مقایسه‌ی تطبیقی/ تحلیلی میزان آسیب‌پذیری بافت‌های شهری در برابر زلزله با استفاده از مدل‌های تحلیل سلسله مراتبی و فازی (نمونه موردی: شهر لامرد)

تاریخ دریافت مقاله: ۹۰/۱۱/۱۱ تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۹۱/۱۰/۲۰

براتعلی خاکپور (استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه فردوسی مشهد)
سلمان حیاتی *(دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه فردوسی مشهد)
مهدی کاظمی بی‌نیاز (دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه فردوسی مشهد)
غزاله ربانی ابوالفضلی (دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری واحد بین الملل دانشگاه فردوسی مشهد)

چکیده

با توجه به واقع شدن ایران بر روی یکی از دو کمربند زلزله‌خیز جهان و وجود گسل‌های فراوان، وقوع زلزله در فلات ایران امری طبیعی است. ایران جزء ده کشور بلاخیز و ششمین کشور زلزله خیز دنیا است؛ که زلزله مسبب بیش ترین تلفات انسانی در آن می‌باشد، خطری که خسارت‌های مالی فراوانی نیز برای کشور به همراه داشته است. شهر لامرد نیز که در جنوب استان فارس و بر روی کمربند زلزله خیز جنوب ایران قرار دارد از این قاعده مستثنا نیست و هر ساله به طور متوسط در این شهر ۴ زلزله با شدت‌های مختلف رخ می دهد؛ لذا برای مقابله با مسأله فوق نیازمند مقاوم‌سازی ساختمان ها و سکونتگاه‌ها در سطح شهرها و روستاها هستیم. برای مقاوم‌سازی بناها و ساختمان ها با توجه به محدودیت منابع مالی، در وهله‌ی نخست باید از روش‌ها و تکنیک‌هایی استفاده گردد که مدیران و مسئولان را قادر به تخمین و ارزیابی میزان آسیب‌پذیری سکونتگاه‌ها و اولویت‌بندی بافت‌های شهری در برابر زلزله کند. این ارزیابی و پیش‌بینی؛ برنامه‌ریزی مسؤولان را جهت داده و مانع از به هدر رفتن منابع مالی و انسانی می‌گردد. هدف از این پژوهش پاسخ گویی به نیاز مطرح شده می‌باشد که استفاده از چه تکنیک و روشی می‌تواند تصویر مناسب‌تر و دقیق‌تر از میزان آسیب‌پذیری در برابر زلزله ارائه دهد. روش تحقیق مورد استفاده در این پژوهش توصیفی/ تحلیلی می‌باشد که با استفاده از مدل‌های فازی و تحلیل سلسله مراتبی اقدام به ارزیابی میزان آسیب‌پذیری بافت‌های کالبدی شهر لامرد شده است. نتایج حاصل از این پژوهش بیانگر این موضوع

* نویسنده رابط: s.Hayati66@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

می‌باشد که روش فازی چند متغیره از توان بالاتری برای شناسایی بافت‌های شهری آسیب‌پذیر نسبت به روش تحلیل سلسله مراتبی دارا می‌باشد. همچنین مشخص گردید که در مدل فازی بیش ترین میزان آسیب‌پذیری مربوط به وضعیت آسیب‌پذیری بالا (بیش از ۳۸ درصد) و در مدل تحلیل سلسله مراتبی بیش ترین میزان آسیب‌پذیری مربوط به وضعیت آسیب‌پذیری متوسط (بیش از ۴۳ درصد) می‌باشد.

واژه های کلیدی:
زلزله، تحلیل سلسله مراتبی، منطق فازی، آسیب پذیری، شهر لامرد

Archive of SID

www.SID.ir

۱- مقدمه

در خلال قرن بیستم حدود ۱۱۰۰ زلزله‌ی مرگبار در ۷۵ کشور جهان رخ داده و علاوه بر خسارات مادی عظیم، جان حداقل ۱/۵ میلیون نفر را گرفته است. پیش‌بینی می‌شود در قرن ۲۱ حداقل ۲ میلیون نفر دیگر از بین بروند. نتیجه این فاجعه، ضرر ۵ تریلیون دلاری اقتصاد جهانی و در حد معادل این مبلغ، ویرانی ناشی از بناها و ساختمان ها خواهد بود (Nichols, 2005: 137) این در شرایطی است که ایران جزو زلزله‌خیزترین کشورهای جهان محسوب می‌شود. طبق آمار رسمی ۱۷/۶ درصد زلزله‌های مخرب جهان به کشور ما تعلق دارد. این رقم بیش از ۳ برابر زلزله‌های مخرب کشور ژاپن (با ۷/۱ درصد) می‌باشد (محمدزاده، ۱۳۸۸: ۹۱).

بر پایه آمارهای رسمی ۲۵ سال گذشته، شش درصد از تلفات جانی کشور ناشی از زلزله بوده است. بررسی آمار لرزه‌هایی با بزرگی بیش از ۶/۵ ریشتر حاکی از آن است که در یک صد سال گذشته حدود چهل زمین لرزه در ایران رخ داده است، بنابراین باید توجه داشت که در کشور ما به طور متوسط هر ۲/۵ سال یک زمین لرزه شدید یا خیلی شدید رخ می‌دهد (آرین، ۱۳۸۲: ۷). بر اساس پژوهش‌های وزارت مسکن و شهرسازی در طرح کالبدی ملی، ۵۰ درصد جمعیت شهرنشین کشور در پهنه‌هایی زندگی می‌کنند که دارای بیش ترین خطر زلزله خیزی است (فرجی و قرخلو، ۱۳۸۸: ۱۴۳). با وجود مسأله فوق در کشور به دلیل عدم برنامه‌ریزی در مقابله با زلزله هر ساله تلفات جانی و خسارات مالی فراوانی به کشور تحمیل می‌گردد از جمله می‌توان به زلزله‌های بویین‌زهرا (۱۳۴۱)، رودبار (۱۳۶۹) و بم (۱۳۸۲) که هر یک هزاران کشته بر جای گذاشت.

شهر لامرد با جمعیت ۲۲۱۵۶ نفر در جنوب استان فارس قرار دارد. این شهر به دلیل وجود گسل‌های فعال در پیرامون خود همواره در خطر زلزله قرار دارد. از مهم ترین دغدغه‌های مدیریت شهری عدم اطلاع کافی از میزان آسیب‌پذیری بافت‌های کالبدی شهر در هنگام وقوع زلزله می‌باشد؛ همچنین چگونه می‌توان میزان آسیب پذیری بافت کالبدی شهر را در مقابل زلزله سنجید.

