نشریه علمی- پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال ۲۱، شماره ۶۱، پاییز ۱۳۹۶، صفحات ۱-۱۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۳/۳۱ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۵/۰۳/۲۲

مدلسازی پهنه‌های اسکان موقت در مدیریت بحران زلزله با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری فازی‌مبنا (مطالعه موردی شهر مرند)

حمید ابراهیمی[۱]
علی‌اکبر رسولی[۲]
داود مختاری[۳]

چکیده

شهر مرند از لحاظ وضعیت لرزه‌خیزی در پهنه‌های با خطر بسیار زیاد قرارگرفته است، ازاین‌رو مساله اسکان موقت و بهینه‌سازی اسکان جمعیت در هنگام بروز بحران زلزله از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. پژوهش حاضر با هدف شناسایی و مدلسازی مکانی مراکز پیشنهادی اسکان موقت به منظور مدیریت بحران زلزله در شهرستان مرند تدوین گردیده است. با مطالعه مبانی نظری تحقیق و استفاده از نظرات کارشناسان هشت معیار موثر در پهنه‌بندی مراکز اسکان موقت استخراج گردیده و در قالب دو مدل؛ فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP) و سیستم استنتاج فازی (FIS)، مراکز با شرایط مناسب به منظور اسکان موقت در مدیریت بحران زلزله مشخص گردیدند. با مقایسه نتایج به‌دست‌آمده از دو مدل بر اساس نظر کارشناسان و امکان‌سنجی استفاده بهینه و عملی از پهنه‌های پیشنهادی، از میان پهنه‌های با شرایط بسیار مناسب در سیستم استنتاج فازی، ۲۳۲۷۲۳ مترمربع و در مدل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ۴۴۹۹۵ مترمربع مورد تایید کارشناسان و دارای شرایط تعریف‌شده می‌باشند؛ که نشان از دقت و صحت بیش‌تر نتایج حاصل از سیستم استنتاج فازی

۱ـ کارشناس ارشد سنجش‌ازدور و GIS، دانشگاه تبریز (نویسنده مسئول). Email: hamidebrahimi6970@gmail.com
۲ـ استاد گروه آب و هواشناسی، دانشگاه تبریز.
۳ـ استاد گروه ژئومورفولوژی، دانشگاه تبریز

نسبت به فرآیند تحلیل سلسله مراتبی می‌باشد. استفاده از نتایج حاصل از این تحقیق توسط مدیران و برنامه‌ریزان شهری نقش مؤثری در مدیریت بحران زلزله خواهد داشت.

واژگان کلیدی: پهنه‌های اسکان موقت، شهرستان مرند، تحلیل سلسله مراتبی فازی، سیستم استنتاج فازی.

مقدمه

زندگی بشر از ابتدا همواره در معرض تهدید و مخاطرات طبیعی (زلزله، سیل و آتش‌سوزی) یا انسانی (جنگ) بوده است. به گزارش نهاد اسکان بشر سازمان ملل متحد در دهه اول قرن بیست و یکم، حدود ۲۰۰ میلیون نفر بر اثر وقوع بلایای طبیعی همچون سیل و زلزله جان خود را از دست داده‌اند (Comfort, 2007: 191). زلزله به علت کسرت وقوع، گستردگی قلمرو و هم‌چنین وسعت و شدت خسارات حاصل از آن، یکی از پرمخاطره‌ترین بلایای طبیعی جهان بوده و بررسی وضعیت لرزه‌خیزی کشور نشان می‌دهد که هیچ نقطه‌ای از ایران را نمی‌توان به‌طور قطع در برابر زلزله ایمن دانست. به‌طور کلی با وجود گسل‌های فراوان در فلات ایران، وقوع زلزله در این قسمت از جهان را امری طبیعی می‌توان قلمداد کرد. شهرستان مرند بر اساس آئین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله در پهنه با خطر بسیار زیاد واقع شده است. مهم‌ترین عامل فعالیت‌های لرزه‌ای در این منطقه وجود گسل‌های فعال است، چرا که توزیع مراکز بیرونی زلزله‌ها منطبق بر گسل‌های موجود در منطقه می‌باشند، گسل‌های شمال مرند، شمال تبریز، میش، تسوج و ظرفخانه مهم‌ترین گسل‌های لرزه زا در منطقه هستند که در صورت فعالیت آن‌ها زلزله‌هایی تا بزرگی ۷/۲ ریشتر قابل‌انتظار است (رنج‌دوست یامچی و همکاران، ۱۳۹۱: ۵)؛ بنابراین اگر جلوگیری از وقوع زلزله در منطقه امکان‌پذیر نیست، اما کاهش آسیب‌پذیری ناشی از آن امکان‌پذیر هست. کاهش آسیب‌پذیری جوامع شهری در برابر زلزله زمانی به‌وقوع خواهد پیوست که ایمنی در برابر زلزله در تمام سطوح میانی برنامه‌ریزی کالبدی انجام پذیرفته، هم‌چنین

