نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیستم، شماره ۵۹، زمستان ۹۹

شناسایی و اولویت بندی عوامل موثر بر افزایش ریسک زلزله در بافت‌های فرسوده شهری با رویکرد ترکیبی تکنیک دلفی فازی و مدل BMW[1]

دریافت مقاله: ۹۸/۲/۲۲ **پذیرش نهایی**: ۹۹/۳/۲۹

صفحات: ۳۰۶-۲۹۱

احسان ارکانی: دانشجوی دکتری مدیریت، مدیریت بحران، موسسه آموزش عالی غیرانتفاعی شیخ بهایی، اصفهان، ایران.
Email: ehsan.arkani2016@gmail.com
حسین حاتمی‌نژاد: دانشیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه تهران،تهران، ایران[2].
Email: Hataminejad@ut.ac.ir.
سهیل قره: دانشیار دانشگاه پیام نور، مشهد، ایران.
Email: ghareh_soheil@pnu.ac.ir

چکیده

امروزه، آسیب‌پذیری شهرها و به خصوص بافت‌های قدیمی و فرسوده در برابر زلزله، به عنوان مسئله‌ای جهانی پیش روی متخصصان رشته‌های گوناگون قرار گرفته است. این وضع در کشورهای دارای ساختار طبیعی مخاطره‌آمیز، از جمله ایران، طی دهه‌های اخیر به صورتی حادتر نمود یافته است. بافت‌های فرسوده شهری به عنوان نقطه جوشش اصلی یک شهر نشان دهنده هویت آن شهر می‌باشنداین بافت ها علاوه بر دارا بودن آثار و بناهای فرهنگی، تاریخی، محل سکونت و معیشت میلیون‌ها نفر از شهروندان هستند که در مقابل سوانح و پدیده‌های طبیعی به خصوص زلزله ناپایدار وآسیب‌پذیرند. این پژوهش با هدف شناسایی و اولویت‌بندی عوامل موثر بر افزایش ریسک زلزله در بافت‌های فرسوده شهری تدوین شد. پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و از نظر روش تحلیلی مبتنی بر رویکرد چندمعیاره است. برای جمع‌آوری اطلاعات از روش کتابخانه‌ای و میدانی استفاده شد. جامعه آماری پژوهش را کارشناسان و متخصصین حوزه شهری تشکیل می‌دادند که حجم نمونه ۳۰ نفر برآورد شد. در جهت دستیابی به اهداف مدنظر در این پژوهش از تکنیک دلفی فازی و مدل BMW استفاده شد. نتایج حاصل از تکنیک دلفی فازی تایید کننده عوامل و زیرعامل‌های شناسایی شده بود. نتایج منتج از مدل BMW حاکی از آن بود که از بین عوامل شناسایی شده عوامل طبیعی با امتیاز نهایی۰/۳۲۱ در رتبه اول، عامل کیفیت مسکن با امتیاز نهایی ۰/۲۸۷ در رتبه دوم، عامل فاصله از کاربری‌های ویژه با امتیاز نهایی ۰/۲۵۵ در رتبه سوم و عامل جمعیتی و اقتصادی با امتیاز نهایی ۰/۱۳۷ در رتبه چهارم جای گرفته است. همچنین در این پژوهش نتایج حاصل از اولویت‌بندی زیرعامل‌های مربوط به هرکدام از عامل نیز ارائه شده است.

کلید واژگان: ریسک زلزله، بافت فرسوده شهری، تکنیک دلفی فازی، مدل BMW.

---

۱ این مقاله مستخرج از رساله دکتری نویسنده اول می‌باشد.

۲ نویسنده مسئول: تهران دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا، گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، ۰۲۱۶۱۱۱۳۵۳۴

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-09-20]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.17.4]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.291]

مقدمه

زندگی بشر همواره با دو گونه مساله عام و پیش بینی پذیری طبیعی و انسانی مواجه است. در پیدایش بلایای طبیعی بر خلاف مسائل انسانی، دست بشر چندان در کار نیست و این حوادث هر از گاهی رخ می‌دهند و فاجعه‌های دلخراشی می‌آفرینند(وحیدا و همکاران،۱۳۹۱:۱۰). در حال حاضرنیمی از جمعیت در شهرها زندگی می‌کنند وانتظار افزایش آن در دهه‌های آینده نیز وجود دارد به طوری که پیش‌بینی می‌شود در سال ۲۰۵۰ جمعیت جهان در شهرها به بیش از ۷۰ درصد برسد(هونکزهی و فنی،۱۳۹۸:۱۹۳).یکی از موضوعات اساسی و مهم، بقای شهر و زندگی جاری در آنها در برابر سوانح و بالایای طبیعی است. چرا که خطرات ناشی از بلایایی مانند زلزله می‌تواند به شدت به پهنه‌های شهری آسیب برساند(نات[3]، و همکاران،۲۰۱۹:۷۲۶)؛ که این موضوع در ایران با قرارگیری بسیاری از شهرهای بزرگ و کوچک کشورمان در نقاط زلزله خیز اهمیتی دوچندان می-یابد افزایش نقاط شهری و توسعه افقی و عمودی شهرها که بیش ترین جمعیت دنیا را در خود جای داده اند، از مهم ترین پدیده های عصر جدید محسوب می شود. با گسترش شهر و شهرنشینی و با افزایش بارگذاری‌های محیطی و اقتصادی بر بستر آن‌ها، باید اذعان کرد که این رشد باعث ایجاد تسهیلات زیادی می‌شود ولی در عین حال عامل تشدید کننده بحران نیز شده و باعث می‌شود فرصت تسهیلات محیطی با عدم مدیریت و برنامه‌ریزی صحیح تبدیل به تهدید شود(سرور و کاشانی اصل،۱۳۹۵:۳۴). امروزه، آسیب‌پذیری شهرها و به خصوص بافت‌های قدیمی و فرسوده در برابر زلزله، به عنوان مسئله‌ای جهانی پیش روی متخصصان رشته‌های گوناگون قرار گرفته است. این وضعیت در کشورهای دارای ساختار طبیعی مخاطره آمیز، از جمله ایران، طی دهه‌های اخیر به صورتی حادتر نمود یافته است(منزوی و همکاران،۱۳۸۹:۳). بافت‌های فرسوده یکی از انواع مختلف بافت‌های شهری هستند که به دلیل فرسودگی کالبدی و برخورداری نامناسب، و وجود زیرساخت‌های آسیب‌پذیر دارای ناپایداری مکانی-فضایی می‌باشند. هنگامی که حیات شهری درمحدوده ای از شهر، به هرعلتی روبه رکود می‌گذارد وکوششی جهت رونق مجدد آن صورت نمی‌گیرد، بافت شهری آن محدوده در روند فرسودگی قرارمی گیرد. اصولاً پایداری باید روی اهداف انسانی به عنوان هسته اصلی هر راهکار توسعه شهری تاکید نماید، به واسطه این که فشار نهایی در موضوع کارایی یک شهر، متوجه کیفیت سکونتگاه‌های انسانی آن است. ساکنین بافتهای فرسوده شهری غالباً واجد اصالت اجتماعی و فرهنگی بوده و در برخی مناطق واجد ارزش‌های غنی معماری و شهرسازی نیز می‌باشند، لیکن دارای مشکلات گسترده زیربنایی و روبنایی است(باقری و تقوایی،۱۳۹۶:۳۴۸). بافت های فرسوده شهری به عنوان نقطه جوشش اصلی یک شهر نشان دهنده هویت آن شهر می باشند. چرا که مکان اصلی فراز و فرودهای شهر در طول تاریخ و ریشه‌های شکل گیری و بلوغ یک شهر در طی زمان می باشند. این بافت ها علاوه بر دارا بودن آثار و بناهای فرهنگی- تاریخی، محل سکونت و معیشت میلیون‌ها نفر از شهروندان هستند که در مقابل سوانح و پدیده‌های طبیعی به خصوص زلزله ناپایدار و آسیب پذیرند. به نحوی که تقریبا تمامی بافت های تاریخی کشور در معرض پدیده‌های گوناگون طبیعی قرار دارند. این بافت ها در برابر سوانح طبیعی خصوصا زلزله، نه تنها به دلیل وجود ساختمان‌ها و بناهای غیر مقاوم، بلکه به علت فرسودگی زیرساخت‌های شهری، از قبیل معابر و شبکه‌های خدمات‌رسانی که

