Archive of SID

صص ۱۲۵-۱۰۵

پهنه‌بندی آسیب‌پذیری ناشی از زلزله با استفاده از منطق فازی در GIS
مطالعه موردی شهر لار[1]

افشین جعفرنیا
دانشجوی دکتری جغرافیا، واحد لارستان، دانشگاه آزاد اسلامی، لارستان، ایران
احمدعلی خرم بخت*
استادیار گروه جغرافیا، واحد لارستان، دانشگاه آزاد اسلامی، لارستان، ایران
عبدالرسول قنبری
استادیار گروه جغرافیا، واحد لارستان، دانشگاه آزاد اسلامی، لارستان، ایران

تاریخ دریافت:۱۳۹۷/۶/۲۰ تاریخ پذیرش ۱۳۹۷/۱۱/:۳۰

چکیده

هدف از پژوهش حاضر بررسی میزان آسیب‌پذیری بخش‌های مختلف شهر لار در اثر زلزله می باشد در این پژوهش ابتدا با تهیه نقشه‌ها مختلف از عوامل مؤثر در آسیب‌پذیری زلزله همچون محل گسل‌ها، فاصله از خدماتی همچون ایستگاه‌های آتش‌نشانی، بیمارستان‌ها و مراکز درمانی، کاربری‌ها نظامی و انتظامی، تراکم، کیفیت ابنیه و ... نقشه‌های مذکور پس از رقومی سازی و زمین مرجع کردن در نرم‌افزار GIS نسبت به فازی سازی آن‌ها اقدام شده و درنهایت از روش همپوشانی لایه‌ها توسط اپراتور گامای فازی نقشه طبقه‌بندی‌شده آسیب‌پذیری تهیه شد، این پژوهش شهر لار را به پنج طبقه آسیب‌پذیری تقسیم‌بندی کرده است که در حدود ۲۹ درصد از مساحت ساخته‌شده شهر لار در معرض آسیب‌پذیری بسیار زیاد تا زیاد قرار دارد، حدود ۱۷ درصد در شرایط متوسط آسیب‌پذیری و حدود ۵۴ درصد نیز در محدوده آسیب‌پذیری کم تا بسیار کم قرار می‌گیرند. همچنین مشخص شد که هسته مرکزی شهر قدیم لار با توجه به قرارگیری آن در بافت فرسوده و نبود راه‌های شریانی همچنین دوری از ایستگاه‌های آتش‌نشانی، درمانگاه و بیمارستان همچنین تراکم بالای ساختمان‌ها و کیفیت پایین ابنیه از آسیب‌پذیرترین نقاط این شهر می‌باشد.

واژگان کلیدی: لار، سیستم اطلاعات جغرافیایی، منطق فازی، زلزله، آسیب‌پذیری.

مقدمه

مخاطرات طبیعی، حوادثی ویرانگر هستند که هرلحظه در جهان، امکان وقوع دارند و نتیجه آن، آسیب‌های جانی و مالی عمده است و عواقب آن ممکن است درازمدت و در مواردی برگشت‌ناپذیر باشد (مکارم و مؤمنی، ۱۳۹۵). این بحران‌ها و

[1] این مقاله مستخرج از رساله دکتری آقای افشین جعفرنیا با عنوان برنامه‌ریزی مدیریت بحران‌های طبیعی در شهرها با استفاده از سیستم DIS مطالعه موردی شهر لار باراهنمایی آقای دکتر احمدعلی خرم بخت و مشاوره دکتر عبدالرسول قنبری در دانشگاه آزاد اسلامی واحد لارستان است.

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۷۲۱۴۲۰۶۰ Email: ahmadali.kho@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

حوادث طبیعی معمولاً فاجعه‌بارترین حوادث در نظر گرفته می‌شوند که سازه‌های اساسی یک سیستم خاص را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Rosenthal & et al, 1989). دراین‌بین مهم‌ترین مسئله که مخاطرات طبیعی می‌توانند در یک کشور ایجاد کنند، تلفات جانی است که میزان این تلفات و شدت جراحات و همچنین آسیب‌های مالی با توجه به وسعت حوادث بیشتر است (برنا و واحد پور،۱۳۹۰).

ایران یکی از کشورهای زلزله‌خیز جهان به شمار می‌رود که در طول ۹۰ سال گذشته ۱۸ زلزله با توان بیش از ۷ ریشتر را تجربه کرده است که باعث آسیب‌های بزرگ اجتماعی، اقتصادی و آسیب دیدن بخش اعظمی از جمعیت انسانی ۷۶٪ از کل تلفات جانی ایران طی این چند دهه براثر زلزله جان خود را داده‌اند) آن شده است (Chime & Bolhari, 2008). همچنین شش درصد از تلفات ناشی از وقوع حوادث غیرمترقبه در جهان متعلق به ایران، با رتبه ششم در بین کشورهای آسیب‌پذیر جهان و رتبه چهارم در آسیا است (UNISDR, 2015).

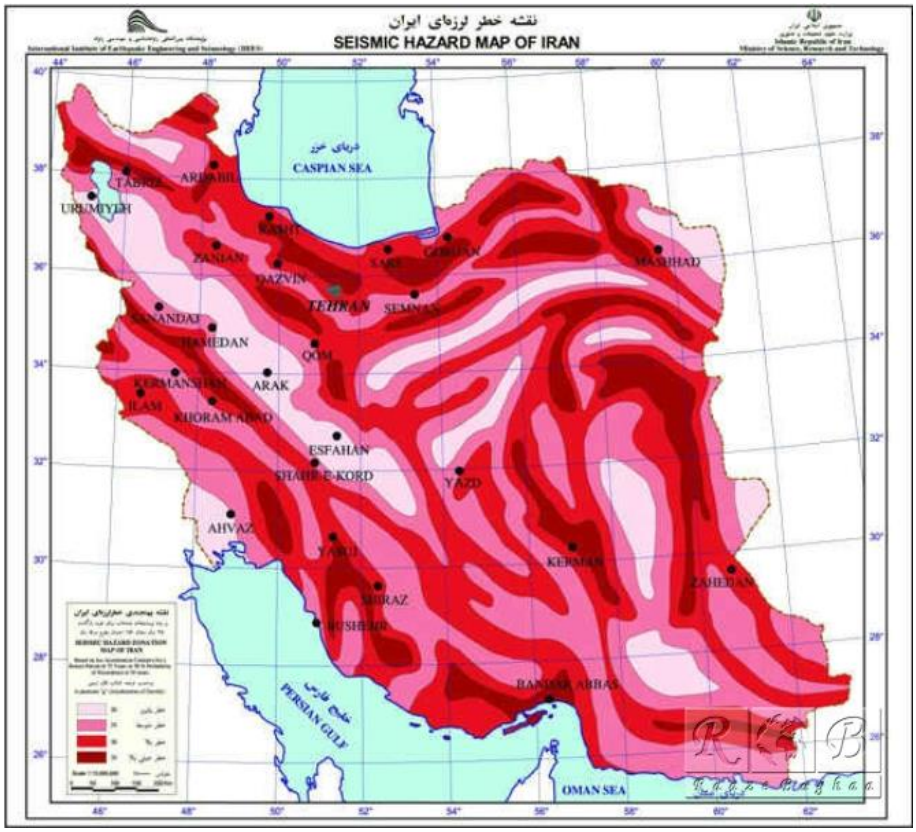
عوامل مؤثر در آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله را می‌توان به دو دسته کلی عوامل انسان‌ساخت و طبیعی تقسیم کرد؛ عواملی که انسان‌ساز تلقی می‌شود و نحوی تکوین و روند تغییرات آن بیشتر جنبه انسانی دارد و در حالت کلی نتیجه دخالت مستقیم انسان است و عواملی که مبنای تشکیل آن‌ها ریشه‌ای طبیعی دارد و این در حالی می‌باشد که چگونگی رفتار و دخالت‌های انسانی می‌تواند در چگونگی بروز و ظهور این نوع از شرایط طبیعی در زندگی بشری نقش تعیین‌کننده داشت. عوامل انسانی شامل: نوع مصالح، کیفیت ابنیه، تراکم جمعیت، بعد خانوار، کاربری اراضی، معابر، تعداد طبقات، تراکم ساختمان‌ها، تعداد طبقات و تأسیسات خطرزا است. بر اساس تجربیات حاصله از زلزله‌هایی که تاکنون در اکثر نقاط دنیا رخ‌داده‌اند و با بررسی علل اساسی و مؤثر در تخریب ساختمان‌ها براثر وقوع زلزله، بیشتر متخصصان بر این اعتقاد هستند که خسارت‌های وارده بر ساختمان‌ها به‌طور فراوانی بستگی به ساخت زمین محل سازه دارد و به همین دلیل هم در کشورهایی که کارهای پژوهشی گسترده‌ای بر روی مسئله مقاوم‌سازی سازه‌ها در برابر زلزله انجام داده‌اند، در پاره‌ای از موارد تخریب ساختمان به هنگام زلزله در شرایطی صورت گرفته است که ساختمان به‌صورت نسبتاً سالم بر روی زمین افتاده است و این در شرایطی است که نقش اساسی را در تخریب سازه، زمین و شرایط زمین‌شناسی به عهده داشته است؛ و عوامل طبیعی شامل سازندهای طبیعی، فاصله از گسل، حداکثر شتاب زلزله، مدت تداوم زلزله می‌باشد (دانش‌افزیر، ۱۳۹۷).