شهرسازی اصولی یکی از کارآمدترین سطوح برنامه‌ریزی برای کاهش آسیب‌پذیری در برابر زلزله می‌باشد (حبیبی و همکاران، ۱۳۸۷: ۲۸). به‌طور کلی انجام گسترده تمهیدات ساختمانی در حیطه مهندسی ساختمان جهت مقاوم‌سازی سکونتگاه‌های انسانی در برابر زلزله تنها راه کاهش آسیب‌پذیری شهرها و سکونتگاه‌های انسانی در برابر زلزله نبوده بلکه بایستی به‌موازات تحقیقات، مطالعات و آیین‌نامه‌هایی که جهت استحکام ساختمان‌ها و مقاوم‌سازی ابنیه در دست‌ساخت انجام می‌گیرد، بررسی‌های لازم و طراحی‌های اصولی به منظور فراهم کردن اقدامات و تمهیدات کارآمد به هنگام وقوع زلزله و حتی بعد از آن نیز در مناطق مورد نظر انجام شود (قدیری، ۱۳۸۴: ۲۱-۳۵). کاهش دامنه و شدت آسیب‌های ناشی از بحران زلزله نیازمند برنامه‌ریزی و رفتاری سازمان‌یافته می‌باشد که تنها در صورت آمادگی قبلی، کارایی و عملکرد مطلوب را خواهد داشت. به‌طور کلی مهم‌ترین نیازی که پس از وقوع بحران زلزله ایجاد می‌شود، تامین مسکن آسیب دیده‌گان می‌باشد. چرا که یکی از مهم‌ترین پیامدهای زلزله، ویرانی منازل مسکونی و بی‌خانمان شدن ساکنان آن‌ها می‌باشد که تاثیرات مختلفی بر مردم سانحه دیده می‌گذارد (انصاری، ۱۳۸۲: ۳۸) به همین خاطر شناسایی قبلی و برنامه‌ریزی در به‌کارگیری مکان‌هایی امن و مناسب جهت تمرکز و استقرار آسیب دیده‌گان پس از زلزله و یا در هنگام احتمال وقوع زلزله لازم و ضروری است. ازاین‌رو بهره‌گیری از روش‌های نوین در زمینه آنالیزهای مکانی، الگوریتم‌های شبیه‌ساز هوش انسانی و سیستم اطلاعات جغرافیایی با اطلاعات یکپارچه، دقیق و به‌روز می‌تواند به‌عنوان بخش مهمی از رویه‌های مدیریتی برای حل مسائل مربوط به بحران زلزله در نظر گرفته شود. در مطالعه پیش‌روی به بررسی و مقایسه نتایج حاصل از روش‌ها و تکنیک‌های تصمیم‌گیری فازی‌مبنا همچون تکنیک تحلیل سلسله مراتبی فازی و سیستم استنتاج فازی در مدلسازی مکانی پهنه‌های اسکان موقت پس از وقوع زلزله با توجه به معیارهای محیطی و انسانی پرداخته شده است.

پیشینه تحقیق

با توجه به اهمیت موضوع مورد بررسی در ارتباط با مکان‌یابی پهنه‌های اسکان موقت با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و سیستم‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره تاکنون پژوهش‌های بسیاری صورت گرفته است. گیوه‌چی و عطار (۱۳۹۱) در پژوهشی با عنوان «مکان‌یابی اسکان موقت پس از زلزله با استفاده از GIS و تکنیک AHP مطالعه موردی: منطقه ۶ شهر شیراز» پس از وزن‌دهی به معیارها و همپوشانی معیارهای مدنظرشان درمحیط GIS، نقشه پهنه‌بندی اسکان موقت را ارائه داده‌اند. داداش‌پور و همکاران (۱۳۹۲) در مقاله‌ای با عنوان «مکانیابی سایت‌های اسکان موقت با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP)؛ مطالعه موردی منطقه ۱۶ تهران» با استفاده از روش FAHP و با در نظر گرفتن ۲۴ معیار به مکان‌یابی پهنه‌های اسکان موقت پرداخته‌اند. اصغری زمانی (۱۳۹۳)، در مطالعه‌ای با عنوان «بررسی کیفیت دسترسی به فضاهای باز شهری به‌هنگام وقوع حوادث غیرمترقبه طبیعی (مطالعه موردی شهر تبریز)» به بررسی و تحلیل مکانی فضاهای باز شهری در کاهش تلفات ناشی از زمین‌لرزه و مدیریت بهینه بحران زلزله پرداخته‌است. کار و هادجسون (2008)، در پژوهشی تحت عنوان «مدلی بر پایه GIS[4] برای تعیین مکان مناسب پناهگاهی برای تخلیه فوری» در ایالت فلورید اقدام به شناسایی پناهگاه‌های موجود و مکان‌هایی با قابلیت پناهگاهی بر اساس درجه تناسب و دسترسی پرداخته‌اند. ژائو (2010)، در مطالعه‌ای جامع به ضرورت برنامه‌ریزی[5] ساختاریافته در برابر بلایای طبیعی به‌خصوص زلزله و هم‌چنین نحوه ساماندهی و اسکان جمعیت آسیب‌دیده در مکان‌های پیش‌بینی شده با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداخته‌است. دونوسکا و همکاران (2012)، با به‌کارگیری معیارهای مختلف محیطی- اجتماعی و سیستم اطلاعات جغرافیایی به مکان‌یابی مناطق کم‌خطر به لحاظ مخاطرات طبیعی در منطقه Polog کشور مقدونیه مبادرت کرده‌اند.

