

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 بیشترین 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 می‌دهد؛ لذا برای مقابله با مسأله فوق نیازمند مقاوم‌سازی ساختمان‌ها و سکونتگاه‌ها در سطح شهرها و روستاها هستیم. برای مقاوم‌سازی بناها و ساختمان‌ها 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 مسئولان را جهت داده و مانع از به هدر رفتن منابع مالی و انسانی می‌گردد. هدف از این پژوهش پاسخ‌گویی 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

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 بیشترین میزان آسیب‌پذیری مربوط به وضعیت آسیب‌پذیری بالا (بیش از ۳۸ درصد) و در مدل تحلیل سلسله مراتبی بیشترین میزان آسیب‌پذیری مربوط به وضعیت آسیب‌پذیری متوسط (بیش از ۴۳ درصد) می‌باشد.

واژه‌های کلیدی:

زلزله، تحلیل سلسله مراتبی، منطق فازی، آسیب‌پذیری، شهر لامرد

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 ساختمان‌ها خواهد بود (Nichols, 137: 2005) 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 بیش‌ترین خطر زلزله‌خیزی 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 مهم‌ترین دغدغه‌های مدیریت شهری عدم اطلاع کافی از میزان آسیب‌پذیری بافت‌های کالبدی شهر در هنگام وقوع زلزله می‌باشد؛ همچنین چگونه می‌توان میزان آسیب‌پذیری 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 بیش‌تری داشته باشد.

۳- مطابق با اهداف فوق سؤالات تحقیق به صورت زیر مطرح می گردد:

۱. میزان آسیب پذیری بافت کالبدی شهر لامرد هنگام بروز زلزله به چه میزان است؟
۲. کدام یک از مدل های فازی و تحلیل سلسله مراتبی برای سنجش میزان آسیب پذیری بافت شهر هنگام بروز زلزله از دقت بیش تری برخوردار خواهد بود؟

۴- فرضیات تحقیق

۱. به نظر می رسد، بافت های کالبدی شهر لامرد هنگام بروز زلزله از میزان آسیب پذیری بالایی برخوردار است.
۲. به نظر می رسد، مدل فازی از دقت بیش تری نسبت به مدل سلسله مراتبی در تشخیص میزان آسیب پذیری بافت های کالبدی شهر برخوردار است.

۵- روش تحقیق

روش تحقیق در پژوهش حاضر توصیفی/تحلیلی است که از جنبه هایی نیز کاربردی محسوب می گردد. در این پژوهش جهت دستیابی به اطلاعات مورد نیاز از منابع کتابخانه ای و بررسی های میدانی و همچنین تهیه ۳۰ عدد پرسشنامه از متخصصان شهری، استفاده گردید. تکنیک های مورد استفاده برای سنجش آسیب پذیری دو روش AHP و Fuzzy در نرم افزار ARC GIS 10 می باشد که به تفصیل هر یک توضیح داده خواهد شد.

۶- پیشینه تحقیق

خاکپور و همکاران (۱۳۹۰) در مقاله ای تحت عنوان تحلیل میزان آسیب پذیری فیزیکی/کالبدی منطقه ۹ شهر مشهد از دیدگاه زلزله خیزی به این نتیجه رسیده اند که شهر مشهد از نظر زلزله خیزی در منطقه ای با خطر متوسط قرار گرفته است. سپس با استفاده از شاخص هایی نقشه های پهنه بندی 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 شاخص های ارزیابی آسیب پذیری در برابر زلزله در منطقه ۱۲ تهران از نظر سازه ای و برنامه ریزی مورد بررسی قرار داده اند.

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

احد نژاد و همکاران (۱۳۸۹) در پژوهش خود که با استفاده از تلفیق GIS و AHP به بررسی آسیب‌پذیری شهر زنجان در هنگام وقوع زلزله پرداخته شده نتیجه‌گیری 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 ساختمان‌ها از آسیب‌پذیری بسیار بالایی برخوردار می‌باشد.

