در هنگام بحران، امن باشد. یعنی در حالت عادی کاربران بتوانند سفرهای شهری خود را با کمترین زمان و در هنگام بحران، سفرهای خود را با امن‌ترین روش انجام دهند. این در حالی است که سفرهای شهری در هنگام بحران کاملاً متفاوت از سفر شهری در حالت عادی است. سامانه‌ی شبکه ارتباطی درون‌شهری، از ضرورت‌های حیاتی شهر به‌شمار می‌آید. تخلیه جمعیت در ساعات مختلف شبانه‌روز در شبکه، تعداد وسایل نقلیه و مکان استقرار کاربری‌ها در حریم راه، از عوامل مهمی هستند که مدیریت حمل‌ونقل در پدافند غیرعامل را ضروری می‌نماید [۷].

شکل‌گیری شریان‌های طبقاتی در شبکه ارتباطی شهرها، به سهولت آمدوشد کمک شایانی می‌نماید؛ اما عدم توجه به خطرات احتمالی ناشی از بروز حوادث و جنگ‌ها در این معابر، می‌تواند آسیب‌های شدیدی به ساختار مدیریت شهر در هنگام بروز بحران‌های گوناگون وارد کند. پس جهت ایجاد بستر مناسب مدیریت بحران، بررسی این حوادث لازم و ضروری است. نظر به این که معمولاً شریان‌های طبقاتی دارای اهمیت و مسافت زیادی می‌باشند، لازم است در بررسی آسیب‌پذیری این‌گونه از معابر به تمام عوامل تأثیرگذار توجه شود تا بتوان با استفاده از این عوامل، آسیب‌پذیری این معابر را مورد بررسی قرار داده و برای هر یک بنا به میزان آسیب‌پذیری و نوع تهدید تدابیر ویژه‌ای اندیشیده شود.

#### ۳-۱- اهداف

**الف) هدف اصلی:** ارزیابی آسیب‌پذیری بزرگراه طبقاتی شهید صدر شهر تهران با رویکرد پدافند غیرعامل  
**ب) اهداف فرعی:** ۱- مشخص نمودن شاخص‌های تأثیرگذار بر آسیب‌پذیری معابر طبقاتی، ۲- طبقه‌بندی و امتیازدهی شاخص‌های شناسایی شده

پیش ساخته‌نما بوده که ابعاد نهایی پایه‌ها حدود  $3/5 \times 3$  متر می‌باشد و یک عرشه بتنی به عرض متغیر  $22/2$  تا  $25/6$  متر در دو باند رفت و برگشت بر روی پایه‌های مزبور واقع می‌گردد [۱۵].

## ۲-۱-۱- ویژگی جغرافیایی محدوده مطالعاتی

مقطع شمالی به جنوبی پهنه تهران را می‌توان از نظر شیب به چهار منطقه تقسیم کرد:

- ۱- دامنه کوهستان شمیرانات با شیب حدود  $10-15$  درصد؛
- ۲- از تجریش تا تپه‌های عباس‌آباد با شیب حدود  $3-5$  درصد؛
- ۳- از عباس‌آباد تا منطقه مرکزی شهر تهران (میدان انقلاب) با شیب حدود  $3$  درصد؛

۴- از مراکز شهری تهران تا کناره‌های کویر با شیب  $1$  درصد؛ [۱۶]

محدوده مورد مطالعه با شیبی در حدود  $10$  درصد و ویژگی‌ها و شرایط مختص خود در یکی از مناطق مرتفع تهران قرار دارد. بزرگراه صدر با توجه به این که بین دو منطقه  $1$  و  $3$  واقع شده، در امتداد شیب نمی‌باشد بلکه در خلاف شیب منطقه می‌باشد، به‌گونه‌ای که، شیب متوسط بزرگراه  $4$  درصد است. بزرگراه صدر از نوینباد با ارتفاع  $1500$  متر از سطح دریای آزاد آغاز و پس از طی مسافت  $5$  کیلومتری در ارتفاع  $1480$  متری به بزرگراه شهید مدرس می‌رسد. محدوده مطالعاتی در ناحیه جنوبی البرز واقع شده که از سنگ‌های دوران سوم و توف‌های تشکیلات کرج به‌وجود آمده است. به‌طور کلی محدوده مورد مطالعه از توف‌های سبز رنگ و شیست‌های آهکی سیاه متعلق به سری سیاه تختانی که دارای شکستگی هستند تشکیل شده است. وجود شکستگی و فرسودگی ذکر شده، نشانه تکتونیزه شدن شدید منطقه می‌باشد [۱۷].

## ۲-۲- روش پژوهش

تحقیق، کاوش و کنکاشی است اصولی و دقیق که انسان را قادر می‌کند تا ماهیت پدیده‌ها و یا رویدادهای پیچیده را درک کند. پژوهش همچنان می‌تواند فعالیتی تلقی شود که برای حل مسئله مورد نظر در محقق انجام می‌شود [۱۸].

در تحقیق حاضر، برای بررسی عوامل مختلف، از روش‌های کیفی استفاده شده است. منظور از اصطلاح تحقیق کیفی، هرگونه تحقیقی است که به تولید یافته‌هایی می‌پردازد که از طریق روش‌های آماری یا سایر روش‌های کمی‌سازی دسترسی‌پذیر نیست. روش‌های کیفی را می‌توان برای کشف حوزه‌های اساسی و بنیادی به کار برد که درباره آنها اطلاعات اندکی وجود دارد، یا اینکه هدف، کسب اطلاعات تازه و بدیع است [۴۰]. تحقیق کیفی، بیشتر جنبه غیرخطی و چرخه‌ای<sup>۱</sup> دارد. مسیر تحقیق چرخه‌ای اگرچه از مراحل متوالی می‌گذرد، اما به‌جای آنکه در یک خط مستقیم حرکت کند، گاه به عقب باز

ارتباط بین آن‌ها به‌وجود آورده و در نتیجه، سیستم‌های مختلف حمل‌ونقل شهر با هدف ارتباط و حرکت بین فعالیت‌های مختلف انسانی با وسیله نقلیه (سواره) و یا بدون وسیله حمل (پیاده) شکل می‌گیرند. بنابراین، حمل‌ونقل شهری به‌عنوان بخشی از کل سیستم حمل‌ونقل، یکی از اجزای سیستم ارتباطات شهری است که با هدف دسترسی بین کاربری‌های مختلف در محدوده یک شهر، کار عبور و مرور و جابجایی انسان و کالا را بین این فضاها انطباق‌یافته (کاربری‌ها) بر عهده دارد. به بیان دیگر، این نوع حمل‌ونقل عبارت است از: مجراهای انطباق‌یافته‌ای که به همراه فضاها انطباق‌یافته، چارچوب کالبدی سیستم شهری را تشکیل داده و بین این فضاها، از طریق مجراهای مذکور (شبکه‌های حمل‌ونقل) روابط متقابل درون مجرای یا «درون‌شبکه‌ای» را ایجاد و به جریان می‌اندازند [۱۳].

## ۲- مواد و روش

### ۲-۱- مواد

نمونه مطالعاتی مورد نظر که در این پژوهش به بررسی آن پرداخته خواهد شد، بزرگراه طبقاتی شهید صدر شهر تهران می‌باشد. در ابتدا به صورت مختصر، ویژگی‌های شهری و تهدیدات محدوده مطالعاتی بیان می‌گردد.