4Kar & Hodgson
5Zhao
6Donevska

مبانی نظری تحقیق

به‌طور کلی مدیریت بـحران شامل چهار مرحله اساسی؛ جستجو افـراد آسیب‌دیده، شبیه‌سازی و پیش‌بینی رفتار افراد، امدادرسانی و پاسخگویی در شرایط وقوع بحران و در نهایت بهبودی و بازسازی پس از بحران می‌باشد (García-Magariño & Gutiérrez, 2013: 6580). در هنگام وقوع بحران زلزله وجود مراکز اسکان موقت و ایجاد سرپناه جهت کاهش تاثیرات مخرب شرایط جوی و نیز القاء احساس امنیت در این مراکز، از اولویت‌های اصلی مدیریت بحران به‌شمار می‌رود (Abulnour, 2013: 11). تهیه سرپناه پس از سانحه فرآیندی از سکونت‌دهی به افراد بی‌خانمان می‌باشد که به‌طور معمول در اقدامی سه مرحله‌ای مشتمل بر سرپناه اضطراری، اسکان موقت و مسکن دائمی تامین می‌گردد. در این شیوه از سکونت سرپناه‌های اضطراری به منظور تامین پناهگاه‌هایی بی‌خطر پس از مدت کوتاهی از حادثه احداث می‌گردند. این شکل از سرپناه به‌دلیل دوره زمانی کوتاه خود، اغلب از فضای ناکافی با مطلوبیت کم برخوردار بوده و به صورت پراکنده تامین می‌گردد (Nigg et al, 2006: 114). پس از پایان یافتن این مرحله از سکونت برپا سازی سایت‌های اسکان موقت در دستور کار قرار می‌گیرد. به‌طور کلی کلیه روش‌های اسکان در سه بخش دسته‌بندی می‌شوند که شامل روش اردوگاهی (مجتمع)، روش پراکنده و روش ترکیبی می‌باشند (Abulnour, 2013: 11). این دسته‌بندی بر اساس روش مدیریت اسکان موقت بوده و هدف از آن یافتن تفاوت‌ها در ارائه خدمات و نحوه پاسخگویی به نیازهای فیزیکی و اجتماعی افراد می‌باشد. به‌طور کلی اسکان موقت را می‌توان مجموعه‌ای از فعالیت‌ها اعم از جمع‌آوری و شناسایی افراد مصیب‌زده و بی‌خانمان، نقل و انتقال افراد به سرپناه‌ها و ایجاد شرایط زندگی امن و بهداشتی تا زمان بازگشت آنان به موطن اصلی و یا زیستگاه اولیه آن‌ها دانست (فلاحی، ۱۱:۱۳۸۶).

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از لحاظ ماهیت و روش‌شناسی دارای رویکرد توصیفی - تحلیلی و از نظر هدف از نوع کاربـردی است که نتایج آن قابل استفاده در برنامه‌ریزی‌ها و سیاست گذاری‌ها در

مدیریت بحران شهری می‌باشد. به‌منظور گردآوری ادبیات نظری موضوع و تعیین معیارهای پهنه‌بندی اسکان موقت از روش کتابخانه‌ای، اسنادی و پرسشنامه‌ای استفاده شده است.

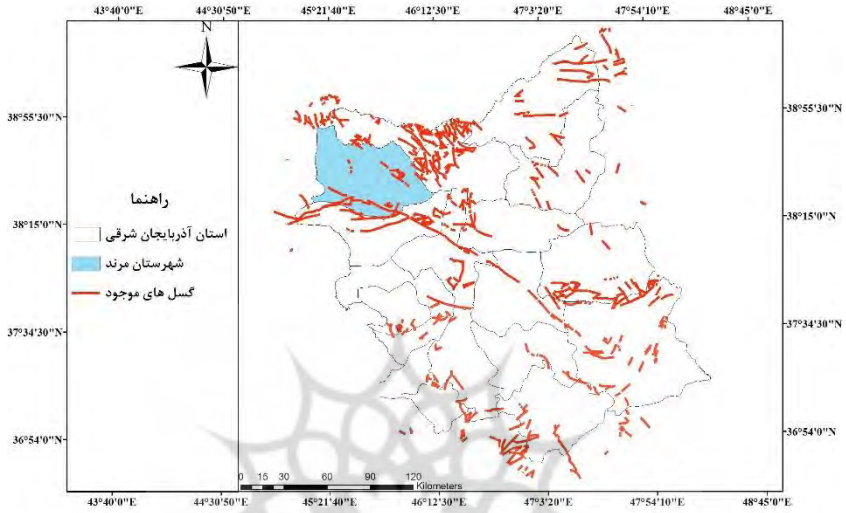
- نقشه ۱/۱۰۰۰۰۰ موقعیت گسل‌های منطقه (سازمان نقشه‌برداری با فرمت DGN)
- نقشه کاربری اراضی شهرستان مرند
- نقشه شبکه‌های ارتباطی درون‌شهری شهرستان مرند

هم‌چنین در طی مراحل آماده‌سازی، تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش حاضر از نرم‌افزارهای ARC GIS 10.2 و MATLAB 2013 استفاده شده است.

منطقه مورد مطالعه

شهرستان مرند از نظر جغرافیایی بین ۴۵ درجه و ۱۴ دقیقه تا ۴۶ درجه و ۱۲ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۱۷ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۵۳ دقیقه عرض شمالی، با مساحت ۳۲۸۵۶۲ کیلومتر مربع در استان آذربایجان شرقی واقع شده است و متوسط ارتفاع آن از سطح دریا ۱۵۵۰ متر می‌باشد. جمعیت شهرستان مرند در آخرین سرشماری صورت گرفته برابر با ۲۳۹۲۰۹ نفر بوده است. موقعیت استان آذربایجان شرقی و شهرستان مرند نسبت به گسل‌های منطقه در شکل (۱) نشان داده شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه (نگارندگان)