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 مهم‌ترین 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 مدل‌سازی و صورت‌بندی ابهام و عدم دقت موجود در فرایندهای شناختی انسانی (Lootsma, 1997: 29) ابزارهای بسیار کارآمد و مفیدی را فراهم می‌آورد که می‌توان 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 می‌آورد (Phillis et al, 2001: 439)؛ لذا می‌توان گفت که توابع فازی تکنولوژی‌های جدیدی

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 (ابره‌دري، 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 می‌باشد.

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

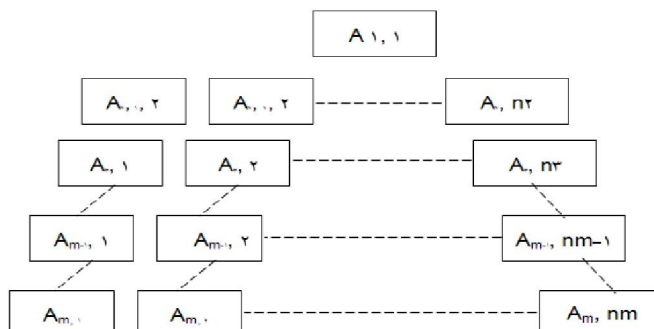
- اگر بخواهیم زمانی که حداقل یکی از Rasterهای ورودی مقدار بالایی دارد، خروجی نیز مقدار بالایی داشته باشد، از عملگر or استفاده می‌شود.
- اگر بخواهیم زمانی که همه‌ی Rasterهای ورودی مقدار بالایی دارد، خروجی نیز مقدار بالایی داشته باشد، از عملگر and استفاده می‌شود.
- زمانی که میزان اهمیت ترکیب داده‌ها از 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 تصمیم‌گیری 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

دهند. برای اولین بار این روش توسط راثو 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 کم‌تر امتیاز کم‌تر 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	۰-۹ سال	۳	کاربری	نظامی	۳
	۱۰-۱۹ سال	۵		گورستان	۱
	۲۰-۲۹ سال	۷		اسکلت فلزی	۱
	بیش از ۲۹ سال	۹		اسکلت بتنی	۳
تعداد طبقات	مخروبه	۱	مصالح ساختمانی	آهن و آجر	۵
	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

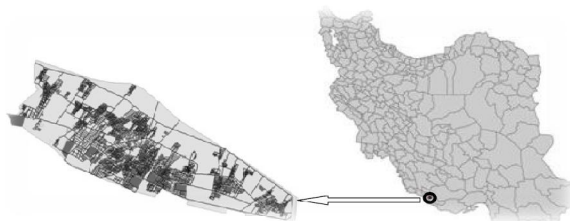
۹	متر ۱۵۰-۰	مساحت قطعات	۷	تاسیسات و تجهیزات
۷	متر ۳۰۰-۱۵۰		۱	جهانگردی و پذیرایی
۵	متر ۴۵۰-۳۰۰		۷	حمل و نقل و انبار
۳	متر ۶۰۰-۴۵۰		۳	آموزشی
۱	بیش از ۶۰۰ متر		۳	صنعتی
۹	متر ۶-۰	دسترسی به معابر	۱	فضای سبز عمومی
۷	متر ۱۲-۶		۵	مذهبی و فرهنگی
۵	متر ۱۵-۱۲		۱	ورزشی
۳	بیش از ۱۵ متر		۳	اداری و انتظامی

مأخذ: نگارندگان

۱۰- یافته‌ها

۱-۱۰- توصیف ویژگی‌های محدوده مورد مطالعه:

شهر لامرد در جنوب استان فارس و در حد فاصل ۵۳ درجه و ۱۷ 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.