تهران، بزرگترین شهر و پایتخت جمهوری اسلامی ایران با جمعیت  $7,705,036$  نفر و مساحت  $730$  کیلومتر مربع می‌باشد (سرشماری نفوس و مسکن  $1385$ ) که به همراه توابع خود (استان تهران)، جمعیتی برابر  $13,273,009$  نفر و مساحتی برابر  $18,814$  کیلومتر مربع دارد. طول جغرافیایی شهر تهران،  $51$  درجه و  $24$  دقیقه، و عرض جغرافیایی آن،  $35$  درجه و  $41$  دقیقه، و ارتفاع آن از سطح دریا،  $1020$  متر می‌باشد (اطلس کامل گیتاشناسی مؤسسه جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی،  $82$ ).

بزرگراه صدر از قسمت شمالی بزرگراه مدرس به سمت شرق آغاز می‌شود و در جنوب شهرک نوینباد پایان می‌یابد. این بزرگراه با طول تقریبی  $5$  کیلومتر، بخشی از مرز منطقه  $1$  و  $3$  شهرداری تهران را مشخص می‌کند. بزرگراه صدر پس از پیروزی انقلاب احداث شده که محله‌های زرگنده، الهیه، قیطریه، چیدر، رستم‌آباد و اختیاریه را به هم وصل می‌کند [۱۴]. با توجه به تصمیم شهرداری تهران مقرر گردید که بزرگراه مذکور به صورت طبقاتی اجرا گردد. مسیر اصلی پروژه شامل  $104$  پایه پل از کیلومتر  $882/50 + 0$  تا کیلومتر  $220/33 + 5$  و همچنین دو عدد رمپ شمالی و جنوبی به ترتیب دارای  $14$  و  $22$  پایه در نظر گرفته شده است. علاوه بر آن، در انتهای مسیر به‌منظور اتصال به بزرگراه شهید بابایی، دو سری پایه  $A3$  و  $B3$  به ترتیب دارای  $11$  و  $7$  پایه نیز طراحی شده است.

در این پروژه، پایه‌های اصلی از یک مقطع بتنی همراه با دیوارهای

پس از آن که شاخص‌های تأثیرگذار بر موضوع مورد بحث مشخص شد، این شاخص‌ها تبدیل به لایه‌های اطلاعاتی جغرافیایی گردیده و در سیستم اطلاعات جغرافیایی مورد بررسی قرار می‌گیرند. سامانه اطلاعات جغرافیایی عبارت است از سیستم سازمان‌یافته‌ای متشکل از سخت‌افزار، نیروهای متخصص و مدل‌های طراحی شده جهت اخذ، ذخیره‌سازی، نمایش، پردازش، به‌نگام‌سازی، بازیافت، تجزیه و تحلیل و ارائه اطلاعات زمین مینا با اشکال جغرافیایی که هدف نهایی آن، استفاده از اطلاعات به‌دست‌آمده جهت برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری هرچه صحیح‌تر و با تدبیر است [۲۱]. امروزه تقریباً تمام رشته‌های علمی که به اطلاعات مرتبط با عنصر مکان و موقعیت اشیاء و عوارض بر روی زمین نیاز دارند، از آن بهره می‌برند [۵].

سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، حالت خاصی از سیستم‌های اطلاعاتی است که شامل پایگاه داده‌هایی از مشاهدات در شکل‌های توزیع شده فضایی فعالیت‌ها یا پدیده‌هایی است که در فضا به صورت نقاط، خطوط یا سطوح قابل تعریف است. GIS<sup>۴</sup> اطلاعات را از این نقاط، خطوط یا سطوح نگهداری می‌کند و داده‌ها را برای سوالات تخصصی ویژه و تحلیل‌ها، بازیابی می‌نماید [۲۲].

در این پژوهش برای تحلیل نتایج، ابتدا شاخص‌های تأثیرگذار در فرایند مکان‌یابی، نقاط آسیب‌پذیر معابر مورد نظر، شناسایی و توسط روش AHP وزن‌دهی خواهد شد. سپس با توجه به حوزه نفوذ هر یک از این شاخص‌ها لایه‌های اطلاعاتی مرتبط ایجاد و برای بررسی تأثیرگذاری هر یک از لایه‌ها بر معبر مورد مطالعه، این معبر به صورت یک پولیگون<sup>۵</sup> تبدیل شده و تحلیل اثرگذاری هر یک از لایه‌ها بر روی آن بررسی و نتیجه حاصل در چند سطح آسیب‌پذیری ارائه می‌گردد. در این تحقیق، از تحلیل مکان‌یابی در سامانه اطلاعات مکانی استفاده گردیده است. برای این امر می‌توان از شیوه‌های مختلف تلفیق لایه‌های اطلاعاتی استفاده نمود که عمده‌ترین شیوه‌های تلفیق نقشه در نرم‌افزار ArcGIS<sup>۶</sup> عبارت‌اند از [۲۳]:

- مدل منطق بولین<sup>۷</sup>: در این مدل به ازاء هر فاکتور، یک نقشه ورودی ایجاد می‌گردد. مقدار یک، نشان‌دهنده مناسب بودن و مقدار صفر، نشان‌دهنده نامناسب بودن موقعیت مکانی آن پیکسل است.
- مدل همپوشانی شاخص<sup>۸</sup>: انجام مدل همپوشانی شاخص به دو روش امکان‌پذیر است. در هر دو روش، ابتدا به تمامی

4- Geographic Information System

5- Polygon

۶- نرم‌افزار ArcGIS به‌منظور انجام عملیات تحلیل داده‌های جغرافیایی توسط شرکت Esri طراحی گردیده است. این نرم‌افزار با قابلیت‌های گسترده، امکانات تحلیل و نمایش اطلاعات جغرافیایی را در اختیار کاربر قرار می‌دهد.

7- Boolean Logic Model

8- Index Overlay Model

می‌گردد و پس از تأمل دوباره به پیش می‌رود [۴۱].

با توجه به هدف این تحقیق، یعنی ارزیابی آسیب‌پذیری معابر طبقاتی، لازم است که شاخص‌های تأثیرگذار بر این موضوع شناسایی گردد. به این منظور، روش ارزیابی چند معیاری برای انتخاب گزینه‌های برتر انتخاب گردید. در روش‌های ارزیابی چند معیاری، امکان تحلیل و ارائه کلیه اطلاعات موجود در مورد گزینه‌ها بر اساس معیارهای متفاوت و چندبعدی وجود دارد. این روش‌های ارزیابی ممکن است کاملاً کمی باشند (مثل روش دستیابی به اهداف) یا کاملاً کیفی باشند (مثل روش تحلیل نظام) و یا ترکیبی از اطلاعات کیفی و کمی باشند (مثل روش‌های تحلیل اثرات زیست محیطی) [۱۹].

از بین روش‌های ارزیابی چند معیاری متعددی که امروزه در زمینه‌های گوناگون مورد استفاده قرار می‌گیرند، از جمله تحلیل تصمیم، تئوری مطلوبیت چندشاخصه، تصمیم‌گیری چند معیاری و تئوری قضاوت اجتماعی. روش ارزیابی چند معیاری «فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی - AHP»<sup>۱</sup> به‌عنوان روش ارزیابی گزینه‌های حاصل از تجزیه و تحلیل این مطالعه انتخاب شده است. بر اساس این تکنیک، هر مسئله تصمیم‌گیری دارای ساختاری است که «سلسله‌مراتب» نام داشته و شامل سطوح هدف، معیارها و گزینه‌ها می‌باشد. انجام این فرآیند در هر مسئله، مبتنی بر مراحل زیر می‌باشد [۲۰]:

۱- ترسیم درخت سلسله‌مراتبی

۲- جدول مقایسه زوجی

۳- تشکیل ماتریس مقایسه زوجی

۴- محاسبه وزن‌ها

۵- بررسی نرخ ناسازگاری (I.R)<sup>۲</sup>

جهت اخذ نظرات نخبگان، ابتدا پرسشنامه‌هایی با استفاده از شاخص‌های ذکر شده تهیه شد. سپس این پرسشنامه‌ها توسط کارشناسان، اساتید، مدیران و صاحب‌نظران عمران شهری، صنایع دفاعی و پدافند غیرعامل تکمیل و نظرات به‌دست‌آمده با توجه به ارزش نظرات افراد با توجه به تجربه و تخصص هر یک استخراج و تجزیه و تحلیل گردید.

