نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال سوم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۵
صفحات ۳۴-۲۳

بررسی فضایی انعطاف پذیری مناطق شهری پس از زلزله با استفاده از روش OWA در منطقه ۱۲ تهران

جلال کرمی[1] , استادیار گروه سنجش از دور و GIS , دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
امینه محمدی , دانش آموخته سنجش از دور و GIS , دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
محمد شریفی کیا , دانشیار گروه سنجش از دور و GIS , دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۰۹/۰۲۱ پذیرش نهایی: ۱۳۹۵/۰۳/۰۵

چکیده

افزایش حوادث طبیعی تعمیق آنمتاثر از فعالیتهای انسانی، خسارتهای متعددی را مخصوصاً در کشورهای در حال توسعه اموجب شده است.خسارت های مالی و جانی ناشی از حوادث طبیعی در جهان و مخصوصا در کشورهای کمتر توسعه یافته، متاثر از زیرساخت های ضعیف اجتماعی و اقتصادی، روز به روز در حال افزایش می باشد. در میان حوادث طبیعی، زلزله، به دلیل غیرقابل پیش بینی بودن، یکی از مخربترین این حوادث به شمار می رود.ایران یکی از زلزله خیزترین کشورهای جهان است و شهرهای آن بر اثر این پدیده بسیار آسیب دیده اند. در بین شهرهای ایران، تهران به عنوان کلانشهر اول کشوربا توجه به جمعیت متراکم، توسعه فیزیکی نامناسب، تراکم سازه ای، و عدم رعایت استانداردها، با خطر جدی تری روبه رو است.هدف از این پژوهش، بررسی فضایی انعطاف پذیری منطقه ۱۲ تهران پس از زلزله می باشد. در این مطالعه، ابتدا داده ها ی منطقه ۱۲تهرانآماده و استانداردسازی گردید. سپس با استفاده از روشAHP، میزان ریسک پذیری منطقه ۱۲ تهران تحلیل شد. در نهایت با توجه به نقشه میزان ریسک پذیری منطقه، به کمک روش OWA نقشه نهایی میزان انعطاف پذیری آن پس از زلزله حاصل گردید. نتایج به دست آمده نشان داد که محلات شماره ۲و۱۲ (بهارستان و دروازه غار شوش) کمترین انعطاف پذیری را پس از زلزله دارند.

واژگان کلیدی: زلزله، انعطاف پذیری، AHP، روشOWA، منطقه ۱۲ تهران

۱. نویسنده مسئول: Email: jl.karami@modares.ac.ir

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.3.2.23]

مقدمه

انعطاف پذیری در برابر خطر، توانایی مداوم یک سکونت گاه برای بازیابی و ساماندهی پس از وقوع مخاطره است. انعطاف پذیری نیاز به مشارکت کل جامعه به منظور بهبود، مقابله و بازسازی و کمک به جامعه برای بازیابی کامل از فاجعه است. انعطاف پذیری بافت پیچیده ای از تعاملات اجتماعی، ویژگی ها، و ظرفیت است که یک جامعه را قادر می سازد تا در کنار خطراتی که با آن مواجه هستند زندگی کنند .این سه عنصر چند وجهی به هم پیوسته اند و هر کدام برای ایجاد انعطاف پذیری بسیار تعیین کننده هستند. تعامل یا ارتباط برای آگاهی از خطر و اقدام در برابر آن بسیار مهم است(Vogel et al. ۲۰۰۷).

همزمان ویژگی های جامعه(فرهنگی یا سیاسی)بر توانایی مقابله یا کنار آمدن جامعه با حوادث مؤثر خواهد بود. روشن است که به منظورکاهش اثرات حوادث طبیعی، جامعه علمی با همکاری دولت محلی نیاز به بررسی هر دو عوامل فیزیکی و اجتماعی، مؤثر برانعطاف پذیری دارد.

تهران به عنوان یکی از پرجمعیت ترین و مهمترین شهر کشور، به دلیل موقعیت جغرافیایی این شهر که روی چندین گسل فعال واقع شده است و با توجه به سوابق این گسلها در آینده ای نه چندان دور با زلزله ای عظیم مواجه خواهد شد.آگاهی ازمیزان خطرات هر منطقه ما را در شناخت انعطاف پذیری آن برای بازسازی پس از زلزله وارائه تسهیلات کمک می نماید. بدیهی است که هرچه میزان خطر منطقه بالاتر باشد میزان انعطاف پذیری آن برای بازسازی پس از زلزله پایینتر است. در تهران منطقه ۱۲، به دلیل توزیع فیزیکی نامناسب، عدم رعایت استانداردها، دارا بودن بافت فرسوده و متراکم و قدیمی(قدمت ۵۰ درصد از ساختمان ها به بیش از ۳۰ سال میرسد)، تراکم جمعیت، عرض کم معابر در برابر زلزله بسیار آسیب پذیرتر می باشد.منطقه ۱۲ تهران گسترده ترین بافت های ارزشمند و بیشترین بناها و فضاهای شاخص و ممتاز تاریخی تهران را در خود جای داده است . قدمت ۲۷ درصد از منطقه بیش از ۴۰۰سال می باشد. سطح بالای جمعیت شناور در منطقه باعث می شود که اگر درروز زلزله ای رخ دهد، تعداد تلفات جانی چندین برابر مقدار محاسبه شده بر اساس تراکم جمعیت منطقه باشد.با توجه به بافت ناپایدار و دسترسی های نامناسب و محدود منطقه، که امدادرسانی به ساکنان آنها پس از وقوع زلزله را مشکل می سازد و می تواند با بحرانی شدن شرایط، فاجعه ای انسانی را دامن بزند، بنابراین این ضرورت به طور جدی احساس می شود که با به کار گیری انواع داده های مکانی و غیر مکانی و انجام تحلیل های مربوطه درسیستم اطلاعات جغرافیایی، بتوان به ارزیابی و تحلیل آسیب پذیری منطقه ۱۲ تهران در برابر زلزله و همچنین انعطاف پذیری این منطقه پس از زلزله ،به مدیریت بحران های ناشی از حوادث طبیعی پرداخت.

