ارائه‌ی مدل پهنه‌بندی آسیب‌پذیری شهر اهواز با استفاده از مدل مرتب‌سازی گزینه‌ها مبتنی بر پروفایل (SSP)

حسنعلی فرجی سبکبار* - دانشیار، گروه جغرافیای انسانی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران؛ Email:hfaraji@ut.ac.ir
مرتضی امیدی‌پور - دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور و GIS، دانشگاه تهران.
مهدی مدیری - دانشیار، دانشگاه صنعتی مالک اشتر.
امیر بسطامی‌نیا - دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه یزد.

چکیده

مفهوم آسیب‌پذیری سرمایه‌های فیزیکی و انسانی هنگام وقوع بحران در شهرها یکی از مهم‌ترین مسائلی است که امروزه در بسیاری از بخش‌های مطالعاتی از جمله پدافند غیرعامل مورد توجه قرار گرفته است. پژوهش حاضر با رویکردی کاربردی و روش توصیفی ـ تحلیلی مدلی را برای پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری شهری در برابر حملات نظامی ارائه می‌دهد. ابتدا ساختار شاخص‌ها با روش دیماتل به دست آمده است، سپس با کمک ساختار تهیه‌شده وزن هر شاخص با روش فرایند تحلیل شبکه (ANP) محاسبه شده است. برای مدل‌سازی فضایی میزان آسیب‌پذیری شهر اهواز با در نظر گرفتن شاخص‌های تأثیرگذار، یک رابط کاربر با عنوان SSP Model، بر مبنای روش مرتب‌سازی گزینه‌ها مبتنی بر پروفایل در محیط نرم‌افزار ArcGis، طراحی و میزان آسیب‌پذیری محدوده‌ی مورد مطالعه در پهنه‌های مختلف به‌طور خودکار شناسایی شده است. نتایج تحقیق نشان داد که تنها یک‌درصد از مساحت شهر اهواز از آسیب‌پذیری خیلی کم برخوردار است؛ همچنین ۴۱ درصد مساحت شهر از آسیب‌پذیری کم، ۵۶ درصد از آسیب‌پذیری زیاد و ۲ درصد از مساحت شهر نیز در پهنه‌ی کاملاً آسیب‌پذیری قرار گرفته است. انطباق پهنه‌های بسیار آسیب‌پذیر با عوامل مؤثر بر میزان آسیب‌پذیری در شهر اهواز نشان‌دهنده‌ی دقت قابل قبول مدل ارائه شده است.

واژه‌های کلیدی: *آسیب‌پذیری، حملات هوایی و موشکی، پدافند غیرعامل، روش دیماتل، مدل (SSP)*

Providing a Model for Zoning of Ahvaz City Based on Sorting of Alternatives by Similarity to Profile (SSP)

Hasanali Faraji Sabokbar[1*] Morteza Omidipoor[2] Mahdi Modiri[3] Amir Bastaminia[4]

Abstract

Concept of the physical and human capital vulnerabilities during the hazard in metropolitans is one of the most important issues that have been taken into account in much research, especially the passive defense. This study provides a model for zoning the degree of urban vulnerability due to military attack. In the preliminary stage, the framework of the effective indicators of the degree of urban vulnerability against due to attack has been obtained by DEMATEL method then with the help of this, the weight of each indicator obtained with (ANP) process. Considering effective factors, user interface (SSP Modeler) based on sorting of alternatives by similarity to profile in ArcGis software environments designed for the spatial modeling of the vulnerability of Ahvaz due to military attack and the degree of vulnerability of the research case study area in the different zones has been recognized automatically. The results showed that only one percent of the Ahwaz area achieved limited and very low vulnerability, 41 percents have low vulnerability; 56 percents high vulnerability and two percents have been recognized totally vulnerable. Adapting the zones that have very high vulnerability with the effective factors against air and missile attacks in Ahvaz shows the accuracy of the provided model.

Key words: Vulnerability; Air and missile attacks; Passive defense; DEMATEL method; SSP model

1 Associate Professor, Department of Human Geography, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran; Email:hfaraji@ut.ac.ir
2 MA. Of Remote Sensing and GIS, Department of Remote Sensing and GIS, Tehran University, Tehran, Iran.
3 Associate Professor, Malek ashtar University of Technology, Tehran, Iran.
4 PhD Student of Geography and Urban Planning, Department of Geography, Faculty of Geography, University of Yazd, Yazd, Iran.

مقدمه

جنگ پدیده‌ای اجتماعی است که در جوامع انسانی شکل می‌گیرد. در این میان کنش‌گران، برای تحمیل اراده و خواست خود به دیگران، ابزارها و شیوه‌های گوناگونی را به کار می‌گیرند [۱]. در این بین شهرها به‌منزله‌ی مراکز تجمع سرمایه‌ی مادی و انسانی در زمان جنگ به هدفی عمده برای دشمن تبدیل می‌شوند؛ در نتیجه حمله به آن‌ها خسارات فراوانی را پدید می‌آورد. توسعه‌ی سلاح‌های دوربرد و افزایش قدرت تخریب آن‌ها از دوران جنگ دوم جهانی، آسیب‌پذیری شهرها در برابر تهاجم نظامی را از محدودیت‌های زمان و مکان به‌طور کامل آزاد و بی‌دفاعی شهرها را تکمیل کرد. این امر موجب شد تا کشورها به روش‌های کاهش آسیب‌پذیری در حملات نظامی اهمیت مضاعفی دهند، که خود در حوزه‌ی پدافند غیرعامل و روش‌های مرتبط با آن جای می‌گیرد [۲]. امروزه با توسعه‌ی سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)[1] امکان ذخیره‌سازی، ساماندهی، پردازش، مدیریت و مدل‌سازی حجم بسیاری از اطلاعات مختلف مکانی و توصیفی به وجود آمده است. این سامانه‌ها به واسطه‌ی ویژگی‌هایی که دارند مورد استفاده‌ی طیف وسیعی از کاربران، مهندسان و متخصصان علوم مختلف قرار گرفته‌اند [۳]. بنابراین اگر بپذیریم که امروزه استفاده از ابزارهای سنتی برای تحلیل مسائل حیاتی کشور جوابگوی نیازهای ارگان‌های مرتبط نیست، استفاده از ابزاری قدرتمند در زمینه‌ی پدافند غیرعامل شهری و مدل‌سازی این مسائل در محیط GIS اجتناب‌ناپذیر است.

ضرورت و اهمیت موضوع

با وجود تهدیدات و خطرهای روزافزون نظامی-امنیتی، توجه به ملاحظات دفاعی، در راستای کاهش آسیب‌پذیری حملات نظامی به شهرها، مورد غفلت قرار گرفته است و در پیشینه‌ی مربوط به طرح‌های شهری، برنامه‌ریزی شهری و طرح‌های آمایش بحث پدافند غیرعامل به ندرت به چشم می‌خورد. این در حالی است که تأمین امنیت مناطق حساس و حیاتی کشور از اهداف پدافند کشور است [۴]. ساختارهای فیزیکی و اجتماعی شهرها در برابر بحران‌های انسانی و طبیعی بسیار آسیب‌پذیر است [۵]. اگر بخواهیم چرایی این مسئله را بیان کنیم، می‌توانیم بگوییم که شهر مجموعه‌ی پیچیده‌ای است که درگیر فرایندهای گسترده‌ای از قبیل تمرکز سرمایه، ثروت و جمعیت است و زیرساخت‌های بی‌شماری در این مراکز استقرار یافته‌اند که جملگی آن‌ها با شدت و ضعف در معرض آسیب هستند. بنابراین بررسی و تحلیل میزان آسیب‌پذیری یک شهر در مقابل یک بحران خاص رویکردی نوین در مباحث پدافند غیرعامل است که در صورت توجه از مهم‌ترین دستاوردهای آن می‌توان به پایداری و ایمنی شهری اشاره کرد.

عمده‌ترین هدف پدافند غیرعامل، ایمن‌سازی و کاهش آسیب‌پذیری زیرساخت‌های مورد نیاز مردم است [۶] که باید با یک برنامه‌ریزی و طراحی مناسب در توسعه‌ی پایدار کشور نهادینه شود. بدیهی است که هرگونه برنامه‌ریزی در زمینه‌ی پدافند غیرعامل در درجه‌ی اول نیازمند شناخت از وضع موجود و ارزیابی آن است. در این رابطه برای شناخت نقاط قوت و ضعف شهرها در زمینه‌ی مباحث پدافند غیرعامل استفاده از ابزار مناسب و کارآمد ضروری است.

اهمیت شهر اهواز به دلیل برخورداری از موقعیت کاملاً راهبردی، تمرکز بالای جمعیت، چالش همسایگی با کشورهای منطقه و وجود منابع غنی نفت و گاز بر کسی پوشیده نیست؛ در این زمینه به‌کارگیری اصول پدافند غیرعامل در این شهر می‌تواند نتایج مطلوبی به دنبال داشته باشد.

