پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دورهٔ ۴۶، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۹۳
ص. ۸۵۶-۸۴۳

تحلیل آسیب‌پذیری بافت شهری در برابر زلزله (منطقهٔ مورد مطالعه: منطقهٔ دو شهرداری تهران)

ابوالفضل مشکینی – استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه تربیت مدرس
صفر قائد رحمتی – استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه تربیت مدرس
رضا شعبان‌زاده نمینی* – دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تربیت مدرس

پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۰۴/ ۲۸ تأیید نهایی: ۱۳۹۲/۰۵/۱۳

چکیده

علی‌رغم توسعهٔ نظام‌های اجتماعی- اقتصادی و شهرنشینی، انسان‌ها به‌طور فزاینده از آثار زیان‌بار بلایای طبیعی رنج می‌برند. زلزله یکی از مهم‌ترین مخاطرات طبیعی است که به‌دلیل خرابی ساختمان‌ها و زیرساخت‌های شهری، خسارات فراوانی را به اموال و دارایی‌ها، در نواحی شهری و اطراف آن وارد می‌آورد. از این رو نواحی آسیب‌پذیر شهرها، از جمله مناطقی هستند که می‌توان با شناخت، پهنه‌بندی و سیاست‌گذاری درست، آثار منفی بلایا را در آن‌ها کاهش داد. این پژوهش در دو بخش توصیفی– تحلیلی صورت گرفته است. در بخش توصیفی، با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای - اسنادی، معیارهای متناسب با هدف تحقیق، انتخاب و سپس داده‌های توصیفی جمع‌آوری شدند. شاخص‌ها در سه بخش کالبدی، اجتماعی و محیطی قرار می‌گیرند و برای هریک از شاخص‌ها معیارهایی در نظر گرفته شده است. پس از بررسی، در مجموع، یازده معیار انتخاب شد. در بخش تحلیلی، مدل‌هایی که در پژوهش حاضر برای تعیین آسیب‌پذیری منطقه در برابر زلزله استفاده شده، مدل ANP و عملگر Fuzzy هستند. پس از به‌دست‌آوردن وزن هریک از معیارهای تعیین‌شده از طریق مدل ANP، از تکنیک Fuzzy برای تلفیق لایه‌های مورد نظر، استفاده شده است. نتایج، حاکی از آن است که بافت شهری منطقهٔ ۲ شهرداری تهران به‌میزان متوسط و رو به بالایی آسیب‌پذیر است و این میزان در مناطق شرقی و جنوبی، با توجه به نتایج حاصل از تکنیک فازی بیشتر است.

کلیدواژه‌ها: *آسیب‌پذیری، بافت، تحلیل، زلزله، شهر.*

* نویسندهٔ مسئول: ۰۹۱۱۹۷۶۲۴۰۲
Email: rezashbz@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

در عصر حاضر، با گسترش نظام‌های اجتماعی- اقتصادی، شهرنشینی و توسعهٔ تکنولوژی (شان‌شان‌ی و دیگران، ۲۰۱۱)، زلزله یکی از مهم‌ترین مخاطرات طبیعی به‌شمار می‌رود که با خرابی ساختمان‌ها و زیرساخت‌های شهری، خسارت‌های بسیاری را به اموال و دارایی‌ها در نواحی شهری و اطراف آن وارد می‌کند (مین‌زو و دیگران، ۲۰۱۰). زمین‌لرزه‌ها بیشترین تلفات را در مناطقی ایجاد می‌کنند که بیشترین تراکم ساختمان‌های آسیب‌پذیر را دارند. در بسیاری از موارد، آسیب‌پذیرترین ساختمان‌ها آن‌هایی هستند که با استقامت کم بنا شده‌اند (عباس‌نژاد و دیگران، ۱۳۸۷: ۲۷). این حادثه‌ها، افزون بر پیامدهای زیان‌بار مالی و تلفات جانی گسترده، عواقب روانی و پیامدهای روان‌شناختی عمیقی برجای می‌گذارد که گاهی تا سال‌ها بازماندگان این بلایای طبیعی را رنج می‌دهد (جوزف اس، ۱۹۹۷).

در قرن بیستم، رشد جمعیت، عاملی برای ساخت‌وساز سکونتگاه‌ها و شهرک‌ها در مناطق پرخطر بوده است (مارتینز و دیگران، ۲۰۱۲). تا سال ۲۰۵۰، انتظار می‌رود جمعیتی بالغ بر ۳ میلیارد نفر به جمعیت فعلی جهان افزوده شود. بیشترین افزایش جمعیت در کشورهای در حال توسعه اتفاق خواهد افتاد و پیش‌بینی می‌شود که در این کشورها، جمعیت شهرها و شهرک‌ها به دو برابر وضعیت فعلی افزایش یابد. تعداد زیادی از این جمعیت‌ها در کلان‌شهرها استقرار خواهند یافت و این امر چالش‌هایی جدی را برای توسعه‌یافتگی پیش‌روی کشورها قرار خواهد داد (کریمر و دیگران، ۲۰۰۳). رشد بسیاری از این کلان‌شهرها در نزدیکی یا بر روی گسل‌های فعال است. تراکم بالای جمعیت در چنین شهرهایی، به ایجاد ساختمان‌های بلند و پل‌ها و تأسیسات شهری در مجاورت یا کنار این گسل‌ها منجر شده است (هوواونگ، ۲۰۰۷). از طرفی استقرار نامناسب عناصر کالبدی و کاربری‌های ناسازگار، شبکهٔ ارتباطی ناکارآمد، ساختمان‌های فشرده و فرسوده، کمبود تأسیسات زیرساختی، توزیع نامناسب یا نبود فضاهای باز شهری نیز نقشی اساسی در میزان افزایش آسیب‌پذیری در هنگام زلزله دارند (احدنژاد، ۱۳۸۹). بنابراین به میزان آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، توجه جدی صورت می‌گیرد. از این رو، مطالعات مربوط به زمین‌لرزه در مناطق شهری، نه تنها برای کشورهای در حال توسعه، بلکه در کشورهای توسعه‌یافته نیز حائز اهمیت است (هوواونگ، ۲۰۰۷). نواحی آسیب‌پذیر شهرها مناطقی هستند که می‌توان با شناخت، پهنه‌بندی و سیاست‌گذاری درست در آن‌ها زمینهٔ کاهش آثار منفی ناشی از بلایا را فراهم آورد.

در طی ۹۰ سال اخیر، ۱۲۰،۰۰۰ نفر از هموطنانمان بر اثر بلایای طبیعی جان خود را از دست داده‌اند و در این بین، بیشترین تلفات انسانی (۷۶ درصد) ناشی از زلزله بوده است (پورمحمدی، ۱۳۸۷: ۱۱۸). در این میان، تهران از جمله شهرهایی است که از لحاظ موقعیت مکانی و محل استقرار، در نقطه‌ای آسیب‌پذیر واقع شده است (زنگی‌آبادی و دیگران، ۱۳۸۴: ۴). اهمیت این شهر زمانی نمایان می‌شود که بدانیم مساحت تقریبی آن ۷۰۰ کیلومتر است و هم از نظر جمعیتی و اقتصادی و هم از نظر مرکزیت سیاسی و اداری، پایتخت ایران به شمار می‌رود (کرمی، ۱۳۸۰: ۵). تهران به عنوان یک ابرشهر و پایتخت کشور، در طول چند دههٔ اخیر رشد بی‌رویه و فزاینده‌ای داشته و این امر به ایجاد بافت‌های غیرهمگن و غیراستاندارد در سطح شهر منجر شده است (هدایت‌نیا، ۱۳۸۶: ۳). ساخت‌وساز در حریم گسل‌ها و مناطق مستعد، ناپایداری‌های زمین‌شناختی، طراحی و اجرای ساختمان‌ها و تأسیسات حیاتی نامناسب، وجود بافت‌های آسیب‌پذیر فرسوده و پراکنده در سطح شهر و بسیاری موارد دیگر، همگی نشان می‌دهد که در صورت وقوع زلزله‌ای شدید در تهران، تلفات و صدمه‌های بعضاً جبران‌ناپذیری به این شهر و در نگاهی جامع به کل کشور وارد می شود (رضایی، ۱۳۸۹). علی‌رغم افزایش ساخت‌وساز در همهٔ مناطق شهر تهران، برخی مناطق از جمله منطقهٔ ۲، به‌دلیل قیمت بالای زمین، به‌سرعت رشد و توسعه یافته و تراکم بالایی یافته است. منطقهٔ ۲ شهرداری تهران جمعیتی بالغ بر ۴۹۶،۳۲۱ نفر دارد. این منطقه،