تاکنون کنفرانس های متعددی در سطح جهانی توسط سازمان ملل برگزار گردیده که الزامات راهبردی کاهش اثرات حوادث طبیعی در طرح های توسعه ملی و منطقه ای را مطرح کرده اند. کنفرانس جهانی کاهش اثرات حوادث طبیعی(ژاپن،یوکوهاما،۱۹۹۴)، کنفرانس جهانی کاهش اثرات حوادث طبیعی(ژاپن،هیوگو،۲۴:۲۰۰۵) کنفرانس جهانی کاهش اثرات حوادث طبیعی(سوئیس،داووس،۸۷:۲۰۰۶) از جمله این کنفزانس ها هستند.

در ایران از اوایل دهه ۱۳۴۰ با وقوع زمین لرزه دلخراش بوئین زهر، اقدامات و تحقیقاتی در خصوص مقابله با حوادث طبیعی آغاز گردید. مهمترین مطالعات را آژانس همکاری های بین المللی (جایکا) و مرکز مطالعات لرزه خیزی و زیست

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.3.2.23]

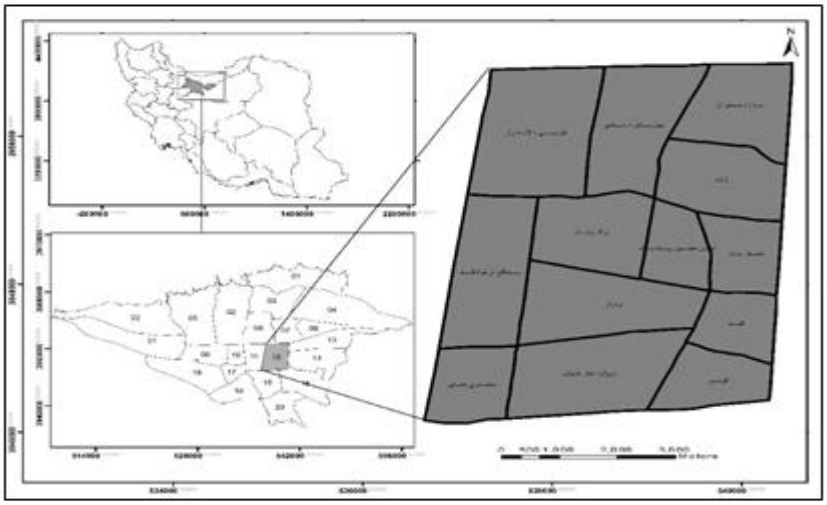
محیطی تهران بزرگ در مورد لرزه خیزی مناطق شهری تهران بزرگ، شناخت و بررسی اثرات زمین لرزه و خسارات ناشی از آن در شهر تهران از دیدگاه های مختلف اقتصادی، جمعیتی، حمل و نقل و زیست محیطی انجام داده اند . در این مطالعه مناطق ۲۲ گانه شهرداری تهران با توجه به سه گسل ری ، شمال تهران ، و شناور و بر اساس میزان آسیب پذیری آنها به دلیل خسارت های وارده به ساختمان های مسکونی ، پل ها و شریان های حیاتی و تلفات انسانی رتبه بندی شده اند (مطالعات جایکا ،۱۳۸۰).

در خصوص تخمین خسارات ناشی از زلزله، شناسایی مناطق آسیب پذیرشهری، و برنامه ریزی کاربری اراضی شهری با رویکرد مدیریت بحران،روی مناطق مختلف تهران پژوهش های قابل ملاحظه ای صورت گرفته است (امینی،۱۳۹۰؛ انیسی،۱۳۹۰؛ فرامرز،۱۳۹۰؛گیوه چی و همکاران،۱۳۹۲؛ فلاح علی آبادی و همکاران، ۱۳۹۲). در عین حال بررسی انعطاف پذیری پس از وقوع زلزله از فراوانی اندکی تری برخوردارمی باشد(خاکپور،۱۳۹۰).

شناسایی محلات با خطرپذیری بالادر برابر زلزله و انعطاف پذیری پایین پس از زلزله در منطقه۱۲ تهران وکسب آمادگی لازم برای رویارویی با مخاطرات طبیعی از جمله زلزله و همچنین ارزیابی روش OWA[۲] در تعیین انعطاف پذیری منطقه ۱۲ تهران پس از زلزله، از جمله اهداف محوری این پژوهش می باشد.

داده ها و روش کار

منطقه ۱۲ تهران یکی از مناطق قدیمی شهر تهران است که در مرکز این شهر واقع شده است این منطقه از شمال به خیابان انقلاب، از غرب به خیابان حافظ و خیابان وحدت اسلامی و از جنوب به خیابان شوش و از شرق به خیابان ۱۷شهریور و اتوبان شهید محلاتی محدود میشود. منطقه ۱۲ تهران با مساحت۹۱.۱۶ کیلومتر مربع شامل ۶ ناحیه و ۱۳ محله است که دارای ۳۶۵۰۰۰ نفرجمیت می باشد (شکل۱).