مدل‌های تصمیم‌گیری فازی‌مبنا

انتخاب یک روش و رویکرد برای مدلسازی یک سیستم به‌طور کامل وابسته به میزان پیچیدگی آن سیستم بوده و میزان پیچیدگی نیز ارتباط معکوس با میزان شناخت و دانش ما از آن سیستم دارد. پر واضح است که بسیاری از تصمیمات و اقدامات در شرایط عدم قطعیت صورت گرفته و حالت‌های غیرمبهم، بسیار نادر و کمیاب می‌باشند. منطق فازی و تئوری مجموعه‌های فازی برای مدلسازی عدم قطعیت در پدیده‌ها و سیستم‌های پیچیده و غیرقطعی بسیار مناسب می‌باشد، اساس مجموعه‌ها و منطق فازی به‌وسیله پروفسور لطفی‌زاده در سال ۱۹۶۵ مطرح شد. در منطق فازی به جای دو ارزشی بودن، طیفی از ارزش‌ها در بازه بسته‌ای بین صفر و یک وجود خواهد داشت، با این طیف می‌توان عدم قطعیت را به خوبی نمایش داد. این سیستم در شرایط عدم اطمینان قادر است به بسیاری از مفاهیم، متغیرها و سیستم‌هایی که نادقیق و مبهم هستند، صورت‌بندی ریاضی ببخشد و زمینه را برای

استدلال، استنتاج و تصمیم‌گیری فراهم آورد، به‌طور کلی نظریه مجموعه‌های فازی، یک نظریه ریاضی طراحی شده برای مدل کردن ابهام در فرایندهای وابسته به دانش انسان است (Lin et al, 2007: 3754). تا به حال مفاهیم و جنبه‌های مختلف منطق فازی مورد بررسی و تحلیل قرارگرفته و روش‌ها و تکنیک‌های متنوعی از آن بسط و توسعه یافته‌اند، در پژوهش پیش روی از میان روش‌ها و تکنیک‌های موجود با توجه به موضوع مورد بررسی و شرایط مساله از روش‌های تحلیل سلسله مراتبی فازی و سیستم استنتاج فازی به‌منظور مدلسازی مکانی پهنه‌های اسکان موقت در مدیریت بحران زلزله استفاده شده است.

مدل تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP)

با وجود اینکه مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) برای به‌دست آوردن نظر کارشناسان و متخصصین درباره موضوع خاص طراحی شده ولی به‌درستی نحوه تفکر انسان را منعکس نمی‌کند، زیرا در مقایسه‌های زوجی این روش از اعداد دقیق استفاده کرده و هم‌چنین به علت وجود مقیاس نامتوازن (Unbalanced Scale) در قضاوت‌ها، عدم قطعیت و غیردقیق بودن مقایسه‌های زوجی، این روش مورد نقد قرار می‌گیرد. تصمیم‌گیرندگان اغلب به علت طبیعت فازی مقایسه‌های زوجی قادر نیستند به صراحت نظرشان را در مورد برتری‌ها و اهمیت معیارها بیان کنند، به‌همین دلیل در قضاوت‌هایشان ارائه یک بازه را به‌جای یک عدد ثابت ترجیح می‌دهند. نارسایی‌ها و محدودیت‌هایی که در روش تصمیم‌گیری چند معیاره کلاسیک وجود دارد باعث شده که تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی معرفی شود. در سال ۱۹۹۶ روشی تحت عنوان روش تحلیل توسعه‌ای توسط چانگ ارایه گردید، در این مطالعه مراحل و روابط استفاده شده مطابق با روش پیشنهادی چانگ می‌باشد (Chang, 1996: 649-655).

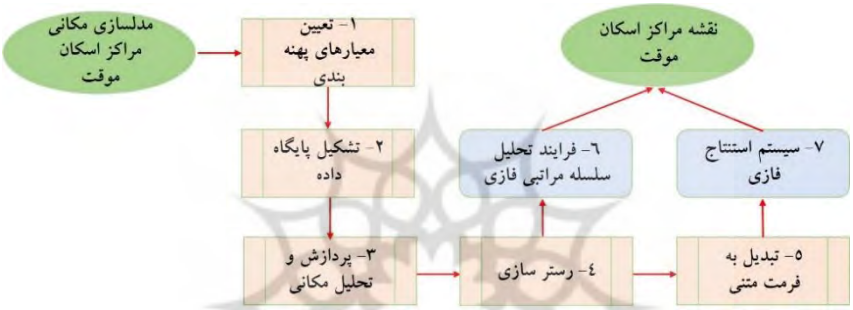
1- Extant Analysis
2- Chang

سیستم استنتاج فازی (FIS)