جهت وزن‌دهی به شاخص‌ها با استفاده از پرسشنامه‌ها، در این پژوهش از روش سلسله‌مراتبی استفاده می‌شود. برای پیاده‌سازی این روش می‌توان از نرم‌افزارهایی که در این راستا تهیه شده استفاده نمود. یکی از این نرم‌افزارها که در دستیابی به هدف مورد نظر ما بسیار مفید می‌باشد، نرم‌افزار EC<sup>۳</sup> است. نرم‌افزار EC جهت تحلیل مسایل تصمیم‌گیری چند معیاری با استفاده از تکنیک فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی طراحی شده و قابل اجرا بر روی کامپیوترهای شخصی نیز می‌باشد.

1- Analytical Hierarchy process

2- Inconsistency Ratio

3- Expert Choice

حرکت امتداد لغز چپگرد دارند. مطالعات اخیر قاسمی و همکاران (۱۳۸۱) نشان می‌دهد که پهنه گسلی واقع در شمال تهران، در واقع از یک گسل‌راندگی اصلی (گسل شمال تهران) و یک پهنه گسلی چپگرد معکوس تشکیل شده است که از راستای راندگی شمال تهران پیروی می‌کنند [۲۹]. بزرگراه طبقاتی صدر در جوار یکی از شکستگی‌های ذکر گردیده واقع شده است. در طراحی این بزرگراه طبقاتی، به اثر دینامیکی زلزله توجه گردیده، و در طراحی‌ها، مقاومت در برابر زلزله تا پایه ۸ ریشتر مدنظر قرار گرفته و جهت تعیین ضرائب زلزله، از ویرایش جدید آیین‌نامه طرح پل‌های شوسه و راه‌آهن در برابر زلزله استفاده شده است. براساس این آیین‌نامه، محل پروژه در منطقه با خطر نسبی بسیار بالا قرار می‌گیرد و شتاب مبنای طرح، معادل  $0.35g$  می‌باشد. شایان ذکر است ویرایش جدید آیین‌نامه طرح پل‌های شوسه و راه‌آهن در برابر زلزله با ویرایش سوم آیین‌نامه طرح ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد ۸۴-۲۸۰۰ ایران) انطباق دارد که در هر دو، شتاب مبنای طرح معادل  $0.35g$  معرفی شده است. براساس جدول طبقه‌بندی نوع زمین در آیین‌نامه‌های مزبور، خاک منطقه مورد مطالعه از طبقه (II - b) بوده و عدد نوع زمین (TS) برابر  $0.5 \text{ sec}$  می‌باشد [۲۸].

سیل: کلمه «سیل» به معنای طغیان کردن آب، زیر آب رفتن گستره‌ای از زمین و طوفانی شدن می‌باشد. در خلال یا پس از یک بارندگی شدید، مقدار دبی رودخانه به سرعت افزایش یافته و در نتیجه، آب از بستر عادی خود سرریز نموده و دشت سیلابی و مناطق اطراف را دربر می‌گیرد. علاوه بر شرایط جوی، عوامل دیگری نظیر خصوصیات فیزیکی حوضه، ویژگی‌های رودخانه، خصوصیات خاک‌شناسی منطقه و نحوه استفاده از اراضی و پوشش گیاهی نیز به بروز سیلاب در ایران کمک می‌کند. [۳۱]. شمال تهران از پتانسیل سیل‌خیزی بالایی برخوردار است. عواملی که منجر به ایجاد این پتانسیل شده‌اند، به دو دسته تقسیم می‌شوند:

الف) عوامل طبیعی: این عوامل عبارت‌اند از شیب زیاد، توپوگرافی منطقه، بالا بودن ضریب جریان به علت عدم وجود پوشش گیاهی مناسب و عوامل مربوط به بارش از قبیل شدت بارش.

ب) عوامل مصنوعی: این عوامل عبارت‌اند از تجاوز به حریم رودخانه‌ها، بسته شدن دهانه پل‌ها، ساخت منازل و تأسیسات بر روی رودخانه‌ها، ساختمان‌سازی بیش از حد و آسفالت مناطق که باعث کاهش بیش از حد نفوذپذیری خاک گشته است [۲۷]. با این حساب، احتمال سیل‌خیز بودن و آسیب‌پذیری منطقه مورد نظر در شمال تهران، بسیار است؛ زیرا در تقاطع با امتداد بزرگراه صدر چندین مسیر عبور می‌نماید که از جمله مهم‌ترین این جریان‌ات، رودخانه تجریش است ولی اگر با استفاده از سطح توپوگرافی منطقه، جریان‌ات بررسی گردد می‌توان دید که در مسیر مسیرهای استخراجی از توپوگرافی، ساخت‌وساز انجام گرفته و یا به‌عنوان جریان‌های ارتباطی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

فکتورهای مؤثر، بر اساس اهمیت نسبی و با توجه به نظرات کارشناسی، وزنی اختصاص داده می‌شود. این وزن‌ها به‌صورت اعداد صحیح مثبت یا اعداد حقیقی در یک بازه مشخص تعیین می‌شوند [۲۲].

• مدل منطق فازی<sup>۱</sup>: منطق فازی، در واقع توسعه‌یافته منطق بولین است. در منطق فازی، میزان عضویت یک عنصر در یک مجموعه، با مقداری در بازه یک (عضویت کامل) تا صفر (عدم عضویت کامل) تعریف می‌شود.

برای رسیدن به اهداف مورد نظر در این پژوهش، از روش همپوشانی شاخص استفاده شده. در این مدل علاوه بر وزن‌دهی به لایه‌های اطلاعاتی، واحدهای موجود در هر لایه اطلاعاتی نیز بر اساس پتانسیل خود، وزن خاصی خواهد داشت [۲۴]. و سپس این لایه‌های طبقه‌بندی‌شده، از طریق روش روی هم‌گذاری<sup>۲</sup> لایه‌های وزن‌دار به‌دست می‌آید که نقشه نهایی آسیب‌پذیری، نمونه مطالعاتی را نمایش می‌دهد.

#### ۲-۱-۲- تهدیدات

به‌طور کلی تهدیدات منطقه مورد نظر به دو دسته کلی تقسیم‌بندی می‌گردد. دسته اول، تهدیدات طبیعی و دسته دوم، تهدیدات انسان‌ساز.

