ارزیابی آسیب‌پذیری معابر طبقاتی، نمونه موردی: بزرگراه شهید صدر تهران*

تاریخ دریافت: ۹۲/۴/۲۶
تاریخ پذیرش نهایی: ۹۳/۹/۲۹

علی سعیدی- ساسان سواد کوهی فر*** یزدان یاوری****

چکیده

برای دفاع از شهرها حفاظت از شبکه معابر، امری لازم و ضروری است. جهت دفاع از معابر شهری در ابتدا لازم است که نقاط آسیب‌پذیر این معابر مشخص شده و برای این نقاط تمهیدات ویژه در نظر گرفته شود. جهت شناسایی آسیب‌پذیری معابر در مقابل تهدیدات طبیعی کارهای زیادی در کشورهای مختلف انجام شده است، و در بسیاری از موارد از بررسی مخاطرات انسان ساخت صرف‌نظر شده است. با توجه به اهمیت تهدیدات انسان‌ساخت لازم است، این دسته از تهدیدات نیز در بررسی آسیب‌پذیری معابر مورد بررسی قرار گیرد، که در این پژوهش این امر انجام شده است. به‌عنوان نمونه موردی یکی از مهم‌ترین شریان‌های مواصلاتی شمال شهر تهران یعنی بزرگراه طبقاتی صدر مورد مطالعه قرار گرفت. برای یافتن میزان آسیب‌پذیری این معبر ابتدا شاخص‌های مؤثر بر آسیب‌پذیری این معابر شناسایی و وزن‌دهی شد. شاخص‌های کلی مؤثر در آسیب‌پذیری معابر طبقاتی در سه گروه عمده شاخص های دفاعی، شهری و طبیعی تقسیم‌بندی شده و هر یک از شاخص‌ها و زیر شاخص‌ها به روش سلسله مراتبی و روش TOPSIS امتیازدهی شد. پس از امتیازدهی شاخص‌ها، لایه‌های جغرافیایی مربوط به آن شاخص و برای محدوده مطالعاتی در نرم‌افزار ArcGIS ایجاد شد. سپس لایه‌های ایجاد شده با توجه به وزن تأثیرگذاری شاخص مورد نظر، در نرم‌افزار مذکور ترکیب و نقشه آسیب‌پذیری معبر طبقاتی مورد مطالعه، تهیه شد و با تولید نقشه آسیب‌پذیری میزان ریسک در امتداد مسیر تعیین خواهد شد. لذا پس از انجام مراحل فوق و تهیه این نقشه، آسیب‌پذیرترین نقطه در مسیر بزرگراه مورد مطالعه مشخص شد. با توجه به پژوهش انجام شده تقاطع ها از مهم‌ترین نقاط آسیب‌پذیر محدوده می باشند. در انتها عوامل ایجاد خطر در آسیب‌پذیرترین تقاطع در طول مسیر مورد بررسی قرار گرفت.

واژگان کلیدی: پدافند غیرعامل، معابر طبقاتی، تهدید، روش سلسله‌مراتبی، سیستم اطلاعات جغرافیایی.

* این مقاله برگرفته از بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده سوم با عنوان "ملاحظات دفاع غیرعامل در مکان‌یابی و طراحی معابر طبقاتی، نمونه موردی: بزرگراه طبقاتی شهید صدر تهران" با راهنمایی جناب آقای دکتر علی سعیدی و مشاوره جناب آقایان مهندس ساسان سوادکوهی و مهندس سعید رضایی نیارکی در گروه پدافند غیرعامل دانشگاه امام حسین(ع) می‌باشد.

** استادیار اقلیم‌شناسی، دانشکده پدافند غیرعامل، دانشگاه جامع امام حسین(ع)، تهران، ایران (نویسنده مسئول).
Email: Asaidi40@gmail.com
*** استادیار شهرسازی، دانشکده پدافند غیرعامل، دانشگاه جامع امام حسین(ع)، تهران، ایران.
**** کارشناسی ارشد رشته پدافند غیرعامل، گرایش طراحی، دانشگاه جامع امام حسین(ع)، تهران، ایران.

مقدمه

در طول تاریخ، امنیت شهرها با استفاده از راهکارهای مختلف از قبیل احداث شهر در پناه کوه‌ها، سواحل دریا، ساخت حصارهایی پیرامون شهرها، گذاشتن برج‌های دیده‌بانی و دروازه‌ها میسر می‌شد. لذا شکل و اندازه شهرها متأثر از مسأله دفاع بوده که در قالب استحکامات به نمایش در آمده است (Asgharian Jedi, 2011, p. 4).

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 نظریه‌های گوناگونی ارائه شده که یکی از مهم‌ترین نظریه‌های بیان شده، راهبرد انهدام مراکز ثقل است. در تئوری مراکز ثقل واردن[۱]، حلقه سوم اهداف به زیرساخت‌های حمل‌ونقل اشاره دارد (Movahedinia, 2009, p. 67). بدین ترتیب در میان شریان‌های حیاتی، سامانه حمل‌ونقل، دارای نقش اساسی می‌باشد. چرا که لازمه هر اقدامی برای کنترل شرایط بحران و تهدیدات، جابه‌جایی 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 می‌شود، بلکه شدت بحران‌ها نیز افزایش خواهد یافت (Ansari & Ismaili, 2008).

سامانه حمل‌ونقل معمولاً از اجزای به هم 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، بهبود وضعیت فعلی، نیازمند بهره‌گیری از راهکارهای پدافند غیرعامل است (Hamza, 2012, p. 2).

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

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

۱. مرور ادبیات موضوع

با بررسی آسیب‌پذیری عناصر شهری می‌توان در برابر انواع تهدیدها آمادگی لازم را کسب نمود و در صورت بروز بحران شهر را به بهترین صورت مدیریت نمود. بررسی آسیب‌شناسی عناصر شهری امری گسترده است که نمونه‌های گوناگون آن در کشورهای مختلف انجام شده که در ادامه به برخی از این پژوهش‌ها اشاره می‌شود.

در بررسی آسیب‌پذیری امری که توجه به آن ضروری است، نوع تهدید رایج در مکان مورد بررسی می‌باشد. به‌عنوان مثال به‌طور عمده در کشورهای حاشیه دریا و اقیانوس بحث زلزله، تسونامی و تغییرات آب و هوایی مورد بررسی قرار گرفته است. در گزارش‌های ارائه‌شده درباره این محدوده‌ها این نکات بسیار برجسته است. در بررسی پژوهش‌هایی از این دست می‌توان به گزارش مرکز (UN-HABITAT)[۲] در سال ۲۰۰۰ میلادی درباره شهر سورسوگون کنیا اشاره نمود. در این گزارش ابتدا موقعیت جغرافیایی و آب و هوایی این شهر ساحلی بیان می‌شود. پس از آن انواع تهدیدات آب و هوایی این شهر در بازه زمانی خاصی بررسی شده و آسیب‌پذیری شهر در برابر این تهدیدها مورد بررسی قرار می‌گیرد (Flores, 2000). از همین مؤسسه پژوهش‌هایی مانند گزارش آسیب‌پذیری درباره شهرهای دیگر مانند نگومبو (Mahanama, 2013) و همانند آن نیز منتشر شده، که تمام این گزارش‌ها به بررسی تهدیدات طبیعی درباره شهرهای مورد بحث می‌پردازد. پژوهش‌های مشابه بسیاری با همین موضوع درباره شهرهای مختلف مانند، ژوهانسبورگ[۳]، آتلانتا[۴]، سانتاکروز[۵] و مانند آن انجام گرفته‌است که در این پژوهش‌ها با محور قرار دادن تهدیدات طبیعی به ویژه اثرات آب‌وهوایی به ارزیابی آسیب‌پذیری شهرهای مورد بحث پرداخته شده‌است. در بررسی آسیب‌پذیری عناصر شهری که در این پژوهش‌ها به آن پرداخته شده‌است، معابر شهری نقش ویژه‌ای را به خود اختصاص داده‌است. زیرا که استخوان‌بندی شهر و روابط شهری با معابر تعریف شده و کارکرد شهر به میزان زیادی وابسته به معابر شهری می‌باشد. در پژوهش‌های دیگر به‌صورت خاص به ارزیابی آسیب‌پذیری معابر و جاده‌ها پرداخته شده است. به‌عنوان مثال «الکساندر لوکاس»[۶] در رساله دکتری خویش به ارزیابی آسیب‌پذیری راه‌ها می‌پردازد (Erath, 2011).