در دهه‌های اخیر استفاده از روش‌های استنتاجی و استدلالی هوشمند و کمک آن‌ها به انسان در تصمیم‌گیری‌ها، باعث حرکت سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) به سمت هوشمندی و جایگزینی این سیستم‌ها در تصمیم‌گیری شده است (Malerba et al, 2003: 267). سیستم‌های استنتاج فازی، یک چارچوب محاسباتی پرطرفدار بر مبنای مفهوم مجموعه‌های فازی، قواعد if-then و استدلال فازی هستند (کیا، ۱۳۹۱: ۸۹). به‌طور کلی در سیستم‌های استنتاج فازی هدف مدل‌سازی و شبیه‌سازی اطلاعات به‌دست آمده از دانش افراد خبره و اندازه‌گیری‌ها می‌باشد، در این صورت می‌توان اطلاعات مذکور را در قالب یک پایگاه قوانین به سیستم استنتاج فازی معرفی نمود. در موتور استنتاج تعدادی قوانین فازی بر مبنای دانش کارشناسی و اندازه‌گیری‌های انجام‌گرفته وجود دارد، هدف از به‌کارگیری این قسمت، به دست آوردن بهترین نتیجه خروجی به ازای یک ورودی جدید به سیستم بر اساس قوانین موجود در پایگاه قوانین است. از ویژگی‌های برتر سیستم استنتاج فازی، تعریف قوانین در محدوده‌های مختلف، تعریف شروط و محدودیت‌های متنوع به‌صورت جزبه‌جز و به‌صورت کلی می‌باشد. به‌طور کلی در یک سیستم استنتاج فازی ابتدا ورودی‌ها در فضای اعداد حقیقی با استفاده از یک فازی‌ساز به مجموعه اعداد فازی تبدیل می‌شوند، سپس مجموعه قوانین فازی ذخیره‌شده در پایگاه قوانین وارد موتور استنتاج فازی می‌شوند تا تصمیم‌گیری بر مبنای این قوانین انجام گیرد. در نهایت خروجی فازی سیستم با استفاده از یک غیرفازی‌ساز به‌صورت عدد حقیقی ارایه می‌شود. در این سیستم‌ها، قوانین به‌صورت جملات شرطی اگر- آنگاه بیان می‌شود. در فرآیند نتیجه‌گیری از قوانین دو سیستم متداول استنتاج فازی شامل استنتاج ممدانی و استنتاج سوگنو وجود دارد. این دو شیوه استنتاج تا حدودی در روش تعیین خروجی با هم تفاوت دارند. در استنتاج ممدانی از عملگر کمینه جهت محاسبه اشتراک دو مجموعه فازی استفاده می‌شود. آخرین بخش از یک سیستم استنتاج فازی، غیرفازی‌ساز است. غیرفازی‌ساز یک نگاشت از مجموعه فازی خروجی به یک مجموعه قطعی می‌باشد (کیا، ۱۳۹۱: ۹۵-۱۰۷).

روند اجرای پژوهش

شکل (۲) مراحل کلی روند اجرای پژوهش که در راستای مدلسازی مکانی مراکز اسکان موقت را نمایش می دهد. پژوهش پیش روی شامل دو بخش می‌باشد که در بخش اول از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی و در بخش دوم از سیستم استنتاج فازی به‌منظور مکان‌یابی پهنه‌های اسکان موقت استفاده شده است.



شکل (۲) روند کلی پژوهش (نگارندگان)

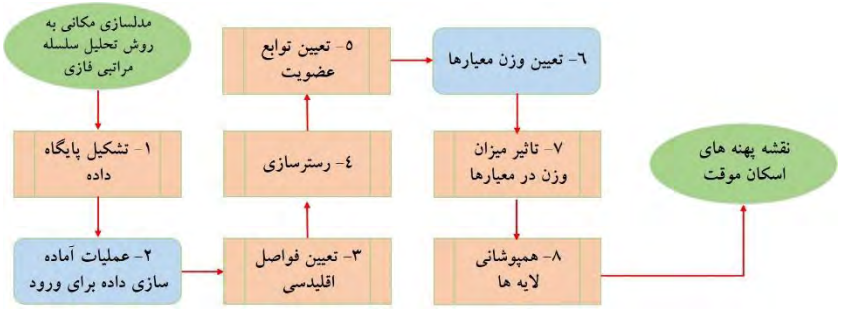
معیارهای مورد استفاده

با توجه به نظرات کارشناسان (پرسشنامه و مصاحبه)، منابع مختلف و مطالعات نگارندگان مهم‌ترین عوامل موثر در مدلسازی مکانی مراکز اسکان موقت با ۸ معیار مشخص گردید که شامل معیارهای کاربری اراضی، مساحت زمین، دسترسی به شبکه ارتباطی، دسترسی به مراکز درمانی، دسترسی به مراکز انتظامی و آتش‌نشانی، فاصله از گسل‌های فعال، فاصله از مراکز سوخت‌رسانی شهری و فاصله از صنایع و تاسیسات خطرزا می‌باشند.

یافته‌ها و بحث

بخش اول: استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی

شکل (۳) مراحل و سطوح مختلف این بخش از پژوهش را نمایش می‌دهد.

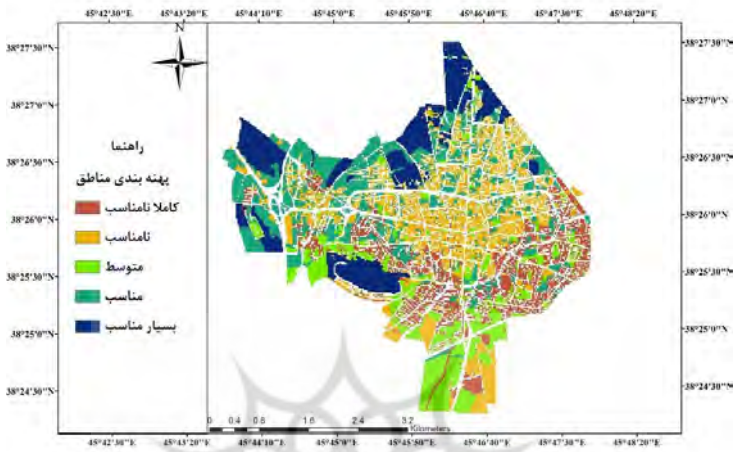


شکل (۳) روند پژوهش در بخش تحلیل سلسله مراتبی فازی (نگارندگان)