Archive of SID

www.SID.ir

از شمال به رشته‌کوه‌های البرز محدود می‌شود. قسمت اعظم آن در اثر رشد سریع ساخت‌وساز در دو دهۀ اخیر به‌سرعت شکل گرفته است و این رشد همچنان ادامه دارد. از طرف دیگر، با توجه به وجود گسل‌های فراوان در نزدیکی و داخل این محدوده، آسیب‌پذیری این منطقه در برابر بلایای طبیعی بیشتر می‌شود. از این رو لازم است ضمن شناسایی بافت‌های آسیب‌پذیر، راه‌حل‌هایی جدی برای کاهش آسیب‌پذیری بافت‌های شهری در برابر زلزله در نظر گرفته شود. بنابراین، توجه به این منطقه به عنوان یکی از مناطق آسیب‌پذیر تهران ضرورت دارد. این پژوهش نیز به دنبال پاسخگویی به این سؤال است که آسیب‌پذیری بافت شهری منطقۀ ۲ شهرداری تهران در برابر زلزله چگونه است؟

مبانی نظری

زلزله پدیده‌ای است که در آن، در مدت اندک، انرژی زیادی در زمین آزاد می‌شود و حرکات شدید زمین‌ساختی را دربردارد. در نتیجه ممکن است سبب تغییرات ارتفاعی در پوستۀ زمین، روانگرایی، گسیختگی، شکاف و جابه‌جایی افقی در زمین شود. مهم‌تر از همه اینکه در مناطق شهری، تخریب و ریزش ساختمان‌ها و انسداد شریان‌های اصلی و فرعی موجود در منطقۀ سانحه‌دیده در اثر آوار ساختمانی و حتی بروز آتش‌سوزی، از پیامدهای بارز زلزله است. از دیدگاه برنامه‌ریزی شهری، زلزله، انهدام زندگی کسانی است که به جرم فقر، محکوم به ساختن شهرهای بدون برنامه و مسکن ارزان‌قیمت و نامقاوم هستند (نوروزی، ۱۳۹۰: ۱۸). در دهه‌های اخیر، آسیب‌پذیری کلان‌شهرها از بلایای طبیعی به‌شکل خاصی جلب توجه می‌کند (کراس، ۲۰۰۱). آسیب‌پذیری، ویژگی خاص درونی و پویا در هر نظام است که معمولاً در یک مخاطره مشاهده می‌شود. آسیب‌پذیری به پتانسیل از دست دادن، ارتباط با شدت حادثه و متغیر مرکزی پیش‌بینی، در معادلۀ خطر اشاره دارد (آرماس، ۲۰۱۲). در این میان، ارزیابی مناطق آسیب‌پذیر زلزله، مفهومی پایه‌ای در این تحقیقات و نامی بنیادی در برنامه‌ریزی، پیش‌گیری و کاهش خسارت‌هاست (یی پنگ، ۲۰۱۲). از فناوری‌های مورد استفاده در زمینۀ نمایش میزان آسیب‌پذیری مناطق مختلف، بهره‌گیری از توانایی‌های نظام اطلاعات جغرافیایی است. نظام اطلاعات جغرافیایی (GIS) به عنوان ابزاری قدرتمند در تعدادی از رشته‌های کاربردی شناخته شده است. این نظام، ظرفیت‌های تحلیل فضایی، مدیریت پایگاه داده‌ها و نمایش گرافیکی را تلفیق می‌کند و در عین حال، سطوح مختلف تحلیل نیازها و اهداف خاص را امکان‌پذیر می‌سازد (گاک‌سان، ۲۰۱۲).

دربارۀ آسیب‌پذیری، دیدگاه‌های مختلفی مطرح شده است، اما در این پژوهش، با توجه به موضوع، دیدگاه فیزیکی انتخاب شده است. با توجه به دیدگاه فیزیکی، آسیب‌پذیری از طریق تخریب محیطی ایجاد می‌شود که ممکن است سکونتگاه‌های شهری در آن استقرار یافته باشند. تخریب فیزیکی محیط، فرایندی است که ممکن است غیرمتجانس در نظر گرفته شود، اما به‌طور مشخص در ارتباط با سکونتگاه‌ها، انواع مخاطرات و به‌طور کلی ناتوانی در نگرش به محیط زیست، عاملی تعیین‌کننده در فرم شهری است (لوپز، ۲۰۰۷). از این رو دیدگاه زیستی – فیزیکی به‌عنوان دیدگاه مناسب و غالب در این پژوهش در نظر گرفته می‌شود. یکی از نقاط قوت این دیدگاه، تولید نقشه‌های آسیب‌پذیری و برآوردهای عددی آسیب‌پذیری است که از طریق آن‌ها می‌توان به کنترل توسعۀ نواحی آسیب‌پذیر، پیش‌بینی شروع یک حادثۀ زیان‌بار و شناسایی آسیب‌پذیری‌های آتی پرداخت و عوامل تعدیل‌کنندۀ شروع وضعیت‌های خطرناک را شناسایی کرد. در واقع، فهم و درک فرایندهای فیزیکی در معرض خطر، برای سیاست پیشگیری و انطباق، ضروری است. مزیت دیگر این دیدگاه، اهمیت ویژه‌ای است که به وقایع نادر، ولی پرخطر می‌دهد و نیز تمرکزی که بر مشخص کردن آسیب‌پذیری‌های خطرمحور دارد. این دیدگاه، همیشه عمل‌گرا بوده و به انتخاب دانش موجود برای پیشگیری و کاهش آثار بحران گرایش داشته است؛ همچنین در فراهم ساختن چارچوبی برای پیشگیری و کاهش آثار عملی خطر، قابل دفاع است (قدیری، ۱۳۸۷: ۶۳).