۲. روش‌شناسی

با توجه به هدف این تحقیق یعنی ارزیابی آسیب‌پذیری معابر طبقاتی، لازم است که شاخص‌های تأثیرگذار بر این موضوع شناسایی شود. به این منظور روش ارزیابی چند معیاری برای انتخاب گزینه‌های برتر انتخاب شد. در روش‌های ارزیابی چندمعیاری امکان تحلیل و ارائه کلیه اطلاعات موجود در مورد گزینه‌ها بر اساس معیارهای متفاوت و چندبعدی وجود دارد (Azar & Rajab Zadeh, 2002).

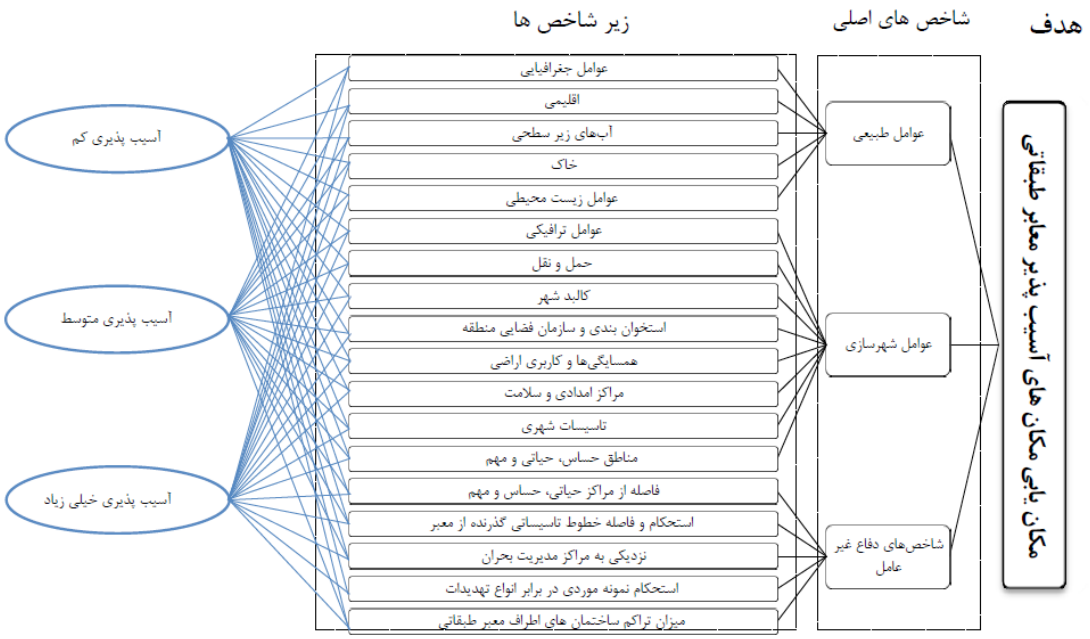
از بین روش‌های ارزیابی چند معیاری متعددی که امروزه در زمینه‌های گوناگون مورداستفاده قرار می‌گیرند، (از جمله تحلیل تصمیم، تئوری مطلوبیت چند شاخصه، تصمیم‌گیری چندمعیاری و تئوری قضاوت اجتماعی) روش ارزیابی چند معیاری «فرآیند تحلیل سلسله مراتبی -AHP»[۷] به عنوان روش ارزیابی گزینه‌های حاصل از تجزیه و تحلیل این مطالعه انتخاب شده‌است. علت انتخاب روش سلسله مراتبی در این تحقیق، منعطف، قوی و ساده بودن آن برای تصمیم‌گیری است (Görener, 2012). اگرچه فرآیند تجزیه و تحلیل شبکه‌ای یا ANP به‌عنوان یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، قابلیت تصمیم‌سازی شبکه‌ای را برای ما فراهم می‌آورد (Chung, 2005)؛ اما به دلیل پیچیدگی کار با این شیوه در این پژوهش از این روش استفاده نشد و روش AHP مبنای تصمیم‌سازی قرار گرفت.

یکی از مهم‌ترین عواملی که در این روش می‌توان با آن صحت فرآیند پژوهشی را چک کرد، نرخ سازگاری می‌باشد. بر اساس این تکنیک، هر فرآیند تصمیم‌گیری دارای ساختاری است که سلسله‌مراتب نام داشته و شامل سطوح هدف، معیارها و گزینه‌ها می‌باشد. انجام این فرآیند در هر مسأله مبتنی بر مراحل زیر می‌باشد: (Qodsipor, 2006, p. 20) ترسیم درخت سلسله‌مراتبی، جدول مقایسه زوجی، تشکیل ماتریس مقایسه زوجی، محاسبه وزن‌ها. و در انتها برای اطمینان از نتیجه، نرخ ناسازگاری (I.R)[۸] بررسی می‌شود.

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

در این پژوهش وزن‌دهی به شاخص‌ها با استفاده از پرسشنامه‌ها، از روش سلسله مراتبی و با استفاده از نرم‌افزار EC[۹] انجام گرفت. در ادامه برای کنترل نتایج به دست آمده از روش AHP این نتایج با استفاده از روش TOPSIS مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت. به این منظور پرسشنامه‌هایی با این روش تهیه شده و در اختیار متخصصین امر گذاشته شد. شاخص‌های مورد بحث در روش دوم همان معیارهای روش اول می باشد و تنها شیوه تحلیل و جمع آوری نظرات تغییر می‌نماید. لازم به ذکر است که در این روش به دلیل این که تنها برای کنترل روش اول انجام شده، از جامعه آماری کمتری مصاحبه به عمل آمد.

شکل ۱: روابط سلسله مراتبی شاخص‌ها وزیر شاخص‌ها



روش TOPSIS: این مدل توسط هوانگ و یون[۱۰] در سال ۱۹۸۱ پیشنهاد شد . در این روش نیز m گزیده به وسیله n شاخص ارزیابی می‌شود. منطق اصولی این مدل راه‌حل ایده‌آل(مثبت) و راه‌حل ایده‌آل منفی را تعریف می‌کند. در رتبه بندی گزینه‌ها به روش TOPSIS گزینه‌هایی که بیشترین تشابه را با راه‌حل ایده‌آل داشته باشند (Sheng-Hshiung & Te-Yi, 2002, pp. 107–115). در این روش علاوه بر در نظر گرفتن فاصله یک گزینه A_i از نقطه ایده آل، فاصله آن از نقطه ایده آل منفی هم در نظر گرفته می‌شود. فرض بر آن است که مطلوبیت هر شاخص، به طور یکنواخت افزایشی یا کاهشی است.

پس از آن که شاخص‌های تأثیرگذار بر موضوع مورد بحث مشخص شد، این شاخص‌ها تبدیل به لایه‌های اطلاعاتی جغرافیایی شده و در سیستم اطلاعات جغرافیایی مورد بررسی قرار می‌گیرد. سامانه اطلاعات جغرافیایی عبارت است از سیستم سازمان یافته ای متشکل از سخت افزار، نیروهای متخصص و مدل‌های طراحی شده جهت اخذ، ذخیره‌سازی، نمایش، پردازش، به‌هنگام‌سازی، باز یافت، تجزیه و تحلیل و ارائه اطلاعات زمین مبنا با اشکال جغرافیایی که هدف نهایی آن استفاده از اطلاعات به دست آمده جهت برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری هرچه صحیح‌تر و با تدبیر است (Eskandari, 2010, p. 88).

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[۱۱] اطلاعات را از این نقاط، خطوط یا سطوح نگهداری می‌کند و داده‌ها را برای سؤالات تخصصی ویژه و تحلیل‌ها، بازیابی می‌نماید (Arctur & Zeiler, 2004).

