



## An Analysis on the management of urban crisis caused by the earthquake, with an emphasis on physical indicators (Case Study: Ilam province)

Saeed Maleki <sup>1\*</sup>, Elias Mavedat <sup>2</sup>

1 Professor, Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Letter and Humanities, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

2. Assistant Professor, Department Urban Development, Uneversity of Technology Jundy Shapur, Dezful, Iran

Received Date: 01 December 2023 Accepted Date: 14 February 2024

### Abstract

**Background and Aim:** Population growth and the expansion of settlements in high-risk region, especially in developing countries is increasing. In urban areas, the normal effects of natural disasters may not be so damaging but when it comes to human societies and human knowledge Become a natural crisis - a technological one Includes a combination of physical injuries and urban dysfunction. considering the location of Ilam province in terms of seismicity and lack of proper location of its settlements and its location on active faults, identify region unfavorable for earthquake hazard and prevent the establishment of human settlements in these areas is essential to reduce risks in the future which can be mentioned as the most important goal of this research.

**Methods:** The present study has studied the safety of urban planning with the consideration of safety principles. the research a applied developmental approach and a combination research method (descriptive, analytical, and field).

**Findings and Conclusion:** The have been used to analyze by GIS, Grafer, VISIO, SPSS and TOPSIS models. the results show that average vulnerability caused by earthquakes between (0 and 1) in Ilam province, against 0/4 percent. Dehloran urban region has the highest earthquake vulnerability in the physical index among all of the province's cities. also in terms of study; the amount of TOPSIS achieved In this region is 0/6 percent more and the Shirvan region had the lowest level of 0/11 percent.

**Keywords:** Earthquake, crisis, physical index, vulnerability, Ilam.

\* **Correspong Author: Email:** Corresponding Author: malekis@scu.ac.ir

**Cite this article:** Maleki, S., Mavedat, E (2024) An Analysis on the management of urban crisis caused by the earthquake, with an emphasis on physical indicators (Case Study: Ilam province). *Journal of Sustainable Urban & Regional Development Studies (JSURDS)*, 4(4)24,-38.



مؤسسه استادی و پایش علم و فناوری  
چمن اسلام (ISC)

شاپا: ۰۷۶۴-۲۷۸۳

دوره ۴، شماره ۴، شماره پیاپی ۱۴، زمستان ۱۴۰۲

Journal Homepage <https://www.srds.ir/>  
<https://dorl.net/dor/20.1001.1.27830764.1402.4.4.2.3>

## تحلیلی بر مدیریت بحران شهری ناشی از زلزله با تأکید بر شاخص کالبدی (مطالعه موردی: استان ایلام)

سعید ملکی<sup>۱\*</sup>، الیاس مودت<sup>۲</sup>

۱- استاد، گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

۲- استادیار گروه شهرسازی، دانشگاه صنعتی جندی شاپور، دزفول، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۲۵

### چکیده

**زمینه و هدف:** رشد جمعیت و گسترش سکونت‌گاه‌ها در مناطق پرخطر به ویژه در کشورهای در حال توسعه در حال افزایش است. در حوزه های شهری، اثرات معمول در اثر وقوع سوانح طبیعی ممکن است آنقدر زیانبار نباشد ولی وقتی پای جوامع انسانی و دانش بشری به میان می آید، تبدیل به بحران های طبیعی - تکنولوژیکی گشته که شامل تلفیقی از آسیب های کالبدی و اختلال عملکرد شهری می شود. با توجه به قرارگیری استان ایلام از نظر زلزله‌خیز بودن و عدم مکان‌گزینی صحیح سکونت‌گاه‌های آن و قرارگیری بر روی گسل‌های فعال، شناسایی مناطق نامساعد از نظر خطر زلزله و جلوگیری از عدم استقرار سکونت‌گاه‌های انسانی در این مناطق برای کاهش خطرات احتمالی در آینده ضروری است که می توان به عنوان مهمترین هدف این پژوهش به آن اشاره کرد.

**روش بررسی:** تحقیق حاضر با رویکرد شهرسازی دفاعی با لحاظ قرار دادن اصول ایمنی اقدام به مطالعه نموده است. پژوهش مورد نظر دارای رویکرد توسعه‌ای - کاربردی و روش تحقیق ترکیبی (توصیفی، تحلیلی، و میدانی) می باشد.

**یافته ها و نتیجه گیری:** جهت تجزیه و تحلیل یافته‌ها از برنامه GIS، SPSS، VI SI O، Graf er و مدل TOPSI S استفاده گردیده است که نتایج تحقیق نشان داده است میانگین آسیب پذیری ناشی از زلزله بین (۰ و ۱) در استان ایلام برابر ۰/۴ درصد بوده است. منطقه شهری دهلران در شاخص کالبدی در بین کل شهرستان های استان بیشترین آسیب‌پذیری زلزله را دارا می‌باشد که از لحاظ آماری میزان TOPSI S بدست آمده در این منطقه برابر ۰/۶ درصد و منطقه شیروان برابر ۰/۱۱ درصد کمترین میزان را دارا بوده است.