Archive of SID

www.SID.ir

روش پژوهش

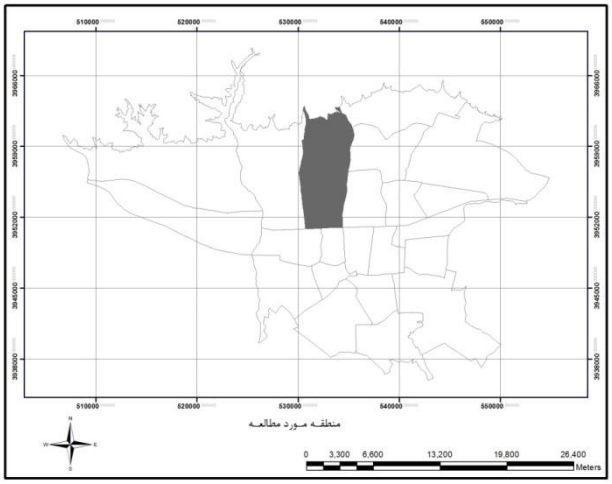
این پژوهش در دو بخش توصیفی– تحلیلی صورت گرفته است؛ در بخش توصیفی، با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای– اسنادی، معیارهای متناسب با هدف تحقیق، انتخاب و سپس داده‌های توصیفی، جمع‌آوری شده است. در بخش تحلیلی، مدلی که برای تعیین آسیب‌پذیری منطقه در برابر زلزله استفاده شده، مدل ANP و عملگر Fuzzy است. یکی از روش‌های پرکاربرد در تصمیم‌گیری چندمعیاره، فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) است. مدل فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP)، ارتباط‌هایی پیچیده، میان عناصر تصمیم را از طریق جایگزینی ساختار سلسله‌مراتبی با ساختار شبکه‌ای در نظر می‌گیرد (زبردست، ۱۳۸۹: ۷۹). در این پژوهش، پس از شناسایی و تشخیص معیارهای مؤثر و با توجه به نتایج مطالعات پیشین، معیارها تعریف شد و برای تعیین امتیاز هریک از معیارهای پژوهش، پرسش‌نامه‌هایی طراحی شدند. پس از دریافت نظرهای کارشناسان (۳۰ کارشناس)، جدول‌های مربوط ثبت شد. در نهایت، برای تعیین ارزش و اهمیت معیارها از طریق روشANP وزن نهایی معیارها را محاسبه کردیم. پس از به‌دست آوردن وزن هریک از معیارهای تعیین‌شده از طریق مدل ANP، از تکنیک تلفیقی عملگرهای Fuzzy که از مهم‌ترین و معتبرترین آن‌ها به شمار می‌آید، برای ترکیب لایه‌های مورد نظر و تحلیل فضایی GIS، استفاده شده و در نهایت، پهنه‌های آسیب‌پذیر در محدودهٔ مورد مطالعه، ارائه شده است.

منطقهٔ مورد مطالعه

شهر تهران پرجمعیت‌ترین شهر کشور است که در سال ۱۳۸۵، حدود ۲۷ درصد از جمعیت شهری کشور را به تنهایی به خود اختصاص داده بود. افزایش جمعیت در تهران، بین دههٔ ۱۳۷۵– ۱۳۸۵، ۸/۳ درصد بوده، اما این افزایش، در مناطق ۲۲گانهٔ شهری یکسان نبوده است. منطقهٔ ۲ به وسعت ۶۴ کیلومتر مربع و با جمعیتی بالغ بر ۴۹۶،۳۲۱ نفر (در سال ۱۳۸۵) در شمال غربی تهران بزرگ واقع شده است. محدودهٔ منطقه از شمال دامنهٔ رشته‌کوه‌های البرز، حد فاصل رودخانهٔ درکه و ناحیهٔ فرحزاد گسترش یافته است. این منطقه از شرق به بزرگراه شهید چمران و از غرب به بزرگراه‌های اشرفی اصفهانی و محمدعلی جناح محدود می‌شود. جنوب منطقه نیز به خیابان آزادی، حد فاصل میدان آزادی و توحید، محدود شده است. توسعهٔ شبکه‌های بزرگراهی، موقعیت ایستگاه‌های مترو و خیابان‌های شریانی، دسترسی اهالی شهر و منطقه را به بخش‌های شمالی غربی– جنوبی و نواحی مرکزی تهران بزرگ آسان‌تر کرده و موقعیت ممتازی به منطقه داده است. استقرار قسمت شمالی منطقهٔ ۲ در کنار کوه‌های البرز، هرچند آن را کمتر از مناطق ۴ و ۵، حاشیه‌ای معرفی می‌کند، اما وجود زمین‌های بایر در حاشیهٔ منطقه و تفکیک آن‌ها و واگذاری زمین‌های تقسیم‌شده به اشخاص حقیقی و حقوقی طی سال‌های اخیر، به‌ویژه در سال‌های پس از انقلاب، سبب افزایش شدید جمعیت در این منطقه شده است. وجود بزرگراه‌های متعدد در اطراف و داخل این منطقه، آن را به محل عبور ساکنان مناطق اطراف تبدیل کرده و از این نظر مشکلات بسیاری از جمله تراکم جمعیت و ترافیک شدید حمل بار و مسافر به بار آورده است. همچنین این منطقه، جز در قسمت‌های جنوبی، در سایر قسمت‌ها از نظر سکونت سابقهٔ چندانی ندارد و رشد و گسترش اصلی این منطقه، در سال‌های پس از انقلاب صورت گرفته است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱. منطقهٔ مورد مطالعه – مأخذ: نگارندگان

ایجاد چارچوب مدل تصمیم‌گیری

در گام نخست، موضوع مورد نظر و معیارهای تأثیرگذار بر آن، به طور کامل و دقیق مشخص می‌شوند. در صورت وجود معیارهای فراوان، می‌توان معیارها را گروه‌بندی کرد. در مدل فرایند تحلیل شبکه‌ای، امکان وجود ارتباط میان اعضای گروهی از معیارها یا میان‌گروه‌ها وجود دارد. بنابراین در این مرحله، تمام روابط میان معیارها و گروه‌ها باید مشخص شود.

هدف از این تحقیق، تحلیل شاخص‌های آسیب‌پذیری بافت شهری در برابر خطر زلزله است. بنابراین در این پژوهش، تعیین و دسته‌بندی شاخص‌ها و معیارهای مورد نیاز و برقراری ارتباط میان آن‌ها ضروری است. از این رو نیازمند شبکه‌ای هستیم که بتواند تمامی این معیارها و تعامل بین آن‌ها را در نظر بگیرد. معیارهای زیادی در بحث آسیب‌پذیری بافت شهری مطرح‌اند، اما به دلایل مختلف و از همه مهم‌تر کمبود اطلاعات لازم، مدل‌سازی تمام آن‌ها میسر نیست؛ از این رو معیارهای انتخاب‌شده در این پژوهش را در قالب شبکه‌ای مرکب از خوشه‌ها و عناصر آن‌ها سازماندهی کرده‌ایم (فرجی سبکبار، ۱۳۸۹: ۱۳۷).

معیارها در سه خوشه، شامل محیطی، کالبدی و اجتماعی در نظر گرفته شده‌اند. در هر خوشه، مجموعه‌ای از شاخص‌ها و معیارها قرار دارند که به عنوان گره‌های شبکه شناخته می‌شوند. معیارها علاوه بر اینکه در هر گره با یکدیگر رابطه دارند، با گره‌های درون سایر خوشه‌ها نیز ممکن است ارتباط داشته باشند.