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

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

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 آسیب‌پذیری 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

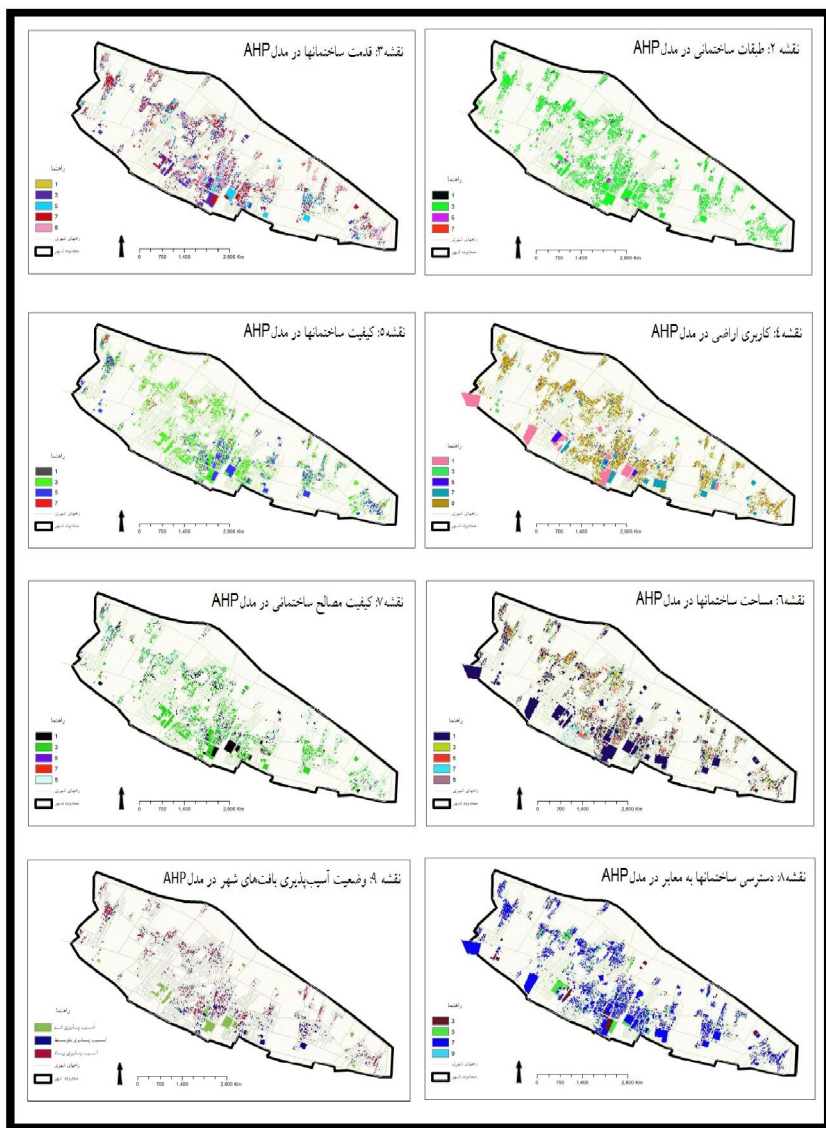
CR: 0/0611

مأخذ: نگارندگان

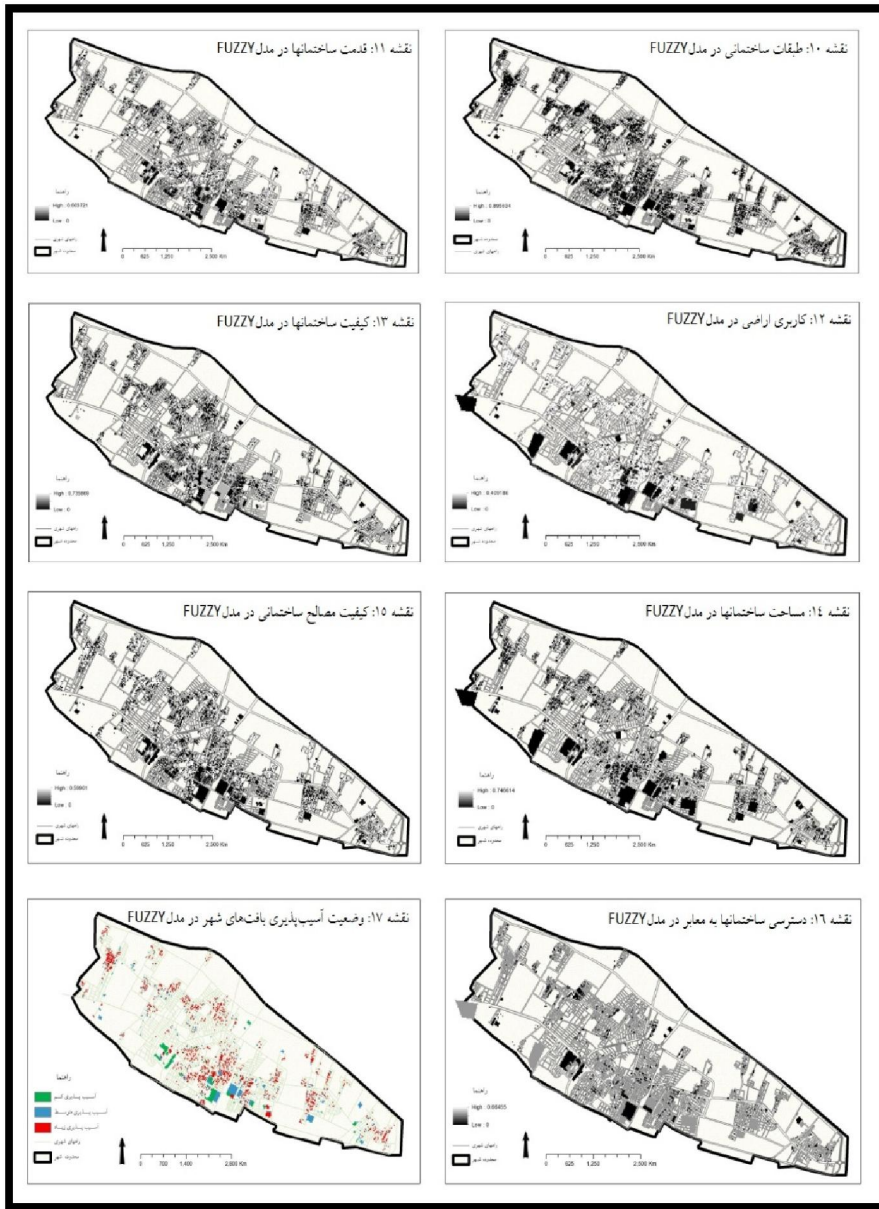