با توجه به پژوهش‌های انجام‌گرفته در طرح کالبد ملی ایران توسط وزارت مسکن و شهرسازی، کشور ایران به پهنه‌هایی با خطر بسیار بالا، نسبتاً متوسط، نسبتاً پایین و پایین تقسیم‌شده است؛ که به لحاظ جمعیتی ۵۰٪ جمعیت شهرنشین کشور در پهنه‌هایی زندگی می‌کنند که دارای خطر نسبتاً بالا، بالا و بسیار بالا است (کاواب، ۱۳۶۹) به عبارتی شکل ۱ خطر لرزه‌ای ایران گویای آن است که بخش اعظم مناطق مسکونی کشور در محدوده خطر نسبتاً متوسط رو به بالا قرار دارد و تنها در محدوده کوچکی از کشور (آبادان، خرمشهر، بندر امام خمینی، ماهشهر و هویزه) خطر نسبی زلزله پایین است (زیاری، ۱۳۸۵).

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به مطالب مطرح‌شده ضروری است که از میان راه‌کارهای جلوگیری از بروز این‌چنین حوادثی و کاهش آثار ناشی از آن مدیریت صحیحی جهت بحران انتخاب شود.



مأخذ: پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی، ۱۳۷۸

شکل ۱: خطر لرزه‌ای ایران

مبانی نظری

لطفی زاده (۱۹۶۵) با ارائه نظریه مجموعه‌های فازی، برای اولین بار اقدام به ارائه مبانی منطق‌های فازی چند ارزشی کرد .روش‌های مبتنی بر این نظریه همچنان درحال‌توسعه‌اند و هرسال با ارائه روش‌های جدیدتری بر مبنای مفاهیم نظریه مجموعه‌های فازی، این امکان فراهم می‌شود تا به استدلال‌های غیرقطعی مبهم و نامعین ذهن انسان صورت‌بندی ریاضی بخشیده شود (شریعت جعفری و حامد پناه، ۱۳۸۶).

لی و جوانگ (۱۹۹۳) نوعی روش ارزیابی کمی با استفاده از منطق فازی برای نواحی دارای استعداد زمین‌لغزش در هنگ‌کنگ ارائه نمودند و با استفاده از این مدل منطقه موردمطالعه را به پنج منطقه خطر از خیلی ناپایدار تا ناپایدار تقسیم‌بندی کردند (Juang & Lee, 1993).

هالرمیر و کریمی (۲۰۰۷) از یک سیستم فازی برای ارزیابی خطر مواجه‌شدن با مخاطرات طبیعی در شرایط بسیار نامشخص استفاده کردند که در آن احتمال وقوع شدت فاجعه در یک منطقه به‌صورت فازی نشان داده‌شده است. همچنین

www.SID.ir

Archive of SID

عدم قطعیت درباره ارتباط بین پارامترهای موجود در بلایای طبیعی و خسارات ناشی از آن را با استفاده از روابط فازی در نظر گرفتند (Hüllermeier & Karimi, 2007).

احد نژاد روشتی و همکاران (۲۰۱۵) با استفاده از منطق فازی به تحلیل آسیب‌پذیری شاخص‌های کالبدی در برابر زلزله در منطقه یک تبریز پرداختند، در این پژوهش مشخص گردید تابع فازی گاما با حد آستانه ۰,۹ بهتر از سایر توابع فازی می تواند جهت تحلیل آسیب‌پذیری در برابر زلزله بکار گرفته شود (Roostaei & et al, 2015).

فاطمی و همکاران (۱۳۸۴) در مقاله‌ای به بررسی خطر زمین‌لغزش در منطقه رودبار با استفاده از منطق فازی پرداختند که با توجه به‌دقت بالا کاربرد منطق فازی آن را توصیه کردند (فاطمی‌عقدا و همکاران، ۱۳۸۴).

متکان و همکاران (۱۳۸۸) با استفاده از متغیرهایی چون زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، ارتفاع، جهت شیب، فاصله از جاده، فاصله از گسل، پوشش گیاهی و کاربری زمین به پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در حوضه آبریز لاجیم رود از طرق مدل فازی پرداختند در این پژوهش مشخص‌شده است که گامای فازی دارای کمترین تغییرپذیری و انحراف از معیار در مدل‌سازی نسبت به مدل‌های دیگر است (متکان و همکاران، ۱۳۸۸).

ابوئی اشکذری (۱۳۹۱) در پایان‌نامه ارشد خود با عنوان مدیریت بحران زلزله با استفاده از GIS در یزد به‌وسیله تحلیل شبکه و منطق فازی، اقدام به محاسبه میزان آسیب‌پذیری معیارها در هر یک از قطعات محدوده موردنظر کرد (ابوئی اشکذری، ۱۳۹۱).

