



4th. International Congress on Civil Engineering, Architecture

And Urban Development

27-29 December 2016, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

ارائه راهکاری نوین برای حفاظت از شهر در مقابل تهدیدات انسان ساخت با رویکرد پدافند غیرعامل

یاسر ابراهیمیان قاجاری*^۱، دکتر علی اصغر آل شیخ^۲، دکتر مهدی مدیری^۳، دکتر رضا حسنوی^۴، دکتر مرتضی عباسی^۴

۱- دانشجوی دکتری GIS، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، ۲- استاد دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

۳- دانشیار دانشگاه صنعتی مالک اشتر، ۴- استادیار دانشگاه صنعتی مالک اشتر

Email: y.ebrahimian@nit.ac.ir

چکیده:

امروزه اهمیت شهرها با توجه به اینکه بیش از ۷۰ درصد جمعیت کشورها در آن زندگی می کنند بر کسی پوشیده نیست. شهرها با انواع بحرانهای طبیعی و انسان ساخت مواجه اند که در این تحقیق ارائه راهکاری نوین مبتنی بر فناوری نرم به نام سامانه های تصمیم یار مکانی چندمعیاره مدنظر محققین می باشد. چرا که بهترین راه مقابله با انواع تهدیدات، به خصوص تهدیدات انسان ساخت جنگی که هم کمتر به آن پرداخته شده است و هم جامعه بشری به خصوص منطقه خاورمیانه امروزه بیشتر در معرض آن قرار دارد، ایجاد و حفظ آمادگی در مقابل این تهدیدات می باشد. با وجود چنین سامانه هایی می توان با تولید انواع نقشه های آسیب پذیری در سناریوهای مختلف، افزایش یا کاهش آسیب پذیری المانهای شهری ناشی از هر گونه طرح و نقشه ای توسط برنامه ریزان شهری را، قبل از پیاده سازی در دنیای واقعی، مدلسازی نمود. بدیهی است تنها مبتنی بر چنین فناوری ها نوینی است که می توان راهکارهای عملی جهت کاهش آسیب پذیری المانهای شهری در مقابل انواع تهدیدات، به خصوص تهدیدات جنگی، با رویکرد پدافند غیرعامل که خود نوعی فناوری نرم می باشد، ارائه نمود.

واژه های کلیدی: آسیب پذیری شهری، پدافند غیرعامل، تهدیدات انسان ساخت، سامانه های تصمیم یار مکانی

۱. مقدمه

امروزه اهمیت شهرها با توجه به اینکه بیش از ۷۰ درصد جمعیت کشورها در آن زندگی می کنند بر کسی پوشیده نیست. لذا تحقیق در موضوعات مختلف مرتبط با شهر باید در الویت بسیاری از پژوهشگران قرار داشته باشد. از جمله مسائل مربوط به شهرها چگونگی مقابله با انواع بحرانهای طبیعی و انسان ساخت می باشد. تا به امروز تحقیقات بسیار زیادی در ارائه راهکارهایی برای مقابله با بحرانهای طبیعی صورت گرفته که این تحقیقات در مورد بحرانهای انسان ساخت به نسبت بسیار کم می باشد. با توجه به شرایطی که کشور ایران در منطقه دارد و وجود انواع دشمنان منطقه ای و جهانی، باید تحقیقات در زمینه مقابله با تهدیدات انسان ساخت مانند تهدیدات جنگی در الویت اکثر محققین قرار بگیرد. نویسندگان در این مقاله سعی دارند با معرفی یکی از روشهای نوین مبتنی بر فناوری های نرم در زمینه مقابله با تهدیدات انسان ساخت بر بکارگیری این نوع سامانه ها در برنامه ریزی های شهری تاکید نمایند.

اهمیت پرداختن به این موضوع از آنجاست که وقوع چنین حوادثی در بیشتر موارد تأثیرات ویران کننده ای بر سکونتگاه های انسانی بر جای گذاشته و تلفات سنگینی بر ساکنان آنها تحمیل می کند. در واقع آنچه موجب این تأثیرات ویرانگر می شود عدم

آمادگی کامل شهرها برای مقابله با آنها است. لذا می توان گفت بهترین راه برای مقابله با این بحرانها ایجاد و حفظ آمادگی در مقابل آنها می باشد. بنابراین در برنامه ریزی های شهری باید لایه های حفظ آمادگی که عبارتند از ایمنی^۱، امنیت^۲ و دفاع^۳ لحاظ گردند. با توجه به سلسله مراتب این لایه ها که در شکل ۱ نشان داده شده است، دفاع به عنوان بالاترین و مهمترین سطح خود در برگیرنده ایمنی و امنیت است.



شکل ۱: لایه های حفظ آمادگی [۶]

دفاع در حالت کلی بر دو نوع عامل و غیرعامل است که بدیهی است نوع دوم آن یعنی پدافند غیرعامل در این نوع برنامه ریزی ها مد نظر می باشد. امروزه اثبات شده است که دفاع غیرعامل باید به صورت یک ژن به روح تمامی علوم (از جمله برنامه ریزی شهری) دمیده شود، چون بدون رویکرد پدافند غیرعامل در برنامه ریزی های شهری آمادگی لازم در شهرها برای مقابله با این بحرانها به دست نمی آید.

یکی از راههای اساسی برای ایجاد آمادگی در برابر بحرانها، آگاهی از درجه آسیب پذیری شهر در صورت وقوع آنهاست. به عنوان مثال در تهدیدات انسان ساخت مانند حملات هوایی با توجه به پیشرفتهای صورت گرفته در موشکهای دوربرد که دارای دقت نقطه زنی بالایی می باشند، بدیهی است امروزه اکثر حملات از قبل تعریف شده و اهداف حملات نیز الویت بندی شده هستند. لذا اگر بتوان با روش یا روشهایی این اهداف را در شهر شناخت و میزان آسیب پذیری المانهای شهری ناشی از حمله به آنها را تعیین نمود، می توان با اتخاذ راهکارهایی آمادگی در برابر اینگونه حملات را تا حد بسیار زیادی افزایش داد. با توجه به اینکه معیارهای مختلفی در تخمین آسیب پذیری شهر دخیل هستند، لذا مسئله یک مسئله ارزیابی چند معیاره^۴ بوده که برای مدلسازی آسیب پذیری ابتدا باید شاخصهای آسیب پذیری استخراج و وزندهی شده، سپس با یک قاعده تصمیم گیری چند معیاره^۵ مناسب با همدیگر تلفیق شده تا بتوان به آسیب پذیری نهایی دست یافت. با توجه به اینکه بسیاری از شاخصها ماهیت مکانی دارند می توان گفت سامانه های اطلاعات مکانی^۶ با قابلیت های بسیار بالا در اخذ، ذخیره، ویرایش و تجزیه و تحلیل داده های مکانی نقش به سزایی در مدلسازی آسیب پذیری دارند. لذا ضرورت وجود یک سامانه مبتنی بر GIS برای این مدلسازی امری بدیهی می باشد. با توجه به اینکه اینگونه مدلسازی ها با مسائل نیمه ساختار یافته سر و کار دارند، این خود گواهی بر پیچیدگی این نوع مدلسازی ها