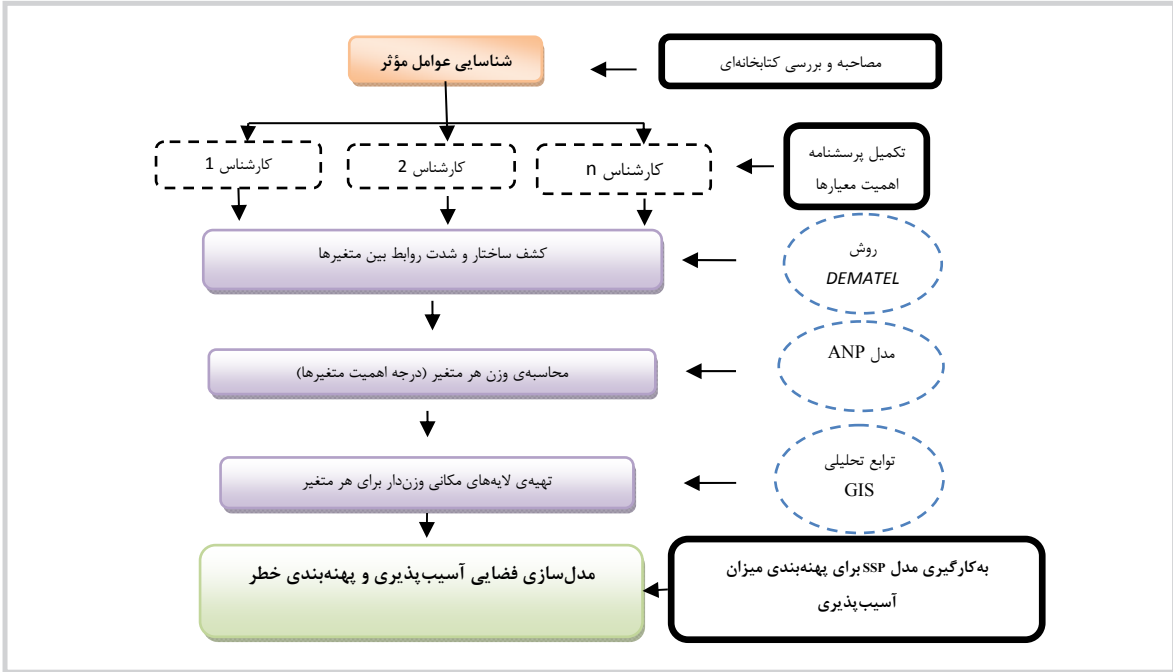
هدف اصلی این پژوهش ارائه‌ی مدلی برای پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری شهر اهواز در مقابل حملات نظامی با تأکید بر حملات هوایی و موشکی است و متعاقب هدف اصلی اهداف فرعی زیر نیز در این تحقیق پیگیری خواهد شد:

- رفع برخی کاستی‌های مدل‌های رتبه‌بندی برای بهینه‌سازی پهنه‌بندی آسیب‌پذیری شهری در محیط GIS.
- توجه جدی به مباحث پدافند غیرعامل به‌ویژه شناخت وضع موجود شهرها و توجه به نقاط قوت و ضعف آن‌ها در مقابل حملات هوایی و موشکی.
- معرفی سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) به‌منزله‌ی ابزاری با کارایی بالا در زمینه‌ی پدافند غیرعامل و شناخت آسیب‌پذیری شهرها.

پیشینه‌ی پژوهش

گرچه تا کنون مدل خاصی برای ارزیابی آسیب‌پذیری شهری در حملات نظامی ارائه نشده است، اما تلاش‌های گسترده‌ای برای تحلیل آسیب‌پذیری، به‌طور عام، صورت گرفته است. اغلب چنین پنداشته می‌شود که برای بیان آسیب‌پذیری و تعیین اندازه و نوع آن، نیاز به تهیه‌ی مدلی در این رابطه محسوس است [۲]. به‌طورکلی می‌توان گفت که مبحث پدافند غیرعامل و کاربرد علوم مختلف در این زمینه هنوز در آغاز راه است. در ادامه به مهم‌ترین تحقیقات مرتبط با موضوع پژوهش اشاره می‌شود:

برنارد و دیگران (۲۰۰۸) در فعالیت پژوهشی خود با عنوان «برنامه‌ریزی و طراحی دفاع شهری در کشور سنگاپور» به بررسی و تحلیل میزان آسیب‌پذیری کاربری‌ها و مقاومت آن‌ها در برابر بحران‌های داخلی و خارجی پرداخته‌اند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان می‌دهد که ایزوله کردن محیط‌های حساس و آسیب‌پذیر به هنگام وقوع بحران‌های شهری از مهم‌ترین راهبردهای پدافند غیرعامل برای کاهش خسارات و صدمات است [۷]. فرزام‌شاد (۱۳۸۵) در پژوهش خود با عنوان «مبانی نظری معماری در پدافند غیرعامل» به این نتیجه رسیده است که ساخت کاربری‌های مقاوم و به‌کارگیری اصول و مبانی امنیتی در سازمان‌ها و تأسیسات مهم می‌تواند در کاهش آثار بحران مؤثر باشد و خسارات ثانویه را به طرز چشمگیری کاهش دهد [۸]. فشارکی و فراهانی (۱۳۸۶) در پژوهش خود با عنوان «دفاع غیرعامل و مدیریت بحران در



تصویر۱: مدل مفهومی فرایند پژوهش

برنامه‌ریزی شهری و شهرسازی»، پس از ارزیابی دفاع غیرعامل در ایران، به راهبردهای دفاع شهری در سایر کشورها و انطباق کاربردی آن در برنامه‌ریزی شهری ایران اشاره کردند. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که به‌کارگیری اصول پدافند غیرعامل در طرح‌ها و برنامه‌های شهری قبل از وقوع بحران می‌تواند در کاهش آسیب‌ها و صدمات ناشی از بحران بسیار کارساز باشد [۹]. نصیری (۱۳۸۸) ضمن شناسایی عوامل مؤثر در مکان‌یابی مراکز حساس نظامی با تأکید بر پدافند غیرعامل، مدلی برای مکان‌یابی این مراکز در سطح تهران بزرگ ارائه داده است [۱۰]. عزیزی و برنافر (۱۳۹۱) در تحقیقی با عنوان «ارزیابی آسیب‌پذیری شهری ناشی از حملات هوایی با به‌کارگیری GIS و روش AHP منطقه‌ی ۱۱» شهر تهران را از نظر میزان آسیب‌پذیری در مقابل حملات هوایی بررسی کردند. یافته‌های این ارزیابی نشان می‌دهد که ۹۲/۴ درصد بلوک‌های ساختمانی در محدوده‌ی مورد مطالعه دارای آسیب‌پذیری متوسط به بالا هستند [۲].

روش تحقیق

نوع تحقیق حاضر توسعه‌ای-کاربردی و روش مطالعه توصیفی -تحلیلی است. با توجه به اهداف تحقیق ابتدا معیارهای مؤثر بر میزان آسیب‌پذیری شهرها در مواجهه با حملات نظامی از طریق مطالعه‌ی تحقیقات پیشین، روش‌های کتابخانه‌ای و مصاحبه از کارشناسان شناسایی شده‌اند و سپس متناسب با نوع معیار، داده‌های مورد نظر از طریق عملیات رقومی‌سازی و پیمایش با فرمت مناسب وارد محیط GIS شده‌اند. برای شناسایی روابط میان معیارها و تهیه‌ی ساختار از روش DEMATEL استفاده شده است. تهیه‌ی ساختار از طریق پرسشنامه‌ای که کارشناسان تکمیل کرده‌اند به دست آمده است؛ همچنین از آنجا که میزان اهمیت معیارها برابر نیست از روش ANP برای به دست آوردن وزن معیارها استفاده شده است. در این پژوهش از نرم‌افزار MATLAB برای محاسبات مربوط به ساختار معیارها (روش دیماتل) و از نرم‌افزار Super decision برای محاسبه‌ی وزن معیارها استفاده شده است. برای مدل‌سازی فضایی و پهنه‌بندی آسیب‌پذیری شهر اهواز مدلی مبتنی بر مرتب‌سازی گزینه‌ها بر اساس پروفایل ارائه شده است. این مدل از طریق طراحی و الحاق یک افزونه[۲] با استفاده از زبان برنامه‌نویسی پایتون به نرم‌افزار ArcGIS عملیاتی شده است. در پایان مناطق مختلف شهر اهواز از نظر میزان آسیب‌پذیری در مقابل تهدیدات نظامی پهنه‌بندی شده است که در ادامه مبانی و نحوه‌ی به‌کارگیری مدل ارائه خواهد شد. به‌طورکلی فرایند پژوهش در این مقاله، مبتنی بر یک نظام سلسله‌مراتبی است. تصویر۱ مدل مفهومی پژوهش را نشان می‌دهد.

مبانی نظری پژوهش

بررسی آسیب‌پذیری شهر از دیدگاه پدافند غیرعامل

مفهوم آسیب‌پذیری[۳] سرمایه‌های فیزیکی و انسانی، به هنگام وقوع بحران در شهرها، یکی از مهم‌ترین مسائلی است که امروزه در بسیاری از بخش‌های مطالعاتی از قبیل جامعه‌شناسی، انسان‌شناسی اجتماعی، مدیریت بحران، علوم محیطی و پدافند غیرعامل مورد توجه قرار گرفته است. به‌طورکلی مفهوم آسیب‌پذیری چارچوب بسیار مناسبی را برای درک ماهیت بحران، وقایع بحرانی، آثار و پیامدهای ناشی از وقوع بحران و همچنین واکنش در مقابل بحران در سطوح مختلف فراهم می‌آورد و این مفهوم در دیدگاه پدافند غیرعامل از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است [۱۱].