#### ۲-۱-۲-۱- تهدیدات غیر انسان‌ساز

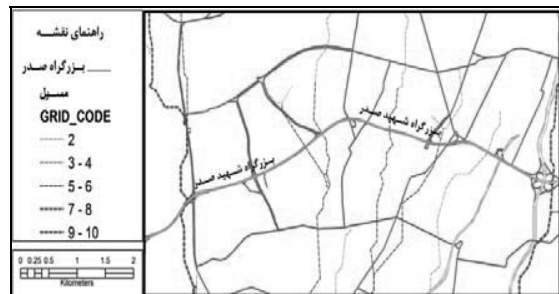
محققین، تهدیدات طبیعی را با روش‌های گوناگون و در انواع متفاوت تقسیم نموده‌اند. در اینجا تنها به بررسی مؤثرترین اقسام حوادث که در این منطقه احتمال وقوع دارند، یعنی دو نوع از حوادث طبیعی (زلزله و سیل) پرداخته می‌شود.

**زلزله:** در حالت کلی، کلمه زمین‌لرزه، هر نوع ارتعاشی را دربر می‌گیرد. زمین‌لرزه‌ها اغلب معلول شکستگی و حرکت گسل‌ها هستند. زلزله در نتیجه تغییر و تحولات دینامیکی در پوسته زمین ایجاد می‌شود. ایران به دلیل قرارگیری در پهنه لرزه‌خیز آلپ-همیالیا همواره مورد تهدید زمین‌لرزه است. فلات ایران تحت فشارهایی از جانب صفحه عربستان، به طرف صفحه توران قرار دارد. زلزله‌هایی که در ایران رخ می‌دهد، معمولاً سطحی و کم‌عمق بوده و عمق متوسط آن‌ها ۳۲ کیلومتر می‌باشد و به همین دلیل، خسارت فراوانی ایجاد می‌کنند [۲۵]. تهران در حد فاصل گسل‌های بنیادی در گستره جنوب البرز مرکزی واقع شده که در شمال تهران به سوی غرب یکسری پهنه گسل، شامل چندین گسل متوالی و پی‌درپی واقع گردیده است [۲۶]. از مهم‌ترین گسل‌های تهران، گسل شمال تهران است. این گسل از چند قطعه همپوشان این‌اشلون<sup>۳</sup> تشکیل شده که

1- Fuzzy Logic Model  
2- Overlay  
3- En Echelon



تصویر ۱- تسلط ساختمان‌های اطراف بر بزرگراه صدر؛ منبع: نگارندگان



نقشه ۱- مسیلهای عبوری از محل، حاصل از توپوگرافی با استفاده از ArcGIS ترسیم: نگارندگان

#### ۲-۲-۱-۲- تهديدات انسان ساز

هرگونه اقدامی که توسط فرد، افراد، سازمان خصوصی و یا دولتی جهت به مخاطره انداختن و یا گرفتن جان افراد رخ دهد، تهدیدات انسان ساز می‌باشد. این تهدیدات می‌تواند به شیوه‌های متفاوت انجام گیرد که هدف اصلی آن، آسیب زدن به جان و مال افراد جهت خواسته‌هایی متفاوت می‌باشد [۳۶]. برای شناسایی تهدیدات انسان ساز لازم است، سناریوی تهدید پیش رو بررسی گردد. با بررسی سناریوهای تهدید می‌توان گفت در حال حاضر، مهم‌ترین تهدیدات امنیتی کشور، آمریکا و رژیم اشغالگر قدس هستند. آمریکا تهدید قدرتمندی است که چندین سناریوی نظامی از قبیل: عملیات اطلاعات مخفی، محاصره نظامی ایران، انجام حملات دقیق و مؤثر، یورش همه‌جانبه و اشغال را در پیش رو دارد [۳۰].

در تئوری‌های بیان شده از طرف دشمن، اهداف ویژه‌ای دنبال می‌گردد. در جنگ‌های اخیر، کشورهای متخاصم در پی وارد آوردن ضرباتی مهلک بر پیکره دفاعی کشور مدافع می‌باشند. پس با توجه به تئوری‌های مورد نظر می‌توان نقاط و اهداف مورد نظر دشمن را شناسایی نمود. در ادامه با توجه به حساسیت‌های موجود، به برخی از مخاطرات محدوده مطالعاتی اشاره می‌گردد.

۲-۲-۱-۲- سکونت‌گاه‌های اطراف بزرگراه: از مهم‌ترین عناصر تشکیل‌دهنده شهر، سکونتگاه‌ها می‌باشند. بر اساس تئوری سرمایه انسانی در علم اقتصاد، جمعیت و مردم یک کشور، از همه منابع تولید و ثروت، کارخانه‌ها و دیگر تأسیسات، بارزتر می‌باشند. این مردم هستند که کشور را پس از خرابی و ویرانی بازسازی می‌کنند. لذا حفاظت از مردم برای امنیت اقتصادی کشور بسیار با اهمیت است [۳۳]. وجود تراکم زیاد در حاشیه بزرگراه، در هنگام بروز حادثه، تخلیه منطقه را با مشکل مواجه می‌سازد. لذا باید برای مناطق با پتانسیل جمعیتی بالا در حاشیه اتوبان تدابیر ویژه‌ای در نظر گرفته شود.

نسبت میزان فضای باز و فاصله سازه‌ها از لبه معبر، هر چه در سطح شهر و شبکه‌های ارتباطی بیشتر باشد، آسیب‌پذیری کمتر خواهد بود.

در واقع هرچه کاربری‌های مختلف شهری در فواصل نزدیکتری از معبر قرار داشته باشند، به دلایلی همچون ریزش آوار و یا تخلیه آن از سطح معبر به مکان‌های مجاور، آسیب‌پذیری را بیشتر خواهد کرد. البته میزان این وسعت فضای بین کاربری‌ها که معبر هم جزئی از آن است به تراکم موجود نیز بستگی دارد و با افزایش تراکم، این فضا نیز باید گسترش بیشتری داشته باشد.

تهدید برآمده از سوی ساختمان‌های اطراف معبر نیز از دیگر مخاطرات است. در صورت تسلط ساختمان‌های اطراف بر معبر طبقاتی، احتمال مورد هدف قرار گرفتن این معبر وجود دارد. در حاشیه بزرگراه طبقاتی صدر، ساختمان‌های بیش از سه طبقه بر معبر مورد نظر مسلط می‌باشند. این ساختمان‌ها علاوه‌بر اینکه در زمان بمباران و تخریب می‌تواند موجب سد معبر گردد بلکه بستری مناسب برای حملات تروریستی نیز می‌باشد.

۲-۲-۱-۲- مراکز حیاتی، حساس و مهم اطراف بزرگراه: مراکز دفاعی و نظامی مانند پادگان‌ها به‌عنوان مراکز رهبری، از جمله مهم‌ترین اهداف در جنگ‌ها به‌شمار می‌آیند [۳۲]. در جنگ‌ها دشمن در پی از کار انداختن این مراکز می‌باشد؛ لذا می‌توان گفت پادگان‌ها از اهداف مهم دشمن در دقایق آغازین جنگ می‌باشند. با هدف قرار گرفتن مراکز نظامی و پادگان‌ها، نواحی اطراف آن نیز آسیب می‌بیند. آسیب دیدن مراکز مسکونی اطراف مناطق نظامی می‌تواند باعث گسترش تنش در دفاع شهری شده و باعث تضعیف روحیه مقاومت گردد و حتی در مراحل بالاتر می‌تواند ایجادگر شورش‌های خیابانی شود. قرارگیری این مراکز در اطراف بزرگراه باعث افزایش آسیب‌پذیری این بزرگراه می‌گردد.