۲- اهداف تحقیق

۱. شناسایی و بررسی میزان آسیب‌پذیری بافت‌های کالبدی شهر در هنگام وقوع زلزله؛

۲. استفاده از کدام روش می‌تواند در ارزیابی و پیش‌بینی میزان آسیب‌پذیری بافت کالبدی شهر در هنگام بروز زلزله کارایی بیش تری داشته باشد.

www.SID.ir

۳– مطابق با اهداف فوق سؤالات تحقیق به صورت زیر مطرح می‌گردد:

۱. میزان آسیب‌پذیری بافت کالبدی شهر لامرد هنگام بروز زلزله به چه میزان است؟

۲. کدام یک از مدل‌های فازی و تحلیل سلسله مراتبی برای سنجش میزان آسیب‌پذیری بافت شهر هنگام بروز زلزله از دقت بیش تری برخوردار خواهد بود؟

۴– فرضیات تحقیق

۱. به نظر می‌رسد، بافت‌های کالبدی شهر لامرد هنگام بروز زلزله از میزان آسیب‌پذیری بالایی برخوردار است.

۲. به نظر می‌رسد، مدل فازی از دقت بیش تری نسبت به مدل سلسله مراتبی در تشخیص میزان آسیب‌پذیری بافت‌های کالبدی شهر برخوردار است.

۵– روش تحقیق

روش تحقیق در پژوهش حاضر توصیفی/ تحلیلی است که از جنبه‌هایی نیز کاربردی محسوب می‌گردد. در این پژوهش جهت دستیابی به اطلاعات مورد نیاز از منابع کتابخانه‌ای و بررسی‌های میدانی و همچنین تهیه ۳۰ عدد پرسشنامه از متخصصان شهری، استفاده گردید. تکنیک‌های مورد استفاده برای سنجش آسیب‌پذیری دو روش AHP و Fuzzy در نرم افزار ARC GIS 10 می‌باشد که به تفصیل هر یک توضیح داده خواهد شد.

۶– پیشینه تحقیق

خاکپور و همکاران (۱۳۹۰) در مقاله‌ای تحت عنوان تحلیل میزان آسیب پذیری فیزیکی/ کالبدی منطقه ۹ شهر مشهد ار دیدگاه زلزله خیزی به این نتیجه رسیده‌اند که شهر مشهد از نظر زلزله خیزی در منطقه‌ای با خطر متوسط قرار گرفته است. سپس با استفاده از شاخص‌هایی نقشه‌های پهنه‌بندی آسیب پذیر در هنگام وقوع زلزله را تهیه کرده تا امکان اتخاذ راهکارهای لازم در حوزه سیاست گذاری مدیریت شهری میسر گردد.

قنواتی و شیخی (۱۳۸۹) در پژوهشی در منطقه ۱۲ تهران نتیجه گیری می کنند که در صورت وقوع زلزله ۸۰ درصد ساختمان های این منطقه تخریب و ۱۵ تا ۲۰ درصد ساکنان و شاغلان از بین خواهند رفت. آنان همچنین در پژوهش خود شاخص‌های ارزیابی آسیب پذیری در برابر زلزله در منطقه ۱۲ تهران از نظر سازه‌ای و برنامه‌ریزی مورد بررسی قرار داده‌اند.

Archive of SID

www.SID.ir

شیعه و همکاران (۱۳۸۹) در پژوهشی به بررسی آسیب پذیری شبکه‌های ارتباطی شهرها در هنگام وقوع زلزله با استفاده از روش IHWP و GIS پرداخته‌اند. نتایج پژوهش آنان نشان می دهد که بدنه‌ی خیابان‌هایی با تراکم ساختمانی و جمعیتی بالا، کیفیت ابنیه پایین، فاصله زیاد تا مراکز امدادی نسبت به سایر قطعه‌ها و درجه محصوریت بیش تر، از میزان آسیب پذیری بالایی برخوردار می باشد.

احد نژاد و همکاران (۱۳۸۹) در پژوهش خود که با استفاده از تلفیق GIS و AHP به بررسی آسیب پذیری شهر زنجان در هنگام وقوع زلزله پرداخته شده نتیجه گیری کرده‌اند که، منطقه سه شهر و بناهای واقع شده در آن به دلیل فرسودگی بافت و استفاده از مصالح کم دوام در ساخت و ساز و نیز عمر بالای ساختمان ها از آسیب پذیری بسیار بالایی برخوردار می باشد.

۷- معیارها

معیار در برنامه‌ریزی، ضابطه عمل یا قضاوت است. مسلماً بدون داشتن معیارهای اصولی و معین، ارزیابی‌ها ممکن نخواهد بود (پورمحمدی، ۱۳۸۷: ۱۰۵)؛ لذا روش‌ها و تکنیک‌های تحقیق و همچنین سطوح آن بر اساس ماهیت و نوع معیارها تعیین می‌شود (Hofe & Wang, 2007: 33)، بنابراین می‌توان گفت که شناسایی و انتخاب عواملی که در تخریب ناشی از زلزله تأثیر گذارند از مهم ترین مراحل مطالعه می‌باشد، لذا برای ارزیابی میزان تخریب زلزله در این پژوهش معیارهای زیر در نظر گرفته شده است:

تعداد طبقات ساختمان	قدمت ساختمان	کاربری زمین	کیفیت ساختمان
دسترسی به معابر	مساحت ساختمان	نوع مصالح	

۸- تابع فازی

روش فازی به عنوان نظریه‌ای ریاضی برای مدل سازی و صورتبندی ابهام و عدم دقت موجود در فرایندهای شناختی انسانی (Lootsma, 1997: 29) ابزارهای بسیار کارآمد و مفیدی را فراهم می آورد که می توان برای مدیریت، برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری از آن استفاده نمود (Klir and Folger, 1988: 109). منطق فازی به علت توانایی رقابت با هوشمندی انسانی و رهیافت سیستماتیک خود در بررسی شرایط و موقعیت‌های مبهم که ریاضیات متعارف چندان کارایی ندارد، ابزار تکنیکی بسیار سودمند و مفیدی را برای ارزیابی پدیده‌ها و امور فراهم می آورد (Phillis et al, 2001: 439)؛ لذا می توان گفت که توابع فازی تکنولوژی‌های جدیدی

Archive of SID

www.SID.ir

هستند که شیوه‌هایی را برای طراحی و مدل‌سازی ریاضی یک سیستم که نیازمند ریاضیات پیچیده و پیشرفته می‌باشد، با استفاده از مقادیر زبانی و دانش فرد خبره جایگزین می‌سازد (ابره‌دری، ۱۳۸۶: ۲). در واقع توابع فازی تجربه و دانش انسانی را به صورت ترکیبی از اعداد در مقابل وی قرار می‌دهد و او را قادر می‌سازد تا تصمیمی بر اساس ریاضیات و منطق بگیرد. ابهام و عدم قطعیت ذاتی حاکم بر محیط‌های برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری، نیازمند روش‌هایی است که امکان بررسی و صورت‌بندی ریاضی مفاهیم نادقیق را فراهم نماید (امینی، ۱۳۸۵: ۲۱۴) لذا در چنین شرایطی استفاده از توابع فازی پیشنهاد می‌گردد. این توابع، یک حالت بین صفر و یک را در بر می‌گیرند (مالچفسکی، ۱۳۸۵: ۶۵). نمودار زیر نشان دهنده نمونه‌ای از لایه‌های فازی شده در سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی می باشد.