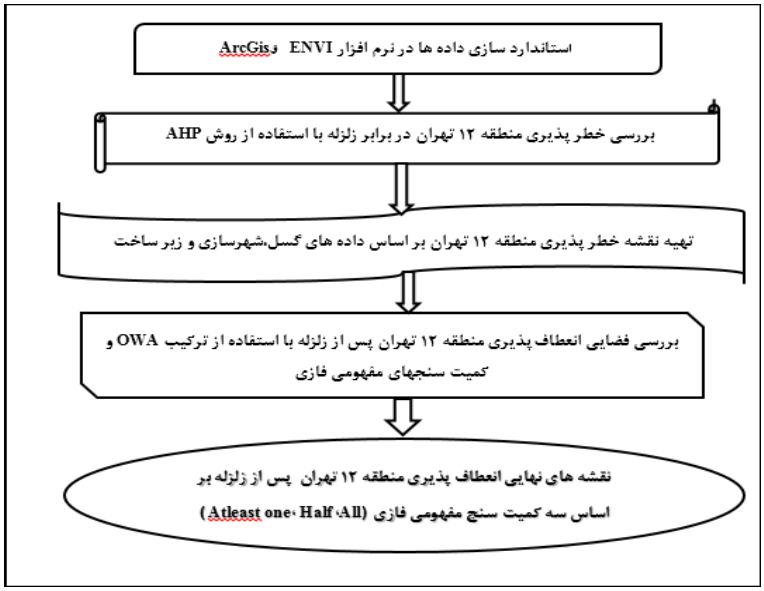
شکل۱:موقعیت منطقه مورد مطالعه(منطقه ۱۲ تهران)

[۲] Ordered Weighted Average

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.3.2.23]

رویکرداصلی در این پژوهش تحلیلی-توصیفی است. در این تحقیق علاوه بر داده های شتاب نگاری PGA[۳] ؛ از سه دسته داده رقومی مرتبط به شهر شامل جمعیت ؛ بافت فرسوده، زیرساخت با فرمت shapefile، استفاده شده است در این تحقیق داده های مربوط به زیر ساخت مشتمل بر مراکز خطر(مراکز سوخت، مناطق خطرناک مثل گاز و کپسول)، مراکز پشتیبانی (آتش نشانی، پلیس، مدیریت بحران)، مراکز بهداشت و درمان(بیمارستان ها، درمانگاه ها، مراکز سلامت و مراکز دفن زباله)، مراکزعمومی(مدارس دبیرستان و راهنمایی و ابتدایی، پارک، مساجد)، مراکزدسترسی(جاده های اصلی و فرعی ،پل ها و مترو)، تأسیسات (مراکز پست و تلفن و پارکینگ ها) است). این داده ها با همکاری سازمان مدیریت بحران شهر تهران تهیه گردیده است. برای انجام این تحقیق، پس ازاستاندارد سازی داده های منطقه ۱۲شهرداری تهران در نرم افزار های ArcGIS و Idrisiselva با استفاده از روش AHP خطر پذیری منطقه ۱۲ تهران بررسی شد . در نهایت با اعمال روش OWA و با استفاده از کمیت سنج های افزایشیRIM(At least one,Half,All)میزان انعطاف پذیری منطقه ۱۲ تهران پس از زلزله تعیین گردید(شکل شماره۲).



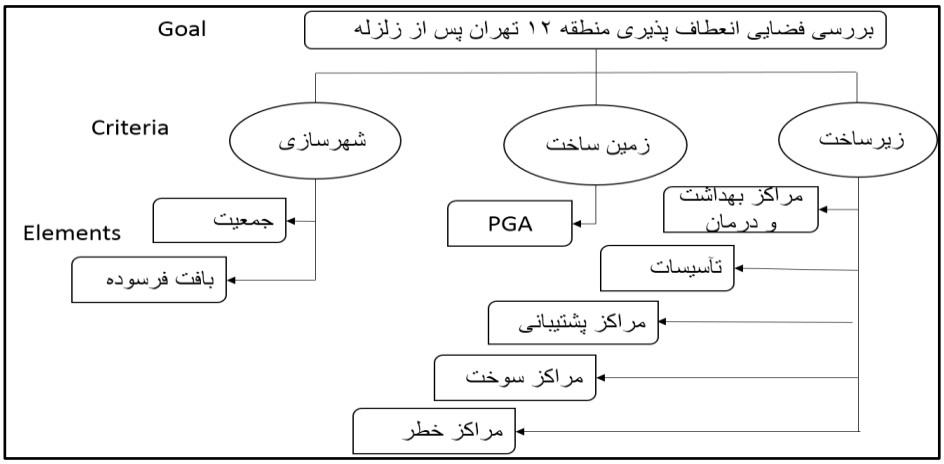
شکل۲:نمودار مفهومی تحقیق

برای بررسی انعطاف پذیری منطقه ۱۲ تهران پس از زلزله، ابتدا معیار های مورد نظر در یک ساختار سلسله مراتبی، برای ارزیابی میزان خطر پذیری منطقه ۱۲ تهران در برابر زلزله قرار گرفتند.(شکل۳).

[۳]. Peak Ground Acceleration

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.3.2.23]



شکل ۳:ساختار سلسله مراتبی معیارهای مطرح شده برای بررسی انعطاف پذیری منطقه ۱۲ تهران پس از زلزله

در این تحقیق ؛ مناطق و مکان هایی را که احتمال وقوع حادثه ای در برهه ای خاص از زمان در آنها وجود دارد را مناطق خطرپذیر نامیده میشوند..