پدافند غیرعامل[۴]

در چند سال اخیر مبحث پدافند غیرعامل و نقش آن در امنیت ملی از سوی سیاستگذاران و قانونگذاران مورد توجه قرار گرفته و در اسناد بالادستی (سیاست‌های کلی نظام) و قوانین و آیین‌نامه‌های گوناگون به این مبحث توجه جدی شده است. در این زمینه سیاست‌های کلی نظام در بخش پدافند غیرعامل از سوی مجمع تشخیص مصلحت نظام ارائه شده و به نهادهای مملکتی ابلاغ گردیده است. این سیاست‌ها در ۱۳ بند، ضمن تعریف پدافند غیرعامل به بیان اصول بنیادین در این حوزه می‌پردازد.

طبق مصوبه‌ی مجمع تشخیص مصلحت نظام، پدافند غیرعامل عبارت است از مجموعه اقدامات غیرمسلحانه که موجب افزایش بازدارندگی، کاهش آسیب‌پذیری، تداوم فعالیت‌های ضروری، ارتقای پایداری ملی و تسهیل مدیریت بحران در مقابل تهدیدات و اقدامات نظامی دشمن می‌گردد [۱۲].

عوامل مؤثر بر میزان آسیب‌پذیری ناشی از حملات نظامی

هر مسئله را بر اساس یک سری از معیارها می‌توان مورد بررسی قرار داد. معیارهای ارزیابی برای یک مسئله از طریق بررسی پیشینه‌ی تحقیق، مطالعات تحلیلی و یا پیمایش به دست می‌آید [۲]. از آنجا که در رابطه با معیارها، استانداردها و ضوابط پهنه‌بندی شهرها در برابر حملات نظامی منبع جامع و یا آیین‌نامه‌ی خاصی وجود نداشت، از طریق مصاحبه، تحلیل منابع موجود و تحقیقات مشابه، مهم‌ترین معیارهای مؤثر در این زمینه به شرح زیر شناسایی شده است:

فاصله از مراکز صنعتی: طبق اصول برنامه‌ریزی کاربری اراضی، کاربری‌های ناسازگار باید دور از هم و کاربری‌های مکمل باید در کنار هم مکان‌یابی شوند [۱۳]. هم‌جواری مراکز صنعتی با سایر کاربری‌های غیر مکمل ایمنی و امنیت سایر کاربری‌ها را تهدید می‌کند. اهواز از جمله شهرهای ایران است که برخی از صنایع حساس و کلیدی آن در محدوده‌ی شهر (صنایع وابسته به نفت، گاز، صنایع فولاد و صنعت لوله‌سازی) و برخی دیگر در هم‌جواری مناطق مسکونی استقرار یافته‌اند. بدیهی است که نزدیکی به این مراکز در وقوع حملات نظامی میزان خطرپذیری مراکز هم‌جوار را افزایش خواهد داد.

فاصله از مراکز نظامی: بر اساس ماتریس سازگاری کاربری‌ها، هم‌جواری مراکز نظامی با کاربری‌های مسکونی، آموزشی، اداری، تجاری و تفریحی کاملاً ناسازگار تلقی می‌گردد [۱۳]. مراکز عمده‌ی نظامی، به‌ویژه لشکر ۹۷ زرهی ارتش، در محدوده‌ی قانونی شهر اهواز و در هم‌جواری با محلات شهر اهواز قرار گرفته است. نزدیکی به این مراکز به‌منزله‌ی شاخصی منفی در پهنه‌بندی نهایی در نظر گرفته شده است.

فاصله از فرودگاه: مکان و عملکرد هر کاربری در تقسیمات کالبدی شهر جایگاه معینی دارند و در صورت نبود انطباق مکان کاربری و حوزه‌ی عملکرد آن آسایش و امنیت شهروندان سلب خواهد شد [۱۴]. فرودگاه از جمله مواردی است که در زمان حملات نظامی در معرض مستقیم حملات قرار خواهد گرفت و می‌تواند در افزایش آسیب‌پذیری شهری نقش داشته باشد.

فاصله از مراکز ذخیره‌ی سوخت: آسیب دیدن برخی از تأسیسات شهری می‌تواند سبب افزایش خسارات شود؛ بنابراین حفظ حریم‌های مربوط به آن‌ها ضرورت دارد. به صورت عمده در سطح شهرها، این موارد شامل ۳ شاخص اصلی حریم (پمپ بنزین، جایگاه CNG و مخازن ذخیره‌ی سوخت) است [۲].

شبکه‌ی معابر: هر چه معبر دارای عرض بیشتر باشد و در سلسله‌مراتب بالاتر قرار داشته باشد، آسیب‌پذیری کمتر خواهد داشت. میزان ترافیک عبوری از یک معبر شهری نیز می‌تواند در هنگام بروز بمباران بر میزان آسیب‌پذیری بافت شهری اثرگذار باشد؛ این امر از طریق انسداد معابر ناشی از حضور خودروها و نیز انفجار خودروهای در حال عبور و یا متوقف شده در کنار معابر سبب آسیب‌پذیری و خسارت می‌گردد [۲].

فاصله از پل‌ها: عمده‌ترین تلاش شهرسازی، مکان‌یابی برای کاربری‌های گوناگون در سطح شهر و جداسازی کاربری‌های ناسازگار از یکدیگر است [۱۵]. با توجه به تقسیم طبیعی شهر اهواز به دو قسمت شرقی و غربی توسط رودخانه‌ی کارون و احداث چندین پل در این مسیر می‌توان پیش‌بینی کرد که در صورت وقوع یک حمله‌ی نظامی این پل‌ها در معرض مستقیم حمله‌ی هوایی و موشکی قرار خواهند گرفت.

دسترسی: از آنجا که دو معیار فاصله و زمان از مهم‌ترین معیارهای برنامه‌ریزی کاربری اراضی است [۱۶]، در این پژوهش دو زیرمعیار دسترسی به مراکز امداد و نجات (مراکز بهداشتی و درمانی، مراکز امدادرسانی و آتش‌نشانی و درمانگاه‌ها و داروخانه‌ها) و دسترسی به فضاهای امن تعریف شده است. دسترسی به‌موقع به این کاربری‌ها می‌تواند در انتقال سریع مجروحان و مصدومان به بیمارستان‌ها و مراکز امدادرسانی و کاهش خسارات احتمالی بسیار مؤثر باشد. از آنجا که تجربیات کشورهای مختلف حاکی از آن است که ایستگاه‌های مترو در زمان حملات جنگی می‌تواند پناهگاهی امن تلقی شود، دسترسی به این فضاها در این پژوهش نیز مورد توجه قرار گرفته است.

فاصله از پایانه‌ها: مراکزی را که پتانسیل آزاد کردن انرژی زیادی دارند، می‌توان به‌منزله‌ی کاربری آسیب‌رسان در نظر گرفت [۲]. از آنجا که تعداد بسیار زیادی خودرو در یک فضای محدود متمرکز است، در صورت برخورد هرگونه بمب یا موشک به این مراکز شدت انفجار تا چندین برابر شدت سلاح نظامی خسارت به بار خواهد آورد.

روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره(MCDM): تصمیم‌گیرندگان در انتخاب یک گزینه، از میان گزینه‌های متعدد، غالباً چندین معیار را هم‌زمان در تصمیم‌گیری مد نظر قرار می‌دهند. مدل‌های MCDM[۵] مدل‌هایی انتخاب‌گرند و برای انتخاب مناسب‌ترین گزینه از بین چند گزینه‌ی موجود به کار می‌روند [۱۷]. تصمیم‌گیری چندمعیاره با یک ماتریس تصمیم فرموله می‌شود.

روش دیماتل: این روش در اواخر سال ۱۹۷۱، به وجود آمد. دیماتل[۶] که از انواع روش‌های تصمیم‌گیری بر پایه‌ی مقایسه‌ی

جدول ۱: پروفایل تعریف‌شده برای پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری

طبقه	فاصله از صنایع سنگین	فاصله از سامانه‌ها	فاصله از مراکز نظامی	دسترسی به مراکز امداد و نجات	فاصله از مراکز توزیع سوخت	دسترسی به مکان‌های امن	شبکه‌ی معابر	فاصله از پل‌ها
طبقه‌ی ۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
طبقه‌ی ۲	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸
طبقه‌ی ۳	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶
طبقه‌ی ۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴
طبقه‌ی ۵	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲

زوجی است [۱۸]، عمدتاً برای بررسی مسائل بسیار پیچیده طراحی شده است [۱۵]. در نهایت آنچه از دیماتل حاصل می‌گردد، ساختاردهی به یکسری از اطلاعات است؛ به‌طوری‌که شدت ارتباطات را به صورت امتیازدهی مورد بحث قرار می‌دهد و ساختار کلی یک مسئله‌ی تصمیم را شناسایی می‌کند [۱۴]. این مدل عوامل درگیر را به دو گروه علت و معلولی تقسیم می‌کند و رابطه‌ی میان آن‌ها را به صورت یک مدل ساختاری قابل درک ارائه می‌کند [۱۹].