در این بخش پس از تعیین معیارهای مدنظر، بایستی میزان اهمیت هریک از معیارها در قالب وزن مشخص برای اعمال در مدل FAHP استخراج گردد. برای تعیین اوزان مطروحه از تکنیک مقایسه زوجی استفاده شده است، به همین منظور به تهیه و توزیع پرسشنامه بین ۳۳ نفر از متخصصان مرتبط با موضوع مورد مطالعه مبادرت گردید. لازم به ذکر است که در حجم نمونه تحقیقات از نوع بررسی روابط تجربی و اولویت سنجی، وجود حداقل ۱۵ نفر در حجم نمونه کافی است. پس از انجام محاسبات مربوط به مدل FAHP، اوزان نهایی برای هریک از معیارها محاسبه و در جدول شماره ۱ نمایش داده‌شده است. در مرحله بعدی پس از آماده‌سازی لایه‌های مورد نظر، لازم است که برای اعمال توابع عضویت و استانداردسازی، لایه‌ها به فرمت رستر تبدیل شوند. به منظور استانداردسازی داده‌ها از توابع فازی مختلف و مرتبط همچون تابع Small، Large و Gaussian استفاده شده است. در مرحله نهایی و به منظور انجام همپوشانی لایه‌های استاندارد شده معیارهای موجود با تاثیر وزن مربوط به هر لایه، از توابع همپوشانی GIS مبنا استفاده شده است (شکل ۴).

جدول (۱) اوزان نهایی معیارهای مورد استفاده (نگارندگان)

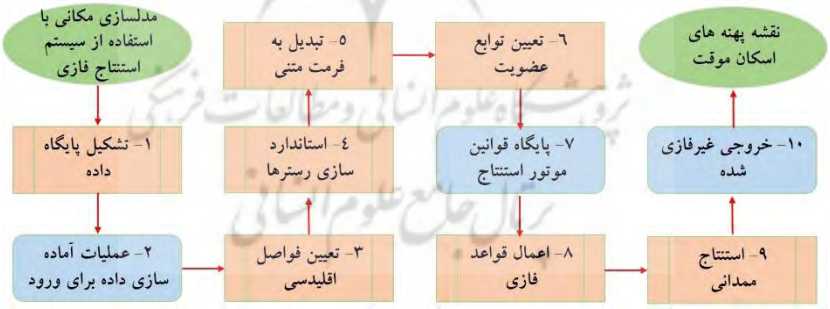
معیار	کاربری اراضی	مساحت قطعه	دسترسی به شبکه ارتباطی	دسترسی به مراکز درمانی	دسترسی به مراکز انتظامی و آتش‌نشانی	فاصله از گسل	فاصله از مراکز سوخت‌رسانی	فاصله از صنایع کارگاهی
وزن	۰/۲۲	۰/۱۷۴	۰/۰۹۶	۰/۱۲۲	۰/۰۳۳	۰/۱۷۷	۰/۰۹۳	۰/۰۸۵



شکل (٤) نقشه پهنه‌های اسکان موقت با فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی (نگارندگان)

بخش دوم: استفاده از سیستم استنتاج فازی

مراحل و سطوح مختلف این بخش از پژوهش در شکل (۵) نمایش داده‌شده است.



شکل (۵) روند پژوهش در بخش استنتاج فازی (نگارندگان)

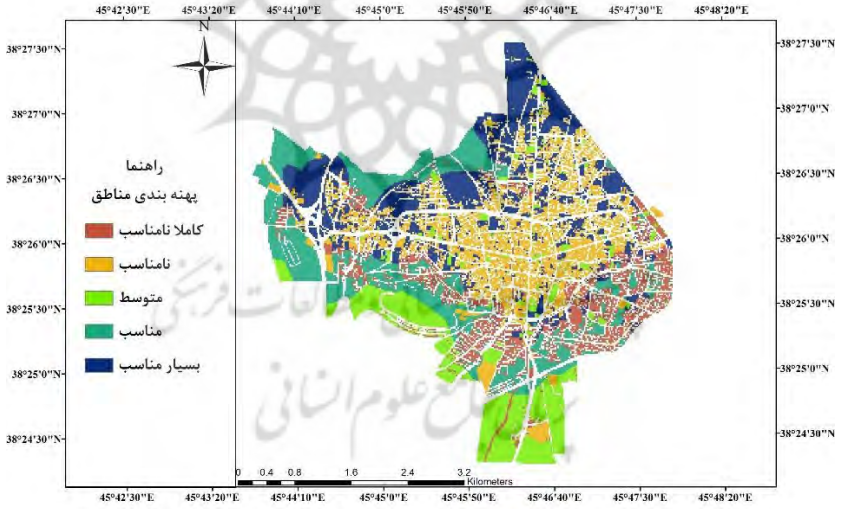
با انتخاب معیارهای مورد نظر در اولین گام؛ متغیرهای زبانی، مقادیر زبانی و محدوده‌های استاندارد هریک با توجه به نظر کارشناسان و مطالعات پیشینیان تدوین شد، پس از آن به استانداردسازی معیارهای مورد نظر در پنج کلاس پرداخته شد. تابع خروجی نیز پهنه‌های اسکان موقت را در پنج کلاس به‌شرح؛ پهنه‌های بسیار مناسب، مناسب، متوسط، نامناسب و بسیار نامناسب قرار می‌دهد. در نتیجه با تعریف محدوده استاندارد و تعیین متغیر زبانی و انجام مراحل برنامه‌نویسی در متلب وضعیت توابع عضویت تمامی معیارها مشخص گردید. در مرحله بعدی کارشناسان با توجه به تجربه و دانش و ویژگی‌های مورد نیاز مکان‌های مناسب اسکان موقت به تعریف قانون پرداختند. با توجه به تعدد حالات ممکن و در نتیجه تعدد قوانین، جهت خلاصه‌سازی قوانین تعدادی حالت بین متغیرهای زبانی تعریف نموده (جدول ۲)؛ و سپس با توجه به حالت‌های تعریف‌شده، قوانین مورد نظر تعریف گردیدند. گام آخر سیستم استنتاج فازی، غیرفازی سازی خروجی می‌باشد. در این مرحله از غیرفازی‌ساز مرکز ثقل (Centroid) استفاده شده است. بدین ترتیب که مقدار غیرفازی‌شده مجموعه فازی مورد بررسی از محاسبه مرکز ثقل این مجموعه محاسبه و پس از آن خروجی نهایی (شکل ۶) حاصل خواهد شد.