0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0
0	0.1	0.2	0	0.3	0.2	0	0	0	0
0.1	0.3	0.4	0.2	0.5	0.3	0.2	0.1	0	0
0.3	0.4	0.7	0.3	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1
0.2	0.3	1	0.4	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0
0.1	0.2	1	0.5	0.9	0.6	0.5	0.3	0.1	0
0	0.1	0.6	0.6	1	0.8	0.5	0.2	0	0
0	0	0.3	0.7	1	1	0.8	0.5	0.2	0
0	0	0	0.9	1	1	0.9	0.7	0.3	0.1
0	0	0	0.8	0.9	0.8	0.7	0.4	0.1	0

شکل ۱: نمونه‌ای از ورود داده‌ها و فازی سازی آن‌ها در GIS

مأخذ: (Lodwick, 2008: 74)

در نرم افزار ARC GIS 10 برای فازی سازی داده‌ها توابع مختلفی از جمله فازی گاوسی[۱]، فازی بزرگ[۲]، فازی خطی[۳]، فازی MS بزرگ[۴]، فازی MS کوچک[۵]، فازی نزدیک[۶]، فازی کوچک[۷] وجود دارد که در این تحقیق از تابع فازی بزرگ استفاده شده است. زمانی از تابع فازی بزرگ استفاده می‌شود که مقادیر بزرگ تر ورودی، بیش تر احتمال دارد که عضوی از یک مجموعه باشند، که نقطه متقاطع را مشخص می‌نمایند. مقادیر بالاتر از یک نقطه با احتمال اینکه یک عضو از مجموعه باشد افزایش می‌یابد؛ و مقدار پایین‌تر از نقطه میانی عضویت را کاهش می‌دهد (ESRI.com, 2010). پس از فازی سازی هفت لایه باید آن‌ها را روی هم گذاری کنیم، در این مرحله از عملگرهای مختلفی می‌توان استفاده نمود. در فهرست زیر انواع عملگرهای مناسب برای استفاده در برخی شرایط خاص آمده است.

[1] - Fuzzy Gaussian
[2] - Fuzzy Large
[3] - Fuzzy Linear
4- Fuzzy MS Large
5- Fuzzy MS Small
6- Fuzzy Near
7- Fuzzy Small

Archive of SID

www.SID.ir

• اگر بخواهیم زمانی که حداقل یکی از Rasterهای ورودی مقدار بالایی دارد، خروجی نیز مقدار بالایی داشته باشد، از عملگر or استفاده می‌شود.

• اگر بخواهیم زمانی که همه‌ی Rasterهای ورودی مقدار بالایی دارد، خروجی نیز مقدار بالایی داشته باشد، از عملگر and استفاده می‌شود.

• زمانی که میزان اهمیت ترکیب داده‌ها از تک تک داده‌ها کم تر است از عملگر PRODUCT استفاده می‌شود.

• زمانی که میزان اهمیت ترکیب داده‌ها از تک تک داده‌ها بیش تر است از عملگر sum استفاده می‌شود.

• عملگر نوع GAMMA معمولاً برای ساخت ترکیبات فازی داده‌های پایه‌ای زیادی دارند، استفاده می‌گردد. هرگاه Gamma برابر یک باشد، نتیجه‌ی حاصل از این عملگر همانند جمع فازی خواهد بود. هرگاه برابر صفر باشد، نتیجه‌ی حاصل از این عملگر همانند ضرب فازی خواهد بود. مقادیر بین صفر و یک به کاربر امکان آن را می‌دهد که داده را با ترکیباتی احتمالاً متفاوت با and فازی یا or فازی بین این دو کران با هم ترکیب کنند.

لازم به ذکر است برای فازی سازی لایه‌ها در این پژوهش از فرمول زیر و برای روی هم گذاری فازی لایه‌ها از روش sum منطقی استفاده شده است.

$$\mu(x) = \frac{1}{1 + \left(\frac{X}{f2)}\right)^{-f1}}$$

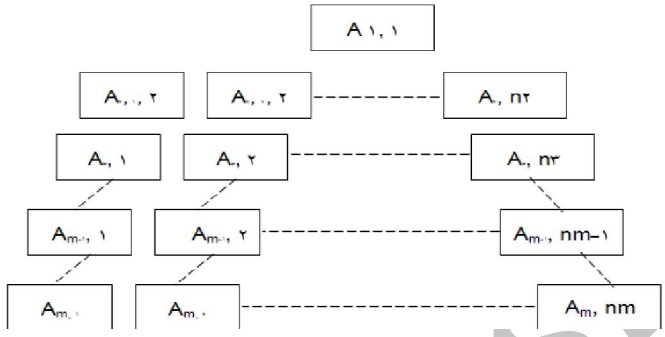
۹- روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

شیوه‌ی ارزیابی AHP در سال ۱۹۷۷ توسط ساعتی پایه گذاری شد (رهنما، ۱۳۸۸: ۴۲۳). فرایند تحلیل سلسله مراتبی یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم-گیری با معیارهای چندگانه است. این روش برای حل مسائل چند معیاره و تعیین اولویت با توجه به معیارهای مورد نظر که خود ممکن است شامل زیر معیارهای دیگری باشد، به کار می‌رود (معین مقدس و وحیدیان، ۱۳۸۴: ۵۶). در این پژوهش برای ارزیابی میزان آسیب‌پذیری بافت‌های شهری از روش AHP در GIS استفاده شده است که با استفاده از این روش، به هر کدام از معیارها و زیر معیارها بر اساس اهمیت آن‌ها وزنی جداگانه داده می‌شود که وزن‌های حاصله از روش مقایسه دوتایی به دست می‌آید (قدسی‌پور، ۱۳۸۷: ۱۰۵). این روش مقایسه دارای محاسبات وقت‌گیری است که برنامه‌های کامپیوتری می‌توانند محاسبات لازم را انجام

Archive of SID

www.SID.ir

دهند. برای اولین بار این روش توسط رائو و همکاران او در سال ۱۹۹۱ در GIS استفاده شد و با روش‌های تصمیم‌گیری GIS تلفیق گردید (Malczwski, 1999: 92).