به منظور بررسی میزان خطرپذیری منطقه ۱۲ تهراندر صورت وقوع زلزله،الگوریتمتحلیل سلسله مراتبی(AHP)مورد استفاده قرار گرفت. این الگوریتم که در اواخر دهه هفتاد میلادی توسط توماس ال ساعتی پیشنهاد شد، مبتنی بر مقایسه زوجی و دو به دوی گزینه‌ها و معیارها در یک ساختار سلسله مراتبی و همچنین محاسبه ارزش نسبی گزینه‌های موجود می‌باشد (مالچفسکی،۱۹۹۹). برای تولید نقشه انعطاف پذیری منطقه ۱۲ تهران پس از زلزله از روش میانگین گیری وزن دار ترتیبی(OWA)استفاده گردیده است.در یک مسأله تصمیم گیری چند معیاره،افراد ریسک پذیر بر روی خواص مطلوب یک گزینه و افراد ریسک گریز بر روی خواص نا مطلوب یک گزینه تأکید می کنند و آنها را ملاک انتخاب خود قرار می دهند(ملرز و چانگ،۱۹۹۴: ۱۸۴-۱۶۷).روش میانگین گیری قادر به محاسبه میزان ریسک پذیری و ریسک گریزی افراد و اعمال آن در انتخاب گزینه نهایی وزن دار ترتیبی OWAاست. این روش به وسیله یاگر معرفی شد و روشی برای رتبه بندی معیار ها و پرداختن به عدم اطمینان اثر متقابل آنهاست(یاگر،۱۹۹۱،۱۹۹۹). با وجود مجموعه ای از نقشه های معیار و یک کمیت سنج مفهومی فازی، می توان با استفاده از یک "عبارت" در ارتباط با معیار های ارزیابی به ترکیب نقشه ها پرداخت. مثلا با عبارات زیر، می توان به ترکیب معیار ها پرداخت :"همه معیارها می باید برآورده شوند(All)"."حداقل نیمی از معیار ها می باید بر آورده شوند(Half)". این نوع روش ها را ارزیابی چند معیاره هدایت شده با کمیت سنج های فازی می نامند(Yager،۱۹۹۶). این روش شامل سه گام اصلی می شود: (۱) مشخص کردن نوع کمیت سنج Q ،(۲) تولید یک دسته از وزن های ترتیبی مربوط بهQ (۳)محاسبه و ارزیابی مربوط به موقعیت هر کدام از سلول ها با استفاده از تابع ترکیبی OWA (Boroushaki&Malczewski,۲۰۱۰).

کمیت سنج های مفهومی فازی بر اساس نوع عبارات مفهومی به دو دسته تقسیم بندی میشوند: کمیت سنج مفهومی مطلق و کمیت سنج مفهومی نسبی (Zadeh,۱۹۸۳). عباراتی مانند "حداقل۴"،"حدود۵"،"تقریبا۱۰"،"بیشتر از ۱۰ نباشد" نمونه هایی ازکمیت سنج های مطلق هستند. کمیت های نسبی مانند"اغلب"، "تعداد زیادی"،"اندکی"،"تقریبا نصف" ،"حدود۷۰ درصد" مبین کمیت سنج های مفهومی نسبی هستند.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.3.2.23]

این مطالعه روی یک کلاس از کمیت سنج ها ی نسبی با نام "کمیت سنج های یکنواخت افزایشی منظم" RIM، ، متمرکز شده است. برای تعریف این کمیت سنج ها معادله Q(p) =Pα , Q(p)به کار می رود. α>۰ به عنوان دسته فازی در بازهٔ [۰,۱] ارائه شده است. با تغییر مشخصه α می توان انواع مختلفی از کمیت سنج هاو عملگر های آنها را به دست آورد. اگر α=۱ ، Q(p)متنا سب باα،خواهد بود وبنابراین متناظر با کمیت سنج" نصف" (Half) می شود. با میل کردن α به سمت صفر،کمیت سنج Q(p)بیانگر یکی از کران هایش خواهد بود(عبارت"حداقل یکی" یا"At least one")که با عملگر MAX مطابق است. از طرف دیگر با میل کردن α به سمت بی نهایت ، کمیت سنج Q(p)کران دوم خود را ارائه می کند(عبارت "همگی" یا"ALL") که برابر با عملگر MIN است.

با استفاده از کمیت سنج های فازی می توان به تولید وزن های ترتیبی پرداخت. این وزن ها بر اساس کمیت سنج RIM هستند و آنها را می توان به شکل زیر تعریف کرد(Malczewski, ۲۰۰۶):

$$v_j = \left(\frac{\sum_{k=1}^{j} u_k}{\sum_{k=1}^{n} u_k}\right)^{\alpha} - \left(\frac{\sum_{k=1}^{j-1} u_k}{\sum_{k=1}^{n} u_k}\right)^{\alpha} \qquad (۱)$$

و معادله بالا به شکل زیر ساده می شود

توجه به این نکته ضروری است که در ارزیابی چند معیاره درGIS، وزن های معیار معمولا دارای این خصوصیت هستند که مجموع آنها برابر یک است $\left(\sum_{j=1}^{n} w_j = 1\right)$. در نتیجه $\sum_{j=1}^{n} u_j = 1$

بنابر این وزنهای ترتیبی ،v j از وزن های معیار w j حاصل می شوند.

$$v_j = \left(\sum_{k=1}^{j} u_k\right)^{\alpha} - \left(\sum_{k=1}^{j-1} u_k\right)^{\alpha} \qquad (۲)$$

شرح و تفسیر نتایج

سه نقشه میزان خطر پذیری منطقه ۱۲ تهران در صورت وقوع زلزله، به تعداد معیارهایی در نظر گرفته شده با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی(AHP) حاصل گردید(شکل۴). در این نقشه ها مناطق دارای خطر زیاد در صورت وقوع زلزله،انعطاف پذیری کمتری برای ترمیم پس از زلزله دارند. مناطق با رنگ روشن دارای خطرات زیادی در صورت وقوع زلزله میباشند و مناطق با رنگ تیره دارای خطرات کمتری در صورت وقوع زلزله هستند.

در نقشه گسل مناطق با رنگ روشن دارای بیشترین سرعت و شتاب زمین می باشند که به سبب نزدیکی به گسل ری می باشد که بر اساس مطالعات جایکا (۱۳۸۰) در صورتی که زلزله تهران به خاطر فعال شدن گسل ری باشد نسبت

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.3.2.23]