جدول (۲) نمونه‌ای از خلاصه‌سازی حالت‌های بین متغیرهای زبانی معیارها

۱	اگر فاصله از صنایع کارگاهی بسیار نامناسب یا فاصله از مراکز سوخت‌رسانی شهری بسیار نامناسب یا فاصله از گسل بسیار نامناسب آنگاه حالت اول.
۲	اگر حالت اول رخ ندهد و فاصله از صنایع کارگاهی نامناسب یا فاصله از مراکز سوخت‌رسانی شهری نامناسب یا فاصله از گسل نامناسب آنگاه حالت دوم.
۳	اگر حالت اول و دوم رخ ندهد و فاصله از صنایع کارگاهی متوسط یا فاصله از مراکز سوخت‌رسانی شهری متوسط یا فاصله از گسل متوسط آنگاه حالت سوم.
۴	اگر دسترسی به مراکز انتظامی و آتش‌نشانی بسیار نامناسب یا دسترسی به مراکز درمانی بسیار نامناسب یا دسترسی به شبکه ارتباطی نامناسب آنگاه حالت چهارم.
۵	اگر حالت چهارم رخ ندهد و دسترسی به مراکز انتظامی و آتش‌نشانی نامناسب یا دسترسی به مراکز درمانی نامناسب یا دسترسی به شبکه ارتباطی نامناسب آنگاه حالت پنجم.
۶	اگر حالت چهارم و پنجم رخ ندهد و دسترسی به مراکز انتظامی و آتش‌نشانی متوسط یا دسترسی به مراکز درمانی متوسط یا دسترسی به شبکه ارتباطی متوسط آنگاه حالت ششم.

نتیجه‌گیری

به‌منظور ارزیابی نتایج و بر اساس خروجی دو مدل FIS و FAHP از میان پهنه‌های تعیین شده در دو مدل مذکور طبق نظر کارشناسان و امکان‌سنجی استفاده بهینه و عملی از میان پهنه‌های پیشنهادی، مکان‌هایی که دارای ۴ شرط؛ (۱) قابلیت بهره‌برداری عملیاتی به عنوان مراکز اسکان موقت، (۲) قرارگرفتن در پهنه‌های با وضعیت بسیار مناسب، (۳) نوع کاربری عمومی یا بایر، (۴) مساحت بیش از ۳ هزار مترمربع می‌باشند، شناسایی و مشخص گردیدند. بر این اساس در سیستم استنتاج فازی ۲۳۲۷۲۳ مترمربع و در مدل تحلیل سلسله مراتبی فازی ۴۴۹۹۵ مترمربع پهنه اسکان موقت شناسایی گردید که نشان‌دهنده دقت و صحت بیش‌تر روش استنتاج فازی نسبت به فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی از نظر قابلیت استفاده در مدلسازی مکانی مراکز اسکان موقت در مدیریت بحران زلزله می‌باشد.



شکل (٦) نقشه پهنه‌های اسکان موقت با سیستم استنتاج فازی (نگارندگان)

بحث و نتایج

زلزله یکی از خطرناک‌ترین پدیده‌های طبیعی عصر حاضر می‌باشد که همواره اهمیت خود را به‌طور عینی نمایان کرده است. جلوگیری از وقوع زلزله امکان‌پذیر نیست، اما کاهش آسیب‌پذیری ناشی از آن امکان‌پذیر می‌باشد. در این پژوهش به ایجاد مدلی به‌منظور پیش گیری و آمادگی پیش از وقوع بحران زلزله با توجه به ماهیت مبهم و غیرقطعی مساله، با به‌کارگیری فناوری‌های نوین مانند الگوریتم‌های هوش محاسباتی و GIS، پرداخته شده است. هم‌چنین ماهیت مبهم و غیرقطعی تعیین مراکز اسکان موقت در پژوهش حاضر با بهره‌گیری از تئوری فازی در دو مدل سیستم استنتاج فازی (FIS) و مدل تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP) و مقایسه نتایج حاصل از هریک از دو مدل بر اساس نظرات کارشناسان و امکان‌سنجی استفاده بهینه و عملی از مکان‌های پیشنهادی، سعی در وصول به نتایج دقیق‌تر و مستندتری به‌منظور تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی پیش از وقوع بحران زلزله داشته است. مقایسه نتایج حاصل در پژوهش حاضر نشان‌دهنده دقت و صحت بیش‌تر مدل استنتاج فازی نسبت به فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی می‌باشد، به‌طور کلی بهره‌گیری از سیستم استنتاج فازی در شرایط عدم اطمینان و وجود ابهام در مساله در قیاس با روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مانند تحلیل سلسله مراتبی فازی این امکان را فراهم می‌کند که بتوانیم دانش افراد خبره و متخصص را به‌صورت دقیق‌تر و جز به‌جز در مساله لحاظ نماییم. علاوه بر این سیستم استنتاج فازی قابلیت انعطاف بسیار بیش‌تری نسبت به روش تحلیل سلسله مراتبی فازی داشته، به این صورت که یک معیار می‌تواند در شرایط خاص ارجحیت داشته و در شرایطی دیگر به‌عنوان معیار کم اهمیت لحاظ گردد، در حالی که مدل تحلیل سلسله مراتبی فازی با نگاهی فازی به مساله و اختصاص وزن ثابت به هر معیار قابلیت انعطاف کم‌تری را در اختیار انسان قرار خواهد داد تا فکر و نظر خود را نسبت به واقعیت موجود در مدل تصمیم‌گیری لحاظ نماید.