روش فرایند تحلیل شبکه (ANP)[۷]: یکی از روش‌های پرکاربرد در تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره، فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) است [۲۰]. محدودیت‌های AHP موجب شد که ابداع‌کننده‌ی آن توماس ساعتی[۸] روش فرایند تحلیل شبکه‌ای را ارائه دهد. در روش ارائه شده ارتباط پیچیده بین عناصر تصمیم از حالت سلسله‌مراتبی به حالت شبکه‌ای تغییر شکل می‌دهد [۲۱].

پهنه‌بندی بر اساس روش مرتب‌سازی گزینه‌ها مبتنی بر پروفایل (SSP)[۹]

در سال‌های اخیر استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در ترکیب با GIS برای پهنه‌بندی و تحلیل‌های مکانی به‌طور فزاینده‌ای مورد تأکید قرار گرفته است. از این مدل‌ها می‌توان به مدل‌های تاپسیس، الکتره، پرومتی و تاکسونومی اشاره کرد. در این رابطه به این نکته باید توجه کرد که مدل‌های پیش‌گفته مبتنی بر رتبه‌بندی هستند و معمولاً بر اساس گزینه‌های موجود و به صورت نسبی رتبه‌بندی می‌شوند. مدل پیشنهادی که در این پژوهش ارائه شده است، مبتنی بر مرتب‌سازی گزینه‌ها است.

روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره برحسب نحوه‌ی استفاده برای رتبه‌بندی، خوشه‌بندی، مرتب‌سازی و انتخاب مورد استفاده قرار می‌گیرند. تمام این روش‌ها بر اساس مجموعه‌ای از معیارها اجرا می‌شوند. در روش‌های رتبه‌بندی هدف اولویت‌بندی گزینه‌های تحقیق است؛ بر همین اساس، گزینه‌ها از خوب تا بد رتبه‌بندی می‌شوند. روش‌هایی مانند تاپسیس، تاکسونومی، الکتره و پرومتی و غیره جزو روش‌های رتبه‌بندی محسوب می‌شوند. در این روش‌ها برحسب نحوه‌ی اجرا، گزینه‌ها مقایسه‌ی زوجی می‌شوند و گزینه‌ای که نسبت به سایر گزینه‌ها ارجحیت دارد، انتخاب می‌گردد. در روش‌هایی مانند تاپسیس، ابتدا مطلوب‌ترین و نامطلوب‌ترین شرایط برای هر معیار تعیین می‌شود. در مرحله‌ی بعد میزان فاصله از شرایط ایدئال و ضد ایدئال مشخص می‌شود. در نهایت گزینه‌ای که از شرایط ضد ایدئال فاصله‌ی بیشتری دارد و به شرایط ایدئال نزدیک‌تر است، رتبه‌ی بهتری کسب می‌کند. در روش‌های خوشه‌بندی، برای هر شاخص ابتدا تعداد طبقات و مرکز خوشه‌ها تعیین می‌شود، سپس فاصله‌ی هر گزینه تا مرکز خوشه‌ها محاسبه می‌شود. گزینه‌ای که کمترین فاصله را از مرکز خوشه (n) داشته باشد، به همان خوشه اختصاص می‌یابد. فرایند روش مرتب‌سازی که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است، بدین صورت است که ابتدا گروه‌ها و طبقات بر اساس ویژگی‌هایی که باید داشته باشند، تعریف می‌گردند. سپس بر اساس میزان شباهت و ویژگی‌های تعریف‌شده، هر گزینه ممکن است به طبقه‌ی خاصی اختصاص یابد. معمولاً این ویژگی‌ها بر اساس شرایط استاندارد و ایدئال تعریف می‌شود و ممکن است در گروه و یا طبقه‌ای خاص، هیچ گزینه‌ای قرار نگیرد. مزیت این روش در این است که نه گزینه‌ها با هم مقایسه می‌شوند و نه شرایط ایدئال بر اساس مقادیر گزینه‌ها تعریف می‌شود، بلکه هر گزینه با شرایط از قبل تعریف شده مقایسه می‌شود. در مدل پیشنهادی، طبقات از قبل تعریف شده‌اند و هر گزینه بر اساس میزان فاصله از هر پروفایل یا مرکز آن دسته‌بندی می‌شود (گاهی اوقات نیز ممکن است طبقه‌ی تعریف‌شده در هیچ گزینه‌ای قرار نگیرد). شرایط مطلوب و نامطلوب در قالب یک پروفایل تعریف می‌شوند که در هر گروه حد بالا و حد پایین آن می‌تواند به‌منزله‌ی مرجع قرار گیرد و اگر گزینه‌ای بر اساس آن شاخص در این دامنه قرار گرفت، به همان گروه اختصاص می‌یابد. در این روش داده‌های نرمال نشده را نیز می‌توان مورد استفاده قرار داد و نرمال‌سازی الزامی نیست. نرمال‌سازی برای هر شاخص را نیز می‌توان به صورت جداگانه تعریف کرد. در روش ارائه‌شده ضوابط را نیز می‌توان در نظر گرفت؛ برای مثال اگر در ارتفاع بالای ۱۸۰۰ متر ساخت و ساز ممنوع باشد، می‌توان در پروفایل تعریف‌شده ضابطه‌ی ارتفاع برای کلاس ارتفاعی بیش از ۱۸۰۰ متر را تعیین کرد. تعریف ارتفاع ۱۷۰۰ متر به کلاس «نسبتاً بد» و ارتفاع ۱۸۰۰ متر و یا بیشتر از آن به‌منزله‌ی کلاس «کاملاً بد»، مثالی از اعمال ضوابط در روش مرتب‌سازی است. تعداد طبقات و مقادیر پروفایل را می‌توان بر اساس مجموعه‌ای از ضوابط به کار برد. در سال‌های اخیر از روش‌های پهنه‌بندی برای تحلیل مکانی مباحث پدافند غیرعامل استفاده‌ی زیادی شده است. از آنجا که در روش‌های پهنه‌بندی، شرایط مطلوب نه بر اساس استاندارد بلکه بر اساس داده‌های جداول تصمیم تعیین می‌شود، به دلیل حساسیت موضوع، پیشنهاد می‌شود در این زمینه از روش *SSP* استفاده شود که در آن هم شرایط استاندارد در نظر گرفته می‌شود و هم مهار و نظارت بر روی مقادیر و یا شرایط مناسب وجود دارد. مراحل این مدل به شرح زیر است:

جدول ۲: ماتریس واحد حاصل از نظر کارشناسان

نام شاخص	فاصله از صنایع سنگین	فاصله از پایانه‌ها	فاصله از فرودگاه	فاصله از مراکز نظامی	دسترسی به مراکز امداد و نجات	فاصله از مراکز توزیع سوخت	دسترسی به مکان‌های امن	شبکه‌ی معابر	فاصله از پل‌ها
فاصله از صنایع سنگین	۰	۰/۰۳۰	۰/۰۳۱	۰/۰۷۰	۰/۰۶۹	۰/۰۴۱	۰/۰۴۳	۰/۰۵۶	۰/۰۴۹
فاصله از پایانه‌ها	۰/۰۷۹	۰	۰/۰۷۷	۰/۰۷۷	۰/۰۸۵	۰/۰۷۲	۰/۰۵۳	۰/۰۵۲	۰/۰۸۴
فاصله از فرودگاه	۰/۰۵۷	۰/۰۳۳	۰	۰/۰۶۷	۰/۰۶۵	۰/۰۷۲	۰/۰۳۵	۰/۰۳۱	۰/۰۶۳
فاصله از مراکز نظامی	۰/۰۴۴	۰/۰۲۹	۰/۰۲۷	۰	۰/۰۶۴	۰/۰۵۶	۰/۰۴۸	۰/۰۲۳	۰/۰۴۳
دسترسی به مراکز امداد و نجات	۰/۰۲۹	۰/۰۵۰	۰/۰۴۳	۰/۰۳۶	۰	۰/۰۶۱	۰/۰۲۳	۰/۰۴۸	۰/۰۱۰
فاصله از مراکز توزیع سوخت	۰/۰۱۸	۰/۰۳۰	۰/۰۳۰	۰/۰۷۳	۰/۰۶۱	۰	۰/۰۲۷	۰/۰۴۵	۰/۰۴۷
دسترسی به مکان‌های امن	۰/۰۸۱	۰/۰۳۹	۰/۰۳۳	۰/۰۷۰	۰/۰۷۰	۰/۰۵۲	۰	۰/۰۴۲	۰/۰۲۶
شبکه‌ی معابر	۰/۰۸۷	۰/۰۵۷	۰/۰۳۱	۰/۰۶۱	۰/۱۰۳	۰/۰۶۵	۰/۰۸۰	۰	۰/۰۷۳
فاصله از پل‌ها	۰/۰۲۹	۰/۰۵۴	۰/۰۶۸	۰/۰۴۹	۰/۰۶۳	۰/۰۷۴	۰/۰۳۸	۰	۰

