



تدوین و اعتبارسنجی شاخص‌های ارزیابی آسیب‌پذیری فضاهای پیراشهری در برابر زلزله (مطالعه موردی: سکونتگاه‌های روستایی واقع در منطقه کلان‌شهری تهران)

پذیرش نهایی: ۱۴۰۲/۰۵/۲۴

دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۰۲/۰۷

صفحات: ۱-۱۶

بهمن طهماسی؛ دانشجوی دکتری، گروه جغرافیای انسانی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
حسنعلی فرجی سبکبار؛ استاد، گروه جغرافیای انسانی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
سیدعلی بدری؛ دانشیار، گروه جغرافیای انسانی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

زلزله از جمله مخرب‌ترین بلایای طبیعی است و به علت گستردگی قلمرو و شدت خساراتی که وارد می‌سازد، به‌عنوان یکی از شناخته‌شده‌ترین بلایای طبیعی جهان قلمداد می‌شود. در این زمینه سکونتگاه‌های روستایی به دلیل ساختار خاص کالبدی و شرایط اجتماعی - اقتصادی خود، دارای پتانسیل بالایی برای آسیب‌پذیری در برابر زلزله هستند. گرچه تاکنون مطالعاتی در مورد آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی در برابر زلزله انجام شده، اما آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی واقع در مناطق کلان‌شهری که دارای ویژگی‌های منحصربه‌فردی هستند، چندان مورد توجه نبوده و شاخص مناسب جهت ارزیابی آسیب‌پذیری این سکونتگاه‌ها تدوین نشده است. منطقه کلان‌شهری تهران به دلیل وجود گسل‌های فعال متعدد، سابقه تاریخی رخداد زلزله و ساختار زمین‌شناسی آن یکی از مناطق با ریسک بالای زلزله است. به همین جهت مدون‌سازی شاخص‌های مناسب برای ارزیابی پتانسیل آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی واقع در منطقه کلان‌شهری تهران از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بنابراین هدف از مطالعه حاضر تدوین و اعتبارسنجی شاخص‌های مناسب جهت ارزیابی پتانسیل آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی واقع در منطقه کلان‌شهری تهران در برابر مخاطره زلزله است. روش‌شناسی این مطالعه ترکیبی (کیفی - کمی) می‌باشد که با استفاده از روش مرور نظام‌مند و تکنیک دلفی و بهره‌گیری از نظر ۴۰ نفر خبره انجام شده است. همچنین جهت اعتبارسنجی شاخص‌ها نیز از آمارها و آزمون‌های توصیفی و استنباطی کمی مانند میانگین، انحراف معیار، ضریب تغییرات و آماره t استفاده شده است. براساس نتایج پژوهش تعداد ۳۷ شاخص مناسب در قالب سه مؤلفه اصلی شامل؛ در معرض خطر قرار گرفتن، حساسیت و ظرفیت سازگاری جهت ارزیابی آسیب‌پذیری مورد تأیید قرار گرفتند.

چکیده

واژه‌های

کلیدی:

شاخص‌ها،
آسیب‌پذیری،
زلزله، فضاهای
پیراشهری،
سکونتگاه‌های
روستایی.

¹ E- Mail: hfaraji@ut.ac.ir

نحوه ارجاع به مقاله:

طهماسی، بهمن. فرجی سبکبار، حسنعلی. بدری، سیدعلی. ۱۴۰۲. تدوین و اعتبارسنجی شاخص‌های ارزیابی آسیب‌پذیری فضاهای پیراشهری در برابر زلزله (مطالعه موردی: سکونتگاه‌های روستایی واقع در منطقه کلان‌شهری تهران). مجله توسعه فضاهای پیراشهری. ۱۰(۲): ۱-۱۶.



فراوانی و شدت بلایا در سطح جهانی در حال افزایش است (De Haen and Hemrich, 2007; CRED, 2015; Huggel et al, 2015). این تشدید ناشی از افزایش تعامل انسان و محیط، افزایش جمعیت و افزایش ارزش دارایی‌های در معرض خطر است (Aksha et al, 2019). طی دهه‌های اخیر با وجود پیشرفت‌های بشری، پیامدهای فاجعه‌بار انسانی و اقتصادی مخاطرات طبیعی بیشتر احساس می‌شود. تنها در سال ۲۰۲۰، مخاطرات طبیعی زندگی نزدیک به ۱۰۰ میلیون نفر را تحت تأثیر قرار داده، حدود ۱۹۰ میلیارد دلار آمریکا خسارت اقتصادی به بار آورده و منجر به مرگ بیش از ۱۵ هزار نفر فقط در یک سال شده است (Jones et al, 2022). گرچه خسارت‌های جانی و مالی ناشی از مخاطرات طبیعی در سال‌های مختلف با توجه به نوع و شدت رخدادها متفاوت است اما به‌طور متوسط طی دهه‌های گذشته، سالانه حدود ۴۵ هزار نفر بر اثر بلایای طبیعی کشته شده‌اند. در بین انواع مخاطرات طبیعی زلزله یکی از شناخته‌شده‌ترین مخاطرات است که با وجود پیشرفت‌های چشمگیر تکنولوژی همچنان قابلیت پیش‌بینی ندارد و هر ساله افراد زیادی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Global Change Data Lab, 2023). به‌طوری که طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ بیش از ۷۲۰ هزار نفر بر اثر زلزله کشته شده‌اند (Lian et al., 2021).

ایران به‌عنوان یکی از کشورهای حادثه‌خیز دنیا در چند دهه گذشته به دلیل وقوع مخاطرات به‌ویژه مخاطره زلزله متحمل خسارات زیاد جانی و مالی شده است (پوراحمد و همکاران، ۱۳۸۸؛ اردلان، ۱۳۹۲؛ علی‌نژاد امام‌قلی، ۱۳۹۹). ایران در یک منطقه لرزه‌خیز فعال با سابقه طولانی زلزله‌های مخرب واقع شده است. مطالعات متعدد نشان داده است که بخش عمده پهنه سرزمینی ایران به دلیل نزدیکی به گسل‌های فعال با خطر زلزله بالایی مواجه است. تهران، پایتخت و بزرگ‌ترین شهر ایران و محدوده پیرامون آن، به دلیل قرار گرفتن در مجاورت شبکه‌ای مترکم از گسل‌ها، بیش از سایر مناطق ایران در معرض خطر زلزله قرار دارد (Kamranzad et al, 2020; Sarvar et al, 2011).

منطقه کلان‌شهری تهران شامل دو استان تهران و البرز به‌عنوان پرجمعیت‌ترین کانون جمعیتی کشور شناخته می‌شود که حدود ۲۰ درصد از کل جمعیت ایران را در خود جای‌داده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵). فضاها پیراشهری واقع در منطقه کلان‌شهر تهران به دلیل جمعیت‌پذیری و مهاجرپذیری بالا، تراکم بالای جمعیت (مسلمی و همکاران، ۱۴۰۱)، وجود بافت‌های فرسود و ناکارآمد (زمانی و همکاران، ۱۴۰۱؛ فراهانی و همکاران، ۱۴۰۰)، رشد ناهماهنگ و غیراصولی، انجام ساخت‌وساز در حریم گسل‌ها و وجود مناطق مستعد ناپایداری زمین‌شناختی در صورت وقوع زلزله‌ای شدید، با تلفات و خسارت‌های جبران‌ناپذیری مواجه خواهند شد (دربان آستانه و همکاران، ۱۳۹۷). به همین دلیل پرداختن به وضعیت آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی واقع در منطقه کلان‌شهری تهران امری اجتناب‌ناپذیر است. زلزله‌ها به‌عنوان بلایای طبیعی ویرانگری شناخته می‌شوند که گرچه قابل پیش‌بینی نیستند اما با افزایش آمادگی می‌توان اثرات آن‌ها را کاهش داد. بنابراین، ارزیابی وضعیت موجود و افزایش آگاهی و آمادگی برای کاهش خسارات جانی و مالی ناشی از وقوع زلزله احتمالی بسیار مهم است (Becker et al, 2020; Dash et al, 2008). برای سنجش و ارزیابی آسیب‌پذیری در برابر زلزله، استفاده از شاخص‌های ترکیبی مناسب که ماهیت چندبعدی آسیب‌پذیری را نمایان سازد، ضرورت دارد (Burton et al, 2022; Contreras et al, 2011; Botero Fernández, 2009; Minos-). در ارتباط با آسیب‌پذیری سکونتگاه‌ها در برابر زلزله گرچه مطالعات متعدد داخلی و خارجی هر کدام متناسب با حوزه تخصصی خود با استفاده از شاخص‌های متفاوت صورت گرفته است، اما این مطالعات

عمدتاً بر بررسی آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های شهری و روستایی تمرکز داشته‌اند و تاکنون مطالعه جامعی که به‌طور خاص به آسیب‌پذیری فضاهای پیراشهری در برابر زلزله و احصاء شاخص‌های آن متناسب با ماهیت متفاوت این مناطق پرداخته باشد، انجام نشده است. این مسئله به‌عنوان یک خلاء هم در مباحث نظری مربوط به مطالعات فضاهای پیراشهری و هم به‌عنوان یک خلاء کاربردی در جهت کمک به سیاست‌گذاران، تصمیم‌گیران و برنامه‌ریزی برای افزایش آمادگی و کاهش آسیب‌پذیری در برابر زلزله احتمالی به‌وضوح دیده می‌شود. به همین سبب، هدف از مطالعه حاضر شناسایی، گردآوری و اعتبارسنجی شاخص‌های مناسب برای ارزیابی آسیب‌پذیری فضاهای پیراشهری واقع در منطقه کلان‌شهری تهران در برابر زلزله است.