نمودار ۱. ساختار شبکه‌ای مدل

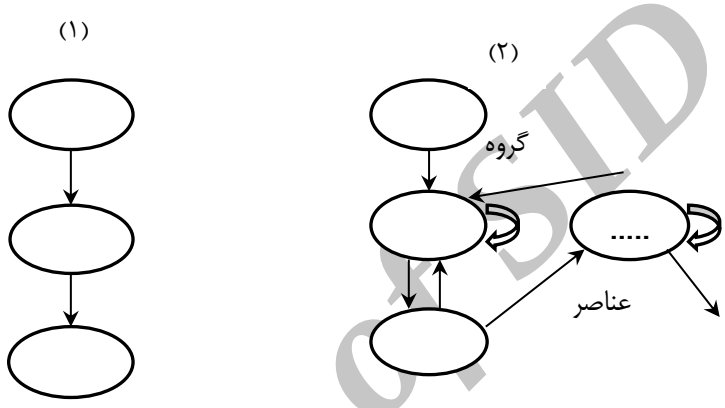
مأخذ: یافته‌های تحقیق

Archive of SID

www.SID.ir

مراحل فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP)

فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP)، مدلی پیشرفته برای ساخت و تحلیل است. این مدل، قابلیت محاسبهٔ سازگاری قضاوت‌ها و انعطاف‌پذیری در سطوح معیارهای قضاوت را دارد. مدل فرایند تحلیل شبکه‌ای، در واقع، مدل تعمیم‌یافتهٔ روش برنامه‌ریزی سلسله‌مراتبی (AHP) است که فرض موجود در روش برنامه‌ریزی سلسله‌مراتبی، یعنی نبود رابطه بین سطوح مختلف تصمیم‌گیری در آن دیده نمی‌شود. ساختار اطلاعات در مدل ANP، به‌صورت یک خط مستقیم، از بالا تا پایین رده‌بندی نیست؛ بلکه بیشتر شبیه به یک شبکه است که چرخهٔ دسته‌بندی‌های عناصر را به هم مربوط می‌کند. مدل فرایند تحلیل شبکه‌ای، توسط توماس ساعتی، برای رفع این مشکل به‌وجود آمده است. روش ANP، مشکل مدل AHP را با جایگزین کردن چارچوب شبکه‌ای، به جای چارچوب سلسله‌مراتبی برطرف کرده است.



نمودار ۲. تفاوت ساختار میان چارچوب سلسله‌مراتبی (۱) و شبکه‌ای (۲)
مأخذ: رسول‌نژاد، ۱۳۸۸: ۲۶

به همین دلیل، ANP در سال‌های اخیر به عنوان مدلی کامل در حل مسائل تصمیم‌گیری مانند رتبه‌بندی، استفاده شده است (همان: ۲۶). مدل فرایند تحلیل شبکه‌ای در چهار گام به شرح زیر انجام می‌پذیرد:

الف) ایجاد چارچوب مدل تصمیم‌گیری

در گام نخست، موضوع و معیارهای تأثیرگذار بر آن، به طور کامل و دقیق مشخص می‌شوند. در صورت وجود معیارهای فراوان، گروه‌بندی معیارها ضرورت دارد. در مدل فرایند تحلیل شبکه‌ای، امکان ارتباط میان اعضای یک گروه از معیارها یا میان گروه‌ها وجود دارد؛ بنابراین در این مرحله، تمام روابط میان معیارها و گروه‌ها باید مشخص شود.

ب) ایجاد ماتریس مقایسات زوجی

در مدل تحلیل شبکه‌ای همانند AHP، ماتریس مقایسات زوجی، ایجاد و حل می‌شود. اعداد موجود در مقیاس، همانند مدل AHP از جدول قضاوت توماس ساعتی از بین اعداد ۱ تا ۹ انتخاب می‌شوند؛ به‌طوری که امتیاز ۱، نشان‌دهندهٔ اهمیت یکسان میان دو عنصر و امتیاز ۹، نشان‌دهندهٔ ارجحیت کامل یک عنصر، نسبت به عنصر دیگر است. هنگامی که این ماتریس برای کل شبکهٔ موجود در مدل ANP حل شود، وزن‌های عناصر از طریق مختلفی مانند روش حداقل مربعات، روش حداقل مربعات لگاریتمی، روش بردار ویژه و روش‌های تقریبی نرمال‌سازی مجموع ستونی استفاده می‌شود. بدین صورت که ابتدا عناصر موجود در هر ستون را با یکدیگر جمع می‌کنیم؛ با تقسیم این اعداد بر پارامتر موجود در هر ستون به مقدار جمع پارامترهای همان ستون، مقدار نرمال هر پارامتر به‌دست می‌آید و در نهایت، با میانگین‌گیری بین مقدار نرمال هر سطر، وزن نسبی هر عنصر را به‌دست می‌آوریم.

Archive of SID
www.SID.ir

پ) محاسبهٔ سوپرماتریس

مفهوم سوپرماتریس شبیه به فرایند زنجیرهٔ مارکوف است. برای به‌دست آوردن ارزش‌های نسبی کل در یک نظام، با وجود تأثیرهای متقابل بین عناصر و گروه‌ها، ارزش‌های نسبی جزئی درون ماتریس به نام سوپرماتریس قرار می‌گیرد. در واقع، این ماتریس، یک ماتریس چندبخشی است که هر بخش آن، روابط میان مقدار عناصر در نظام را نشان می‌دهد. فرض کنید گروه‌های یک مدل شبکه‌ای به‌صورت C_k , K= ۱, ۲, ...n و هر گروه k دارای m_k عنصر باشد و به‌صورت $e_{k_۲}, e_{k_۲} \cdots, e_{kmk}$ نشان داده شود. ارزش‌های نسبی جزئی که از ماتریس‌های مقایسات زوجی حاصل می‌شود، در مکان‌های مناسب سوپرماتریس براساس تأثیر یک عنصر بر عنصر دیگر یا روابط درون گروه‌ها قرار می‌گیرد.

یک سوپرماتریس استاندارد به شکل زیر است:

$$W = \begin{array}{c} \\ C_۱ \\ \vdots \\ C_k \\ \vdots \\ C_n \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccccccccc} C_۱ & & & & C_k & & & & C_n & & & \\ e_{۱۱} & e_{۱۲} & \cdots & e_{۱m۱} & e_{k۱} & e_{k۲} & \cdots & e_{k\ mk} & e_{n۱} & e_{n۲} & \cdots & e_{n\ mn} \end{array} \\ \begin{array}{c} e_{۱۱} \\ e_{۱۲} \\ \vdots \\ e_{۱m۱} \\ \vdots \\ e_{k۱} \\ e_{k۲} \\ \vdots \\ e_{t\ mk} \\ \vdots \\ e_{n۱} \\ e_{n۲} \\ \vdots \\ e_{n\ mn} \end{array} \begin{bmatrix} W_{۱۱} & \cdots & W_{۱k} & \cdots & W_{۱n} \\ \vdots & & \vdots & \vdots & \vdots \\ W_{k۱} & \cdots & W_{kk} & \cdots & W_{kn} \\ \vdots & & & & \vdots \\ W_{n۱} & \cdots & W_{nk} & \cdots & W_{nn} \end{bmatrix} \end{array}$$

ت) رتبه‌بندی گزینه‌ها

وزن‌های به‌دست‌آمدهٔ موجود در سوپرماتریس محدود شده، وزن گزینه‌ها و معیارهای مدل را نشان می‌دهد. البته رتبه‌بندی نهایی، براساس حالت‌های زیر انجام می‌شود:

۱. اگر سوپرماتریس‌ها برای کل شبکه طراحی شوند، وزن گزینه‌ها در سوپرماتریس محدود می‌شود و مبنای رتبه‌بندی قرار می‌گیرد.

۲. اگر سوپرماتریس‌ها برای قسمتی از مدل طراحی شوند، باید بخش غیرشبکه‌ای نیز وارد شود. این شرایط بیشتر در مدل‌های شبکه‌ای – ساختاری اهمیت می‌یابد (همان:۳۰).