جدول ۳: ماتریس نرمال‌شده

نام شاخص	فاصله از صنایع سنگین	فاصله از پارکینگ‌ها	فاصله از فرودگاه	فاصله از مراکز نظامی	دسترسی به مراکز امداد و نجات	فاصله از مراکز توزیع سوخت	دسترسی به مکان‌های امن	شبکه‌ی معابر	فاصله از پل‌ها
فاصله از صنایع سنگین	۰	۲/۲	۱/۴	۳	۳	۲	۲/۶	۲/۸	۲/۶
فاصله از پایانه‌ها	۲/۶	۰	۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۴	۱/۶۶	۲/۴
فاصله از فرودگاه	۲/۴	۱/۴	۰	۲/۲	۲	۲/۴	۱/۸	۱/۱۶	۲
فاصله از مراکز نظامی	۲/۲	۱/۶	۱/۲	۰	۲/۶	۲/۴	۳/۲	۱/۱۶	۲/۲
دسترسی به مراکز امداد و نجات	۱/۴	۲/۲	۱/۶	۱/۲	۰	۲/۴	۱/۲	۱/۸۳	۰/۴
فاصله از مراکز توزیع سوخت	۰/۶	۱/۲	۰/۸	۲	۱/۶	۰	۱/۲	۱/۵	۱/۴
دسترسی به مکان‌های امن	۲/۸	۱/۶	۱	۲	۲	۱/۶	۰	۱/۵	۰/۸
شبکه‌ی معابر	۲/۶	۲	۰/۸	۱/۶	۲/۶	۱/۸	۳	۰	۲
فاصله از پل‌ها	۰/۸	۱/۶	۱/۶	۱/۲	۱/۴	۱/۸	۱/۴	۰	۰

الف. بی‌مقیاس‌سازی: بی‌مقیاس‌سازی داده‌ها در واقع هم‌جنس کردن مقادیر گوناگون برای مقایسه‌ی یک موضوع است. اگر تمامی شاخص‌ها جنبه‌ی مثبت داشته باشند، مقدار را به ماکزیمم مقدار موجود در ستون jام، تقسیم می‌کنیم. یعنی:

رابطه‌ی ۱:
$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{Max\, x_{ij}}$$

برای شاخص‌های منفی نیز:

رابطه‌ی ۲:
$$n_{ij} = 1 - \frac{x_{ij}}{Max\, x_{ij}}$$

برای مدل‌های غیرخطی نیز با تعریف عبارات شرطی و بهره‌گیری از توابع عضویت مختلف به بی‌مقیاس‌سازی شاخص‌ها پرداخته می‌شود.

ب. تعیین وزن شاخص‌ها: برای تعیین درجه‌ی اهمیت هر شاخص در یک موضوع، وزن هر شاخص و میزان تأثیر آن باید مشخص شود. برای این کار از مدل‌های مختلفی می‌توان استفاده کرد و نتایج آن را به‌منزله‌ی ورودی مدل SSP در نظر گرفت.

ج. تعیین پروفایل: برای هر شاخص یک پروفایل از قبل تعریف‌شده تعیین می‌شود تا وضعیت هر شاخص را به گروه‌ها مشخص کند؛ برای مثال در این پژوهش هدف طبقه‌بندی منطقه در ۵ پهنه بوده است و پروفایل مطابق جدول ۱ تعریف شده است.

د. تهیه‌ی پروفایل موزون (وزن هر شاخص در پروفایل): برای به دست آوردن پروفایل موزون، پروفایل تصمیم‌گیری در وزن هر شاخص ضرب می‌شود و پروفایل موزون به دست می‌آید.

ه. محاسبه‌ی میزان فاصله‌ی هر شاخص از پروفایل: در این مورد از رابطه‌ی ۳ استفاده می‌شود.

رابطه‌ی ۳:
$$pw = \mathrm{p} * \mathrm{w}$$
$$(x+a)^n dpi = \sqrt{\sum_{c=i}^{n} (x_{cj} - p_{wj})2}$$

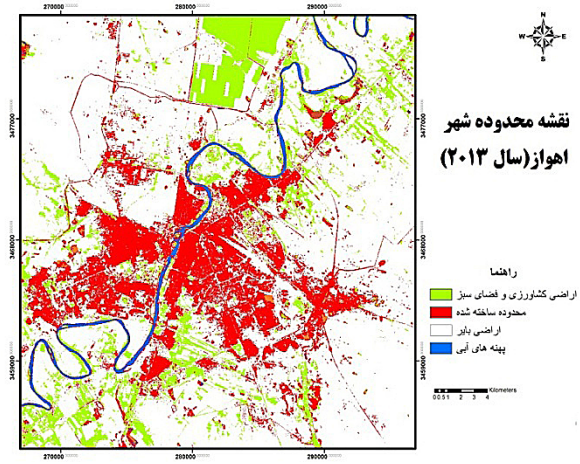
و. تعیین میزان شباهت هر dpi نسبت به پروفایل: در این رابطه کلاس هر سلول است.

رابطه‌ی ۴:
$$p_s = \min\{\mathrm{dpi}\} \forall p_i$$

در نهایت بر اساس مقادیر کل فضا در ۵ کلاس قرار می‌گیرد.

جدول ۴: رابطه‌ی علی و معلولی بین متغیرها

نام شاخص	فاصله از صنایع سنگین	فاصله از پایانه‌ها	فاصله از فرودگاه	فاصله از مراکز نظامی	دسترسی به مراکز امداد و نجات	فاصله از مراکز توزیع سوخت	دسترسی به مکان‌های امن	شبکه‌ی معابر	فاصله از پل‌ها
فاصله از صنایع سنگین	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
فاصله از پایانه‌ها	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱
فاصله از فرودگاه	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
فاصله از مراکز نظامی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
دسترسی به مراکز امداد و نجات	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
فاصله از مراکز توزیع سوخت	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
دسترسی به مکان‌های امن	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
شبکه‌ی معابر	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰
فاصله از پل‌ها	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰



تصویر ۲: نقشه‌ی محدوده‌ی شهر اهواز

در این تحقیق یک واسط کاربر[۱۰] برای عملیاتی کردن مدل ارائه‌شده طراحی شده و تمامی مراحل مدل SSP برای محدوده‌ی مورد مطالعه به صورت خودکار محاسبه خواهد شد.

محدوده‌ی مورد مطالعه

اهواز مرکز استان خوزستان و از جمله کلان‌شهرهای ایران است که در موقعیت جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه‌ی عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه‌ی طول شرقی، در بخش جلگه‌ای استان خوزستان و با ارتفاع ۱۸ متر از سطح دریا قرار دارد. این شهر بر اساس تقسیمات اداری شهرداری دارای ۸ منطقه است [۲۲]. با نگاهی به انواع کاربری‌های موجود در سطح شهر اهواز برخی از ویژگی‌های مهم که در حوزه‌ی پدافند غیرعامل شهری به‌ویژه در هنگام حملات نظامی تأثیرگذارند بررسی شد. بررسی‌های طرح جامع شهر حاکی از آن است که غیر از اراضی بایر و رهاشده، اراضی مسکونی، شبکه‌ی معابر، نظامی، صنعتی و فضای سبز در رده‌ی کاربری‌های شهری ارقام چشمگیری را در مساحت شهر تشکیل می‌دهند. در حال حاضر در شهر اهواز، ۳۵/۷ کیلومتر مربع کاربری مسکونی وجود دارد [۱۸]. این مساحت شامل اراضی‌ای است که به انواع الگوهای مسکن در شهر اهواز اختصاص یافته است. تصویر ۲ کاربری‌های عمده‌ی شهر اهواز را نشان می‌دهد.

تحلیل یافته‌ها

بعد از جمع‌آوری آرای خبرگان از طریق پرسشنامه، برای شناسایی روابط میان معیارها و ساختارسازی از روش دیماتل استفاده شده است. در این رابطه از کارشناسان خواسته شد تا بر اساس طیف ۵ مقیاسی زیر به مقایسه‌ی زوجی شاخص‌ها بپردازند.

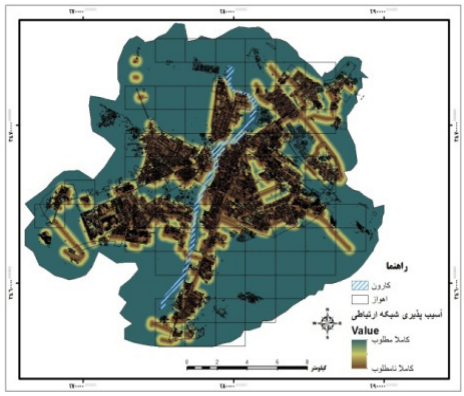
بدون تأثیر	تأثیر خیلی کم	تأثیر کم	تأثیر زیاد	تأثیر خیلی زیاد
۰	۱	۲	۳	۴

برای بررسی میزان شدت روابط ابتدا ماتریس ارتباط مستقیم M براساس نظر کارشناسان تشکیل شده است. برای یکپارچه‌سازی نظرهای کارشناسان از روش میانگین ساده‌ی نظرها استفاده شده است.

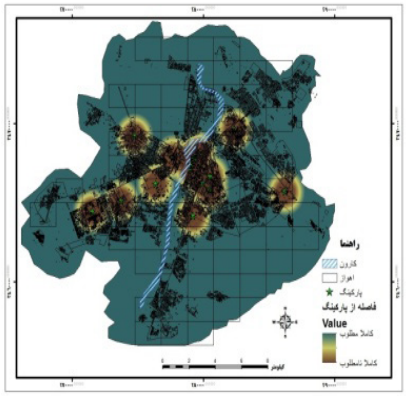
در گام دوم ماتریس ارتباط مستقیم M را با استفاده از رابطه‌ی (N = K*M) نرمال می‌کنیم که در این رابطه k چنین محاسبه می‌شود که ابتدا جمع تمامی سطرها و ستون‌ها محاسبه می‌شود و معکوس بزرگ‌ترین عدد سطر و ستون k را تشکیل می‌دهد. در مرحله‌ی بعد ماتریس T بر اساس رابطه‌ی ۵ به دست می‌آید (ماتریس I در این رابطه ماتریس واحد است).