شکل ۲: یک مدل AHP برای حل مسأله با m سطح
مأخذ: (Nasiri, 2007)

در این پژوهش ابتدا پرسشنامه‌هایی برای امتیاز دهی بین متخصصین شهری به تعداد ۳۰ عدد پخش گردید و سپس از آن‌ها خواسته شد که بر اساس اهمیت هر یک از معیارها در هنگام بروز زلزله برای معیارهای با اهمیت بالاتر امتیاز بالاتر و برای معیارهای با اهمیت کم تر امتیاز کم تر در نظر گیرند. امتیاز هر یک از معیارها در جدول شماره یک آورده شده است.

جدول ۱: معیارها و زیر معیارها و امتیازات آن‌ها

معیار	زیر معیار	امتیاز	معیار	زیر معیار	امتیاز
قدمت	۹-۰ سال	۳	کاربری	نظامی	۳
	۱۹-۱۰سال	۵		گورستان	۱
	۲۹-۲۰ سال	۷	مصالح ساختمانی	اسکلت فلزی	۱
	بیش از ۲۹ سال	۹		اسکلت بتنی	۳
	مخروبه	۱		آهن و آجر	۵
تعداد طبقات	یک طبقه	۳		بلوک سیمانی	۷
	دو طبقه	۵		خشت و چوب	۹
	سه طبقه	۷		متروکه	۱
کاربری	مخروبه	۱	کیفیت ساختمان	نوساز	۳
	مسکونی	۹		سالم	۵
	تجاری	۵		تعمیری	۷
	بهداشتی-درمانی	۷		متروکه	۱

Archive of SID

www.SID.ir

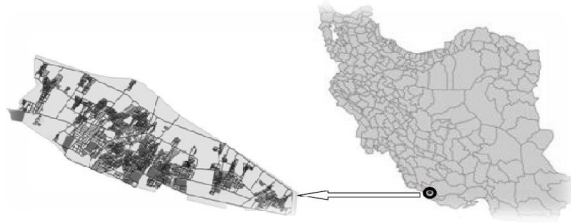
	تاسیسات و تجهیزات	۷	مساحت قطعات	متر ۰-۱۵۰	۹
	جهانگردی و پذیرایی	۱		متر ۱۵۰-۳۰۰	۷
	حمل و نقل و انبار	۷		متر ۳۰۰-۴۵۰	۵
	آموزشی	۳		متر ۴۵۰-۶۰۰	۳
	صنعتی	۳		بیش از ۶۰۰ متر	۱
	فضای سبز عمومی	۱	دسترسی به معابر	متر ۰-۶	۹
	مذهبی و فرهنگی	۵		متر ۶-۱۲	۷
	ورزشی	۱		متر ۱۲-۱۵	۵
	اداری و انتظامی	۳		بیش از ۱۵ متر	۳

مأخذ: نگارندگان

۱۰- یافته‌ها

۱۰-۱- توصیف ویژگی‌های محدوده مورد مطالعه:

شهر لامرد در جنوب استان فارس و در حد فاصل ۵۳ درجه و۱۷ دقیقه طول شرقی و ۲۷ درجه و ۳۳ دقیقه عرض شمالی واقع گردیده است. موقعیت این شهر را می‌توان در شکل سه دید.



شکل ۳: موقعیت محدوده مورد مطالعه

محدوده‌ی کنونی شهر لامرد دربرگیرنده ۳۶ نقطه روستایی بوده که به تدریج و با گذشت زمان در اثر رشد جمعیت و گسترش کالبدی به یکدیگر پیوسته و دارای شهرداری شده‌اند. تعدادی از این مراکز جمعیتی به ویژه هسته‌های مرکزی پیرامون محله لامرد، بسیار به هم نزدیک شده و نمایی واحد از یک مرکز جمعیتی را به وجود آورده‌اند. در عوض برخی از این روستاها نیز در انزوای کامل قرار گرفته‌اند و به دلیل عدم رشد جمعیتی، توسعه کالبدی آن‌ها نیز چشمگیر نبوده است (مهندسین مشاور آمود، ۱۳۸۸: ۲). جدول شماره دو جمعیت و متوسط رشد سالانه جمعیت شهر را طی سال‌های ۱۳۴۵ تا ۱۳۸۵ نشان می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲: تغییرات جمعیت شهر لامرد طی دوره ۴۰ ساله ۸۵-۱۳۴۵

سال / جمعیت	۱۳۴۵	۱۳۵۵	۱۳۶۵	۱۳۷۵	۱۳۸۵	۱۳۴۵-۸۵
جمعیت (نفر)	۵۹۶۱	۶۷۰۱	۱۰۷۴۱	۱۵۳۹۰	۲۲۱۵۶	-
متوسط رشد سالانه (درصد)	-	۱/۱۸	۴/۸۳	۳/۶۶	۳/۷۱	۳/۳۴

مأخذ : سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال‌های ۱۳۴۵ تا ۱۳۸۵ و محاسبات نگارندگان

از کل مساحت ۹۷۸ هکتاری شهر لامرد در سال ۱۳۸۵، ۲۵۸/۸۸ هکتار یعنی حدود ۴۷/۹ درصد به کاربری مسکونی اختصاص یافته است. بر این اساس و با توجه به سکونت ۲۲۱۵۶ نفر در شهر لامرد، تراکم خالص مسکونی ۸۵/۵۸ نفر در هکتار و تراکم ناخالص ۲۲/۶۵ نفر در هکتار محاسبه شده که نسبت به تراکم خالص ۵۴/۸۳ نفری در سال ۱۳۷۵، افزایش چشمگیری داشته است (شکل ۴). دلیل اصلی پایین بودن میزان تراکم ناخالص، وجود میزان بسیار زیاد اراضی بایر و فضاهای باز در سطح شهر است (مهندسین مشاور آمود، ۱۳۸۸: ۱۷ و محاسبات نگارندگان).