مدل منطق فازی (Fuzzy Logic Model)

در مجموعه‌های کلاسیک، همهٔ اعضای یک مجموعه، متعلق به آن مجموعه‌اند، ولی هریک از اعضای مجموعه‌های فازی با یک درجهٔ خاص عضویت، به آن مجموعه تعلق دارند. این درجه، همواره عددی بین صفر و یک است. در واقع، منطق فازی به هر عضو، مقدار عضویتی بین صفر و یک می‌دهد. پارامترهای موجود در مسئله‌های مکانی تا حدود زیادی ماهیت فازی دارند؛ برای مثال، فاکتورهای مربوط به فاصلهٔ مناسب از برخی عوارض موجود، مجموعه‌های فازی هستند و هر پیکسل با توجه به فاصله‌اش از عارضه، درجهٔ عضویت متفاوتی در این مجموعه دارد. معیار عضویت پیکسل‌ها در مجموعهٔ مطلوب، میزان مناسب یا نامناسب بودن آن‌هاست و بین ۰ تا ۱ تعیین می‌شود. این مقادیر، با استفاده از دانش افراد خبره تعیین می‌شود. اگر تمام پارامترهای مسئله به‌صورت مجموعه‌های فازی با مقادیر عضویت صحیح تعریف

Archive of SID

www.SID.ir

شوند، می‌توان برای تلفیق پارامترها از اپراتورهای مناسب فازی استفاده کرد. نوع اپراتور نیز به نحوهٔ تأثیرپذیری فاکتورهای مختلف از یکدیگر و یا اثر نهایی اپراتور روی مجموعهٔ پارامترها بستگی دارد. اثر برخی عملگرهای فازی، افزایشی و برخی کاهشی است؛ یعنی درجهٔ عضویت نهایی هر پیکسل را بسیار کاهش یا افزایش می‌دهد.

عملگرهای فازی، شامل اشتراک فازی (Fuzzy AND)، اجتماع فازی (Fuzzy OR)، ضرب فازی (Fuzzy Algebraic Sum)، جمع فازی (Fuzzy Algebraic product) و عملگر فازی گاما (Fuzzy Operation Gamma) برای تلفیق مجموعهٔ فاکتورها استفاده می‌شوند که در اینجا فقط به بیان روابط میان آن‌ها اکتفا می‌کنیم.

مقدار $\alpha_A(x)$ نشان‌دهندهٔ وزن یا مقدار عضویت پیکسل در مجموعهٔ فازی مورد نظر است. در نهایت با اعمال عملگرهای فازی، واحدهای پیکسلی نقشهٔ خروجی حاوی درجهٔ عضویت خواهند بود.

- **عملگر اشتراک فازی (Fuzzy AND)**

این عملگر به‌صورت رابطهٔ زیر تعریف می‌شود:

$$\alpha_{A\cap B}(x) = MIN(\alpha_A(x), \alpha_B(x))$$

اشتراک فازی در یک موقعیت مشخص، حداقل درجهٔ عضویت واحدهای پیکسلی را استخراج و در نقشهٔ نهایی منظور می‌کند. در مواقعی که باید دو یا چند فاکتور با هم برای اثبات یک فرضیه وجود داشته باشند، عملگر اشتراک فازی مناسب است.

- **عملگر اجتماع فازی (Fuzzy OR)**

این عملگر به‌صورت رابطهٔ زیر تعریف می‌شود:

$$\alpha_{A\cup B}(x) = MAX(\alpha_A(x), \alpha_B(x))$$

عملگر اجتماع فازی در یک موقعیت مشخص موجود در فاکتورهای مختلف، حداکثر درجهٔ عضویت واحدهای پیکسلی را استخراج و در نقشهٔ نهایی منظور می‌کند. در جاهایی که شاخص‌های مکان‌یابی کمیاب هستند و وجود فاکتورهای مثبت برای اظهار مطلوبیت کافی است، این عملگر به‌کار می‌رود.

- **عملگر ضرب فازی (Fuzzy Algebraic Sum)**

این عملگر به‌صورت رابطهٔ زیر تعریف می‌شود:

$$\alpha_{product}(x) = \prod_{i=1}^{n} \alpha_i(x)$$

با استفاده از این عملگر، مقادیر عضویت فازی در نقشهٔ خروجی کوچک می‌شوند و به سمت صفر میل می‌کنند. بر خلاف عملگرهای فازی اشتراک و اجتماع، در این عملگر کلیهٔ مقادیر عضویت نقشه‌های ورودی، در نقشهٔ خروجی تأثیر می‌گذارند. همچنین این عملگر، هنگامی به کار گرفته می‌شود که فاکتورها یکدیگر را تضعیف می‌کنند.

- **عملگر جمع فازی (Fuzzy Algebraic product)**

عملگر جمع فازی، مکمل عملگر ضرب فازی است که با استفاده از رابطهٔ زیر تعریف می‌شود:

$$\alpha_{sum}(x) = 1 - \prod_{i=1}^{n}(1 - \alpha_i(x))$$

Archive of SID

www.SID.ir

با استفاده از این عملگر، مقادیر عضویت فازی در نقشهٔ خروجی بزرگ می‌شوند و به سمت ۱ میل می‌کنند. این عملگر، هنگامی استفاده می‌شود که چند قسمت از شواهد و فاکتورها یکدیگر را تقویت می‌کنند:

- **عملگر فازی گاما (Fuzzy Operation Gamma)**

این عملگر، حالتی کلی از عملگرهای ضرب و جمع فازی است و با استفاده از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$\propto_{gamma_operation}(x) = (\propto_{sum}(x))^{\gamma} \cdot (\propto_{product}(x))^{1-\gamma} \quad \text{و} \quad 0 \le \gamma \le 1$$

انتخاب صحیح و آگاهانهٔ γ بین صفر و یک، مقادیری را در خروجی به‌وجود می‌آورد که نشان‌دهندهٔ سازگاری انعطاف‌پذیر، میان گرایش‌های کاهشی و افزایشی دو عملگر جمع و ضرب فازی است. این عملگر زمانی استفاده می‌شود که اثر برخی از شواهد، کاهشی و اثر برخی دیگر افزایشی باشد.

با توجه به ویژگی‌ها و عملگرهای منطق فازی، توصیف پارامترهای مسئله و اوزان مربوط به آن‌ها براساس این مدل، با واقعیت، مطابقت بسیاری خواهد داشت. در این حالت، با هریک از این عوامل و مقادیر وزن آن‌ها، به‌صورت مجموعه‌های فازی برخورد می‌شود که تابع عضویت آن‌ها به روش‌های مختلفی تعیین می‌شود. البته در کاربردهای مدل فازی در مباحث مکانی، اغلب از عملگرهای فازی، برای تلفیق داده‌های مکانی موجود استفاده می‌شود؛ در حالی که برای دریافت خروجی دقیق از این مدل، باید سیستمی فازی طراحی شود که در آن‌ها، نقشه‌های فاکتور به‌عنوان ورودی این نظام، تبدیل به مجموعه‌های فازی شوند. سپس، براساس قوانین از پیش تعیین‌شده، عمل تلفیق نقشه‌ها صورت گیرد (مسگری و دیگران، ۱۳۸۵: ۵– ۷).

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل مدل (ANP)

در مدل تحلیل شبکه‌ای، سوپرماتریس از سه نوع ماتریس تشکیل می‌شود که هریک تکمیل‌کنندهٔ یکدیگر در به‌دست آوردن جواب نهایی است. در مرحلهٔ اول، سوپرماتریس بدون وزن، به‌طور مستقیم از اوزان به‌دست‌آمده از ماتریس مقایسات زوجی ایجاد می‌شود. در مرحلهٔ دوم سوپرماتریس وزن‌دار از طریق ضرب‌کردن مقادیر سوپرماتریس بدون وزن در وزن گروه مربوطه حاصل می‌شود. در آخرین مرحله، سوپرماتریس محدودشده محاسبه خواهد شد.