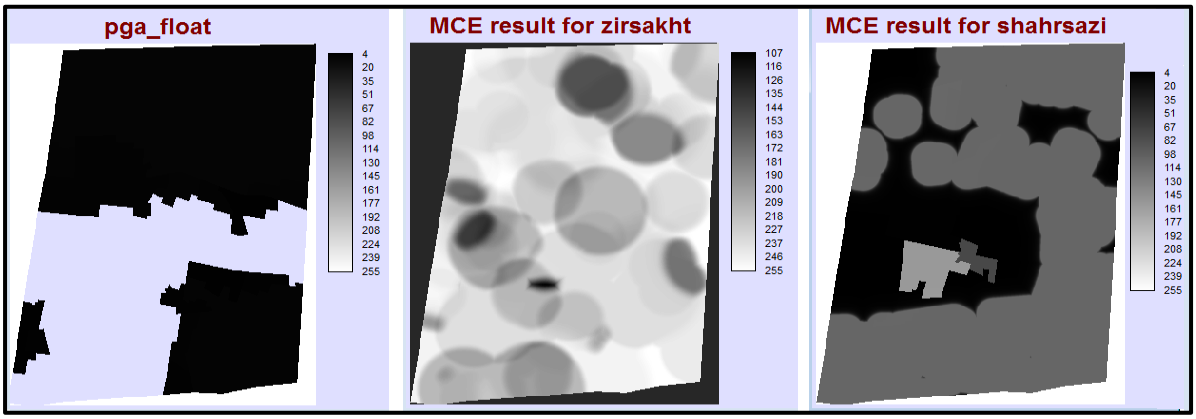
ساختمان های آسیب دیده به ساختمان های سالم در منطقه ۱۲ تهران مقدار بسیار بالایی (در حدود ۸۰ درصد) است و دلیل آن وجود ساختمان های آسیب پذیر فراوان و جنبش لرزه ای نیرومند(با شدت۹ مرکالی) در این منطقه است.

با توجه به نقشه گسل محلات بازار، سنگلج در خوانگاه، دروازه غار-شوش، ارگ پامنار و آبشار دردار دارای بیشترین خطرپذیری در صورت وقوع زلزله خواهند بود.

در نقشه زیر ساخت نیز اکثر محلات منطقه ۱۲ تهران که با رنگ روشن مشخص گردیده اند به دلایل مختلف از جمله پراکند گی و ازدیاد مراکز خطرناک از جمله مراکز سوختگیری(پمپ بنزین و گاز)و همچنین تاسیسات و تجهیزات خطرناک و نظامی و نیروگاه های برق دارای خطر پذیری بالایی می باشند.

محلات فردوسی- لاله زار، آبشاردردار، قسمت های شمال غربی و غربی محله دروازه شمیران، کوثر، قیام،قسمت شرقی محله دروازه غار-شوش و قسمت جنوبی محله سنگلج درخوانگاهدر نقشه زیر ساخت دارای بیشترین خطر در صورت وقوع زلزله خواهند بود.

در نقشه شهر سازی نیز قسمت های با رنگ روشنتر دارای تراکم زیاد جمعیت و همچنین بافت فرسوده هستند که در صورت وقوع زلزله خطر پذیری بالایی خواهند داشت. محله بازار در نقشه شهرسازی دارای بیشترین خطرپذیری در صورت وقوع زلزله خواهد بود.



شکل ۴: نقشه خطر پذیری منطقه ۱۲ تهران مبتنی بر پارامترهای گسل،شهرسازی و زیرساخت

بررسی انعطاف پذیری منطقه ۱۲ تهران پس از زلزله با توجه به خطر پذیری بالای منطقه ، تراکم جمعیت، وجود اماکن تاریخی قابل توجه و همچنین بافت فرسوده فراوان حائز اهمیت است.

در نقشه های انعطاف پذیری منطقه ۱۲ تهران، مناطق با رنگ سیاه دارای بیشترین خطر پذیری در صورت وقوع زلزله وکمترین انعطاف پذیری پس از وقوع زلزله ومناطق با رنگ سفید دارای کمترین خطرپذیری در صورت وقوع زلزله و بیشترین انعطاف پذیری پس از زلزلهمی باشند شکل(۵و۶و۷).راهنماها در نقشه یک درجه (واحد) میزان انعطاف پذیری منطقه ۱۲ تهران پس از وقوع زلزله را نشان می دهند که احتمال آن در مقیاسی بین دامنه صفر و یک بیان می شود.

عدد یک به محلات دارای بالاترین انعطاف پذیری پس از وقوع زلزله و عدد صفر به محلات دارای کمترین انعطاف پذیری پس از وقوع زلزله تعلق می گیرد.

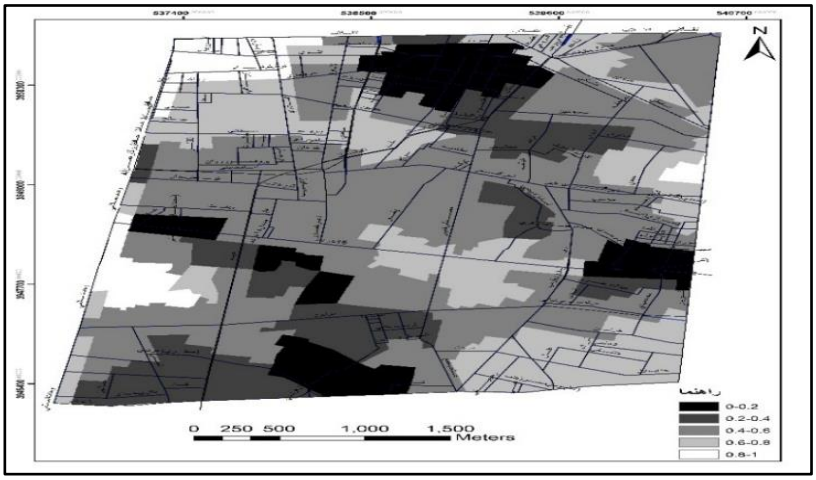
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.3.2.23]

در نقشه شماره (۵) با اپراتور فازی"Atleast one"حداقل یکی از معیارها می باید برآورده شود"با قرار دادن مقدارکوچکی برای α،به طوری که $\alpha \to \infty$و α=۰.۰۰۰۰۱، که معادل عملگرMAX ،میباشد با "ریسک پایین" اجرا می شود البته این عملگر به هیچ وجه امکان جبران پذیری برای معیارها را فراهم نمی آورد.