[3] Nath

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-09-20]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.17.4]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.291]

نوسازی نشده اند، بسیار آسیب پذیرند(کلانتری خلیل آباد و همکاران، ۵۶:۱۳۸۸). با عنایت به موارد گفته شده این پژوهش در پی پاسخگویی به این سوال است که چه عواملی بر افزایش ریسک زلزله در بافت‌های فرسوده شهری تاثیر گذار است و اولویت بندی این عوامل از دیدگاه کارشناسان چگونه است؟

پیشینه تحقیق

خدادادی و همکاران(۱۳۹۹) پژوهشی با عنوان تحلیل آسیب‌پذیری شهری در برابر مخاطره زلزله با روش ELECTRE FUZZY (مطالعه موردی: کلان‌شهر کرج) انجام داده‌اند. نتایج حاصله حاکی از آسیب‌پذیر بودن مناطق ۶، ۸، ۱ و ۷ شهرداری کرج در برابر زلزله است طوری که بیش از ۷۰ درصد از شهر کرج ازنظر خطر آسیب‌پذیری در برابر زلزله در طبقه خیلی‌کم و کم قرار گرفته است و تنها حدود ۲۰ درصد از شهر کرج بخاطر نزدیکی به گسل و وجود تراکم بالای جمعیتی، ساختمانی و... در مناطق با خطر زیاد و خیلی زیاد قرارگرفته است که با رعایت اصول شهرسازی ورعایت آیین‌نامه ۲۸۰۰ می‌توان از خسارات ناشی از زلزله در این مناطق کاست.

جزایری و همکاران(۱۳۹۸) پژوهشی با عنوان ارزیابی ظرفیت تاب‌آوری شهری در برابر خطر زمین لرزه با تاکید بر ابعاد اجتماعی و نهادی(مطالعه موردی: منطقه ۱۲ شهرداری تهران) انجام داده‌اند. نتایج یافته‌ها حاکی از این است که در بین شاخص‌های اجتماعی، وضعیت شاخص ساختارسنی جمعیت، ساختار جنسی جمعیت بالاتر از حد بهینه محاسبه شده است. در مقابل، وضعیت پوشش سلامتی، فاصله‌ای زیاد با مقدار بهینه محاسبه شده دارد. در بین شاخص‌های مربوط به تاب‌آوری نهادی، همه شاخص‌ها فاصله محسوسی با مقدار بهینه دارند. در این بین، شاخص روابط نهادی با ۴۶ درصد فاصله از مقدار بهینه وضعیت نامناسب‌تری دارد. بعد از آن، شاخص عملکرد نهادی با ۴۱ درصد و بستر نهادی با ۳۲ درصد فاصله از مقدار بهینه در رده‌های بعدی قرار دارند.

جمال‌آبادی و همکاران(۱۳۹۸) پژوهشی با عنوان مکان‌یابی مراکز اسکان موقت جمعیت پس از زلزله در سکونتگاه‌های شهری مطالعه موردی: شهر سبزوار انجام داده‌اند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد، کمبود فضاهای مناسب از جمله پارک‌ها و فضاهای باز شهری برای اسکان موقت شهروندان در سطح شهر سبزوار کاملا مشهود است. در عین حال، نقاطی از شهر که دارای فضاهای باز کافی و سازگار با کاربری‌های اطراف می‌باشند، دارای پتانسیل نسبتاً بهتری برای استقرار هستند. بر این اساس، بهترین مکان‌ها برای اسکان موقت جمعیت پس از وقوع زمین‌لرزه در شهر سبزوار شامل پارک ارم در شمال، پارک امام رضا(ع) و استادیوم فوتبال در جنوب‌شرق شهر، شهربازی، باغ ملی و هنرستان شریعتی در مرکز شهر، مهمانسرای جهانگردی، فضاهای سبز و زمین ورزشی در غرب و در نهایت هنرستان فنی و حرفه‌ای در شهرک توحید پیشنهاد می‌گردد. به‌منظور بهبود شرایط در فردای وقوع زلزله پیشنهاداتی در این پژوهش ارائه گردیده است. رحمانی و همکاران(۱۳۹۷) مکان‌یابی بهینه برای کاهش آسیب‌پذیری شهری بعد از زلزله (مطالعه موردی: شهر بجنورد) انجام داده‌اند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد حوزه شرق و شمال شرق بجنورد به دلیل قابلیت اراضی و وجود عرصه، مستعدترین و بهترین گزینه برای مکان گزینی موقت زلزله‌زدگان هست و در پایان پیشنهادها در قالب نقشه و مکان‌یابی مناسب ارائه‌شده است که با مشخص کردن پهنه‌های خطر در شهر می‌توان در مورد استقرار شریان‌های حیاتی در مناطق کم‌خطر تصمیم‌گیری نمود. شماعی و همکاران(۱۳۹۲) پژوهشی با عنوان سنجش

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-09-20]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.17.4]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.291]

عوامل آسیب رسان ناشی از زلزله در منطقه یک شهر تهران با استفاده از gis انجام داده‌اند. یافته‌های حاصل از این پژوهش نشان داده که مهمترین عوامل آسیب رسان در محدوده مورد مطالعه عبارت است از فاصله از گسل، شیب زمین، همجواری با کاربری‌های سازگار، عمر بنا، تراکم زیاد جمعیت و عدم دسترسی به فضاهای باز شهری می‌باشد.