آسیب‌پذیری در برابر مخاطره زلزله، به‌عنوان پتانسیل آسیب و ظرفیت جامعه برای کاهش یا واکنش به‌موقع نسبت به خطر زلزله تعریف می‌شود (Cutter, 1996). می‌توان آسیب‌پذیری را به دودسته کلی بیوفیزیکی و اجتماعی تقسیم کرد (Cutter, 1996; Schmidtlein et al., 2008). آسیب‌پذیری بیوفیزیکی بیانگر فراوانی و شدت یا احتمال وقوع یک مخاطره است (Brooks, 2003). درحالی‌که آسیب‌پذیری اجتماعی به‌عنوان ویژگی‌های یک فرد، گروه یا جامعه برحسب ظرفیت آن‌ها برای پیش‌بینی، مقابله، مقاومت و بازیابی خود از اثرات یک خطر طبیعی تعریف می‌شود (Wisner et al., 2004). درنهایت ترکیب آسیب‌پذیری بیوفیزیکی و آسیب‌پذیری اجتماعی آسیب‌پذیری کلی یک مکان یا پهنه فضایی را به دنبال خواهد داشت (Zhou et al., 2014). به همین دلیل است که درک تأثیرات متفاوت مخاطرات در جوامع مختلف از یک‌سو نیازمند شناخت مخاطرات قابل وقوع و از سوی دیگر نیازمند شناخت ظرفیت‌های جوامع برای مقابله، رویارویی و بازیابی است (Yoon, 2012).

با توجه به آنچه مطرح گردید، طی سال‌های اخیر در حوزه‌های تخصصی مختلف تعاریف، روش‌ها و شاخص‌های متفاوتی برای ارزیابی آسیب‌پذیری مورد استفاده قرار گرفته است. اما آنچه مشخص است در گام اول، تدوین شاخص‌های مناسب جهت سنجش و ارزیابی آسیب‌پذیری ضروری است. وجود شاخص‌های معتبر به محققین اجازه می‌دهد تا وضعیت مورد بررسی را به‌طور دقیق ارزیابی کنند (Cabrera-Nguyen, 2010). در مطالعات شهری و روستایی تاکنون مطالعات مختلفی با موضوعات متفاوت به تدوین و اعتبارسنجی شاخص‌های مورد نیاز در پژوهش‌های خود پرداخته‌اند که در ادامه به‌مرور آن‌ها پرداخته می‌شود. در بین پژوهش‌های مرتبط خارجی، اورنسیو و فوجی^۱ (۲۰۱۳) به توسعه شاخص مناسب برای تعیین آسیب‌پذیری در یک جامعه ساحلی در شهر بالدرد فلیپین پرداخته‌اند که براساس آن شاخص مورد نظر از میانگین وزنی هفت عامل آسیب‌پذیری جغرافیایی، اقتصادی و معیشتی، امنیت غذایی، محیط‌زیست، سیاست‌گذاری و نهادی، جمعیتی و کالاهای سرمایه‌ای تشکیل شده است. سیمون^۲ و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه خود به بررسی توسعه و آزمایش اهداف و شاخص‌های توسعه پایدار شهری پرداخته است. در این پژوهش و با انجام مطالعه موردی بر روی پنج شهر؛ بنگلور از هند، کیپ تاون از آفریقای جنوبی، گوتنبرگ از سوئد، منچستر از بریتانیا و کیسومو از کنیا، شاخص‌های توسعه پایدار شهری در سطح جهانی و محلی برای استفاده در اهداف توسعه پایدار سازمان ملل متحد شناسایی شده است. باکسن^۳ و همکاران (۲۰۱۷) به اعتبارسنجی شاخص‌های تاب‌آوری و

^۱ Orencio & Fujii

^۲ Simon

^۳ Bakkensen

آسیب‌پذیری در زمینه بلایای طبیعی با استفاده از داده‌های مربوط به ۱۰ ایالت از کشور ایالات متحده آمریکا و بهره‌گیری از روش تحلیل رگرسیون چند متغیره جهت بررسی میزان ارتباط شاخص‌ها با وضعیت تاب‌آوری و آسیب‌پذیری پرداخته‌اند. در نهایت مشخص شده است که بین شاخص‌ها به لحاظ میزان اثرگذاری تفاوت وجود دارد. پاپاتوما-کوهل^۱ و همکاران (۲۰۱۹) به توسعه شاخص‌های آسیب‌پذیری در برابر مخاطرات طبیعی پرداخته‌اند. براساس یافته‌های آن‌ها مهم‌ترین شاخص‌های تبیین‌کننده آسیب‌پذیری در برابر مخاطرات مربوط به ویژگی‌های آسیب‌پذیری فیزیکی است. پرسیاد^۲ و همکاران (۲۰۲۰) به ارزیابی آسیب‌پذیری با استفاده از شاخص‌های ارزیابی سریع آسیب‌پذیری پرداخته‌اند. در این مطالعه مؤلفه قرارگرفتن در معرض خطر زلزله و بعد از آن شاخص‌های مربوط به مؤلفه حساسیت به‌ویژه وضعیت مصالح مورد استفاده در مسکن، جهت ارزیابی سریع آسیب‌پذیری و ارائه سناریوهای کاهش آسیب‌پذیری مورد تأکید قرار گرفته است. برتون^۳ و همکاران (۲۰۲۲) به اعتبارسنجی و توسعه شاخص‌های ترکیبی برای اندازه‌گیری آسیب‌پذیری در برابر زلزله با استفاده از دیدگاه اجتماعی-اقتصادی پرداخته‌اند. این مطالعه بر اهمیت در نظر گرفتن روابط متقابل بین خطر زلزله، آسیب‌پذیری فیزیکی و شرایط اجتماعی-اقتصادی و ظرفیت بازیابی در کاهش خطر بلایا تأکید می‌کند. یه و جیا^۴ (۲۰۲۳) به ارزیابی و تحلیل آسیب‌پذیری اجتماعی در برابر زلزله پرداخته‌اند. در این مطالعه با استفاده از ۲۷ شاخص در قالب سه مؤلفه؛ قرارگرفتن در معرض خطر زلزله، حساسیت و ظرفیت سازگاری و همچنین استفاده از روش وزن‌دهی آنتروپی به ارزیابی آسیب‌پذیری پرداخته‌اند.

در بین مطالعات مرتبط داخلی نیز، کلانتری و همکاران (۱۳۸۸) اولین بار به تدوین و اعتبارسنجی شاخص‌های توسعه پایدار مناطق روستایی پرداخته‌اند. این مطالعه با بهره‌گیری از نظرات ۶۳ نفر خبره و کارشناس که به‌صورت هدفمند انتخاب شده‌اند صورت گرفته و جهت تحلیل و اعتبارسنجی نهایی شاخص‌ها از پارامترها و آزمون‌های مختلف مانند میانگین، انحراف معیار، ضریب تغییرات و آزمون من ویتنی استفاده شده است. رضوانی و همکاران (۱۳۹۲) به توسعه و اعتبارسنجی شاخص‌های مؤثر در شبکه فضایی بازاریابی محصول شیر در مناطق روستایی پرداخته‌اند. این مطالعه با بهره‌گیری از نظرات ۳۶ نفر خبره و کارشناس که به‌صورت هدفمند انتخاب شده‌اند، صورت گرفته و جهت تحلیل و اعتبارسنجی نهایی شاخص‌ها از پارامترها و آزمون‌هایی مانند میانگین، تاپسیس و آزمون من ویتنی استفاده شده است. نعیمی و صدیقی (۱۳۹۲) به شناسایی ابعاد راهبردی توسعه روستایی در ایران: دیدگاه صاحب‌نظران دانشگاه‌های تربیت مدرس و تهران پرداخته‌اند. این مطالعه با بهره‌گیری از نظرات ۴۲ نفر از اعضای هیئت‌علمی و دانشجویان تحصیلات تکمیلی که به‌صورت هدفمند انتخاب شده‌اند صورت گرفته و جهت تحلیل و شناسایی ابعاد راهبردی توسعه روستایی از پارامترهای آماری میانگین و انحراف معیار استفاده شده است. سجاسی قیداری و همکاران (۱۳۹۳) به تدوین و اعتبارسنجی شاخص‌های توسعه کارآفرینی اکوتوریستی در مناطق روستایی پرداخته‌اند. این مطالعه با بهره‌گیری از نظرات ۴۲ نفر کارشناس و خبره در حوزه موضوعی که به‌طور هدفمند انتخاب شده‌اند صورت گرفته و جهت تحلیل و اعتبارسنجی نهایی شاخص‌ها از پارامترهای آماری شامل؛ میانگین، تکنیک تاپسیس و آزمون من ویتنی استفاده شده است. موسوی و همکاران (۱۳۹۶) به تدوین و اعتبارسنجی شاخص‌های بومی حکمروایی خوب روستایی پرداخته‌اند.

¹ Papatoma-Kohle

² Preciado

³ Burton

⁴ Ye & Jia

این مطالعه با بهره‌گیری از نظرات ۳۵ نفر کارشناس و خبره در حوزه موضوعی که به‌طور هدفمند انتخاب شده‌اند صورت گرفته و جهت تحلیل و اعتبارسنجی نهایی شاخص‌ها از پارامترهای آماری شامل؛ رتبه مستقیم، جمع رتبه‌ای، عکس‌پذیری رتبه‌ای، توان رتبه‌ای، میانگین و انحراف معیار استفاده شده است. طالشی و همکاران (۱۳۹۶) به تدوین و اعتبارسنجی شاخص‌های مناسب ارزیابی تاب‌آوری روستایی در برابر مخاطره خشک‌سالی مطالعه موردی: حوضه آبخیز حبله رود پرداخته‌اند. این مطالعه با بهره‌گیری از نظرات ۳۵ نفر کارشناس و خبره که به‌صورت هدفمند انتخاب شده‌اند صورت گرفته و جهت تحلیل و اعتبارسنجی نهایی شاخص‌ها از پارامترهای آماری شامل؛ میانگین، انحراف معیار و آزمون کروسکال والیس استفاده شده است. نسترن و پیرانی (۱۳۹۸) به تدوین و اعتبارسنجی معیارها و شاخص‌های توسعه شهر هوشمند در سه شهر اصفهان پرداخته‌اند. در این مطالعه جهت اعتبارسنجی از دو شاخص ضریب نسبی روایی محتوا و شاخص روایی محتوا استفاده شده و شاخص‌ها مورد قضاوت ۳۰ نفر از متخصصان قرار گرفته است. کفایتی و همکاران (۱۴۰۰) به تدوین و اعتبارسنجی شاخص‌های مناسب ارزیابی آسیب‌پذیری مناطق کشاورزی در شرایط خشک‌سالی پرداخته‌اند. این مطالعه با بهره‌گیری از نظرات ۳۰ نفر کارشناس و خبره که به‌صورت هدفمند انتخاب شده‌اند صورت گرفته و جهت تحلیل و اعتبارسنجی نهایی شاخص‌ها از پارامترهای آماری شامل؛ میانگین، انحراف معیار، ضریب تغییرات و آزمون t تک نمونه‌ای استفاده شده است.

بررسی پیشینه پژوهش نشان می‌دهد تاکنون برخی مطالعات خارجی و داخلی در حوزه علوم جغرافیایی و علوم محیطی به تدوین، توسعه و اعتبارسنجی شاخص‌های مورد نیاز برای انجام پژوهش‌ها و سنجش و ارزیابی مفاهیم مختلف پرداخته‌اند. اما شناسایی شاخص‌های مناسب جهت ارزیابی آسیب‌پذیری فضاهای پیراشهری در برابر مخاطره زلزله با توجه به ویژگی‌های خاص و منحصر به فرد فضاهای پیراشهری از اهمیت قابل توجهی برخوردار است که این موضوع کمتر توسط پژوهشگران مورد بررسی قرار گرفته است. بنابراین، شناسایی و اعتبارسنجی مؤلفه‌ها و شاخص‌های ارزیابی آسیب‌پذیری فضاهای روستایی پیرامون کلان‌شهرها در برابر مخاطره زلزله برای کشورهایی مانند ایران که همواره با تهدیدها و خطرات بالقوه مخاطره زلزله مواجه هستند از موضوعات ضروری جهت برنامه‌ریزی بهتر برای این مناطق است که این موضوع به‌عنوان یک خلاء علمی می‌تواند متمایزکننده پژوهش حاضر از مطالعات پیشین باشد. همچنین برطرف نمودن این خلاء علمی زمینه را برای انجام مطالعات بعدی که قصد پژوهش در مورد آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی واقع در منطقه کلان‌شهری تهران یا مناطق مشابه آن را دارند، فراهم می‌نماید.

روش‌شناسی

این مطالعه از نوع پژوهش‌های کاربردی و به لحاظ روش از نوع توصیفی - تحلیلی است. روش‌شناسی پژوهش به‌صورت ترکیبی (کیفی - کمی) است. در بخش کیفی با استفاده از مرور نظام‌مند منابع تحقیق مقالات مشابه و مرتبط با موضوع تحقیق شناسایی و در چند مرحله مورد پالایش قرار گرفته‌اند و در ادامه نیز با بررسی محتوای مقالات، شاخص‌های ارزیابی آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی در برابر زلزله احصاء شده است. بعد از آن با روش دلفی و بهره‌گیری از نظرات خبرگانی که دارای تخصص در زمینه موضوع تحقیق بوده‌اند، میزان مناسب بودن هر یک از شاخص‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. در بخش کمی تحقیق نیز با استفاده از آمارهای توصیفی و استنباطی مانند،

میانگین، انحراف معیار، ضریب تغییرات و آزمون t تک نمونه‌ای به پالایش و اعتبارسنجی شاخص‌ها پرداخته شده است. جامعه آماری این تحقیق شامل تمامی خبرگان و افراد متخصص در زمینه آسیب‌پذیری در برابر مخاطرات محیطی بوده است که با استفاده از روش نمونه‌گیری هدفمند تعداد ۴۰ نفر از خبرگان برای نظرخواهی و امتیازدهی به شاخص‌ها به‌عنوان نمونه انتخاب شده‌اند. بررسی ویژگی‌های خبرگان مشارکت‌کننده در پژوهش نشان می‌دهد به لحاظ جنسیت تعداد ۱۳ نفر زن و تعداد ۲۷ نفر مرد بوده‌اند. به لحاظ سن افراد، تعداد ۲ نفر کمتر از ۳۰ سال، تعداد ۱۷ نفر ۳۰ تا ۳۹ سال، تعداد ۱۴ نفر ۴۰ تا ۴۹ سال، تعداد ۴ نفر ۵۰ ساله و بیشتر و وضعیت سنی ۳ نفر نیز مشخص نبوده است. به لحاظ سطح تحصیلات، تعداد ۱۰ نفر دارای مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد، تعداد ۱۲ نفر دانشجوی مقطع دکتری و تعداد ۱۸ نفر نیز دارای مدرک تحصیلی دکتری بوده‌اند. به لحاظ حوزه تخصصی نیز افراد عمدتاً در زمینه جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، جغرافیای طبیعی، زمین‌شناسی و زلزله‌شناسی، جامعه‌شناسی، شهرسازی، مهندسی عمران، معماری، سلامت در حوادث و بلایا، مهندسی در سوانح طبیعی و مهندسی منابع طبیعی دارای تخصص بوده‌اند. سازمان محل اشتغال و فعالیت افراد نیز شامل؛ دانشگاه تهران، دانشگاه شهید بهشتی، دانشگاه خوارزمی، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی، پژوهشکده سوانح طبیعی، پژوهشکده سیاست‌گذاری دانشگاه صنعتی شریف، وزارت کشور، وزارت جهاد کشاورزی، وزارت راه و شهرسازی، سازمان مدیریت بحران کشور، سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران، جمعیت هلال‌احمر جمهوری اسلامی ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی و شرکت پژوهشگران موج پیشرو کشور بوده است.

فرایند مرور منابع در این تحقیق به این صورت بوده است که طریق مرور نظام‌مند مقالات علمی - پژوهشی منتشر شده فارسی و لاتین در زمینه آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی در برابر مخاطره زلزله به شناسایی پژوهش‌های مرتبط پرداخته شده است. جهت شناسایی مقالات مرتبط علاوه بر جستجوی آزاد در موتور جستجوی گوگل به جستجو در پایگاه‌های علمی داخلی شامل؛ بانک مقالات علوم اسلامی و انسانی (نورمگز)^۱، پرتال جامع علوم انسانی^۲، بانک اطلاعات نشریات کشور^۳، پایگاه مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی^۴ و پایگاه‌های علمی خارجی شامل؛ گوگل اسکولار^۵، ساینس دایرکت^۶ و پرو کوئست^۷ پرداخته شده است. همچنین در استراتژی جستجو متناسب با موضوع، مسئله، اهداف و کلیدواژه‌های اصلی پژوهش عمل شده است.

محدوده مورد مطالعه در این پژوهش شامل فضاهای پیراشهری واقع در پیرامون کلان‌شهر تهران است که دو استان تهران و البرز را پوشش می‌دهد. وجود دو کلان‌شهر تهران و کرج در دو استان مذکور و گسترش فزاینده فضاهای پیرامون آن‌ها باعث شکل‌گیری منطقه کلانشهری تهران شده است که مجموعاً تعداد ۶۳ سکونتگاه شهری و ۱۵۱۹ سکونتگاه روستایی را در خود جای داده است. بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۵ این منطقه (استان تهران و البرز) حدود ۲۰ درصد از کل جمعیت ایران را شامل می‌شود (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵). استان تهران به مرکزیت کلان‌شهر تهران

¹ <https://www.noormags.ir/>

² <https://ensani.ir/fa>

³ <https://www.magiran.com/>

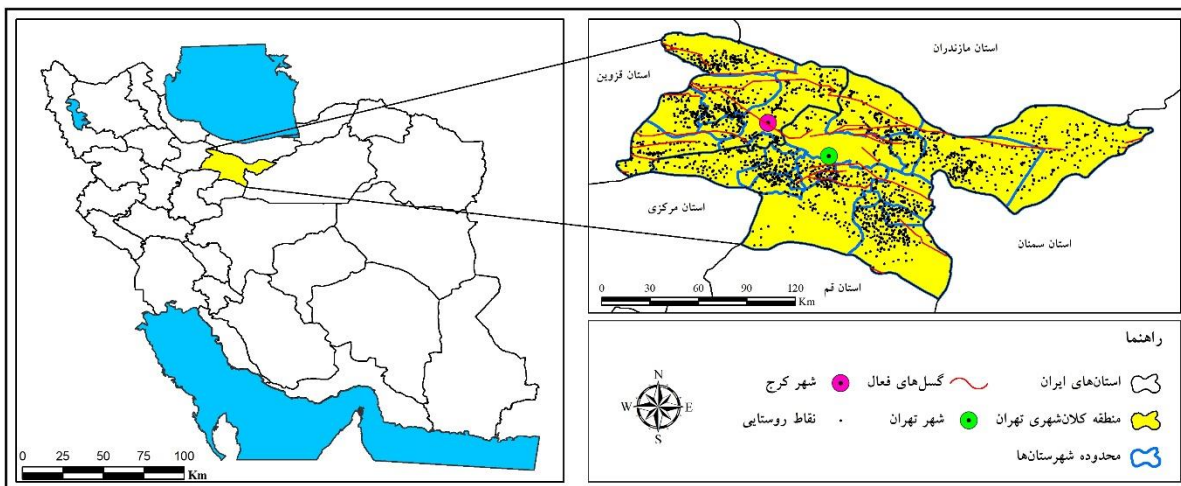
⁴ <https://sid.ir/journal/fa>

⁵ <https://scholar.google.com/>

⁶ <https://www.sciencedirect.com/>

⁷ <https://www.proquest.com/>

دارای وسعتی حدود ۱۳۸۴۲ کیلومترمربع است. استان تهران از شمال به استان مازندران، از جنوب شرقی به استان قم، از جنوب غربی به استان مرکزی، از غرب به استان البرز و از شرق به استان سمنان محدود شده است. استان تهران در سال ۱۳۹۵ دارای ۱۳۲۶۷۶۳۷ نفر جمعیت بوده است. همچنین استان البرز با مرکزیت کلان‌شهر کرج دارای وسعتی حدود ۵۱۷۳ کیلومترمربع است. این استان از شمال به استان مازندران، از جنوب شرقی به استان تهران، از جنوب غربی به استان مرکزی، از غرب به استان قزوین و از شرق به استان تهران محدود است. استان البرز در سال ۱۳۹۵ دارای ۲۷۱۲۴۰۰ نفر جمعیت بوده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵ و ۱۴۰۰).



شکل ۱. نقشه محدوده کلان‌شهری تهران

یافته‌های پژوهش

در این پژوهش ابتدا از طریق مرور نظام‌مند به شناسایی مقالات مرتبط جهت احصاء شاخص‌های آسیب‌پذیری پرداخته شده است. پس از مرور جامع منابع و حذف نتایج تکراری، تعداد ۵۵ مقاله مرتبط شناسایی و در ادامه پس از مطالعه متن کامل مقالات، از بین آن‌ها بر اساس معیارهای موردنظر مانند؛ داشتن روش شناسی شفاف و مدون، مرتبط و نزدیک بودن شاخص‌های مورداستفاده در آن‌ها به موضوع و هدف پژوهش حاضر، مجموعاً تعداد ۳۸ مقاله علمی - پژوهشی انتخاب و شاخص‌های آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی پیراشهری در برابر مخاطره زلزله از طریق بررسی محتوای آن‌ها احصاء شد. در این مرحله مجموعاً تعداد ۹۸ شاخص احصاء گردید. این شاخص‌ها با توجه به ماهیت آن‌ها در چهار دسته کالبدی، محیطی، اقتصادی و اجتماعی دسته‌بندی شدند که بعد کالبدی دارای ۴۲ شاخص، بعد محیطی ۲۵ شاخص، بعد اقتصادی ۱۵ شاخص و بعد اجتماعی دارای ۱۹ شاخص بوده است.

در مرحله بعد، ابتدا شاخص‌های شناسایی شده در مرحله قبل مورد پالایش قرار گرفتند و شاخص‌های مشابه باهم ادغام شدند. همچنین براساس نظرات تیم پژوهش برخی شاخص‌ها که به لحاظ محتوایی ارتباط کمتری با موضوع و هدف پژوهش حاضر داشتند، حذف شدند. در نهایت تعداد ۴۱ شاخص مهم و مرتبط که قابلیت بیشتری برای سنجش آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی پیرامون شهری در برابر مخاطره زلزله داشتند انتخاب گردید. جهت اعتبارسنجی شاخص‌ها از نظرات خبرگان و افراد آگاه نسبت به موضوع استفاده شد. برای انجام این کار شاخص‌های نهایی حول سه مؤلفه اصلی آسیب‌پذیری شامل؛ (۱) در معرض خطر قرار گرفتن، (۲) حساسیت و (۳) ظرفیت سازگاری، از طریق

تدوین پرسش‌نامه در اختیار خبرگان قرار گرفت و از آن‌ها خواسته شد تا بر اساس میزان مناسب بودن شاخص‌ها برای سنجش آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی واقع در منطقه کلان‌شهری تهران (دو استان تهران و البرز) در برابر مخاطره زلزله با اختصاص دادن امتیازی بین ۰ تا ۱۰ به هر یک از شاخص‌ها، نظرات خود را در این رابطه ارائه نمایند.

بعد از نظرسنجی از خبرگان و گردآوری داده‌ها جهت اعتبارسنجی شاخص‌ها، از آمارهای توصیفی و استنباطی مانند؛ میانگین، انحراف معیار، ضریب تغییرات، آزمون t تک نمونه‌ای و سطح معناداری (sig) مورد توجه قرار گرفت. بر این اساس با توجه به طیف مورد استفاده (۰ تا ۱۰)، عدد ۵ به عنوان میانگین ثابت و حد متوسط در نظر گرفته شده است، به عبارتی مقدار میانگین شاخص‌ها برای معتبر تلقی شدن باید بیشتر از این مقدار باشد. علاوه بر این انحراف معیار و ضریب تغییرات شاخص‌ها نیز مورد توجه قرار گرفته است، در اینجا هرچه مقدار انحراف معیار کمتر باشد به تبع آن ضریب تغییرات نیز کمتر خواهد بود و هر چه مقدار ضریب تغییرات کمتر باشد نشان‌دهنده توافق بیشتر خبرگان در مورد مناسب بودن شاخص است. همچنین برای معتبر بودن شاخص به لحاظ آماری، از مقدار آماره t نیز استفاده شده است. در این مطالعه با توجه به اینکه تعداد نمونه برابر با ۴۰ نفر و درجه آزادی برابر ۳۹ بوده است. به همین جهت مقدار حد بحرانی t در سطح اطمینان ۹۵ درصد برابر با ۱/۶۸۴ است. در واقع شاخص‌هایی که دارای میانگین بیشتر از ۵، انحراف معیار و ضریب تغییرات کمتر و همچنین مقدار t آن‌ها بزرگ‌تر از ۱/۶۸۴ بوده و سطح معناداری آن‌ها نیز کمتر از ۰/۰۵ بوده به عنوان شاخص‌های معتبر و مناسب برای سنجش آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی مورد توافق خبرگان قرار گرفته‌اند و شاخص‌هایی که شرایط مورد اشاره را نداشته‌اند به عنوان شاخص‌های نامناسب جهت سنجش آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی واقع در منطقه کلان‌شهری تهران در برابر زلزله تعیین شده‌اند.

۱. مؤلفه در معرض خطر قرار گرفتن

در مؤلفه در معرض خطر زلزله قرار گرفتن تعداد سه شاخص مهم احصاء شده است که بر اساس نظرات خبرگان هر سه شاخص دارای میانگین بالاتر از میانگین حد متوسط (عدد ۵)، انحراف معیار و ضریب تغییرات کم، مقدار آماره t در آن‌ها بالاتر از مقدار حد استاندارد مشخص شده (۱/۶۸۴)، سطح معناداری آن‌ها نیز کمتر از ۰/۰۵ بوده، بنابراین به لحاظ آماری در سطح اطمینان ۹۵ درصد مورد تأیید قرار گرفته‌اند و شاخص‌های مناسبی برای سنجش آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی در برابر زلزله شناخته می‌شوند (جدول ۱).

جدول ۱. اعتبارسنجی شاخص‌های مربوط به مؤلفه در معرض خطر قرار گرفتن

ردیف	شاخص	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	مقدار آماره t	سطح معناداری	وضعیت
۱	موقعیت استقرار روستا با توجه به پهنه‌بندی خطر زلزله	۸/۶۸	۱/۲۹	۰/۱۵	۱۸/۰۳	۰/۰۰۰	مناسب
۲	فاصله روستا از گسل	۸/۶۳	۱/۲۳	۰/۱۴	۱۸/۵۸	۰/۰۰۰	مناسب
۳	فاصله روستا از کانون زلزله‌های رخ داده	۷/۹۰	۱/۵۷	۰/۲۰	۱۱/۷۱	۰/۰۰۰	مناسب

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۲

۲. مؤلفه حساسیت

در مؤلفه حساسیت مجموعاً ۱۷ شاخص مهم احصاء شده است که بر اساس نظرات خبرگان دو شاخص؛ نسبت معابر دارای پوشش مناسب از کل معابر و سطح ارتفاع منطقه با وجود اینکه میانگین نظرات کمی بالاتر از میانگین ثابت حد متوسط (عدد ۵) بوده؛ اما به دلیل بالابودن مقادیر انحراف معیار و ضریب تغییرات از یک طرف و همچنین مقدار آماره t آن‌ها که کمتر از مقدار استاندارد مشخص شده (۱/۶۸۴) به دست آمده و سطح معناداری آن‌ها نیز بیشتر از ۰/۰۵ بوده؛ این دو شاخص برای سنجش آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی در برابر مخاطره زلزله نامناسب تشخیص داده شده‌اند. اما ۱۵ شاخص دیگر مربوط به مؤلفه حساسیت دارای میانگین بالاتر از میانگین ثابت حد متوسط، انحراف معیار و ضریب تغییرات کم، مقدار آماره t در آن‌ها بالاتر از مقدار حد استاندارد مشخص شده (۱/۶۸۴)، سطح معناداری آن‌ها نیز کمتر از ۰/۰۵ بوده و به لحاظ آماری در سطح اطمینان ۹۵ درصد مورد تأیید قرار گرفته‌اند و شاخص‌های مناسبی برای ارزیابی آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی واقع در منطقه کلان‌شهری تهران در برابر مخاطره زلزله شناخته می‌شوند (جدول ۲).

جدول ۲. اعتبارسنجی شاخص‌های مربوط به مؤلفه حساسیت

ردیف	شاخص	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	مقدار آماره t	سطح معناداری	وضعیت
۱	تراکم جمعیت در واحد مسکونی	۸/۲۵	۱/۳۰	۰/۱۶	۱۵/۸۶	۰/۰۰۰	مناسب
۲	بعد خانوار	۶/۴۵	۲/۱۸	۰/۳۴	۴/۲۰	۰/۰۰۰	مناسب
۳	تراکم خانوار در واحد مسکونی	۷/۷۸	۱/۴۹	۰/۱۹	۱۱/۷۵	۰/۰۰۰	مناسب
۴	نسبت جنسی (نسبت جمعیت زنان در برابر مردان)	۶/۱۳	۱/۶۵	۰/۲۷	۴/۳۱	۰/۰۰۰	مناسب
۵	نسبت جمعیت گروه‌های سنی آسیب‌پذیر (جمعیت زیر ۱۵ سال و بالای ۶۵ سال)	۷/۹۸	۱/۴۹	۰/۱۹	۱۲/۶۰	۰/۰۰۰	مناسب
۶	نسبت جمعیت دارای معلولیت	۷/۵۵	۲/۰۹	۰/۲۸	۷/۷۳	۰/۰۰۰	مناسب
۷	تراکم واحد مسکونی در واحد سطح (نسبت تعداد واحد مسکونی به مساحت)	۷/۸۸	۱/۳۲	۰/۱۷	۱۳/۷۳	۰/۰۰۰	مناسب
۸	نسبت واحدهای مسکونی بلندمرتبه (آپارتمانی ۲ طبقه و بیشتر در مقایسه با غیر آپارتمانی)	۷/۳۵	۱/۹۴	۰/۲۶	۷/۶۵	۰/۰۰۰	مناسب
۹	نسبت واحدهای مسکونی ساخته شده با مصالح مقاوم (فلزی و بتون آرمه)	۸/۷۳	۱/۲۴	۰/۱۴	۱۹/۰۰	۰/۰۰۰	مناسب
۱۰	نسبت واحدهای مسکونی با بیش از ۱۵ سال قدمت (قدمت ساختمان‌ها)	۷/۹۰	۱/۴۳	۰/۱۸	۱۲/۸۴	۰/۰۰۰	مناسب
۱۱	نسبت بافت ساخته شده از کل بافت سکونتگاه	۶/۰۸	۱/۶۹	۰/۲۸	۴/۰۳	۰/۰۰۰	مناسب

ردیف	شاخص	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	مقدار آماره t	سطح معناداری	وضعیت
۱۲	نسبت معابر عریض و ماشین‌رو از کل معابر سکونتگاه	۷/۴۸	۱/۹۷	۰/۲۶	۷/۹۳	۰/۰۰۰	مناسب
۱۳	نسبت معابر دارای پوشش مناسب (آسفالته، سنگ‌فرش یا شن‌ریزی شده) از کل معابر	۵/۵۰	۲/۲۲	۰/۴۰	۱/۴۳	۰/۱۶۲	نامناسب
۱۴	سطح ارتفاع منطقه	۵/۴۰	۲/۳۰	۰/۴۳	۱/۱۰	۰/۲۷۷	نامناسب
۱۵	میزان شیب منطقه	۶/۷۸	۲/۰۶	۰/۳۰	۵/۴۶	۰/۰۰۰	مناسب
۱۶	زمین‌شناسی منطقه	۶/۷۸	۱/۹۸	۰/۲۹	۵/۶۷	۰/۰۰۰	مناسب
۱۷	موقعیت طبیعی سکونتگاه (کوهستانی، کوهپایه‌ای، دشتی)	۶/۹۰	۱/۶۳	۰/۲۴	۷/۳۷	۰/۰۰۰	مناسب

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۲

۳. مؤلفه ظرفیت سازگاری

در مؤلفه ظرفیت سازگاری مجموعاً ۲۱ شاخص مهم احصاء شده است که بر اساس نظرات خبرگان دو شاخص شامل؛ نسبت واحدهای مسکونی دارای مالکیت شخصی به سایر (رهن و استیجاری) و فاصله سکونتگاه از مراکز انتظامی باوجوداینکه میانگین نظرات کمی بالاتر از میانگین ثابت حد متوسط (عدد ۵) بوده؛ اما به دلیل بالابودن مقادیر انحراف معیار و ضریب تغییرات از یک طرف و همچنین مقدار آماره t آن‌ها که کمتر از مقدار استاندارد مشخص شده (۱/۶۸۴) به دست آمده و سطح معناداری آن‌ها نیز بیشتر از ۰/۰۵ بوده؛ بنابراین این دو شاخص برای ارزیابی آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی در برابر مخاطره زلزله نامناسب تشخیص داده شده‌اند. اما ۱۹ شاخص دیگر مربوط به مؤلفه ظرفیت سازگاری دارای میانگین بالاتر از میانگین ثابت حد متوسط، انحراف معیار و ضریب تغییرات کم، مقدار آماره t در آن‌ها بالاتر از مقدار حد استاندارد مشخص شده (۱/۶۸۴)، سطح معناداری آن‌ها نیز کمتر از ۰/۰۵ بوده و به لحاظ آماری در سطح اطمینان ۹۵ درصد مورد تأیید قرار گرفته‌اند. بنابراین، شاخص‌های مناسبی برای سنجش آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی واقع در منطقه کلان‌شهری تهران در برابر مخاطره زلزله تشخیص داده شده‌اند (جدول ۳).

جدول ۳. اعتبارسنجی شاخص‌های مربوط به مؤلفه ظرفیت سازگاری

ردیف	شاخص	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	مقدار آماره t	سطح معناداری	وضعیت
۱	وضعیت اشتغال (نرخ اشتغال)	۶/۰۳	۲/۲۶	۰/۳۷	۲/۸۷	۰/۰۰۷	مناسب
۲	نرخ فعالیت اقتصادی	۵/۸۸	۲/۰۲	۰/۳۴	۲/۷۵	۰/۰۰۹	مناسب
۳	درآمد خانوار	۶/۹۵	۲/۵۳	۰/۳۶	۴/۸۷	۰/۰۰۰	مناسب
۴	تنوع منابع درآمدی خانوار	۶/۴۰	۲/۶۹	۰/۴۲	۳/۳۰	۰/۰۰۲	مناسب
۵	نرخ پس‌انداز خانوار	۶/۵۳	۲/۵۶	۰/۳۹	۳/۷۶	۰/۰۰۱	مناسب
۶	دسترسی به تسهیلات و اعتبارات (وام، کمک‌هزینه و مانند آن)	۶/۸۰	۲/۴۴	۰/۳۶	۴/۶۶	۰/۰۰۰	مناسب
۷	نسبت ساختمان‌های بیمه شده	۷/۰۵	۲/۵۱	۰/۳۶	۵/۱۶	۰/۰۰۰	مناسب

ردیف	شاخص	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	مقدار آماره t	سطح معناداری	وضعیت
۸	نسبت واحدهای مسکونی دارای مالکیت شخصی به سایر (رهن و استیجاری)	۵/۰۵	۲/۴۹	۰/۴۹	۰/۱۳	۰/۹۰۰	نامناسب
۹	میزان دسترسی به راه‌های ارتباطی و شبکه موصلاتی بیرون از سکونتگاه	۷/۶۸	۲/۰۲	۰/۲۶	۸/۳۸	۰/۰۰۰	مناسب
۱۰	میزان برخورداری سکونتگاه از امکانات بهداشتی و درمانی	۷/۵۵	۲/۰۷	۰/۲۷	۷/۷۷	۰/۰۰۰	مناسب
۱۱	فاصله از مراکز خدمات بهداشتی درمانی (درمانگاه، بیمارستان و...)	۷/۴۸	۱/۹۱	۰/۲۶	۸/۲۰	۰/۰۰۰	مناسب
۱۲	فاصله سکونتگاه از مراکز انتظامی	۵/۳۳	۲/۶۰	۰/۴۹	۰/۷۹	۰/۴۳۳	نامناسب
۱۳	فاصله سکونتگاه از ایستگاه‌های آتش‌نشانی	۷/۳۳	۲/۰۴	۰/۲۸	۷/۲۰	۰/۰۰۰	مناسب
۱۴	فاصله سکونتگاه از پایگاه‌های امداد و نجات	۷/۵۵	۱/۹۳	۰/۲۶	۸/۳۴	۰/۰۰۰	مناسب
۱۵	نرخ باسوادی	۵/۹۵	۱/۸۵	۰/۳۱	۳/۲۴	۰/۰۰۲	مناسب
۱۶	درک خطر زلزله از سوی روستائیان (آگاهی از وجود خطر زلزله)	۷/۸۰	۲/۱۶	۰/۲۸	۸/۱۹	۰/۰۰۰	مناسب
۱۷	آگاهی و دانش کافی برای واکنش مناسب در شرایط اضطراری	۷/۸۵	۱/۷۲	۰/۲۲	۱۰/۴۹	۰/۰۰۰	مناسب
۱۸	آگاهی از نیازهای امدادی	۷/۹۵	۱/۸۱	۰/۲۳	۱۰/۳۰	۰/۰۰۰	مناسب
۱۹	مهارت‌های خودیاری و نجات متقابل	۸/۰۳	۱/۷۸	۰/۲۲	۱۰/۷۷	۰/۰۰۰	مناسب
۲۰	سطح همکاری و مشارکت اجتماعی	۷/۹۳	۱/۶۴	۰/۲۱	۱۱/۲۹	۰/۰۰۰	مناسب
۲۱	نسبت جمعیت تحت پوشش انواع بیمه‌ها (بیمه درمانی، تأمین اجتماعی و سایر).	۶/۹۳	۲/۰۶	۰/۳۰	۵/۹۲	۰/۰۰۰	مناسب

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۲

نتیجه‌گیری

ایران به عنوان کشوری شناخته می‌شود که همواره در معرض رخداد انواع مخاطرات طبیعی بوده است و تاکنون بلاایای طبیعی مختلف خسارت‌های فراوانی را برای کشور ایجاد کرده‌اند. در بین انواع مخاطرات قابل وقوع در ایران، مخاطره زلزله یکی مخاطرات مهمی است که در طول تاریخ با شدت و بزرگای مختلف در محدوده جغرافیایی ایران به وقوع پیوسته است و بعضاً خسارت‌های جبران‌ناپذیری را نیز ایجاد کرده است. بررسی نقشه‌های پهنه‌بندی خطر زلزله در سطح کشور نشان می‌دهد که خطر وقوع زلزله در محدوده جغرافیایی ایران یکسان نبوده و برخی مناطق با خطر بالاتر یا ریسک بالای بالقوه برای وقوع زلزله همراه هستند و برخی مناطق دارای ریسک نسبتاً کمتری هستند. نکته حائز اهمیت این است که عمدتاً مناطقی که پتانسیل بالایی برای وقوع زلزله دارند جمعیت بیشتری را نیز در خود جای داده‌اند

و این موضوع سبب می‌شود تا در هنگام وقوع زلزله آسیب‌ها و خسارت‌های ناشی از آن افزایش یابد. منطقه کلان‌شهری تهران که دو استان تهران و البرز را پوشش می‌دهد یکی از مناطق با خطر بالای رخداد زلزله است که بیشترین بارگذاری جمعیتی نیز در آن ایجاد شده و حدود ۲۰ درصد از کل جمعیت کشور در این منطقه ساکن هستند. بنابراین، وقوع زلزله بزرگ در این منطقه خسارت‌های غیرقابل جبرانی را به دنبال خواهد داشت. تاکنون در برخی مطالعات به بررسی زلزله و آسیب‌پذیری در برابر مخاطره زلزله در فضاهای شهری واقع در منطقه کلان‌شهری تهران انجام شده است اما بررسی آسیب‌پذیری فضاهای روستایی واقع در منطقه کلان‌شهری تهران چندان مورد توجه پژوهشگران قرار نگرفته است. فضاهای روستایی واقع در این منطقه با دلیل شرایط محیطی و اجتماعی - اقتصادی خاص خود با شیوه خاصی از سکونت‌گزینی و توسعه فیزیکی مواجه هستند. این مناطق با دلیل تراکم بالای جمعیتی و مسکونی، قرار گرفتن در مناطق با ریسک بالا و مجاورت گسل‌های فعال، ساخت‌وسازهای غیرمجاز و غیراصولی و مواردی مشابه آن به‌طور بالقوه پتانسیل بالایی برای آسیب‌پذیری در برابر مخاطره زلزله دارند. در این زمینه برای مشخص کردن وضعیت آسیب‌پذیری فضاهای روستایی این منطقه در گام اول ضرورت تعیین و تدقین شاخص‌های ارزیابی به‌وضوح دیده می‌شود. در واقع شناسایی و اعتبارسنجی شاخص‌ها یک گام اساسی در فرایند ارزیابی و تحلیل بلایا است. اما نکته قابل توجه این است که تاکنون شاخص‌های مناسب و متناسب با ویژگی‌های خاص فضاهای روستایی پیرامون کلان‌شهرها برای ارزیابی آسیب‌پذیری پیش از وقوع مخاطره زلزله تدوین نشده است. به همین جهت مطالعه حاضر تلاش کرده است تا با ترکیب روش‌های کیفی و کمی به تدوین و اعتبارسنجی شاخص‌های ارزیابی آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی واقع در منطقه کلان‌شهری تهران پردازد.

در این مطالعه جهت شناسایی مؤلفه‌ها و شاخص‌های آسیب‌پذیری از طریق مرور نظام‌مند منابع اقدام شده که در مرحله اول تعداد ۹۸ شاخص شناسایی شد و در ادامه با پالایش اولیه شاخص‌ها و حذف مواردی که با هدف و موضوع تحقیق حاضر ارتباط چندانی نداشتند و همچنین ادغام شاخص‌های مشابه، تعداد شاخص‌ها به ۴۱ شاخص رسید. بعد از آن برای اعتبارسنجی شاخص‌ها از نظر ۴۰ نفر خبره و آگاه نسبت به موضوع آسیب‌پذیری در برابر مخاطرات طبیعی استفاده شده است. شاخص‌های احصاء شده با توجه به ماهیت آن‌ها در قالب سه مؤلفه اصلی شامل؛ مؤلفه در معرض خطر قرار گرفتن، مؤلفه حساسیت و مؤلفه ظرفیت سازگاری دسته‌بندی شده‌اند.

مؤلفه در معرض خطر قرار گرفتن نشان‌دهنده این مهم است که جامعه تحت تأثیر تا چه میزان در شرایط مخاطره‌آمیز قرار دارد یا به عبارتی تا چه میزان احتمال وقوع مخاطره در آن جامعه وجود دارد. در این مطالعه سه شاخص مهم و کاربردی برای ارزیابی میزان احتمال وقوع مخاطره شناسایی شده است که این شاخص‌ها شامل؛ موقعیت استقرار روستا با توجه به نقشه پهنه‌بندی خطر زلزله (براساس آیین‌نامه ۲۸۰۰ وزارت راه و شهرسازی)، فاصله روستاها از گسل‌های اصلی و فاصله روستاها از کانون زلزله‌های رخ داده است. با توجه به مقادیر میانگین، انحراف معیار، ضریب تغییرات و مقدار آماره t به دست آمده برای شاخص‌ها، مشخص شده است که این مقادیر برای شاخص‌های در معرض خطر قرار گرفتن نسبت به شاخص‌های دو مؤلفه دیگر در سطح مناسب‌تری قرار دارد که این موضوع بیانگر اجماع نظر و توافق بیشتر خبرگان در مورد شاخص‌های در معرض خطر قرار گرفتن می‌باشد. در واقع می‌توان اظهار داشت که مؤلفه در معرض خطر قرار گرفتن در درجه اهمیت بالاتری نسبت به دو مؤلفه دیگر مربوط به مفهوم آسیب‌پذیری قرار دارد. این

بخش از نتایج تحقیق با یافته‌های پژوهش وانگ^۱ و همکاران (۲۰۱۳)، وایلند^۲ و همکاران (۲۰۱۵)، کتس^۳ و همکاران (۲۰۱۶)، پرسیادو و همکاران (۲۰۲۰)، ادریک^۴ (۲۰۲۱) و مکانیکی و همکاران (۱۳۹۸) مطابقت دارد. یکی دیگر از مؤلفه‌ها و اجزاء تشکیل دهنده مفهوم آسیب‌پذیری مؤلفه حساسیت جامعه تحت تأثیر نسبت به مخاطره زلزله است. در واقع هر چه میزان حساسیت و شکنندگی جامعه نسبت به مخاطره زلزله بیشتر باشد میزان آسیب‌پذیری نیز افزایش می‌یابد. در این مطالعه مجموعاً تعداد ۱۷ شاخص برای ارزیابی مؤلفه حساسیت احصاء گردید که بر اساس نظر خبرگان تعداد دو شاخص شامل؛ نسبت معابر دارای پوشش مناسب (آسفالته، سنگ‌فرش یا شن‌ریزی شده) از کل معابر و سطح ارتفاع منطقه به‌عنوان شاخص‌های نامناسب و تعداد ۱۵ شاخص دیگر به‌عنوان شاخص‌های مناسب برای ارزیابی حساسیت نسبت به مخاطره زلزله تشخیص داده شدند. بررسی میانگین و سایر معیارهای آماری مورداستفاده نشان می‌دهد پس از مؤلفه در معرض خطر قرار گرفتن، مؤلفه حساسیت بیشتر از مؤلفه ظرفیت سازگاری مورد توافق خبرگان بوده است. این بخش از نتایج تحقیق با یافته‌های پژوهش پاپاتوما-کوهل و همکاران (۲۰۱۹)، برتون و همکاران (۲۰۲۲) و محمدی (۱۳۹۹) مطابقت دارد.

مؤلفه ظرفیت سازگاری دیگر مؤلفه مربوط به مفهوم آسیب‌پذیری است. بر اساس این مؤلفه، به‌میزانی که جامعه از ظرفیت بیشتری برای سازگاری با مخاطره زلزله برخوردار باشد به همان میزان آسیب‌پذیری کمتری در برابر زلزله خواهد داشت. در این مطالعه مجموعاً تعداد ۲۱ شاخص برای ارزیابی مؤلفه ظرفیت سازگاری احصاء گردید که بر اساس نظر خبرگان تعداد دو شاخص شامل؛ نسبت واحدهای مسکونی دارای مالکیت شخصی به سایر (رهن و استیجاری) و فاصله سکونتگاه از مراکز انتظامی به‌عنوان شاخص‌های نامناسب و تعداد ۱۹ شاخص دیگر به‌عنوان شاخص‌های مناسب برای ارزیابی ظرفیت سازگاری در برابر زلزله تشخیص داده شدند. بررسی میانگین، انحراف معیار، ضریب تغییرات و مقدار آماره t نشان می‌دهد مؤلفه ظرفیت سازگاری در مرتبه سوم به لحاظ توافق و اجماع خبرگان قرار دارد. این بخش از نتایج منطبق با یافته‌های تورنلی^۵ و همکاران (۲۰۱۵)، موزلی و دریتسوس^۶ (۲۰۱۶)، شارپ^۷ و همکاران (۲۰۱۷) و ری^۸ (۲۰۱۷) است.

نتیجه و خروجی حاصل از این مطالعه به لحاظ کاربرد علمی، یک بستر و زمینه مشخص و مناسب را برای پژوهشگران حوزه علوم جغرافیایی، علوم محیطی، علوم اجتماعی، مهندسی سوانح و بلایا و سایر حوزه‌های تخصصی مرتبط که هر کدام به نحوی به مطالعه بر روی موضوع آسیب‌پذیری در برابر مخاطره زلزله می‌پردازند، فراهم نموده است. همچنین به لحاظ کاربرد عملی نیز بسیاری از دستگاه‌های اجرایی مربوطه می‌توانند با بهره‌گیری از شاخص‌های تدوین شده در این مطالعه نسبت به ارزیابی وضعیت آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی واقع در پیرامون کلان‌شهرها در برابر مخاطره زلزله اقدام نمایند.

1 Wang
2 Wieland
3 Cats
4 Erdik
5 Thornley
6 Moseley & Dritsos
7 Sharpe
8 Ray

- اردلان، علی. ۱۳۹۲. نقشه راه مدیریت و کاهش خطر بلایا در نظام سلامت جمهوری اسلامی ایران. تهران: انتشارات وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی.
- پوراحمد، احمد؛ لطفی، صدیق؛ فرجی، امین و عظیمی، آزاده. ۱۳۸۸. بررسی ابعاد پیشگیری از بحران زلزله (مطالعه موردی: شهر بابل). مجله مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، شماره اول، صص ۲۴-۱.
- دربان آستانه، علیرضا؛ شیخ‌زاده، محسن و بازگیر، سعید. ۱۳۹۷. راهبردهای کاهش آسیب‌پذیری بافت مسکونی در برابر خطر زلزله (مطالعه موردی: منطقه ۶ شهر تهران). پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری، دوره ۶، شماره ۲، صص ۲۸۸-۲۶۵.
- رضوانی، محمدرضا؛ صادقلو، طاهره؛ رکن‌الدین افتخاری، عبدالرضا و فرجی سبکبار، حسنعلی. ۱۳۹۲. توسعه و اعتبارسنجی شاخص‌های مؤثر در شبکه فضایی بازاریابی محصول شیر در مناطق روستایی. پژوهش‌های روستایی، دوره ۴، شماره ۴، صص ۷۹۳-۸۲۴.
- زمانی، پارسا؛ صادقی‌ها، مهدی و امیریان، سهراب. ۱۴۰۱. خوانش عوامل کلیدی موفقیت در بازآفرینی سکونتگاه‌های پیراشهری با تأکید بر ذینفعان نهایی (مورد: شهر چهاردانگه). مجله توسعه فضاهای پیراشهری، سال چهارم، شماره دوم، صص ۱۱۸-۱۰۳.
- سجاسی‌قیداری، حمدالله؛ رکن‌الدین افتخاری، عبدالرضا و پورطاهری، مهدی. ۱۳۹۳. تدوین و اعتبارسنجی شاخص‌های توسعه کارآفرینی اکوتوریستی در مناطق روستایی. مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی، دوره ۹، شماره ۲۶، صص ۴۵-۷۰.
- طالشی، مصطفی، علی‌اکبری، اسماعیل؛ جعفری، مصطفی و سیداخلاقی، سیدجعفر. ۱۳۹۶. تدوین و اعتبارسنجی شاخص‌های مناسب ارزیابی تاب‌آوری روستایی در برابر مخاطره خشک‌سالی مطالعه موردی: حوضه آبخیز حبله رود. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، دوره ۲۴، شماره ۴، صص ۸۹۶-۸۸۱.
- علی‌نژاد امامقلی، کوروش؛ احمدیان، محمدعلی و قنبرزاده دربان، هادی. ۱۳۹۹. راهکارهای کاهش مخاطرات طبیعی در سازمان‌های مرتبط با مدیریت بحران مورد: سکونتگاه‌های پیراشهر قوچان. مجله توسعه فضاهای پیراشهری، سال دوم، شماره دوم، صص ۵۰-۳۳.
- فراهانی، فرهاد؛ رجیبی، آرزیتا و اقبالی، ناصر. ۱۴۰۰. واکاوی جایگاه اصول پدافند غیرعامل در طرح‌های بازآفرینی شهری فضاهای پیراکلان شهری مورد: شهر قرچک. مجله توسعه فضاهای پیراشهری، سال سوم، شماره دوم، صص ۴۶-۲۷.
- کفایتی، نرگس؛ قربانی، خلیل و عبدالله زاده، غلامحسین. ۱۴۰۰. تدوین و اعتبارسنجی شاخص‌های مناسب ارزیابی آسیب‌پذیری مناطق کشاورزی در شرایط خشک‌سالی. مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، دوره ۵۲، شماره ۳، صص ۴۶۸-۴۵۷.
- کلاتری، خلیل؛ اسدی، علی و چوپچیان، شهلا. ۱۳۸۸. تدوین و اعتبارسنجی شاخص‌های توسعه پایدار مناطق روستایی. مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، شماره ۲، صص ۸۶-۶۹.
- محمدی، اکبر. ۱۳۹۹. برآورد آسیب‌پذیری لرزه‌ای مسکن شهری و روستایی در مناطق سکونتگاهی کشور ایران با تأکید بر نوع اسکلت و مصالح مورد استفاده. فصلنامه علمی برنامه‌ریزی منطقه‌ای، دوره ۱۰، شماره ۳۹، صص ۷۸-۳۷.
- مرکز آمار ایران. ۱۳۹۵. سرشماری عمومی نفوس و مسکن کشور.
- مرکز آمار ایران. ۱۴۰۰. سالنامه آماری استان تهران.
- مرکز آمار ایران. ۱۴۰۰. سالنامه آماری استان کرج.
- مسلمی، آرمان؛ توکلی‌نیا، جمیله؛ فنی، زهره و رضویان، محمدتقی. ۱۴۰۱. پایداری اقتصادی در مناطق پیراشهری اسلامشهر. مجله توسعه فضاهای پیراشهری، سال چهارم، شماره اول، صص ۱۰۶-۸۷.

- مکانیکی، جواد؛ اسمعیل نژاد، جواد و اکبرپور، محمد. ۱۳۹۸. ارزیابی آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی در مقابل مخاطرات محیطی (مورد مطالعه: شهرستان‌های بیرجند و خوسف). پژوهش‌های روستایی، دوره ۱۰، شماره ۲، صص ۲۴۴-۲۵۷.
- موسوی، سیدعارف؛ طالشی، مصطفی و دربان آستانه، علیرضا. ۱۳۹۶. تدوین و اعتبارسنجی شاخص‌های بومی حکمروایی خوب روستایی. مجله مدیریت شهری و روستایی، شماره ۴۹، صص ۵۲۴-۵۰۲.
- نسترن، مهین و پیرانی، فرزانه. ۱۳۹۸. تدوین و اعتبارسنجی معیارها و شاخص‌های توسعه شهر هوشمند (مورد مطالعه: منطقه سه شهر اصفهان). مجله جغرافیا و توسعه فضای شهری، سال ۶، شماره ۱، صص ۱۶۴-۱۴۷.
- نیمعی، امیر و صدیقی، حسن. ۱۳۹۲. شناسایی ابعاد راهبردی توسعه روستایی در ایران: دیدگاه صاحب‌نظران دانشگاه‌های تربیت مدرس و تهران. فصلنامه علمی روستا و توسعه، دوره ۱۶، شماره ۲، صص ۶۳-۴۵.
- Aksha, S.K., Juran, L., Resler, L.M. and Zhang, Y., 2019. **An analysis of social vulnerability to natural hazards in Nepal using a modified social vulnerability index.** *International Journal of Disaster Risk Science*, 10, pp.103-116.
- Bakkensen, L.A., Fox-Lent, C., Read, L.K. and Linkov, I., 2017. **Validating resilience and vulnerability indices in the context of natural disasters.** *Risk analysis*, 37(5), pp.982-1004.
- Becker, J.S., Potter, S.H., Vinnell, L.J., Nakayachi, K., McBride, S.K. and Johnston, D.M., 2020. **Earthquake early warning in Aotearoa New Zealand: A survey of public perspectives to guide warning system development.** *Humanities and Social Sciences Communications*, 7(1), pp.1-12.
- Brooks, N., 2003. **Vulnerability, risk and adaptation: A conceptual framework.** *Tyndall Centre for climate change research working paper*, 38(38), pp.1-16.
- Burton, C.G., Toquica, M., Asad, K.M.B. and Musori, M., 2022. **Validation and development of composite indices for measuring vulnerability to earthquakes using a socio-economic perspective.** *Natural Hazards*, 111(2), pp.1301-1334.
- Botero Fernández, V., 2009. **Geo-information for measuring vulnerability to earthquakes: a fitness for use approach** (Doctoral dissertation, University Utrecht).
- Cats, O., Yap, M. and van Oort, N., 2016. **Exposing the role of exposure: Public transport network risk analysis.** *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 88, pp.1-14.
- Contreras, D., Blaschke, T., Kienberger, S. and Zeil, P., 2011. **Spatial vulnerability indicators: measuring recovery processes after earthquakes.** In *8th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management (ISCRAM 2011)*. Newcastle University.
- CRED (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters). 2015. **The human cost of natural disasters: A global perspective.** Brussels: CRED.
- Cutter, S.L., 1996. **Vulnerability to environmental hazards.** *Progress in human geography*, 20(4), pp.529-539.
- Cabrera-Nguyen, P., 2010. **Author guidelines for reporting scale development and validation results in the Journal of the Society for Social Work and Research.** *Journal of the Society for Social Work and Research*, 1(2), pp.99-103.
- Dash, S.R., Bhattacharya, S., Blakeborough, A. and Hyodo, M., 2008, October. **PY curve to model lateral response of pile foundations in liquefied soils.** In *14th World Conference on Earthquake Engineering Beijing, China* (pp. 12-17).
- De Haen, H. and Hemrich, G., 2007. **The economics of natural disasters: Implications and challenges for food security.** *Agricultural economics*, 37, pp.31-45.
- Erdik, M., 2021. **Earthquake risk assessment from insurance perspective.** In *Advances in assessment and modeling of earthquake loss* (pp. 111-154). Cham: Springer International Publishing.
- Global Change Data Lab. 2023. **Natural Disasters Data.** Available online: <https://ourworldindata.org/natural-disasters> (accessed on 1 September 2023).
- Huggel, C., Raissig, A., Rohrer, M., Romero, G., Diaz, A. and Salzmann, N., 2015. **How useful and reliable are disaster databases in the context of climate and global change? A comparative case study analysis in Peru.** *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 15(3), pp.475-485.
- Jones, R.L., Guha-Sapir, D. and Tubeuf, S., 2022. **Human and economic impacts of natural disasters: can we trust the global data?.** *Scientific data*, 9(1), p.572.
- Kamranzad, F., Memarian, H. and Zare, M., 2020. **Earthquake risk assessment for Tehran, Iran.** *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(7), p.430.

- Lian, P., Zhuo, Z., Qi, Y., Xu, D. and Deng, X., 2021. **The impacts of training on farmers' preparedness behaviors of earthquake disaster—evidence from earthquake-prone settlements in rural China.** *Agriculture*, 11(8), p.726.
- Minos-Minopoulos, D., Dominey-Howes, D. and Pavlopoulos, K., 2017. **Vulnerability assessment of archaeological sites to earthquake hazard: an indicator based method integrating spatial and temporal aspects.** *Annals of Geophysics*, 60(4), pp.S0445-S0445.
- Moseley, J. and Dritsos, S., 2016, November. **Next Generation Rapid Visual Screening for RC Buildings to Assess Earthquake Resilience.** In *Proceedings of the 17th International Conference on Concrete Structures, Thessaloniki, Greece* (pp. 10-12).
- Orenco, P.M. and Fujii, M., 2013. **An index to determine vulnerability of communities in a coastal zone: A case study of Baler, Aurora, Philippines.** *Ambio*, 42, pp.61-71.
- Papatoma-Köhle, M., Schlögl, M. and Fuchs, S., 2019. **Vulnerability indicators for natural hazards: An innovative selection and weighting approach.** *Scientific Reports*, 9(1), p.15026.
- Preciado, A., Ramirez-Gaytan, A., Santos, J.C. and Rodriguez, O., 2020. **Seismic vulnerability assessment and reduction at a territorial scale on masonry and adobe housing by rapid vulnerability indicators: The case of Tlajomulco, Mexico.** *International journal of disaster risk reduction*, 44, p.101425.
- Ray, B., 2017. **Response of a resilient community to natural disasters: The Gorkha earthquake in Nepal, 2015.** *The Professional Geographer*, 69(4), pp.644-654.
- Sarvar, H., Amini, J. and Laleh-Poor, M., 2011. **Assessment of risk caused by earthquake in region 1 of Tehran using the combination of RADIUS, TOPSIS and AHP models.** *Journal of Civil Engineering and Urbanism*, 1(1), pp.39-48.
- Schmidlein, M.C., Deutsch, R.C., Piegorsch, W.W. and Cutter, S.L., 2008. **A sensitivity analysis of the social vulnerability index.** *Risk Analysis: An International Journal*, 28(4), pp.1099-1114.
- Sharpe, A.M., Halkias, D., Vaccarino, F. and Hunter, S.M., 2017. **Post-earthquake community capacity and vulnerability reduction at the small-scale local level: collective narratives from Greece, Japan, and New Zealand.** *International Journal of Teaching and Case Studies*, 8(2-3), pp.116-132.
- Simon, D., Arfvidsson, H., Anand, G., Bazaz, A., Fenna, G., Foster, K., Jain, G., Hansson, S., Evans, L.M., Moodley, N. and Nyambuga, C., 2016. **Developing and testing the Urban Sustainable Development Goal's targets and indicators—a five-city study.** *Environment and Urbanization*, 28(1), pp.49-63.
- Thornley, L., Ball, J., Signal, L., Lawson-Te Aho, K. and Rawson, E., 2015. **Building community resilience: learning from the Canterbury earthquakes.** *Kotuitui: New Zealand Journal of Social Sciences Online*, 10(1), pp.23-35.
- Wang, X., Dou, A., Sun, G., Ding, X. and Yuan, X., 2013, July. **Study on the vulnerability assessment of catastrophe earthquake based on RS and GIS and its primary application.** In *2013 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium-IGARSS* (pp. 688-691). IEEE.
- Wisner, B., P. Blaikie, T. Cannon, and I. Davis. 2004. **At risk: Natural hazards, people's vulnerability and disasters.** 2nd edn. London:Routledge.
- Wieland, M., Pittore, M., Parolai, S., Begaliev, U., Yasunov, P., Tyagunov, S., Moldobekov, B., Saidiy, S., Ilyasov, I. and Abakanov, T., 2015. **A multiscale exposure model for seismic risk assessment in Central Asia.** *Seismological Research Letters*, 86(1), pp.210-222.
- Ye, W. and Jia, J., 2023. **Assessment and analysis of social vulnerability to island seismic disasters.** *International Journal of Disaster Risk Reduction*, p.104008.
- Yoon, D.K., 2012. **Assessment of social vulnerability to natural disasters: a comparative study.** *Natural hazards*, 63, pp.823-843.
- Zhou, Y., Li, N., Wu, W. and Wu, J., 2014. **Assessment of provincial social vulnerability to natural disasters in China.** *Natural hazards*, 71, pp.2165-2186.