^۱ Safety

^۲ Security

^۳ Defense

^۴ Multi Criteria Evaluation (MCE)

^۵ Multi Criteria Decision Rule

^۶ Geospatial Information Systems (GIS)



4th. International Congress on Civil Engineering, Architecture

And Urban Development

27-29 December 2016, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

می باشد. سامانه های تصمیم یار^۱ با هدف حل مسائل نیمه ساختار یافته بوجود آمده اند و با توجه به اهمیت استفاده از GIS، می توان گفت یک سامانه تصمیم یار مبتنی بر GIS^۲ برای پیاده سازی اینگونه مدلسازی ها مناسب می باشد. با توجه به ماهیت چند معیاره بودن مسئله بدیهی است GIS به تنهایی قادر به در نظر گرفتن همزمان معیارها و وزن آنها و ترکیب آنها نبوده، لذا باید از مدل‌های تصمیم گیری چند معیاره^۳ (MCDM) استفاده نمود و مولفه مدل سامانه تصمیم یار مکانی را از نوع مدل‌های MCDM در نظر گرفت. با توجه به مطالب فوق سامانه تصمیم یار مکانی چند معیاره^۴، مناسب برای مدلسازی در این نوع مدلسازی ها می باشد که در این مقاله معرفی خواهند شد.

ساختار دهی مقاله در ادامه بدین صورت است که ابتدا شهر و اهمیت آن بیان می گردد. در ادامه انواع تهدیدات متصور برای شهر و در نتیجه انواع آسیب پذیری های شهر معرفی خواهد شد. در بخش بعد پدافند غیرعامل و نقشی که می تواند در مقابله با این تهدیدات داشته باشد ارائه خواهد شد. سپس اشاره ای به تحقیقات صورت گرفته توسط سایر محققین در این حوزه خواهد شد. همچنین به ترتیب سامانه های تصمیم یار، یک سناریوی پیشنهادی از چنین سامانه هایی و نتیجه گیری و پیشنهاداتی برای تحقیقات آینده ارائه خواهد شد.

۲. شهر و اهمیت آن

شهر طبق تعریف محلی است با حدود قانونی که در محدوده جغرافیایی مشخص واقع شده و از نظر بافت ساختمانی، اشتغال و سایر عوامل دارای سیمایی با ویژگی های خاص خود است، به طوری که اکثریت ساکنان دائمی آن در مشاغل کسب، تجارت، صنعت، خدمات و فعالیتهای اداری اشتغال داشته و در زمینه خدمات شهری از خودکفایی نسبی (خوداتکایی) برخوردارند [۲۳].

شهر دارای کالبدی است که این کالبد فعالیت‌های متعددی را در خود جای داده است. مجموعه این فعالیت‌ها فضاهای شهری را می‌سازد و به آن هویت می‌بخشد. این موارد جمعیت وابسته‌ای را به دنبال خود دارند که در صورت وقوع جنگ به شدت از آنها تأثیر می‌پذیرند. پیشگیری و آمادگی در برابر خطرات ناشی از تهدیدات جنگی به مناطق شهری وابسته به دریافت اطلاعات واقعی از شرایط و محیط جنگ است. شناسایی خطر آسیب های احتمالی نقش مهمی در پیشگیری و آمادگی برای مواجهه و مقابله با کم و کیف آثار منفی حملات نظامی به مناطق شهری دارد و از نظر کنترل صدمات جانی و مالی اهمیت زیادی دارد [۱۴]. اگر شناخت ابعاد خطر حملات نظامی به مناطق شهری و آسیب های احتمالی در نتیجه آن به درستی حاصل شود، می توان سطح و نوع اقدام های مقابله با این آسیب ها را تا حد زیادی توسعه بخشید، بدین منظور بایستی شناختی از عوامل مؤثر در حمله به شهرها حاصل گردد [۷]. از جمله عوامل مؤثر در حمله به شهرها تمرکز نیروهای انسانی، مراکز سیاسی، اداری و نظامی می‌باشد. همچنین انباشت سرمایه‌های کلان مادی و غیرمادی کشورها در مراکز شهری انگیزه بالایی در جهت تخریب و یا دستیابی به آنها برای دشمن فراهم می‌کند. علاوه بر آن، شهرها به عنوان حلقه ارتباطی و کانون انسجام منطقه‌ای و پسرکانه های روستایی خود هستند که با مقاومت یا سقوط آنها سرنوشت منطقه نیز مشخص می‌گردد. بدین ترتیب شهرها اغلب هدف اصلی در درگیری‌ها بوده و پیوسته باید فشارهای ناشی از جنگ را تحمل نمایند. از سوی دیگر اهدافی درون شهرها وجود دارد که حملات دشمن به شهر را توجیه می‌سازند. از آنجمله می‌توان به وجود پادگان‌های نظامی در شهرها، صنایع، نیروگاه‌ها، پالایشگاه‌ها و پست‌های فشارقوی، تصفیه خانه‌ها، مخازن ذخیره سوخت و آب، فرودگاه‌ها، پایانه‌ها، راه آهن، بنادر، جاده‌ها، پل‌ها و شبکه مخابراتی اشاره کرد [۲۳]. آسیب

¹ Decision Support System (DSS)

² GIS-based Decision Support System

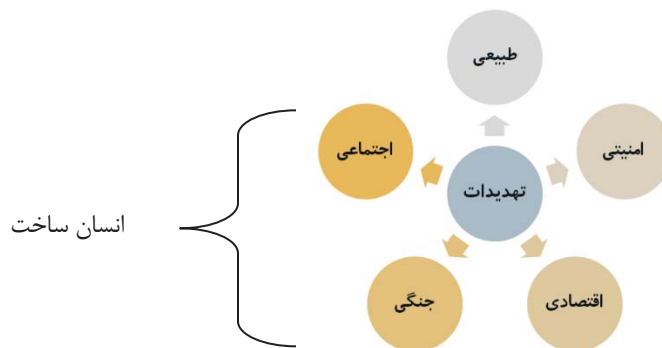
³ Multi Criteria Decision Making (MCDM)

⁴ Multi Criteria Spatial Decision Support System (MC-SDSS)

شناسی مناسب در شهرسازی می تواند نقش بسزایی در برنامه ریزی ها و سیاست گذاری های حوزه شهری داشته باشد [۱۳]. اگر چه پیش بینی جنگ به سادگی امکان پذیر نیست، ولی امکان کاهش آسیب های ناشی از آن امکان پذیر است. چیزی که بیش از همه اهمیت دارد، نجات جان انسانها در برابر جنگ است.