هاکان[۴] (۲۰۰۲) در اسکی شهر ترکیه با استفاده از تصاویر ماهواره ای و RS به پهنه بندی خطر زلزله در شهر انجام گرفت که نتایج این پژوهش مشخص ساخت در این شهر از سال ۱۹۸۷ تا ۱۹۹۹ در مناطقی که دارای شیب بالا می باشد، پتانسیل روانگرایی خاک بالا است و ساخت و ساز کمتری صورت گرفته است و همچنین در مناطقی از شهر شیب مناسب تری دارد و پتانسیل روانگرایی خاک پایین می باشد ساخت و ساز بیشتری صورت گرفته است. در این پژوهش عنوان شده است که در حد امکان و با نظارت بخش دولتی از ساخت و ساز در مناطق با شیب بالا جلوگیری شود. استراسر و همکاران (۲۰۰۸) به مطالعه چند زلزله واردشده در اروپا و ترکیه می‌پردازند. از نتایج به دست آمده از این مطالعه به مقایسه و بررسی زلزله‌ای به بزرگی ۷ / ۵ ریشتر که در مرکز شهر استانبول اتفاق افتاده، می‌پردازند. آن‌ها از نتایج تلفات به دست آمده در هر دو منطقه مورد نظر راهکارهای کلیدی و موردنیاز برای کشف و شناسایی سریع تلفات بعد از وقوع زلزله می‌پردازند. ایبرت و همکاران (۲۰۰۸) به بررسی آسیب‌پذیری اجتماعی شهرها در برابر مخاطرات طبیعی پراخته اند، در این مطالعه که با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات انجام گرفته است، استانداردهایی برای کاهش آسیب‌پذیری اجتماعی ارائه داده‌اند که از آن جمله؛ تشکل واحدهای همسایگی است. همچنین آن‌ها برای کاهش آسیب‌ها معتقد به ترکیب روش‌های سنتی و روش‌های نوین مانند سنجش از دور در مواقع بحران هستند. بیلهام (۲۰۰۹) به مطالعه و بررسی وقوع زلزله در شهرهای با بافت قدیمی با توجه به افزایش جمعیت و افزایش ساخت و ساز می‌پردازد. هدف از این مطالعه مقایسه این مناطق با کشورهای درحال توسعه می‌باشد آنها راهکارهای برای کاهش هزینه های ساخت و ساز و نگهداری و مرمت در شهرهای قدیمی نسبت به زلزله های که در آتیه اتفاق خواهد افتاد، ارائه کرد. دی بوک و لیل (۲۰۱۳) یک ارزیابی مقایسه‌ای احتمالاتی برای تلفات زلزله انجام دادند. آن‌ها به بررسی تأثیر مستقیم پاسخ ساختمان‌ها در مقابل تلفات زلزله پرداختند و بهترین شیوه برای پیش بینی ساختمان‌های آسیب دیده را نشان دادند آن‌ها همچنین نقش عمر ساختمان را در این ارزیابی خسارت بررسی کردند. آن‌ها در نهایت روش‌های ساده و پیشرفته را برای محاسبه تلفات لرزه‌ای منطقه-ای و احتمالاتی توصیه نمودند. ونگ چانگ[۵] و همکاران(۲۰۱۸) در مقاله ای تحت عنوان "سرمایه اجتماعی به عنوان منبعی حیاتی در کاهش اثرات مخاطره سیل در مالزی سرمایه اجتماعی، در میان سازمان های مربوط با مدیریت بحران همکاری و مشارکت را ایجاد می‌کند، مردم را به عنوان داوطلبین فاجعه بسیج می‌کند، انعطاف-پذیری جامعه را تقویت می‌کند و روابط خانوادگی را عمیق‌تر می‌کند. چائولاکن وهمکاران (۲۰۱۶) به مطالعه و بررسی حوضه دریاچه‌های دره کاتماندو در کشور نپال می‌پردازند. زیرا در ساله‌ای اخیر این منطقه به طور قابل توجهی با افزایش زلزله روبرو بوده و به علت ساخت و ساز ضعیف و عدم آگاهی مقامات این منطقه با آسیب-

4 Hakan
5 Weng Chan

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-09-20]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.17.4]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.291]

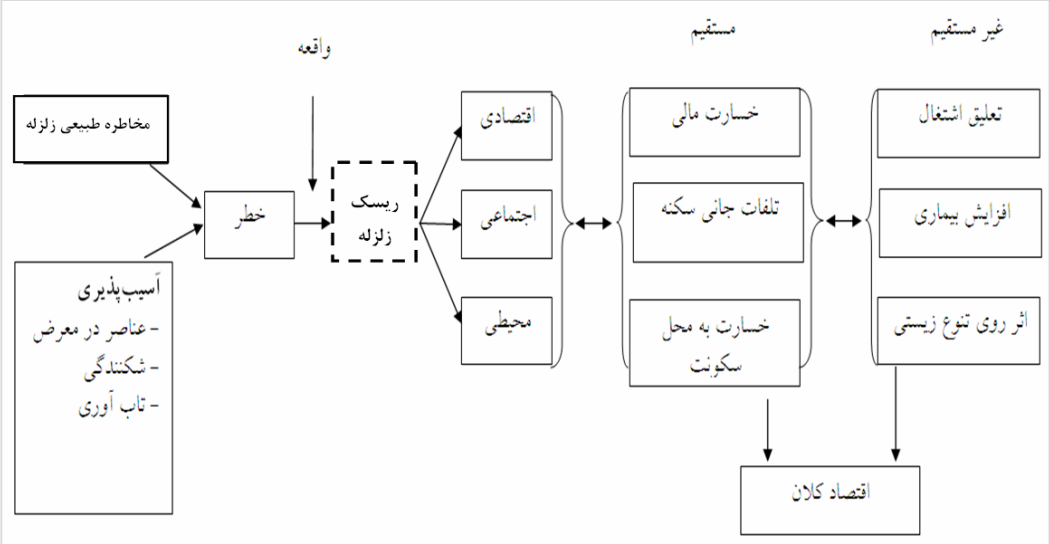
های فراوانی ساختاری مواجهه بوده است. سپس آنها به مطالعه و بررسی مسائل ساختاری و زیرساختی و تلفات وارده بر سه شهر از این منطقه نظیر: ۱-حومه کاتماندو. ۲- لالیتپور. ۳بهاکتاپور. می‌پردازند. فریر را و همکاران (۲۰۱۳) به مطالعه و بررسی آسیب‌پذیری ساختمان‌های قدیمی و با ارزش تاریخی و میراث فرهنگی و ساختمان‌های مسکونی (ضعیف) می‌پردازند. آن‌ها به بررسی ۵۰۰ ساختمان قدیمی در منطقه سئیشال در کشور پرتغال پرداختند و میزان خسارات و تلفات تحت اثر زلزله را در این مناطق به دست آوردند. در نهایت با ارائه این نتایج، مقامات منطقه ای و شوراهای شهری می توانند طرحی برای ایمنی و کاهش خسارات بیان کنند. کومارنات و همکاران (۲۰۱۹) در پروژه‌ای آسیب‌پذیری و ریسک لرزه‌ای در شهر کلکته هند را ارزیابی و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، تصاویر ماهواره‌ای و گوگل ارث به برآورد ریسک ساختاری (فیزیکی)، در معرض ریسک اقتصادی، اجتماعی بودن و تحلیل احتمالی خطر زمین لرزه پرداخته و به این نتیجه رسیدند که روان گرایی خاک و شکست شیب از پدیده های ثانویه ای هستند که ریسک و خطر پدیده های مذکور را در منطقه بعد از وقوع زلزله می تواند بالا ببرد و آسیب پذیرترین قسمت شهر کلکته، از نظر پدیده روانگرایی در بخش های شرقی و جنوب شرقی آن واقع شده است.