۲-۲-۱-۲- شریان‌های حیاتی: شریان‌های حیاتی تقریباً همیشه در اطراف گره‌های حیاتی که دارایی‌ها در آنجاست، متمرکز می‌باشند. تمرکز دارایی‌ها منجر به وقوع بحران می‌شود؛ زیرا تخریب آن‌ها می‌تواند موجب آسیب زیادی به بخش‌های کلی شود. تأسیسات،

زیربنایی، از جمله اهداف مورد نظر و مورد توجه دشمن است؛ چراکه در ایجاد موج نارضایتی و فلج کردن زندگی مردم نقش اساسی دارد. برخی از تهدیدات محتمل برای تأسیسات را می‌توان به شرح زیر بیان نمود [۳۳].

- ۱- حمله مستقیم با استفاده از انواع سلاح‌های متعارف: بمباران، حملات موشکی و ایجاد اختلال در تجهیزات الکترونیکی.
- ۲- قطع و یا نقص در ارائه خدمات ناشی از قطع جریان برق به دلیل از کار افتادن سامانه برق کشور.
- ۳- بروز اختلال در سامانه‌های کامپیوتری و شبکه‌های مخابراتی.
- ۴- بروز لرزه شدید و تخریب تأسیسات انتقال، تصفیه و توزیع آب.
- ۵- حوادث بزرگ ناشی از انواع فناوری و اشتباهات فردی، مانند نشت گاز، کلر، ازن، قطع تولید و انتقال برق.
- ۶- آلودگی‌های ثانویه ناشی از ریزش اجساد و... درون منابع آب سطحی و زیرزمینی.

قرارگیری تأسیسات در معابر شهری در هنگام حوادثی مانند جنگ و بمباران را می‌توان یکی از عوامل از کار انداختن معابر به شمار آورد. پس برای کاهش آسیب‌پذیری، باید تناسب را در سلسله‌مراتب شبکه‌های تأسیسات با حوزه‌های شهری و معابر آن‌ها رعایت و از عبور شبکه‌های اصلی و مهم از داخل معابر فرعی جلوگیری نمود [۳۳].

۱-۲-۲-۴- تقاطع‌های غیر همسطح و پل‌ها: پل‌های شهری به‌عنوان تقاطع‌های غیر همسطح و برای عبور از موانع گوناگون در شهر طراحی می‌گردند. با توجه به این امر که عناصر شبکه معابر شهری یعنی خیابان‌ها و جاده‌ها از پل‌ها می‌گذرند، پل‌ها به‌عنوان حساس‌ترین جزء شبکه حمل‌ونقل با پتانسیل آسیب‌پذیری بالا هستند و در صورت آسیب، بروز اختلال در روند امدادسانی و کنترل بحران پس از حمله، امری محتمل است. این اختلال می‌تواند در بدترین حالت موجب پیشروی نیروهای دشمن، برتری آن‌ها و نابودی مراکز فرماندهی و استراتژیک و در نهایت، سقوط کشور گردد [۳۷].

معبر مطالعاتی به صورت طبقاتی طراحی گردیده است. قرارگیری تقاطع‌های غیر همسطح در امتداد معبر مورد نظر، باعث ایجاد تقاطع‌های چند طبقه در نقطه مورد نظر می‌گردد. همین امر بر حساسیت این نقاط در امتداد مسیر بزرگراه صدر افزوده است، زیرا با هدف قرار گرفتن و یا تخریب این نقاط، باعث هم‌افزایی بحران می‌گردد.



بسته شدن معبر به‌واسطه تراکم زیاد و رعایت نشدن فضای باز کافی، جولای ۲۰۰۶، جنگ رژیم اشغالگر قدس - لبنان. منبع: WWW.Habeeb.COM

بانکداری، بهداشت عمومی و بقیه شریان‌های حیاتی به‌طور عجیب و غریبی تمایل به خوشه‌ای شدن (کلاستر) دارند [۲۸]. تأسیسات



و موقعیت‌ها، و نیز ارزیابی شرایط در خصوص اهداف و مقاصد، پیش‌بینی شرایط و روند آینده استفاده می‌شود. شاخص باید ساده، قابل درک، قابل اندازه‌گیری، بیانگر واقعیت‌ها و پاسخگوی نیاز باشد. در حالت کلی، شاخص‌ها به دو صورت کیفی و کمی تعریف و تدوین می‌شوند [۳۵]. برای بررسی شاخص‌ها در یک سیستم واحد، لازم است که این شاخص‌ها به صورت لایه‌های اطلاعاتی در آمده و به صورت همزمان پردازش گردد. تحلیل در سیستم‌های جغرافیایی بر روی عوامل کمی انجام می‌گیرد، پس لازم است که شاخص‌های کیفی نیز با استفاده از تکنیک‌های خاص، قابل اندازه‌گیری شود.

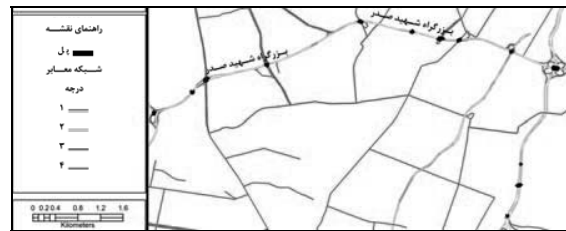
جهت رسیدن به نقاط آسیب‌پذیر در بزرگراه طبقاتی صدر، شاخص‌های متفاوت شناسایی شد و این شاخص‌ها به لایه‌های اطلاعاتی قابل پردازش در سامانه اطلاعات جغرافیایی تبدیل گردید. برای به‌کارگیری لایه‌های اطلاعاتی لازم است میزان تأثیرگذاری هر یک در تصمیم مورد نظر مشخص شود که برای این منظور از روش AHP کمک گرفته شد. در ادامه، وزن هر یک از شاخص‌ها بیان می‌شود.

در پژوهش حاضر، برای شناسایی آسیب‌پذیری بزرگراه طبقاتی صدر، عوامل تأثیرگذار به صورت زیر طبقه‌بندی و بررسی گردیده است (یافته‌های پژوهش):

- شاخص‌های طبیعی  
شامل: عوامل جغرافیایی؛ اقلیمی؛ آب‌های زیرسطحی؛ خاک؛ عوامل زیست‌محیطی
- شاخص‌های شهرسازی  
شامل: عوامل حمل‌ونقل؛ کالبد شهر؛ استخوان‌بندی و سازمان فضایی منطقه؛ همسایگی‌ها و کاربری اراضی؛ مراکز امدادی و سلامت؛ تأسیسات شهری؛ مناطق حساس، حیاتی و مهم؛ مناطق خطرناک؛ عوامل فرهنگی و اجتماعی
- شاخص‌های دفاع غیرعامل

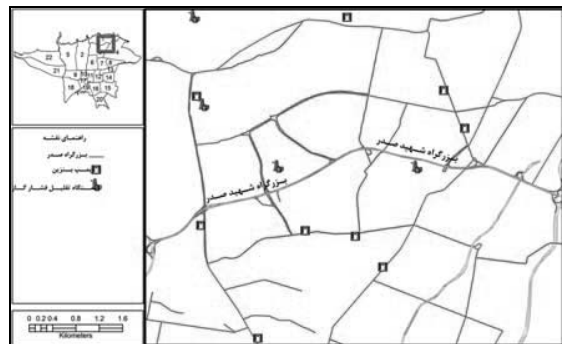
شامل: انواع تهدیدات فعلی و آتی؛ شدت تهدیدات بالقوه و فعلی؛ مدیریت بحران و امکان جبران تلفات بعد از حادثه؛ آسیب‌پذیری نمونه موردی در برابر انواع تهدیدات  
پس از مشخص گردیدن شاخص‌های تأثیرگذار بر مکان‌یابی نقاط آسیب‌پذیر معابر طبقاتی، وزن هر یک از شاخص‌ها با استفاده از نظرات نخبگان و به‌کارگیری فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی مشخص گردید. جهت اخذ نظرات نخبگان، ابتدا پرسشنامه‌هایی که دربرگیرنده شاخص‌های بیان‌گردیده بود، تهیه شد. سپس این پرسشنامه‌ها توسط کارشناسان، اساتید، مدیران و صاحب‌نظران عمران شهری، صنایع دفاعی و پدافند غیرعامل تکمیل گردید. نظرات به‌دست‌آمده با توجه به تجربه و تخصص هر یک استخراج و تحلیل شد.