شکل ۴: تراکم خالص و ناخالص شهر لامرد در سال ۱۳۸۵
مأخذ: (مهندسین مشاور آمود، ۱۳۸۸)

۱۰-۲- بررسی میزان آسیب‌پذیری بافت شهر در مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

برای به دست آوردن نتیجه در این مدل در ابتدا هر کدام از معیارها به زیر معیارهایی تقسیم شد و سپس بر اساس اهمیت آن‌ها در برابر زلزله به هر یک از معیارها و زیر معیارها بر اساس نظر کارشناسی متخصصان شهری امتیاز دهی شد. پس از وارد کردن این اطلاعات به

www.SID.ir

GIS و Reclassify کردن نقشه‌ها و تبدیل آن‌ها به Raster، این Rasterها وارد مدل سلسله مراتبی در GIS شد و پس از آن که ضریب سازگاری ماتریس مقایسه‌ای دو دویی به زیر ۰/۱ رسید (۰/۰۶۱۱)، مشخص گردید که از تقریباً ۵۴۰ هکتار از اراضی برداشت شده ۱۵۱/۸ هکتار میزان آسیب پذیری بالا و ۲۳۲/۹ هکتار میزان آسیب‌پذیری متوسط و ۱۵۵/۴ هکتار میزان آسیب‌پذیری کم داشته‌اند (نمودار ۱ و شکل ۵). میانگین تمامی معیارها در این مدل نشان می‌دهد که ۴۳/۱۴ درصد از بافت‌های شهری میزان آسیب‌پذیری متوسط داشته‌اند.

جدول ۳: اولویت ارجحیت شاخص‌ها نسبت به یکدیگر بر اساس ضرایب ارجحیت ساعتی

معیار	مصالح ساختمانی	کیفیت ساختمان	طبقات ساختمان	قدمت ساختمان	مساحت ساختمان	کاربری اراضی	دسترسی به معابر
مصالح ساختمانی	۱	۰/۹	۲/۵	۳	۲/۸	۲/۷	۲/۵
کیفیت ساختمان	۱/۱۱۱	۱	۲	۰/۵	۱/۳	۲/۳	۳/۴
طبقات ساختمان	۰/۴	۰/۵	۱	۱/۸	۱/۱	۱/۵	۱/۲۵
قدمت ساختمان	۰/۳۳۳۳	۲	۰/۵۵۵۶	۱	۱/۳	۲/۵	۰/۸۵
مساحت ساختمان	۰/۳۵۷۱	۰/۷۶۹۲	۰/۹۰۹۱	۰/۷۶۶۲	۱	۱/۷۵	۱/۶
کاربری اراضی	۰/۳۷۰۴	۰/۴۳۴۸	۰/۶۶۶۷	۰/۴	۰/۵۷۱۴	۱	۱/۴
دسترسی به معابر	۰/۴	۰/۲۹۴۱	۰/۸	۱/۱۷۶۵	۰/۶۲۵	۰/۷۱۴۳	۱

مأخذ: نگارندگان CR: 0/0611

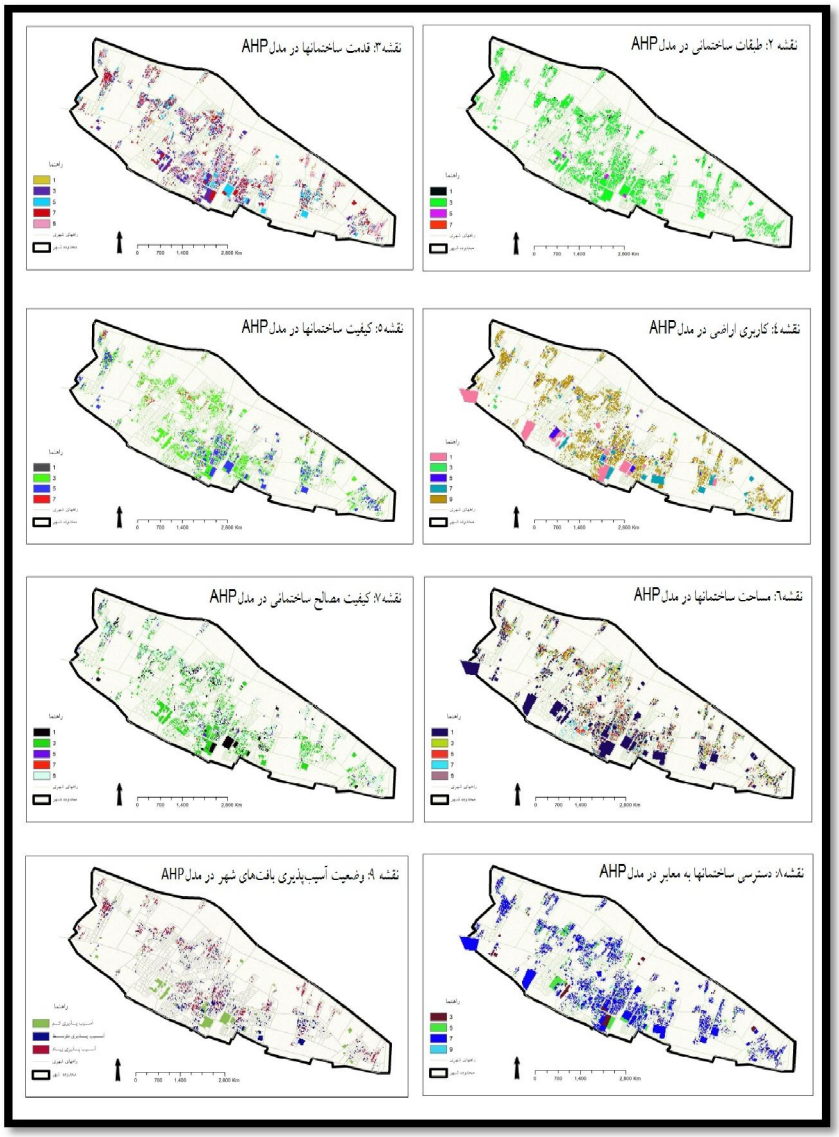
۱۰-۳- بررسی میزان آسیب‌پذیری بافت شهر در مدل فازی (Fuzzy)

شبیه‌سازی آسیب‌پذیری بافت‌های شهری هنگام بروز زلزله کمک شایانی به مدیران و برنامه‌ریزان شهری برای عملکرد بهتر در زمان بروز زلزله خواهد کرد. برای سنجش میزان آسیب‌پذیری بافت شهر در هنگام بروز زلزله در مدل فازی، پس از تبدیل معیارها به زیر معیارها و وارد کردن اطلاعات آن‌ها به GIS و Reclassify کردن نقشه‌ها و تبدیل آن‌ها به Raster، هر یک از این Rasterها وارد مدل فازی در GIS شده و بر اساس تابع بزرگ، هر کدام از Raster ها فازی گردید و سپس برای فازی کردن هفت معیار فازی شده از عملگر sum فازی استفاده شد. بر این اساس مشخص گردید که از ۵۴۰ هکتار از اراضی برداشت شده ۲۱۰ هکتار میزان آسیب‌پذیری بالا و ۱۴۳ هکتار میزان آسیب‌پذیری متوسط و ۱۸۷ هکتار میزان آسیب‌پذیری