مبانی نظری

زلزله یکی از بلایای طبیعی است. بلایای طبیعی تغییر در شرایط محیطی است که سبب گسسته شدن روند زندگی طبیعی مردم و قرار گرفتن آن‌ها در معرض عناصر مضر و خطرناک می‌شود و می توان آن را به این صورت تعریف کرد: بلایای طبیعی عملی از طبیعت است با چنان شدتی که وضعی فاجعه انگیز ایجاد می‌کند و در این وضع شیرازه زندگی روزمره ناگهان گسیخته می‌شود و مردم دچار رنج و درماندگی می‌شوند و در نتیجه به غذا، پوشاک، سرپناه و مراقبت‌های پزشکی و پرستاری و سایر ضرورت‌های زندگی و به محافظت در مقابل عوامل و شرایط نامساعد محیط محتاج می‌گردند(طبیبیان و مظفری،۹۶:۱۳۹۷).از مهمترین و معمول ترین بلایای طبیعی به ویژه در ایران، زلزله است زلزله؛ لرزش ناگهانی پوسته جامد زمین را زلزله یا زمین لرزه می گویند. آثار سطحی زلزله ممکن است به صورت گسیختگی گسل خوردگی و حرکت پوسته زمین، نشست زمین و آبگونگی، گسیختگی دامنه ها در خشکی و دریا و... باشد. به عبارتی دیگر زلزله پدیده ای آنی و سریع است و بحرانی با پیامد تلفات و خسارات سنگین شناخته می شود(ریاحی و زمانی،۱۵۵:۱۳۹۲). محلی که منشأ زمین-لرزه است را کانون و نقطه‌ی بالای کانون در سطح زمین را مرکز سطحی زمین لرزه می‌گویند. وقوع زلزله می-تواند دو منشأ داشته باشد، یا عواملی از بیرون موجب ارتعاشات می‌شود انفجارهای اتمی، سنگ‌های آسمانی و...) و یا از درون زمین(جابه جایی صفحات زیر اقیانوسی، گسل‌ها و فعالیت آتشفشان‌ها)؛ اما عمده‌ترین و اساسی ترین منشأ وقوع زلزله عوامل درونی است. درواقع پوسته‌ی زمین از صفحاتی تشکیل شده که بر روی مواد مذاب گوشته در حال حرکت است و در محل هایی که گسل نامیده می شود، دارای برخورد است و نتیجه ی این برخوردها، زمین لرزه را ایجاد می‌کند(نوروزی و فرهادی،۳۱:۱۳۹۶). مقابله با مخاطرات طبیعی و به ویژه زلزله، با توجه به تأثیرات مستقیم و غیر مستقیمی که بر جامعه می‌نهند، به عنوان چالشی مهم در فرایند توسعه مطرح‌اند، به طوری که مخاطره های طبیعی برای مردم و مناطق فقیر، دربردارنده تأثیرات ناگوارتری هستند این به گونه‌ای است که تنها ۱۱ درصد از کل افراد در معرض خطر زلزله در کشورهای توسعه نیافته

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-09-20]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.17.4]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.291]

سکونت دارند، ولی ۵۳ درصد از مرگ و میر ناشی از آن در همین کشورها رخ می‌دهد(سازمان ملل،۱:۲۰۰۴). مخاطرات طبیعی و در این بین زلزله با تخریب منابع درآمد، امکانات زیستی و مراکز فعالیت مردم خانه ها، کارگاه‌ها، مزارع و جز این‌ها به افزایش آسیب‌های اقتصادی و فیزیکی آن‌ها دامن می‌زنند و رفاه جامعه را از طریق تأثیر مستقیم در تخریب زیرساخت‌ها و دارایی‌هایی عمومی تحت فشار قرار می دهند(جانسون۶،۴۵:۲۰۰۴). و منجر به ایجاد اختلال در عملکردهای معمول جامعه می شوند .بنابراین، همان طور که شکل(۱) نشان می‌دهد، تأثیرات ناشی از مخاطرات بر روی جوامع، در سه بخش کلی اقتصادی و اجتماعی و محیطی دسته بندی می شود(پورطاهری و همکاران،۲۹:۱۳۸۹).



شکل(۱). تاثیرات مستقیم و غیرمستقیم مخاطرات طبیعی(زلزله) بر جامعه (منبع:پورطاهری و همکاران،۱۳۸۹)

روش تحقیق

پژوهش پیش رو از نظر هدف کاربردی و از نظر روش توصیفی تحلیلی مبتنی بر روش چندمعیاره است. هدف این پژوهش شناسایی و اولویت‌بندی عوامل موثر بر افزایش ریسک زلزله در بافت‌های فرسوده شهری بود. در این پژوهش به منظور شناسایی عوامل افزایش ریسک زلزله در بافت‌های فرسوده شهری از روش کتابخانه‌ای و میدانی استفاده شد. از نظر ترسین و ریگزا (۱۹۷۶) و بریدی (۲۰۰۲)، در صورت همگن بودن گروه مشارکت-کنندگان، برای ایجاد نتایج اثربخش، حجم نمونه ای متشکل از ۱۰ الی ۱۵ نفر کفایت می‌کند. در برخی منابع نیز تعداد مطلوب خبرگان، ۱۰ الی ۲۰ نفر توصیه شده است(جمالی و همکاران،۲۲:۱۳۹۷). لذا در پژوهش حاضر برای دستیابی به نتایج معتبر، حجم نمونه در نظر گرفته شده برای تکمیل پرسشنامه ۳۰ نفر از اساتید دانشگاهی و متخصصان حوزه پژوهش تعیین شد. ابزار گردآور داده‌های پرسشنامه منطبق بر روش دلفی فازی

[6] Johnson

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-09-20]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.17.4]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.291]

و تکنیک BMW بود؛ که روایی آن از نظر صوری و محتوایی به تایید خبرگان رسید، و پایایی آن با استفاده از آلفای کرونباخ مورد بررسی قرار گرفت. مقدار آلفای کرونباخ بدست آمده برای پرسشنامه برابر با ۰/۷۸ بود؛ که این مقدار حاکی از تایید پایایی پرسشنامه بود. در این پژوهش به منظور دستیابی به اهداف پژوهش از روش دلفی فازی و تکنیک BMW استفاده شد که در ادامه گام‌های روش‌های مورد استفاده توضیح داده شده است.

رویکرد دلفی فازی[۷]

روش دلفی فازی در سال ۱۹۹۳ توسط ایشیگاوا و همکارانش پیشنهاد شد. در واقع روش دلفی فازی از ترکیب روش دلفی سنتی و نظریه مجموعه فازی حاصل گردید. نوردر هابن (۱۹۹۵)، دریافت که استفاده از روش دلفی فازی برای تصمیمات گروهی می‌تواند منجر به درک مشترک از نظرات کارشناسان و خبرگان شود. همان گونه که برای انتخاب توابع عضویت فازی، تحقیقات قبلی مبتنی بر عدد فازی مثلثی، عدد فازی ذوزنقه ای و عدد فازی گوسی بودند، در این تحقیق از توابع عضویت مثلثی و تئوری فازی برای حل تصمیات گروه استفاده شده است(صمدی و همکاران،۱۳۹۶:۲۳). در این پژوهش از روش دلفی فازی برای یافتن نظرات خبرگان نسبت به یک معیار استفاده شده است، فرض بر این است که ارزش ارزیابی معیار j از نگاه خبره i از مین n خبره $wij = (aij, bij, cij)$ که مقدار j برابر با j=1,2,...m ومیزان I برابر با i=1,2,3,...n است بدین ترتیب ارزش فازی معیار j از رابطه(۱) محاسبه می‌شود.

رابطه(۱):

$$a_j = min\{a_{ij}\}$$

$$b_j = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} b_{ij}$$

$$c_j = max\{c_{ij}\}$$

برای دی فازی کردن نیز از رابطه(۲) استفاده می‌کنیم:

رابطه(۲):

$$S_j = \frac{a_j + b_j + c_j}{3} \quad , \quad j = 1,2, \dots, m$$

[7] Fuzzy Delphi Method

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-09-20]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.17.4]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.291]

در نهایت برای استخراج معیارهای مورد نظر حدی را برای قبول یا عدم قبول آن معیار در نظر می‌گیریم. در این مطالعه با توجه به قانون ۳۰-۷۰، مرز قابل قبول بودن معیار در حدود ۰/۷ است (هسو و همکاران، ۲۰۱۰). اگر مقدار دی فازی شده عدد فازی مثلثی با توجه به نظر خبرگان نزدیک به ۰/۷ یا بالاتر از آن باشد، به عنوان معیار قابل قبول، پذیرش شده و در غیر این صورت مورد قبول واقع نمی‌شود.