این کمیت سنج مفهومی فازیبا در نظر گرفتن تمام عناصر خطرساز در هر سه معیار (شهرسازی، زیرساخت و گسل) مانند وجود بافت فرسوده فراوان، تراکم جمعیت، گسل، مراکز نظامی و مراکز سوختگیری فراوان و غیره و برآورده شدن حداقل یکی از این عناصر،میزان انعطاف پذیری منطقه ۱۲ تهران پس از وقوع زلزله را از دید یک تصمیم گیر ریسک پذیر و خوش بین نشان می دهد.

در این نقشه محلات با رنگ سیاه شامل محلات شماره ۲(بهارستان سعدی)، ۱۲،(دروازه غار شوش) ،۷،(آبشار در دار) ،۹ (بازار) ،۸ (سنگلج)به ترتیب دارای بالاترین خطرپذیریدر صورت وقوع زلزله و کمترین انعطاف پذیری پس از زلزله می باشند.



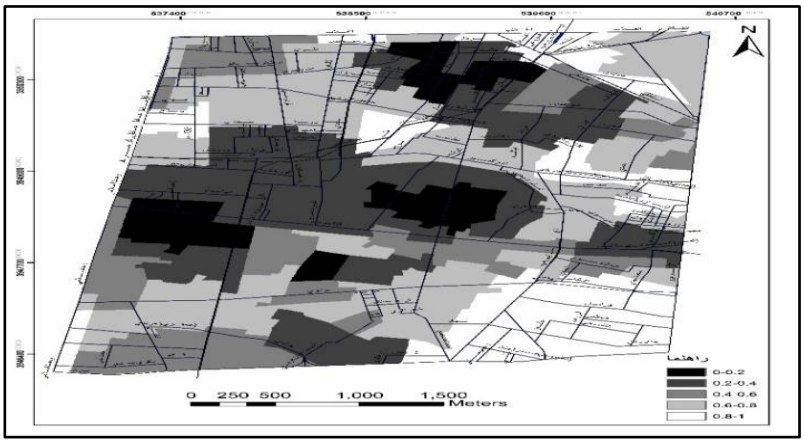
شکل ۵: نقشه نهایی انعطاف پذیری منطقه ۱۲ تهران پس از زلزله با استفاده از کمیت سنج Atleast one

نقشه شماره (۶) با اپراتور فازی "Half" دارای قابلیت بالایی برای ارائه گزینه های مناسب است زیرا علاوه بر تلفیق معیارها، اهمیت هر یک از پارامترها را بر اساس وزنی که به آن معیار داده شده نیز در نظر می گیرد که معرف تصمیم یک تصمیم گیر خنثی می باشد.

درکمیت سنج فازی "Half حداقل نیمی از معیار ها می باید برآورده شوند" . کمیت سنج مفهومی "Half" با قرار دادن ۱= α به دست می آید که در این حالت مدل به شکل یک ترکیب خطی وزندار خواهد شد.

در این نقشه هم محلات با رنگ سیاه شامل محلات شماره ۲(بهارستان سعدی)،و۶(امامزاده یحیی)و۸ (سنگلج در خوانگاه) دارای بیشترین خطرپذیری در صورت وقوع زلزله و کمترین انعطاف پذیری پس از وقوع زلزله هستند.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.3.2.23]

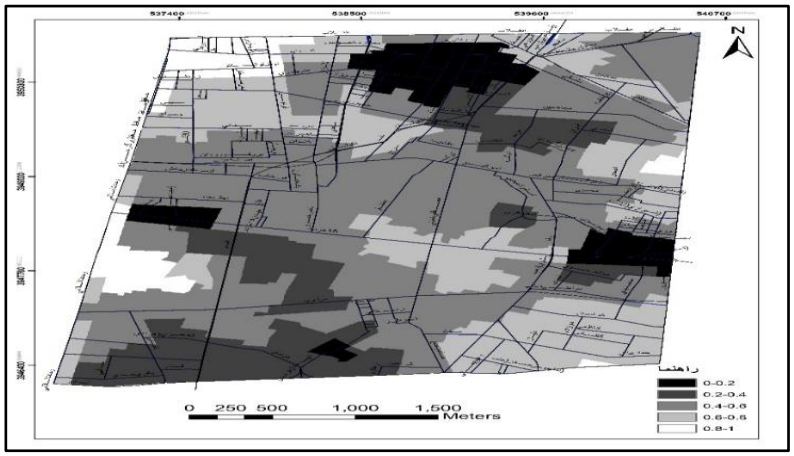


شکل ۶: نقشه نهایی انعطاف پذیری منطقه ۱۲ تهران پس از زلزله با استفاده از کمیت سنج Half

در نقشه شماره (۷) با اپراتور فازی(All) معادل با اپراتور MIN، بدترین حالت حاصل شده است.اختصاص کمیت سنج All" یعنی تمام معیار ها می باید برآورده شوند".برای رسیدن به مفهوم (All) باید مقدارα درفرمول (۲) مقداری بسیار بزرگ قرار داده شود به طوری که$\alpha \to \infty$ شود. در این جا α=۱۰۰۰ قرار داده شده است. این کمیت سنج مفهومی فازی میزان انعطاف پذیری منطقه۱۲ تهران را با در نظر گرفتن تمام عناصرخطرپذیر در هر سه معیار(شهرسازی، زیرساخت و گسل) بدون امکان جبران پذیری، برآورد می کند.

محلات با رنگ سیاه دارای بیشترین خطرپذیری در صورت وقوع زلزله و کمترین انعطاف پذیری پس از وقوع زلزله (به ترتیب محله ۲ (بهارستان سعدی)،محله ۱۲ (دروازه غار شوش) ، محله ۷ (آبشار در دار) ،محله ۸(سنگلج در خوانگاه)و محله ۱۱ (مختاری تختی))با در نظر گرفتن تمامی معیارها بدون امکان جبران پذیری یک معیار با سایر معیار ها به صورت "ریسک ناپذیر" به دست آمده است که بیانگر میزان بدبینی یا ریسک گریزی تصمیم گیر است.