۳. تهدیدات و آسیب پذیری های شهر

با توجه به اهمیت شهر که در بخش قبلی ذکر شد بدیهی است شناخت تهدیدات محتمل برای شهر و حفاظت از شهر در مقابل این تهدیدات نیز از اهمیت بسزایی برخوردار است که این خود از اهداف اصلی برنامه ریزی شهری می باشد. لذا مدلسازی آسیب پذیری شهری می تواند کمک شایانی به شهرسازان و برنامه ریزان شهری باشد. آسیب پذیری های شهری را می توان به طور کلی آسیب پذیری های کالبدی، اجتماعی، اقتصادی و محیطی طبقه بندی نمود [۳۱]. منظور از آسیب های کالبدی آسیبهای وارده به شبکه ارتباطی، ساختمانها و مشکلات ناشی از تخریب آنها مانند جاری شدن سیل ناشی از ترکیدن لوله ها و منابع آب می باشد [۴۲]. آسیب های اجتماعی جنبه فیزیکی نداشته و بر می گردد به انواع مشکلات روحی و روانی حاکم بر مردم که تاثیر خود را بر مسئولین و تصمیم گیری های آنها نیز خواهد گذاشت [۲۹]. آسیبهای اقتصادی به تاثیرات منفی تهدید بر چرخه اقتصاد کشور چه به طور مستقیم که هزینه های ساخت و مرمت شهر باشد و چه غیر مستقیم که ناشی از تعطیلی بازار و کاهش گردش مالی بین اقشار مختلف جامعه باشد گویند [۲۹]. آسیب پذیری محیطی نیز مربوط به مسائل محیط زیست بوده و تاثیر آلودگی ها ایجاد شده توسط کارخانه ها و خودروها بر شهر ها را مدلسازی می نماید. این آسیب پذیری ها خود ناشی از تهدیدات مختلفی هستند که در شکل ۲ نشان داده شده اند. مطابق شکل تهدیدات در حالت کلی به دو نوع طبیعی و انسان ساخت طبقه بندی شده اند و تهدیدات انسان ساخت خود به انواع مختلفی تقسیم شده است.



شکل ۲: انواع تهدیدات (طبیعی و انسان ساخت) [۶]

با توجه به طبقه بندی تهدیدات می توان بحرانهای ناشی از این تهدیدات را نیز به دو دسته طبیعی و انسان ساخت طبقه بندی نمود. این دو دسته از بحرانها یک سری تفاوتهایی اساسی با هم دارند که در جدول شماره ۱ آمده است.

جدول ۱: تفاوتهای بحرانهای طبیعی و انسان ساخت [۶]

نوع	منشا	انگیزه	دوره	گستره	موضع	پیشگیری	پیش بینی	ماهیت	حوزه اثر	مبادله اطلاعات
طبیعی	طبیعت	ندارد	کوتاه	محدود	مثبت	دارد	دارد	کور	بنای ضعیف	دارد
انسان ساخت	دشمن	دارد	بلند	وسیع	منفی	ندارد	ندارد	هوشمند	بنای مهم	ندارد

از بین تهدیدات فوق آنچه که بیشتر برای حمله به شهر متصور است (با توجه به ارتباط بین توسعه شهرها و نوع جنگها که در ادامه مورد بحث قرار خواهد گرفت) تهدیدات هوایی می باشد، آن هم به این دلیل که اکثر شهرهای ایران غیر ساحلی بوده و اکثر مراکز حیاتی، حساس و مهم آن دور از مرزهای کشور قرار دارند. با توجه به رشد تکنولوژی و افزایش برد سلاحها و قدرت نقطه زنی آنها از بین تهدیدات هوایی، موشکباران محتمل ترین و شایع ترین نوع تهدیدات هوایی می باشد که در این مقاله به طور خاص مدنظر می باشد.

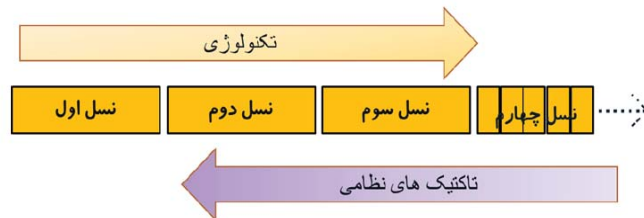
۴. پدافند غیرعامل راهکاری اساسی برای مقابله با تهدیدات

با توجه به انواع تهدیدات متصور برای شهر بهترین راه مقابله با این تهدیدات ایجاد و حفظ آمادگی در مقابل این تهدیدات می باشد. ایجاد و حفظ آمادگی در طول تاریخ به طرق مختلف صورت پذیرفته که خود تابعی از سیر تحول جنگها می باشد. در طول تاریخ با توسعه شهرها و در نتیجه آن توسعه شهرنشینی و افزایش المانهای شهری، شکل جنگها تغییر کرده به طوریکه می توان سیر تحول جنگها را در چهار نسل نشان داد که در شکل شماره ۳ آمده است.



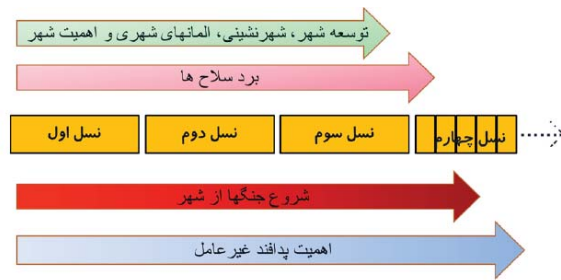
شکل ۳: سیر تحول جنگها [۶]

از طرفی با پیشرفت تکنولوژی و افزایش برد سلاحها آنچه به مرور زمان جای خود را به تاکتیکهای نظامی داده است، توان و برد سلاحها می باشد. به طوریکه در نسل اول سالیان سال ابزار نبرد شمشیر و نیزه و سپر بوده و این قدرت و تفکر تاکتیکی فرماندهان بوده که تعیین کننده اصلی نتیجه جنگ بوده، اما با گذر زمان و نسلهای مختلف جنگ، سرعت رشد تکنولوژی بسیار بالاتر از سرعت رشد تاکتیکها شده و همواره قبل از شناخت و پیدا کردن راههای مهار یک تکنولوژی، تکنولوژی دیگری وارد عرصه نبرد شده است. بنابراین می توان گفت امروزه جنگ تکنولوژی بر جنگ تاکتیکهای فرماندهی برتری دارد.