تکنیکBMW

تکنیک بهترین بدترین یکی از جدیدترین و کاراترین تکنیکهای تصمیم گیری چند معیاره است که در سال ۲۰۱۵ توسط دکتر جعفر رضایی معرفی شد. این روش به منظور وزن‌دهی معیارهای تصمیم‌گیری به کار می-رود. در این روش، ابتدا بهترین مهم‌ترین و بدترین(کم اهمیت ترین معیارها توسط تصمیم گیرنده مشخص می‌شود؛ سپس مقایسه زوجی بین هر کدام از این دو شاخص، با دیگر شاخص ها صورت می‌گیرد؛ آن‌گاه مسئله تبدیل به یک مسئله برنامه‌ریزی خطی می‌شود که وزن شاخص‌ها به صورتی به دست آید که تفاوت‌های مطلق اوزان حداقل شود. تعداد مقایسات زوجی کمتر و دستیابی به مقایسات زوجی سازگارتر از برتری‌های این متد نسبت به سایر تکنیک های چند معیاره است.

مراحل انجام این تکنیک به شرح زیر است:

گام اول: ابتدا معیارهای مؤثر در تصمیم‌گیری انتخاب می‌شوند.

گام دوم:انتخاب بهترین و بدترین معیار در این مرحله انجام می‌گیرد.

گام سوم: ابتدا برتری بهترین معیار نسبت به سایر معیارها،سپس برتری هر معیار نسبت به بدترین معیار با اعداد صحیح ۱ تا ۹ مطابق جدول (۱) سنجیده می‌شود.

جدول(۱). اعداد متناظر با انواع ترجیحات در مقایسه‌های زوجی

ترجیحات بینابین	کاملا مرجح	ترجیح خیلی قوی	ترجیح قوی	کمی مرجح	ترجیح یکسان	ترجیحات
۲،۴،۶،۸	۹	۷	۵	۳	۱	اعداد صحیح

(منبع:جمالی و همکاران،۱۳۹۷)

بردار برتری، بهترین معیار نسبت به سایر معیارها و برتریسایرین به بدترین به صورت رابطه(۳) است که در آن برتری معیار ajw و j برتری بهترین معیارj به معیار aBj بر بدترین است.

رابطه(۳)

$$A_B = (a_{B1}, a_{B2}, \dots, a_{Bn}), A_w = (a_{1w}, a_{2w}, \dots, a_{nw})^T$$

مرحله چهارم: در این مرحله اوزان بهینه به دست می‌آیند. وزن بهینه برای معیارها وزنی است که برای هر زوج w/wb ،$w/$ و w/ww روابط (۵ و ۴) برقرار باشد که در آن W_j وزن معیار jم است. این مسآله مطابق رابطه (۴) برنامه نویسی می‌شود.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-09-20]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.17.4]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.291]

رابطه(۴)

$$W_j / W_w = a_{jw}\ W_b / W_j = a_{Bj}$$

رابطه(۵)

$$\begin{aligned} &min\ \xi; \\ &s.t. \\ &\left| \frac{wb}{wj} - a_{Bj} \right| \le \xi\ ; \\ &\left| \frac{wj}{ww} - a_{jw} \right| \le \xi\ ; \\ &\sum_j w_j = 1; \\ &w_j \ge 0; \end{aligned}$$

در رابطه(۵) ξ متغیری است که از آن برای محاسبه‌ی نرخ سازگاری در مرحله بعد استفاده می‌شود و مقدار بهینه آن یعنیξ^* طی تکرارهای متوالی به همراه وزن معیارها حساب می‌شود.

مرحله پنجم: در این مرحله نسبت ناسازگاری با رابطه‌ی(۶) بدست می‌آید.

رابطه(۶)

$$\text{نرخ ناسازگاری} = \frac{\xi^*}{\text{شاخص سازگاری}}$$

شاخص سازگاری رابطه(۶) از جدول (۲) حساب می‌شود که aBW همان وزن مقایسه‌ی بهترین نسبت به بدترین معیار است. نرخ ناسازگاری عددی در بازه‌ی ۰ تا ۱ است و هرچه به صفر نزدیک‌تر باشد نشان دهنده‌ی ثبات بالای مقایسه‌ها است.

جدول(۲). شاخص سازگاری

a_{BW}	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
شاخص سازگاری	۰/۰۰	۰/۴۴	۱/۰۰	۱/۶۳	۲/۳۰	۳/۰۰	۳/۷۳	۴/۴۷	۵/۲۳

نتایج

از تعداد ۳۰ نفر نمونه آماری پژوهش از نظر سطح تحصیلات ۱۸ نفر سطح تحصیلات خود را دکتری و ۱۲ نفر سطح تحصیلات خود را کارشناسی ارشد عنوان کرده‌اند. در ارتباط با وضعیت تاهل ۲۴ نفر متاهل و ۶ نفر هم مجرد بودند. از نظر سن بیشترین تعداد نمونه آماری پژوهش در گروه سنی۳۱ الی ۴۰ سال قرار داشت. از نظر جنس نیز ۲۱ نفر مرد و ۹ نفر جنیست خود را زن بیان کرده‌اند. جدول(۳).

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-09-20]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.17.4]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.291]

جدول(۳). ویژگی‌های دموگرافیکی نمونه آماری پژوهش

متغیر	گروه بندی	فراوانی	درصد فراوانی
تحصیلات	فوق لیسانس	۱۲	۴۰
	دکتری	۱۸	۶۰
جنس	زن	۹	۳۰
	مرد	۲۱	۷۰
سن	۲۰ الی ۳۰ سال	۷	۲۳/۳
	۳۱ الی ۴۰ سال	۱۵	۵۰
	۴۱ الی ۵۰ سال	۸	۲۶/۶

پیاده سازی تکنیک دلفی فازی

ابتدا تلاش شد، با مطالعه مبانی نظری و ادبیات تحقیق و همچنین مصاحبه با اساتید و افراد متخصص معیارها و زیرمعیارهای موثر در افزایش ریسک ناشی از زلزله در بافت‌های فرسوده شهری شناسایی شود در جدول(۴) معیارها و زیرمعیارهای شناسایی شده ارائه شده است.

جدول(۴). معیارها و زیرمعیارهای شناسایی شده

معیار	زیرمعیار
کیفیت مسکن	نوع مصالح ساختمانی
	عمر بنا
	تراکم ساختمانی
	تعداد طبقات ساختمانی
	کیفیت ابنیه
فاصله از کاربری‌های ویژه	دسترسی به فضای باز
	دسترسی به کاربری بهداشتی
	دسترسی به کاربری درمانی
	فاصله از ایستگاههای گاز
	فاصله از ایستگاههای آتش نشانی
عوامل طبیعی	فاصله از گسل
	شیب زمین
	شرایط لیتولوژیکی
جمعیتی و اقتصادی	تراکم جمعیت
	وضعیت مالی ساکنین

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-09-20]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.17.4]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.291]

پس از شناسایی و نهایی شدن معیارها وزیرمعیارها اقدام به تهیه پرسشنامه شد و در اختیار نمونه آماری پژوهش قرار داده شد و دور اول دلفی پس از جمع آوری پرسشنامه‌های پژوهش به پایان رسید میانگین فازی زدایی شده بدست آمده برای معیارهای پژوهش در دور اول به شرح جدول(۵) است