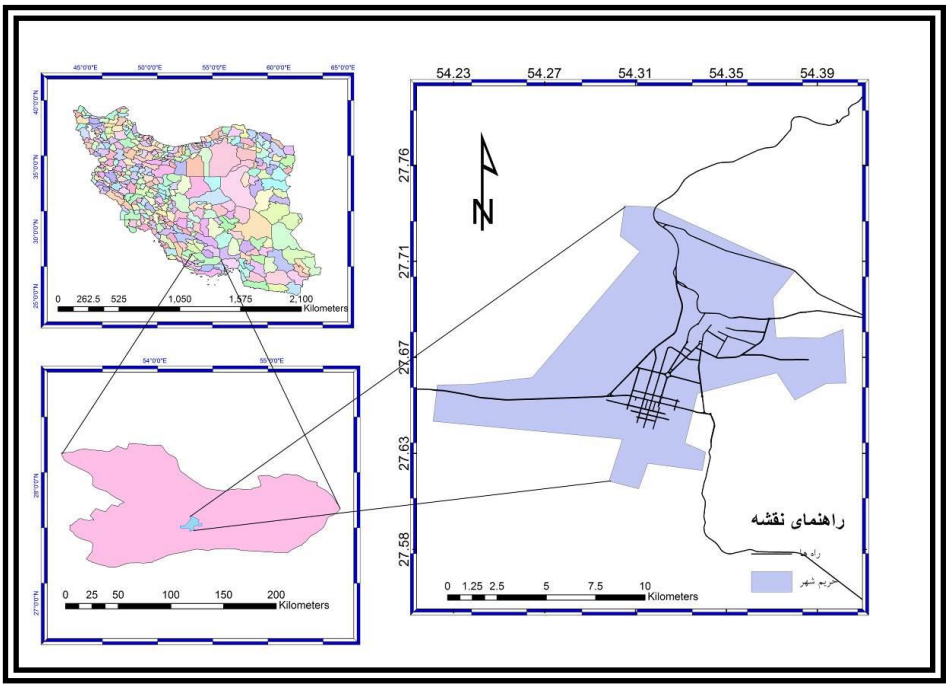
عراقیان و همکاران (۱۳۹۶) با استفاده از منطق فازی به مطالعه آسیب‌پذیری زلزله در سکونتگاه‌های روستایی شهرستان طارم پرداختند که در این مطالعه از معیارهایی همچون فاصله از گسل، فاصله از زمین‌لغزش‌ها، زمین‌شناسی، شیب و کاربری زمین استفاده شد و پس از تلفیق لایه‌ها با استفاده از عملگر گامای فازی نقشه آسیب‌پذیری تولید شد که نشان می‌داد حدود ۴۵ درصد از محدوده در پهنه آسیب‌پذیری زیاد تا بسیار زیاد قرار دارد (عراقیان و همکاران، ۱۳۹۶).

منطقه مورد پژوهش

این پژوهش در خصوص شهر لار است که حدود جغرافیایی آن از ۲۷ درجه و ۴۱ دقیقه ۳۷ ثانیه تا ۲۷ درجه و ۴۸ دقیقه و ۱۸ ثانیه شمالی و ۵۴ درجه و ۱۷ دقیقه تا ۵۴ درجه ۲۷ دقیقه و ۶ ثانیه طول شرقی می‌باشد شکل ۲.

www.SID.ir

Archive of SID



مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۷

شکل ۲: موقعیت شهر لار

شهر لار از شمال به دهستان دهکویه از شرق به دهستان حومه (روستاهای لطیفی و براک) و از جنوب به روستای خور و ارتفاعات طاقدیس گچ محدود می‌شود. شهر لار در یک دشت ناودیسی باریک و طویل در جنوب استان فارس استقراریافته است (انصاری لاری و صدری زاده، ۱۳۸۹).

چهارم اردیبهشت ۱۳۳۹ زلزله‌ای با بزرگی ۵٫۶ ریشتر، شهر لار را لرزاند که حدود ۴۰۰ نفر کشته، ۲۰۰۰ نفر زخمی و ۱۶۰ نفر مجروح شدید و آسب‌های کالبدی زیادی در پی داشت اما ویرانی، شهر را از جنبه شهری خارج نکرده بود. منطقه تخریب‌شده تنها محدود به نوار باریکی از شهر لار می‌شد که خانه‌های واقع‌شده در این قسمت بر رسوب‌های آبرفتی بسیار نرم ساخته‌شده بودند شکل ۳ (Afshar، ۱۹۶۰).

www.SID.ir

Archive of SID

مأخذ: Afshar، ۱۹۶۰

شکل ۳: عکس هوایی شهر لار منطقه ویران‌شده با نوار سفیدرنگ مشخص‌شده است

تلفات در قسمت‌های دیگر شهر اندک و خسارات به‌صورت ترک و یا شکاف در بناها واردشده بود. درواقع بزرگی و شدت زلزله لار خود به‌تنهایی عاملی قوی در تخریب و تلفات به شمار نمی‌آمد بلکه قرارگیری شهر در منطقه‌ای لرزه‌خیز، بافت شهری متراکم با کوچه‌های تنگ و باریک، احداث بناها بر روی رسوبات آبرفتی، به همراه مصالح ساختمانی ضعیف و تراکم بالای جمعیتی در منطقه ویران‌شده همگی باعث تشدید تخریب و ویرانی زلزله لار شدند (Afshar، ۱۹۶۰).

این شهر به‌عنوان بزرگ‌ترین مرکز سکونتی لارستان (در جنوب استان فارس) با ارتفاع متوسط ۹۱۵ متر در سیستم زاگرس چین‌خورده و در دشت لار قرار دارد. شهر قدیم یا شهر تاریخی و باستانی لار در شمال غرب دشت و شهر جدید لار پس از رخداد زلزله سال ۱۳۳۹ و به دنبال ویرانی شهر قدیم بر روی مخروط افکنه تنگ اسد در جنوب دشت لار به وجود آمد. تا سال ۱۳۳۵ حتی یک‌خانه مسکونی درروی این مخروط افکنه ساخته نشده بود. در حال حاضر نه‌فقط مخروط افکنه تنگ اسد به‌طور کامل براثر تأسیسات شهری اشغال‌شده است بلکه آپارتمان‌سازی در داخل دره تنگ اسد به‌طرف کوهستان که عرض دره بسیار محدود است و مورد تهدید سیل واقع می‌شود نیز ادامه پیداکرده است. از طرف دیگر این دو شهر در جهت شمالی و جنوبی به سمت یکدیگر توسعه می‌یابد و در آینده به‌طور کامل به یکدیگر متصل خواهند شد (ثروتی، ۱۳۸۳).

www.SID.ir

Archive of SID

روش پژوهش

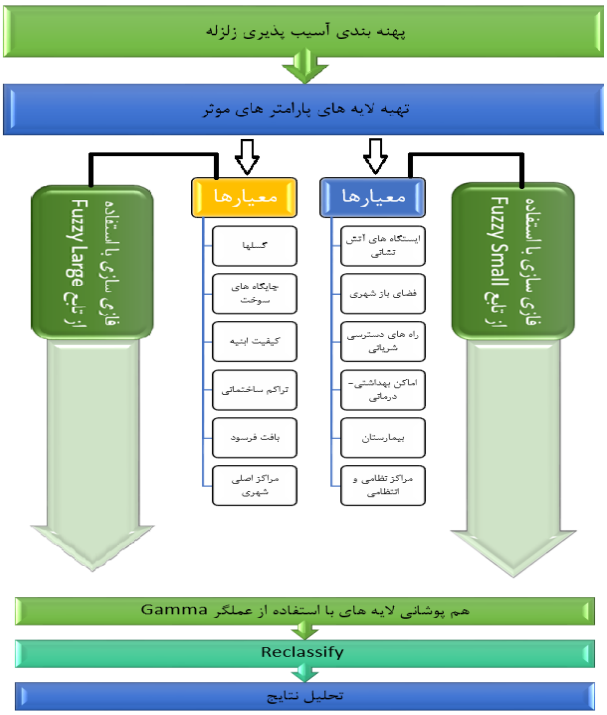
این پژوهش از نوع کاربردی و روش انجام آن توصیفی تحلیلی است. این امر شامل چند گام به شرح ذیل است:

- جمع‌آوری اطلاعات؛
- ارزیابی اطلاعات؛
- تحلیل داده‌ها؛
- پیش‌بینی مبتنی بر تجزیه‌وتحلیل.

در پژوهش حاضر ابتدا با توجه به مطالعات کتابخانه‌ای صورت گرفته، اطلاعات جمع‌آوری‌شده و نظر به اهمیت آن‌ها، معیارهای و شاخص‌های موردنیاز در جهت استفاده در مراحل بعدی طبقه‌بندی شدند.