شکل ۴: پیشی گرفتن تکنولوژی از تاکتیکهای نظامی

در نسلهای اول به خاطر وجود موانع زیادی از جمله مرزها و قلعه های اطراف شهر، شهرها آخرین محل برای حملات بوده به طوریکه در گذشته جنگها به شهرها ختم می شد اما همانطور که اشاره شد با افزایش برد سلاحها به مرور زمان شروع جنگها از شهر شده و امروزه جنگها از شهرها شروع می شوند که این خود دلیلی دیگر بر اهمیت پرداختن به مسائل شهری می باشد.



شکل ۵: افزایش شروع جنگها از شهر

با توجه به شکل شماره ۵ و توضیحات فوق بدیهی است نقش پدافند غیرعامل در مباحث شهری رفته رفته پررنگ تر شده به طوریکه امروزه به جرات می توان گفت شهری آمادگی بیشتری دارد که رویکردهای پدافند غیرعامل را بهتر و بیشتر در کلیه مراحل برنامه ریزی اش لحاظ نموده است. دفاع غیر عامل در شهرسازی به مجموعه تدابیر، اقدامات فنی و ملاحظات دفاعی گفته می شود که سبب حذف یا کاهش آسیب پذیری و مخاطرات در شهرها، مراکز زیستی و سایر مراکز مستقر و نیز زیر ساخت های آنها می شود. تأمین حداکثر ایمنی و حفاظت از مردم و قابلیت اداره و امداد به مردم در برابر تهاجمات خصمانه دشمن از دیگر ویژگی های پدافند غیرعامل در حوزه شهرسازی است [۱۸].

یکی از اقدامات عملی پدافند غیرعامل با هدف ایجاد آمادگی در برابر بحرانهای ناشی از تهدیدات انسان ساخت، مدلسازی آسیب پذیری شهر در مقابل تهدیدات انسان ساخت می باشد. با توجه به پیشرفتهای صورت گرفته در موشکهای دوربرد که دارای دقت نقطه زنی بالایی می باشند، بدیهی است امروزه اکثر حملات از قبل تعریف شده و اهداف حملات نیز الویت بندی شده هستند. یکی از نظریه های معروف در همین زمینه استراتژی پنج حلقه واردن است که طبق این نظریه مراکز ثقل یک کشور الویت بندی شده و به صورت حلقه های تو در تو تصور می شوند به طوریکه حلقه درونی یا مرکزی بیشترین اهمیت را داشته و به ترتیب که به حلقه های خارجی می رسد این اهمیت کاهش می یابد. با توجه به این توضیحات باید گفت با به کارگیری پدافند غیرعامل در برنامه ریزی های شهری باید این اهداف را شناخت و میزان آسیب پذیری المانهای شهری ناشی از حمله به آنها را تعیین کرد، در نتیجه این کار می توان با اتخاذ راهکارهایی آمادگی در برابر اینگونه حملات را تا حد بسیار زیادی افزایش داد. بنابراین آنچه در این مقاله مد نظر می باشد پیشنهاد یک سامانه تصمیم یار مبتنی بر GIS برای مدلسازی آسیب پذیری شهر در مقابل تهدید انسان ساخت است.

۵. پیشینه تحقیق

تا با امروز تحقیقات زیادی در زمینه مدلسازی آسیب پذیری شهری ناشی از تهدیدات هوایی صورت گرفته که شامل پروژه های تحقیقاتی، پایان نامه ها، تالیف کتب و تولید مقالات معتبر علمی می باشند. تحقیقات مدنظر در عین حال که می توانند منابع خوبی برای شناخت عوامل و شاخصهای آسیب پذیری کالبدی شهر باشند اما کمتر به طور کامل در محیط GIS و در قالب یک سامانه پیاده سازی شده اند. از شاخص ترین تحقیقات در این زمینه می توان به تحقیقی با عنوان "مستند نگاری و بررسی آثار موشک باران تهران و ارائه ساختار پایگاه داده" که در سال ۱۳۹۲ توسط آقای احمد اصغریان جدی با همکاری محققین پژوهشکده شهرسازی و معماری دفاعی دانشگاه صنعتی مالک اشتر به پایان رسیده است اشاره نمود [۲]. در این تحقیق ۶۰ اثر موشکباران ناشی از حملات هوایی به تهران که در دوران جنگ تحمیلی توسط محققان هسته پژوهشی معماری دفاعی دانشگاه شهید بهشتی ثبت و ضبط شده بود مستند سازی و تحلیل شده و در نهایت به ارائه راهکارهای عملی در حوزه برنامه ریزی شهری برای کاهش آسیب پذیری پرداخته است. در این تحقیق موشکباران شهر تهران در بازه زمانی اسفند ۱۳۶۶ تا اردیبهشت ۱۳۶۷ مورد بررسی