نتایج حاصل شده از هر سه نقشه با کمیت سنج های مفهومی فازی ((ALL,Half,Atleast one) نشان میدهد که محلات شماره ۲ و ۸(بهارستان-سعدی و سنگلج در خوانگاه) دارای بیشترین خطرپذیری در صورت وقوع زلزله و کمترین انعطاف پذیری پس از زلزله در منطقه ۱۲ تهران می باشند.



شکل۷: نقشه نهایی انعطاف پذیری منطقه ۱۲ تهران پس از زلزله با استفاده از کمیت سنج All

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.3.2.23]

نتیجه گیری

الگوریتم OWA با استفاده از وزن های متنوع، این قدرت را به تصمیم گیر میدهد که عوامل مهمتری را که از نظر او مسأله انعطاف پذیری را بیشتر تحت تأثیر قرار میدهند با همان اهمیت در مسأله قرار دهد و در اثر این برتری،نتیجه حاصل از انعطاف پذیری به روش OWA دارای قدرت تفکیک بهتری بین طیف های موجود باشد. این پژوهش به بررسی فضایی انعطاف پذیری منطقه ۱۲ تهران پس از زلزله پرداخته است. روش OWA به همراه کمیت سنج های مفهومی نسبی فازی این قابلیت را دارد که مناطق با خطر با لادر صورت وقوع زلزله و انعطاف پذیری پایین پس از زلزله را به نحو احسن نشان دهد به دلیل اینکه ویژگی بارز روشOWA ،انعکاس خصوصیات ذهنی تصمیمگیر به خصوص میزان ریسک پذیری و ریسک گریزی تصمیم گیر در اتخاذ تصمیم نهایی است.با توجه به نقشه نهایی انعطاف پذیری با اپراتور فازی(All) معادل با اپراتور MIN، بدترین حالت حاصل شده و مناطق دارای بیشترین خطر و کمترین انعطاف پذیری حاصله (به ترتیب محله ۲ (بهارستان سعدی)،محله ۱۲ (دروازه غار شوش) ، محله ۷ (آبشار در دار) ،محله ۸(سنگلج در خوانگاه)و محله ۱۱ (مختاری تختی))با در نظر گرفتن تمامی معیارها بدون امکان جبران پذیری یک معیار با سایر معیار ها به صورت "ریسک ناپذیر" به دست آمده است.نقشه به دست آمده با اپراتور فازی "Half" دارای قابلیت بالایی برای ارائه گزینه های مناسب است زیرا علاوه بر تلفیق معیارها، اهمیت هر یک از پارامترها را بر اساس وزنی که به آن معیار داده شده نیز در نظر می گیرد. در این نقشه هم محلات شماره ۲(بهارستان سعدی)،و۶(امامزاده یحیی)و۸ (سنگلج در خوانگاه) دارای بیشترین خطر و کمترین انعطاف پذیری پس از زلزله هستند.در نقشه حاصله با اپراتور فازی"Atleast one"که معادل عملگر MAX می باشد محلات شماره ۲(بهارستان سعدی)، ۱۲،(دروازه غار شوش) ،۷،(آبشار در دار) ،۹ (بازار) ،۸ (سنگلج)به ترتیب دارای بالاترین خطر و کمترین انعطاف پذیری پس از زلزله می باشند. نتایج حاصل شده از هر سه نقشه با کمیت سنج های مفهومی فازی ((ALL,Half,Atleast one) نشان میدهد که محلات شماره ۲ و ۸(بهارستان-سعدی و سنگلج در خوانگاه) دارای بیشترین خطر و کمترین انعطاف پذیری در منطقه ۱۲ تهران می باشند.

مدل AHP از اولویت های مستقیم کارشناسان بهره گیری می کند اما مدلOWA امکان کنترل سطح جبران پذیری و ریسک پذیری را در یک تصمیم گیری فراهم می آورد. استفاده از کمیت سنج های مفهومی فازی به همراه OWA باعث می شود تا اطلاعات کیفی تحلیل گران در تصمیم گیری وارد شود.

منابع

اسمیت،کیت.۱۳۸۲، مخاطرات محیطی، ترجمهٔ ابراهیم مقیمی و شاپورگودرزی نژاد، انتشارات سمت.

امینی، الهام، فرح حبیب و غلامحسین مجتهدزاده .۱۳۸۹. برنامه ریزی کاربری زمین و چگونگی تأثیر آن در کاهش آسیب پذیری شهر در برابر زلزله.مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست ، **۳**: ۱۶۲- ۱۷۴

امینی،جما،؛ جلال کرمی ،عباس علیمحمدی سراب و طاهر صفرراد؛۱۳۹۰. ارزیابی مدل رادیوس در تخمین خسارات ناشی از زلزله در محیط GIS .پژوهش های شهری و منطقه ای،**۲۳**:۱۱-۴۰

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.3.2.23]

انیسی،فاطمه. ۱۳۹۰. برنامه ریزی کاربری اراضی شهری با رویکرد مدیریت بحران(منطقه ۱۲ تهران)،پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم اجتماعی دانشگاه پیام نور تهران.

پورکرمانی،محسن .آرین،مهران.۱۳۷۷. لرزه خیزی ایران.انتشارات دانشگاه شهیدبهشتی.

جایکا (آژانس همکاری‌های بین‌المللی ژاپن) . ۱۳۸۰. گزارش نهایی پروژه ریز پهنه بندی لرزه ای تهران بزرگ ؛ مرکز مطالعات زلزله و زیست محیطی تهران بزرگ (شهرداری تهران)

خاکپور،مهدی، اسماعیل صالحی.۱۳۹۰. ارزیابی ریسک احتمالاتی برگشت پذیری فرودگاهها پس از سوانح طبیعی مطالعه موردی:فرودگاه مهرآباد تهران پس از زلزله احتمالی،اولین کنفرانس ملی مدیریت بحران،زلزله و آسیب پذیری اماکن و شریان های حیاتی.