استانداردسازی لایه‌ای اطلاعاتی به روش فازی

ابتدا داده‌ها و نقشه‌های اولیه موردنیاز از منابع مختلف جمع‌آوری شد، سپس نقشه‌های عادی در نرم‌افزار Didger ورژن ۵ به رسترها و وکتورهای موردنیاز تبدیل شدند، پس‌ازآن دادها جهت انجام reclassify وارد نرم‌افزار Arc GIS ورژن ۱۰,۵ شده و در آنجا رسترهای ورودی به یک مقیاس فازی ۰-۱ که قدرت عضویت هر پیکسل را در یک مجموعه نشان می دهد توسط توابع و عملگرهای مختلف فازی مورد تحلیل قرار گرفت و در مقیاس ۰-۱ استانداردسازی و ارزش‌گذاری شد شکل ۴ مدل مفهومی مراحل انجام پژوهش را نمایش داده است.



مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۷

شکل ۴: مدل مفهومی پژوهش

www.SID.ir

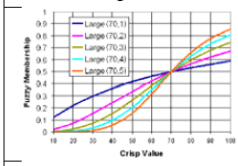
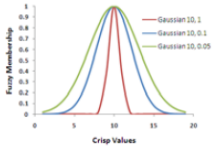
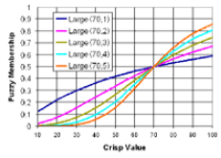
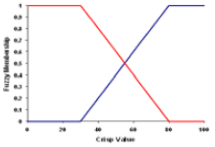
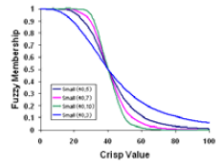
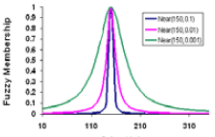
Archive of SID

توابع Membership Function

این توابع بر اساس تئوری Crisp Set و Fuzzy Set بناشده‌اند. در تئوری Crisp Set عضویت μA(x) از یک مجموعه بر روی یک دامنه از اعداد حقیقی عمل کرده و عموماً اعداد صفر و یک را به‌عنوان خروجی می‌دهد. تئوری Fuzzy Set تابع عضویت μA(x) از یک مجموعه بر روی یک دامنه از اعداد حقیقی عمل کرده و عموماً مقیاسی بیم فواصل ۰ تا ۱ می‌دهد (عطایی، ۱۳۸۹).

توابع Membership Function شامل توابعی از قبل تعریف‌شده می‌باشند. این توابع به همراه شکل و نحوه عملکردشان در جدول ۱ نمایش داده‌شده‌اند.

جدول ۱: توابع Membership Function

شکل	کاربرد	نام	شکل	کاربرد	شکل
	داده‌های ورودی با مقدار بیشتر ، ارجحیت بیشتری دارند.	Fuzzy Large		داده‌های ورودی را بر روی یک منحنی نرمال توزیع می‌نماید.	Fuzzy Gaussian
	Fuzzy مانند Large است با این تفاوت که دارای میانگین و انحراف معیار.	Fuzzy MS Large		داده‌های ورودی را بر روی یک خط توزیع می‌نماید.	Fuzzy Linear
	داده‌های ورودی با مقدار کمتر ، ارجحیت بیشتری دارند.	Fuzzy Small		داده‌های ورودی که به یک داده مشخص نزدیک باشند دارای ارجحیت بیشتری می‌باشد.	Fuzzy Near

مأخذ: Help Arc Gis

تهیه لایه‌های اطلاعاتی

در فرآیند مدیریت بحران، مناطق دارای شرایط بحرانی در زمان وقوع بحران، استخراج لایه‌های اطلاعاتی موردنیاز، اولین مرحله از مراحل عملی پژوهش است (پیشگاهی فرد و همکاران، ۱۳۹۱). با توجه به این موضوع به‌منظور استخراج لایه‌های موردنیاز، نیاز به نقشه‌هایی در جهت به وجود آوردن آن‌ها است، ازاین‌رو اقدام به استخراج نقشه‌هایی همچون کاربری اراضی، تأسیسات و تجهیزات شهری، تراکم و معابر از طرح‌های مطالعاتی جامع و تفضیلی سال‌های مختلف و نقشه‌های سازمان نقشه‌برداری کشور استفاده شد.

www.SID.ir

Archive of SID

همپوشانی به روش گامای فازی

تئوری مجموعه‌های فازی و منطق فازی به‌عنوان نظریه‌ای ریاضی برای مدل‌سازی و صورت‌بندی ریاضی ابهام و عدم دقت موجود در فرآیندهای شناختی انسانی، ابزارهای بسیار کارآمد و مفیدی به شمار می‌آیند. در ارتباط با به‌کارگیری منطق فازی، باید اشاره کرد که در تحلیل تصمیم‌گیری‌های چند معیاری، تئوری فازی معمول‌ترین روش برای بحث و بررسی عدم قطعیت‌ها شناخته‌شده است. در واقع روشی است برای برگرداندن طیف متنوع و گسترده‌ای از داده‌های عینی، اطلاعات کمی، نظرات و قضاوت‌های ذهنی به یک‌زبان طبیعی برای توصیف اثرات محیط .با استفاده از رابطه ۱ پهنه‌بندی آسیب‌پذیری ناشی از زلزله برای منطقه موردمطالعه با استفاده از اپراتور فازی گامای ۰,۹ تهیه شد که در آن $\mu(x)$ لایه حاصل از گامای فازی و γ پارامتر تعیین‌شده در محدوده صفر و یک است. وقتی γ برابر با یک باشد ترکیبی که اعمال می شود همان جمع جبری فازی و زمانی که γ برابر صفر باشد ترکیب، برابر ضرب جبری فازی است. انتخاب صحیح γ مقادیری را در خروجی ایجاد می‌کند که با اثر افزایشی جمع جبری و اثر کاهشی ضرب جبری فازی سازگاری دارد. مقادیر پیکسل‌ها بستگی به انتخاب صحیح توان گاما دارند. همان‌طور که قبلاً اشاره شد $^{\gamma}$ کوچک‌تر به عملگر ضرب فازی و γ بزرگ‌تر به عملگر جمع فازی نزدیک می‌شود؛ بنابراین $^{\gamma}$ بزرگ‌تر حالتی خوش‌بینانه خواهد داشت. در این پژوهش مقدار γ برابر ۰,۹ در نظر گرفته‌شده است.

$$\mu(x) = (FuzzySum)\gamma * (FuzzyProduct)1-\gamma \qquad \text{رابطه ۱:}$$

یافته‌ها

برای تعیین معیارهای مؤثر در مکان‌یابی مناطق خطرپذیر در حین وقوع بحران، پارامترهایی جمع‌آوری‌شده‌اند که این پارامترها به شرح ذیل می‌باشند:

– فاصله از معابر و شبکه‌های ارتباطی اصلی و شریانی (با توجه به اهمیت معابر در امداد رسانی بعد از وقوع بحران این پارامتر یکی از معیارهای مؤثر مورد استفاده قرارگرفته است)؛

– تراکم ساختمانی (نظر به اینکه هرچه تراکم ساختمانی در منطقه‌ای بیشتر باشد آسیب‌پذیری آن محل نیز بیشتر می‌شود این معیار نیز در نظر گرفته شد)؛

– فاصله از گسل، فاصله از پمپ‌های بنزین مراکز خدماتی پرجمعیت نظیر بازار و ... و فاصله از مراکز اصلی شهر نیز با توجه به اینکه فاصله از این مراکز هرچه بیشتر باشد آسیب‌پذیری کاهش می‌یابد در محاسبات گنجانده شد؛