جدول(۵). نتایج حاصل از دور اول دلفی فازی

معیار	زیرمعیار	میانگین فازی مرحله اول	میانگین فازی زدایی شده
کیفیت مسکن	نوع مصالح ساختمانی	(۰,۳۶,۰,۸۶,۱)	۰,۷۴
	عمر بنا	(۰,۲۵,۰,۷۰,۰,۹۵)	۰,۶۳
	تراکم ساختمانی	(۰,۴۳,۰,۹۳,۱)	۰,۷۹
	تعداد طبقات ساختمانی	(۰,۳۴,۰,۸۰,۰,۹۵)	۰,۷۰
	کیفیت ابنیه	(۰,۵۶,۰,۷۴,۰,۸۶)	۰,۷۳
فاصله از کاربری‌های ویژه	دسترسی به فضای باز	(۰,۲۵,۰,۷۳,۰,۹۸)	۰,۷۵
	دسترسی به کاربری بهداشتی	(۰,۲۳,۰,۷۰,۰,۹۸)	۰,۶۹
	دسترسی به کاربری درمانی	(۰,۳۰,۰,۷۳,۰,۹۱)	۰,۶۵
	فاصله از ایستگاههای گاز	(۰,۳۰,۰,۷۰,۰,۹۱)	۰,۶۴
	فاصله از ایستگاههای آتش نشانی	(۰,۲۷,۰,۷۰,۰,۹۳)	۰,۶۳
عوامل طبیعی	فاصله از گسل	(۰,۲۳,۰,۷۰,۰,۹۵)	۰,۶۳
	شیب زمین	(۰,۲۳,۰,۶۸,۰,۹۵)	۰,۶۲
	شرایط لیتولوژیکی	(۰,۳۶,۰,۸۴,۰,۹۵)	۰,۷۲
جمعیتی و اقتصادی	تراکم جمعیت	(۰,۳۲,۰,۷۷,۰,۹۵)	۰,۶۸
	وضعیت مالی ساکنین	(۰,۲۳,۰,۶۱,۰,۸۶)	۰,۵۷

پس از بررسی نتایج مرحله نخست، میانگین فازی زدایی شده زیرمعیارها، در پرسشنامه‌ی جدید به افراد نمونه آماری پژوهش اعلام شد و پرسشنامه دوم همراه با میانگین بدست آمده در اختیار آنها قرار داده شد. نتایج حاصل از پرسشنامه مرحله دوم به شرح جدول(۶) ارائه شده است.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-09-20]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.17.4]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.291]

جدول(۶). نتایج حاصل از دوردوم دلفی فازی

معیار	زیرمعیار	میانگین فازی	میانگین فازی زدایی شده مرحله دوم	میانگین فازی زدایی شده مرحله اول	اختلاف میانگین
کیفیت مسکن	نوع مصالح ساختمانی	(۰,۳۲,۰,۸۰,۰,۹۸)	۰,۷۰	۰,۷۴	۰/۰۴
	عمر بنا	(۰,۳۹,۰,۵۵,۰,۹۹)	۰,۷۵	۰,۶۳	۰/۱۲
	تراکم ساختمانی	(۰,۴۳,۰,۹۳,۱)	۰,۷۴	۰,۷۹	۰/۰۵
	تعداد طبقات ساختمانی	(۰,۳۲,۰,۷۷,۰,۹۵)	۰,۷۲	۰,۷۰	۰/۰۲
	کیفیت ابنیه	(۰,۲۵,۰,۶۶,۰,۹۱)	۰,۸۳	۰,۷۳	۰/۰۴
فاصله از کاربری-های ویژه	دسترسی به فضای باز	(۰,۲۵,۰,۶۶,۰,۹۱)	۰,۷۹	۰,۷۵	۰/۰۴
	دسترسی به کاربری بهداشتی	(۰,۲۹,۰,۷۸,۰,۱)	۰,۷۵	۰,۶۹	۰/۰۶
	دسترسی به کاربری درمانی	(۰,۳۶,۰,۷۸,۰,۹۲)	۰,۷۱	۰,۶۵	۰/۰۶
	فاصله از ایستگاههای گاز	(۰,۴۹,۰,۸۲,۰,۱)	۰,۷۳	۰,۶۴	۰/۰۷
	فاصله از ایستگاههای آتش نشانی	(۰,۲۶,۰,۷۵,۰,۹۶)	۰,۷۵	۰,۶۳	۰/۱۲
عوامل طبیعی	فاصله از گسل	(۰,۲۵,۰,۷۳,۰,۹۸)	۰,۷۰	۰,۶۳	۰/۰۴
	شیب زمین	(۰,۲۷,۰,۶۹,۰,۹۵)	۰,۷۰	۰,۶۲	۰/۰۸
	شرایط لیتولوژیکی	(۰,۲۰,۰,۶۸,۰,۹۸)	۰,۷۵	۰,۷۲	۰/۰۳
جمعیتی و اقتصادی	تراکم جمعیت	(۰,۱۶,۰,۶۱,۰,۹۵)	۰,۷۳	۰,۶۸	۰/۰۵
	وضعیت مالی ساکنین	(۰,۵۳,۰,۸۱,۰,۹۶)	۰,۷۰	۰,۵۷	۰/۱۳

با توجه به نتایج مندرج در جدول(۶)، باتوجه به اینکه اختلاف نظرات خبرگان درخصوص کلیه سوالات، طی ۲مرحله اجرای دلفی کمتر از ۰/۱۵ شده است می توان نتیجه گرفت اجماع کافی بین خبرگان حاصل شده است. بنابراین اجرای روش دلفی متوقف می‌گردد. همچنین با توجه به اینکه مقدار میانگین فازی زدایی شده زیرمعیارهای مربوط به هرکدام از معیارها بیشتر از ۰/۷ می‌باشد از این رو تمامی معیارهای شناسایی شده مورد تایید قرار می‌گیرد.

پیاده سازی مدل BMW

بعد از نهایی شده عوامل و زیرعامل‌ها، پرسشنامه مبنی بر انتخاب بهترین و بدترین عامل به کارشناسان ارسال و معیارها به ترتیب به عنوان بهترین و بدترین معیار انتخاب شدند. سپس پرسشنامه‌ی دیگر شامل جداول مقایسه‌ی بهترین با سایرمعیارها و سایر معیارها با بدترین به کارشناسان ارسال شد. پس از جمع آوری داده‌ها مطابق رابطه(۵) در نرم افزار متلب گزاره‌ها و قیودهای مختلف برنامه نویسی شد. همزمان با انجام عملیات مربوط به تکنیک میزان نرخ ناسازگاری نیز محاسبه شد و در این پژوهش مقدار آن ۰/۹۳ بدست آمد که حاکی

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-09-20]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.17.4]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.291]

از آن است که مقایسات تا حد زیادی استوار است. پس از انجام ایـن مراحـل وزن نهـایی عوامـل و زیرعامـل‌هـا مطابق آنچه که در جدول(۷) ارائه شده است بدست آمد.

جدول(۷). اوزان نهایی عوامل و زیرعامل‌ها

عوامل	وزن عوامل	زیرعامل ها	wj	وزن نهایی زیرعامل‌ها
کیفیت مسکن	۰/۲۸۷	نوع مصالح ساختمانی	۰/۲۰۳	۰/۰۵۸
		عمر بنا	۰/۲۴۵	۰/۰۷۰
		تراکم ساختمانی	۰/۱۸۹	۰/۰۵۴
		تعداد طبقات ساختمانی	۰/۰۹۶	۰/۰۲۷
		کیفیت ابنیه	۰/۲۶۷	۰/۰۷۶
فاصله از کاربری‌های ویژه	۰/۲۵۵	دسترسی به فضای باز	۰/۲۷۷	۰/۰۷۰
		دسترسی به کاربری بهداشتی	۰/۱۹۸	۰/۰۵۰
		دسترسی به کاربری درمانی	۰/۲۲۱	۰/۰۵۶
		فاصله از ایستگاههای گاز	۰/۲۰۹	۰/۰۵۳
		فاصله از ایستگاههای آتش نشانی	۰/۰۹۵	۰/۰۲۴
عوامل طبیعی	۰/۳۲۱	فاصله از گسل	۰/۳۹۵	۰/۱۲۶
		شیب زمین	۰/۳۰۷	۰/۰۹۸
		شرایط لیتولوژیکی	۰/۲۹۸	۰/۰۹۵
جمعیتی و اقتصادی	۰/۱۳۷	تراکم جمعیت	۰/۶۳۴	۰/۰۸۶
		وضعیت مالی ساکنین	۰/۳۶۶	۰/۰۵۰