رابطه‌ی ۵: $T = N \times (1 - N)^{-1}$

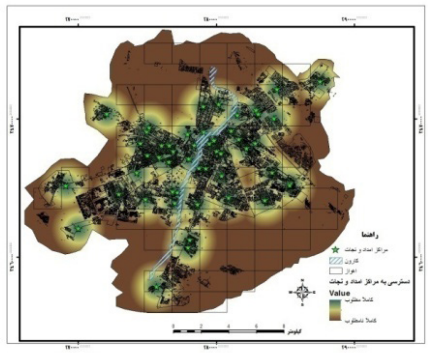
در گام پایانی این مطالعه، حد آستانه از طریق محاسبه‌ی میانگین عناصر ماتریس T تعیین شده است. از آنجا که ماتریس T اطلاعات مربوط به چگونگی اثرگذاری یک عامل بر عامل دیگر را فراهم می‌کند، تصمیم‌گیرنده باید یک مقدار یا حد آستانه‌ای برای



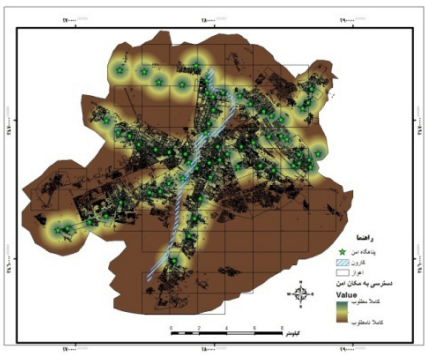
تصویر ۳: میزان آسیب‌پذیری ناشی از شبکه‌ی معابر



تصویر ۴: میزان آسیب‌پذیری ناشی از فاصله از پایانه



تصویر ۵: میزان آسیب‌پذیری ناشی از عدم دسترسی به مراکز امداد و نجات



تصویر ۶: میزان آسیب پذیری ناشی از عدم دسترسی به پناهگاه امن

فیلتر کردن برخی آثار جزئی (بسیار کم‌تأثیر) تعیین کند. نتیجه‌ی نهایی این مرحله با میانگین ۰/۷۵ برای حذف عناصر با شدت ارتباط کم اعمال شده است. نتایج به شرح جدول چهار است که در آن عدد صفر حاکی از عدم تأثیرگذاری عامل سطری بر عامل ستونی است؛ در مقابل عدد یک از تأثیرگذاری عامل سطری بر عامل ستونی حکایت می‌کند. نمودار علی[11] مطابق جدول ۴ ایجاد می‌گردد.

جدول ۵: وزن به دست آمده برای شاخص‌ها

نام شاخص	وزن
فاصله از صنایع سنگین	۰/۱۵۷
فاصله از پایانه‌ها	۰/۰۹۲
فاصله از فرودگاه	۰/۱۱
فاصله از مراکز نظامی	۰/۰۹۲
دسترسی به مراکز امداد و نجات	۰/۱۶
فاصله از مراکز توزیع سوخت	۰/۱۰۹
دسترسی به مکان‌های امن	۰/۰۷۹
شبکه‌ی معابر	۰/۰۹۶
فاصله از پل‌ها	۰/۱۰۶

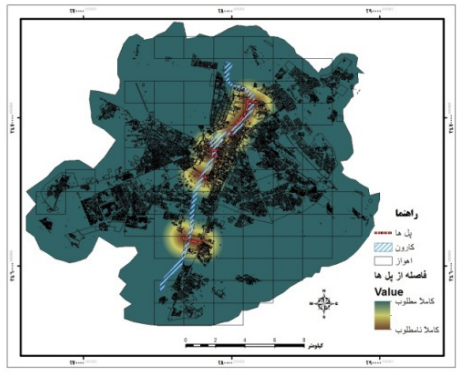
مراحل مربوط به این روش در نرم‌افزار MATLAB انجام شده است.

محاسبه‌ی وزن شاخص‌ها با روش ANP

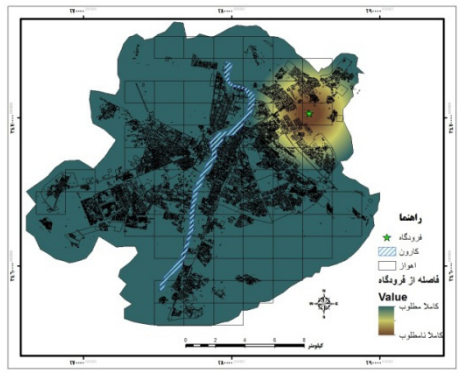
فرایند تحلیل شبکه‌ای هر موضوع و مسئله‌ای را به‌مثابه‌ی شبکه‌ای از معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها (همه‌ی این‌ها عناصر نامیده می‌شوند) که با یکدیگر در خوشه‌هایی[12] جمع شده‌اند در نظر می‌گیرد. تمامی عناصر در یک شبکه می‌توانند به هر شکل دارای ارتباط باشند. به عبارت دیگر در یک شبکه، بازخورد و ارتباط متقابل بین و میان خوشه‌ها امکان‌پذیر است؛ بنابراین ANP را می‌توان متشکل از دو قسمت دانست: سلسله‌مراتب پایشی[13] و ارتباط شبکه‌ای. سلسله‌مراتب پایشی ارتباط بین هدف، معیار و زیرمعیار را شامل می‌شود و بر ارتباط درونی شبکه تأثیرگذار است و ارتباط شبکه‌ای وابستگی میان عناصر و خوشه‌ها را شامل می‌شود [۱۷].

فرایند تحلیل شبکه‌ای را در چهارچوب مراحل زیر می‌توان خلاصه کرد:

الف. ساخت مدل و تبدیل مسئله به یک ساختار شبکه‌ای: موضوع یا مسئله باید به‌طور آشکار و روشن به صورت یک سیستم منطقی، مثل یک شبکه ترسیم شود. این ساختار شبکه‌ای را می‌توان از طریق طوفان مغزها و یا هر روش دیگری همچون گروه



تصویر ۷: میزان آسیب‌پذیری ناشی از مجاورت با پل‌ها



تصویر ۹: میزان آسیب‌پذیری ناشی از فرودگاه

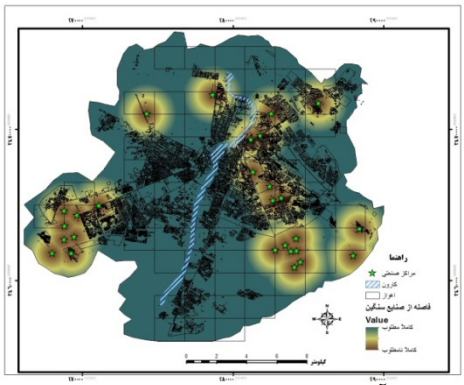
اسمی و یا روش دلفی به دست آورد (در این پژوهش از طریق روش دیماتل).

ب. تشکیل ماتریس مقایسه‌ی دودویی و تعیین بردارهای اولویت: تصمیم‌گیران باید عناصر و یا خود خوشه‌ها را دو به دو مقایسه کنند. علاوه بر این، وابستگی‌های متقابل بین عناصر یک خوشه نیز باید دو به دو مورد مقایسه قرار گیرند. تأثیر هر عنصر بر عنصر دیگر از طریق بردار ویژه قابل ارائه است.

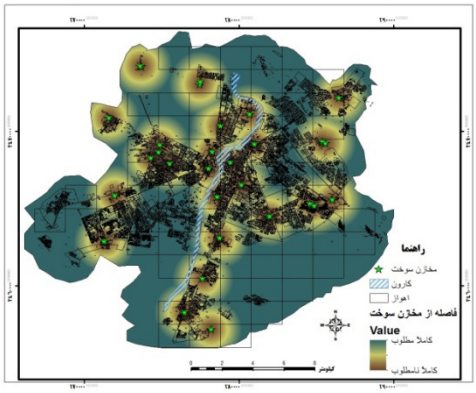
ج. تشکیل سوپرماتریس و تبدیل آن به سوپرماتریس حد: برای دست‌یابی به اولویت‌های کلی، در یک سیستم با تأثیرات متقابل، بردارهای اولویت داخلی (یعنی Wهای محاسبه‌شده) در ستون‌های مناسب یک ماتریس وارد می‌شود. در نتیجه یک سوپرماتریس (ماتریس تقسیم‌شده) که هر بخش از این ماتریس ارتباط بین دو خوشه در یک سیستم را نشان می‌دهد، به دست می‌آید. در مرحله‌ی بعد سوپرماتریس موزون از طریق ضرب سوپرماتریس ناموزون در ماتریس خوشه‌ای محاسبه می‌شود، سپس از طریق نرمالایز کردن ماتریس موزون، سوپرماتریس از نظر ستونی به حالت تصادفی تبدیل می‌شود.

در مرحله‌ی نهایی سوپرماتریس حد با به توان رساندن تمامی عناصر سوپرماتریس موزون تا زمانی که واگرایی حاصل شود (از طریق تکرار) یا به عبارت دیگر تا زمانی که تمامی عناصر سوپرماتریس همانند هم شوند محاسبه می‌شود.