– فاصله از مراکز امدادی – نظامی (با توجه به اینکه در صورت وقوع بحران فاصله از مراکز امدادی و نظامی نظیر ایستگاه های آتش‌نشانی، پایگاه‌های اورژانس، مراکز امدادی هلال‌احمر، بیمارستان و ... نقش به سزایی در سرعت رسیدگی به مصدومان و کاهش آسیب‌پذیری دارد هرچه فاصله از این مراکز کمتر باشد آسیب‌پذیری کاهش می‌یابد این پارامتر نیز در نظر گرفته شد)؛

www.SID.ir

Archive of SID

– کیفیت ابنیه و بافت فرسوده (شکی نیست که میزان آسیب‌پذیری بافت‌های فرسوده و ابنیه باکیفیت پایین در افزایش میزان خسارت و گستردگی بحران نقشی اساسی دارند لذا کیفیت ابنیه و بافت فرسود نیز درارزیابی قرار گرفت)؛

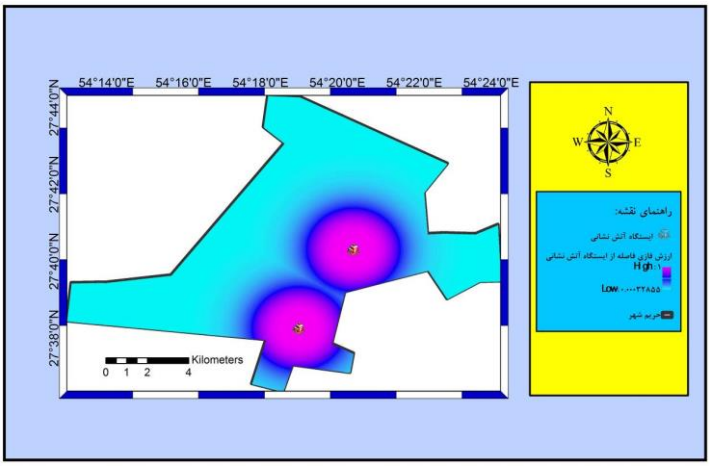
– فاصله از فضای باز شهری (پرواضح است که فضای باز شهری نقشی مثبت در کاهش اثرات ناشی از بحران دارد لذا به‌منظور تعیین مناطق کمتر درخطر از این معیار نیز استفاده‌شده است).

پس از تهیه تمامی لایه‌ها موردنظر و مؤثر در تحلیل خطرپذیری ناشی از زلزله اقدام به استانداردسازی لایه‌ها از روش‌های فازی شده که بر اساس نوع نقش آن لایه از تابع‌های مخصوص Small یا Large بهره‌برداری و ارزش‌گذاری شده است شکل‌های ۵ تا ۱۶ و جدول ۲ توابع عضویت هر یک از لایه‌ها.

جدول ۲: لایه‌های اطلاعاتی و تابع عضویت آن‌ها

لایه اطلاعاتی	نوع تابع	لایه اطلاعاتی	نوع تابع
فاصله از ایستگاه‌های آتش‌نشانی	Fuzzy Small	فاصله از گسل‌ها	Fuzzy Large
فاصله از فضای باز شهری	Fuzzy Small	فاصله از جایگاه‌های سوخت	Fuzzy Large
فاصله از راه‌های دسترسی	Fuzzy Small	کیفیت ابنیه	Fuzzy Large
فاصله از اماکن بهداشتی – درمانی	Fuzzy Small	تراکم ساختمان	Fuzzy Large
فاصله از بیمارستان	Fuzzy Small	بافت فرسوده	Fuzzy Large
فاصله از مراکز نظامی و انتظامی	Fuzzy Small	فاصله مراکز اصلی شهری	Fuzzy Large

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۷

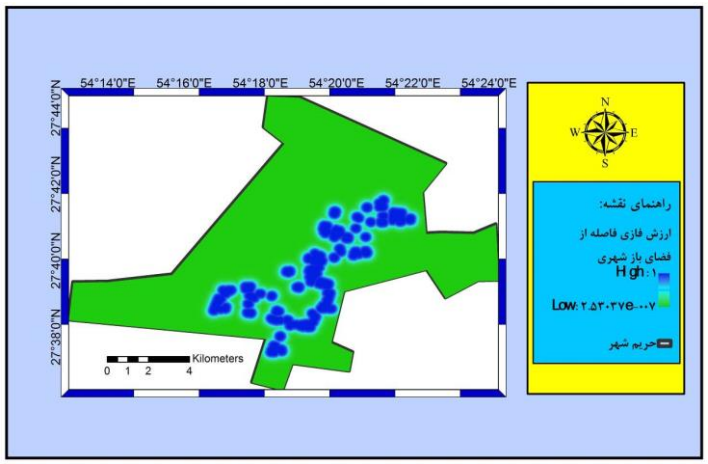


مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۷

شکل ۵: ارزش فازی فاصله از ایستگاه‌های آتش‌نشانی

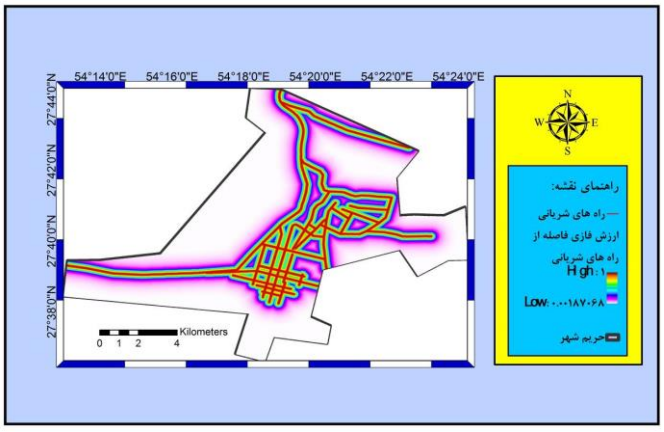
www.SID.ir

Archive of SID



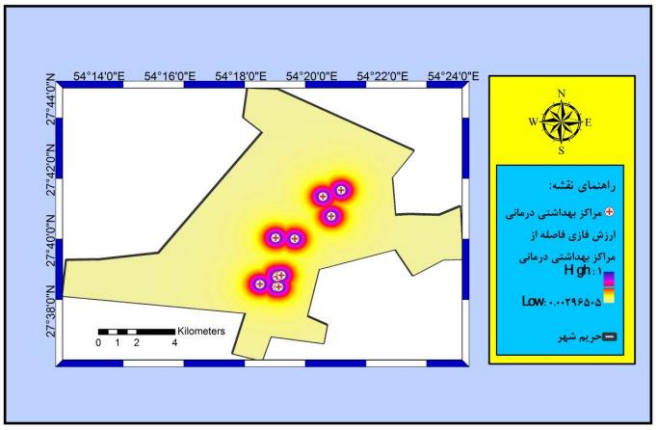
مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۷