4th. International Congress on Civil Engineering, Architecture

And Urban Development

27-29 December 2016, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

قرار گرفته است و بدیهی است این تحقیق ارزشمند می تواند یکی از منابع اصلی در استخراج عوامل و شاخص های آسیب پذیری کالبدی شهر باشد. محمد مهدی عزیزی و همکاران در سال ۱۳۹۱ در تحقیقی با عنوان "ارزیابی آسیب پذیری شهری ناشی از حملات هوایی: ناحیه ۱ از منطقه ۱۱ شهر تهران" آسیب پذیری بلوکهای ساختمانی این محدوده را با استخراج سیزده شاخص تاثیر گذار و تکنیک تحلیل سلسله مراتبی^۱ یا به اختصار AHP ارزیابی و در محیط GIS پیاده سازی نموده است. فرض اساسی در این تحقیق بر شباهت بسیار بالای مدلسازی آسیب پذیری ناشی از زلزله و حملات هوایی بوده و هیچ یک از معیارها تهدید حملات هوایی را به طور خاص لحاظ نکرده است. مدلسازی در این تحقیق تحت شرایط قطعیت (بدون در نظر گرفتن نایقینی) صورت گرفته و در پایان کمتر از ۱۰ درصد بلوکهای ساختمانی را با آسیب پذیری کم معرفی نموده و در پایان به توضیح نقش شهرسازی در کاهش آسیب پذیری پرداخته است [۲۱]. سیاوش حاجی اکبری در سال ۱۳۹۰ تحقیقی را با عنوان "مدلسازی آسیب پذیری محیط های شهری از نظر کالبدی در هنگام موشک باران، مطالعه موردی شهر اصفهان" انجام داده است [۵]. در این تحقیق با استفاده از ۹ شاخص آسیب پذیری و روش AHP آسیب پذیری شهری مدلسازی شده است. از دیگر تحقیقات در این زمینه با عنوان "بررسی اثرات ناشی از موشک باران بر آسیب پذیری معابر مهم و پل ها در شهر ها با استفاده از GIS" توسط آقای کمال ترابی در سال ۱۳۹۰ می باشد [۵]. همانطور که از عنوان تحقیق بر می آید در این تحقیق تنها آسیب پذیری چند المان شهری (شبکه ارتباطی) بررسی شده است. در این تحقیق از روش تحلیل سلسله مراتبی معکوس^۲ یا IHWP برای وزندهی شاخصها استفاده شده است و در نهایت آسیب پذیری در نرم افزار ArcGIS مدلسازی شده است. عبدالله ابولحسنی در سال ۱۳۸۹ تحقیقی با عنوان "پدافند غیر عامل - معماری و طراحی شهری در ایران" را در قرارگاه پدافند هوایی خاتم النبیا (ص) انجام داده است [۱]. این محقق نیز به بررسی عوامل تاثیرگذار در آسیب پذیری شهری و ارائه راهکارهایی در طراحی شهری و معماری با رویکرد پدافند غیرعامل پرداخته است اما مدلی طراحی و پیاده سازی نشده و همچنین به نقش و کاربرد GIS اشاره ای نشده است. علاوه بر تحقیقات فوق، کتابهای بسیاری نیز در این زمینه تالیف و ترجمه شده که اکثر آنها نتایج تحقیقات نویسنده یا نویسندگان کتاب بوده است. از جمله بهترین این کتابها می توان به کتاب آقای دکتر سید بهشید حسینی با عنوان "معیارهای پدافند غیر عامل در طراحی ساختمانهای جمعی شهری" [۱۲]، همچنین کتاب دیگری از این نویسنده با عنوان "تدوین معیارهای اصلی پدافند غیرعامل در طراحی معماری ساختمانهای عمومی" [۱۱]، کتاب "مبانی برنامه ریزی و طراحی شهر امن از منظر پدافند غیر عامل" توسط آقایان مصطفی فرزام شاد و مجتبی عراقی زاده [۲۳]، کتاب "امنیت شهری و GIS" توسط کیومرث حبیبی [۹] و کتاب "کاربست شهرسازی و پدافند غیرعامل" توسط آقای امیرحسن عرب اشاره نمود [۲۰]. تحقیقات دیگری نیز در این زمینه صورت گرفته است که نتایج آن در قالب مقاله منتشر شده که از جمله می توان به مقالاتی با عنوان "بررسی عناصر آسیب پذیر و ملاحظات پدافند غیرعامل در حریم کلانشهر تهران" توسط آقای سیدعلی حسینی و همکاران [۱۴]، "اصول و رهنمودهای طراحی و تجهیز فضای باز مجموعه های مسکونی به منظور پدافند غیر عامل" و "قابلیت های عملکردی چند منظوره در اراضی حاشیه بزرگراههای شهری در زمان بحران" توسط فرامرز داعی نژاد [۱۵ و ۱۶]، "بررسی چگونگی ارتقاء سطح کیفی عملکرد عناصر شهری با رویکرد پدافند غیرعامل" توسط سید بهشید حسینی و همکاران اشاره نمود [۱۳].

¹ Analytical Hierarchical Processing (AHP)

² Inverse Hierarchical Weighting Processing (IHWP)

۶. سامانه تصمیم یار مکانی

همانطور که اشاره شد با توجه به وجود عوامل مختلف در آسیب پذیری شهر باید از مدل‌های تصمیم گیری چند معیاره^۱ (MCDM) یا تحلیل تصمیم چند معیاره^۲ (MADM) استفاده نمود. از طرفی برای پیاده سازی این مدل نیاز به یک سامانه اطلاعاتی بوده و با توجه به اینکه بسیاری از شاخصهای موثر در آسیب پذیری کالبدی ماهیت مکانی دارند، سامانه اطلاعاتی فوق مبتنی بر GIS می باشد. بنابراین سامانه نهایی ترکیبی از GIS و MCDA خواهد بود. از طرفی مسئله مورد نظر در این تحقیق از نوع تصمیمات نیمه ساختار یافته است، به طوریکه انسان و رایانه به طور برهمکنشی در فرآیند تصمیم گیری نقش دارند. با توجه به قابلیت‌های بسیار بالای سامانه های تصمیم یار در حل مسائل نیمه ساختار یافته، می توان گفت بهترین سامانه برای مدل‌سازی آسیب پذیری مدنظر این مقاله سامانه ای است که قابلیت‌های GIS، MCDA و DSS را با هم داشته باشد که به آن سامانه تصمیم یار مکانی چند معیاره^۳ گویند. در مراحل مختلف تصمیم گیری چند معیاره مکانی GIS و MCDA نقش مهمی داشته که بسته به نوع مسئله می تواند نقش GIS یا MCDA پر رنگ تر از دیگری باشد. به طور خلاصه می توان گفت در تصمیم گیری چند معیاره GIS مبنای نقش اصلی GIS بر می گردد به جمع آوری، ذخیره، بازیابی و آنالیز داده ها و وظیفه تلفیق اطلاعات با ترجیحات تصمیم گیران بر عهده MCDA می باشد. زمانیکه از تلفیق GIS و MCDA صحبت می شود نیز به نوعی هم قابلیت‌های رایانه در قالب توابع تحلیلی GIS و قواعد تصمیم گیری MCDA مورد نیاز است و هم نقش انسان در قالب تعریف معیارها و ارجحیت آنها روشن است. بنابراین برای پیاده سازی مدل‌های تصمیم گیری نیاز به سامانه های رایانه مبنای می باشد که با توجه به درجه ساختار یافتگی آنها و نقش انسان و رایانه به چهار دسته اصلی زیر طبقه بندی می شوند [۳۶].