در این پژوهش برای تحلیل نتایج، ابتدا شاخص‌های تأثیرگذار در فرآیند مکان‌یابی نقاط آسیب‌پذیر معابر موردنظر، 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[۱۲] تبدیل شده و تحلیل اثرگذاری هر یک از لایه‌ها بر روی آن بررسی و نتیجه حاصل در چند سطح آسیب‌پذیری ارائه می‌شود. در این تحقیق از تحلیل مکان‌یابی در سامانه اطلاعات مکانی استفاده شده‌است.

برای رسیدن به اهداف مورد نظر در این پژوهش از روش همپوشانی شاخص در ArcGIS استفاده شده‌است. در این مدل علاوه بر وزن دهی به لایه‌های اطلاعاتی، واحدهای موجود در هر لایه اطلاعاتی نیز بر اساس پتانسیل خود، وزن خاصی خواهد داشت (Mohammadi, 2012, p. 114). سپس این لایه‌های طبقه‌بندی شده، از طریق روش روی هم‌گذاری[۱۳] لایه‌های وزن‌دار به دست می‌آید که نقشه نهایی آسیب‌پذیری نمونه مطالعاتی را نمایش می‌دهد.

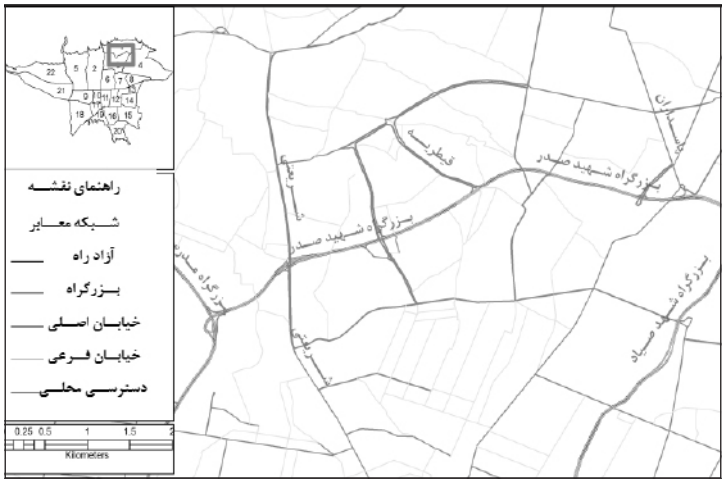
شکل۲: عملیات نصب دهانه پیش ساخته توسط گنتری در بزرگراه طبقاتی صدر

۳. آشنایی با محدوده مطالعاتی

۳-۱- بزرگراه طبقاتی صدر

نمونه مطالعاتی مورد نظر که در 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 می‌شود.
تهران بزرگترین شهر و پایتخت جمهوری اسلامی ایران با جمعیت ۷،۷۰۵،۰۳۶ نفر در سال ۱۳۸۵ و مساحت ۷۳۰ کیلومتر مربع است، طول جغرافیایی شهر تهران ۵۱ درجه و ۲۴ دقیقه و عرض جغرافیای آن ۳۵ درجه و ۴۱ دقیقه و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۰۲۰ متر می‌باشد (Bakhtiari, 2011).
این بزرگراه با طول تقریبی ۵ کیلومتر، بخشی از مرز منطقه ۱و۳ شهرداری تهران را مشخص می‌کند. بزرگراه صدر پس از پیروزی انقلاب احداث شده که محله‌های زرگنده، الهیه، قیطریه، چیذر، رستم آباد، و اختیاریه را به هم وصل می‌کند (Izadi, 2007, p. 211). با توجه به تصمیم شهرداری تهران مقرر شد که بزرگراه مذکور به صورت طبقاتی اجرا شود. در این پروژه پایه‌های اصلی از یک مقطع بتنی همراه با دیوارهای پیش ساخته بوده که ابعاد نهایی پایه‌ها حدود ۳*۳/۵ متر می‌باشد و یک عرشه بتنی به عرض متغیر ۲۲/۲ تا ۲۵/۶ متر در دو باند رفت و برگشت بر روی پایه‌های مزبور واقع می‌شود (Passillo, 2010, p. 12).

شکل ۳: معابر اطراف محدوده مطالعاتی، (Map 1:12000 Tehran City)



۳-۱-۱- ویژگی جغرافیایی محدوده مطالعاتی

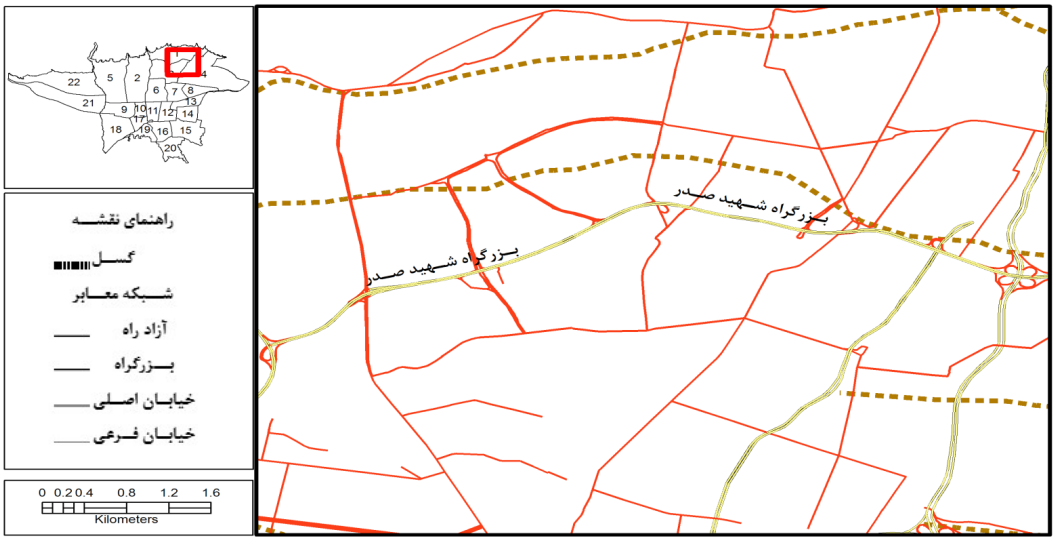
بزرگراه صدر از نوبنیاد با ارتفاع ۱۵۰۰ متر از سطح دریای آزاد آغاز و پس از طی مسافت ۵ کیلومتری در ارتفاع ۱۴۸۰ متری به مدرس می‌رسد. محدوده مطالعاتی در ناحیه جنوبی البرز واقع شده، که از سنگ‌های دوران سوم و توف‌های تشکیلات کرج به وجود آمده است. به طور کلی محدوده مورد مطالعه از توف‌های سبز رنگ و شیست‌های آهکی سیاه متعلق به سری سیاه تحتانی که دارای شکستگی هستند تشکیل شده است. وجود شکستگی و فرسودگی ذکر شده نشانه تکتونیزه شدن شدید منطقه است (Engineers, p. 182).

۳-۲- تهدیدات منطقه

به طور کلی تهدیدات منطقه مورد نظر به دو دسته کلی تقسیم بندی می‌شود. دسته اول تهدیدات طبیعی و دسته دوم تهدیدات انسان ساز است.