شکل ۶: ارزش فازی فاصله از فضای باز شهر



مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۷

شکل ۷: ارزش فازی فاصله از راه‌های شریانی

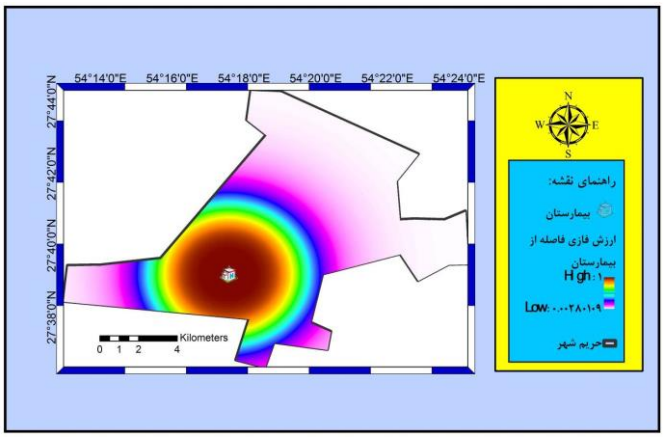


مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۷

شکل ۸: ارزش فازی فاصله از مراکز بهداشتی و درمانی

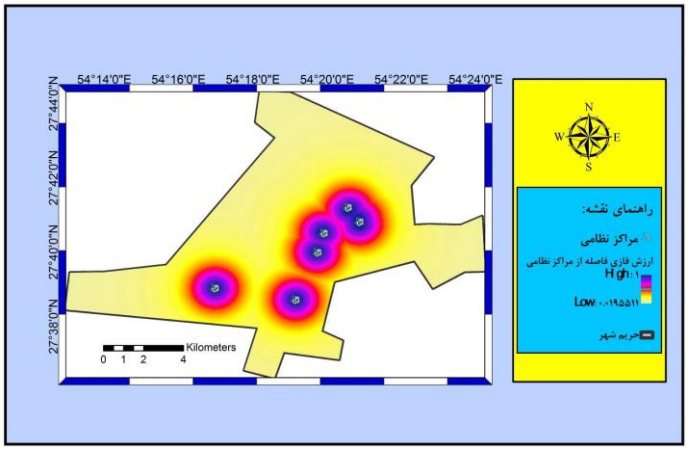
www.SID.ir

Archive of SID



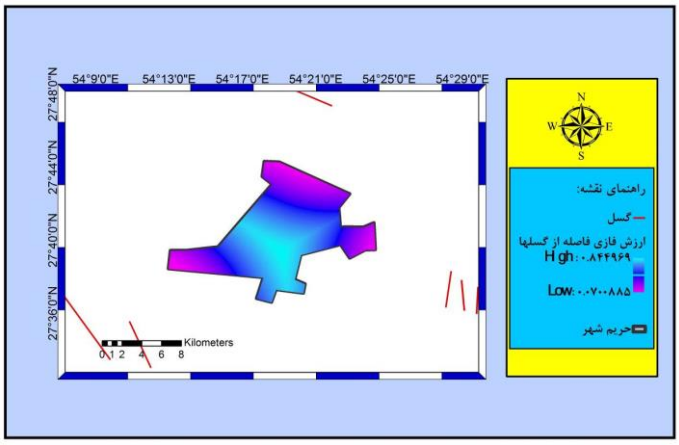
مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۷

شکل ۹: ارزش فازی فاصله از بیمارستان



مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۷

شکل ۱۰: ارزش فازی فاصله از مراکز نظامی و انتظامی

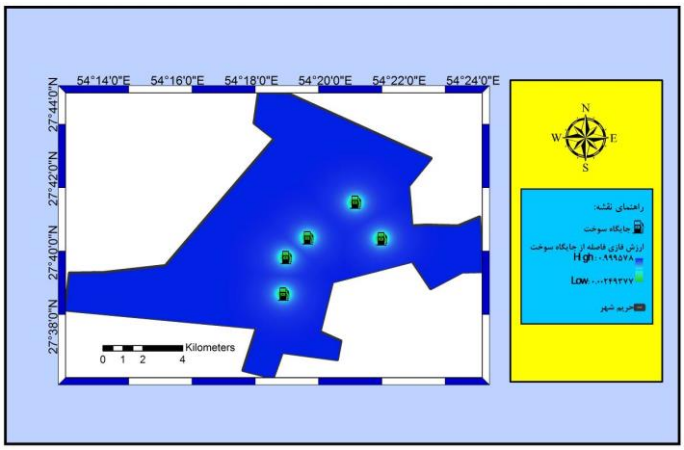


مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۷

شکل ۱۱: ارزش فازی فاصله از گسل‌ها

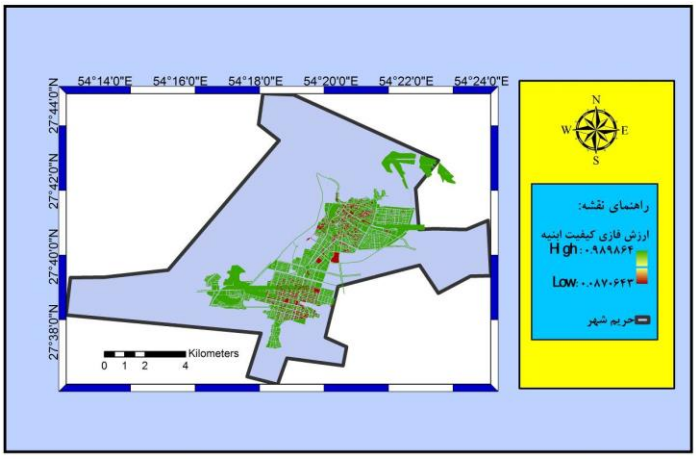
www.SID.ir

Archive of SID



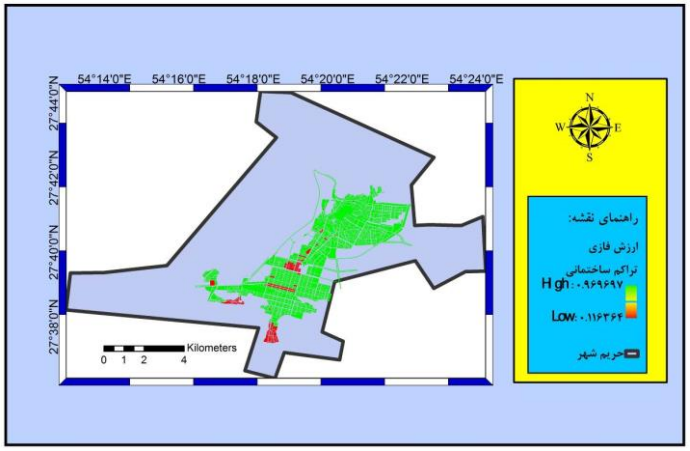
مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۷

