



عوامل تأثیرگذار بر آسیب‌پذیری مساکن در برابر خطر زلزله در شهر جویم

مرضیه جوکاری - دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، واحد لارستان، دانشگاه آزاد اسلامی،

لارستان، ایران

مرضیه موغلی - دانشیار گروه جغرافیا، واحد لارستان، دانشگاه آزاد اسلامی، لارستان، ایران (نویسنده مسئول)

mmoghali@yahoo.com

محمد ابراهیم عقیفی - دانشیار گروه جغرافیا، واحد لارستان، دانشگاه آزاد اسلامی، لارستان، ایران

دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۲۳ پذیرش: ۱۴۰۴/۲/۱۶ چاپ: ۱۴۰۴/۴/۲۶

چکیده

زلزله یکی از مخاطرات طبیعی است که به دلیل وقوع ناگهانی و شدت بالای تخریب، همواره جان و مال انسان‌ها را تهدید کرده است. در مناطق شهری، میزان آسیب‌پذیری به شدت تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله کیفیت ساخت‌وساز، تراکم جمعیت، وضعیت اقتصادی و آگاهی عمومی قرار دارد. شناخت این عوامل و تأثیر آن‌ها بر کاهش یا افزایش آسیب‌پذیری، گامی مهم در برنامه‌ریزی شهری و مدیریت بحران محسوب می‌شود. هدف از این پژوهش، شناسایی و تحلیل عوامل مؤثر بر آسیب‌پذیری مناطق مسکونی در برابر زلزله است. این مطالعه تلاش می‌کند تا نقش متغیرهای اجتماعی، اقتصادی، و کالبدی را در تعیین میزان خسارات ناشی از زلزله بررسی کرده و راهکارهایی برای کاهش این آسیب‌ها ارائه دهد. این پژوهش با استفاده از روش تحلیل آماری و مطالعات میدانی انجام شده است. ابتدا داده‌های مربوط به بافت‌های شهری، کیفیت ساخت‌وساز و شاخص‌های اجتماعی و اقتصادی گردآوری شد. سپس، از ابزارهای آماری برای بررسی روابط بین متغیرها و میزان آسیب‌پذیری استفاده گردید. همچنین، تجزیه و تحلیل نتایج با استفاده از نرم‌افزارهای تخصصی آماری صورت گرفت تا میزان تأثیرگذاری هر عامل مشخص شود. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که عواملی مانند تراکم بالای جمعیت، کیفیت نامطلوب ساخت‌وساز، فرسودگی بافت‌های شهری و کمبود زیرساخت‌های ایمنی، نقش مهمی در افزایش آسیب‌پذیری مناطق مسکونی در برابر زلزله دارند. همچنین، آگاهی عمومی و میزان آمادگی شهروندان به عنوان عاملی مؤثر در کاهش اثرات مخرب زلزله شناخته شد. در نهایت، پیشنهاد شده است که مقاوم‌سازی ساختمان‌ها، توسعه زیرساخت‌های ایمنی، آموزش عمومی و بهبود مدیریت بحران به عنوان راهکارهای اساسی برای کاهش آسیب‌پذیری در نظر گرفته شوند.

واژگان کلیدی: آسیب‌پذیری، شهر جویم، زلزله

مقدمه

زلزله یکی از مهم‌ترین و ویرانگرترین پدیده‌های طبیعی است که در طول تاریخ خسارات گسترده‌ای به جوامع انسانی وارد کرده است. بسیاری از مناطق ایران به دلیل قرارگیری بر روی کمربند زلزله، همواره در معرض خطر این بلای طبیعی قرار دارند. شهر جویم نیز از جمله مناطقی است که به دلیل موقعیت جغرافیایی و شرایط زمین‌شناسی، پتانسیل بالایی برای وقوع زلزله‌های مخرب دارد. با توجه به این مسئله، بررسی میزان آسیب‌پذیری مسکن در این شهر و شناسایی عوامل مؤثر بر آن امری ضروری به نظر می‌رسد. زلزله‌ها به‌عنوان یکی از مخرب‌ترین بلایای طبیعی، همواره تهدیدی جدی برای جوامع انسانی محسوب می‌شوند (غلامی، ۱۳۹۸). کشور ایران به دلیل قرارگیری در کمربند زلزله، با خطرات لرزه‌ای قابل‌توجهی مواجه است. شهر جویم نیز به دلیل موقعیت جغرافیایی و ویژگی‌های زمین‌شناسی، در معرض این تهدیدات قرار دارد. آسیب‌پذیری مسکن در برابر زلزله تحت تأثیر مجموعه‌ای از عوامل قرار دارد که می‌توان آن‌ها را در چند دسته کلی تقسیم‌بندی کرد. کیفیت ساخت‌وساز و مصالح مورد استفاده یکی از مهم‌ترین این عوامل است، زیرا عدم رعایت اصول مهندسی و استانداردهای ایمنی می‌تواند منجر به تخریب سریع ساختمان‌ها در هنگام وقوع زلزله شود. علاوه بر این، ویژگی‌های زمین‌شناسی و نوع خاک منطقه نیز تأثیر قابل‌توجهی بر پایداری سازه‌ها دارد. مناطقی که دارای خاک نرم و سست هستند، بیشتر در معرض فروریزش و گسترش امواج زلزله قرار می‌گیرند که این امر می‌تواند شدت خسارات را افزایش دهد (غلامی، ۱۳۹۶).