۱-۲-۳- تهدیدات طبیعی

شکل۴: گسل‌های اطراف بزرگراه صدر

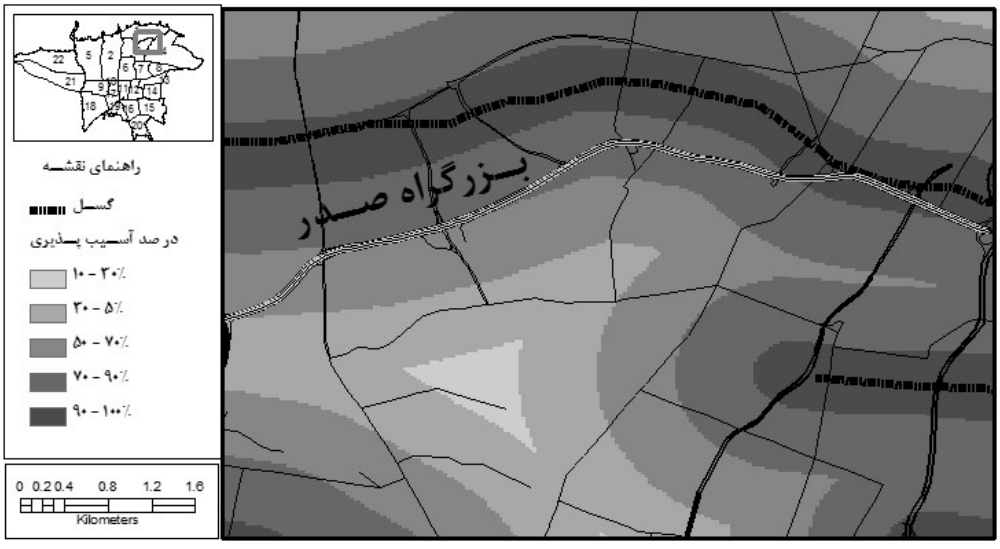


(Jaica, 2001, p. 155)

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: ایران به‌دلیل قرارگیری در پهنه لرزه خیز آلپ- هیمالیا همواره مورد تهدید زمین لرزه است (Lashkari, 2000, p. 53). از مهم‌ترین گسل‌های تهران، گسل شمال تهران می‌باشد که این گسل از چند قطعه همپوشان ان اشلون[۱۴] تشکیل شده که حرکت امتداد لغز چپگرد دارند. مطالعات قاسمی و همکاران (۱۳۸۱) نشان می‌دهد که پهنه گسلی واقع در شمال تهران، در واقع از یک گسل راندگی اصلی (گسل شمال تهران) و یک پهنه گسلی چپگرد معکوس تشکیل شده است که از راستای راندگی شمال تهران پیروی می‌کنند (Safavi, 2002, p. 129). بزرگراه طبقاتی صدر در جوار یکی از شکستگی‌های بیان شده، واقع شده است. در طراحی این بزرگراه طبقاتی به اثر دینامیکی زلزله توجه شده است. جهت تعیین ضرایب زلزله، از ویرایش جدید آئین نامه طرح پل‌های شوسه و راه‌آهن در برابر زلزله استفاده شده است. براساس این آیین نامه محل پروژه در منطقه با خطر نسبی بسیار بالا قرار می‌گیرد و شتاب مبنای طرح معادل ۰/۳۵ گرم می‌باشد (Center, 2010, p. 114).

شکل۵: آسیب پذیری بزرگراه صدر در برابر زلزله



سیل: کلمه «سیل» به معانی 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 درنتیجه آب از بستر عادی خود سرریز نموده و دشت سیلابی و مناطق اطراف را دربر می‌گیرد (Maleki Bigdeli, 1996, p. 4). شمال تهران از پتانسیل سیل‌خیزی بالایی برخوردار است.

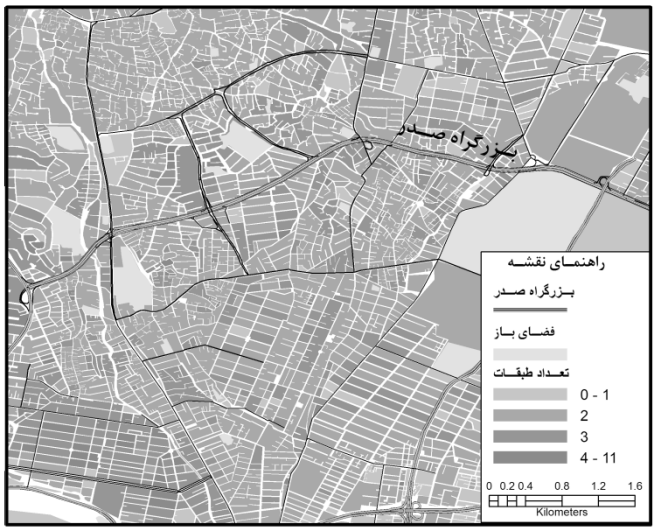
۲-۲-۳-تهدیدات انسان‌ساخت

هرگونه اقدامی که توسط فرد، افراد، سازمان خصوصی و یا دولتی جهت به مخاطره انداختن و یا گرفتن جان افراد رخ دهد، تهدیدات انسان‌ساز می‌باشد. این تهدیدات می‌تواند به شیوه‌های متفاوت انجام گیرد که هدف اصلی آن آسیب زدن به جان و مال افراد جهت خواسته‌هایی متفاوت می‌باشد (Mohammadi, & Salim Nejad, 2008). برای شناسایی تهدیدات انسان ساز لازم است، سناریوی تهدید پیشرو بررسی شود. با بررسی سناریوهای تهدید می‌توان گفت درحال‌حاضر، مهم‌ترین تهدیدات امنیتی کشور، آمریکا و اسرائیل هستند. آمریکا تهدید قدرتمندی است که چندین سناریوی نظامی را در پیش رو دارد: عملیات اطلاعات مخفی، محاصره نظامی ایران، انجام حملات دقیق و مؤثر، یورش همه‌جانبه و اشغال (Seyed Behshid, 2010).

شکل ۶: بسته شدن معبر به واسطه تراکم زیاد و رعایت نشدن فضای باز کافی، جولای ۲۰۰۶، جنگ اسرائیل- لبنان.

(www.habeeb.com)

شکل ۷: تعداد طبقات بلوک‌های اطراف بزرگراه صدر



(Statistics,1390)

سکونتگاه‌های اطراف بزرگراه: از مهم‌ترین عناصر تشکیل‌دهنده شهر سکونتگاه‌ها می‌باشد. بر اساس نظریه سرمایه انسانی در علم اقتصاد، جمعیت و مردم یک کشور از همه منابع تولید و ثروت، کارخانه‌ها و دیگر تأسیسات، با ارزش‌تر 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 (Hoseini et al., 2011, p. 8).

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 مسبب آسیب زیادی به بخش‌های کلی شود.

شکل ۸: پل‌های درامتداد بزرگراه شهید صدر

(Map 1:12000 Tehran City)

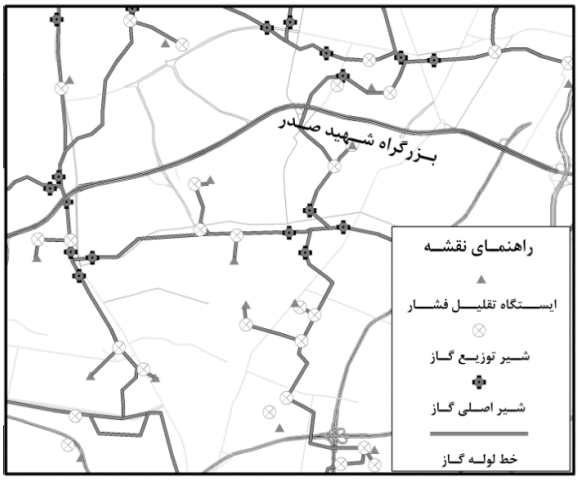
تأسیسات، بانکداری، بهداشت عمومی و بقیه شریان‌های حیاتی به طور عجیب و غریبی تمایل به خوشه‌ای شدن (کلاستر) دارند (Omidvar et al., 2011). تأسیسات زیربنایی، از جمله اهداف مورد نظر و مورد توجه دشمن است، چرا که در ایجاد موج نارضایتی و فلج کردن زندگی مردم نقش اساسی دارد.

قرارگیری تأسیسات در معابر شهری در هنگام حوادثی مانند جنگ و بمباران را می‌تواند 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 (Golmehr, 2012, p. 390).

۴.تقاطع‌های غیرهم‌سطح و پل‌ها

پل‌های شهری به عنوان تقاطع‌های غیرهم‌سطح و برای عبور از موانع گوناگون در شهر طراحی می‌شود. با توجه به این امر که عناصر شبکه معابر شهری یعنی خیابان‌ها و جاده‌ها از پل‌ها می‌گذرند، پل‌ها به عنوان حساس‌ترین جزء شبکه حمل‌ونقل با پتانسیل آسیب‌پذیری بالا هستند و در صورت آسیب، بروز اختلال در روند امداد رسانی و کنترل بحران پس از حمله امری متحمل است (Ashkezar & Mahvtyan, 2011, pp. 19-33).