Archive of SID

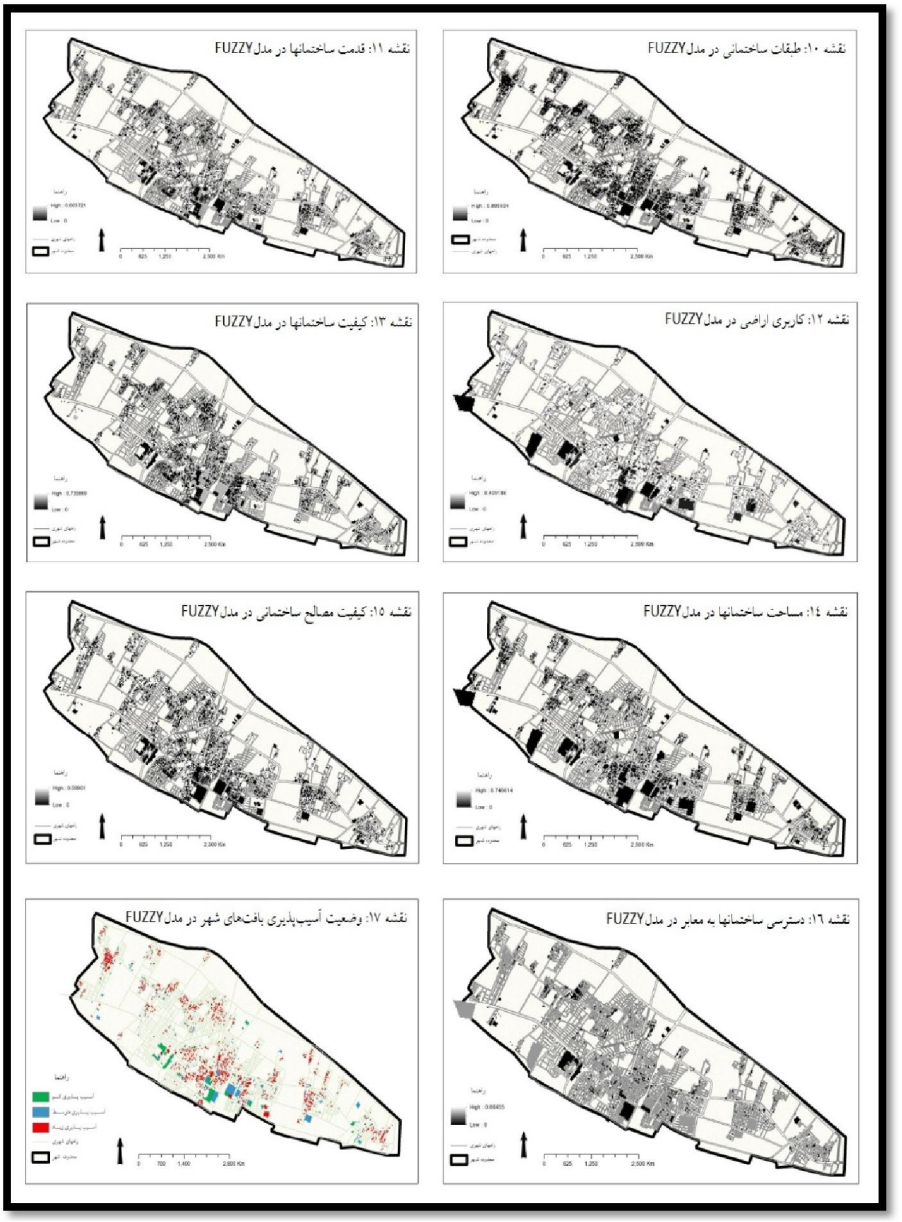
www.SID.ir

کم داشته‌اند (نمودار ۱ و شکل شماره ۶). میانگین تمامی معیارها در این مدل نیز نشان می‌دهد که ۳۸/۸۸ درصد از بافت‌های شهری میزان آسیب‌پذیری بالا داشته‌اند.



شکل ۵: لایه‌های ارزش گذاری شده موثر در آسیب پذیری بافت‌های شهری در برابر زلزله در مدل AHP مأخذ: نگارندگان

www.SID.ir

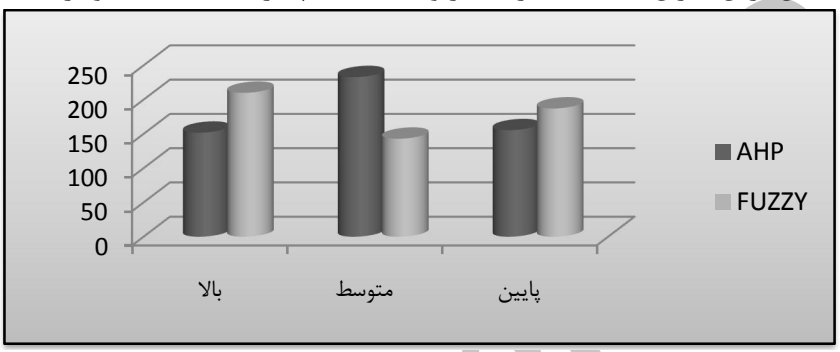


شکل ۶: لایه‌های فازی شده عوامل موثر در آسیب‌پذیری بافت‌های شهری در برابر زلزله
مأخذ: نگارندگان

www.SID.ir

۱۱- بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به هدف کلی تحقیق حاضر که سنجش آسیب‌پذیری بافت‌های کالبدی شهری هنگام بروز زلزله احتمالی است به سنجش میزان آسیب‌پذیری بافت‌های کالبدی شهر لامرد هنگام بروز زلزله با استفاده از مدل‌های تحلیل سلسله مراتبی و فازی پرداخته شد، که بر اساس مدل AHP بیش ترین فراوانی مربوط به میزان آسیب‌پذیری متوسط با ۴۳/۱۴ درصد و در مدل Fuzzy بیش ترین میزان با ۳۸/۸۸ درصد مربوط به آسیب‌پذیری بالا است (نمودار ۱).