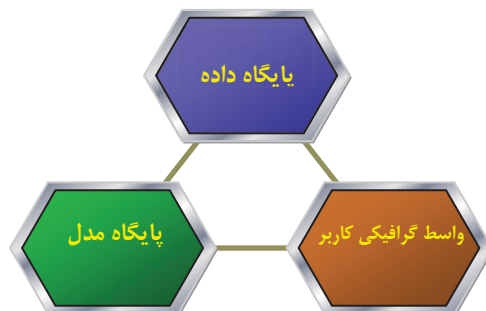
- Data Processing System (DPS)
- Expert System (ES)
- Decision Support System (DSS)
- Expert Support System (ESS)

در DPS مسایل کاملاً ساختار یافته مورد بررسی قرار می گیرند به طوریکه المانهای اصلی تصمیم گیری در آنها معلوم است. در ES با توجه به قواعد و دانشهای موجود ذخیره شده در سامانه، تصمیم گیری توسط خود سامانه صورت می گیرد. به عبارتی در این گونه سیستمها نقش انسان کم‌رنگ شده و سامانه به جای انسان تصمیم می گیرد. بدیهی است اینگونه سامانه ها ساختار پیچیده ای داشته و مناسب برای مسائلی می باشند که قواعد و دانش کافی در مسئله تصمیم گیری موجود می باشد. DSS به مسائل نیمه ساختار یافته با ساختار معیوب، ضعیف و یا بدون ساختار معلوم می پردازد به طوریکه تصمیم گیری نهایی با انسان بوده و از قابلیت‌های انسان و رایانه به طور همزمان و بر همکنشی (intractive) استفاده می کند. ESS هم به ساده ترین بیان تلفیق ES و DSS با افزودن قابلیت‌های ES به هر کدام از مولفه های DSS می باشد. در این سامانه ها مجدداً نقشه انسان کاهش یافته و تصمیم نهایی با وزن بیشتری بر عهده سامانه می باشد. همانطور که اشاره شد مسئله تصمیم گیری در این تحقیق از نوع نیمه ساختار یافته بوده و اتخاذ تصمیمات نهایی با انسان می باشد و بهترین سامانه برای پیاده سازی این نوع مسائل از نوع سامانه تصمیم یار می باشد. دانشمندان مختلف مولفه های گوناگونی برای سامانه های تصمیم یار در نظر گرفته اند اما سه مولفه اصلی که در تمامی این نظرات مشترک بوده و اصلی ترین مولفه های سامانه های تصمیم یار می باشند در شکل ۱۵ نشان داده شده است.

¹ Multi-Criteria Decision Making (MCDM)

² Multi-Criteria Decision Aiding (MCDA)

³ Multi-criteria Spatial Decision Support System (MC-SDSS)



شکل ۱۵: مولفه های اصلی DSS

با افزودن قابلیت‌های مکانی توسط GIS به هر کدام از چهار نوع سامانه های فوق می توان به سامانه هایی برای حل مسائل مکانی دست یافت. بنابراین با افزودن قابلیت‌های GIS به سامانه های تصمیم یار، می توان قابلیت های مکانی را به DSS های متدوال اضافه نمود که نتیجه آن سامانه های تصمیم یار مکانی می شود. سامانه های تصمیم یار مکانی را می توان سامانه های تعاملی مبتنی بر رایانه تعریف نمود که در راستای پشتیبانی کاربر یا گروهی از کاربران در دستیابی به تأثیر گذاری بالاتر در حین حل یک مسئله تصمیم گیری مکانی نیمه ساختار یافته طراحی شده است [۴۷]. بدیهی است مولفه های اصلی SDSS همانند مولفه های DSS بوده با این تفاوت که SDSS داده ها و مدل‌های مکانی را نیز پشتیبانی نموده و رابط کاربر آن دارای ابزار کار با داده های مکانی و تولید و نمایش انواع نقشه ها می باشد.

۷. سناریو، نتایج و کاربردهای سامانه پیشنهادی

سامانه پیشنهادی می تواند با معماری ها، الگوریتمها و سناریوهای مختلفی ارایه شود که در ادامه به یکی از سناریوهای مفید اشاره می شود. سناریوی پیشنهادی در این تحقیق به گونه ای است که هدف در نهایت دستیابی به مدل و سامانه ای است که برنامه ریزان شهری بتوانند از آن به عنوان پشتیبان تصمیم گیری هایشان استفاده نمایند. به عنوان مثال تعیین اینکه آیا هر نوع تغییر کاربری یا افزودن یا حذف برخی از المانهای شهری در کنار سایر مزایایی که دارد باعث افزایش یا کاهش آسیب پذیری آن منطقه و اطرافش می شود یا خیر را می توان با استفاده از سامانه پیشنهادی تعیین نمود. این کار به این صورت انجام می شود که طرح مورد نظر در پایگاه داده سامانه وارد شده و با تجزیه و تحلیل مجدد داده ها، نقشه های آسیب پذیری جدید تولید می شود که مقایسه نقشه های جدید و قدیم نشان دهنده افزایش یا کاهش آسیب پذیری می باشد. بنابراین در ساده ترین بیان سناریو پیشنهادی به این صورت است که برنامه ریزان هر نوع طرح یا برنامه خود را قبل از اجرا در دنیای واقعی در سامانه مد نظر در این تحقیق اعمال نموده و میزان افزایش یا کاهش آسیب پذیری ناشی از آن طرح را مشاهده می نمایند که مسلماً در فرآیند تصمیم گیری آنها تأثیر دارد. می توان به طور خلاصه سناریو مورد نظر را در چند مرحله زیر بیان نمود:

۱. برنامه ریز شهری طرحی پیشنهاد می دهد.
۲. طرح مورد نظر در پایگاه داده وارد می شود.
۳. نقشه های معیار جدید تولید می گردد.
۴. مدل تصمیم گیری چند معیاره اجرا می شود.
۵. نقشه آسیب پذیری تولید می شود.
۶. نقشه آسیب پذیری جدید با قبلی مقایسه می شود.