۱۰-۳- بررسی میزان آسیب‌پذیری بافت شهر در مدل فازی (Fuzzy)

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 Rasterها 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

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.



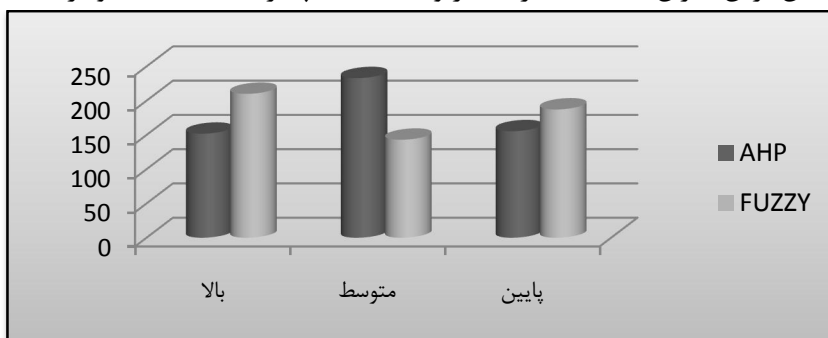
شکل ۵: لایه‌های ارزش گذاری شده موثر در آسیب پذیری بافت‌های شهری در برابر زلزله در مدل AHP مأخذ: نگارندگان