**کلید واژه‌ها:** زلزله، بحران، شاخص کالبدی، آسیب پذیری، ایلام.

\* نویسنده مسئول: malekis@scu.ac.ir

ارجاع به این مقاله: ملکی، سعید، مودت، الیاس. (۱۴۰۲). تحلیلی بر مدیریت بحران شهری ناشی از زلزله با تأکید بر شاخص کالبدی (مطالعه موردی: استان ایلام). فصلنامه مطالعات توسعه پایدار شهری و منطقه ای، ۴(۴)، ۲۴-۳۸.

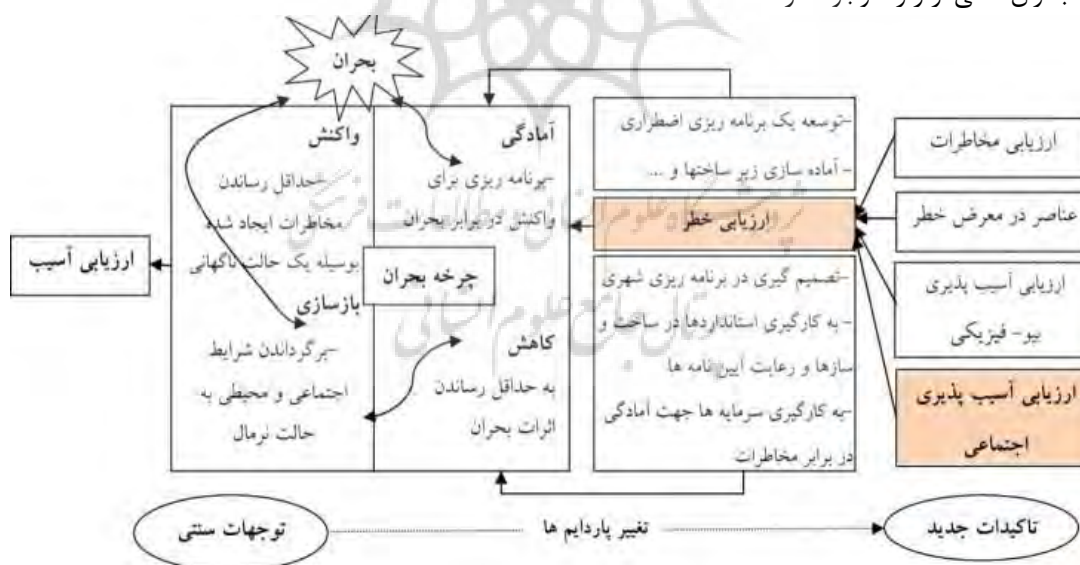
## مقدمه و بیان مسأله

گسترش شهر و شهرنشینی و افزایش بارگذاری های محیطی و اقتصادی بر بستر آنها، باعث ایجاد تسهیلات زیادی می شود ولی در عین حال عامل تشدید کننده بحران نیز شده و باعث می شود فرصت تسهیلات محیطی با عدم مدیریت و برنامه ریزی صحیح تبدیل به تهدید شود. در حوزه های شهری، اثرات معمول در اثر وقوع سوانح طبیعی ممکن است آنقدر زیانبار نباشد ولی وقتی پای جوامع انسانی و دانش بشری به میان می آید، تبدیل به بحران های طبیعی - تکنولوژیکی گشته که شامل تلفیقی از آسیب های کالبدی و اختلال عملکرد شهری می شود (سرور، ۱۳۹۵: ۸۸). مفهوم آسیب پذیری اجتماعی در مقابل خطرات محیطی به این علت اینکه در هر مطالعه ای جهت مقایسه و تحلیل آسیب پذیری نسبت به دیگر عوامل «تمام فضا و عناصر» را شامل می شود، مورد توجه می باشد (Cutter et al., 2003:13). لذا مفهوم آسیب پذیری شهر در برابر مخاطرات واحدی بین چارچوب «مکان و خطر» را در بر می گیرد (Cutter, 2010:58)؛ که نشان دهنده خطرات انسانی و فضاهای حاوی جمعیت های انسانی (فیزیکی - کالبدی) می باشد (Burton, 2008:67). به بیان دیگر در غالب نقشه و نقشه خوانی به عنوان ابزار جغرافیا در این تحقیق ارتباط فضایی بین آسیب پذیری اجتماعی، آسیب پذیری بیو فیزیکی و خطرات زیست محیطی مانند زلزله را نشان می دهد. در بین بحران های شهری زلزله از دیرباز جزء پرخطرترین مخاطرات طبیعی بوده و می باشد (مودت، ۱۳۹۲: ۸۵). بنابراین امروزه تحلیل و کاهش آسیب پذیری در برابر مخاطرات طبیعی به حوزه مهم و گسترده ای در سپهر برنامه ریزی و مدیریت بحران تبدیل شده است (قدیری، ۱۳۹۰: ۲۸). رشد جمعیت و گسترش سکونت گاه ها بر روی نواحی پرخطر، اثر حوادث طبیعی را در جوامع صنعتی و به ویژه در حال توسعه، افزایش داده است. اتخاذ تدبیری به منظور کاهش اثرات بلایا، راهکاری است که اکنون در کشورهای مختلف به کار می رود. زلزله از مهم ترین مخاطرات طبیعی است. زمین لرزه ها و تکان های شدید زمین، موجب انهدام و ویرانی ناگهانی ساختمان ها، شکستگی خطوط لوله، جاری شدن سیلاب ناشی از شکسته شدن سدها و مخازن آب، آتش سوزی و انفجار در شهرها و روستاها می شوند. با توجه به واقع شدن ایران بر روی یکی از دو کمربند مهم زلزله خیز جهان و وجود گسل های فراوان در آن، وقوع زلزله در فلات ایران امری طبیعی است. کمربند زلزله، ۹۰ درصد از خاک کشور ما را در بر گرفته است؛ اما آنچه حائز اهمیت است، وضعیت اسفبار شهرها و کلان شهرهایی است که بر روی گسل ها یا در مجاورت آن ها ساخته شده و در معرض خطر زلزله قرار دارند. هر چند پیش بینی این مخاطره طبیعی به صورت طبیعی ممکن نیست ولی گسترش علوم زمینی و تلفیق آن با ریاضیات باعث شناخت دقیق تر شرایط محیطی شده است. از این رو پهنه بندی چنین محدوده هایی در نتیجه تلفیق علوم و مشخص کردن نقاط مساعد در برابر اثرات و تبعات زلزله، از جمله فعالیت های با اهمیت و پیچیده به شمار می آید؛ بنابراین آمادگی و شناخت بحران یکی از وظایف مدیریت است اما از آن مهم تر، پیش بینی بحران هست، چرا که بدون پیش بینی و قدرت نگاه به آینده آن، این بحران خواهد بود که همچون طوفانی ما را به هر سو که خواهد می کشاند. الگوی نامناسب استفاده از سرزمین و تغییرات شدید در کاربری زمین باعث پیدایش بحران های محیط زیستی در سرزمین شده است. بنابراین لازم است که هر گونه برنامه ریزی در خصوص استقرار فعالیت های مختلف با نگرش به استعداد و قابلیت های سرزمین و با تفکر آمایشی صورت گیرد (کریمی و همکاران، ۱۳۹۰: ۵۱). ایمنی و امنیت شهری از دیرباز تا کنون در برنامه ریزی سکونتگاه های شهری مورد توجه بوده و برنامه ریزان همواره در ساخت و طراحی مناطق شهری به این امر مهم توجه کرده اند. کسب، حفظ و گسترش منافع و در بالاترین سطح آن (منافع ملی)، در گرو استقرار امنیت پایدار است و امنیت پایدار بدون شناخت و کاربست مولفه هایی در چارچوب مقوله پدافند غیرعامل در شکل ها و صورت های متنوع امکان پذیر نمی باشد (درایتی، ۱۳۹۱: ۱۰). بدین ترتیب کارشناسان و متخصصان مدیریت بحران سعی می نمایند تا با توجه به اصولی در زمینه کاربری های شهری از جمله اهمیت جغرافیایی و سیاسی کاربری ها، ارزش اقتصادی، نظامی و سیاسی مکان ها، روش ها و راهکارهایی را برای کاهش آسیب پذیری و خسارت به هنگام وقوع بحران در این محیط ها به کار گیرند. اصول دفاع غیر عامل مجموعه اقدامات بنیادی

و زیر بنایی است که در صورت بکارگیری می‌توان به اهداف دفاع غیر عامل از قبیل تقلیل خسارت و صدمات، کاهش قابلیت و توانایی سامانه‌های شناسایی اهداف، هدف یابی تسهیلات آفندی دشمن و تحمیل هزینه بیشتر به وی نائل گردید (شکیبامنش، ۱۳۹۰:۹). مطالعات انجام شده در دنیا نشان می‌دهد آسیب‌پذیری گروه‌های مختلف مردم ساکن در نواحی خطر خیز شهر، بسته به سطح زندگی و وضعیت اجتماعی و فیزیکی آنها در نقاط مختلف متفاوت است. و آسیب‌های ناشی از آن همواره علاوه بر غافل‌گیری مسئولان، هزینه‌های زیادی را تحمیل کرده و قابلیت بسیار بالایی برای تبدیل شدن به انواع دیگر آسیب‌ها اعم از سیاسی، اقتصادی و فرهنگی را دارا می‌باشد. و بنا به میزان و زمینه آن می‌تواند جهت‌های متفاوتی به خود بگیرد (مودت، ۵۷: ۱۳۹۳) به عنوان مثال در سال ۱۳۶۹ در استان گیلان بر اثر وقوع زمین لرزه، لغزش‌هایی در منطقه رخ داد که در اثر آن جاده‌های بسیاری تخریب گشت و راه‌های بسیاری از روستاها بر اثر سقوط سنگ و لغزش زمین مسدود گردید (مددی، ۱۳۸۹: ۷۸). از منظر خصوصیت اجتماعی: اشکال آمادگی در برابر خطر که به وسیله جامعه به صورت عمومی ایجاد شده است، به طور مثال کدهای ساختمانی و غیره (Cannon, 2003:63). شرایط تعیین شده به وسیله عوامل یا فرایندهای فیزیکی، اجتماعی، اقتصادی و محیطی که تأثیرپذیری یک جامعه را نسبت به تأثیر مخاطرات افزایش می‌دهد. همچنین میزانی از تفاوت‌های ظرفیتی جوامع شهری برای مقابله با آثار مخاطرات طبیعی بر اساس موقعیت آنها در جهان مادی (ساختار فضایی شهر) و ویژگی‌های اجتماعی آن جوامع (ساختار اجتماعی شهر) را آسیب‌پذیری شهری گویند (شکل ۱) (احدنژاد، ۱۳۸۹: ۴۳).

در پژوهش حاضر هدف اصلی ارزیابی و تحلیل وضعیت کالبدی استان ایلام از منظر آسیب‌پذیری ناشی از بحران زلزله می‌باشد که در این راستا سوال قابل طرح شامل مورد زیر است:

۱- آیا ارتباطی بین شاخص‌های کالبدی در استان ایلام با مدیریت بحران ناشی از زلزله وجود دارد؟  
همچنین فرضیه‌ی پژوهش حاضر عبارت است از: به نظر می‌رسد ارتباطی بین شاخص‌های کالبدی در استان ایلام با مدیریت بحران ناشی از زلزله وجود دارد.



شکل ۱. چرخه مدیریت بحران و آسیب‌پذیری

مآخذ: احدنژاد روشنی، ۱۳۸۹

## پیشینه پژوهش

پیشینه های کاربردی این گونه مطالعات موارد گسترده ای را یدک می کشد، که در ادامه به برخی از آن ها اشاره می گردد. با این وجود ، تفاوت هایی به لحاظ تکمیل تکنیک و یا ترکیب سنجش آسیب پذیری و ارائه ی راهبرد و همچنین اولویت بندی راهبردها و ... با پژوهش های دیگر وجود دارد.

کاوا<sup>۱</sup>(۱۹۹۹) در پژوهشی، برای تهیه ی یک نقشه ی آسیب پذیری از نرم افزار GIS استفاده کرد و در مدل خود اطلاعاتی مانند، توپوگرافی و محل گسل های منطقه، محل تاسیسات زیربنایی و پراکنش جمعیت برای مدل سازی آسیب پذیری استفاده کرد.

گیو وینازی<sup>۲</sup>(۲۰۰۶) در پژوهشی ابتدا به بررسی مدل های مختلف آسیب پذیری از جمله مدل RISK-UK و سناریوهای مختلف آسیب پرداخته و سپس با استفاده از همین مدل به ارزیابی آسیب پذیری منطقه لیگوریا در ایتالیا اشاره کرده است. تانگ و ون<sup>۳</sup>(۲۰۰۹) در تحقیقی، سیستم هوش مصنوعی برای ارزیابی خطر زلزله در شهر دیانگ در کشور چین را مبنی بر توسعه GIS و شبکه مصنوعی مورد استفاده قرار داده اند. این سیستم برای تشخیص ضعف لرزه ای ساختارها در شرایط پیش از زلزله، ارزیابی سریع خسارات زلزله و فراهم ساختن شرایط فوری هوشمند پاسخگویی عمومی و دولتی در طول زلزله و بعد از آن کاربرد دارد.

لانتادا<sup>۴</sup>(۲۰۰۹) در تحقیقی ضمن مدل سازی آسیب پذیری شهر بارسلون با استفاده از مدل RISK-UE، با بکارگیری مدل های موجود در زمینه تخمین خسارات به ارزیابی خسارات انسانی و اقتصادی در شهر بارسلون پرداخته اند. اسفندیاری درآباد و همکاران(۱۳۹۲) در مقاله ای با عنوان مدل سازی ضریب آسیب پذیری شهرها در برابر زلزله با استفاده از روش TOPSIS در محیط GIS ( مطالعه موردی: شهر اردبیل ) پرداخته است. وی تحلیلی از درجات آسیب پذیری در سطح شهرداری به تفکیک محلات انجام داده است.

امینیان و همکاران(۱۳۹۴) در پژوهشی به تخمین آسیب پذیری شهر گرگان در برابر زلزله با تاکید بر فاصله از تاسیسات شهری با منطق فازی پرداخته و اشاره دارند که پراکندگی تاسیسات به خوبی صورت نگرفته و محلات جنوب و شرق در آسیب پذیری بالاتری قرار دارند.

حاتمی نژاد و همکاران(۱۳۸۸) با استفاده از روش تحلیلی ارزیابی آسیب پذیری لرزه ای و با بهره گیری از مدل AHP و GIS، وضعیت آسیب پذیری منطقه ۱۰ شهر تهران را بررسی نموده و برای این کار از شاخص های : نوع مصالح، عمر سازه، تراکم جمعیت و شبکه ارتباطی استفاده نموده است.

رضایی و نوری(۱۳۹۶) در مقاله ای با عنوان نقش سرمایه اجتماعی در آمادگی افراد قبل از وقوع زلزله(مطالعه موردی: شهروندان شهر کرمان) پرداخته است. نتایج این پژوهش نشان می دهد بین مناطق شهر کرمان از لحاظ برخورداری از مولفه های سرمایه اجتماعی تفاوت معنا دار وجود دارد به صورتی که منطقه چهار شهری کرمان کم ترین و منطقه دو شهری بیشترین میزان سرمایه اجتماعی را دارند. از طرف دیگر میزان برخورداری خانوارها از سرمایه اجتماعی با سطح پایگاه اقتصادی- اجتماعی آن ها در سطح معناداری (۰/۰۰۰) و مقدار ضریب پیرسون ۰/۱۹۰ همبستگی معناداری وجود دارد. یعنی هرچه بر سرمایه اجتماعی جوامع افزوده شود مدیریت سوانح طبیعی و آمادگی افراد نیز در حد مطلوب تری خواهد بود.

<sup>۱</sup>Cava

<sup>۲</sup>Giovinazzi

<sup>۳</sup>Tang & Wen

Lantada

زارع و همکاران (۱۳۹۵) در مقاله‌ی ارزیابی آسیب پذیری بافت فرسوده شهر مرودشت در برابر زلزله با استفاده از (AHP) و (GIS) پرداخته که نتایج تحقیق نشان گر این است که در بین شاخص های مورد بررسی، شاخص کیفیت ساختمان ها با وزن ۰/۳۲۸ دارای بالاترین وزن نهایی و شاخص فاصله از آتش نشانی با ۰/۰۱۷ کمترین وزن نهایی را دارند و با توجه به نقشه نهایی آسیب پذیری مشاهده می گردد که توزیع مناطق با آسیب پذیری بالا حدود ۳۲ درصد از مساحت بافت را در بر گرفته است.

فرج زاده و همکاران (۱۳۹۰) در مقاله ای به ارزیابی میزان آسیب پذیری مسکن شهری در برابر زلزله در منطقه نه شهری تهران پرداخته است. در آن تحقیق با توجه به روش های مبتنی بر پایگاه اطلاعاتی و با بهره گیری از تکنیک TOPSIS و FUZZY و نرم افزار GIS انجام گرفته است. نتایج آن حاکی از آن است که منطقه نه شهری تهران در برابر زلزله آسیب پذیر می باشد.

عزیز پور و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهشی با عنوان اولویت بندی عوامل موثر در مدیریت بحران شهری در برابر بلایای طبیعی به کارگیری اصول مدیریتی برای کاهش آسیب پذیری شهرها و دستیابی به اولویت های عوامل موثر در مدیریت بحران شهری در سازمان های مرتبط با بحران شهر اصفهان پرداخته است. نتایج بدست آمده نشان می دهد که اولین عامل وجود نظام ذخیره سازی برای مدیریت پشتیبانی امداد و نجات در برابر حوادث است.

عینالی (۱۳۹۳) در پژوهشی به تحلیل عوامل موثر در آسیب پذیری مسکن روستایی در برابر زلزله در دهستان سجاسرود پرداخته و به این نتیجه اشاره دارند که عوامل کالبدی و اقتصادی بیشترین تاثیر و عوامل نهادی و اجتماعی، کمترین تاثیر را در آسیب پذیری دارند.

قائدرحمتی و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهشی به بررسی تاثیرات تراکم بر آسیب پذیری ناشی از زلزله در شهر اصفهان پرداخته است. شناسایی وضعیت تراکم جمعیتی، تراکم کاربری و تراکم ارتفاعی (ساختمانی) در شهر اصفهان و کشف ارتباط بین میزان تراکم شهری و آسیب پذیری ناشی از زلزله پرداخته و در نتیجه به فشردگی شهر در برخی از مناطق خاص و نیز گرایش شهروندان به سکونت در همان مناطق، بدون توجه به توزیع متعادل به میزان افزایش آسیب پذیری اشاره کرده است. مجرب و همکاران (۱۳۹۰) نیز با پهنه بندی و ریز پهنه بندی خطر زلزله در منطقه ی شهرکرد، بر اساس داده های تاریخی اطلاعات گسل های لرزه زا و ساختار زمین شناسی، مدل لرزه ای زمین ساخت منطقه را ارائه کرده اند و چشمه های لرزه زا را معرفی کرده اند.

ملکی و همکاران (۱۳۹۶) در مقاله ی به ارزیابی طیف تاب آوری اجتماع های شهری در برابر بحران زلزله بر اساس سناریوهای شدت مختلف و استفاده از نمایه COPRAS (نمونه موردی شهر ایلام) پرداخته است که نتایج آن نشان می دهد خسارات اجتماعی-کالبدی در اثر زلزله تا شدت ۵ مرکالی با استفاده از وزن متغیرها در مدل کوپراس تعیین و میزان تاب آوری در شهر ایلام بصورت پهنه بندی ارائه گردیده است و بر اساس مدل فوق میانگین تاب آوری در مناطق برابر ۶۵ درصد بوده است.

## روش پژوهش

تحقیق حاضر با رویکرد شهرسازی دفاعی با لحاظ قرار دادن اصول ایمنی اقدام به مطالعه نموده است. این پژوهش دارای رویکرد توصیفی-تحلیلی و از نوع توسعه ای-کاربردی می باشد که با مطالعات میدانی اطلاعات مورد نیاز از دستگاه های مربوطه تهیه گردیده است. جهت سنجش و طیف بندی موضوع، از آماره TOPSIS استفاده گردیده است. همچنین جهت تکمیل تجزیه و تحلیل یافته ها از نرم افزارهای SPSS، VPLS، GRAFER، EXCEL، EQS، AMOS و

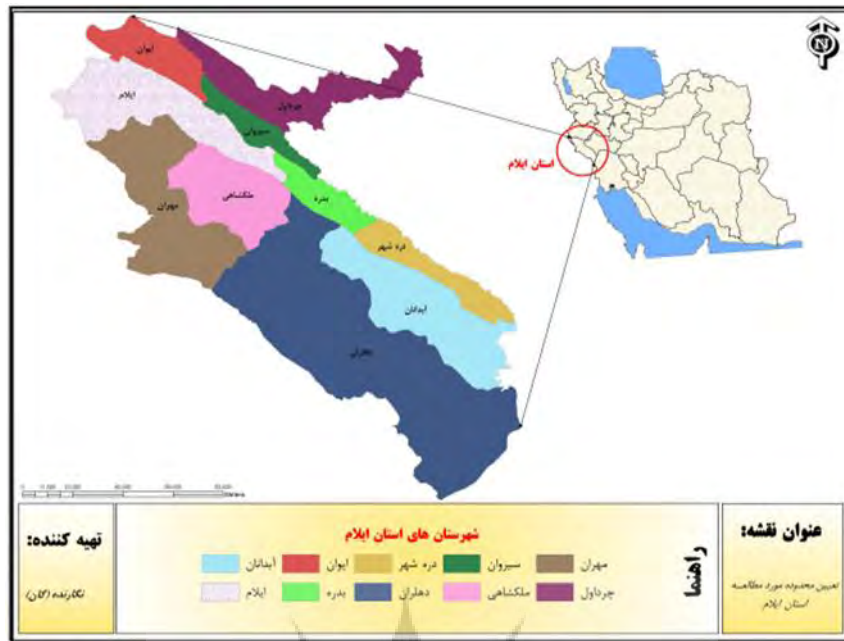
ArcGIS استفاده گردیده است. اهداف و ضرورت مدیریت بحران شهری از حیث زلزله خیز بودن و عدم مکان‌گزینی صحیح سکونت‌گاه‌های شهری به خصوص قرارگیری بر روی گسل‌های فعال و دلایل زیر برای تبیین آنها بیان می‌شود:

۱. شناسایی مناطق نامساعد از نظر خطر زلزله
۲. جلوگیری از عدم استقرار سکونتگاه‌های انسانی در مناطق زلزله خیز برای کاهش خطرات احتمالی
۳. دفاع غیر عامل از قبیل تقلیل خسارت و صدمات

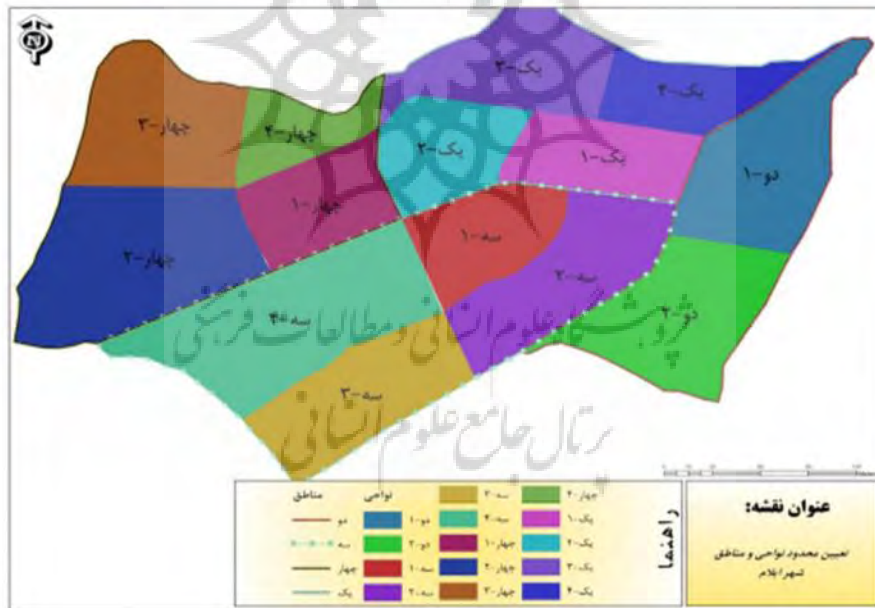
هدف پژوهش حاضر، با توجه به قرارگیری استان ایلام از نظر زلزله‌خیز بودن و عدم مکان‌گزینی صحیح سکونت‌گاه‌های آن و قرارگیری بر روی گسل‌های فعال، شناسایی مناطق نامساعد از نظر خطر زلزله و جلوگیری از عدم استقرار سکونتگاه‌های انسانی در این مناطق برای کاهش خطرات احتمالی در آینده است.

### معرفی محدوده مورد مطالعه

استان ایلام با مساحت ۲۰۱۳۸ کیلومترمربع حدود ۱/۲ درصد مساحت کل کشور را دارا است؛ جمعیت کل استان در سال ۱۳۹۴ برابر ۵۵۷۵۹۹ نفر بوده است (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان ایلام، معاونت آمار و اطلاعات، ۱۳۹۵، ص ۲۵). جمعیت شهری استان در سال ۱۳۹۴ برابر ۳۵۶۸۹۶ نفر بوده است که از این میزان ۱۸۰۳۳۷ نفر مرد و ۱۷۶۵۱۹ نفر را زنان تشکیل داده‌اند. استان ایلام در غرب ایران قرار دارد. این استان از استان‌های جنگلی ایران است و به خاطر زیبایی طبیعتش به عروس زاگرس نامور گشته است. از نظر جغرافیایی ایلام از غرب به کشور عراق، از شرق به استان لرستان، از شمال به استان کرمانشاه و از جنوب به استان خوزستان محدود می‌شود. این استان در سال ۱۳۶۵ متشکل از پنج شهرستان به نام های ایلام، دره‌شهر، دهلران، شیروان و چرداول و مهران بوده است. در سال ۱۳۶۵ شهرهای دهلران و موسیان در این شهرستان به دلیل فرار گرفتن در منطقه جنگلی خالی از سکنه بوده است. در سال ۱۳۷۴ نیز دو شهرستان آبدانان و ایوان نیز به آن‌ها اضافه شده است (شکل ۲). در سال ۱۳۶۵ شهرستان ایلام با ۱۶۳۰۳ نفر، بیشترین جمعیت و شهرستان دهلران ۱ است (ملکی، ۱۳۸۷، ۲۹). لازم به ذکر است شهر ایلام به عنوان مرکز استان ایلام دارای ۴ منطقه شهری و ۱۴ ناحیه شهری است (شکل ۳).



شکل ۲. تعیین محدوده شهرستان و استان ایلام  
 مأخذ: نویسندگان، ۱۳۹۶



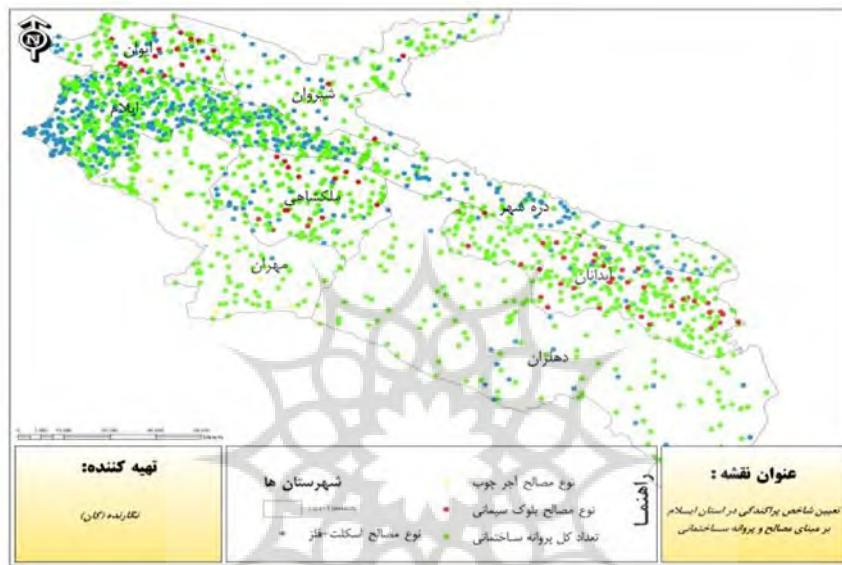
شکل ۳. تعیین محدوده نواحی و مناطق شهر ایلام  
 مأخذ: ملکی وهمکاران، ۱۳۹۶

## تجزیه و تحلیل داده ها

در این مرحله از تحقیق با تشریح مدل مورد نظر و بررسی کلی شاخص ساختمان و مسکن در استان ایلام در نهایت به رتبه‌بندی مناطق اقدام گردیده است. در ایران طی نیم قرن اخیر، زلزله‌های زیادی به وقوع پیوسته که از میان آن‌ها می‌توان



به زمین لرزه‌های طبس در سال ۱۳۵۷، استان‌های زنجان و گیلان در سال ۱۳۶۹، تکان‌های شدید زمین‌لرزه در سال ۱۳۷۲ در استان فارس، زمین لرزه استان اردبیل در سال ۱۳۷۵، زمین‌لرزه بم در سال ۱۳۸۲، زلزله زرنند و فیروزآباد در سال ۱۳۸۳، استان لرستان سال ۱۳۸۵، دورود سال ۱۳۸۹، اهر، ورزقان و هریس در سال ۱۳۹۱ و در نهایت زلزله ۱۳۹۲ بوشهر می‌توان اشاره کرد که باعث خسارات جانی و مالی بسیاری در مناطق شهری و به ویژه روستاها شده است (جدول ۱ و شکل ۵). براساس نتایج کلی شاخص ساختمان و مسکن در استان ایلام، بیشترین پراکندگی و انحراف مربوط به مصالح با بلوک سیمانی می‌باشد. در مقابل آن مصالح چوب در استان کمترین پراکندگی را دارد. که تا حدودی تنها شهر مهران را شامل می‌گردد. لذا چنانچه مصالح ساختمانی چوب را جز مناطق آسیب پذیر زیاد در نظر گرفته شود هدف مورد نظر شهر مهران می‌باشد (شکل ۴).