نمودار ۱: مقایسه میزان آسیب‌پذیری بافت‌های کالبدی شهر در مدل‌های سلسله مراتبی و فازی
مأخذ: نگارندگان

از آنجایی که در این پژوهش با پارامترهای متفاوتی روبرو هستیم و ارزش گذاری هر یک از پارامترها بر اساس مدل‌های فازی و تحلیل سلسله مراتبی می‌باشد؛ همچنین تعیین میزان آسیب‌پذیری کاربری‌های موجود در سطح شهر؛ نیاز به زمان طولانی و دقت فراوان دارد و با توجه به این که خاصیت اصلی GIS در ارزشیابی چند منظوره و تحلیل‌های جامع‌نگر، این است که در کم ترین زمان و دقیق‌ترین شکل با پردازش پارامترهای بی‌شمار تصمیم‌گیری قطعی را ممکن می‌سازد؛ بنابراین استفاده از این سیستم می‌تواند در ارزیابی دقیق و جامع‌نگر آسیب‌پذیری بافت‌های شهری به ما کمک فراوانی نماید. جدول شماره ۴ میزان آسیب‌پذیری کاربری‌های مختلف شهر را به تفکیک مدل و کاربری ارائه می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴: مقایسه میزان آسیب‌پذیری کاربری‌های مختلف شهر به درصد

	میزان آسیب‌پذیری در مدل AHP			میزان آسیب‌پذیری در مدل Fuzzy		
نوع کاربری	کم	متوسط	زیاد	کم	متوسط	زیاد
مسکونی	۱۰/۶۸	۴۵/۷	۴۳/۶۲	۷/۲۸	۱۹/۱۲	۷۳/۶
تجاری	۳۵/۷۹	۳۴/۳۱	۲۹/۹	۶/۳۸	۳۱/۳۷	۶۲/۲۵
بهداشتی-درمانی	۱۰/۵۲	۶۳/۱۷	۲۶/۳۱	۱۰/۵۲	۳۱/۵۷	۵۷/۹۱
تاسیسات و تجهیزات	۱۶/۸۶	۲۸/۹۱	۵۴/۲۳	۷/۲۲	۲۵/۳	۶۷/۴۸
جهانگردی و پذیرایی	۳۳/۳۳	۵۵/۶۵	۱۱/۱۱	۲۲/۲۲	۱۱/۱۱	۶۶/۶۷
حمل و نقل و انبار	۴۲/۸۵	۴۷/۶۳	۹/۵۲	۱۹/۰۴	۳۳/۳۳	۴۷/۶۳
آموزشی	۵۰	۴۱/۸۹	۸/۲	۳۳/۵۴	۳۹/۴۴	۲۷/۰۲
صنعتی	۵۵	۲۵	۲۰	۲۱	۴۴	۳۵
فضای سبز	۵۰	۳۳/۳۳	۱۶/۶۷	۱۶/۶۶	۳۳/۳۴	۵۰
فرهنگی و مذهبی	۴۲/۷۲	۳۶/۳۸	۲۰/۹	۲۷/۲۷	۳۲/۷۲	۴۰/۰۱
ورزشی	۵۵/۵۵	۳۳/۳۴	۱۱/۱۱	۵۵/۵۵	۱۱/۱۲	۳۳/۳۳
اداری و انتظامی	۷۱/۲۱	۲۸/۷۹	۰	۳۶	۲۱/۱۶	۴۲/۸۴
نظامی	۵۸/۳۳	۱۶/۶۶	۲۵/۰۱	۲۵	۳۳/۳۳	۴۱/۶۷

مأخذ: نگارندگان

به رغم استفاده گسترده از روش AHP، این روش خالی از اشکال نیست. برخی از محققان معتقدند که نوع سوال‌های مطرح شده در طول فرآیند مربوط به مقایسه دو به دو بی معناست و ابهامات در رابطه با اهمیت نسبی ممکن است بدین معنا باشد که تغییر سوال‌ها از سوی تصمیم گیرندگان به طرق متفاوت و احتمالا نادرست صورت گرفته است (Malczewski, 1999: 45). همچنین AHP عدم قطعیت و ریسک را در بررسی کارایی گزینه‌های تصمیم‌گیری در نظر نمی‌گیرد، چرا که در این روش فرض بر این است که اهمیت نسبی معیارهای موثر در کارایی گزینه‌ها قطعی است (علی محمدی، ۱۳۸۷: ۴۰). مدل AHP همچنین ساختاری کاملا سلسله مراتبی را به مسأله تحمیل می کند و بر خلاف مدل Fuzzy نمی تواند موضوع تصمیم گیری را با به‌کارگیری دیدگاه سیستمی توأم با بازخورد، مدل سازی نماید (حیاتی، ۱۳۹۱: ۲۰۹)؛ لذا استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی بر اساس منطق فازی از انعطاف‌پذیری بیش تری برخوردار است. این روش، نه تنها ما را قادر می‌سازد تا نمایش گویا و توانمندی را از مؤلفه‌های اساسی در فرآیند تصمیم‌گیری فضایی ارائه دهیم، بلکه امکان بازنمایی معنادار مفاهیم دارای محدوده‌های غیر صریح را نیز فراهم می‌کند، بنابراین با توجه به

Archive of SID

www.SID.ir

نقایص مدل AHP و برداشت‌های میدانی مشخص شد که مدل فازی چند متغیره در پیش‌بینی میزان آسیب‌پذیری بافت‌های شهری از توانایی و دقت بالاتری برخوردار است (تایید فرضیه اول)، همچنین به دلیل آنکه مدل فازی چند متغیره از توانایی بهتری در پیش‌بینی میزان آسیب-پذیری بافت شهر در برابر زلزله برخوردار است و با توجه به خروجی‌های مدل (شکل ۶) که ۳۸/۸۸ درصد (۲۱۰ هکتار) از بافت‌های شهری میزان آسیب‌پذیری بالا داشته‌اند، فرضیه دوم نیز تایید می‌گردد.

در محدوده‌ی مورد مطالعه با تجزیه و تحلیل معیارهای ذکر شده که توسط مدل‌های Fuzzy و AHP در محیط GIS انجام شده، توانسته‌ایم به ارزیابی از میزان آسیب‌پذیری بافت کالبدی شهر هنگام بروز زلزله دست یابیم؛ لذا ضرورت انجام ارزیابی میزان آسیب پذیری بافت کالبدی شهر هنگام بروز زلزله در شهرهای ایران که بر روی کمربند زلزله خیز دنیا واقع شده‌اند و به خصوص شهرهای پرجمعیت و شهرهایی که هر ساله به دفعات متعدد توسط زلزله تهدید می شوند، ضروری است. یافته‌های این پژوهش نشان می دهد مدل فازی برای پیش بینی و ارزیابی آسیب پذیری بافت کالبدی شهر از دقت بالاتری برخوردار است. بنابراین در پایان می‌توان پیشنهادهای زیر را جهت استفاده توسط برنامه‌ریزان و مدیران شهری ارائه داد:

۱. تهیه طرح‌های ارزیابی و پیش بینی میزان آسیب پذیری بافت‌های کالبدی با استفاده از روش‌های تصمیم گیری چند شاخصه؛

۲. تهیه طرح‌های موضعی برای پهنه‌های آسیب‌پذیر؛

۳. مقاوم‌سازی ساختمان های حیاتی و مهم شهر؛

۴. طراحی بناهای مناسب و ضد زلزله؛

۵. احداث ایستگاه‌های زلزله سنجی.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع و مآخذ:

۱. آرین، م. ۱۳۸۲. ایران و دلایل زمین شناختی زمین لرزه. ماهنامه شهرداری‌ها، ۱۲: ۴۵-۳۸.