جدول ۱. وزن نهایی حاصل از مدل (ANP)

معیارها	نرمالیزه شده از طریق خوشه‌ها	وزن نهایی
تراکم جمعیت	۱/۰۰۰۰۰	۰/۴۹۸۷۲۶
شیب	۰/۵۷۱۴۳	۰/۰۲۵۷۱۰
فاصله از گسل	۰/۴۲۸۵۷	۰/۰۱۹۲۸۲
بافت فرسوده	۰/۰۴۴۹۱	۰/۰۲۰۴۹۲
شبکهٔ راه شهری درجهٔ ۱	۰/۳۳۶۶۳	۰/۱۵۳۵۹۹
شبکهٔ راه شهر درجهٔ ۲	۰/۱۸۹۱۶	۰/۰۸۶۳۱۲
شبکهٔ راه شهری درجهٔ ۳	۰/۰۴۱۹۶	۰/۰۱۹۱۴۴
فضای باز شهری	۰/۰۵۶۴۵	۰/۰۲۵۷۵۶
کاربری آموزشی	۰/۰۳۶۵۷	۰/۰۱۶۶۸۸
کاربری درمانی	۰/۰۴۰۷۶	۰/۰۱۸۵۹۷
کاربری مسکونی	۰/۲۵۳۵۶	۰/۱۱۵۶۹۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

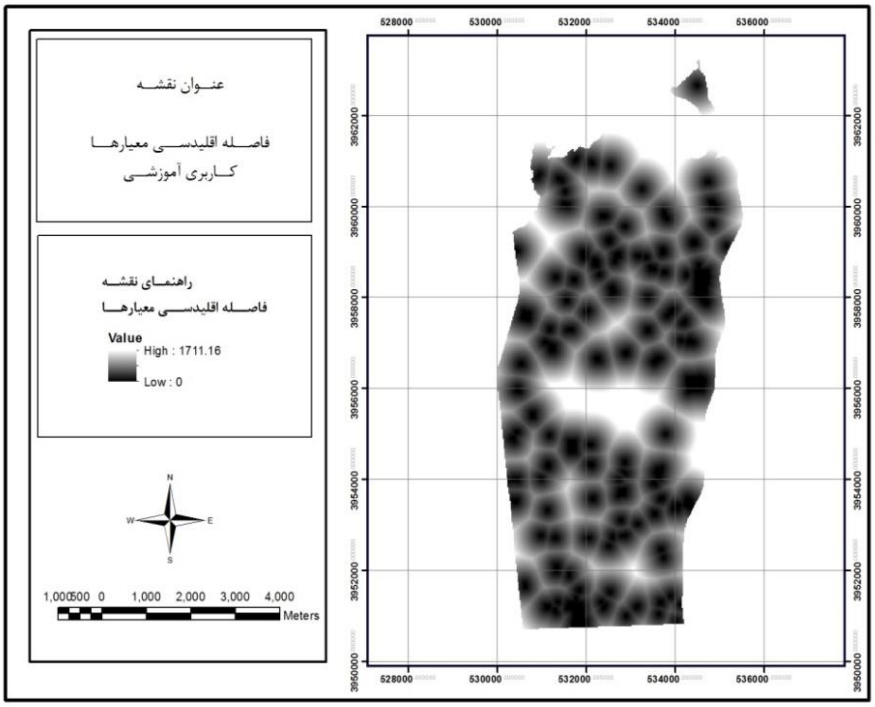
Archive of SID

www.SID.ir

پیاده‌سازی منطق فازی (Fuzzy Logic) در محیط نظام اطلاعات جغرافیایی (GIS)

در این پژوهش با توجه به موضوع، از عملگر فازی گاما استفاده شده است که برای پیاده‌سازی مدل منطق فازی در GIS مراحل عملیاتی زیر صورت گرفته است:

مرحلهٔ اول: ابتدا فاصلهٔ اقلیدسی معیارها با استفاده از ابزار Distance که در تحلیل‌گر مکانی (Spatial Analyst) محاسبه شده، به‌دست آمد. لایهٔ رقومی فاصلهٔ هر معیار، به‌صورت جداگانه با اندازهٔ پیکسل ۵۰ استخراج شده است.



شکل ۲. فاصلهٔ اقلیدسی معیارها
مأخذ: یافته‌های تحقیق

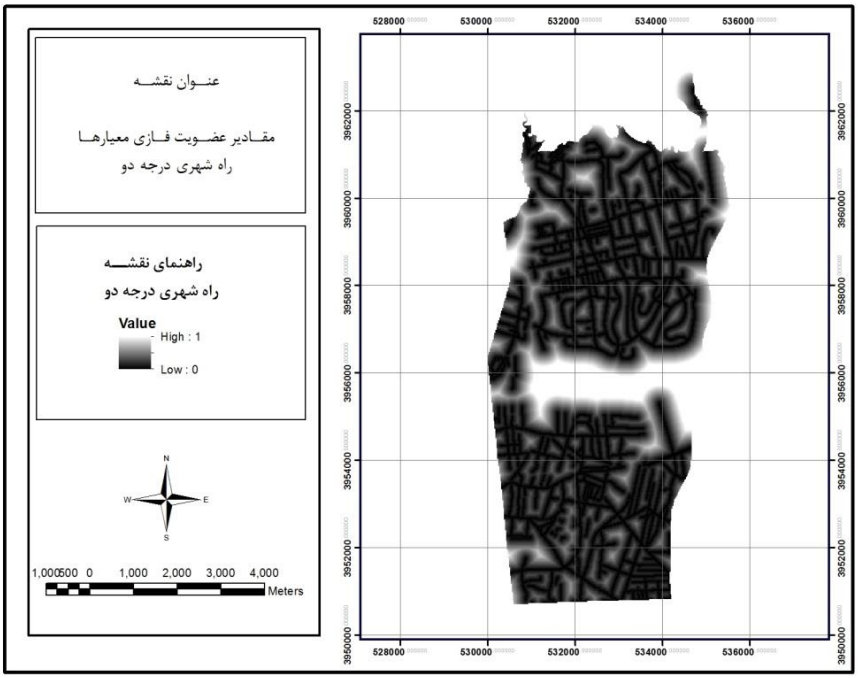
مرحلهٔ دوم: یکی از مراحل مهم در منطق فازی، تعریف‌کردن مقدار عضویت فازی برای هریک از معیارهاست. در این مدل، میزان عضویت یک عنصر در یک مجموعه، با مقداری در بازهٔ یک (عضویت کامل) تا صفر (عدم عضویت کامل) تعریف می‌شود (بونهام کارتر، ۱۹۹۱).

بدین منظور، از دستور عملیاتی Membership Fuzzy در ابزار Arc Toolbox استفاده شده است. در واقع، تعریف میزان عضویت فازی، همان استانداردسازی معیارهاست که یکی از مراحل مهم روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) به شمار می‌رود.

در این تحقیق، با توجه به ماهیت خطی (صفر تا یک) معیارها، از روش خطی (Linear) استفاده شده و به‌عنوان نمونه، لایه‌های رقومی حاصل ازFuzzy Membership برای برخی از معیارها در شکل زیر نشان داده شده است.