شکل ۹: تأسیسات گاز شهری اطراف بزرگراه صدر



(Jaica, 2001, p. 155)

کاربری‌های خطرساز اطراف بزرگراه: علاوه بر 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 خطرساز دارای پتانسیل زیاد انفجاری بوده و در جوار ابنیه مورد نظر قرار گیرد، میزان تلفات و تخریب نیز گسترش می‌یابد. مناطق خطرساز اطراف محدوده مطالعاتی عبارتند از: پمپ بنزین و ایستگاه‌های تقویت فشار گاز.

۵. بحث و نتایج

شاخص، متغیری است که به منظور ارزیابی شرایط، مقایسه مکان‌ها 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. برای بررسی شاخص‌ها در یک سیستم واحد، لازم است که این شاخص‌ها به صورت لایه‌های اطلاعاتی در آمده و به صورت هم زمان پردازش شود. 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 شد. برای به‌کارگیری لایه‌های اطلاعاتی لازم است که میزان تاثیرگذاری هر یک در تصمیم مورد نظر مشخص شود، برای این منظور از روش AHP کمک گرفته شد.

شکل ۱۰: تسلط ساختمان‌های اطراف بر بزرگراه صدر(تقاطع شریعتی با بزرگراه صدر)

پس از مشخص شدن شاخص‌های تأثیرگذار بر مکان‌یابی نقاط آسیب‌پذیر معابر طبقاتی، وزن هر یک از شاخص‌ها با استفاده از نظرات نخبگان و به کارگیری فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی مشخص شد. جهت اخذ نظرات نخبگان از پرسشنامه استفاده شد. در پرسشنامه طراحی شده ابتدا شاخص‌های اصلی به روش سلسله‌مراتبی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. پس از آن شاخص‌های فرعی ارزیابی و وزن‌دهی خواهد شد. برای محاسبه وزن هر یک از شاخصه‌ها (زیر شاخص‌ها) جهت استفاده در تصمیم‌سازی نهایی در سامانه اطلاعات جغرافیایی، وزن هریک از شاخصه‌ها در مجموعه زیر شاخص‌ها با وزن معیار اصلی ترکیب شده و امتیاز نهایی برای آن شاخصه محاسبه می‌شود.
برای رسیدن به هدف از نظر ۳۰ تن از کارشناسان استفاده شد. ترکیب صاحب‌نظران مشارکت‌کننده در این پژوهش عبارت بودند از؛ ۷ تن از متخصصین و طراحان پل، ۵ تن از کارشناسان پدافند غیرعامل، ۶ تن از اساتید معماری و شهرسازی، ۴ تن از مهندسین اجرایی معابر طبقاتی، ۵ تن از مدیران کارگاه‌های معابر شهری و ۳ تن از مشاورین پروژه های عمران شهری.

جدول ۱: ماتریس مقایسه زوجی و بردار وزن شاخص های اصلی

شاخص‌های اصلی	دفاع غیر عامل	شهرسازی	طبیعی	بردار وزن
دفاع غیر عامل	۱	۰/۸۵	۰/۷۶	٪۳۷
شهرسازی	۱/۱۸	۱	۰/۸۹	٪۳۳
طبیعی	۱/۳۲	۱/۱۲	۱	٪۲۸

در ادامه زیر شاخص‌های شناسایی شده نیز با استفاده از نظر کارشناسان و به روشی که در بالا ذکر شده است، وزن‌دهی شد. نتیجه حاصل در جدول شماره ۳ آورده شده است.

جدول ۲: ماتریس مقایسه زوجی و بردار وزن زیرشاخص‌های دفاع غیرعامل

زیر شاخص‌های دفاع غیرعامل	استحکام خطوط تأسیساتی گذرنده از معبر	فاصله از مراکز خطر ساز و قابل انفجار	نزدیکی به مراکز مدیریت بحران	قابلیت به کار گیری در زمان بحران	استحکام نمونه موردی در برابر انواع تهدیدات	وجود معابر جایگزین در صورت انهدام معبر طبقاتی	وجود مراکز امداد و نجات در محدوده معبر طبقاتی	فاصله از مراکز حیاتی، حساس و مهم	فاصله از خطوط تأسیساتی	تراکم ساختمان های موجود در همسایگی معبر طبقاتی	بردار وزن
استحکام خطوط تأسیساتی گذرنده از معبر	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۷۸	۰/۷۸	۱/۰۰	۰/۷۰	۱/۰۰	۱/۱۷	۱/۴۰	۱/۱۷	۰/۰۹۶
فاصله از مراکز خطر ساز و قابل انفجار	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۷۸	۰/۷۸	۱/۰۰	۰/۷۰	۱/۰۰	۱/۱۷	۱/۴۰	۱/۱۷	۰/۰۹۶
نزدیکی به مراکز مدیریت بحران	۱/۲۹	۱/۲۹	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۲۹	۰/۹۰	۱/۲۹	۱/۵۰	۱/۸۰	۱/۵۰	۰/۱۲۳
قابلیت به کار گیری در زمان بحران	۱/۲۹	۱/۲۹	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۲۹	۰/۹۰	۱/۲۹	۱/۵۰	۱/۸۰	۱/۵۰	۰/۱۲۳
استحکام نمونه موردی در برابر انواع تهدیدات	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۷۸	۰/۷۸	۱/۰۰	۰/۷۰	۱/۰۰	۱/۱۷	۱/۴۰	۱/۱۷	۰/۰۹۶
وجود معابر جایگزین در صورت انهدام معبر طبقاتی	۱/۴۳	۱/۴۳	۱/۱۱	۱/۱۱	۱/۴۳	۱/۰۰	۱/۴۳	۱/۶۷	۲/۰۰	۱/۶۷	۰/۱۳۷
وجود مراکز امداد و نجات در محدوده معبر طبقاتی	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۷۸	۰/۷۸	۱/۰۰	۰/۷۰	۱/۰۰	۱/۱۷	۱/۴۰	۱/۱۷	۰/۰۹۶
فاصله از مراکز حیاتی، حساس و مهم	۰/۸۶	۰/۸۶	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۸۶	۰/۶۰	۰/۸۶	۱/۰۰	۱/۲۰	۱/۰۰	۰/۰۸۲
فاصله از خطوط تأسیساتی	۰/۷۱	۰/۷۱	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۷۱	۰/۵۰	۰/۷۱	۰/۸۳	۱/۰۰	۰/۸۳	۰/۰۶۸
تراکم ساختمان های موجود در همسایگی معبر طبقاتی	۰/۸۶	۰/۸۶	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۸۶	۰/۶۰	۰/۸۶	۱/۰۰	۱/۲۰	۱/۰۰	۰/۰۸۲