جهت وزن‌دهی به شاخص‌ها با استفاده از پرسشنامه‌ها، در این



نقشه ۲- پل‌های در امتداد بزرگراه شهید صدر، ترسیم با استفاده از ArcGIS (منبع: نگارندگان)

۲-۱-۲-۲-۵- کاربری‌های خطرناک اطراف بزرگراه: علاوه‌بر تأسیسات زیربنایی شهر، برخی از مراکز سوخت‌رسانی نیز دارای پتانسیل انفجاری و تخریب می‌باشند که در صورت آسیب دیدن این مراکز، به سازه‌های اطراف نیز آسیب وارد می‌آید. در صورتی که این مراکز خطرناک دارای پتانسیل زیاد انفجاری بوده و در جوار ابنیه مورد نظر قرار گیرند، میزان تلفات و تخریب نیز گسترش می‌یابد. مناطق خطرناک اطراف محدوده مطالعاتی عبارت‌اند از: پمپ بنزین و ایستگاه‌های تقویت فشار گاز.



نقشه ۳- پمپ بنزین و ایستگاه تقویت فشار گاز اطراف بزرگراه صدر، ترسیم با استفاده از ArcGIS (منبع: نگارندگان)

همان‌گونه که اشاره شد، قرارگیری برخی از کاربری‌ها در جوار معابر طبقاتی می‌تواند باعث ایجاد خسارات و تلفات گردد. ولی از دیگر سو، همسایگی با برخی از کاربری‌ها می‌تواند به‌عنوان کاربری‌های مفید قلمداد شود که در زمان بروز بحران کمک نموده و اثرات بحران را کاهش دهد. از جمله این کاربری‌ها، مراکز امداد و نجات می‌باشد. در زمان بحران، مناطق امداد و نجات از جمله مراکز اثربخش است که می‌تواند با کاهش اثر بحران با اقداماتی مانند آواربرداری و نجات افراد، کاهش‌دهنده اثر مخرب بحران باشد.

### ۳- بحث و نتایج

«شاخص»، متغیری است که به‌منظور ارزیابی شرایط، مقایسه مکان‌ها

از عوامل مهمی که آسیب‌پذیری در این نقطه را افزایش داده عبارت‌اند از: عبور مسیل، تقاطع غیر همسطح، عبور خط مترو، تراکم کاربری‌های اداری و جاذب جمعیت، قرارگیری پمپ‌بنزین در اطراف نقطه مورد نظر، احداث پارکینگ طبقاتی در جوار تقاطع مورد بحث و غیره.

#### ۴- نتیجه‌گیری و پیشنهاد

تحقیق حاضر، جهت شناسایی نقاط آسیب‌پذیر بزرگراه طبقاتی صدر در تهران انجام گردید. برای انجام این منظور، ابتدا شاخص‌های تأثیرگذار این امر شناسایی گردیده و امتیاز هر یک از شاخص‌ها توسط نرم‌افزار EC و با استفاده از نظر نخبگان تعیین شد. بعد از این مرحله، لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز منطبق بر شاخص‌ها مشخص شد و با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS، این لایه‌ها ترکیب و نقشه آسیب‌پذیری بزرگراه طبقاتی صدر تعیین شد.

اگرچه امنیت و پایداری و بخصوص ایمنی، از دغدغه‌های اصلی جامعه حمل‌ونقلی (اعم از مدیران و استفاده‌کنندگان) بوده است، اما توجه لازم به این موارد و همچنین ملاحظات پیشگیرانه و دفاعی در آن نشده و متخصصین و طراحان بخش حمل‌ونقل، بیشتر به وجوه تحلیلی و تکنیکی، اقتصادی، اجتماعی و محیطی حمل‌ونقل پرداخته‌اند که این مسئله باعث پیچیده‌تر شدن شبکه‌های حمل‌ونقل شهری شده و تصحیح آن و افزایش پارامترهای امنیتی، ایمنی و دفاعی در آن را سخت‌تر می‌سازد. چه‌بسا آنکه لحاظ ساختن این ملاحظات، بسیاری از معضلات امروزی حمل‌ونقلی را نیز حل سازد. به‌طور مثال، توجه به میزان تراکم جمعیتی و تناسب آن با توان شبکه ارتباطی تعریف‌شده، ضمن تسهیل خدمات‌رسانی و انجام امر تخلیه در بحران (جنگ)، در زمان عادی هم باعث بهبود و رضایت شهروندان از شبکه ارتباطی خواهد شد.

همانگونه که بیان شد، می‌باید معابر در زمان بحران کارایی خویش را از دست نداده و توان حمل‌ونقلی خویش را حفظ نمایند. به این منظور لازم است تمهیدات ویژه بحران در معابر در نظر گرفته شود. با شناسایی نقاط آسیب‌پذیر می‌توان در این نقاط کارکردهای ویژه‌ای تعریف نمود که اختلال در این معابر را در اسرع وقت جبران نماید. برای شناسایی نقاط آسیب‌پذیر لازم است که در ابتدا به بررسی تهدیدات محدوده مطالعاتی پرداخته شود و با بررسی همزمان این تهدیدات و اثرگذاری این تهدیدات بر معبر مورد مطالعه، می‌توان میزان آسیب‌پذیری معبر را شناسایی کرد.

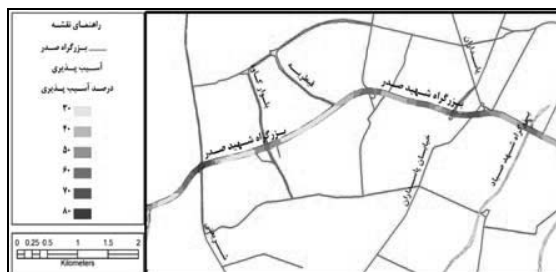
با توجه به پژوهش انجام شده، عمده‌ترین مسائل محدوده مورد مطالعه عبارت‌اند از:

- وجود پل‌ها با کاربری‌های مختلف واقع در بزرگراه صدر
- اشراف ساختمان‌های اطراف بر بزرگراه طبقاتی مورد بحث

پژوهش از روش سلسله‌مراتبی استفاده شد. همان‌گونه که در گذشته بیان گردید، برای پیاده‌سازی این روش می‌توان از نرم‌افزارهایی که در این راستا تهیه شده استفاده نمود. در این راستا، برای دستیابی به هدف مورد نظر از نرم‌افزار EC استفاده شده است.

پس از تشکیل مدل ارزیابی آسیب‌پذیری در ارتباط با مسئله، مشخص شد که معیارها و شاخص‌های مختلف مورد نظر، از ارزش مساوی برخوردار نیستند، بلکه در این میان، شاخص‌های پدافند غیرعامل با ۳۷٪ بالاترین اهمیت را دارا می‌باشند. پس از آن، شاخص‌های شهرسازی با ۳۳٪ امتیاز بعدی را به خود اختصاص داده است. پس از شاخص‌های اصلی، زیرشاخص‌ها نیز مورد بررسی قرار گرفت که در میان شاخص‌های دفاعی، مدیریت بحران و امکان جبران تلفات بعد از بحران با ۲۸٪ بیشترین امتیاز را در بین شاخص‌های دفاعی کسب نمود.