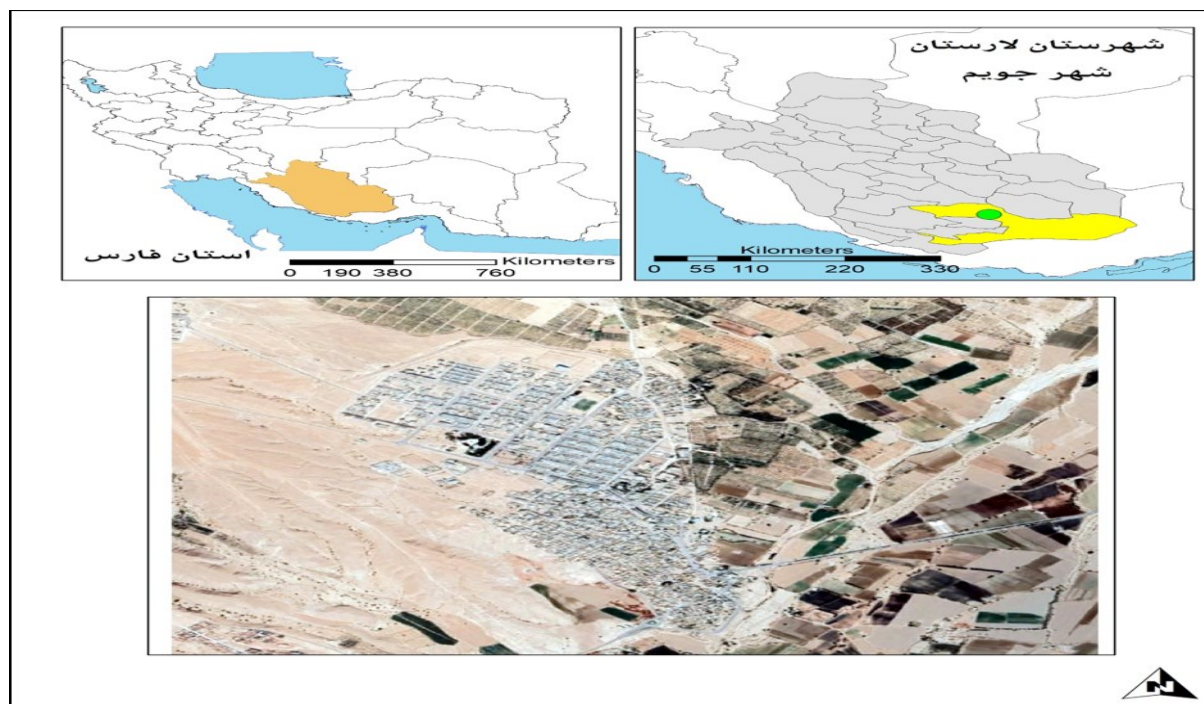
آسیب‌پذیری مسکن در برابر زلزله به مجموعه‌ای از عوامل بستگی دارد که می‌توان آن‌ها را به دو دسته کلی تقسیم کرد: عوامل کالبدی و عوامل اجتماعی-اقتصادی. عوامل کالبدی شامل کیفیت ساخت‌وساز، نوع مصالح به‌کاررفته، قدمت ساختمان‌ها، تراکم جمعیت و دسترسی به خدمات امدادی است. مطالعات نشان می‌دهد که در بسیاری از شهرهای ایران، به‌ویژه در مناطق حاشیه‌نشین و بافت‌های فرسوده، این عوامل منجر به افزایش آسیب‌پذیری در برابر زلزله می‌شوند (طاهری، ۱۳۹۶). عوامل اجتماعی-اقتصادی نیز نقش مهمی در تعیین میزان آسیب‌پذیری مسکن دارند. سطح آگاهی و آموزش ساکنان در مورد رفتارهای ایمنی در هنگام زلزله، وضعیت اقتصادی خانوارها و توانایی آن‌ها در بهبود و مقاوم‌سازی مسکن، از جمله این عوامل هستند. به‌عنوان مثال، در پژوهشی که در منطقه ۴ تهران انجام شده است، تأثیر این عوامل بر آسیب‌پذیری مسکن مورد تأیید قرار گرفته است (جعفری و همکاران، ۱۳۹۸). در شهر جویم، با توجه به ویژگی‌های خاص آن، بررسی این عوامل و تعیین میزان تأثیر هر یک، می‌تواند به شناسایی نقاط ضعف و ارائه راهکارهای مناسب برای کاهش آسیب‌پذیری مسکن در برابر زلزله کمک کند. با توجه به اهمیت این موضوع، در این مقاله تلاش شده است تا عوامل تأثیرگذار بر آسیب‌پذیری مسکن در برابر خطر زلزله در شهر جویم مورد بررسی و تحلیل قرار گیرد. این پژوهش با هدف ارائه راهکارهای مناسب جهت کاهش آسیب‌پذیری ساختمان‌ها و ارتقای سطح ایمنی شهری انجام شده است.

با توجه به اهمیت موضوع، این پژوهش به دنبال پاسخ به سؤالات زیر است:

کدام عوامل کالبدی و اجتماعی-اقتصادی بیشترین تأثیر را بر آسیب‌پذیری مسکن شهر جویم در برابر زلزله دارند؟ چه راهکارهایی می‌توان برای کاهش این آسیب‌پذیری‌ها ارائه داد؟

معرفی منطقه مورد مطالعه

شهر جویم با ۶۵۹۰ نفر جمعیت و با مساحتی ۲۹۰ هکتاری در قسمت شمالی شهرستان لار و در طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۴۴ دقیقه و عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۱۵ دقیقه و در ارتفاع ۸۳۵ متری از سطح دریا واقع شده است که از جهت غرب محدود به باغات پراکنده نخل، منطقه ممنوعه و تپه‌های کم ارتفاع، از سمت شرق محدود به اراضی زراعی و باغات و از سمت جنوب منتهی با نخلستان سپس اراضی زراعی، از طریق دروازه ورودی جنوبی با شهر شرفویه و بناورویه و از سمت شرق و توسط دروازه شرقی با شهر لار و جهرم در ارتباط است. به‌طور کلی شهر از بافتی ارگانیک و فرسوده برخوردار بوده و شدت فرسودگی در قسمت‌های جنوبی شهر نیز بیشتر از شمال بوده و در این سمت شاهد ساخت‌وسازهای جدی‌تر می‌باشیم. به علت وجود ارتفاعات در سمت شمالی شهر و وجود آبراهه‌های فراوان، جهت دفع آب‌های سطحی شهر شمالی- جنوبی بوده و جهت باد غالب شهر نیز غربی- شرقی است. شهر در محدوده پهنه با خطر نسبتاً بالای زلزله قرار دارد و تاکنون شهر بارها و بارها در معرض زلزله‌های ویرانگر قرار گرفته است این شهر همانند دیگر نقاط شهرستان از اقلیمی گرم و خشک برخوردار بوده و تابستان‌های گرم و طاقت‌فرسا و مشکل بی‌آبی و کمبود بارش و متعاقباً باران‌های رگباری و سیل‌آسا از مشکلات عمده شهر به‌حساب می‌آید. (پور محمودی و همکاران، ۱۴۰۰)



شکل (۱): موقعیت شهر جویم در نظام تقسیمات سیاسی استان فارس (منبع: نگارنده)

پیشینه تحقیق

لاله پور و همکاران، (۱۴۰۱) ارزیابی آسیب‌پذیری محلات شهری در برابر بحران زلزله (نمونه موردی: محلات شهر ورزقان) نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد درصد قابل‌توجهی از شهر ورزقان در کلاس‌های آسیب‌پذیری زیاد و بسیار زیاد واقع شده است. حتی افزون بر ۷۰ درصد محلاتی مانند بولبول چشمه‌سی در کلاس آسیب‌پذیری زیاد و بسیار زیاد جای گرفته‌اند. با توجه به پهنه‌بندی آسیب‌پذیری لرزه‌ای شهر و توزیع کلاس‌های آسیب‌پذیر در سطح محلات شهر می‌توان نتیجه گرفت که کل پهنه شهر ورزقان نسبت به رخداد زمین‌لرزه آسیب‌پذیر است. در محلاتی که کلاس‌های آسیب‌پذیری کم و خیلی کم، وسعت قابل‌توجهی از شهر را در بر گرفته، کاربری‌های بایر، فضاهای باز، کشاورزی و فضاهای سبز درصد قابل‌توجهی از فضای محله را اشغال نموده‌اند؛ و در نتیجه از آسیب‌پذیری پائینی در برابر زلزله برخوردار می‌باشند.