با عنایت به نتایج مندرج در جدول(۷) از بین عوامل اصلی شناسایی شده عوامل طبیعی با امتیـاز نهـایی۰/۳۲۱ در رتبه اول، عامل کیفیت مسکن با امتیاز نهایی ۰/۲۸۷ در رتبه دوم، عامل فاصله از کاربری‌های ویژه با امتیـاز نهایی ۰/۲۵۵ در رتبه سوم و عامل جمعیتی و اقتصادی با امتیاز نهایی ۰/۱۳۷ در رتبه چهارم جای گرفته است. نتایج حاصل از رتبه‌بندی هر یک از زیرعامل حاکی از آن است که در ارتباط بـا عامـل کیفیـت مسـکن از بـین زیرعامل‌ها، عامل کیفیت ابنیه با امتیاز نهایی ۰/۰۷۶ در رتبه اول، عامل عمربنا با امتیاز نهـایی ۰/۰۷۰ در رتبـه دوم، عامل نوع مصالح ساختمانی با امتیاز نهایی ۰/۰۵۸ در رتبه سوم، عامل تراکم سـاختمانی بـا امتیـاز نهـایی ۰/۰۵۴ در رتبه چهارم و عامل تعداد طبقات ساختمانی با امتیاز نهایی ۰/۰۲۷ در رتبه پنجم جایی گرفته است. در ارتباط با زیرعامل‌های مربوط به عامل فاصله از کاربری‌های ویژه، عامل دسترسی به فضای باز با امتیاز نهـایی ۰/۰۷۰ در رتبه اول، عامل دسترسی به کاربری درمانی بـا امتیـاز نهـایی ۰/۰۵۶ در رتبـه دوم، عامـل فاصـله از ایستگاه‌های گاز با امتیاز نهایی ۰/۰۵۳ در رتبه سوم، دسترسی به کاربری بهداشتی بـا امتیـاز نهـایی ۰/۰۵۰ در رتبه چهارم و عامل فاصله از ایستگاه‌های آتش نشانی با امتیاز نهایی ۰/۰۲۴ در رتبه پنجم جایی گرفتـه اسـت. در ارتباط با عوامل طبیعی سه زیرعامل شناسایی شد. نتایج حاصل از رتبه بندی نهایی زیرعامل‌های مربوط بـه این عامل حاکی از آن است که عامل فاصله از گسل با امتیاز نهایی ۰/۱۲۶ در رتبه اول، عامـل شـیب زمـین بـا امتیاز نهایی ۰/۰۹۶ در رتبه دوم و عامل شرایط لیتولوژیکی با امتیاز نهایی ۰/۰۹۵ در رتبه سـوم جـایی گرفتـه

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-09-20]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.17.4]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.291]

است. در ارتباط با زیرعامل‌های مربوط به عامل جمعیتی و اقتصادی، تراکم جمعیت با امتیاز نهایی ۰/۰۸۶ در رتبه اول و وضعیت مالی ساکنین با امتیاز نهایی ۰/۰۵۰ در رتبه دوم قرار گرفته است.

نتیجه گیری

این پژوهش با هدف شناسایی و اولویت‌بندی عوامل موثر بر افزایش ریسک زلزله در بافت‌های فرسوده شهری اجرا شد. در جهت دستیابی به هدف پژوهش از مدل‌های دلفی فازی و مدل BMW استفاده شد. مدل مورد استفاده یکی از جدیدترین مدل‌های تصمیم گیری چند معیاره در جهت اولویت‌بندی معیارها است. در این پژوهش ابتدا به منظور تایید نهایی عوامل و زیرعامل‌های شناسایی شده از تکنیک دلفی فازی استفاده شد و نتایج حاصل حاکی از آن بود که کلیه زیرعامل‌های شناسایی شده مورد تایید قرار گرفت. نتایج حاکی از پیاده سازی مدل BMW برای رتبه بندی عوامل اصلی حاکی از آن بود که از بین عوامل اصلی شناسایی شده عامل محیطی با امتیاز نهایی ۰/۳۲۱ در رتبه اول، عامل کیفیت مسکن با امتیاز نهایی ۰/۲۸۷ در رتبه دوم، عامل فاصله از کاربری‌های ویژه با امتیاز نهایی ۰/۲۵۵ در رتبه سوم و عامل جمعیتی و اقتصادی با امتیاز نهایی ۰/۱۳۷ در رتبه چهارم قرار گرفت. در ارتباط با رتبه بندی زیرعامل‌ها مربوط به هرکدام از عامل‌های اصلی نتایج در ارتباط با عامل کیفیت مسکن، از بین زیرعامل‌های شناسایی شده برای این عامل که در برگیرنده پنج زیرعامل بود، زیرعامل کیفیت ابنیه با امتیاز نهایی ۰/۰۷۶ در رتبه اول قرار گرفت. نتایج این قسمت با یافته‌های هاکان(۲۰۰۲) همسو است. در تبیین این نتیجه می‌توان عنوان نمود که کیفیت ابنیه نشان دهنده مقاومت ساختمان‌ها در برابر زلزله است به گونه‌ای کیفیت ابنیه دارای کیفیت نوساز و قابل نگهداری باشد، می‌تواند مسکن در مقابل زلزله مقاومت بهتری از خود نشان دهد. در ارتباط با زیرعامل‌های مربوط به عامل فاصله از کاربری‌های ویژه نتایج نشان دهنده آن بود که از بین زیرعامل‌های مربوط به این عامل، دسترسی به فضای باز با امتیاز نهایی ۰/۰۷۰ در رتبه اول قرار گرفت نتایج این بخش از یافته‌های پژوهش با نتایج پژوهش دی بوک لیل(۲۰۱۳) و فریر را و همکاران (۲۰۱۳) همخوانی دارد. درتبیین نتایج این قسمت می‌توان عنوان نمود که هر چه فضای باز در فاصله کمتری از کاربری‌ها قرار داشته باشد، آسیب‌پذیری نیز به علت دسترسی سریع به آن‌ها و پناه‌گیری، کمتر خواهد شد. باید توجه داشت که در مواقع بحران بویژه زلزله، منظور از فاصله تا فضای باز، دسترسی به فضای باز غالباً از نوع پیاده می‌باشد. از طرف دیگر، وسعت و اندازه این فضاها نیز برای پناه‌گیری و مفید بودن از نظر عملکردی بسیار مهم است. در اتباط به عوامل طبیعی، سه زیرعامل شناسایی شد که از بین این سه عامل، عامل فاصله از گسل با امتیاز نهایی ۰/۱۲۶ در رتبه اول جایی گرفت. در تفسیر این نتایج میتوان عنوان نمود که هرچه ساخت و سازهای شهری از گسل فاصله بیشتری داشته باشد زمینه برای وقوع زلزله و افزایش آسیب‌های ناشی از آن نیز کاهش می‌یابد. در ارتباط با عامل جمعیتی و اقتصادی، دو عامل شناسایی شد به گونه‌ای که عامل تراکم جمعیت با امتیاز نهایی ۰/۰۸۶ در رتبه اول قرار گرفت. در تبیین نتایج این بخش می‌توان عنوان نمود که هر چه تراکم جمعیت کمتر باشد آسیب پذیری نیز کمتر می‌شود. تراکم جمعیتی بالا در شهر به معنای خسارت های بیشتر به هنگام وقوع زلزله است و این علاوه بر از بین بردن تعداد بیشتری از مردم در اثر فرو ریختن به دلیل بسته شدن راه ها و معابر و کاهش امکان گریز از موقعیت های خطرناک و

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-09-20]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.17.4]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.291]

دسترسی به مناطق امن و نیز مشکل شدن نجات مجروحان در اثر مسدود شدن راه های ارتباطی است. تراکم بالای جمعیت به دنبال خود تراکم ساختمانی بالا و کمبود فضاهای باز و کافی در زمان ازدحام، مختل شدن شرایط فرار، پناهگیری و امدادرسانی را در پی خواهد داشت.