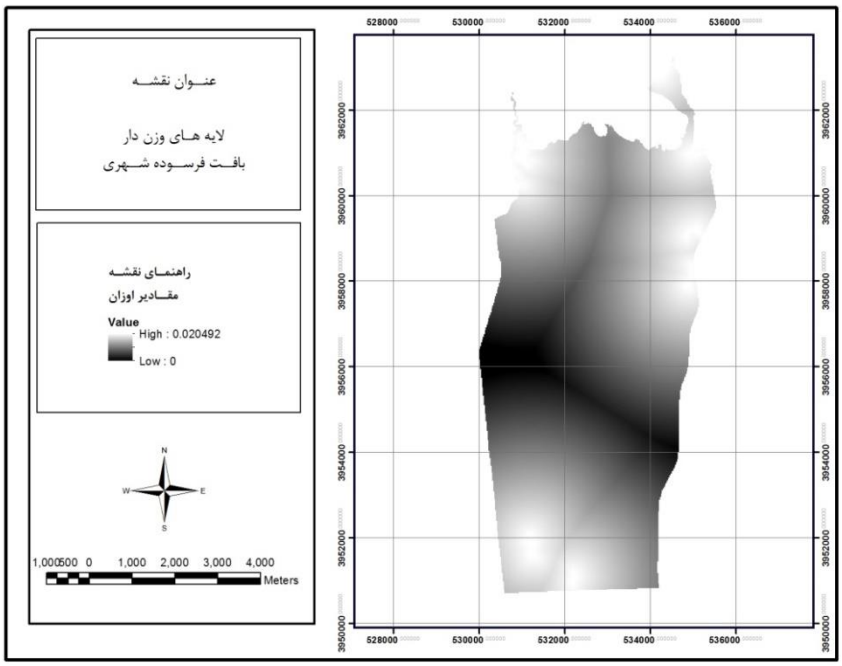
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳. تعریف مقدار عضویت فازی معیارها
مأخذ: یافته‌های تحقیق

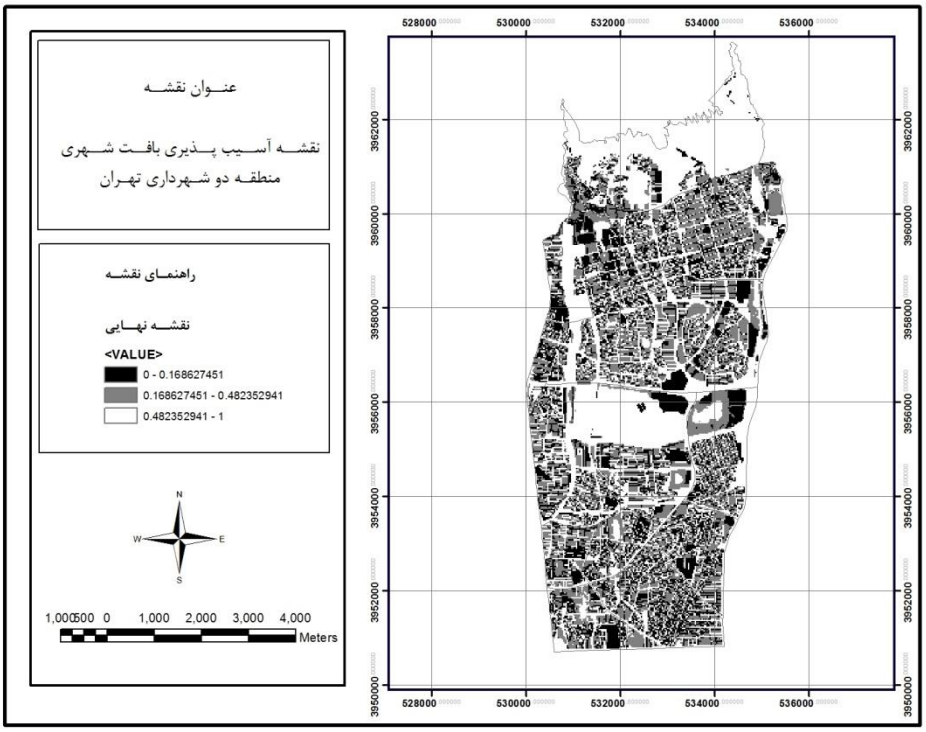
مرحلهٔ سوم: در این مرحله، وزن‌های به‌دست‌آمده برای هر متغیر از طریق روش (ANP) بر لایه‌های استاندارد شده اعمال می‌شود. در این مرحله، عملیات وزن‌دهی از طریق Raster Calculator در Spatial Analyst صورت می‌گیرد. بدین ترتیب که لایه‌های استانداردشده در مرحلهٔ قبل، به‌صورت جدا از یکدیگر ضرب در وزن مورد نظر می‌شود.



شکل ۴. اعمال وزن برای هریک از معیارها
مأخذ: یافته‌های تحقیق

www.SID.ir

مرحلهٔ چهارم: در این مرحله، عملیات همپوشانی فازی (Fuzzy Overlay) صورت گرفته است. بدین منظور، لایه‌های رقومی که در مرحلهٔ گذشته فازی‌سازی شده است، در این مرحله روی هم گذاشته می‌شود. عملگرهای پنج‌گانه‌ای بدین منظور وجود دارد. در این پژوهش از عملگر گاما (Gamma) با مقدار ۰/۹ استفاده شده است.



شکل ۵. نقشهٔ نهایی حاصل از همپوشانی فازی معیارها
مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتیجه‌گیری

تعیین و اولویت‌بندی معیارهای تأثیرگذار در آسیب‌پذیری بافت شهری، اهمیت بسیاری دارد. بدین ترتیب می‌توان در هنگام بروز حادثه، اصلاحات و برنامه‌ریزی‌های مناسبی را در این‌گونه بافت‌ها انجام داد. برای این منظور، در این پژوهش، شاخص‌ها در سه بعد محیطی، کالبدی و اجتماعی انتخاب و در ذیل آن، مجموعه‌ای از معیارها در نظر گرفته شده است. البته معیارها و زیرمعیارهای آسیب‌پذیری، ارزش و اهمیت برابر ندارند. از سویی به‌دلیل نبود آستانه یا ابزار مشخص برای تعیین ارزش دقیق معیارها، در این پژوهش پس از شناسایی و تشخیص معیارهای مؤثر و با توجه به نتایج مطالعات صورت‌گرفته، معیارها تعریف شد. سپس برای تعیین امتیاز هریک از معیارهای پژوهش، پرسش‌نامه‌هایی طراحی شد و با دریافت نظرهای کارشناسان، در جدول‌های مربوطه ثبت شد و برای تعیین ارزش و اهمیت معیارها از طریق روش ANP به محاسبهٔ وزن نهایی معیارها پرداخته شد. با مبنا قرار دادن یازده معیار و مقایسهٔ زوجی هریک از عوامل نسبت به هم، مبنی بر نظر کارشناسان شهری، سوپرماتریس‌ها تشکیل شد. پس از وارد کردن ورودی‌ها به نرم‌افزار Super Decision که توسط ساعتی و دیگران و با فرضیات ANP طراحی شده است، اولویت‌های همگذاری‌شدهٔ کلی حاصل شد. با اعمال وزن نهایی حاصل در میزان اولیهٔ معیارها و تلفیق معیارهای وزنی، وزن نهایی معیارهای تعیین‌شده به‌دست آمد.

در ادامهٔ این پژوهش برای دستیابی به هدف پژوهش و برای مشخص کردن میزان آسیب‌پذیری بافت شهری، از تکنیک‌های تلفیقی فضایی نظام اطلاعات جغرافیایی (GIS) و عملگرهای فازی استفاده شده است. معیارها از طریق مدل

Archive
www.SID.ir

(ANP) وزن‌دار و برای هر معیار، لایه‌های مورد نظر آماده شد. سپس این معیارها در محیط GIS با استفاده از عملگرهای مناسب فازی (گاما)، عضویت فازی به خود گرفتند. در نهایت لایهٔ رقومی مناسب از طریق روی هم‌گذاری معیارها با یکدیگر ایجاد شد. لایهٔ رقومی به‌دست‌آمده، پهنه‌های آسیب‌پذیر را در محدودهٔ مورد مطالعه نشان داده است.