۲. ابره‌دری، ح. ۱۳۸۶. دیدگانی فازی در پردازش داده‌های مرتبط با پیش نشانگرهای زلزله. اولین همایش پیش نشانگرهای زلزله، تهران، ۱۵ اسفند. ۲۳-۴.

۳. احد نژاد روشتی، م.، قرخلو، م.، زیاری، ک. ۱۳۸۹. مدل‌سازی آسیب پذیری ساختمانی شهرها در برابر زلزله با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی. فصلنامه جغرافیا و توسعه، ۸(۱۹): ۱۹۸-۱۷۱.

۴. امینی فسخودی، ع. ۱۳۸۵. ارزیابی واحدهای تصمیم‌گیری با استفاده از مدل برنامه‌ریزی اولویت بندی فازی گروهی. مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان، ۱(۲۰): ۲۳۰-۲۱۱.

۵. پورمحمدی، م. ۱۳۸۷. برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری. چاپ چهارم. انتشارات سمت. ۱۶۰ صفحه.

۶. حیاتی، س. ۱۳۹۱. تحلیل شاخص‌های رشد هوشمند شهری در مشهد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه فردوسی مشهد. ۲۳۴ صفحه.

۷. خاکپور، ب.، زمردیان، م.، صادقی، س.، مقدمی، ا. ۱۳۹۰. تحلیل میزان آسیب پذیری فیزیکی/ کالبدی منطقه ۹ شهر مشهد از دیگاه زلزله خیری. مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، ۱۶: ۳۴-۱.

۸. رهنما، م. ۱۳۸۸. برنامه‌ریزی مناطق مرکزی شهرها. چاپ اول. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۴۵۲ صفحه.

۹. شیعه، ا.، حبیبی، ک.، ترابی، ک. ۱۳۸۹. بررسی آسیب پذیری شبکه‌های ارتباطی شهرها در مقابل زلزله با استفاده از روش IHWP و GIS مطالعه موردی منطقه شش شهرداری تهران. مجله باغ نظر، ۱۳: ۴۸-۳۵.

۱۰. علی محمدی، ع. ۱۳۸۷. تصمیم‌سازی مکانی گروهی در ارزیابی تناسب اراضی شهری با GIS. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی نقشه برداری، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی. ۱۶۲ صفحه.

۱۱. فرجی، ا.، قرخلو، م. ۱۳۸۹. زلزله و مدیریت بحران مطالعه موردی شهر بابل، مجله جغرافیا (فصلنامه علمی/ پژوهشی انجمن جغرافیای ایران)، ۲۵: ۱۶۵-۱۴۳.

۱۲. قدسی پور، ح. ۱۳۸۷. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP. چاپ ششم. انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر. ۲۳۲ صفحه.

Archive of SID

www.SID.ir

۱۳. قنواتی، ع.، شیخی، م. ۱۳۸۹. نقش برنامه‌ریزی شهر در کاهش خطر زلزله در بافت‌های فرسوده؛ مطالعه موردی: منطقه ۱۲ تهران. فصلنامه جغرافیای طبیعی، ۹: ۴۲-۲۹.
۱۴. مالچفسکی، ی. ۱۳۸۶. سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چند معیاری. ترجمه اکبر پرهیزگار. چاپ اول. انتشارات سمت. ۵۹۸ صفحه.
۱۵. محمدزاده، ر. ۱۳۸۸. تجارب برنامه‌ریزی شهری توکیو در کاهش آسیب‌پذیری ناشی از زلزله. مجله فضای جغرافیایی، ۲۶: ۱۱۱-۸۹.
۱۶. مرکز آمار ایران. سرشماری عمومی نفوس و مسکن. سال‌های ۱۳۸۵-۱۳۴۵.
۱۷. معین مقدس، ف.، رستمی، ب.، وحیدیان کامیاد، ع. ۱۳۸۴. انجام ارزشیابی سلسله مراتبی (AHP) به کمک سیستم کنترل کننده فازی و ارائه روشی برای مرتب‌سازی اعداد فازی. چهارمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی صنایع، تهران، ۲۰ آذر، ۵۳۶-۵۲۴.
۱۸. مهندسین مشاور آمود. ۱۳۸۸. طرح تجدید نظر طرح توسعه و عمران (جامع) شهر لامرد. جلد اول. ویرایش اول.
19. Klir, J., Folger, T. 1988. Fuzzy Sets, Uncertainty, and Information. Second Edition. New Jersey Press. 324P.
20.Lodwick, W. 2008. Fuzzy Surfaces in GIS and Geographical Analysis, Theory, Analytical Methods, Algorithms, and Applications. 4th Edition Boca Raton London New York: CRC Press. 542P.
21.Lootsma, A. 1997. Fuzzy Logic for Planning and Decision Making. 5th Edition Dordrecht, Kluwer Academic Publisher. 227P.
22.Malczewski, J. 1999. Spatial multi criteria decision analysis In: J. – ctill(Ed), Multicriteria decision – making and analysis: a geographic in formation sciences approach. Second Edition. Ashgate Press. 375P.
23.Nasiri, f. 2007. Development of fuzzy multiple – Attribute decision aid methodology for Energy – Envronmental policy Analysis and Assessmetn, PHD thesis, university of Regina. 368P
24.Nichols, M. 2005. A major urban earthquake: planning for Armageddon, Landscape and Urban Planning, 3th Edition. London Press. 548P.
25.Phillis, A., Andriantiatsaholiniaina, A. 2001. Sustainability: an ill-defined concept and its assessment using fuzzy logic. Journal of Ecological Economics, 37(3): 429-438.
26.Hof, R,. Wang, X. 2007. Research Methods in urban and Regional Planning. 4th Edition. Springer Press. 468P.
27.www.ESRI.com\help\fuzzy. 2010.

Archive of SID

www.SID.ir