شکل ۱۲: ارزش فازی فاصله از جایگاه‌های سوخت



مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۷

شکل ۱۳: ارزش فازی کیفیت ابنیه

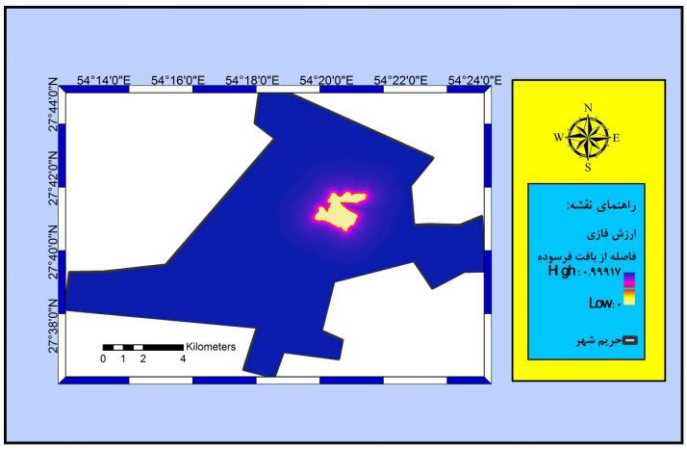


مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۷

شکل ۱۴: ارزش فازی تراکم ساختمانی

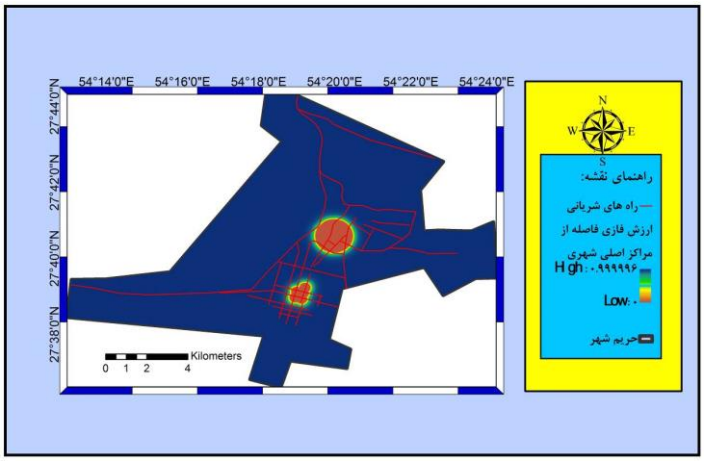
www.SID.ir

Archive of SID



مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۷

شکل ۱۵: ارزش فازی فاصله از بافت فرسوده



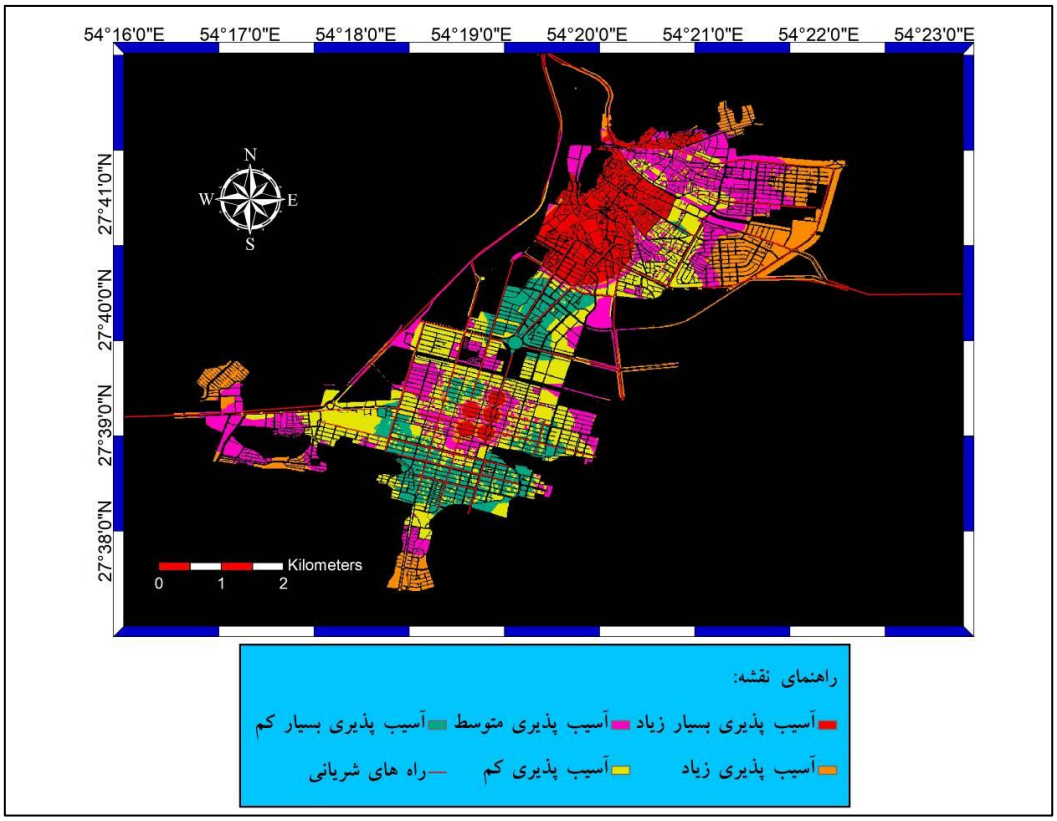
مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۷

شکل ۱۶: ارزش فازی فاصله از مراکز اصلی شهری

پس از فازی سازی کلیه نقشه‌ها هم‌پوشانی لایه‌ها از طریق اپراتور گامای فازی انجام گردید که خروجی آن در شکل ۱۷ نشان داده‌شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



مأخذ: محاسبات نگارندگان، ۱۳۹۷

شکل ۱۷: پهنه‌بندی آسیب‌پذیری زلزله

با توجه به شکل ۱۷ که میزان خطرپذیری ناشی از زلزله در نقاط مختلف شهر لار را بر اساس ۵ طبقه از آسیب‌پذیری بسیار زیاد تا آسیب‌پذیری بسیار کم نمایش داده است می‌توان مساحت و درصد هر یک از طبقات را محاسبه نموده که نتایج در جدول ۳ و شکل ۱۸ ارائه‌شده است.

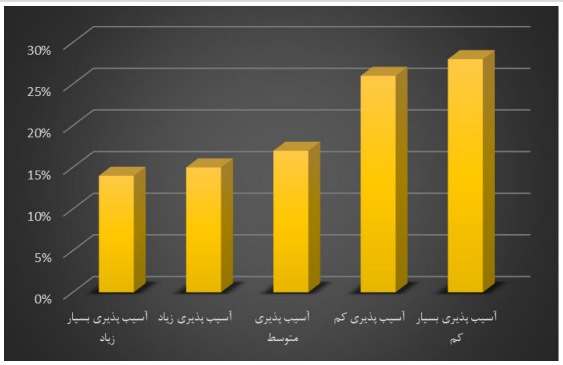
جدول ۳: درصد میزان آسیب‌پذیری

نوع طبقه	درصد
آسیب‌پذیری بسیار زیاد	۱۴
آسیب‌پذیری زیاد	۱۵
آسیب‌پذیری متوسط	۱۷
آسیب‌پذیری کم	۲۶
آسیب‌پذیری بسیار کم	۲۸
جمع	۱۰۰

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۷

www.SID.ir

Archive of SID



مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۷

شکل ۱۸: مساحت اشغال‌شده

یافته‌ها نشان می‌دهد که در حدود ۲۹ درصد از مساحت ساخته‌شده شهر لار در معرض آسیب‌پذیری بسیار زیاد تا زیاد قرار دارد، حدود ۱۷ درصد در شرایط متوسط آسیب‌پذیری و حدود ۵۴ درصد نیز در محدوده آسیب‌پذیری کم تا بسیار کم قرار می‌گیرند.

بخشی از آسیب‌پذیرترین قسمت مربوط به هسته مرکزی شهر قدیم لار می‌باشد که به علت نوع بافت شهری، عدم دسترسی به راه‌های شریانی و نبود امکانات امدادی مناسب در زمره خطرناک‌ترین‌ها قرارگرفته است، همچنین شرق شهر قدیم و جنوب شهر جدید (مسکن مهر) علیرغم وجود دسترسی به راه‌های شریانی به علت عدم دسترسی به امکانات امدادی و دوری از خدمات درمانی و بیمارستان نیز در محدوده آسیب‌پذیری زیاد قرارگرفته است.

بخش میانی دو شهر با توجه به قرارگیری در مسیرهای اصلی و شریانی، همچنین فاصله‌ای مناسب از خدمات ایمنی و بهداشتی – درمانی و کیفیت مناسب ابنیه که اکثر ساختمان‌ها نوساز می‌باشد در محدوده آسیب‌پذیری بسیار کم قرارگرفته است.

در نهایت بلوک‌های شهری واقع‌شده در چهل متری اول تا سوم در شهر جدید به علت فاصله مناسب از خدمات امدادی، دسترسی به راه‌های شریانی و کیفیت مناسب ابنیه جزء محدوده‌هایی با آسیب‌پذیری بسیار کم شهر لار به‌حساب می‌آید.

نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌های پژوهش و شناسایی شدن پهنه‌های آسیب‌پذیر پیشنهاد می‌گردد که به‌منظور کاهش خطرات ناشی از زلزله در بخش هسته مرکزی شهر قدیم لار که اکثراً دارای بافتی فرسوده است و بیشتر اقشار کم‌درآمد در آنجا سکونت دارند نسبت مقاوم‌سازی و احیاء بافت آن اقدام شود بدین منظور می‌توان با پرداخت وام‌های بلندمدت به مالکین منازلی که در این محدوده قرار دارند آنان را به نوسازی و مقاوم‌سازی واحدهای مسکونی تشویق کرد، همچنین مراکز بهداشتی و درمانی در این بخش شهر توسعه داده‌شده و نسبت به اصلاح راه‌های دسترسی با تعریض معابر بسیار کم‌عرض و بازنمودن معابر بن‌بست اقدام کرد. در بخش شرقی شهر قدیم نیز می‌توان مراکز بهداشتی، درمانی وامدادی موردنیاز را احداث کرد.

www.SID.ir

Archive of SID

به‌منظور پیشگیری از افزایش ریسک خطر در مرکز شهر جدید، از صدور مجوزهای احداث بناهای چندطبقه با کاربری‌هایی که محل تجمع افراد بسیار زیادی است در خیابان‌هایی که دارای عرض مناسبی نمی‌باشند ۳۰ متر و کمتر از آن (برای مثال ۳۰ متری هلال‌احمر) بیش از این خودداری گردد و با طرح تجمیع قطعات و بیشتر کردن مساحت ساختمان‌های ساخته‌شده برای کاهش تراکم ساختمانی و جمعیتی در این معابر کم‌عرض اقدام کرد؛ همچنین با توجه به سطح گستردگی شهر لار به نظر می‌رسد تعداد ۲ ایستگاه آتش‌نشانی کافی نبوده و در حال حاضر سطح پوشش آن‌ها بخش مرکزی بین دو شهر و غرب شهر جدید را به‌طور مناسبی پوشش نمی‌دهند لذا مکان‌یابی و احداث یک ایستگاه آتش‌نشانی در این محدوده نیز می‌تواند به کاهش خطرپذیری بیشتری منجر گردد، در خصوص بخش جنوبی شهر جدید (مسکن مهر) با توجه به تراکم بالای جمعیت ساکن نیازمند حداقل یک مرکز درمانی است که در حال حاضر این محل فاقد هرگونه مرکز بهداشتی و درمانی می‌باشد؛ همچنین مکان‌یابی اسکان اضطراری و داشتن آمادگی کافی به‌منظور مدیریت بحران و اسکان آسیب دیدگان احتمالی در مناطق مختلف شهر ضروری است.

منابع

۱- ابوئی‌اشکذری، علیرضا (۱۳۹۱): مدیریت بحران زلزله با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی GIS، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز باراهنمایی دکتر کاظم رنگزن.

۲- انصاری لاری، احمد و صدری زاده، مهین تاج (۱۳۸۹): نقش کاربری بهینه زمین در توسعه شهر لار، آمایش محیط، شماره ۹، ۹۶-۷۹.

۳- برنا، رضا و واحد پور، غلام عباس (۱۳۹۰): بررسی نقش مدیریت مخاطرات طبیعی در کنترل سوانح و تصادفات جاده‌ای موردمطالعه: محور کرج-چالوس، فصل‌نامه علمی-پژوهشی برنامه‌ریزی منطقه‌ای، سال اول، ۸۱-۹۲.

۴- پیشگاهی فرد، زهرا، اقبالی، ناصر، فرجی راد، عبدالرضا و بیگ‌بابایی، بشیر (۱۳۹۱): مدل‌سازی تعیین مناطق خطرپذیر با استفاده از مدل AHP در محیط GIS جهت مدیریت بحران شهری (مطالعه موردی: منطقه ۸ شهرداری تبریز)، فصل‌نامه فضای جغرافیایی، ۳۷، ۱۸۳-۲۰۰.

۵- ثروتی، محمدرضا (۱۳۸۳): تنگناهای طبیعی توسعه شهر لار (جنوب استان فارس)، فصل‌نامه جغرافیایی سرزمین، شماره ۴، ۳-۲۲.

۶- دانش‌افزیر (۱۳۹۷): عوامل مؤثر در آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله.

۷- زیاری، کرامت اله (۱۳۸۵): اصول و روش‌های برنامه‌ریزی منطقه‌ای، انتشارات دانشگاه یزد.

۸- شریعت جعفری، محسن و حامد پناه، رامین (۱۳۸۶): پیش‌بینی خطر ناپایداری شیب‌های طبیعی با استفاده از عملگرهای ضرب و جمع جبری فازی در البرز مرکزی، فصل‌نامه منابع طبیعی ایران، شماره ۳.

۹- عراقیان، الهه، شکری، محمدحسن و فلاح‌تبار، نصر اله (۱۳۹۶): کاربرد منطق فازی در ارزیابی و پهنه‌بندی پتانسیل آسیب‌پذیری ناشی از زلزله (مطالعه موردی: سکونتگاه‌های روستایی شهرستان طارم)، فصل‌نامه جغرافیا.

۱۰- عطایی، محمد (۱۳۸۹): تصمیم‌گیری چندمعیاری فازی، چاپ اول، شاهرود، انتشارات دانشگاه صنعتی شاهرود.

۱۱- فاطمی‌عقدا، سید محمود، غیومیان، جعفر، تشنه‌لب، محمد و اشقلی‌فراهانی، عقیل (۱۳۸۴): بررسی خطر زمین‌لغزش با استفاده از منطق فازی (مطالعه موردی منطقه رودبار)، مجله علوم دانشگاه تهران.

www.SID.ir

Archive of SID

۱۲- کاواب، مهندسین مشاور (۱۳۶۹): طرح‌ریزی کالبدی ملی و منطقه‌ای، تهران.
۱۳- متکان، علی‌اکبر، سمیعا، جلال، پور علی، سید حسین و صفایی، مهرداد (۱۳۸۸): مدل‌های منطق فازی و سنجش از دور جهت پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در حوضه آبخیز لاجیم، فصل‌نامه زمین‌شناسی ژئو تکنیک.
۱۴- مکارم، شهرام و مؤمنی، محسن (۱۳۹۵): مقدمه‌ای بر سوانح ژئولوژیک، تهران، فارسیران.

15- Afshar, HK (1960): Report on The Lar Earthquake of 24th April 1960.
16- Bolhari, J, & Chime (2008): Tehran University Medical Journal TUMS Publications:Mental Health Intervention in Bam Earthquake Crisis: A Qualitative Study.
17- Karimi, Iman, & Hüllermeier, Eyke (2007): Risk Assessment System of Natural Hazards: A New Approach Based on Fuzzy Probability, Fuzzy Sets and Systems.158.
18- Lee, Der-Her, & Juang, C Hsein (1993): Evaluation of Failure Potential in Mudstone Slopes Using fuzzy Sets, ASCE.
19- Roostaei, Shahrivar, Ahadnezhad Roshti, Mohsen, Kamelifar, Mohammad Javad, & Alizadeh, Hadi (2015): Analysis of The Seismic Vulnerability of Physical Indicators Based on Fuzzy Logic Method.
20- Rosenthal, Uriel, Charles, Michael T, & Hart, Paul't (1989):Coping With Crises: The Management of Disasters, Riots, and Terrorism, Charles C Thomas Pub Ltd.
21- UNISDR (2015): International Strategy for Disaster Reduction ,Geneva, United Nations Office for Disaster Risk Reduction.

www.SID.ir