رجبی ،محمدرض،علی منصوریان و محمد طالعی.۱۳۹۰. مقایسه روش های تصمیم گیری چند معیاره ،AHP-OWA ، AHPوAHP-OWA FUZZY برای مکان یابی مجتمع های مسکونی در شهر تبریز. مجله ،محیط شناسی،**۵۷** :۷۷-۹۲.

زنگی آبادی،علی و نازنین تبریزی.۱۳۸۵. زلزله تهران و ارزیابی فضایی آسیب پذیری مناطق شهری. مجله پژوهش های جغرافیایی،**۵۶** :۱۱۵-۱۳۰.

زهرائی،سید مهدی و لیلی ارشادی. ۱۳۸۴. بررسی آسیب پذیری لرزه ای ساختمان های شهر قزوین. نشریه دانشکده فنی،جلد**۳۹**: ۲۸۷-۲۹۷.

فرامرز، مرتضی.۱۳۹۰. بررسی زلزله تهران و شریان های حیاتی و ارزیابی فضایی آسیب پذیری مناطق شهری،اولین کنفرانس ملی مدیریت بحران،زلزله و آسیب پذیری اماکن و شریان های حیاتی.

فلاح علی آبادی،سعید، سعید گیوه چی،محمد اسکندری و علیرضا سرسنگی.۱۳۹۲.ارزیابی آسیب پذیری بافت تاریخی شهرها در برابر زلزله با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی(AHP) و سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS). فصلنامه علمی و پژوهشی مدیریت بحران،۵:۳-۱۳

گیوه چی،سعید،محمدامین عطار، اصغر رشیدی ابراهیم حصاری و نسترن نصبی.۱۳۹۲. مکان یابی اسکان موقت پس از زلزله با استفاده از GIS و تکنیک AHP مطالعه موردی:منطقه شش شهر شیراز.مطالعات و پژوهش های شهری و منطقه ای ۱۰۱،۱۷-۱۱۸.

Afzali, A., ۲۰۰۸.The Application of GIS and AHP in Urban Waste Exclusion Site Selection, Study Area (NajafAbad).Esfahan University, Department of Natural Resources

Boroushaki,S; Malczewski,J.۲۰۰۸. Implementing an extension of the analytical hierarchy process using ordered weighted averaging operators with fuzzy quantifiers in ArcGIS.
Computers &Geosciences ,۳٤: ۳۹۹–٤۱۰

Benson, C., Clay, E., ۲۰۰٤. Understanding the Economic and Financial Impacts of Natural disasters. Disaster Risk Management Series, No. ٤. World Bank, Washington, DC

Chen ,Y; Kevin ,W. Lie; Si-feng Liu; ۲۰۱۱. An OWA-TOPSIS method for multiple criteria decision analysis.Expert Systems with Applications,۳۸: ٥۲۰٥–٥۲۱۱

Rinner,C; Malczewski,J.۲۰۰۲. Web-enabled spatial decision analysis using ordered weighted averaging. J. Geogr. Syst,٤:۳۸٥–٤۰۳.

Boroushaki,S;Malczewski,J. ۲۰۱۰. Using the fuzzy majority approach for GIS-based multicriteria group

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.3.2.23]

decision-making. Computers & Geosciences,۳٦: ۳۰۲–۳۱۲.
۲۰-Calijuri,M.L .۲۰۰٤. Multi-criteria analysis for the identification of waste disposal areas.Geotechnical and Geological Engineering,۲: ۲۹۹–۳۱۲.
۲۱-Chang, N;B., Parvathinathan;G., Breedenc, J.B; ۲۰۰۸. Combining GIS with fuzzy multicriteria decision-making for landfill siting in a fast-growing urban region. Journal of Environmental Management, ۸۷: ۱۳۹–۱۵۳.
۲۲-Gorsevski, P.V; K, Donevska; R., , C, Mitrovski; P, Frizado. ۲۰۱۲. Integrating multi-criteria evaluation techniques with geographic information Systems for landfill site selection.
۲۳-Habibi, K; S, Lotfi; M. J, Koohsari; ۲۰۰۸.Spatial Analysis of Urban Fire Station Locations by Integrating AHP Model and IO Logic Using GIS.Journal of Applied Sciences ,۱۹:۳۳۰۲-۳۳۱۵.
۲٤-Jiang, H; R.J, Eastman; ۲۰۰۰.Application of fuzzy measures in multi-criteriaevaluation in GIS. International Journal of Geographical Information Systems,۱٤: ۱۷۳–۱۸٤.
۲۵-Granger،ken ;۱۹۹۹. Urban Geohazard Risk Assessment,Published by Elsevier Science Ltd.
۲٦-Yager, R.R;۱۹۹٤ .On weighted median aggregation..International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-based Systems, ۲: ۱۰۱– ۱۱۳.
۲۷-Herrera, F; E, Herrera- Viedma; on the linguistic OWA operator and extensions. Web page: http://www.citeseer.nj.nec access on may ۲۰۱٤
۲۸-Yager, R.R; ۱۹۹۳.Families of OWA operators.Fuzzy Sets and Systems, ۵۹: ۱۲۵–۱٤۸.
۲۹-Z. Chen;۲۰۰۵.Consensus in Group Decision Making under Linguistic Assessments PhD Thesis, Department of Industrial and Manufacturing Systems Engineering, College of Engineering Kansas State University, Manhattan.
۳۰- Coleen Vogel, Susanne C. Moser, Roger E. Kasperson, Geoffrey D. Dabelko, ۲۰۰۷ : Linking vulnerability, adaptation, and resilience science to practice: Pathways, players, and partnerships, Global Environmental Change ۱۷ (۲۰۰۷) ۳٤۹–۳٦٤
۳۱- Malczewski, J., ۲۰۰٦. Ordered weighted averaging with fuzzy quantifiers: GIS-based multicriteria evaluation for land-use suitability analysis. International journal of Applied Earth Observation and Geoinformation , Vol. ۸, ۲۷۰-۲۷۷.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.3.2.23]