لایهٔ رقومی حاصل از عملیات همپوشانی آسیب‌پذیری بافت شهری، در شکل ۵ نشان داده شده است. میزان مقادیر موجود در نقشه با توجه به استانداردسازی لایه‌ها و اعمال وزن در هریک از آن‌ها، از صفر تا یک در نظر گرفته شده است. هر اندازه این مقدار به عدد یک نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهندهٔ مطلوبیت بیشتر است و هر اندازه به عدد صفر نزدیک‌تر شود، از مطلوبیت آن کاسته می‌شود. همان‌گونه که در این نقشه مشاهده می‌شود، پیکسل‌های تیره‌تر، دارای مقدار صفرند و مطلوبیت فضاها در این مناطق کمتر است؛ در نتیجه بافت شهری، آسیب‌پذیری بالایی داشته است. برعکس، پیکسل‌هایی که رنگ روشن و سفید داشته‌اند، مقادیر بیشتری دارند و از نظر شاخص‌های آسیب‌پذیری، مطلوبیت بیشتری دارند. با کمی تأمل در نقشهٔ وضع موجود می‌توان دریافت که اکثریت بافت شهری منطقهٔ ۲، حد متوسطی از آسیب‌پذیری را دارد که در این میان، نیمهٔ شرقی، جنوبی و همچنین شمال غربی منطقهٔ ۲ شهرداری تهران، به دلیل تراکم بالای مسکونی و جمعیتی، آسیب‌پذیری بالایی داشته است. همچنین بخش‌های میانی منطقه، به دلیل وجود فضاهای باز شهری و نبود کاربری خاص، رنگ روشن دارند و از مطلوبیت بیشتری برخوردارند.

منابع

1. Abasnezhad, A. and Hasanzadeh, R., 2008, **Earthquake Risk Management,** Adapted from the Book, Protection of Land, Author: Koban & Espens, Kerman Municipality Disaster Management Center. Vol. 1. *(In Persian)*
2. Ahadnezhad R., M., 2010, **Urban Social Vulnerability Assessment Against Earthquakes,** (Case Study: Zanjan), Urban and Regional Studies. Vol. 2, No. 7. *(In Persian).*
3. Armas, I., 2012, **Multi-criteria Vulnerability Analysis to Earthquake Hazard of Bucharest, Romania,** Nat Hazards, Springer Science Business Media B.V.
4. Bonham-Carter, G. F., 1991, **Geographic Information Systems for Geoscientists, Modelling with GIS,** Pergamum, Ontario, pp. 291-300.
5. Cross, John A., 2001, **Megacities and Small Towns: Different Perspectives on Hazard Vulnerability,** Environmental Hazards 3.
6. Ghadiri, Mahmod, 2008, **The Relation Between Social Structure of Vulnerability to Earthquake Hazard Case of Tehran Metropololises Neibourhoods,** PhD thesis, Geography and Urban Planning, Supervisor: Dr. Eftekhari, A., university of Tarbiat modares. *(In Persian)*
7. Guk Sun, C., 2012, **Applications of a GIS-based Geotechnical Tool to Assess Spatial Earthquake Hazards in an Urban Area,** Springer-Verlag.
8. Hedayatniya, H., 2007, **Physical Planning for Urban Vulnerable Areas Against Earthquake, Case Study: Abak Area, Region one of Tehran,** Supervisor: Dr. bemanian, M., Department of Urban and Regional Planning, School of Art Tarbiat Modares University. *(In Persian)*
9. Hwa Wang, J., 2007, **Urban Seismology in the Taipei Metropolitan Area: Review and Prospective,** Institute of Earth Sciences, Academia Sinica, Taipei, Taiwan.
10. Joseph, S, Williams, R. and Yule, W., 1997, **Understanding Post-Traumatic Stress: A Psychosocial Perspective on PTSD and Treatment,** West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.

Archive of SID

www.SID.ir

11. Kapstein Lopez, P., ???? **Three Approaches to Urban Vulnerability: Social, Physical and Urban,** Vulnerable Areas in the Interior of a Chilean City.

12. Karami, O., 2001, **Planning for Improvement of Circulation Pattern in Organic Area with Respect Reduction of Earthquake Hazards,** Supervisor: Poorjafar, M., A thesis presented for the degree of master of Art in urban and regional planning, school of Art Tarbiat Modares university. *(In Persian)*

13. Kreimer, A., Arnold, M. and Carlin, A., 2003, **Building Safer Cities: The Future of Disaster Risk,** The World Bank Disaster Management Facility Washington, D.C.

14. Martins, V. N. Cabral, P. and Sousa e Silva, D., 2012, **Urban Modelling for Seismic Prone Areas: the Case Study of Vila Franca do Campo** (Azores Archipelago, Portugal).

15. Mesgari, M., Teymori, M. and Shorvarzi, H., 2011, **Locate Hospitals, Using With Fuzzy,** Bimonthly Shhrngar, No 54, p. 30. *(In Persian)*

16. Min Xu, C., Hao Zhang, J., Kaneyuki N., Qisheng He, J., Chaoyi Chang, Y., and Mengxu Gao, X., 2010, **Change Detection of an Earthquake Induced Barrier Lake Based on Remote Sensing Image Classification,** International Journal of Remote Sensing.

17. Nowroozi, M., 2011, **The Evaluation of Urban Physical Vulnerability in Earthquake against Using GIS, Case Study: Khorramdarreh,** supervisor: Dr. Ahmadinejad, M., Department of Geography and Urban Planning, university of Zaman. *(In Persian)*

18. Peng, Yi., 2012, **Regional Earthquake Vulnerability Assessment Using a Combination of MCDM Methods,** Springer Science Business Media, New York.

19. Poormohamadi, M. and Mosayebzadeh, A., 2008, **Earthquake-Vulnerability of Cities in Iran and the Role of Community Participation in Aid,** Journal of Geography and Development, No. 12 ,pp. 144-117.*(In Persian)*

20. Rasoolnezhad, E., 2009, **Ranking Selected Branches of Saderat Bank in Tehran Using the Integrated of Data Envelopment Analysis Model/ Hierarchy Process (DEAHP) and Analytic Network Process (ANP),** Supervisor: Jabal Ameli, F., Master Thesis of Economy and E-commerce Trends, University of Tehran. *(In Persian)*

21. Rezaee, M., 2010, **Explain the Resilience of Urban Communities to Reduce the Impact of Natural Disasters (Earthquakes), Case Study: Tehran Metropolis,** PhD thesis, Geography and Urban Planning, Supervisor: Rafian, M., Asgari, A. *(In Persian)*

22. Sabokbar F. H., Salmani, M., Fereydooni, F., Karimzadeh, H. and Rahimi, H., 2008, **Waste Landfill Rural Location. Using Network Analysis Process (ANP): A Case Study of Rural Quchan city.** *(In Persian)*

23. Shanshan Ye, Guofang Zhai and Jiyuan Hu, 2011, **Damages and Lessons from the Wenchuan Earthquake in China,** Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal.

24. Zangi Abadi, A. and Tabrizi, N., 2005, **Tehran Earthquake and Vulnerability of Assessment Urban Space,** Journal of Geographical, No. 56. *(In Persian)*

25. Zebardast, E., 2011, **Application of the Analytic Network Process (ANP) in Urban and Regional Planning,** Fine Arts- Architecture and Urbanism, No 41. *(In Persian)*

Archive of SID

www.SID.ir