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

۱۱- بحث و نتیجه گیری

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



نمودار ۱: مقایسه میزان آسیب پذیری بافت های کالبدی شهر در مدل های 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 مدل های فازی و تحلیل سلسله مراتبی می باشد؛ همچنین تعیین میزان آسیب پذیری کاربری های 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 تحلیل های جامع نگر، این است که در کمترین زمان و دقیقترین شکل با پردازش پارامترهای بی شمار تصمیم گیری قطعی را ممکن می سازد؛ بنابراین استفاده از این سیستم می تواند در ارزیابی دقیق و جامع نگر آسیب پذیری بافت های شهری به ما کمک فراوانی نماید. جدول شماره ۴ میزان آسیب پذیری کاربری های مختلف شهر را به تفکیک مدل و کاربری ارائه می دهد.

جدول ۴: مقایسه میزان آسیب‌پذیری کاربری‌های مختلف شهر به درصد

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

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 بی‌معناست و ابهامات در رابطه با اهمیت نسبی ممکن است بدین معنا باشد که تغییر سوال‌ها از سوی تصمیم‌گیرندگان به طرق متفاوت و احتمالاً 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 کاملاً سلسله‌مراتبی را به مسأله تحمیل می‌کند و بر خلاف مدل Fuzzy نمی‌تواند موضوع تصمیم‌گیری را با به‌کارگیری دیدگاه سیستمی توأم با بازخورد، مدل‌سازی نماید (حیاتی، ۱۳۹۱: ۲۰۹)؛ لذا استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی بر اساس منطق فازی از انعطاف‌پذیری بیش‌تری 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

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 آسیب‌پذیری 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 آسیب‌پذیری 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 می‌شوند، ضروری است. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد مدل فازی برای پیش‌بینی و ارزیابی آسیب‌پذیری 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 پیش‌بینی میزان آسیب‌پذیری بافت‌های کالبدی با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه؛
۲. تهیه طرح‌های موضعی برای پهنه‌های آسیب‌پذیر؛
۳. مقاوم‌سازی ساختمان‌های حیاتی و مهم شهر؛
۴. طراحی بناهای مناسب و ضد زلزله؛
۵. احداث ایستگاه‌های زلزله سنجی.

منابع و مأخذ:

۱. آراین، م. ۱۳۸۲. ایران و دلایل زمین‌شناختی زمین‌لرزه. ماهنامه شهرداری‌ها، ۱۲: ۳۸-۴۵.
۲. ابره‌دري، ح. ۱۳۸۶. دیدگانی فازی در پردازش داده‌های مرتبط با پیش‌نشانگرهای زلزله. اولین همایش پیش‌نشانگرهای زلزله، تهران، ۱۵ اسفند. ۲۳-۴.
۳. احد نژاد روشتی، م.، قرخلو، م.، زیاری، ک. ۱۳۸۹. مدل‌سازی آسیب‌پذیری ساختمانی شهرها در برابر زلزله با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی. فصلنامه جغرافیا و توسعه، ۸(۱۹): ۱۷۱-۱۹۸.
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 آسیب‌پذیری فیزیکی / کالبدی منطقه ۹ شهر مشهد از دیدگاه زلزله‌خیزی. مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، ۱۶: ۱-۳۴.
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 آسیب‌پذیری شبکه‌های ارتباطی شهرها در مقابل زلزله با استفاده از روش IHWP و GIS مطالعه موردی منطقه شش شهرداری تهران. مجله باغ نظر، ۱۳: ۳۵-۴۸.
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 سلسله‌مراتبی AHP. چاپ ششم. انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر. ۲۳۲ صفحه.

۱۳. فنواتی، 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: ۸۹-۱۱۱.
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 – Environmental 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.