جدول ۳: وزن‌دهی شاخص‌های مؤثر در آسیب‌پذیری معابر طبقاتی

شاخص اصلی	زیر شاخص اول	زیر شاخص دوم	وزن زیر شاخص	وزن در شاخص اصلی	وزن کل
عوامل طبیعی		جغرافیایی	۰/۲۱		
		زمین شناسی	۰/۲۳	۰/۰۴۹	۰/۰۱۴
		شیب	۰/۱۹	۰/۰۴۰	۰/۰۱۱
		آب های سطحی	۰/۱۳	۰/۰۲۸	۰/۰۰۸
		گسل ها	۰/۲۸	۰/۰۶۰	۰/۰۱۷
		مسیل	۰/۱۷	۰/۰۳۶	۰/۰۱۰
		اقلیمی	۰/۱۹		
		بارندگی	۰/۲۷	۰/۰۵۰	۰/۰۱۴
		رطوبت	۰/۲۰	۰/۰۳۷	۰/۰۱۰
		باد	۰/۲۷	۰/۰۵۰	۰/۰۱۴
		تغییرات دمایی	۰/۲۷	۰/۰۵۰	۰/۰۱۴
		آب های زیر سطحی	۰/۱۴		
		عمق	۰/۳۳	۰/۰۴۸	۰/۰۱۳
		سختی	۰/۱۳	۰/۰۱۹	۰/۰۰۵
		کیفیت	۰/۱۷	۰/۰۲۵	۰/۰۰۷
		شبکه آب های زیر سطحی (قنات)	۰/۳۶	۰/۰۵۲	۰/۰۱۴
		خاک	۰/۲۱		
		توان بالقوه خاک	۰/۳۳	۰/۰۶۸	۰/۰۱۹
		نفوذ پذیری	۰/۲۶	۰/۰۵۳	۰/۰۱۵
		مکانیک خاک	۰/۴۱	۰/۰۸۵	۰/۰۲۴
		عوامل زیست محیطی	۰/۲۵		
		آلودگی هوا	۰/۳۱	۰/۰۷۶	۰/۰۲۱
		آلودگی آب	۰/۲۲	۰/۰۵۶	۰/۰۱۶
		پوشش گیاهی	۰/۲۸	۰/۰۶۹	۰/۰۱۹
		توان اکولوژیک خاک	۰/۱۹	۰/۰۴۹	۰/۰۱۴

شاخص اصلی	زیر شاخص اول	زیر شاخص دوم	وزن زیر شاخص	وزن در شاخص اصلی	وزن کل
عوامل شهرسازی		حمل و نقل	۰/۱۵		
		شریان‌های ارتباطی شهری	۰/۳۷	۰/۰۵۴	۰/۰۱۸
		تقاطع‌های غیر همسطح	۰/۳۰	۰/۰۴۵	۰/۰۱۵
		نقاط گره ترافیکی	۰/۳۳	۰/۰۴۹	۰/۰۱۶
		کالبد شهر	۰/۱۲		
		بافت	۰/۵۸	۰/۰۶۷	۰/۰۲۲
		محیط شهر	۰/۴۲	۰/۰۴۹	۰/۰۱۶
		استخوان‌بندی و سازمان فضایی منطقه	۰/۱۳		۰/۰۴۱
		همسایگی‌ها و کاربری اراضی	۰/۱۰		۰/۰۳۳
		مراکز امدادی و سلامت	۰/۰۷		۰/۰۲۴
		تأسیسات شهری	۰/۱۲		
		آب	۰/۲۴	۰/۰۲۷	۰/۰۰۹
		برق	۰/۳۲	۰/۰۳۷	۰/۰۱۲
		گاز	۰/۳۳	۰/۰۳۹	۰/۰۱۳
		تلفن	۰/۱۱	۰/۰۱۳	۰/۰۰۴
		مناطق حیاتی، حساس و مهم	۰/۱۱		۰/۰۳۶
		مناطق خطرساز	۰/۱۰		
		ایستگاه‌های تقویت فشار گاز	۰/۴۴	۰/۰۴۴	۰/۰۱۵
		پمپ بنزین	۰/۴۰	۰/۰۴۰	۰/۰۱۳
		عوامل اجتماعی و جمعیتی	۰/۱۱		
		تراکم جمعیت	۰/۳۸	۰/۰۴۳	۰/۰۱۴
		توزیع جمعیتی	۰/۳۹	۰/۰۴۴	۰/۰۱۵
		علایق و فرهنگ عامه	۰/۲۳	۰/۰۲۶	۰/۰۰۸
		فاصله از مراکز حیاتی، حساس و مهم	۰/۱۴	۰/۰۸۲	۰/۰۳۰
عوامل دفاع غیر عامل		استحکام خطوط تأسیساتی گذرنده از معبر		۰/۰۹۶	۰/۰۳۵
		فاصله از مراکز خطر ساز و قابل انفجار		۰/۰۹۶	۰/۰۳۵
		نزدیکی به مراکز مدیریت بحران		۰/۱۲۳	۰/۰۴۶
		قابلیت به کارگیری در زمان بحران		۰/۱۲۳	۰/۰۴۶
		استحکام نمونه موردی در برابر انواع تهدیدات		۰/۰۹۶	۰/۰۳۵
		وجود معابر جایگزین در صورت انهدام معبر طبقاتی		۰/۱۳۷	۰/۰۵۱
		وجود مراکز امداد و نجات در محدوده معبر طبقاتی		۰/۰۹۶	۰/۰۳۵
		فاصله از مراکز حیاتی، حساس و مهم		۰/۰۸۲	۰/۰۳۰
		فاصله از خطوط تأسیساتی		۰/۰۶۸	۰/۰۲۵
		میزان تراکم و تعداد طبقات ساختمان‌های موجود در همسایگی معبر طبقاتی		۰/۰۸۲	۰/۰۳۰

در میان شاخص‌های جغرافیایی عوامل طبیعی با ۲۱ درصد بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داده است و در این میان گسل‌ها بیشترین اهمیت را یافته است. این امر نشان بر اهمیت تأثیرگذاری عوامل طبیعی در ایجاد تهدید برای محدوده مورد مطالعه دارد. در میان عوامل شهرسازی، حمل‌ونقل و ترافیک با ۱۵ درصد در مرحله بعدی اهمیت را پیدا کرده است. در بررسی آسیب‌پذیری حمل‌ونقل، شکل شبکه، شریان‌های ارتباطی و نقاط ترافیکی بررسی شد. به این منظور نقشه شبکه ترافیکی محدوده مطالعه تهیه شد. نقاط گره‌ای و آسیب‌پذیر آن با شعاع آسیب‌پذیری مشخص شده و با لحاظ نمودن درجه اهمیت، در تحلیل نهایی مورد استفاده قرار گرفت.

در ادامه برای کنترل فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی از روش TOPSIS استفاده شد. برای این منظور با تعدادی از افراد متخصص با استفاده از پرسشنامه متناسب با این روش مصاحبه به عمل آمد. این افراد شامل ۳ تن از متخصصان پدافند غیرعامل، ۳ تن از طراحان شهری و ۴ تن از متخصصان پروژه‌های عمرانی بودند.

شکل۱۱: اختلاف بین وزن زیر شاخص‌ها با استفاده از روش AHP و TOPSIS

پس از ثبت نتایج اولیه، برای تحلیل داده‌های به دست آمده از نرم افزار Topsis Solver 2012 v3.2 استفاده شد. با توجه به این که جامعه آماری و روش تحلیل نتایج تغییر نمود، نتایج حاصل نیز اندکی تغییر پیدا کرد. ولی در کل ساختار اصلی نتایج، تغییر زیادی نداشت. به عنوان مثال در این روش نیز شاخص‌های دفاع غیرعامل با ۳۵ درصد بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داد و شاخص های شهرسازی و طبیعی هریک با ۳۳ درصد امتیاز در رده بعدی قرار گرفته است. در مورد زیر شاخص‌ها نیز اختلافات به صورت (شکل ۹) می‌باشد.