پس از مشخص گردیدن شاخص‌ها، لایه‌های متناسب با شاخص‌های مورد نظر ساخته شده و مورد استفاده قرار گرفت. پس از ساخت لایه‌های مورد نظر، نقشه‌های ارزش<sup>۱</sup> حاوی امتیازهای مورد نظر ایجاد گردید. در ادامه با توجه به امتیازهای کسب‌شده برای هر یک از شاخص‌ها، لایه‌های مورد نظر امتیازبندی شده و در انتها با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS لایه‌ها ترکیب گردید. با توجه به نقشه حاصل، آسیب‌پذیری نقاط در امتداد معبر طبقاتی صدر مشخص گردید.



نقشه ۴- نقشه آسیب‌پذیری بزرگراه شهید صدر، (ترسیم با استفاده از ArcGIS) منبع: نگارندگان

پس از ترکیب لایه‌های اطلاعاتی، نقشه آسیب‌پذیری بزرگراه صدر حاصل گردید. با بررسی نتیجه حاصل، مشخص می‌شود که تمام مسیر از تهدید یکسانی برخوردار نمی‌باشد بلکه در نقاط خاصی آسیب‌پذیری بیشتر است. از جمله مهم‌ترین نقاط آسیب‌پذیر می‌توان به تقاطع‌های شریعتی، پاسداران، بلوار کاوه و دیباجی اشاره نمود. در این مکان‌ها مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار عبارت‌اند از: تقاطع‌های غیر همسطح، کاربری‌ها و طبقات ساختمان‌های اطراف محدوده و تأسیسات شهری گذرنده از معابر.

آسیب‌پذیرترین نقطه، تقاطع بزرگراه صدر و خیابان شریعتی می‌باشد.

ارتباطی از منظر پدافند غیرعامل»، مجله علوم و فناوری‌های پدافند غیرعامل دانشگاه جامع امام حسین(ع)، ۱۵۱-۱۶۰، پاییز، (۱۳۹۰).

۷. موسویان، ابوالحسن؛ «جایگاه شبکه حمل‌ونقل در ارتقاء عملکرد شریان‌های حیاتی کشور در راستای پدافند غیرعامل»، اولین کنفرانس پدافند غیرعامل و سازه‌های مقاوم، بابل، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، ۴، (۱۳۸۹).

۸. دهخدا، علی‌اکبر؛ لغت‌نامه دهخدا، تهران، مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، جلد ۴، ص ۴۷، (۱۳۵۱).

۹. کاظمی‌نیا، محمدرضا؛ رستمی، عبدالرضا؛ واژگان پدافند غیرعامل، تهران، قرارگاه سازندگی خاتم‌الانبیاء(ص)، ص ۶۹، (۱۳۸۹).

۱۰. زیاری، کرامت‌الله؛ برنامه‌ریزی شهرهای جدید، تهران، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)، ص ۱۳۴، (۱۳۷۸).

۱۱. چگینی، عباس؛ اطلاعات استراتژیک، تهران، دانشکده علوم و فنون فارابی، ص ۱۴، (۱۳۷۳).

۱۲. اسکندری، حمید؛ دانستنی‌های پدافند غیرعامل، تهران، بوستان حمید، ص ۴۱، (۱۳۸۹).

۱۳. شهیدی، محمدحسین؛ مقدمه‌ای بر برنامه‌ریزی حمل‌ونقل شهری و مهندسی ترافیک، تهران، ص ۴۵، (۱۳۶۹).

۱۴. ایزدی، مصطفی؛ فرهنگ معابر تهران، تهران، شرکت پردازش و برنامه‌ریزی شهری، صص ۲۱۱-۲۱۲، (۱۳۸۶).

۱۵. شرکت مشاور پاسیلو، طرح اجرایی اتوبان طبقاتی صدر، تهران، (۱۳۸۹).

۱۶. سعیدی‌نیا، احمد؛ مکان شهر تهران، تهران، ص ۲، (۱۳۶۸).

۱۷. مهندسین مشاور ماندگار، طراحی و آماده‌سازی اراضی دارآباد شمال، تهران، اداره کل مسکن و شهرسازی استان تهران، بدون تاریخ. صص ۱۸۲-۱۸۵.

۱۸. استرلینگر، ارنست‌تی؛ ترجمه اعرابی، سیدمحمدعلی؛ تحقیق علمی: راهنمای مجریان تغییر و تحول، تهران، انتشارات دفتر پژوهش‌های فرهنگی دانشگاه تهران، صص ۱۷ و ۱۸، (۱۳۸۷).

۱۹. آذر، ع.؛ رجب‌زاده، ع.؛ تصمیم‌گیری کاربردی؛ رویکرد MADM، چاپ اول، تهران؛ انتشارات نگاه دانش، (۱۳۸۱).

۲۰. قدسی‌پور، سید حسین؛ فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)، چاپ پنجم، تهران، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ص ۲۰، (۱۳۸۵).

۲۱. اسکندری، حمید؛ فرهنگ اصطلاحات پدافند غیرعامل، تهران، بوستان حمید، ص ۸۸، (۱۳۸۹).

• عبور کانال‌ها و شریان‌های تأسیساتی از بزرگراه مورد مطالعه

• تقاطع خطوط مترو و بزرگراه طبقاتی صدر

• همجواری عناصر آسیب‌پذیر و پرخطر با بزرگراه صدر

• با توجه به تجمیع مخاطرات بیان‌گردیده در برخی از نقاط در امتداد بزرگراه طبقاتی صدر، میزان آسیب‌پذیری این نقاط افزایش یافته است.

• پس از همپوشانی لایه‌ها و طبقه‌بندی میزان آسیب‌پذیری در امتداد بزرگراه، آسیب‌پذیرترین نقاط عبارت‌اند از: تقاطع خیابان شریعتی، قیطره و پاسداران با بزرگراه صدر

در نتیجه پژوهش انجام‌گرفته، جهت کاهش آسیب‌پذیری در محدوده مطالعاتی مورد نظر لازم است به این نکات توجه گردد:

۱- جلوگیری از احداث ساختمان‌های بلندمرتبه در حریم بزرگراه و مقاوم‌سازی بناهای موجود اطراف محدوده مطالعاتی

۲- کاهش خطرات و آسیب‌پذیری کاربری‌های خطرناک اطراف بزرگراه

۳- انتقال و یا ایمن‌سازی شریان‌های حیاتی عبوری از بزرگراه

۴- ایجاد پوشش جهت کاهش امکان شناسایی کاربری‌های حساس در اطراف بزرگراه

۵- طراحی راه‌های جایگزین برای معبر شهری مورد بحث

۶- ایجاد راه‌های تخلیه معبر در صورت تخریب بخشی از بزرگراه مانند: دور برداردان بر روی بزرگراه طبقاتی

## مراجع

۱. تهدیدات و پدافند غیرعامل، نشریه پدافند غیرعامل، شماره ۱، ۶-۱، ص ۳، (۱۳۸۳).

۲. اصغریان‌جدی، احمد؛ «بررسی معماری دفاعی در بافتهای تاریخی شهری»، اولین همایش علمی- پژوهشی شهرسازی و معماری با رویکرد پدافند غیرعامل. تهران، دانشگاه مالک اشتر، ص ۴، (۱۳۹۰).