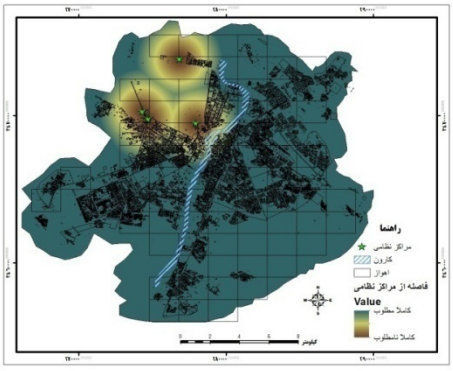
د. محاسبه‌ی وزن‌ها: به دلیل ساختار پیچیده‌ی روش ANP تمامی مراحل بالا در نرم‌افزار Super decision انجام شده است. نتایج حاصل‌شده به شرح زیر است:



۸: میزان آسیب‌پذیری ناشی از صنایع سنگین تصویر



تصویر ۱۰: میزان آسیب‌پذیری ناشی از مراکز ذخیره‌ی سوخت

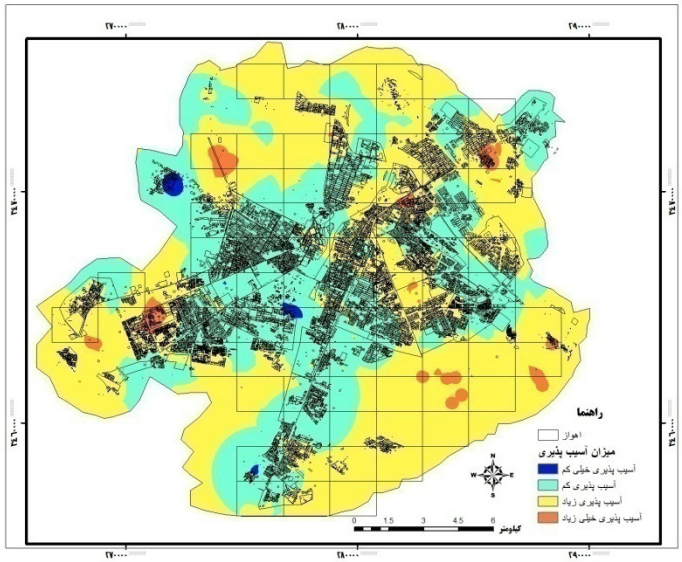


تصویر ۱۱: میزان آسیب‌پذیری ناشی از مراکز نظامی در محدوده‌ی شهر

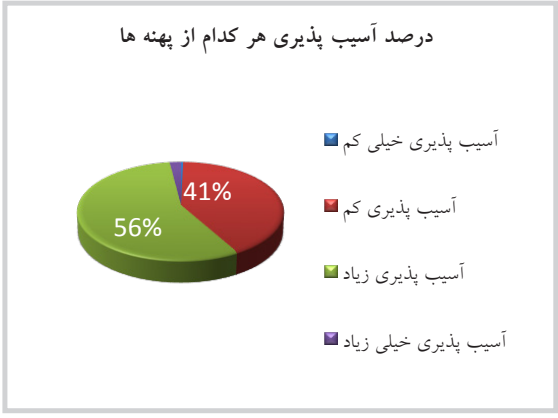
پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری شهر اهواز در مقابل حملات نظامی

برای مدل‌سازی فضایی و پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری شهر اهواز در مقابل حملات نظامی، داده‌های مورد نیاز برای هر شاخص از سطح منطقه جمع‌آوری و سپس به صورت رستری آماده‌سازی شدند. در ادامه ابتدا لایه‌های مورد نظر از طریق روش بی‌مقیاس‌سازی خطی نرمالایز شده‌اند. برای به‌کارگیری مدل نهایی آسیب‌پذیری، همه‌ی نقشه‌ها بر اساس درجه‌ی عضویت فازی به یک مجموعه تعلق گرفته‌اند. نتایج حاصل در تصاویر ۳ تا ۱۱ آمده است.

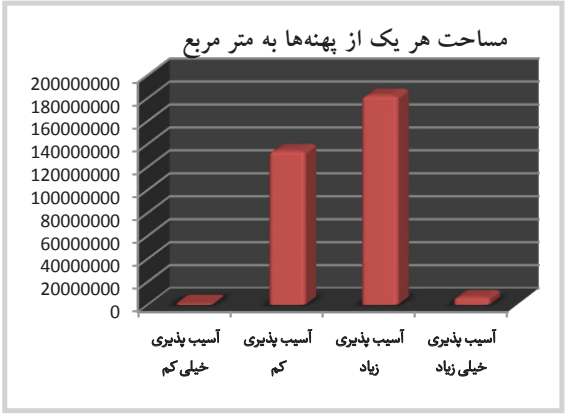
پس از تهیه‌ی نقشه‌های ورودی و وزن شاخص‌ها (حاصل از روش ANP)، از طریق پروفایل تعریف‌شده، وضعیت شاخص‌ها



تصویر ۱۲: پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری شهر اهواز در مقابل حملات نظامی (هوایی و موشکی)



تصویر ۱۳. درصد آسیب‌پذیری هر پهنه



تصویر ۱۴: درصد آسیب‌پذیری هر پهنه

در کلاس‌های از پیش تعیین شده مشخص شده است و با ضرب وزن‌های به دست آمده برای هر شاخص پروفایل موزون به دست آمده و میزان فاصله‌ی هر شاخص از پروفایل محاسبه گردیده است. در مرحله‌ی آخر بر اساس میزان شباهت ارزش‌های به دست آمده نسبت به پروفایل اصلی مقادیر کل فضا از نظر آسیب‌پذیری در ۵ کلاس قرار گرفته است. نتایج به شرح تصویر ۱۲ است.

آمارهای محاسبه شده از نقشه‌ی نهایی میزان آسیب‌پذیری را نشان می‌دهد. تنها یک درصد از مساحت شهر اهواز از آسیب‌پذیری خیلی کم در برابر حملات هوایی و موشکی برخوردار است؛ همچنین ۴۱ درصد مساحت شهر از آسیب‌پذیری کم و ۵۶ درصد از آسیب‌پذیری زیاد برخوردار است و ۲ درصد از مساحت شهر نیز در پهنه‌ی کاملاً آسیب‌پذیری قرار دارد. تصاویر ۱۳ و ۱۴ نیز میزان آسیب‌پذیری شهر اهواز را در مقابل حملات هوایی و موشکی نشان می‌دهد.

مجموعه‌ای از عوامل در شهر اهواز وجود دارد که سبب شده وضعیت این شهر از نظر میزان آسیب‌پذیری در برابر حملات هوایی و موشکی به صورت مطلوب و قابل قبول ارزیابی نشود؛ در این رابطه با مطالعه‌ی طرح جامع شهر اهواز (۱۳۸۹) و بررسی نتایج تحقیق مهم‌ترین عوامل به شرح زیر شناسایی شده‌اند:

فعالیت‌های نظامی ۲۳/۶۸ کیلومتر مربع از سطح ملاک عمل شهرداری را به خود اختصاص داده‌اند که به صورت دو پهنه‌ی بزرگ نظامی در شرق و شمال غرب شهر استقرار یافته‌اند [۱۸]. این در حالی است که وجود پادگان نظامی در محدوده‌ی شهر مغایر با اصول پدافند غیرعامل است. این عامل خود سبب شده است که سرانه‌ی کاربری نظامی شهر اهواز به میزان ۲۰/۵۶ متر مربع باشد و نسبت به استانداردهای موجود فاصله‌ی زیادی داشته باشد. پادگان لشگر ۹۲ زرهی اهواز در منطقه‌ی ۲ و پادگان واقع در منطقه‌ی ۷ از جمله این مراکز هستند. رودخانه‌ی کارون که در جهت شمال به جنوب از میانه‌ی شهر عبور می‌کند شهر را به دو قسمت شرقی . غربی تقسیم می‌کند و برای برقراری ارتباط بین هسته‌های مختلف شهر پل‌های متعددی احداث شده که خود در معرض حملات مستقیم‌اند؛ همچنین اراضی صنعتی که عمدتاً به صورت صنایع سنگین در شرق و جنوب غرب بافت شهر متمرکز شده‌اند، ۱۰/۵ کیلومتر مربع از مساحت شهر را شامل می‌شوند (منطقه‌ی ۸ در امتداد خیابان امام خمینی و خط راه آهن سراسری

عمده‌ترین محل تمرکز صنایع سنگین در شهر اهواز به حساب می‌آید).

عوامل ذکر شده در میزان آسیب‌پذیری شهر اهواز نقش عمده‌ای را ایفا می‌کنند و اغلب پهنه‌هایی که به‌منزله‌ی پهنه‌های کاملاً آسیب‌پذیر در این تحقیق شناسایی شده‌اند، با عوامل پیش‌گفته منطبق‌اند.

نتیجه‌گیری

پدافند غیرعامل به‌منزله‌ی بخشی از اقدامات دفاعی از اولویت‌های مهم امنیتی کشور است. با توجه به تهدیدات بالقوه که امنیت ملی، استقلال و تمامیت ارضی کشورمان را نشانه گرفته است، ضرورت دفاع کاملاً مشهود است. در این راستا اولین اقدام شناخت وضع موجود، نقاط قوت و ضعف شهرها، شریان‌های حیاتی، تأسیسات، صنایع و تمامی زیرساخت‌های حیاتی کشور است.