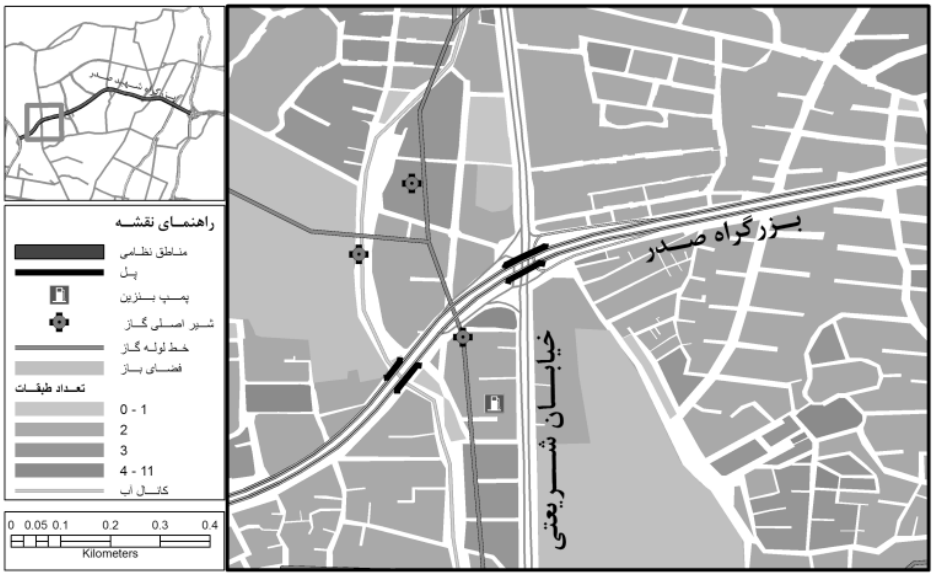
پس از مشخص شدن شاخص‌های تأثیرگذار بر آسیب‌پذیری معبر، لایه‌های متناسب با شاخص‌های مورد نظر تهیه شده و در نرم افزار مربوطه مورد استفاده قرار گرفت. پس از ساخت لایه‌های اطلاعاتی مورد نظر، نقشه‌های ارزش[۱۵] از این لایه‌های اطلاعاتی تهیه شد. در ادامه با توجه به امتیازهای کسب شده برای هر یک از شاخص‌ها، لایه‌های مورد نظر امتیازبندی شده و در انتها با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS لایه‌ها به روش همپوشانی شاخص ترکیب شد. نقشه به‌دست آمده نشان‌دهنده آسیب‌پذیری معبر طبقاتی صدر می‌باشد (شکل ۱۲: نقشه آسیب‌پذیری بزرگراه شهید صدر، (ARC-GIS)).

با بررسی نتیجه حاصل مشخص می‌شود که تمام مسیر از آسیب‌پذیری یکسانی برخوردار نمی‌باشد، بلکه در برخی از نقاط آسیب‌پذیری معبر بیشتر است. از جمله مهم‌ترین نقاط آسیب‌پذیر می‌توان به تقاطع‌های شریعتی، پاسداران، بلوار کاوه و دیباجی اشاره نمود. در این مکان‌ها مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار عبارتند از: تقاطع‌های غیرهم‌سطح، کاربری‌ها و طبقات ساختمان‌های اطراف محدوده و تأسیسات شهری گذرنده از معابر.

شکل ۱۲: نقشه آسیب‌پذیری بزرگراه شهید صدر، (ARCGIS)

آسیب‌پذیرترین نقطه، تقاطع بزرگراه صدر و خیابان شریعتی می‌باشد. از عوامل مهمی که آسیب‌پذیری در این نقطه را افزایش داده عبارت است از: عبور مسیل، تقاطع غیرهم‌سطح، عبور خط مترو، تراکم کاربری‌های اداری و جاذب جمعیت، قرارگیری پمپ بنزین در اطراف نقطه مورد نظر، احداث پارکینگ طبقاتی در جوار تقاطع مورد بحث و غیره (شکل ۱۱).

شکل۱۳: عوارض اطراف تقاطع صدر و شریعتی



۶. جمع بندی و پیشنهادها

تحقیق حاضر جهت شناسایی نقاط آسیب‌پذیر بزرگراه طبقاتی صدر در تهران انجام شد. برای انجام این منظور ابتدا شاخص‌های تأثیرگذار این امر شناسایی شده و امتیاز هریک از شاخص‌ها توسط نرم افزار EC و با استفاده از نظر نخبگان تعیین شد. با توجه به نتایج به دست آمده عوامل دفاعی بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داد و پس از آن به ترتیب عوامل شهرسازی و طبیعی قرار گرفت. همزمان با مشخص شدن امتیاز شاخص های اصلی میزان تأثیرگذاری شاخص‌های فرعی نیز معین شد.

پس از مشخص‌شدن وزن شاخص‌های تأثیرگذار لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز منطبق بر شاخص‌ها مشخص و با استفاده از نرم افزار ArcGIS این لایه‌ها ترکیب و نقشه آسیب‌پذیری بزرگراه طبقاتی صدر تعیین شد. این نقشه میزان آسیب‌پذیری مسیر بزرگراه مورد بحث را نشان می‌دهد. در این میان برخی از نقاط دارای آسیب‌پذیری بیشتری می‌باشند. دلیل اصلی افزایش آسیب‌پذیری در برخی از نقاط تجمیع تهدیدات در آن نقطه است و لازم است در طرح مدیریت بحران این محدوده به این نقاط توجه ویژه‌ای شود.

در کل با توجه به پژوهش انجام شده عمده‌ترین مسائل محدوده مورد مطالعه عبارتند از:

- هم‌جواری عناصر آسیب‌پذیر و پرخطر با بزرگراه صدر.
- وجود پل‌ها با کاربری‌های مختلف واقع بر بزرگراه صدر.
- اشراف ساختمان‌های اطراف بزرگراه طبقاتی مورد بحث.
- عبور کانال‌ها و شریان‌های تأسیساتی از بزرگراه مورد مطالعه.
- تقاطع خطوط مترو و بزرگراه طبقاتی صدر.

با توجه به تجمع مخاطرات بیان شده در برخی از نقاط در امتداد بزرگراه طبقاتی صدر میزان آسیب‌پذیری این نقاط افزایش یافته است.

درنتیجه همپوشانی لایه‌ها و طبقه‌بندی میزان آسیب‌پذیری در امتداد بزرگراه، آسیب‌پذیرترین نقطه ها عبارتند از: تقاطع خیابان شریعتی، قیطریه و پاسداران با بزرگراه صدر.

در سیر مطالعه انجام شده مکان‌های آسیب‌پذیر اتوبان طبقاتی صدر شناسایی شد که در صورت کاهش اثرگذاری این عوامل میزان آسیب‌پذیری در این نقاط کاهش می‌یابد. از طرفی باید توجه داشت شیوه برخورد با عوامل تأثیرگذار بستگی به ماهیت آن عامل دارد، به عنوان مثال می‌توان برخی از عوامل مخاطره‌آمیز مانند خطوط انتقال گاز و یا مناطق خطر آفرین را انتقال داده و یا آن‌ها را ایمن ساخت ولی در مورد برخی دیگر از این عوامل مانندگسل و یا مسیل ها نمی‌توان تهدید را حذف نمود، بلکه باید در مکان‌هایی که در معرض این آسیب قرار دارند تمهیدات ویژه در نظر گرفت و این نقاط از نظر سازه‌ای تقویت شوند.

شکل ۱۴: معابر پیشنهادی جهت افزایش حجم ترافیکی در اطراف بزرگراه صدر

در نتیجه پژوهش انجام گرفته جهت کاهش آسیب‌پذیری در محدوده مطالعاتی مورد نظر لازم است به نکات زیر توجه شود:

۱. انتقال و یا ایمن‌سازی شریان‌های حیاتی عبوری از بزرگراه.
۲. ایجاد پوشش جهت کاهش امکان شناسایی کاربری‌های حساس در اطراف بزرگراه.
۳. مقاوم‌سازی سازه پل در مناطق با آسیب‌پذیری بیشتر.
۴. جلوگیری از احداث ساختمان‌های بلندمرتبه در حریم بزرگراه و مقاوم‌سازی بناهای موجود در اطراف محدوده مطالعاتی.
۵. کاهش خطرات و آسیب‌پذیری کاربری‌های خطرساز اطراف بزرگراه.
۶. طراحی راه‌های جایگزین برای معبر شهری مورد بحث تا در صورت از کار افتادن معبر مورد بحث تردد در محدوده مورد نظر مختل نشود (شکل ۱۴).
۷. ایجاد راه‌های تخلیه معبر در صورت تخریب بزرگراه مانند: دور برگردان بر روی بزرگراه طبقاتی و ایجاد خروجی‌های اضطراری سیار.