۳. موحدی‌نیا، جعفر؛ اصول و مبانی پدافند غیرعامل، تهران، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، ص ۶۷، (۱۳۸۸).

۴. انصاری، محسن؛ اسماعیلی، علیرضا؛ «مدیریت بحران در حوزه ترافیک»، هشتمین کنفرانس مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک ایران، تهران، (۱۳۸۷).

۵. حمزه، محمد؛ ارائه مدلی به‌منظور بررسی آسیب‌پذیری شبکه معابر شهری در برابر تهدیدات (نمونه موردی: منطقه ۱۶ تهران)، پایان‌نامه، تهران، دانشگاه مالک اشتر، ص ۲ و ۱۸۰، (۱۳۹۱).

۶. نورایی، همایون، رضایی، نادر؛ «ارزیابی و تحلیل شبکه‌های

۲۲. عظیمی حسینی، محمد؛ نظری فر، محمدهادی؛ مؤمنی، رضوانه؛ کاربرد GIS در مکان یابی، تهران، مهرگان قلم، ص ۱۸، (۱۳۸۹).
۲۳. پیرمادی، علیرضا؛ «یافتن بهترین مکان ایستگاه آتش نشانی با استفاده از فناوری اطلاعات و GIS»، دومین کنفرانس بین المللی شهرداری الکترونیکی، تهران، ص ۱۰، (۱۳۸۸).
۲۴. محمدی، جمال؛ «تلفیق همپوشانی شاخص (IO) و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) مکان یابی مراکز آموزشی»، مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیط شماره ۴۵، ۱۱۴-۱۲۸، (۱۳۹۱).
۲۵. لشکری، حسن؛ گزارش مرحله اول مطالعات طرح جامع تقسیمات کشوری؛ اقلیم و بلایای طبیعی، تهران، وزارت کشور، ص ۵۳، (۱۳۷۹).
۲۶. جایکا؛ گزارش نهایی پروژه ریزپهنه بندی لرزه ای تهران بزرگ، تهران، آژانس همکاری بین المللی ژاپن، ص ۱۵۵، (۱۳۸۰).
۲۷. صفوی، سیدیحیی؛ مقدمه ای بر جغرافیای نظامی ایران (تحلیل جغرافیایی امنیت تهران)، تهران، انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ص ۱۲۹، (۱۳۸۱).
۲۸. مرکز مطالعات ژئوتکنیک و مقاومت مصالح، گزارش مطالعات ژئوتکنیک بزرگراه طبقاتی صدر، تهران، سازمان مشاور فنی و مهندسی شهر تهران، ص ۱۱، (۱۳۸۹).
۲۹. ملکی بیگدلی، امیر؛ سالنامه سیل ۷۴-۷۵ (دفتر مطالعات و آبخیزداری وزارت جهاد کشاورزی)، ص ۴، (۱۳۷۵).
۳۰. حسینی، سید بهشید؛ معیارهای پدافند غیرعامل در طراحی معماری ساختمان های جمعی شهری، تهران، عابد، (۱۳۸۹).
۳۱. حسینی، سید علی؛ زنگنه شهرکی، سعید؛ حسینی، سید محمد؛ قنبری نسب، علی؛ «بررسی عناصر آسیب پذیری و ملاحظات پدافند غیرعامل در حریم کلانشهر تهران»، اولین همایش علمی- پژوهشی شهرسازی و معماری با رویکرد پدافند غیرعامل، تهران، دانشگاه مالک اشتر، ص ۸، (۱۳۹۰).
۳۲. نباتی، عزت الله؛ پدافند غیرعامل با رویکرد به حوزه تهدیدات، تهران، مرکز آموزشی و پژوهشی شهید صیاد شیرازی، ص ۵۹، (۱۳۸۹).
۳۳. گلمهری، احسان؛ «تبیین ملاحظات پدافند غیرعامل در کلان شهر تهران»، تبیین سیستم های مهندسی و مدیریت پدافند غیرعامل، تهران، دانشگاه جامع امام حسین (ع)، ۳۷۶-۳۹۴، ص ۲۸۲، (۱۳۹۱).
۳۴. دهقانی اشکزی، قاسم؛ ماهوتیان، حمیدرضا؛ «ارائه الگوی ارزیابی آسیب پذیری پل های شهر تهران در برابر حملات نظامی با توجه به ملاحظات پدافند غیرعامل»، همایش ملی پدافند غیرعامل، ایلام، دانشگاه ایلام، ۱۹-۲۳، (۱۳۹۰).
۳۵. دریجانی، اله بخش؛ شاخص های مؤثر بر مکان یابی سدهای مخزنی با رویکرد پدافند غیرعامل، پایان نامه، تهران، دانشگاه جامع امام حسین (ع)، (۱۳۹۱).
۳۶. محمدی، حمیدرضا؛ رومینا، ابراهیم؛ سلیم نژاد، ندیمه؛ «تحلیل جغرافیایی منابع تهدید ملی در ایران»، فصلنامه ژئوپلیتیک ایران، سال چهارم، شماره ۲ (پیاپی ۱۲): ۵۱-۸۱، (۱۳۸۷).
۳۷. بوالحسینی، عبدا...؛ «معماری و طراحی شهری در ایران»، نشریه پدافند غیرعامل (قرارگاه هوایی خاتم الانبیاء (ص))، شماره ۴ (۱۳۸۴).
۳۸. سوادکوهی فر، ساسان. مبانی مدیریت پروژه های عمرانی، شهری و بحران، تهران، دانشگاه امام حسین (ع)، (۱۳۸۶).
۳۹. اطلس کامل گیتاشناسی، تهران، مؤسسه جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی، (۱۳۸۰).
40. Strauss and Corbin. Basic of Qualitative Research. California: Sage Publication, P. 11-12, (1996).
41. Cresswell, John.W. Research Design: Qualitative and Quantative Approaches. Sage Publications, P. 331, (1994).

# **Elevated Expressways Vulnerability Assessment with Passive Defense Approach (Case Study: Sadr Elevated Expressway)**

**A. Saeidi<sup>1</sup>**

**Y. Yavari<sup>2</sup>**

## **Abstract**

Cities are one of the most important targets in wars. Hostile countries intend to disrupt centers of gravity of these countries in order to neutralize their defensive systems. In cities, roads and passages are the most important war targets in future confrontations. Without roads and passages, a city's transportation facilities will be disrupted and will cause the defensive systems to be inactivated. Therefore; to defend cities, protecting passage networks is a necessary issue. The first step to defend city roads and passages is to determine the possible vulnerable points of these roads and passages and furthermore; necessary measures must be taken in this regard.

This essay attempts to investigate the vulnerability of one of the most important city roads in north Tehran – Iran, The Martyr Sadr Elevated Expressway. In order to determine the vulnerability rate of this Elevated Expressway, at first, some parameters influencing the vulnerability of this Elevated Expressway were identified and weighted and then they were assessed in the format of information layers in ESRI-ArcGIS desktop package, and the vulnerability maps of the expressway were created. At the end, one of the most identified vulnerable points was reviewed and the influencing parameters of this point was expressed.

**Key Words:** *Passive Defense, Elevated Expressway, Threat, Hierarchy Process, Geospatial Information System*

---

1- Assistant Professor and Academic Member of Imam Hossein Comprehensive University - Writer in Charge  
2- M.S Candidate of Passive Defense, Imam Hossein Comprehensive University (yyavari@yahoo.com)