نصیری هنده خاله، (۱۴۰۰). تحلیل آسیب‌پذیری اجتماعی بافتهای فرسوده شهری کلان‌شهر کرج در برابر بحران زلزله با استفاده از مدل ویکور (مطالعه موردی کرج کهن). نتایج به‌دست‌آمده نشان داد قلمستان و کلاک در دامنه آسیب‌پذیری اجتماعی خیلی کم و محله ترک آباد در دامنه آسیب‌پذیری متوسط و دامنه آسیب‌پذیری اجتماعی محله شیخ سعدی و کرج کهن خیلی زیاد است و محلات اصفهانی‌ها و قلمستان از نظر شاخص‌های آسیب‌پذیری اجتماعی کمتر در معرض خطر قرار دارند. متغیرهای ظرفیت‌های انسانی و اجتماعی ۳۷ درصد میزان طیف آسیب‌پذیری اجتماعی را در محلات مورد مطالعه پیش‌بینی می‌کند؛ بنابراین در تمام محلات مورد هدف شاخص‌های مذکور ارتباط مثبت و معنی‌دار با میزان و نقش پیش‌بینی کننده آسیب‌پذیری اجتماعی دارد.

Kheirizadeh Arouq et al., 2020 ارزیابی آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله بر اساس تئوری فاجعه: مطالعه موردی شهر تبریز، ایران، نتایج به‌دست‌آمده نشان داد بخش قابل‌توجهی از اراضی ساخته‌شده شهر (بیش از ۳۵ درصد) در کلاس آسیب‌پذیری لرزه‌ای بالا قرار دارند. به دلیل تأثیر مجموعه‌ای از متغیرها مانند مجاورت با گسل بزرگ تبریز، شیب‌های تند، سازندهای ناپایدار زمین‌شناسی، حاشیه‌نشینی و تراکم جمعیت و نسبت مساحت بالا، آسیب‌پذیری در بخش‌هایی از شمال شهر بسیار زیاد است.

Guo & Kapucu, 2020 ارزیابی آسیب‌پذیری اجتماعی در برابر فاجعه زلزله با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی خشن: مطالعه موردی شهر هانژونگ، چین، نتایج نشان‌دهنده توزیع فضایی آسیب‌پذیری اجتماعی در شهر هانژونگ بود. علاوه بر این، برخی از عوامل کلیدی مؤثر در آسیب‌پذیری اجتماعی محلی بر اساس نتایج تحلیل حساسیت و استحکام برای تسهیل تصمیم‌گیری آگاهانه در مورد پیشگیری از بلایای زلزله استخراج و مورد بحث قرار گرفتند. از نظر روش‌شناسی، مدل ارزیابی آسیب‌پذیری اجتماعی اطلاعات مرتبطی را برای محققان و متخصصان مدیریت اضطراری فراهم می‌کند. فرآیند اعتبار سنجی همچنین می‌تواند به مطالعات آینده در ارزیابی آسیب‌پذیری کمک کند.

روش پژوهش

این پژوهش با رویکردی کاربردی با هدف بررسی عوامل مؤثر بر آسیب‌پذیری مسکن شهر جویم در برابر خطرات احتمالی زلزله انجام شده است؛ و با استفاده از روش پیمایشی و توصیفی-تحلیلی، بر چهار مؤلفه اصلی کالبدی-محیطی، اجتماعی، نهادی-مدیریتی و اقتصادی تمرکز دارد. در مجموع ۱۱۳ شاخص از طریق بررسی گسترده ادبیات شامل مقالات، پایان‌نامه‌ها، کتاب‌ها و وبسایت‌ها شناسایی شد. برای تعیین حجم نمونه از فرمول کوکران استفاده شد که در نتیجه ۳۶۶ نفر از ساکنان شهر جویم به صورت تصادفی انتخاب شدند. جمع‌آوری داده‌ها با استفاده از پرسشنامه طراحی شده با آیتم‌های مقیاس لیکرت، مفهوم آسیب‌پذیری مسکن را عملیاتی کرد. پرسشنامه برای اطمینان از پایایی، در مرحله پیش آزمون مورد آزمون روایی قرار گرفت. سپس داده‌های پرسشنامه وارد نرم‌افزار SPSS و برای سنجش پایایی از آزمون آلفای کرونباخ استفاده شد؛ پس از آن آزمون فریدمن و آزمون تی تک نمونه‌ای برای تعیین تأثیر شاخص‌های مختلف بر آسیب‌پذیری مسکن استفاده گردید. این چارچوب روش‌شناختی کاوش جامعی از عوامل مؤثر در آسیب‌پذیری مسکن در شهر جویم را امکان‌پذیر کرد و بینش‌های ارزشمندی را برای توسعه استراتژی‌هایی برای کاهش خطرات زلزله و افزایش تاب‌آوری شهر ارائه خواهد داد.

ابعاد و شاخص‌های تحقیق

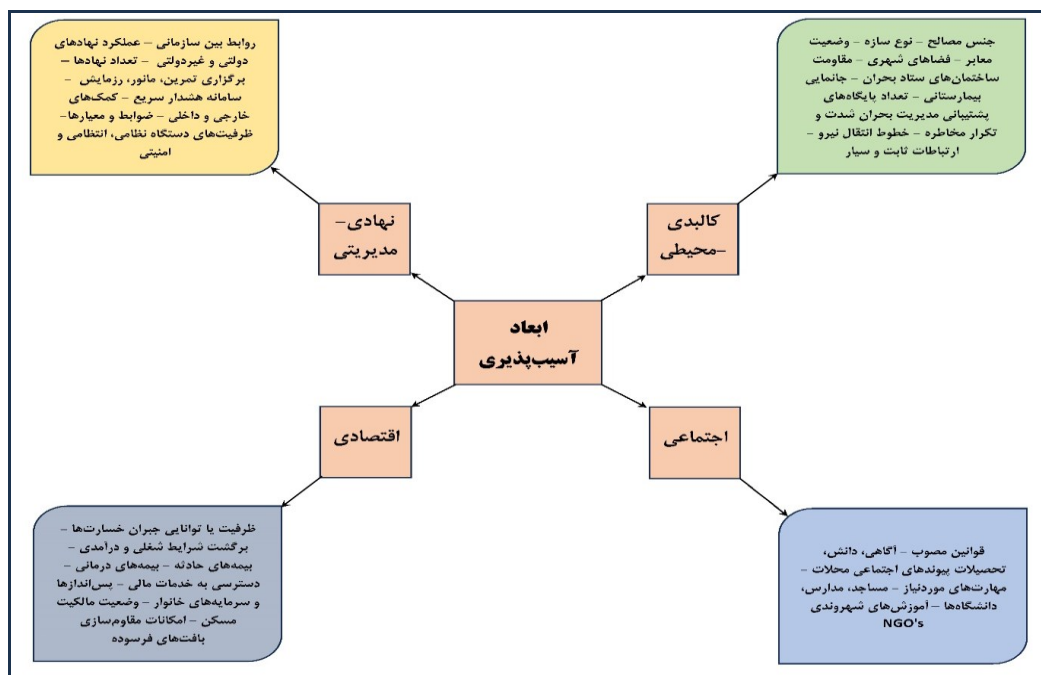
شاخص‌ها به عنوان معیارهای اساسی برای ارزیابی اثربخشی برنامه‌ها، سیاست‌ها و مداخلات با هدف کاهش آسیب‌پذیری مسکن عمل می‌کنند. در این پژوهش، این شاخص‌ها در چارچوب یک مدل مفهومی و مبانی نظری برای آماده‌سازی شهر جویم در برابر زلزله، با تأکید بر آسیب‌پذیری در چهار بعد کالبدی - زیست‌محیطی، اجتماعی، نهادی - مدیریتی و اقتصادی انتخاب شده‌اند. این ابعاد برای ارزیابی و بهبود استراتژی‌های طراحی شده برای افزایش تاب‌آوری و کاهش تأثیر بلایای طبیعی، به‌ویژه زلزله، بر مسکن در شهر جویم، حیاتی هستند.

روش گردآوری آمار و اطلاعات

در این پژوهش از روش کتابخانه‌ای-اسنادی با استفاده از جداول آماری سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵ به همراه مصاحبه با مسئولان و ساکنان شهر استفاده شده است. برای تأیید یافته‌ها با کارشناسان فنی مدیریت بحران و اساتید دانشگاه مشورت شد. علاوه بر این، یک روش تحقیق میدانی شامل جمع‌آوری اطلاعات به طور مستقیم از ساکنان شهر جویم انجام شد. برای جمع‌آوری داده‌ها از شرکت‌کنندگان از پرسشنامه محقق ساخته که برای این مطالعه خاص طراحی و اعتبار سنجی شده استفاده شد (جدول ۱ و شکل ۲)

جدول (۱): تعریف عملیاتی شاخص‌های ارزیابی میزان آسیب‌پذیری

شاخص	تعریف عملیاتی
کاربری‌های ناسازگار (کالبدی)	وضعیت مناطق مسکونی در هر منطقه با تمرکز بر فراوانی ساختمان‌های فرسوده و کیفیت تأسیسات خطرناک مجاور ارزیابی می‌شود.
گسل (کالبدی)	نزدیکی سکونتگاه‌ها به خطوط گسل و تعداد گسل‌ها.
تراکم جمعیت (کالبدی)	تراکم جمعیت نشان‌دهنده فشار روی زمین در هنگام زلزله است.
دسترسی (کالبدی)	دسترسی به مراکز امدادی از جمله آتش‌نشانی، کلاتری، بیمارستان و غیره.
عمر بنا (کالبدی)	طول عمر ساختمان ارتباط مستقیمی با مقاومت آن در برابر زلزله دارد.
نوع سازه بنا (کالبدی)	ساختمان‌ها از نظر استحکام و مقاومت متفاوت هستند: اسکلت بتنی، اسکلت فلزی، اسکلت چوبی و بدون اسکلت
فضاهای باز (کالبدی)	مناسب بودن فضاهای بیرونی برای سرپناه و اسکان موقت پس از تخلیه ساختمان.
ساختار سنی جمعیت (اجتماعی)	بررسی ساختار سنی جمعیت برای شناسایی گروه‌های آسیب‌پذیر زیر شش سال و بالای ۶۵ سال.
ساختار جنسی جمعیت (اجتماعی)	تحلیل‌ها نشان می‌دهد که زنان در طول بحران آسیب‌پذیرتر هستند.
سطح تحصیلات در منطقه (اجتماعی)	جمعیت آگاه‌تر در بحران آسیب کمتری متحمل می‌شوند.
میزان سرمایه اجتماعی (اجتماعی)	سرمایه اجتماعی در طول یک بحران توسط پیوندهای همسایگی و اعتماد متقابل تعیین می‌شود.
پوشش سلامتی (اقتصادی)	پوشش سلامت در این پژوهش به نسبت جمعیت بیمه‌شده منطقه اشاره دارد.
بستر نهادی-مدیریتی	آگاهی از نهادهای مدیریت بحران و گروه‌های داوطلب در محله.
عملکرد نهادی-مدیریتی	رضایت ساکنان از عملکرد نهادهای محلی در زمان بحران.
رابط نهادی - مدیریتی	رابطه بین ساکنین و نهادهای محلی مانند NGO ها، شوراهای و شهرداری‌ها.
میزان خسارت (کالبدی)	خسارت احتمالی زلزله به خانوارها و اموال آن‌ها در تهران (مانند مغازه، مسکن، خودرو).
ظرفیت یا توانایی جبران خسارت (اقتصادی کالبدی)	ظرفیت جبران خسارت مالی از طریق پس‌انداز یا اعتبارات مالی بانک‌ها یا سایر مؤسسات.
توانایی برگشت به شرایط مناسب (اقتصادی)	توانایی خانوارها برای بازگشت به اشتغال و درآمد پایدار پس از زلزله.



شکل (۲): مدل مفهومی آسیب‌پذیری مسکن در برابر خطر زلزله شهر جویم (منبع: نگارنده)

ابزار اولیه مورد استفاده در این پژوهش پرسشنامه است. برای افزایش روایی ابزار پس از طراحی پرسشنامه، مصاحبه با خبرگان انجام شد. این نظرات کارشناسان برای اعتبار سنجی ابزار اندازه‌گیری ادغام شدند. پایایی اجزای پرسشنامه با استفاده از ضریب پایایی مورد سنجش قرار گرفت. ضریب قابلیت اطمینان بیشتر از یک آستانه معین، قابلیت اطمینان قابل قبول را نشان می‌دهد (جدول ۲). علاوه بر این، از روش‌های آماری خاصی برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد. با توجه به اینکه نرمال بودن توزیع داده‌ها یک فرض کلیدی برای آزمون‌های پارامتریک مانند آزمون t است، برای ارزیابی این فرض از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد (جدول ۲).

جدول (۲): ضریب آلفای پرسشنامه به تفکیک ابعاد و نتایج آزمون نرمال بودن مشاهدات

مؤلفه	تعداد سؤال	ضریب آلفا	سطح معناداری	آ کلموگروف	نتیجه
آسیب‌پذیری کالبدی - محیطی	۳۰	۰/۹۵۲	۰/۰۸۳	۱/۴۶۵	نرمال
آسیب‌پذیری اجتماعی	۲۶	۰/۹۴۰	۰/۰۶۴	۱/۸۲۳	نرمال
آسیب‌پذیری نهادی - مدیریتی	۳۷	۰/۹۳۴	۰/۰۹۲	۱/۳۳۷	نرمال
آسیب‌پذیری اقتصادی	۲۰	۰/۹۰۸	۰/۰۷۵	۱/۴۶۰	نرمال

یافته‌ها و بحث

نتایج آماره‌های استنباطی

نتایج آزمون T تک نمونه‌ای

آزمون t تک نمونه‌ای یک روش آماری است که برای ارزیابی اینکه آیا میانگین یک نمونه واحد به‌طور قابل توجهی با میانگین جامعه شناخته شده یا فرضی تفاوت دارد یا خیر استفاده می‌شود. برای انجام آزمون t تک نمونه‌ای، آماره t را با گرفتن تفاوت بین میانگین نمونه و میانگین جامعه فرضی، تقسیم آن بر خطای استاندارد میانگین نمونه و سپس مقایسه نتیجه با مقدار بحرانی محاسبه می‌کند. از توزیع t یا استفاده از مقدار p برای ارزیابی سطح معناداری. اگر آماره t محاسبه شده از مقدار بحرانی فراتر رود یا مقدار p کوچکی به دست آورد (معمولاً کمتر از ۰.۰۵)، نشان می‌دهد که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری بین میانگین نمونه و میانگین جامعه فرضی وجود دارد و شواهدی را برای محققین فراهم می‌کند تا فرضیه صفر که تفاوتی وجود ندارد را رد کنند. در واقع برای آزمون فرض پیرامون میانگین یک جامعه از آزمون t تک نمونه یا One Sample -Tset استفاده می‌شود. μ میانگین جامعه و X عددی است که پژوهشگر فرض می‌کند. فرضیه آزمون به صورت زیر می‌باشند:

$$H_0: \mu \leq X_1 \text{ رابطه}$$

$$H_1: \mu > X_2 \text{ رابطه}$$

در این صورت اگر مقدار sig از سطح خطا کوچک‌تر بود میانگین معنادار است. این آزمون دو دامنه است یعنی هم معناداری آماره آزمون زمانی که از حد وسط بزرگ‌تر است آزمون می‌شود و هم زمانی که از حد وسط کوچک‌تر باشد. لازم به ذکر است که فرض نرمال بودن نیز می‌بایست در خصوص متغیر بررسی شود. با توجه به اینکه تغییرات ۵ متغیر رتبه‌ای در این پرسشنامه مورد سؤال قرار گرفته است، جهت بررسی فرض اثر مثبت کل تغییرات از میانگین حسابی این ۵ متغیر، میانگین متغیر رتبه‌ای ۳ فرض شده است که حد بالای نظر پاسخگویان را بیان می‌کند. در نهایت نیز نتیجه‌گیری از نظرسنجی ارائه می‌شود. جدول شماره ۳ در مورد سطح معناداری شاخص‌های آسیب‌پذیری کالبدی - محیطی شهر جویم بر اساس آزمون T تک نمونه‌ای نشان می‌دهد شاخص‌های در اندازه‌گیری مقدار آماره t در سطح ۹۵ درصد معنادار شده‌اند ($\mu \leq 3$)؛ بنابراین با توجه به سطح اطمینان آزمون و مقدار معنی‌داری به دست آمده فرض صفر رد می‌شود که نشان می‌دهد با توجه به مقدار میانگین محاسبه شده ۲/۲۵۰ به دست آمده می‌توان نتیجه گرفت که در سطح معنی‌داری ($\text{Sig } 0/000$) و سطح اطمینان ۹۵ درصد شاخص‌های آسیب‌پذیری کالبدی - محیطی شهر جویم در مقابله با زلزله در وضعیت مناسبی نسبت به تراز میانگین استاندارد قرار ندارد. تجزیه و تحلیل داده‌های پرسشنامه نشان داد که شهر جویم به لحاظ شاخص‌های آسیب‌پذیری کالبدی - محیطی در وضعیت مناسبی قرار ندارد. مهم‌ترین مسائلی که در ایجاد این ضعف نقش دارد، وجود بافت فرسوده و روستایی، دسترسی ضعیف به معابر اصلی و فرعی و دسترسی



محدود به مراکز درمانی است. شاخص‌های آسیب‌پذیری کالبدی-محیطی را به عنوان چهارمین بعد مهم در آسیب‌پذیری رتبه‌بندی کرد.

جدول (۳): سطح معناداری شاخص‌های آسیب‌پذیری کالبدی-محیطی شهر جویم بر اساس آزمون T تک نمونه‌ای

مؤلفه	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین خطای استاندارد	آماره t	درجه آزادی	سطح معناداری	میانگین اختلاف	فاصله اطمینان ۹۵ درصد	
									حد کم	حد زیاد
محیطی کالبدی -	۳۶۶	۲/۲۵۰	۰/۳۷۷۰	۰/۳۳۴۵	۲۲/۶۱۲	۳۶۵	۰/۰۰	۰/۷۵۶۴	۶۹ ۰/۰۲	۸۲ ۰/۲۶

پس از تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده از پرسشنامه نتایج در جدول ۴ نشان داده شده است. بر اساس جدول در سطح معنی‌داری ($Sig= ۰/۰۰۰۰$) و سطح اطمینان ۹۵ درصد تفاوت میانگین محاسبه شده و میانگین فرضی در بین پاسخ‌دهندگان معنی‌دار است. از آنجایی که میانگین محاسبه شده ۲/۳۵۶ کمتر از میانگین استاندارد ۱۳ ست، نتیجه می‌گیریم که شاخص‌های آسیب‌پذیری اجتماعی در شهر جویم در برابر زلزله بسیار کمتر از حد متوسط است. با تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده از پرسشنامه مشخص شد که شاخص‌های آسیب‌پذیری اجتماعی شهر جویم در زمینه آمادگی در برابر زلزله از متوسط تا زیاد متغیر است. عوامل اولیه مؤثر در این وضعیت، ترکیب جمعیتی مناسب و هماهنگی قوی و حمایت اجتماعی بین شهروندان است. با این حال، فقدان نهادهای مردمی سازمان‌یافته و سازمان‌های غیردولتی رسمی در سطح منطقه‌ای این آسیب‌پذیری را به میزان قابل توجهی افزایش داده است.

جدول (۴): سطح معناداری شاخص‌های آسیب‌پذیری اجتماعی شهر جویم بر اساس آزمون T تک نمونه‌ای

مؤلفه	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین خطای استاندارد	آماره t	درجه آزادی	سطح معناداری	میانگین اختلاف	فاصله اطمینان ۹۵ درصد	
									حد کم	حد زیاد
اجتماعی	۳۶۶	۲/۳۵۶	۰/۳۷۷۰	۰/۳۳۴۵	۲۲/۶۱۲	۳۶۵	۰/۰۰	۰/۷۵۶۴	۶۹ ۰/۰۲	۸۲ ۰/۲۶



نتایج معناداری شاخص‌های آسیب‌پذیری نهادی - مدیریتی در جدول ۵ ارائه شده است. طبق جدول ۵، در سطح معنی‌داری ($\text{Sig } 0/000$) و سطح اطمینان ۹۵ درصد نشان می‌دهد که تفاوت بین میانگین محاسبه شده و میانگین فرضی در بین پاسخ‌دهندگان معنی‌دار است. از آنجایی که میانگین محاسبه شده ۲.۴۷۱ کمتر از میانگین استاندارد ۳ است، نتیجه می‌گیریم که شاخص‌های آسیب‌پذیری نهادی - مدیریتی شهرستان جویم در مقابله با زلزله در وضعیت کمتر از حد متوسط قرار دارند.

جدول (۵): سطح معناداری شاخص‌های آسیب‌پذیری نهادی - مدیریتی شهر جویم بر اساس آزمون T تک نمونه‌ای

مؤلفه	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین خطای استاندارد	آماره t	درجه آزادی	سطح معناداری	میانگین اختلاف	فاصله اطمینان ۹۵ درصد	
									حد کم	حد زیاد
مدیریتی - نهادی	۳۶۶	۲/۴۷۱	۰/۳۷۷۰	۰/۳۳۴۵	۲۲/۶۱۲	۳۶۵	۰/۰۰	۰/۷۵۶۴	۶۹ ۰/۰۲	۸۲ ۰/۲۶

طبق جدول ۶، در سطح معنی‌داری ($\text{Sig } 0/000$) و سطح اطمینان ۹۵ درصد، تفاوت بین میانگین محاسبه شده و میانگین فرضی در بین پاسخ‌دهندگان معنادار است. از آنجایی که مقدار میانگین محاسبه شده ۲.۲۷۰ و بسیار کمتر از میانگین استاندارد ۳ است، نتیجه می‌گیریم که شاخص‌های آسیب‌پذیری اقتصادی شهر جویم برای مقابله با زلزله در وضعیت مطلوبی قرار ندارد. اصلی‌ترین عامل مؤثر در این سطح بالای آسیب‌پذیری به این دلیل است که مشاغل غالب ساکنان شهر در کشاورزی و دامداری به همراه برخی مشاغل خدماتی از تاب‌آوری کمتری برخوردار بوده و بر وضعیت این شاخص تأثیر می‌گذارد. علاوه بر این، نبود بیمه‌نامه‌های مناسب در برابر حوادث و مسائل بهداشتی در بین شهروندان به میزان قابل توجهی به سطح بالای آسیب‌پذیری اقتصادی کمک کرده است.

جدول (۶): سطح معناداری شاخص‌های آسیب‌پذیری اقتصادی شهر جویم بر اساس آزمون T تک نمونه‌ای

مؤلفه	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین خطای استاندارد	آماره t	درجه آزادی	سطح معناداری	میانگین اختلاف	فاصله اطمینان ۹۵ درصد	
									حد کم	حد زیاد
اقتصادی	۳۶۶	۲/۲۷۰	۰/۳۷۷۰	۰/۳۳۴۵	۲۲/۶۱۲	۳۶۵	۰/۰۰	۰/۷۵۶۴	۶۹ ۰/۰۲	۸۲ ۰/۲۶

پس از تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده از پرسشنامه که برای هر سؤال بر اساس تعاریف عملیاتی شاخص‌ها به طور مساوی امتیازدهی و وزن شده است، نتایج در جدول ۷ نشان داده شده است. طبق این جدول، با سطح معنی‌داری ($\text{Sig} = 0/000$) و سطح اطمینان ۹۵ درصد، تفاوت بین میانگین محاسبه شده و میانگین فرضی در بین پاسخ‌دهندگان معنی‌دار است. میانگین محاسبه شده ۲.۳۳۶ کمتر از میانگین استاندارد ۳ است که نشان می‌دهد در مجموع چهار به بعد شاخص‌های آسیب‌پذیری شهر جویم در مقابله با زلزله در وضعیت بسیار ضعیف و تقریباً بحرانی قرار دارند. این نشان می‌دهد که نتایج باید برای اجرای تمهیدات و هماهنگی‌های لازم برای کاهش قابل توجه آسیب‌پذیری منطقه در برابر بحران‌های زلزله مورد استفاده قرار گیرد.

جدول (۷): سطح معناداری شاخص‌های آسیب‌پذیری شهر جویم بر اساس آزمون T تک نمونه‌ای

مؤلفه	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین خطای استاندارد	آماره t	درجه آزادی	سطح معناداری	میانگین اختلاف	فاصله اطمینان ۹۵ درصد	
									حد کم	حد زیاد
کل	۳۶۶	۲/۳۳۶	۰/۳۷۷۰	۰/۳۳۴۵	۲۲/۶۱۲	۳۶۵	۰/۰۰	۰/۷۵۶۴	۶۹ ۰/۰۲	۸۲ ۰/۲۶

جدول شماره ۸ رتبه‌بندی شاخص‌ها با استفاده از آزمون فریدمن را نشان می‌دهد. از این آزمون برای اولویت‌بندی ابعاد تاب‌آوری در شهر استفاده شد. این آزمون مؤلفه‌ها را بر اساس بزرگی میانگین رتبه رتبه‌بندی می‌کند، جایی که میانگین رتبه بزرگ‌تر نشان‌دهنده اهمیت بیشتر است. طبق جدول ۸، سطح معنی‌داری کمتر از ۰.۰۵ است که نشان می‌دهد تفاوت بین ابعاد معنادار است. شاخص‌های آسیب‌پذیری نهادی-مدیریتی با میانگین رتبه ۲.۴۷۱ بالاترین اولویت را دارند. این نشان می‌دهد که رسیدگی به آسیب‌پذیری‌های مدیریتی نهادی برای آمادگی شهر جویم در برابر زلزله بسیار مهم است. شاخص‌های آسیب‌پذیری اجتماعی در اولویت دوم و پس از آن شاخص‌های آسیب‌پذیری اقتصادی در رتبه سوم قرار دارند و شاخص‌های آسیب‌پذیری کالبدی-محیطی در رتبه دوم قرار دارند. با تمرکز بر بهبود ابعاد نهادی و اجتماعی، شهر می‌تواند به طور مؤثر به مسائل آسیب‌پذیری گسترده‌تر رسیدگی کند و آمادگی کلی خود را در برابر زلزله افزایش دهد.

جدول (۸): رتبه‌بندی مؤلفه‌ها با استفاده از آزمون فریدمن

شاخص	میانگین رتبه	اولویت‌بندی	sig
آسیب‌پذیری نهادی - مدیریتی	۲.۴۷۱	اول	۰.۰۰۰
آسیب‌پذیری اجتماعی	۲.۳۵۴	دوم	۰.۰۰۰
آسیب‌پذیری اقتصادی	۲.۲۷۰	سوم	۰.۰۰۰

آسیب‌پذیری کالبدی - محیطی	۲۰۲۵۰	چهارم	۰۰۰۰
---------------------------	-------	-------	------

نتایج این قسمت نشان می‌دهد که شهر جویم در برابر زلزله بسیار آسیب‌پذیر است و چنین رویدادی احتمالاً فاجعه بزرگی را به همراه خواهد داشت. این قسمت چندین موضوع مهم را که در ایجاد این آسیب‌پذیری نقش دارند، برجسته می‌کند:

آسیب‌پذیری کالبدی: زیرساخت‌های فیزیکی شهر به طور مشخص ضعیف است. مسائل شامل مناسبت نبودن بافت شهر، شرایط نامناسب جاده در شریان‌های شهری، خدمات اضطراری ناکافی شهری، امکانات امدادی ناکافی در سطح شهر، بافت‌های فرسوده شهری و زیرساخت‌های قدیمی است. این عوامل مجموعاً جویم را در معرض خطرات شدیدی در طول زلزله قرار می‌دهند.

آسیب‌پذیری اقتصادی: از نظر اقتصادی، شهر جویم به دلیل عدم توانایی مالی ساکنان، نبود مکانیسم‌های مناسب برای بازسازی شهری و رواج مشاغل ناپایدار و موقت در معرض خطر هستند. اگر این آسیب‌پذیری‌های اقتصادی بر طرف نشود، این شهر ممکن است با پیامدهای اقتصادی حتی سخت‌تر پس از فاجعه مواجه شود.

آسیب‌پذیری اجتماعی: بافت اجتماعی جویم نیز در وضعیت متزلزلی قرار دارد. این تحقیق نشان می‌دهد که نیاز به اقدامات آموزشی جامع‌تری برای افزایش همبستگی اجتماعی در سطح شهر وجود دارد. آموزش بهبود یافته برای آمادگی در برابر بلایا در تمام اقشار شهری برای کاهش این آسیب‌پذیری ضروری است.

آسیب‌پذیری نهادی-مدیریتی: سازمان‌های دولتی و ارائه‌دهندگان خدمات شهری آسیب‌پذیری‌های مدیریتی قابل توجهی را در رسیدگی به چنین حوادثی نشان می‌دهند. عدم توجه به بخش‌های غیردولتی و سازمان‌های غیردولتی رسمی و همچنین شناخت ضعیف و ارتباط ضعیف با آن‌ها، تاب‌آوری نهادی را در جویم کاهش داده است. این امر مستلزم برنامه‌ریزی استراتژیک و تلاش جدی مقامات مدیریت بحران و ارائه‌دهندگان خدمات شهری است.

برای افزایش تاب‌آوری شهر جویم در برابر بلایای طبیعی، اتخاذ استراتژی‌های بلندمدت و کوتاه‌مدت ضروری است. سازمان‌های دولتی و ارائه‌دهندگان خدمات شهری، به‌ویژه شهرداری، باید آسیب‌های جزئی را در حوزه‌های مسئولیت خود شناسایی و رسیدگی کنند. افزایش هم‌افزایی، تعامل و مشارکت مردم و سازمان‌های غیردولتی برای ترمیم این آسیب‌پذیری‌ها و احیای تاب‌آوری شهر جویم بسیار مهم است.

نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر با هدف بررسی عوامل مؤثر بر آسیب‌پذیری مناطق مسکونی در برابر بحران زلزله انجام شد. یافته‌ها نشان می‌دهد که مجموعه‌ای از عوامل محیطی، اقتصادی، اجتماعی و کالبدی بر میزان آسیب‌پذیری تأثیرگذارند. از جمله مهم‌ترین این عوامل می‌توان به تراکم بالای جمعیت، کیفیت پایین ساخت‌وساز، فرسودگی بافت‌های شهری، عدم

رعایت اصول مقاوم سازی، کمبود زیرساخت های شهری، ناآگاهی ساکنان نسبت به اقدامات پیشگیرانه و نبود برنامه های مدیریت بحران کارآمد اشاره کرد. بررسی های آماری نشان داد که مناطق دارای بافت فرسوده، به دلیل ضعف در طراحی و ساخت، بیشترین میزان تخریب را تجربه خواهند کرد. علاوه بر این، وضعیت اقتصادی ساکنان نیز نقش مهمی در میزان آسیب پذیری ایفا می کند؛ به طوری که جوامعی با سطح درآمد پایین تر، توانایی لازم برای مقاوم سازی واحدهای مسکونی و تجهیز آن ها به امکانات ایمنی را ندارند. همچنین، ضعف در برنامه ریزی شهری و عدم تخصیص منابع کافی برای کاهش مخاطرات طبیعی، از دیگر چالش های جدی در این حوزه محسوب می شود. به طور کلی، نتایج این تحقیق نشان دهنده ضرورت اقدامات پیشگیرانه و اصلاحات ساختاری در جهت کاهش اثرات مخرب زلزله است. عدم برنامه ریزی مناسب در این زمینه می تواند منجر به خسارات جانی و مالی جبرانناپذیر شود. بنابراین، اتخاذ تدابیری جهت بهبود آمادگی و کاهش آسیب پذیری از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

با توجه به یافته های تحقیق، اقدامات زیر برای کاهش آسیب پذیری مناطق مسکونی در برابر زلزله پیشنهاد می شود:

۱. بهبود کیفیت ساخت و ساز و مقاوم سازی ساختمان ها

- تدوین و اجرای سخت گیرانه مقررات ساخت و ساز مقاوم در برابر زلزله

- نوسازی و مقاوم سازی ساختمان های قدیمی و فرسوده

- ارائه تسهیلات مالی و وام های کم بهره برای مقاوم سازی منازل مسکونی

۲. توسعه زیرساخت های شهری و مدیریت بحران

- ایجاد و تقویت پایگاه های مدیریت بحران در مناطق پرخطر

- توسعه و تجهیز مسیرهای امدادرسانی و خروج اضطراری

- تأمین امکانات اضطراری مانند پناهگاه های موقت و تجهیزات امدادی

۳. آموزش و آگاهی بخشی عمومی

- برگزاری دوره های آموزشی برای ساکنان مناطق پرخطر درباره اقدامات ایمنی

- گنجاندن مباحث مرتبط با مدیریت بحران و ایمنی در برنامه های آموزشی مدارس و دانشگاه ها

- افزایش اطلاع رسانی عمومی از طریق رسانه ها و شبکه های اجتماعی درباره نحوه مقابله با زلزله

۴. برنامه ریزی شهری و نظارت دقیق تر بر توسعه مناطق مسکونی

- جلوگیری از ساخت و سازهای غیرمجاز در مناطق پرخطر

- تعیین استانداردهای جدید برای طراحی شهری ایمن

- گسترش فضای سبز و فضاهای باز برای کاهش میزان خطرات ناشی از زلزله

۵. افزایش نقش دولت و نهادهای مرتبط در مدیریت بحران

- بهبود سیاست گذاری های ملی در زمینه کاهش مخاطرات زلزله



- همکاری بین دستگاه‌های اجرایی برای اجرای برنامه‌های کاهش خطرات
 - افزایش بودجه و اعتبارات لازم برای مقاوم‌سازی و بهبود زیرساخت‌های شهری
- این راهکارها می‌توانند به کاهش آسیب‌پذیری مناطق مسکونی در برابر زلزله کمک کرده و زمینه‌ساز افزایش تاب‌آوری جوامع در برابر این بحران طبیعی شوند.