پی نوشت

۱. در سال ۱۳۶۶ه.ش سرهنگ هوایی جان واردن کتابی با عنوان نبرد هوایی را تدوین نمود. او برای اولین‌بار در این کتاب به تشریح نظریه پنج حلقه واردن پرداخت. نظریه یاد شده بر این مبنا می‌باشد که مهم‌ترین وظیفه در طرح‌ریزی یک جنگ، شناسایی مراکز ثقل کشور مورد تهاجم بوده و چنانچه این مراکز با دقت لازم شناسایی و مورد هدف قرار گیرند، کشور مورد تهاجم در اولین روزهای جنگ طعم شکست نظامی را چشیده و در کوتاهترین مدت به خواسته‌های کشور مهاجم (آمریکا) تن در داده و تسلیم خواهد شد (Vego, 2009, p. XII.55). در این راهبرد بیان می‌شود که در طراحی یک حمله باید مراکز ثقل دشمن را به دقت شناسایی نمود، و چنان چه این مراکز با دقت لازم شناسایی و مورد حمله قرار گرفت، کشور مورد تهاجم در روزهای اول جنگ طعم شکست را خواهد چشید. مراکز ثقل یک کشور شامل پنج حلقه زیر بوده و دوایر متحد المرکز می‌باشند که در مجموع ساختارهای اصلی قدرت یک کشور را تشکیل می‌دهند.

حلقه اول، رهبری ملی؛ حلقه دوم، محصولات کلیدی؛ حلقه سوم، زیر ساخت‌های حمل‌ونقل؛ حلقه چهارم، جمعیت ملی و اراده ملی؛ و حلقه پنجم، نیروهای عملیاتی

2. United Nations Human Settlements Program
3. Vulnerability Assessment and Adaptation Planning for the City of Johannesburg, Presented at Resilient Cities, 2011 Congress, Bonn, Germany.
4. A Climate Change Vulnerability and Risk Assessment for the City of Atlanta, Georgia, Kathryn Saterson, Advisor 4/23/2010.
5. City of Santa Cruz City Climate Change Vulnerability Assessment, Gary Griggs, Brent Haddad, January 11, 2011.
6. Alexander Lucas
7. Analytical Hierarchy Process
8. Inconsistency Ratio
9. Expert Choice
10. Huang and Yun
11. Geographic Information System
12. Polygon
13. Overlay
14. En Echelon
15. Cost Map

References

- Akbari, A. (2004). Threats And Passive Defense. *Journal of Passive Defense*, 1, 1-6.
- Ansari, M., Ismaili, A. (2008). Crisis Management in the Field of Traffic. *Eighth Iran Transportation and Traffic Engineering Conference.* Tehran.
- Arctur, D., Zeiler, M. (2004). *Designing Geodatabases: Case Studies in GIS Data Modeling.* New York: ESRI.
- Asgharian Jedi, A. (2011). Defensive Architecture in the Historic Urban Areas. *the First Scientific-Research Conference on Urban Development and Architecture with Passive Defense Approach* (P. 4). Tehran: Malek Ashtar University.
- Ashkezar, Q., Mahvtyan, H. (2011). Vulnerability Assessment Model Bridges in Tehran against Military Attacks Considerations Passive Defense. *National Conference of Passive Defense* (pp. 19-33). Ilam: Ilam University.
- Azar, A., Rajab Zadeh, A. (2002). *Practical Decision-Making Approach MADM.* Tehran: Negah Danesh.
- Bakhtiari, S. (2011). *Complete Atlas of Gitashenasi.* Tehran: Geographic and Cartographic Institute Gitashenasi.
- Cresswell, J. (1994). *Research Design:Qualitative and Quantative Approaches.* Sage Publications.
- Center, G. A. (2010). *Geotechnical Studies Top Class Highway.* Tehran: Technical Consulting Organization in Tehran.
- Chung, S. L. (2005). Analytic Network Process (ANP) Approach for Product Mix. *Production Economics, 96*, 15-36.
- Engineers, M. C. (N.D.). *Design and Preparation of Land North Darabad.* Tehran: Department of Housing and Urban Development Tehran Province.
- Erath, A. L. (2011). *Vulnerability Assessment of Road Transport Infrastructure.* Zurich: ETH-Zurich.
- Eskandari, H. (2010). *Glossary of Passive Defense.* Tehran: Bostan Hamid.
- Flores , Y. (2000). *Sorsogon City Climate Change Vulnerability Assessment.* Airobi GPO KENYA: United Nations Human Settlements Programme (UN-HABITAT).
- Golmehr, E. (2012). The Explanation of Passive Defense in Tehran. *Account Management Systems Engineering and Passive Defense.* Tehran: University of Imam Hussein (AS).

- Görener, A. (2012, June). Comparing AHP and ANP: an Application of Strategic Decisions Making in A. *International Journal of Business and Social Science,* 3(11), 195.
- Hamza, M. (2012). *A Model to Assess the Vulnerability of the Urban Road Network Threats, (A Case Study of District 16 of Tehran), Thesis.* Tehran: Malek Ashtar University.
- Hoseini, S., Zangeneh, S., Hoseini, S., & Ghanbari, A. (2011). The Study of Vulnerable and Passive Defense in the Vicinity of Tehran Metropolis. *The First Scientific-Research Conference on Urban Development and Architecture with Passive Defense Approach* (P. 8). Tehran: Malek Ashtar University.
- Izadi, M. (2007). *Tehran Street Culture.* Tehran: Processing and Urban Planning.
- JAICA. (2001). *The Study on Seismic Micro Zoning of the Greater Tehran Area in the Islamic Republic of Iran.* Tehran: Japan International Cooperation Agency and Centre for Earthquake and Environmental Studies of Tehran.
- Lashkari, H. (2000). *Report on the First Phase of the Master Plan Studies Divisions, Climate and Natural Disasters.* Tehran: Iran's Interior Ministry.
- M. Bento, A., L. Cropper, M., & Mushfiq , A. (March 2003). *The Impact of Urban Spatial Structure on Travel Demand in the United States.* Chicago: Policy Research Working Paper, Public Disclosure Authorized. The World Bank Development Research Group Infrastructure and Environment.
- Mahanama, P. (2013). *Negombo, Sri Lanka: Climate Change Vulnerability Assessment.* GPO Nairobi, Kenya: United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat).
- Maleki Bigdeli, A. (1996). *Flood Yearbook,74-75*, 4.
- Mohammadi, H., Romina, I., & Salim Nejad, N. (2008). The Geographical Analysis of National Threat in Iran. *Journal of Geopolitics Iran, Forth Year. 2,(Consecutive 12)*, 51-81.
- Mohammadi, J. (2012). Combining Overlap Index (IO) and Analytic Hierarchy Process (AHP) Location of Training Centers. *Journal of Geography and Environmental Planning, 45*, 114-128.
- Movahedinia, J. (2009). *Principles of Passive Defense.* Tehran: Malek Ashtar University.
- Omidvar, B., Tvakoli , M., & Norozi, K. (2011). Evaluation of Arterial Network of Urban Life with an Emphasis on Targeted Attacks and Optimal Solutions to Retrofit. *The First Scientific-Research Conference on Urban Development and Architecture with Passive Defense Approach* (P. 11). Tehran: Malek Ashtar University.
- Passillo, C. C. (2010). *Sadr Expressway Executive Plan.* Tehran.
- Qodsipor, S. (2006). *Analytical Hierarchy Process (AHP), Fifth Edition.* Tehran: Amirkabir University Press.
- Safavi, S. (2002). *An Introduction to the Geography of the Military (Security Geographic Analysis of Tehran).* Teran: Armed Forces Geographical Organization Publication .
- Seyed Behshid, H. (2010). *Passive Defense Measures in Public Buildings and Urban Design.* Tehran: Abed.
- Sheng-Hshiung, T., & Te-Yi, C. (2002). The Evaluation of Airline Service Quality by Fuzzy MCDM. *Tourism Management* (Vol. 23).
- Stringer, E. (2008). *Action Research: A Hand Book for Practitioners.* (M. Arabs, Trans.) Tehran: Publications Office of Cultural Research Tehran University.
- Struass, Corbin. (1996). *Basic of Qualitative Research.* California: Sage Publication.
- Townshend, C. (1997). *The Oxford Illustrated History of Modern War.* New York: Oxford University Press.
- Vego, M. N. (2009). *Joint Operational Warfare.* Government Printing Office.