منابع

ـ اصغری‌زمانی، اکبر (۱۳۹۳)، «بررسی کیفیت دسترسی به فضاهای باز شهری به‌هنگام وقوع حوادث غیرمترقبه طبیعی (مطالعه موردی شهر تبریز)»، ***نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی***، شماره ۴۸، صص ۱-۱۶.

ـ انصاری، حمیدرضا (۱۳۸۲)، «اسکان موقت رویکردها و سیستم‌ها»، تهران، ***فصلنامه شهرسازی و معماری آبادی***، سال پنجم و ششم، شماره ۴۰، صص ۳۸-۴۶.

ـ حبیبی، کیومرث؛ پوراحمد، احمد؛ مشکینی، ابوالفضل؛ عسگری، علی؛ نظری‌عدلی، سعید (۱۳۸۷)، «تعیین عوامل سازه ای موثر در آسیب پذیری بافت کهن شهری زنجان با استفاده از GIS و Fuzzy Logic»، ***نشریه هنرهای زیبا***، شماره ۳۳، صص ۲۷-۳۶.

ـ داداش پور، هاشم؛ خدابخش، حمیدرضا (۱۳۹۲)، «مکانیابی سایت های اسکان موقت با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP) – مطالعه موردی منطقه ۱۶ تهران»، ***نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی***، شماره ۴۶، صص ۶۷-۹۰.

ـ رنج دوست یامچی، محمد؛ امینی بیرامی، فریده؛ اصغری کلجاهی، ابراهیم (۱۳۹۲)، «بررسی خطر زلزله در شهرستان مرند»، اولین همایش ملی مجازی علوم زمین، ارومیه.

ـ فلاحی، علیرضا (۱۳۸۶)، «***معماری سکونتگاه‌های موقت پس از سوانح***»، تهران، دانشگاه شهید بهشتی.

ـ قدیری، محمودعلی (۱۳۸۱)، «کاربرد روش‌های برنامه‌ریزی شهری (کاربری زمین) در کاهش آسیب پذیری مناطق شهری در برابر زلزله: مطالعه موردی منطقه ۱۷ تهران»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس.

ـ کیا، مصطفی (۱۳۹۱)، «***محاسبات نرم در متلب***»، تهران، انتشارات کیان رایانه سبز.

ـ گیوه‌چی، سعید و محمدامین عطار (۱۳۹۱)، «کاربرد مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در مکان‌یابی اسکان موقت پس از زلزله – مطالعه موردی: منطقه ۶ شیراز»، ***دو فصلنامه مدیریت بحران***، شماره ۲، صص ۳۵-۴۳.

ـ مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران (۱۳۷۶)، پهنه‌بندی خطر نسبی زمین‌لرزه در ایران، تهران، مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی.

-Abulnour, A.H. (2014). The post-disaster temporary dwelling: Fundamentals of provision, design and construction . ***HBRC Journal***, 10(1), PP 10-24.

-Chang, D.Y. (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP , ***European Journal of Operational Research***, 95(3), PP 649-655.

-Comfort, L.K. (2007). Crisis management in hindsight: Cognition, communication, coordination, and control , ***Public Administration Review***, 67(s1), PP 189-197.

-García-Magariño , I., & Gutiérrez, C. (2013). Agent-oriented modeling and development of a system for crisis management , ***Expert Systems with Applications***, 40(16), PP 6580-6592.

-Kar, B., & Hodgson, M. E. (2008). A GIS-based model to determine site suitability of emergency evacuation shelters , ***Transactions in GIS***, 12(2), PP 227-248.

-Donevska, K.R., Gorsevski, P.V., Jovanovski, M., & Peševski, I. (2012). Regional non-hazardous landfill site selection by integrating fuzzy logic, AHP and geographic information systems , ***Environmental Earth Sciences***, 67(1), PP 121-131.

-Larimian, T., Zarabadi, Z.S.S., & Sadeghi, A. (2013). Developing a fuzzy AHP model to evaluate environmental sustainability from the perspective of Secured by Design scheme˘ A case study , ***Sustainable Cities and Society***, 7, PP 25-36.

-Lin, F., Ying, H., MacArthur, R.D., Cohn, J.A., Barth-Jones, D., & Crane, L.R. (2007). Decision making in fuzzy discrete event systems , ***Information Sciences***, 177(18), PP 3749-3763.

-Malerba, D., Esposito, F., Lanza, A., Lisi, F. A., & Appice, A. (2003). Empowering a GIS with inductive learning capabilities: the case of

INGENS , ***Computers, Environment and Urban Systems***, 27(3), PP 265-281.

-Nigg, J. M., Barnshaw, J., & Torres, M.R. (2006). Hurricane Katrina and the flooding of New Orleans: Emergent issues in sheltering and temporary housing , ***The Annals of the American Academy of Political and Social Science***, 604(1), PP 113-128.

-Xu, F., Chen, X., Ren, A., & Lu, X. (2008). Earthquake disaster simulation for an urban area, with GIS, CAD, FEA, and VR integration , ***Tsinghua Science & Technology***, 13, PP 311-316.

-Zhao, S. (2010). GisFFE˘ an integrated software system for the dynamic simulation of fires following an earthquake based on GIS , ***Fire Safety Journal***, 45(2), PP 83-97.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی