



مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای

سال هفتم، شماره بیست و هفتم، زمستان ۱۳۹۴

ارزیابی آسیب‌پذیری اجتماعی - فیزیکی شهرها در برابر زلزله (مطالعه موردی: شهرستان‌های استان آذربایجان غربی)

حسین نظم‌فر: دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران *
 سمیه علوی: دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
 علی عشقی چهاربرج: دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

دریافت: ۱۳۹۴/۵/۲۲ - پذیرش: ۱۳۹۴/۹/۲، صص ۱۱۸-۱۰۱

چکیده

شهرهای امروزی در نقاط مختلف دنیا به دلایل متعدد از جمله نوع مکان‌گزینی، توسعه فیزیکی نامناسب، عدم رعایت استانداردهای لازم همواره در معرض خطرات ناشی از بلایای طبیعی قرار دارند. یکی از این خطرات که بسیاری از شهرهای جهان از جمله کشور ما را تهدید می‌کند، زمین‌لرزه است. ایران یکی از زلزله‌خیزترین کشورهای دنیا محسوب می‌شود و شهرهای آن در رابطه با این پدیده طبیعی خسارت‌های مالی و جانی زیادی را متحمل شده است. استان آذربایجان غربی نیز بدلیل مجاورت با گسل‌های فعالی چون گسل شمال تبریز، پیرانشهر- سلماس، سد مهاباد و گسل‌های فعال در کشور ترکیه از این قاعده مستثنی ناست. پژوهش حاضر، توصیفی-تحلیلی باهدف کاربردی است. هدف این تحقیق ارزیابی آسیب‌پذیری اجتماعی - فیزیکی شهرستان‌ها استان آذربایجان غربی در برابر زلزله‌های احتمالی است. برای ارزیابی و رتبه‌بندی شدت آسیب‌پذیری از مدل TOPSIS و GIS استفاده شده است. میزان آسیب‌پذیری اجتماعی - فیزیکی شهرستان‌ها در پنج گروه شامل پهنه‌های آسیب‌پذیر خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد تقسیم شد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که شهرستان ارومیه با میزان تاپسیس ۰/۶۳۳ با کسب رتبه اول در معرض آسیب‌پذیری خیلی کم، شهرستان خوی با میزان تاپسیس ۰/۴۰۹ از آسیب‌پذیری کم، شهرستان‌های مهاباد، میاندوآب، شاهین‌دژ و سلماس از آسیب‌پذیری متوسط، شهرستان‌های بوکان، پیرانشهر، شوط، تکاب، اشنویه و نقده از آسیب‌پذیری زیاد و شهرستان‌های پلدشت، سردشت، ماکو، چالدران و چای‌پاره با کسب میزان تاپسیس کمتر از ۰/۳۴۹ از آسیب‌پذیری خیلی زیاد برخوردار می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: آسیب‌پذیری، زلزله، آذربایجان غربی، GIS، TOPSIS

E-mail: nazmfar@uma.ac.ir

*نویسنده مسئول:

Copyright©2015, University of Isfahan. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>), which permits others to download this work and share it with others as long as they credit it, but they cannot change it in any way or use it commercially

۱- مقدمه

۱-۱- طرح مسأله

هیچ نقطه از زمین از حوادث غیرمترقبه در امان نیست و همواره گزارش‌هایی از سراسر زمین مبنی بر فجایع و بلایای طبیعی دریافت می‌گردد (کریمی صالح، ۱۳۸۵: ۱۹۸). در دهه ۹۰ میلادی تعداد بحران‌های بزرگ بین‌المللی به ۴۷۵۲ مورد رسیدند، از سال ۲۰۰۰ میلادی تاکنون بیش از ۵۵۸۴ فقره بحران بزرگ در جهان گزارش شده‌اند (عسگری، ۱۳۸۵: ۵). وقوع مخاطرات طبیعی، نظیر سیل، زلزله، توفان و گردباد در اغلب موارد تأثیرات مخربی بر سکونتگاه‌های انسانی باقی‌گذاشته و تلفات سنگینی بر ساکنان آن‌ها وارد ساخته، ساختمان‌ها و زیرساخت‌های این‌گونه مناطق را نابود کرده و عوارض اقتصادی و اجتماعی پدیده‌ای بر جوامع بشری و کشورهای جهان تحمیل کرده است (خاکپور و همکاران، ۱۳۹۰: ۲). به طوری که در طی قرن بیستم بیش از ۱۱۰۰ زلزله مخرب در نقاط مختلف کره زمین روی داده که بر اثر آن بیش از ۱۰۰۰۵۰۰ نفر جان خود را از دست داده‌اند (Lantada, 2008: 2). کشور ایران به‌عنوان بخشی از کمربند کوهزایی آلپ-همیالیا همواره از لرزه‌خیزی بالایی در طول تاریخ برخوردار بوده است، به‌گونه‌ای که بخش‌های مختلف کشور توسط زمین‌لرزه‌های ویرانگر متعددی پیوسته تخریب شده است (آزادیخواه، ۱۳۸۸: ۱۹۳). به طوری که از هر ۱۵۳ زلزله مخربی که در دنیا اتفاق افتاده، ۱۷/۶ درصد آن مربوط به ایران بوده است (بنیاد مسکن انقلاب اسلامی، ۱۳۷۵). طبق گزارش سازمان ملل در سال ۲۰۰۳ میلادی کشور ایران در بین کشورهای جهان رتبه

نخست را در تعداد زلزله‌های با شدت ۵/۵ ریشتری و دارای یکی از بالاترین رتبه‌ها در زمینه آسیب‌پذیری ناشی از وقوع زلزله و تعداد افراد کشته‌شده را در اثر این سانحه داشته، بر اساس همین گزارش در کشور ایران زلزله وجه غالب را در بین سوانح طبیعی دارا است (UNDP, 2004: 35). تنها نتیجه آخر این موارد یعنی زلزله بم، بیش از ۳۰۰۰۰ کشته، بیش از ۱۰۰۰۰۰ زخمی، بیش از ۱۰۰۰۰۰ نفر بی‌خانمان و تخریب بیش از ۸۰ درصد از شهر به انضمام از بین رفتن تمام زیرساخت‌های اجتماعی بود که چیزی بیش از ۸۰۰ میلیون دلار خسارت به بار آورد (National report of the Islamic, 2005). آنچه زلزله را به سانحه تبدیل می‌کند، عدم آگاهی انسان و ناتوانی در مواجهه و برخورد با آن است (امینی و همکاران، ۱۳۹۰). برای کاهش آسیب‌پذیری نسبت به مخاطرات طبیعی و دستیابی به توسعه پایدار، علاوه بر شناخت ماهیت طبیعی و مکانی - فضایی مخاطرات، باید تفاوت‌های اجتماعی - فضایی آسیب‌پذیری جوامع و دلایل آن را نیز شناخت. چراکه مخاطرات طبیعی خودبه‌خود منجر به نتایج زیانبار نمی‌گردند بلکه تنها نشان‌دهنده امکان وقوع آسیب هستند. درحالی‌که آسیب واقعی وابسته به در معرض خطر بودن و خصیصه‌های واحد دریافت‌کننده است (قدیری و رکن‌الدین افتخاری، ۱۳۹۲: ۱۵۳). بنابراین، آسیب‌پذیری تنها نتیجه خطرخیزی مناطق نبوده، بلکه نتیجه فرآیندهای اجتماعی - اقتصادی و سیاسی هم هست، سانحه یک وضعیت نهایی است که از این فرآیندها ناشی می‌شود. با توجه به رویکردها و نظریات آسیب‌پذیری، مردم در برابر سوانح طبیعی، تنها

استان آذربایجان غربی را در برابر زلزله سطح‌بندی و مورد ارزیابی قرار دهد. براین اساس پژوهش در پی پاسخ به سؤالات زیر است:

- ۱- میزان آسیب‌پذیری شهرستان‌های استان آذربایجان غربی در برابر زلزله چگونه است؟
- ۲- کدام یک از شهرستان‌های استان آذربایجان غربی در برابر زلزله آسیب‌پذیرتر است؟
- ۱-۲- اهداف پژوهش

اهداف پژوهش حاضر عبارت‌اند از:

- شناسایی شهرستان‌های آسیب‌پذیر استان آذربایجان غربی.
- ارائه الگویی سلسله‌مراتبی از وضعیت آسیب‌پذیری شهرستان‌ها در برابر زلزله.
- ارائه مدلی واقعی از وضعیت آسیب‌پذیری شهرستان‌ها به‌عنوان برنامه عمل به مسئولان در جهت رفع ضعف‌های موجود و کاهش آسیب‌های احتمالی ناشی از زلزله.

۱-۳- پیشینه تحقیق

در خصوص سوانح طبیعی به‌خصوص زلزله و تعیین آسیب‌پذیری شهرها در برابر آن مطالعات زیادی صورت گرفته است و می‌توان موارد زیر را به‌عنوان نمونه مطرح کرد؛ شهابی (۱۳۹۰) خطر زمین‌لرزه را در استان کردستان با استفاده از روش تحلیل چند معیاره‌ی فضایی پهنه‌بندی کرده است که در این پژوهش با مدل تحلیل چند معیاره رخداد زمین‌لرزه در استان کردستان به تفکیک شهرستان پهنه‌بندی شده است. احدنژاد و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهشی آسیب‌پذیری اجتماعی نواحی شهری خرم‌دره را با استفاده از

به دلیل مجاورت با مکان وقوع عوامل خطرآفرین آسیب‌پذیر نبوده بلکه شرایط اجتماعی و اقتصادی آنان منجر به بالا و پایین رفتن میزان آسیب‌پذیری آن‌ها می‌شود. افراد فقیر و کم‌درآمد شهرها عمدتاً در خانه‌های با مصالح کم‌دوام در برابر زلزله و یا در نواحی آسیب‌پذیرتر، از جمله مناطق اسکان غیررسمی، حریم رودخانه‌ها و خطوط انتقال نیرو و مناطق پرشیب زندگی می‌کنند که در صورت بروز حوادث طبیعی، از جمله زلزله با آسیب‌پذیری بیشتری در مقایسه با دیگر ساکنان شهری روبرو خواهند بود (احدنژاد روشتی، ۱۳۸۹: ۷۲). بر این اساس، شناخت مناسب از آسیب‌پذیری و الگوی اجتماعی - فضایی آن مبنای لازم را برای تدوین سیاست‌های مناسب کاهش آسیب‌پذیری و ارتقای تاب‌آوری فراهم می‌آورد. استان آذربایجان غربی در شمال غرب ایران و در ناحیه با لرزه‌خیزی متوسط قرار دارد. گرچه این استان در منطقه با لرزه‌خیزی متوسطی قرار دارد ولی وقوع زلزله‌های مخرب در گذشته در سلماس در ۷۰ کیلومتری ارومیه و همچنین وقوع زلزله‌های مخرب در شهر تبریز که فاصله کمی با این استان دارد به همراه وجود گسل‌های فعالی همچون گسل تبریز، پیرانشهر - سلماس و سد مهاباد و گسل‌های فعال در کشور ترکیه بررسی آسیب‌پذیری ناشی از زلزله را در این استان ضروری می‌سازد. با توجه به مطالب گفته‌شده و اینکه تاکنون مطالعاتی در مورد آسیب‌پذیری اجتماعی زلزله‌ای در استان آذربایجان غربی انجام نشده، پژوهش حاضر سعی بر آن دارد با بکارگیری مدل تصمیم‌گیری چند معیاره تاپسیس آسیب‌پذیری اجتماعی - فیزیکی شهرستان‌ها

اشاره کرد: تانگ و ون^۱ (۲۰۰۹) در تحقیقی، سیستم هوش مصنوعی را در جهت توسعه GIS برای ارزیابی خطر زلزله در شهرها را بکار می‌گیرد، این سیستم برای تشخیص ضعف لرزه‌ای ساختارها در شرایط پیش از زلزله، ارزیابی سریع خسارت زلزله و فراهم ساختن شرایط فوری هوشمند پاسخگویی عمومی و دولتی در طول زلزله و بعداز آن کاربرد دارد. فرناندز^۲ (۲۰۰۹) در رساله‌ی دکتری خود با عنوان اطلاعات جغرافیایی برای اندازه‌گیری میزان آسیب‌پذیری در برابر زلزله به پهنه‌بندی آسیب‌پذیری اجتماعی و کالبدی در شهر مدلین واقع در کشور کلمبیا پرداخته است. لانتادا^۳ و همکاران (۲۰۰۹) در تحقیقی ضمن مدلسازی آسیب‌پذیری شهر بارسلون با استفاده از مدل RISK_UE، با بکارگیری مدل‌های موجود در زمینه تخمین خسارات به ارزیابی خسارات انسانی و اقتصادی در شهر بارسلون پرداخته‌اند. چن ن هانگ^۴ و همکاران (۲۰۱۴) در مقاله‌ای با عنوان "روشی برای بررسی وابستگی و اهمیت زیرساخت‌های حیاتی" به بررسی آسیب‌پذیری و وابستگی متقابل زیرساخت‌های حیاتی شهر پرداخته‌اند. نات^۵ و همکاران (۲۰۱۴) در پژوهشی با عنوان "آسیب‌پذیری زلزله و ارزیابی ریسک شهر کلکته هند را با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی مورد مطالعه قراردادند که نتایج حاکی از آن است که بیشتر از ۴۰٪ درصد ساختمان‌ها در برابر زلزله

مدل AHP مورد مطالعه قرار دادند در نهایت، پهنه‌ها و مناطق آسیب‌پذیر شهر را مشخص کردند. ملکی و مودت (۱۳۹۲) در پژوهشی با عنوان "ارزیابی طیف آسیب‌پذیری لرزه‌ای در شهرها بر اساس سناریوهای شدت مختلف با استفاده از مدل‌های GIS، TOPSIS، μD ، نمونه موردی شهر یزد را مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که خسارت ساختمانی در اثر زلزله تا شدت ۵ مرکالی تقریباً آسیب خیلی ناچیز است اما اگر میزان شدت زلزله بیشتر از ۷ ریشتر باشد بیش از ۵۰ درصد ساختمان‌های منطقه ۲ در معرض آسیب زلزله قرار دارند. ملکی و همکاران (۱۳۹۳) در پژوهشی با عنوان "ارزیابی و رتبه‌بندی آسیب‌پذیری اجتماعی شهرها در برابر زلزله با استفاده از مدل TOPSIS و GIS" در شهر یزد انجام و نتایج نشان داد که میانگین آسیب‌پذیری در مناطق برابر ۰/۴۱۲ درصد بوده که منطقه ۲ با میزان TOPSIS، ۰/۶۴۲ درصد آسیب‌پذیرترین منطقه، منطقه ۳ با میزان TOPSIS، ۰/۴۱۱ درصد، آسیب‌پذیری در حد متوسط و در نهایت منطقه ۱ با میزان TOPSIS، ۰/۱۸۳ درصد کمترین آسیب‌پذیری اجتماعی در برابر زلزله را در مناطق شهر یزد دارا است. ملکی و مودت (۱۳۹۳) در مقاله‌ای با عنوان "طیف‌بندی و سنجش فضایی آسیب فیزیکی-اجتماعی شهرها در برابر زلزله" شهر یزد را بررسی کردند که این پژوهش با بهره‌گیری ۳۰ متغیر از شاخص‌های اجتماعی-فیزیکی و استفاده از تکنیک VIKOR و GIS، به پهنه‌بندی و ارزیابی آسیب لرزه‌ای پرداخته است. همچنین از تحقیقات انجام‌شده در خارج از کشور می‌توان به موارد زیر

1- Tang and Wen

2-Fernández

3 -Lantada

4-chun-Nen Huang

5=Nath

شاخص‌های اجتماعی، فیزیکی و اجتماعی - فیزیکی با به‌کارگیری مدل آنتروپی شانون وزن دهی شدند. وزن‌های شاخص‌های مؤثر حاصل از مدل آنتروپی شانون جهت سطح‌بندی میزان آسیب‌پذیری شهرستان‌ها وارد مدل TOPSIS شدند و در نهایت شهرستان‌ها بر اساس میزان آسیب‌پذیری رتبه‌بندی شدند. جهت نمایش توزیع پراکنش آسیب‌پذیری شهرستان‌ها از نرم‌افزار GIS استفاده شده است. در زیر مدل مورد استفاده در پژوهش معرفی می‌گردد.

مدل تاپسیس

تاپسیس، به‌عنوان نوعی روش تصمیم‌گیری چند شاخصه، روشی ساده، ولی کارآمد در اولویت‌بندی محسوب می‌شود (آپرویک و تنگ، ۲۰۰۴). این روش را هوانگ و یون ۸ در سال ۱۹۸۱ ارائه کردند (هوی و همکاران، ۲۰۰۸) و به منظور حل مسائلی است که با ضوابط تصمیم‌گیری متعدد روبه‌روست (جدیدی و همکاران، ۲۰۰۸). این روش N گزینه را با توجه به M معیار، رتبه‌بندی می‌کند (Campanharo and Krohling, 2011) کم‌کم با گذشت زمان اصلاحاتی بر روی آن صورت داده شد و جای خود را به‌عنوان یکی از بهترین و دقیق‌ترین روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه در میان مدیران و برنامه‌ریزان باز کرد. پایه‌های نظری این تکنیک بر این رابطه استوار است که ابتدا ایده آل‌های مثبت (بهترین حالت) و ایده آل‌های منفی (بدترین حالت) را برای هر یک از شاخص‌ها به‌وسیله یک سری تکنیک‌هایی یافته و سپس فاصله هر

مقاوم نیستند و با تهیه نقشه ریسک اجتماعی و اقتصادی سعی در کاهش آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله دارند. با توجه به پیشینه پژوهش در زمینه ارزیابی آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله تحقیقات زیادی در داخل و خارج کشور انجام شده است، اما در کمتر تحقیقی به آسیب‌پذیری اجتماعی - فیزیکی شهرها پرداخته شده است. نوآوری این پژوهش بکارگیری ترکیبی از شاخص‌های فیزیکی - اجتماعی در ارزیابی میزان آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله‌ای است در حالی که پژوهش‌های پیشین هرکدام به‌نوعی یک جنبه از آسیب‌پذیری (فیزیکی یا اجتماعی) را مورد بررسی قرار دادند. هم‌چنین تاکنون تحقیقی در زمینه ارزیابی میزان آسیب‌پذیری شهرستان‌های استان آذربایجان غربی در برابر زلزله انجام نشده است بنابراین انجام پژوهش در زمینه سطح‌بندی میزان آسیب‌پذیری شهرستان‌های استان ضروری جلوه می‌نماید.

۱-۴- روش تحقیق

روش پژوهش حاضر، ترکیبی از روش‌های توصیفی، اسنادی و تحلیلی و با ماهیت توسعه‌ای-کاربردی است؛ به‌منظور تعیین آسیب‌پذیری اجتماعی - فیزیکی شهرستان‌ها از آخرین اطلاعات منتشر شده توسط مرکز آمار ایران و سالنامه آماری استفاده گردیده است که اطلاعات مربوط به متغیرهای فیزیکی با مراجعه به سازمان مسئول شهری (استانداری) و اطلاعات مربوط به بخش جمعیتی با مراجعه به سایت مرکز آمار ایران و اطلاعات مندرج در سایت استانداری استخراج شده است. جامعه آماری محدوده مورد مطالعه ۱۷ شهرستان استان آذربایجان غربی است؛ بطور کلی ۳۵ متغیر، از

آذربایجان غربی از ۳۵ متغیر، در سه نوع شاخص‌های اجتماعی، فیزیکی و اجتماعی- فیزیکی استفاده شده است. جدول شماره (۱) شاخص‌های مورد بررسی در این پژوهش را نشان می‌دهد.

گزینه از ایده آل‌های مثبت و منفی محاسبه می‌شود. گزینه منتخب گزینه‌ای است که کمترین فاصله را از ایده آل‌های مثبت و بیشترین فاصله را از ایده آل‌های منفی داشته باشد (حکمت نیا و موسوی، ۱۳۹۰: ۳۶۲).

۱-۵- معرفی شاخص‌ها: در این تحقیق جهت سطح‌بندی میزان آسیب‌پذیری شهرستان‌های استان

جدول (۱): متغیرها و شاخص‌های مورد استفاده جهت آسیب‌پذیری اجتماعی- فیزیکی

شماره	متغیر	شماره	متغیر
اجتماعی			
۱	جمعیت*	۸	درصد جمعیت ۱۵-۶۴*
۲	تعداد خانوار*	۹	درصد جمعیت ۶۵ سال به بالا*
۳	درصد جمعیت مرد*	۱۰	تعداد شاغلان*
۴	درصد جمعیت زن*	۱۱	تعداد بیکاران*
۵	نسبت جنسی*	۱۲	ضریب اشتغال*
۶	تراکم جمعیت*	۱۳	تعداد پزشکان*
۷	درصد جمعیت ۰-۱۴*	۱۴	تعداد پرستاران و بهیاران*
فیزیکی			
۱	تعداد ایستگاه آتش‌نشانی**	۱۰	فاصله از گسل‌های لرزه‌خیز
۲	تعداد مراکز درمانی و بیمارستانی	۱۱	تعداد واحد مسکونی با مساحت کمتر از ۱۰۰**
۳	آجر و آهن یا سنگ و آهن*	۱۲	** تعداد واحد مسکونی با مساحت ۱۰۱-۳۰۰
۴	آجر و چوب یا سنگ و چوب*	۱۳	تعداد واحد مسکونی با مساحت ۳۰۱-۵۰۰**
۵	بلوک سیمانی (با هر نوع سقف)*	۱۴	۵۰۱ و بیشتر** تعداد واحد مسکونی با مساحت
۶	خشت و چوب و گل*	۱۵	طبقات ۱ الی ۳**
۷	بتون‌آرمه*	۱۶	طبقات ۴ و بیشتر**
۸	اسکلت فلزی*	۱۷	مساحت بافت‌های فرسوده**
۹	سازند زمین‌شناسی (جنس خاک)		
اجتماعی- فیزیکی			
۱	مساحت بافت‌های غیررسمی (حاشیه‌نشین)*	۳	وسعت پارک عمومی مترمربع*
۲	تعداد پارک**	۴	وسعت فضای سبز مترمربع**

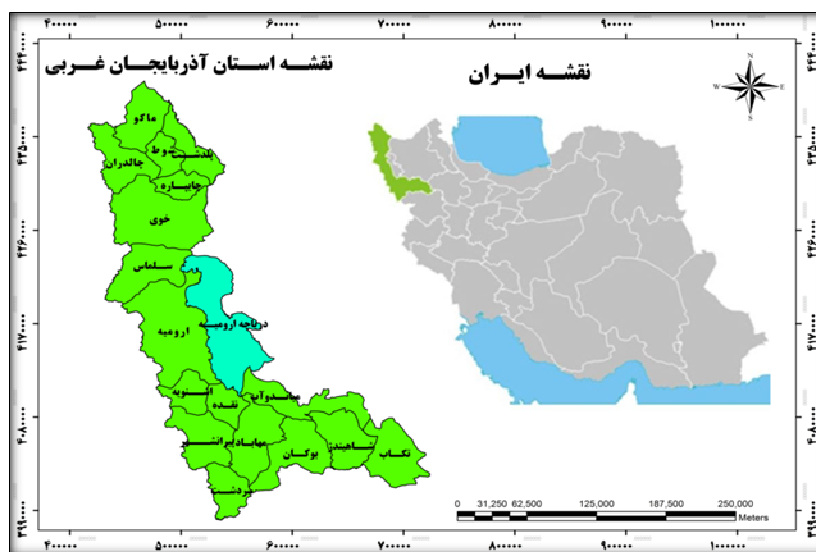
آسیب‌پذیری اجتماعی- فیزیکی در برابر زلزله

منبع: (سالنامه آماری استان آذربایجان غربی و سایت مرکز آمار ایران) ** سال ۱۳۸۹، * سال ۱۳۹۰

۱-۶- محدوده مورد مطالعه

نخجوان و کشور ترکیه و از شرق به استان آذربایجان شرقی و از جنوب به استان کردستان و از غرب به کشورهای ترکیه و عراق محدود می‌شود. بر اساس تقسیمات کشوری سال ۱۳۸۷ استان آذربایجان غربی دارای ۱۷ شهرستان، ۴۰ بخش، ۴۲ شهر، ۱۱۳ دهستان و ۳۰۳۱ آبادی دارای سکنه است (شکل ۱).

استان آذربایجان غربی با وسعت ۳۷۴۱۲ کیلومترمربع بین ۴۴ درجه و ۳ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۲۴ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۵ دقیقه تا ۳۹ درجه و ۴۶ دقیقه عرض شمالی، در شمال غرب ایران واقع شده است. استان آذربایجان غربی از شمال به جمهوری خودمختار



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه (مأخذ: نگارندگان)

۲- مفاهیم، دیدگاه‌ها و مبانی نظری

اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی را به حداقل برساند (Motiram, 2014: 1). تحلیل خطر لرزه‌ای، ابزاری بسیار ضروری برای محاسبه و برآورد پارامترهای جنبش نیرومند زمین، برای زمین‌لرزه محتمل در آینده در سایت مورد نظر است (ریاضی راد، ۱۳۸۸: ۷۸). بر این اساس، موترام ۱۰ در فرایند مدیریت بحران جهت کاهش کاهش آسیب‌های فیزیکی - اجتماعی و اقتصادی ناشی از زلزله، معتقد است ارزیابی میزان آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله است که ضرورت آمادگی برای انجام اقدامات مقابله در برابر بلایا و برنامه‌ریزی بهبود یا اصلاح و توسعه این برنامه را روشن می‌سازد. ارزیابی

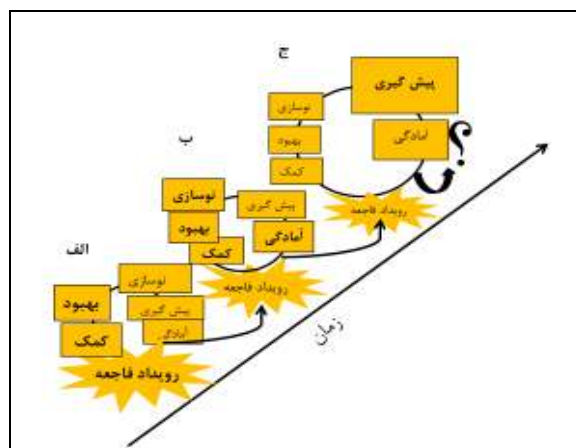
در بین همه مخاطرات طبیعی، زلزله یکی از شدیدترین مخاطرات محسوب می‌شود که نه پیش‌بینی و نه کنترل می‌شود. همان‌طور که از ۱۵۰۰ سال پیش تا به الان، میلیون‌ها نفر از مردم جهان جان و اموال خود را به ارزش میلیون‌ها دلار آمریکا، بدلیل زمین‌لرزه‌های ویرانگر از دست داده‌اند. تنها راه برون‌رفت آمادگی است. راه‌های مختلف آمادگی مانند ظرفیت‌سازی، ساختمان‌سازه مقاوم در برابر زلزله، و غیره وجود دارد؛ یکی از راه‌های کمی آسیب‌پذیری منطقه در برابر فعالیت‌های لرزه‌ای از طریق ارزیابی ریسک و برآورد خسارت است، تا اینکه همه نوع خسارت عمده

Wisner et al 2005) برحسب «درجه آسیب محتمل» (Boughton, 1998) و ایده‌های زیان فیزیکی (2005) تمرکز می‌کند. یعنی بیشتر روی مخاطرات طبیعی، زوال محیط زیستی - فیزیکی و آثار و زیان‌های مالی و جانی حاصل از آن‌ها بر ساکنان توجه می‌کند (Stonich, 2000). دیدگاه ساخت اجتماعی؛ به وضعیتی ریشه‌دار در فرایندهای تاریخی، فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی، که توانایی رسیدگی به بحران‌ها و پاسخ کافی به آن‌ها را محدود می‌کند، دلالت دارد (Weichselgartner, 2001). دیدگاه ترکیبی؛ پیوندی از دو دیدگاه زیستی - فیزیکی و ساخت اجتماعی است. محور این پژوهش جهت ارزیابی خطر از منظر دیدگاه ترکیبی (زیستی - فیزیکی و ساخت اجتماعی) است.

آسیب‌پذیری شهری^{۱۴}

آسیب‌پذیری شهری میزان خسارتی است که در صورت بروز سانحه به اجزا و عناصر یک شهر برحسب چگونگی کیفیت آن‌ها وارد می‌شود. آسیب‌پذیری شهر پدیده‌ای است گسترده که تمامی عوامل موجود در یک شهر را دربرمی‌گیرد و به علت وابستگی عناصر به یکدیگر آسیب‌پذیری شهر نیز به سرعت گسترش می‌یابد (پویان و ناطق‌اللهی، ۱۳۷۸). آسیب‌پذیری شهری به میزانی از تفاوت‌های ظرفیتی جوامع شهری برای مقابله با اثرهای مخاطرات طبیعی بر اساس موقعیت آن‌ها در جهان مادی (ساختار فضایی شهر) و ویژگی‌های اجتماعی آن جوامع (ساختار اجتماعی شهر) اطلاق می‌شود (احمدنژاد، ۱۳۸۹: ۴۳). به عبارت دیگر، آسیب‌پذیری یک تابع ریاضی است و به

خطر بلایا علاوه بر روشن ساختن اهمیت پیشگیری از بلایا و آگاهی از آن، به نحوی برنامه‌ریزی و ساماندهی شهر در جهت کاهش خسارات ناشی از زلزله سمت‌وسو می‌دهد. در حال حاضر تأکید بیشتر بر مرحله آمادگی است به طوری که زیان اتفاق افتاده به سبب فاجعه را می‌توان به وسیله آمادگی به حداقل رساند و بازیابی فاجعه می‌تواند به راحتی انجام شود. (1: Motiram, 2014).



شکل (۲): فرایند مدیریت بحران (Westen, 2012: 52)

در دهه‌های اخیر دیدگاه‌های نظری متفاوتی در خصوص آسیب‌پذیری مطرح شد که شامل سه دسته (۱) - زیستی - فیزیکی^{۱۱} (۲) - ساخت اجتماعی^{۱۲}، و (۳) - ترکیبی^{۱۳} است که هر یک چارچوب‌های متفاوتی بر تحلیل آسیب‌پذیری و کاهش آن ارائه دادند.

دیدگاه زیستی - فیزیکی؛ بر طبیعت خطر فیزیکی، شیوه استقرار جوامع در معرض آن، و در نتیجه، عواقب آن برای واحد در معرض خطر (Ford 2002; Yamin,)

11- Biophysical Vulnerability

12- Social construction of Vulnerability Synthetic approach

13- Synthetic approach of Vulnerability

۳- دیدگاه ترکیبی: آسیب پذیری به‌عنوان اثرپذیری بالقوه (یکپارچگی و پایداری) (ملکی و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۰۷).

مشاهدات مختلف نشان داده‌اند ظرفیت افراد در مقابله با حوادث شدید آن‌ها توسط عوامل و محدودیت‌های متعددی کاهش می‌یابد؛ بنابراین آسیب‌پذیری با موقعیت اجتماعی - فیزیکی نزدیکی و همبستگی زیادی دارد (مودت و ملکی، ۱۳۹۳: ۹۰).

پیشینه زلزله‌خیزی

کوهستانی بودن، قرار گرفتن در کمربند زلزله آلپ - هیمالیا، استقرار تعداد زیادی از نواحی روستایی و شهری در امتداد پای کوه‌ها، دشت‌ها و جلگه‌ها بستر مناسبی را برای بروز مخاطرات طبیعی (سیل، زلزله، رانش، ریزش، لغزش، خشک‌سالی، بهم‌ن و ...) در استان آذربایجان غربی فراهم ساخته است و خشک‌سالی، سرما و یخبندان، سیل و تگرگ و باران‌های سیل‌آسا در کنار تهدید وقوع زلزله از مهم‌ترین عوامل خسارت زای استان بشمار می‌روند به دلیل وجود گسل‌های متعدد در سطح استان، این منطقه یکی از نواحی مستعد زمین‌لرزه محسوب می‌شود. زلزله سلماس که در سال ۱۳۰۹ هجری شمسی رخ داد، یکی از زمین‌لرزه‌های شدید این منطقه بوده است.

مقدار خسارت پیش‌بینی شده برای هر عنصر در معرض خطرهای مصیبت‌بار، با شدت معین، گفته می‌شود. تحلیل آسیب‌پذیری، فرایند برآورد آسیب‌پذیری عناصر معینی است که در معرض خطر احتمالی ناشی از وقوع مصیبت‌بار هستند (فیشر^{۱۵} و همکاران، ۱۹۹۶:). تحلیل آسیب‌پذیری شهری، تحلیل، ارزیابی و پیش‌بینی احتمال خسارت‌های جانی، مادی و معنوی شهر و ساکنان شهر در برابر مخاطرات احتمالی است (امینی ورکی و همکاران، ۱۳۹۳: ۸).

آسیب‌پذیری اجتماعی

رویکردهای آسیب‌پذیری اجتماعی بیانگر تأثیر فرایندهای اجتماعی مؤثر در آسیب‌پذیری هستند. به دلیل جنبه پویا و دینامیک عوامل و ساختار اجتماعی این رویکردها از همدیگر متفاوت و متمایز هستند. رویکردهای آسیب‌پذیری اجتماعی به تشریح این واقعیت می‌پردازند که آسیب‌پذیری منحصراً تحت تأثیر مجاورت و طبیعت مخاطرات نیست، بلکه به وضعیت اجتماعی جوامع هم‌بستگی دارد؛ جمعیتی که در اوضاع اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی و سیاسی متفاوت زندگی می‌کنند، در سطوح مختلفی از آسیب‌پذیری هستند (احدنژاد، ۱۳۸۹: ۷۶-۷۷). بر اساس تعاریف آسیب‌پذیری و انواع آن سه دیدگاه کلی در خصوص آسیب‌پذیری در برابر مخاطرات محیطی وجود دارد:

- ۱- دیدگاه زیستی - فیزیکی: آسیب‌پذیری به‌عنوان ریسک در معرض بودن (خطر محور و فن‌گرا)
- ۲- دیدگاه ساخت اجتماعی: آسیب‌پذیری به‌عنوان ساخته‌ای اجتماعی (اجتماعی و انسان‌محور)

جدول (۲): سوابق زمین‌لرزه‌های مهم استان

منطقه	تاریخ وقوع	مشخصات (خرابی، شدت، بزرگی)
ماکو	۶۷۷ ه.ش	زلزله شدید که خرابی زیادی برجا گذاشت و کلیسای معروف این شهر را ویران کرد
خوی	۱۲۱۶ ه.ش	ویرانی زیادی داشت
خوی	۱۲۲۸ ه.ش	۴ بار لرزه که روستاهای اطراف تخریب شدند
خوی	۱۲۵۶ ه.ش	۴ بار لرزه که روستاهای اطراف تخریب شدند
خوی - تبریز	۱۲۵۸ ه.ش	۴ بار لرزه که روستاهای اطراف تخریب شدند
خوی	۱۲۷۳ ه.ش	۴ بار لرزه که روستاهای اطراف تخریب شدند
ارومیه و سلماس	۱۳۰۹ ه.ش	در ارومیه لرزش شدید و شهر دیلمقان سلماس را ویرا نمود
ارومیه	۱۳۵۸ ه.ش	لرزش شدید در ارومیه اتفاق افتاد و خرابی نداشت

منبع: (قسمتی و همکاران، ۱۳۹۱: ۲۱)

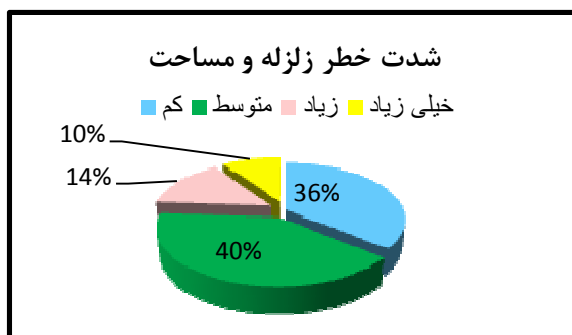
آمد. با توجه به زمین‌لرزه‌های زیادی که تاکنون در آذربایجان رخ داده، احتمال وقوع زلزله در آینده نیز در این منطقه زیاد است. وقوع زمین‌لرزه‌هایی با شدت ۴- ۶ و بیشتر در یک سال گذشته در قره ضیاءالدین، تبریز و تسوج در آذربایجان و همچنین زمین‌لرزه ۱۴ اسفندماه ۱۳۷۰ ارزنجان ترکیه، این موضوع را تأیید می‌کند (اداره کل مدیریت بحران استان آذربایجان غربی).

گسل‌هایی که آذربایجان غربی را تحت تأثیر قرار می‌دهند، عبارت‌اند از:

- ۱- گسل شمال تبریز: فعال‌ترین گسل در آذربایجان است و شدیدترین زلزله در آن در سال ۱۱۵۸ هجری شمسی رخ داده است.
- ۲- گسل سد مهاباد: در بخش جنوبی دریاچه ارومیه و شمال شهرستان مهاباد گسترده شده است.
- ۳- گسل سلماس: در نزدیکی شهر سلماس در اثر زلزله‌ای در اردیبهشت ۱۳۰۹ هجری شمسی به وجود



شکل (۳): نقشه پهنه بندی خطر زلزله (مأخذ: نگارندگان)



شکل (۴) شدت خطر زلزله و مساحت (مأخذ: نگارندگان)

شدت خطر زلزله	مساحت
کم	۱۳۵۰۷۲۴۷۷۳۲
متوسط	۱۵۱۱۸۳۶۱۴۲۰
زیاد	۵۳۹۸۲۶۹۷۱۵
خیلی زیاد	۳۵۹۰۱۶۶۸۱۵

جدول (۳) مساحت پهنه های زلزله

داده‌ها و ترکیب آن‌ها، ماتریس داده‌های خام هر یک از مؤلفه‌ها در محدوده مورد مطالعه تعریف شده است که در آن **X** شاخص‌های مورد مطالعه و **A** شهرستان‌های می‌باشند. مؤلفه‌های مورد مطالعه به شرح جدول (۴) می‌باشند. مراحل انجام تکنیک تاپسیس در هفت مرحله به ترتیب زیر است.

۳- یافته‌های پژوهش

در این بخش از پژوهش به بررسی شاخص‌های آسیب‌پذیری اجتماعی-فیزیکی شهرستان‌های استان آذربایجان در برابر زلزله با استفاده از مدل تاپسیس پرداخته شده است. به منظور اولویت‌بندی و تحلیل شهرستان‌های استان در برابر آسیب‌های ناشی از زلزله، از مدل **TOPSIS** استفاده شد. پس از جمع‌آوری

مرحله اول؛ تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری؛ این ماتریس معرف ارزش‌گزینۀ آم نسبت به شاخص زام است. بر اساس شاخص و مکان تشکیل شده است. که در آن

جدول (۴): مؤلفه‌های موردمطالعه

X1	جمعیت*	X13	تعداد پزشکان*	X25	تعداد واحد مسکونی با مساحت کمتر از ۱۰۰*
X2	تعداد خانوار*	X14	تعداد پرستاران و بهیاران*	X26	** تعداد واحد مسکونی با مساحت ۱۰۱-۳۰۰
X3	درصد جمعیت مرد*	X15	تعداد ایستگاه آتش‌نشانی**	X27	تعداد واحد مسکونی با مساحت ۳۰۱-۵۰۰**
X4	درصد جمعیت زن*	X16	تعداد مراکز درمانی و بیمارستانی	X28	۵۰۱ و بیشتر** تعداد واحد مسکونی با مساحت
X5	نسبت جنسی*	X17	آجر و آهن یا سنگ و آهن*	X29	طبقات ۱ الی ۳**
X6	تراکم جمعیت*	X18	آجر و چوب یا سنگ و چوب*	X30	طبقات ۴ و بیشتر**
X7	درصد جمعیت ۰-۱۴*	X19	بلوک سیمانی (با هر نوع سقف)*	X31	مساحت بافت‌های فرسوده**
X8	درصد جمعیت ۱۵-۶۴*	X20	خشت و چوب و گل*	X32	مساحت بافت‌های غیررسمی (حاشیه‌نشین)*
X9	درصد جمعیت ۶۵ سال به بالا*	X21	بتون‌آرمه*	X۳۳	تعداد پارک**
X10	تعداد شاغلان*	X۲۲	اسکلت فلزی*	X34	وسعت پارک عمومی مترمربع*
X11	تعداد بیکاران*	X23	سازند زمین‌شناسی (جنس خاک)	X۳۵	وسعت فضای سبز مترمربع**
X12	ضریب اشتغال*	X24	فاصله از گسل‌های لرزه‌خیز		

(مأخذ: نگارندگان)

در مرحله سوم؛ معیارهای مختلف دارای وزن‌های مختلف هستند، برای بیان اهمیت نسبی شاخص‌ها، باید وزن نسبی هر یک از شاخص‌ها مشخص شود که بدین منظور در این پژوهش از روش آنتروپی شانون استفاده شده است.

در مرحله چهارم؛ باید ماتریس V که در واقع همان ماتریس حاصل ضرب مقادیر استاندارد هر شاخص در وزن مربوط به همان شاخص است را به دست بیاوریم. با توجه به معیار ایده آل و حداقل از ماتریس V مرحله پنجم: محاسبه ماتریس ایده آل مثبت و ایده آل منفی به تهیه می‌گردد. (جدول ۵)

مرحله دوم^{۱۶}؛ شاخص‌های موردبررسی پس از تکمیل به صورت ماتریس (X_{ij}) از طریق رابطه (۱) استاندارد شده و ماتریس R را تشکیل می‌دهند. در این مرحله با استانداردسازی داده‌ها، دامنه مقادیر را که در واحدهای اندازه‌گیری متفاوت (همچون واحد اندازه‌گیری رتبه‌ای، درصدی و متریک) وجود دارند به یک دامنه استاندارد در حدفاصل بین (۰ و ۱) تبدیل و مقادیر استاندارد شده داده‌ها را به دست می‌آوریم.

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n X_{ij}^2}$$

۱۴- لازم به ذکر است که در پژوهش حاضر بدلیل گستردگی ماتریس‌ها و همچنین شناخت شده بودن مدل مورد استفاده از آوردن جداول ماتریس مراحل ۲، ۳ و ۴ صرف نظر شده است و فقط به نتایج نهایی مدل اکتفا شده است.

جدول (۵) ماتریس ایده آل مثبت و ایده آل منفی

X 12	*X11	X10	*X9									شاخص
۰/۰۱۶	۰/۰۰۵	۰/۱۲۷	۰/۰۰۵	۰/۱۳۰	۰/۰۰۶	۰/۰۰۸	۰/۰۲۷	۰/۰۲۷	۰/۰۲۷	۰/۳۵۳	۰/۲۶۵	A ⁺
۰/۰۱۲	۰/۱۲۵	۰/۰۰۵	۰/۱۳۷	۰/۰۰۵	۰/۱۲۲	۰/۰۶۶	۰/۰۲۵	۰/۰۲۶	۰/۰۲۵	۰/۰۱۴	۰/۰۱۲	A ⁻
X۲۴	X23	X22	X21	*X20	X19							شاخص
۰/۰۲۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۷۹	۰/۰۰۳	۰/۰۵۱	۰/۰۰۲	۰/۰۹۵	۰/۰۷۲	۰/۰۴۶	۰/۱۱۲	۰/۰۸۶	A ⁺
۰/۱۷۳	۰/۰۳۳	۰/۰۷۴	۰/۰۰۱	۰/۰۲۸	۰/۰۰۰	۰/۰۴۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	A ⁻
	X35	X34	X33	*X32	*X31	*X30	X29	X28	X27	X26	*X25	شاخص
	۰/۰۹۱	۰/۰۸۳	۰/۰۶۷	۰/۰۰۲	۰/۰۰۶	۰/۰۰۰	۰/۰۳۳	۰/۱۳۳	۰/۱۲۴	۰/۰۸۱	۰/۰۰۳	A ⁺
	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۲۶	۰/۰۲۲	۰/۱۶۶	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۶۸	A ⁻

رابطه (۶)

$$CL_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+}$$

پس از به دست آوردن امتیازات نهایی نواحی در مدل تاپسیس، برای طبقه‌بندی داده‌ها براساس میزان آسیب‌پذیری ناشی از زلزله ابتدا دامنه تغییرات امتیازات به دست آمده در مدل تاپسیس را مشخص و سپس با استفاده از فرمول تجربی استورجس (رابطه ۷) تعداد طبقات و دامنه آسیب‌پذیری آن‌ها را تعیین می‌کنیم در پژوهش حاضر دامنه آسیب‌پذیری در ۵ سطح، آسیب‌پذیری خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد سطح‌بندی شده است.

رابطه ۷:

$$K = 1 + 3/32 \text{Log}N$$

جدول (۶): اندازه جدایی و رتبه‌بندی و آسیب‌پذیری شهرستان‌ها با استفاده از مدل تاپسیس

میزان آسیب‌پذیری		رتبه نهایی			امتیازات تاپسیس			شهرستان
جمعیت	شدت	شهرستان	رتبه به ترتیب	رتبه نهایی	امتیاز نهایی	Si +	Si -	
۹۶۳۷۳۸	خیلی کم	ارومیه	۱	۱	۰/۶۳۳	۰/۳۲	۰/۵۶	ارومیه
۳۵۴۳۰۹	کم	خوی	۲	۱۰	۰/۳۵۲	۰/۵۵	۰/۳۰	اشنویه
۷۵۹۸۶۱	متوسط	مهاباد	۳	۶	۰/۳۶۹	۰/۴۸	۰/۲۸	بورکان
		میاندوآب	۴	۱۲	۰/۳۴۹	۰/۵۶	۰/۳۰	پلدشت
		شاهین دژ	۴	۷	۰/۳۶۶	۰/۵۲	۰/۳۰	پیرانشهر
		سلماس	۵	۹	۰/۳۵۵	۰/۵۴	۰/۳۰	تکاب

مرحله ششم؛ در این مرحله نقطه‌ای مطلوب است که کمترین فاصله را از نقطه ایده آل مثبت و بیشترین فاصله را از نقطه ایده آل منفی داشته باشد. در این مرحله محاسبه و تعیین فاصله را می‌توان با استفاده از روش اقلیدسی به دست می‌آورد که بیانگر فاصله بهترین و بدترین فاصله از ایده آل مثبت است (جدول ۶).

رابطه (۴)

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^+)^2}$$

رابطه (۵)

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^-)^2}$$

مرحله هفتم؛ در نهایت، رتبه‌بندی نهایی با استفاده از رابطه (۶) به دست می‌آید:

۵۲۵۱۹	زیاد	بوکان	۶	۱۵	۰/۳۴۳	۰/۵۷	۰/۳۰	چالدران
		پیرانشهر	۷	۱۶	۰/۳۴۱	۰/۵۷	۰/۳۰	چای پاره
		شوط	۸	۲	۰/۴۰۹	۰/۴۲	۰/۲۹	خوی
		تکاب	۹	۱۳	۰/۳۴۷	۰/۵۳	۰/۲۸	سردشت
		اشنویه	۱۰	۵	۰/۳۷۷	۰/۴۹	۰/۳۰	سلماس
		نقده	۱۱	۴	۰/۳۸۱	۰/۵۲	۰/۳۲	شاهین‌دژ
۳۳۲۱۲۸	خیلی زیاد	پلدشت	۱۲	۸	۰/۳۶۴	۰/۵۵	۰/۳۱	شوط
		سردشت	۱۳	۱۴	۰/۳۴۴	۰/۵۴	۰/۲۸	ماکو
		ماکو	۱۴	۳	۰/۳۹۴	۰/۴۷	۰/۳۱	مهاباد
		چالدران	۱۵	۴	۰/۳۸۱	۰/۴۶	۰/۲۸	میاندوآب
		چای پاره	۱۶	۱۱	۰/۳۵۰	۰/۵۳	۰/۲۸	نقده

(مأخذ: نگارندگان)

دامنه آسیب‌پذیری کم قرار گرفته است. شهرستان‌های مهاباد، میاندوآب، شاهین‌دژ و سلماس به ترتیب رتبه سوم تا ششم را به خود اختصاص دادند و از آسیب‌پذیری متوسط برخوردار می‌باشند. شهرستان‌های بوکان، پیرانشهر، شوط، تکاب، اشنویه و نقده به ترتیب با کسب رتبه‌های هفتم تا دوازدهم در دامنه آسیب‌پذیری زیاد قرار گرفته‌اند. شهرستان‌های پلدشت، سردشت، ماکو، چالدران و چای پاره به ترتیب رتبه سیزدهم تا هفدهم را به خود اختصاص دادند و در دامنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد قرار گرفته‌اند (جدول شماره ۶). نتایج حاصل از سطح‌بندی شهرستان‌های استان آذربایجان غربی بر اساس شاخص‌های اجتماعی- فیزیکی در برابر آسیب‌پذیری زلزله با استفاده از مدل تاپسیس در شکل شماره (۵) به صورتی نموداری نمایش داده شده است.

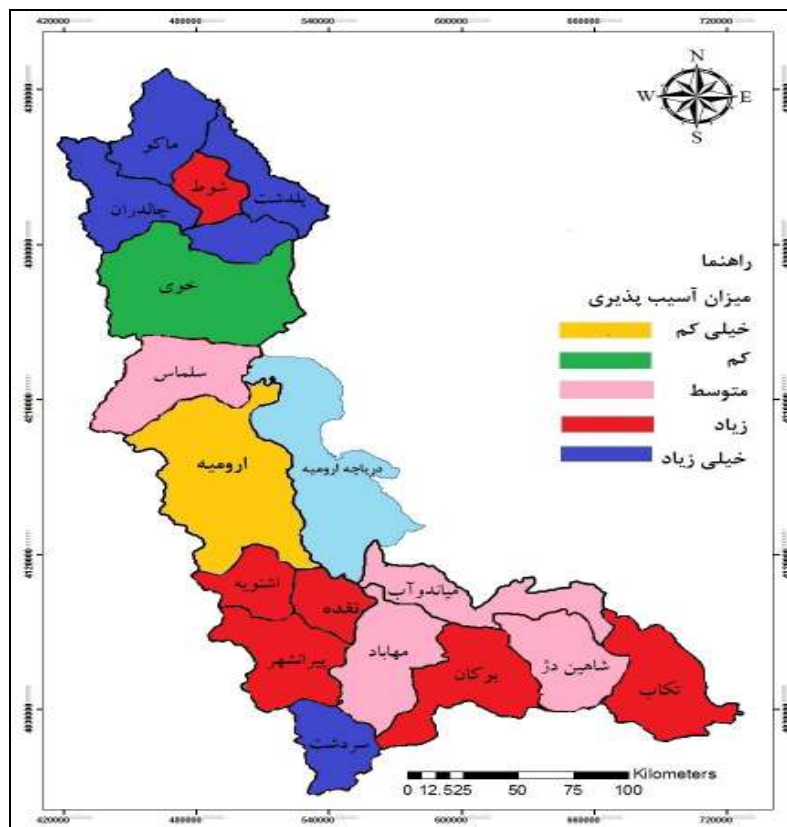
نتایج جدول نهایی رتبه‌بندی شهرستان‌های استان بسته به هدف پژوهش قابل توجیه است به این معنا که شهرستان‌هایی که بیشترین و بالاترین رتبه را کسب کردند به گزینه ایده آل ما نزدیکتر و از شرایط بهتر از نظر شاخص‌های اجتماعی- فیزیکی در برابر زلزله برخوردارند در نتیجه در دامنه آسیب‌پذیری کمتر قرار می‌گیرند و برعکس شهرستان‌هایی که رتبه پایینی را کسب کردند حاکی از نامطلوب بودن شاخص‌های اجتماعی- فیزیکی در برابر زلزله و آسیب‌پذیر بودن آن‌ها دارد. با توجه به نتایج به دست آمده از تکنیک تاپسیس، رتبه‌بندی شهرستان‌های استان آذربایجان غربی بر اساس میزان آسیب‌پذیری شاخص‌های اجتماعی- فیزیکی در برابر زلزله نشان می‌دهد که شهرستان ارومیه با کسب رتبه اول از شرایط مطلوبی برخوردار است و در دامنه آسیب‌پذیری خیلی کم قرار دارد. بعد از شهرستان ارومیه، شهرستان خوی در



شکل (۵): میزان تاپسیس شهرستان‌های استان (مأخذ: نگارندگان)

آسیب‌پذیری شهرستان‌ها وارد محیط GIS شد. شکل شماره (۶) نقشه سطح‌بندی شهرستان‌ها بر اساس میزان آسیب‌پذیری شاخص‌های اجتماعی - فیزیکی در برابر زلزله با استفاده از مدل تاپسیس را نشان می‌دهد.

نهایتاً برای نشان دادن توزیع فضایی میزان آسیب‌پذیری شهرستان‌های استان آذربایجان غربی از نظر شاخص‌های اجتماعی - فیزیکی بر اساس سطح‌بندی مدل تاپسیس، نتایج حاصل از مدل تاپسیس جهت تهیه نقشه میزان



شکل (۶): توزیع فضایی میزان آسیب‌پذیری شهرستان‌ها در برابر زلزله بر اساس مدل تاپسیس

کم، شهرستان‌های مهاباد، میاندوآب، شاهین‌دژ و سلماس از آسیب‌پذیری متوسط، شهرستان‌های بوکان، پیرانشهر، شوط، تکاب، اشنویه و نقده از آسیب‌پذیری زیاد و شهرستان‌های پلدشت، سردشت، ماکو، چالدران و چای‌پاره از آسیب‌پذیری خیلی زیاد برخوردار می‌باشند. واقعیت امر این است که اگر به‌طور واقع‌بینانه به دنبال بررسی عوامل آسیب‌پذیری شهرها در برابر مخاطرات طبیعی در کشورهای در حال توسعه و از جمله ایران باشیم، باید ریشه‌های اصلی آن را در نابرابری‌های اجتماعی، عدم برنامه‌ریزی اصولی، رشد شتابان جمعیت و شهرنشینی این‌گونه جوامع جستجو کنیم.

منابع

احمدنژاد روشنی، محسن؛ زلفی، علی؛ نوروزی، محمدجواد؛ جلیلی، کریم (۱۳۹۰). ارزیابی آسیب‌پذیری اجتماعی شهرها در برابر زلزله نمونه موردی: شهر خرمدره، فصلنامه جغرافیایی چشم‌انداز زاگرس: بهار ۱۳۹۰، دوره ۳، شماره ۷؛ صفحه ۸۱ - ۹۸.

اداره کل مدیریت بحران استان آذربایجان غربی.

امینی ورکی، سعید؛ مدیر، مهدی؛ شمسایی زفرقندی، فتح‌اله؛ علی‌قنبری نسب (۱۳۹۳)، شناسایی دیدگاه‌های حاکم بر آسیب‌پذیری شهرها در برابر مخاطرات محیطی و استخراج مؤلفه‌های تأثیرگذار در آن با استفاده از روش کیو، فصلنامه علمی پژوهشی مدیریت بحران، ویژه‌نامه هفته پدافند غیرعامل، صفحات ۱-۱۸.

امینی، جمال؛ کرمی، جلال؛ علیمحمدی، عباس؛ صفر راد، طاهر (۱۳۹۰)، ارزیابی مدل رادیوس در تخمین خسارات ناشی از زلزله در محیط GIS، مطالعه

توزیع فضایی میزان آسیب‌پذیری شهرستان‌های حاکی از آن است که شهرستان ارومیه در دامنه آسیب‌پذیری خیلی کم، شهرستان خوی در دامنه آسیب‌پذیری کم، شهرستان‌های مهاباد، میاندوآب، شاهین‌دژ و سلماس در دامنه آسیب‌پذیری متوسط، شهرستان‌های بوکان، پیرانشهر، شوط، تکاب، اشنویه و نقده در دامنه آسیب‌پذیری زیاد و شهرستان‌های پلدشت، سردشت، ماکو، چالدران و چای‌پاره در معرض آسیب‌پذیری خیلی زیاد قرار دارند (شکل شماره ۶).

۴- نتیجه‌گیری

آسیب‌پذیری اجتماعی- فیزیکی نتیجه‌ای از نابرابری‌های اجتماعی در جوامع شهری است. با توجه به نتایج حاصله از این پژوهش، می‌توان گفت که شهرها با توجه به ساختارهای متفاوت اجتماعی- اقتصادی و فیزیکی از آسیب‌پذیری یکسانی در برابر مخاطرات طبیعی برخوردار نبوده‌اند. با توجه به ضعف در زیرساختار داده‌های مکانی و خصیصه‌ای در کشور، تاکنون ارزیابی دقیق و ریز پهنه‌بندی مناسبی از آسیب‌پذیری اجتماعی- فیزیکی شهرها در برابر زلزله صورت نگرفته است و در این مقاله سعی شد تا با در نظر گرفتن عوامل اجتماعی- فیزیکی و عوامل مرتبط با آن و با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره تاپسیس و سیستم اطلاعات جغرافیایی، ارزیابی دقیقی از میزان آسیب‌پذیری اجتماعی- فیزیکی شهرستان‌های استان آذربایجان غربی صورت بگیرد. نتایج حاصل از پژوهش با بکارگیری مدل تاپسیس نشان می‌دهد که شهرستان ارومیه به‌عنوان مرکز استان با کسب رتبه اول و برخورداری از شرایط مطلوب شاخص‌ها در معرض آسیب‌پذیری خیلی کم، شهرستان خوی از آسیب‌پذیری

در برابر خطر زلزله مطالعه موردی: محلات کلانشهر تهران، جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی سال ۲۴، پیاپی ۵۰، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۲، صفحات ۱۵۳-۱۷۴. قسمتی، باقر، منافی، مهین، درستکار، جواد، کریمی، موسی و بهمن کارگر (۱۳۹۱)، استان شناسی آذربایجان غربی.

کریمی صالح، محمدجعفر (۱۳۸۵)، برنامه‌ریزی شهری در مقابله با سوانح طبیعی، اولین همایش مقابله با سوانح طبیعی، دانشکده فنی دانشگاه تهران، ص ۱۹۷. احدنژاد روشتی، محسن (۱۳۸۹)، ارزیابی آسیب‌پذیری اجتماعی شهرها در برابر زلزله نمونه موردی: شهر زنجان، مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای سال دوم، شماره هفتم، زمستان ۱۳۸۹، صفحات ۷۱-۹۰

ملکی، سعید، الیاس مودت (۱۳۹۲). ارزیابی طیف آسیب‌پذیری لرزه‌ای در شهرها بر اساس سناریوهای شدت مختلف با استفاده از مدل‌های μD ، TOPSIS، GIS، نمونه موردی: شهر یزد، جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره پنجم، بهار ۱۳۹۲، صفحات ۱۲۷-۱۴۲.

ملکی، سعید، الیاس مودت (۱۳۹۳)، طیف‌بندی و سنجش فضایی آسیب‌پذیری اجتماعی شهرها در برابر زلزله با بکارگیری تکنیک VIKOR و GIS؛ مورد شناسی شهر یزد، جغرافیا و آمایش شهری - منطقه‌ای سال چهارم تابستان ۱۳۹۳ شماره ۱۱، صفحات ۸۵-۱۰۳.

ملکی، سعید؛ مودت، الیاس؛ فیروزی، محمدعلی (۱۳۹۳)، ارزیابی و رتبه‌بندی آسیب‌پذیری اجتماعی شهرها در برابر زلزله با مدل TOPSIS و GIS نمونه موردی

موردی، منطقه یک شهرداری تهران. مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای سال سوم، شماره یازدهم، زمستان ۱۳۹۰، صص ۴۰-۲۳. آزادینخواه، امین (۱۳۸۸)، ارزه زمین‌ساخت منطقه معدنی سنگ آهن گل گهر سیرجان، فصلنامه زمین‌شناسی کاربردی، شماره ۳، سال ۱۳۸۸، ص ۱۹۳. بنیاد مسکن انقلاب اسلامی (۱۳۷۵)، تحلیل و برنامه‌ریزی فضایی - مکانی سکونتگاه‌ها برای کاهش خطر زلزله. پویان، ژیل؛ ناطقی الهی، فربرز (۱۳۷۸)، آسیب‌پذیری ابر شهرها در برابر زمین‌لرزه؛ مطالعه‌ی موردی شهر تهران، سومین کنفرانس بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، ج ۴، تهران.

حکمت نیا، حسن، موسوی، میر نجف (۱۳۹۰)، کاربرد مدل در جغرافیا با تأکید بر برنامه‌ریزی شهری و ناحیه‌ای، چاپ دوم، انتشارات علم نوین. خاکپور، براتعلی، زمردیان، محمدجعفر، صادقی، سلیمان و احمد مقدمی (۱۳۹۰)، تحلیل میزان آسیب‌پذیری فیزیکی - کالبدی منطقه ۹ شهر مشهد از دیدگاه زلزله‌خیزی، مجله‌ی جغرافیا و توسعه‌ی ناحیه‌ای، شماره‌ی شانزدهم، بهار و تابستان ۱۳۹۰، صفحات ۱-۳۴

شهابی، همین و قلی زاده، محمدحسین، نیری، هادی (۱۳۹۰)، پهنه‌بندی خطر زمین‌لرزه با روش تحلیل چند معیاری فضایی، جغرافیا و توسعه، شماره ۲۱، بهار ۱۳۹۰، صص ۶۵-۸۰.

عسگری، علی (۱۳۸۵)، در جستجوی اصول مدیریت و برنامه‌ریزی بحران، دومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت بحران، تهران، صص ۲۳-۱. قدیری، محمود، رکن‌الدین افتخاری، عبدالرضا (۱۳۹۲)، رابطه ساخت اجتماعی شهرها و میزان آسیب‌پذیری

- for accidents with oil spill in the sea. *Expert Systems with Applications*, 38(4), 4190-4197.
- Lantada, N., Pujades, L., & Barbat, A. (2009). Vulnerability index and capacity spectrum based methods for urban seismic risk evaluation. A comparison, *Nat Hazards* 51:501–524.
- National report of the Islamic republic of Iran on disaster reduction. 2005. World Conference on Disaster Reduction, Kobe, Hyogo, Japan.
- NaturalDisastersTrends[EM-DAT.]"[Online]. Available: <http://www.emdat.be/natural-disasters-trends>. [Accessed: 19-Nov-2013].
- Opricovic, S. and Tzeng, G.H., (2004), Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of Operational Research* (156): 445–455.
- R. Aghataher, M.R. Delavar, M.H. Nami and N. Samnani (2008). A Fuzzy-AHP Decision Support System for Evaluation of Cities Vulnerability Against Earthquakes. *World Applied Sciences Journal* 3 (Supple 1): 66-72
- S. K. Nath, M. D. Adhikari, N. Devaraj, and S. K. Maiti (2014). Seismic vulnerability and risk assessment of Kolkata City, India. *Natural Hazards and Earth System Sciences. Discuss.*, 2, 3015–3063, 2014.
- Stonich, S., (2000), The human dimensions of climate change: The political ecology of vulnerability, <http://www.isodarco.it/courses/candriai01/paper/candriai01stonich.html>, 2000.
- Tang, A., Wen, A., (2009); an intelligent simulation system for earthquake disaster assessment, *Computers & Geosciences* 35, 871– 879.
- UNDP, (2004), *Reducing Disasters Risk: A Challenge for Development*, UNDP.
- Weichselgartner, J., (2001), "Disaster mitigation: the concept of vulnerability revisited"; *Disaster Prevention and Management*, 10 (2): 85-94.
- Wisner, B., (2005), *Tracking Vulnerability: History, Use, Potential and Limitations of a Concept*, Invited Keynote Address, SIDA & Stockholm University, Research Conference, January 12-14.
- Yamin F., Rahman A., Huq, S. (2005); "Vulnerability, Adaptation and Climate Disasters: A Conceptual overview"; *IDS Institute of Development Studies Bulletin*, Vol. 36, No. 4, October 2005.
- شهر یزد، برنامه‌ریزی و آمایش فضا، دوره ۱۸، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۳، صفحه ۹۹–۱۲۴.
- BHARWANI HEMLATA MOTIRAM (2014) Earthquake Risk Assessment, Loss Estimation and Vulnerability Mapping for Dehradun City, India, Enschede, the Netherlands [March, 2014]. p 1-65.
- Botero Fernández V. (2009). Geo-information for measuring vulnerability to earthquake: a fitness for use approach. PhD thesis, ITC, Netherland.
- Boughton, G., (1998), The community: central to emergency risk management, *Australian Journal of Emergency Management*.
- Cees VAN WESTEN (2012), *Remote Sensing and GIS for Natural Hazards Assessment and Disaster Risk Management*, Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation (ITC), University of Twente Hengelosestraat 90. P 1-65. p
- chun-Nen Huang et.al (2014). A method for exploring the interdependencies and important of critical infrastructures. *Knowledge-Based Systems*, Vol. 55, 66 – 74.
- Earthquakes with 50,000 or More Deaths." [Online]. Available: http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/world/most_destructive.php. [Accessed: 19-Nov-2013].
- Fischer III, Henry, Scharnberger, Charls K and Geiger, Charles J (1996). Reducing Seismic Vulnerability in low to moderate risk areas. *Disaster Prevention and Management*, Vol 5.
- Hui, Y.T., Bao, H.H and Siou, W., (2008), Combining ANP and TOPSIS Concepts for Evaluation the Performance of Property Liability Insurance Companies, *Science Publications, Journal of Social Sciences* 4 (1): 56-61.
- Jadidi, O., Hong, T.S., Firouzi, F., Yusuff, R.M and Zulkifli, N., (2008), TOPSIS and fuzzy multi-objective model integration for supplier selection problem, *journal of Achievements in Manufacturing Engineering* (312):762-769.
- Krohling, R. A., & Campanharo, V. C. (2011). Fuzzy TOPSIS for group decision making: A case study