هدف از تدوین این مقاله، ارائه‌ی مدلی بهینه برای پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری شهر اهواز در مقابل حملات نظامی بوده است. در این مطالعه گزینش و روابط علی و معلولی شاخص‌ها با استفاده از روش دیماتل تهیه شده است. برای پهنه‌بندی محدوده‌ی مورد مطالعه نیز روشی با عنوان مرتب‌سازی گزینه‌ها مبتنی بر پروفایل (SSP) ارائه شد؛ برای عملیاتی کردن این مدل یک واسط کاربر در محیط نرم‌افزار ArcGis از طریق زبان برنامه‌نویسی پایتون طراحی شد و پس از تهیه‌ی نقشه‌های ورودی، پهنه‌بندی به صورت خودکار انجام گرفت. مهم‌ترین نتایج تحقیق به شرح ذیل است:

۱. مدل ارائه‌شده در این پژوهش برخلاف سایر مدل‌های تصمیم‌گیری که مبتنی بر رتبه‌بندی هستند و معمولاً بر اساس گزینه‌های موجود و به صورت نسبی رتبه‌بندی می‌شوند، از رهیافتی مبتنی بر مرتب‌سازی گزینه‌ها بهره می‌گیرد. در این مدل طبقات از قبل تعریف شده‌اند و هر گزینه بر اساس میزان فاصله از هر پروفایل یا مرکز آن دسته‌بندی می‌شود (گاهی اوقات نیز ممکن است طبقه‌ی تعریف شده در هیچ گزینه‌ای قرار نگیرد) و این خود از مزایای این مدل است.

۲. انطباق کاربری‌هایی از قبیل نظامی، صنعتی و مراکز در معرض حمله‌ی مستقیم با نتایج حاصل از مدل نشان‌دهنده‌ی دقت و واقع‌گرایی مطلوب مدل SSP است.

۳. نتایج پهنه‌بندی صورت گرفته در محدوده‌ی مورد مطالعه نشان داد که تنها یک درصد از مساحت شهر اهواز از آسیب‌پذیری خیلی کم در برابر حملات هوایی و موشکی برخوردار است، ۴۱ درصد مساحت شهر از آسیب‌پذیری کم، ۵۶ درصد از آسیب‌پذیری زیاد و ۲ درصد از مساحت شهر نیز در پهنه‌ی کاملاً آسیب‌پذیری قرار گرفته است.

پی‌نوشت

1. Geographic information system
2. Extension
3. Vulnerability
4. Passive defense
5. Multiple- Criteria- decision- making
6. Decision Making Trial And Evaluation
7. Analytical network process
8. Saaty
9. sorting of alternatives by similarity to profile
10. user interface
11. causal diagram
12. Cluster
13. Control hierarchy

منابع

۱. یزدان فام، محمود (۱۳۹۱). راهبرد دفاع ملی (درس‌هایی از جنگ تحمیلی). فصلنامه‌ی مطالعات راهبردی، سال ۱۵، شماره‌ی ۳، ۱۳۰-۱۴۲.

۲. عزیزی، محمد مهدی؛ برنافر، مهدی (۱۳۹۱). ارزیابی آسیب‌پذیری شهری ناشی از حملات هوایی. مجله‌ی علوم و فناوری‌های پدافند غیرعامل، سال سوم، شماره‌ی ۲، ۱۲۷-۱۳۷.

۳. شجاعیان، علی؛ امیدی‌پور، مرتضی (۱۳۹۲). طراحی، گسترش و مدیریت شبکه‌های گازرسانی استان خوزستان با استفاده از GIS و Web GIS. ماهنامه‌ی نفت، گاز، انرژی، سال چهارم، شماره‌ی ۱۷، تیر ۱۳۹۲.

۴. زرقانی، سیدهادی؛ اعظمی، هادی (۱۳۹۰). تحلیل ملاحظات نظامی ـ امنیتی در آمایش و مکان‌گزینی مراکز و استقرارگاه‌های نظامی با تأکید بر استان خراسان رضوی. *مجله‌ی مدرس علوم انسانی- برنامه‌ریزی و آمایش فضا*، دوره‌ی ۱۵، شماره‌ی ۲، ۱۱۲-۱۲۷.

۵. ترابی، کمال؛ مهدی‌نژاد، عبدالمجید (۱۳۹۱). بررسی آسیب‌پذیری بدنه‌ی شبکه‌ی ارتباطی شهرها در برابر حملات هوایی با استفاده از روش IHWP و GIS (منطقه‌ی ۶ تهران). *مجله‌ی علوم و فناوری‌های پدافند غیرعامل*، سال سوم، شماره‌ی ۴، ۲۹۵-۳۰۳.

۶. نورائی، همایون؛ رضایی، ناصر؛ عباس‌پور، رحیم علی (۱۳۹۰). ارزیابی و تحلیل مکانی کارآیی شبکه‌های ارتباطی محلی پس از زمین‌لرزه از منظر پدافند غیرعامل. *مجله‌ی علوم و فناوری‌های پدافند غیرعامل*، سال دوم، شماره‌ی ۳، ۱۵۱-۱۶۰.

۷. تقوایی، مسعود؛ جوزی خمسلویی، علی (۱۳۹۰). بررسی آسیب‌پذیری کاربری‌های شهری در مسیرهای راهپیمایی با رویکرد پدافند غیرعامل. *فصلنامه‌ی آمایش محیط*، شماره‌ی ۱۶، ۲ -۱۶.

۸. فرزام‌شاد، مصطفی (۱۳۸۹). طراحی محوطه‌ها در پدافند غیرعامل. *فصلنامه‌ی پدافند غیرعامل*. سال دوم، شماره‌ی ۱.

۹. هاشمی فشارکی، سید جواد؛ فراهانی، علامرضا (۱۳۸۶). نقش دفاع غیرعامل و مدیریت بحران در شهرسازی. *سومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت جامع بحران در حوادث غیرمترقبه*، تهران، شرکت کیفیت ترویج.

۱۰. نصیری، محمد رضا (۱۳۸۸). ارائه‌ی مدل مکان‌یابی مراکز حساس و حیاتی با توجه به اصول پدافند غیرعامل. پایان‌نامه‌ی مقطع کارشناسی ارشد، دانشگاه علم و صنعت، دانشکده صنایع، تهران.

11. Rustin, B.)1965(.From protest to politics: the future of civil Rightmovement commentary. *Journal of social justice, 29 (28):44-62.*

۱۲. *مجمع تشخیص مصلحت نظام؛ مجموعه مصوبات (سیاست‌های کلی)*. اداره‌ی کل ارتباطات دبیرخانه‌ی مجمع تشخیص مصلحت نظام، چاپ اول، تهران، ۱۳۸۸.

۱۳. پورمحمدی، محمدرضا (۱۳۸۹). *برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری*. تهران، انتشارات سمت.

۱۴. شیعه، اسماعیل (۱۳۸۵). *مقدمه‌ای بر مبانی برنامه‌ریزی شهری*. تهران، انتشارات دانشگاه علم و صنعت.

۱۵. سعیدنیا، احمد (۱۳۷۸). *کتاب سبز راهنمای شهرداری‌ها*. تهران، وزارت

کشور، مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهری، جلد دوم.
۱۶. زیاری، کرامت‌الله (۱۳۸۸). *برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری*. تهران، انتشارات دانشگاه تهران.
۱۷. مؤمنی، منصور؛ شریفی سلیم، علیرضا (۱۳۹۰). *مدل‌ها و نرم‌افزارهای تصمیم‌گیری چند شاخصه*. تهران، نشر علم و دانش.
۱۸. فرجی سبکبار، حسنعلی و همکاران (۱۳۹۲). ارزیابی مکان استقرار شعب بانک‌ها و مؤسسه‌های مالی و اعتباری منطقه‌ی ۶ شهر تهران با استفاده از روش دیماتل و فرایند تحلیل شبکه. *مجله‌ی پژوهش‌های جغرافیای انسانی*، دوره‌ی ۴۵، شماره‌ی ۳، ۷۷-۹۴.
۱۹. آقاابراهیمی، بابک؛ مالکوهی، احمد؛ صدرالهیجانی، محمد (۱۳۷۸). ارزیابی چالش‌های شرکت‌های ایرانی در پروژه‌های نفت و گاز با استفاده از تکنیک DEMATEL. *مجله‌ی شریف*. شماره‌ی ۴۵، ۱۲۱-۱۲۹.
20. SAATY, T. L. (1999). *Fundamentals of the Analytic Network Process Proceedings of ISAHP*. Kobe, Japan.
۲۱. زبردست، اسفندیار (۱۳۸۹). کاربرد فرایند تحلیل شبکه در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای. *نشریه‌ی هنرهای زیبا*، تهران، دانشکده‌ی هنرهای زیبا، شماره‌ی ۴۱.
۲۲. مهندسین مشاور عرصه (۱۳۸۹). *طرح راهبردی توسعه و عمران (جامع) شهر اهواز*. کارفرما سازمان مسکن و شهرسازی استان خوزستان، مرحله‌ی اول، جلد سوم.