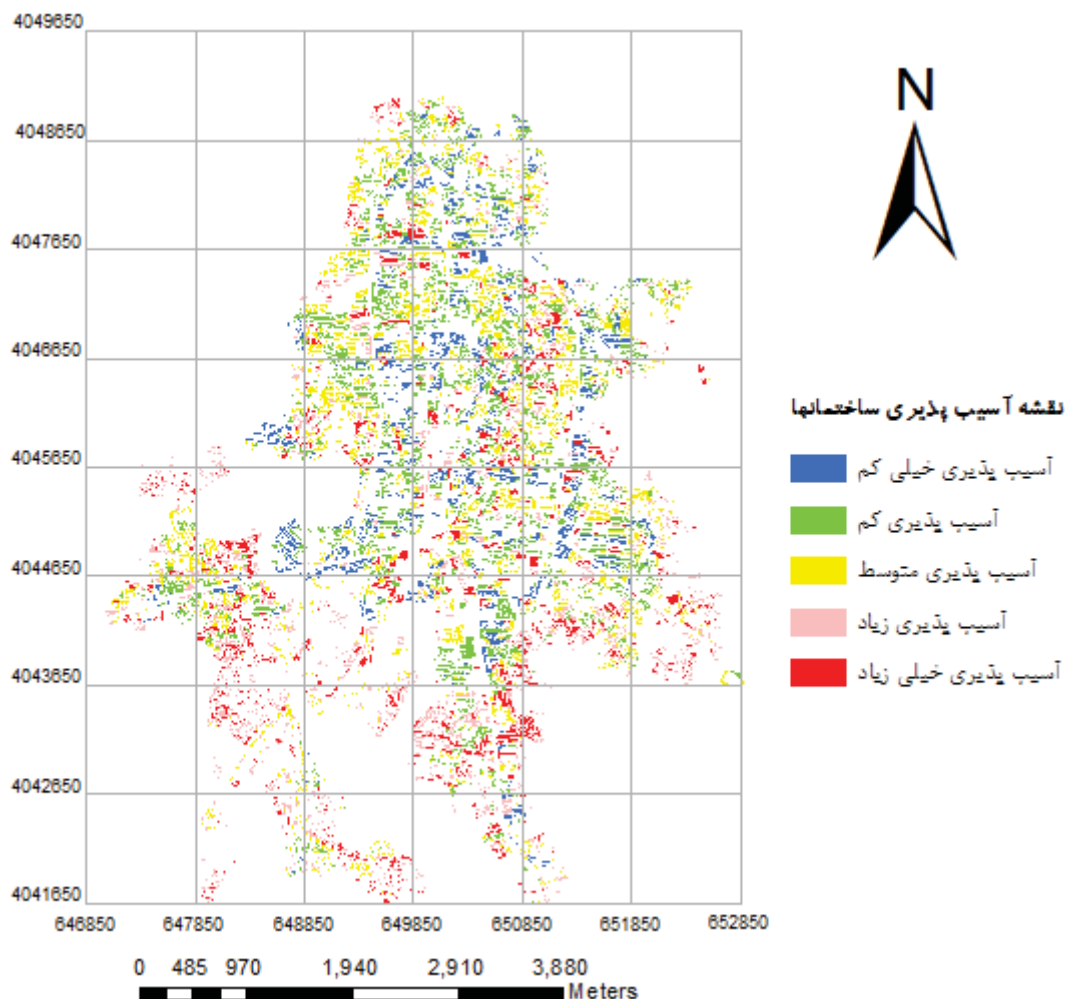
۷. گزارش افزایش یا کاهش آسیب پذیری تولید می شود.

۸. برنامه ریز تصمیم گیری می کند.

۹. راهکارهایی توسط سامانه پیشنهاد می گردد.

۱۰. تصمیم نهایی با برنامه ریز بوده و سامانه از تصمیم گیری پشتیبانی می کند.

بدیهی است آنچه به عنوان مهمترین خروجی سامانه می باشد نقشه های آسیب پذیری شهر می باشد که نمونه آن در شکل ۱۰۰ آورده شده است.



شکل ۱۰۰: نمونه نقشه آسیب پذیری شهر بابل

همانطور که در شکل مشخص است ساختمانهای شهری متناسب با درجه آسیب پذیری به ۵ دسته از آسیب پذیری خیلی کم تا آسیب پذیری خیلی زیاد طبقه بندی شده اند. بدیهی است می توان با مدل‌های مختلف نقشه های مختلف تولید نمود و طبقه بندی های متفاوتی از آن ارایه داد. نقشه آسیب پذیری می تواند یکی از لایه های مهم مکانی یا به عبارتی یکی از معیارهای مهم در انواع تصمیم گیری ها باشد. اکثر این تصمیم گیری ها در حوزه برنامه ریزی شهری با رویکرد پدافند غیرعامل می باشد که به عنوان نمونه می توان به مکان یابی انواع کاربری ها، تغییر کاربری ها، تعیین سرانه کاربری ها در هر منطقه، طرحهای آمایش



4th. International Congress on Civil Engineering, Architecture

And Urban Development

27-29 December 2016, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

سرزمین، طرحهای جامع شهری، برنامه ریزی حمل و نقل، تخمین آسیب پذیری سایر المانهای شهری (مانند شبکه راهها) و ارائه راهکارهای عملی در راستای کاهش آسیب پذیری اشاره نمود.

سامانه تصمیم یار مکانی پیشنهادی در این مقاله می تواند ابزاری مهم در مباحث طراحی و برنامه ریزی شهری باشد. به عنوان مثال می توان با استفاده از سامانه، تاثیر احداث یک پل طبقاتی جدید در یک منطقه را در افزایش یا کاهش آسیب پذیری محدوده اطرافش ارزیابی نمود و بعد از ارزیابی، تصمیم نهایی راجع به احداث یا عدم احداث یا تغییر مکان آن اتخاذ نمود. علاوه بر کاربردها یا مزایای مستقیم که اشاره شد مزایای بسیاری به طور غیر مستقیم در استفاده عملی از این سامانه (در طراحی و برنامه ریزی های شهری) وجود دارد که از مهمترین آنها می توان به بالا بردن قابلیت بقای مراکز حیاتی، حساس و مهم، تقلیل آسیب پذیری و کاهش خسارات، تسهیل در مدیریت بحران شهری، تأمین امنیت و سلامت شهروندان، سازمانها و نهادهای مهم کشوری، کاهش توانایی سامانه های تسلیحات آفندی دشمن، سلب آزادی و ابتکار عمل از دشمن، کمک به انتخاب استراتژی مناسب برای مقابله با تهدیدات، صرفه جویی در هزینه های تسلیحاتی و نیروی انسانی، فریب و تحمیل هزینه بیشتر به دشمن و تقویت بازدارندگی اشاره نمود.