منابع

باقری، کیوان، تقوایی، مسعود. (۱۳۹۶). **برنامه‌ریزی راهبردی مدیریت بحران زلزله در بافت‌های فرسوده شهری(مطالعه موردی: بافت فرسوده شهر سنندج)**. دانش پیشگیری و مدیریت بحران. ۶ (۴) :۳۴۴-۳۵۷.

پورطاهری، مهدی، عینالی،جمشید، افتخاری،عبدالرضا. (۱۳۸۹). **نقش ظرفیت سازی در کاهش تاثیرات مخاطرات طبیعی در مناطق روستایی با تاکید بر روش‌های کمی**، فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای انسانی،۷۴: ۲۳-۳۹.

جمال آبادی جواد، سلمانی مقدم محمد، شکاری بادی علی، نوده مرضیه. (۱۳۹۸). **مکان‌یابی مراکز اسکان موقت جمعیت پس از زلزله در سکونتگاه‌های شهری مطالعه موردی: شهر سبزوار**. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی. ۱۹ (۵۵) :۱۵۳-۱۷۱.

جمالی، فیروز، روستایی، شهریور؛ یاپنگ غراوی، محمد. (۱۳۹۷). **ارزیابی الگوی علی معیارهای رقابت پذیری شهری**، فصلنامه اقتصاد و مدیریت شهری، ۲۳: ۱۵-۳۳.

خدادادی فاطمه، انتظاری مژگان، ساسان پور فرزانه. (۱۳۹۹). **تحلیل آسیب‌پذیری شهری در برابر مخاطره زلزله با روش FUZZY ELECTRE (مطالعه موردی: کلان‌شهر کرج)**. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی. ۲۰ (۵۶) :۹۳-۱۱۳.

رحمانی ثنا، واحدی سید حسین، عابدی فرد لیلا، ابراهیمی پور صالح. (۱۳۹۷). **مکان‌یابی بهینه برای کاهش آسیب‌پذیری شهری بعد از زلزله (مطالعه موردی: شهر بجنورد)**. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی. ۱۸ (۵۰) :۲۱۷-۱۹۹.

ریاحی،وحید، زمانی، لقمان. (۱۳۹۲). **مدیریت بحران زلزله در سکونتگاههای روستایی، فصلنامه اقتصاد فضا و توسعه روستایی**، ۲(۱): ۱۵۱-۱۶۹.

سرور، رحیم، کاشانی اصل، امیر. (۱۳۹۵). **ارزیابی آسیب پذیری کالبدی شهر اهر در برابر زلزله**، فصلنامه آمایش محیط، ۳۴: ۸۸-۹۷.

شماعی،علی، حیدرزاده، نجمه و بابک لطفی مقدم. (۱۳۹۲). **سنجش عوامل آسیب رسان ناشی از زلزله در منطقه یک شهر تهران با استفاده از gis**، فصلنامه جغرافیا و برنامه ریزی، ۴۳: ۹۳-۱۲۲.

طبیبیان، منوچهر، مظفری،نگین(۱۳۹۷) **ارزیابی آسیب پذیری بافت‌های مسکونی در برابر زلزله و راهکارهای کاهش آسیب پذیری**، فصلنامه مطالعات شهری، ۲۷: ۹۳-۱۰۲.

کلانتری خلیل آباد ، حسین، حاتمی نژاد حسین، آقاصفری، عارف. (۱۳۸۸).**آسیب پذیری بافت تاریخی شهر یزد در برابر زلزله**، فصلنامه سپهر، ۶۱: ۸۸-۱۰۱.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-09-20]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.17.4]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.291]

منزوی، مهشید، سلیمانی، محمد، تولایی، سیمین و اسماعیل چاووشی. (۱۳۸۹). **آسیب پذیری بافت های فرسوده بخش مرکزی شهر تهران در برابر زلزله**، فصلنامه پژوهش¬های جغرافیای انسانی،۷۳: ۱-۱۸.

نوروزی،اصغر، فرهادی، مریم. (۱۳۹۶). **سنجش اسیب پذیری و برنامه ریزی راهبردی مدیریت بجران زلزله در نواحی روستایی**، فصلنامه مدیریت بحران،۱۱: ۳۱-۴۶.

وحیدا، فریدون، سلطانی نژاد، امیر و ایوب سلطانی نژاد. (۱۳۹۱). **تحلیل جامعه شناختی زلزله بم، فصلنامه مطالعات جامعه شناختی ایران**، ۲(۷): ۹-۲۳.

هونکزهی،محمدامین،فنی،زهره(۱۳۹۸) **کاهش اثرات مخاطرات طبیعی (زلزله) بر محیط زیست شهری با تأکید بر ظرفیت سازی (موردپژوهشی: شهر زاهدان)**، پژوهش‌های دانش زمین، ۱۰(۳۰): ۱۹۱-۲۱۳.

A.Ebert, N. Kerle (2008), "**Urban Social Vulnerability Assessment Using Object-oriented Analysis of Remot Sensing and GIS Data**", A Case Study for Tegucigalpa, Honduras, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. xxxVll, part B7, Beijing, pp1307-1311.

Bilham, R. (2009). **The seismic future of cities**. Bulletin of Earthquake Engineering, 46.

F. O. Strasser, J. J. (2008). **A Comparative Study of European Earthquake Loss Estimation Tools for a Scenario in Istanbul**, Journal of Earthquake Engineering, 246-256.

Hakan A. Nefeslioglu, Muammer Tun, Can Ayday (2002), "**Change Detection of Structures in the Earthquake Hazard Zoning Map of Eskisehir City, Turkey, by Using Satellite Images**", 2nd GRSS/ISPRS Joint Workshop on Data Fusion and Remote Sensing over Urban Areas, pp177-181.

Hsu, Y. L., Lee, C. H., Kreng, V. B. (2010). **The application of Fuzzy Delphi Method and Fuzzy AHP in lubricant regenerative technology** selection.Expert Systems with Applications, 37, 419–425.

Johnson, J. Dayton, 2004, **Natural Disasters and Adaptive Capacity, Oecd DEVELOPMENT CENTRE**, Working Paper, No. 237.

Nath, S. K., Adhikari, M. D., Maiti, S. K., & Ghatak, C. (2019). **Earthquake hazard potential of Indo-Gangetic Foredeep: its seismotectonism, hazard, and damage modeling for the cities of Patna**, Lucknow, and Varanasi. Journal of Seismology, 23(4), 725-769.

UNDP, 2004, **The Links between Disaster and Development are Elaborated in Detail, in the UNDP's** 2004 report Reducing Disaster Risk: A challenge for development, NewYork.

Weng Chan, N., Roy, R., Hui Lai, CH. and Tan, M.L.,(2018). **Social capital as a vital resource in flood disaster recovery in Malaysia**, International Journal of Water Resources Development,(23)23-56.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2024-09-20]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.59.17.4]
[DOI: 10.29252/jgs.20.59.291]