منابع

۱. لاله پور، منیژه، خیری زاده، منصور و ذاکری، مرتضی. (۱۴۰۱). ارزیابی آسیب‌پذیری محلات شهری در برابر بحران زلزله (نمونه موردی: محلات شهر ورزقان). مخاطرات محیط طبیعی، ۱۱(۳۱)، ۲۴-۱.
۲. نصیری هنده خاله، اسماعیل. (۱۴۰۰). تحلیل آسیب‌پذیری اجتماعی بافت‌های فرسوده شهری کلان شهر کرج در برابر بحران زلزله با استفاده از مدل ویکور (مطالعه موردی کرج کهن). فصلنامه جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)، ۱۲(۱)، ۳۱-۵۰.
۳. جعفری، م، رضایی، ع. (۲۰۲۰). تحلیل و ارزیابی عوامل آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله: نمونه موردی منطقه ۴ تهران. پژوهش‌های جغرافیای شهری، ۱۸.
۴. پورمحمودی، س.، حسینی، م. (۲۰۲۲). تحلیل و ارزیابی آسیب‌پذیری مسکن در برابر زلزله: مطالعه موردی شهر شیراز. مجله مهندسی عمران.
۵. حسینی، ف، کریمی، ح. (۲۰۲۳). تحلیل آسیب‌پذیری مسکن در برابر زلزله در شهر تهران: ارزیابی ساختارهای موجود. مجله مهندسی عمران دانشگاه صنعتی خاتم، ۲۲.
۶. افزیر، م. (۲۰۲۱). آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله. سایت/افزیر.
۷. غلامی، ع. (۲۰۱۷). تحلیل و بررسی عوامل مؤثر بر آسیب‌پذیری مسکن در برابر زلزله در نواحی شهری. پژوهش‌های شهری.
۸. غلامی، ع. (۲۰۲۰). تحلیل آسیب‌پذیری مسکن در برابر زلزله با استفاده از مدل‌های مختلف (مطالعه موردی: شهر همدان). پژوهش‌های شهری.
۹. محمودی، ف. (۲۰۱۹). بررسی عوامل مؤثر بر آسیب‌پذیری مسکن در برابر زلزله در نواحی شهری: مطالعه موردی شهر اصفهان. مجله جغرافیا و توسعه شهری.
۱۰. بزی، خ، صادقی، ن، خواجه شاهکویی، ع، رضایی، ح. (۲۰۲۰). تحلیل و برآورد آسیب‌پذیری مسکن شهری در برابر زلزله (مطالعه موردی: شهر گرگان)، مجله آمایش جغرافیایی فضا، دوره ۷، شماره ۲۵ - شماره پیاپی ۲۵، آذر ۱۳۹۶، صفحه ۷۳-۸۸.
۱۱. جعفری، م.، رضایی، ع. (۲۰۲۰). تحلیل و ارزیابی عوامل آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله: نمونه موردی منطقه ۴ تهران. پژوهش‌های جغرافیای شهری.
۱۲. پیری، م، احمدی، ج. (۲۰۲۱). ارزیابی آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی ایران در برابر خطر زلزله. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۱۶.
۱۳. حسینی، م. (۲۰۱۹). تحلیل و ارزیابی آسیب‌پذیری ساختمان‌ها در برابر زلزله: مطالعه موردی شهر مشهد. مجله مهندسی عمران.



۱۴. حسینی، ف، کریمی، ح. (۲۰۲۳). تحلیل آسیب‌پذیری مسکن در برابر زلزله در شهر تهران: ارزیابی ساختارهای موجود. مجله مهندسی عمران دانشگاه صنعتی خاتم
۱۵. رحمانی، ع، پورمحمدی، م. (۲۰۲۱). تحلیل آسیب‌پذیری ساختارهای مسکونی در برابر زلزله: مطالعه موردی شهر تبریز. مجله برنامه‌ریزی جغرافیایی.
۱۶. رحمانی، ع. (۲۰۲۲). ارزیابی آسیب‌پذیری ساختارهای مسکونی در برابر زلزله در مناطق شهری: مطالعه موردی تبریز. مجله برنامه‌ریزی جغرافیایی.
۱۷. موسوی، س.، & احمدی، ج. (۲۰۲۰). تحلیل آسیب‌پذیری مسکن شهری در برابر زلزله: مطالعه موردی شهر کرمانشاه. مجله مطالعات جغرافیایی.
۱۸. سلیمانی، س.، & رضایی، م. (۲۰۲۱). تحلیل آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های شهری در برابر زلزله: مطالعه موردی شهر تهران. مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری.
۱۹. مرادی، س.، & شاه‌قلی، ع. (۲۰۲۰). تحلیل آسیب‌پذیری مسکن در برابر زلزله در نواحی شهری: مطالعه موردی شهر سمنان. مجله مطالعات شهری و منطقه‌ای

1. Kheirizadeh Arouq, M., Esmailpour, M., & Sarvar, H. (2020). Vulnerability assessment of cities to earthquake based on the catastrophe theory: a case study of Tabriz city, Iran. *Environmental Earth Sciences*, 79(14), 354. <https://doi.org/10.1007/s12665-020-09103-2>
2. Guo, X., & Kapucu, N. (2020). Assessing social vulnerability to earthquake disaster using rough analytic hierarchy process method: A case study of Hanzhong City, China. *Safety science*, 125, 104625.
3. Khan, F., & Haider, Z. (2017). Assessment of seismic vulnerability of urban housing in earthquake-prone regions. *Natural Hazards*, 87(3), 1517-1533. <https://doi.org/10.1007/s11069-017-2902-0>
4. Jabbar, M., & Mohamed, S. (2018). Seismic risk assessment of buildings in seismic zones: A case study of urban housing in Iran. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 30, 133-145. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2018.04.004>
5. Chen, X., & Yang, Z. (2019). Vulnerability of residential buildings to earthquakes: A comparative analysis of different seismic zones. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, 48(6), 517-535. <https://doi.org/10.1002/eqe.3129>
6. Pujades, L. G., & Garcia, J. A. (2020). Seismic vulnerability and risk assessment of buildings: A review of methods. *Structural Safety*, 80, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.strusafe.2019.101866>
7. Papadopoulos, V. (2021). Seismic risk reduction for residential buildings in urban areas: Methodologies and strategies. *Journal of Seismology*, 25(4), 1123-1139. <https://doi.org/10.1007/s10950-021-09934-5>
8. Zhang, L., & Liu, X. (2022). Modeling the seismic vulnerability of urban residential buildings based on building typologies. *Earthquake Spectra*, 38(2), 697-717. <https://doi.org/10.1193/122920EQS327M>