۸. نتیجه گیری

بنا به دلایلی که ذکر شدن اهمیت شهر و پرداختن به آن بر کسی پوشیده نیست. با توجه به انواع بحرانهای متصور برای شهر به خصوص بحرانهای ناشی از جنگ که در عصر حاضر به مراتب بیشتر از بحرانهای طبیعی جامعه بشری را تهدید می کند ضرورت اقدامات لازم برای مقابله با آن امری بدیهی می باشد. بهترین راه مقابله با این تهدیدات ایجاد و حفظ آمادگی در مقابل آنها می باشد که در طول تاریخ به طرق مختلف صورت پذیرفته است که خود تابعی از سیر تحول جنگها می باشد. با پیشرفت تکنولوژی و به خصوص امروزه که قرن فناوری اطلاعات می باشد، بدیهی است فناوری های نرم هستند که جای خود را به فناوری های سخت داده اند، لذا باید با تکیه بر اصولی مانند پدافند غیرعامل که خود نوعی فناوری نرم می باشد با انواع تهدیدات مقابله نمود. یکی از راههای اساسی مبتنی بر فناوری نرم برای ایجاد آمادگی شهر در برابر بحرانها، آگاهی از درجه آسیب پذیری شهر در صورت وقوع آنهاست. با توجه به اینکه مدلسازی آسیب پذیری خود یک ارزیابی چند معیاره می باشد و بسیاری از این معیارها ماهیت مکانی دارند، در این مقاله سامانه های تصمیم یار مکانی به عنوان یکی از سامانه های نوین در تولید انواع نقشه های آسیب پذیری با سناریوهای مختلف معرفی شد. با طراحی، پیاده سازی و به کارگیری عملی چنین سامانه هایی توسط برنامه ریزان شهری و منطقه ای می توان قبل از احداث هر گونه طرح و نقشه در دنیای واقعی، تاثیر آن طرح را در افزایش یا کاهش آسیب پذیری شهر مدلسازی نمود. بدیهی است تنها مبتنی بر چنین فناوری ها نوینی است که می توان راهکارهای عملی جهت کاهش آسیب پذیری المانهای شهری در مقابل انواع تهدیدات به خصوص تهدیدات جنگی ارائه نمود. با توجه به مطالب فوق و توجه به اینکه تاکنون چنین سامانه ای در کشور پیاده سازی نشده است، پیشنهاد می گردد این کار در دستور کار مسئولین مربوطه قرار بگیرد.

منابع

- [۱] ابوالحسنی، عبدالله، (۱۳۸۹)، پدافند غیر عامل، معماری و طراحی شهری در ایران، قرارگاه هوایی خاتم الانبیا، تهران
- [۲] اصغریان جدی، احمد، (۱۳۹۲)، مستند نگاری و بررسی آثار موشکباران شهر تهران، هسته پژوهشی معماری دفاعی دانشگاه شهید بهشتی و پژوهشکده شهرسازی و معماری دفاعی دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران
- [۳] کمال، (۱۳۹۰)، بررسی اثرات ناشی از موشک باران بر آسیب پذیری معابر مهم و پل ها در شهر ها با استفاده از GIS، پژوهشکده شهرسازی و معماری دفاعی، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران
- [۴] جلالی، غلامرضا، (۱۳۹۱)، چهار گفتار در باب پدافند غیرعامل، سازمان پدافند غیرعامل کشور، تهران



4th. International Congress on Civil Engineering, Architecture

And Urban Development

27-29 December 2016, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

- [7] حاجی اکبری، سیاوش، (۱۳۹۰)، مدلسازی آسیب پذیری محیط های شهری از نظر کالبدی در هنگام موشک باران، مطالعه موردی شهر اصفهان، پژوهشکده شهرسازی و معماری دفاعی، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران
- [9] حبیبی، کیومرث و دیگران (۱۳۸۸)، امنیت شهری و GIS، دانشگاه امام حسین، تهران
- [۱۱] حسینی، سید بهشید (۱۳۸۷)، تدوین معیارهای اصلی پدافند غیرعامل در طراحی معماری ساختمانهای عمومی، دانشگاه هنر، تهران
- [۱۲] حسینی، سید بهشید، (۱۳۸۹)، معیارهای پدافند غیر عامل در طراحی ساختمانهای جمعی شهری، انتشارات عابد، تهران
- [۱۳] حسینی، سید بهشید، شریفه سرگلزایی، احمدرضا، (۱۳۹۰)، بررسی چگونگی ارتقاء سطح کیفی عملکرد عناصر شهری با رویکرد پدافند غیرعامل، همایش شهرسازی و معماری با رویکرد پدافند غیرعامل، دانشگاه صنعتی مالک اشتر
- [۱۴] حسینی، سید علی و همکاران (۱۳۹۰)، بررسی عناصر آسیب پذیر و ملاحظات پدافند غیرعامل در حریم کلانشهر تهران، اولین همایش علمی- پژوهشی شهرسازی و معماری با رویکرد پدافند غیرعامل، دانشگاه صنعتی مالک اشتر
- [۱۵] داعی نژاد، فرامرز، (۱۳۸۵)، اصول و رهنمودهای طراحی و تجهیز فضای فضای باز مجموعه های مسکونی به منظور پدافند غیر عامل، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، تهران
- [۱۶] داعی نژاد، فرامرز (۱۳۹۰)، قابلیت های عملکردی چند منظوره در اراضی حاشیه بزرگراههای شهری در زمان بحران، اولین همایش علمی- پژوهشی شهرسازی و معماری با رویکرد پدافند غیرعامل، دانشگاه صنعتی مالک اشتر
- [۱۸] سیاستهای کلی نظام (۱۳۸۴)
- [۲۰] عرب، امیرحسین (۱۳۹۰)، کاربرد شهرسازی و پدافند غیرعامل، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران
- [۲۱] عزیزی، محمد مهدی، برنا فر، مهدی، (۱۳۹۱)، ارزیابی آسیب پذیری شهری ناشی از حملات هوایی: ناحیه ۱ از منطقه ۱۱ تهران، مجله علمی-پژوهشی علوم و فناوریهای پدافند غیرعامل
- [۲۳] فرزام شام، مصطفی، عراقی زاده، مجتبی، (۱۳۹۱)، مبانی برنامه ریزی و طراحی شهر امن از منظر پدافند غیرعامل، پژوهشکده شاخص پژوه، تهران

[29] Ahsan.N, Warner.J, (2014). The socioeconomic vulnerability index: A pragmatic approach for assessing climate change led risks—A case study in the south-western coastal Bangladesh, International Journal of Disaster Risk Reduction, Volume 8, June 2014, Pages 32-49

[31] Armas, I, (2012). Multi-criteria vulnerability analysis to earthquake hazard of Bucharest, Romania. Nat Hazard (63): 1129-1156

[36] Ehrgott. M., Malczewski. M., et al., (2010). Trends in Multiple Criteria Decision Analysis, International Series in Operations Research and Management Science 142, Springer Science+Business Media, LLC 2010

[37] ESRI, (2011), "Geographic Information Systems as an Integrating Technology: Context, Concepts, and Definitions".

[42] Jenkins, S.F., Spence, R.J.S. Fonseca, J.F.B.D., Solidum, R.U. Wilson, T.M. (2014), Volcanic risk assessment: Quantifying physical vulnerability in the built environment, Journal of Volcanology and Geothermal Research, Volume 276, 15 April 2014, Pages 105-120

[47] Ramanathan Sugumaran, John DeGroot, (2011), Spatial Decision Support Systems: Principles and practices, CRC Press, Taylor & Francis group

[53] Zaman, K., Rangavajhala, S., McDonald, M.P., Mahadevan, S.A., (2011). Probabilistic Approach for Representation of Interval Uncertainty, Reliability Engineering and System Safety 96, 2011, pp. 117-130.