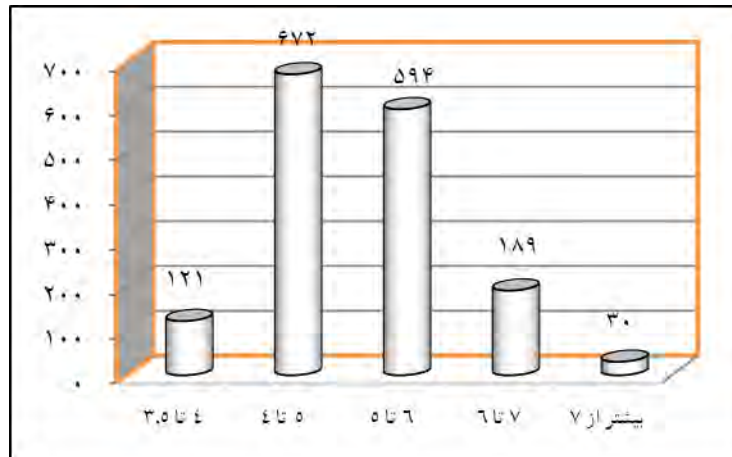


شکل ۴. شاخص پراکندگی مصالح و پروانه ساختمانی در استان ایلام

مآخذ: نویسندگان، ۱۳۹۶

جدول ۱- توزیع بزرگای زمین‌لرزه‌ها در ایران (۱۹۰۰ تا ۲۰۰۵) (مآخذ: مختاری، ۱۳۸۴، ۷۸)

بزرگای امواج سطحی (ریشتر)	تعداد	میزان نسبی رویداد زمین‌لرزه
۴-۳,۵	۱۲۱	۷٪/۵
۵-۴	۶۷۲	۴۱٪/۸
۶-۵	۵۹۴	۳۷٪
۷-۶	۱۸۹	۱۱٪/۸
بیشتر از ۷	۳۰	۱٪/۹



شکل ۵- تعداد زلزله‌ها ایران بر اساس شدت ریشتر (۱۹۰۰ تا ۲۰۰۵) مأخذ: مختاری، ۱۳۸۴، ۷۸.

### مدل TOPSIS

در دهه‌های اخیر کاربرد روش‌های کمی در برنامه‌ریزی به طور فزاینده‌ای افزایش یافته است و روش‌های متفاوتی برای ارزیابی و همچنین برنامه‌ریزی وجود دارد. یکی از این مدل‌ها، روش تاپسیس<sup>۱</sup> می‌باشد. این مدل توسط هوانگ و یون در سال ۱۹۸۱ پیشنهاد شد و یکی از بهترین مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه می‌باشد. که  $m$  گزینه به وسیله  $n$  شاخص، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. اساس این تکنیک، بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی، باید کمترین فاصله را با راه حل ایده‌آل منفی (بدترین حالت ممکن) داشته باشد. فرض بر این است که مطلوبیت هر شاخص، به طور یکنواخت افزایش یا کاهش می‌باشد. اجرای این تکنیک، مستلزم طی شش مرحله ذیل می‌باشد:

(۱). کمی کردن و بی‌مقیاس سازی ماتریس تصمیم ( $N$ ): برای بی‌مقیاس سازی، از بی‌مقیاس سازی نورم استفاده می‌شود.

(۲). به دست آوردن ماتریس بی‌مقیاس سازی موزون ( $V$ ): ماتریس بی‌مقیاس شده ( $N$ ) را در ماتریس قطعی وزن‌ها ( $W_n * n$ )

ضرب می‌کنیم، یعنی:

$$V = N * W_n * n$$

(۳). تعیین راه حل ایده‌آل مثبت و راه حل ایده‌آل منفی:

$$V_j^+ = V \text{ بهترین مقادیر هر شاخص ماتریس}$$

$$V_j^- = V \text{ بدترین مقادیر هر شاخص ماتریس}$$

(۴). بدست آوردن میزان فاصله هر گزینه تا ایده‌آل مثبت و منفی:

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^+)^2} \quad i=1,2,3,\dots,m$$

$$i=1,2,3,\dots,m \quad d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^-)^2}$$

(۵). تعیین نزدیکی نسبی ( $CL_i^*$ ) یک گزینه به راه حل ایده‌آل:

<sup>۱</sup>Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution.

<sup>۲</sup>Hwang and Yoon.

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

رتبه بندی گزینه‌ها: هر گزینه بر اساس میزان  $CL_i^*$  رتبه‌بندی می‌گردد (مودت و امانپور؛ ۱۳۹۲: ۲۸). مرحله اول در مدل تاپسیس بی مقیاس سازی متغیرهای می‌باشد که برای این کار از فرمول زیر استفاده گردیده است.

$$n_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{2 \sum_{i=1}^m a_{ij}^2}}$$

در مرحله دوم مدل TOPSIS برای بدست آوردن بی مقیاس سازی موزون، لازم است اوزان هر شاخص را داشته باشیم. که برای این کار از آنتروپی شانون استفاده گردیده است. که روش و نتایج آن به صورت زیر می‌باشد:

(۱) بی مقیاس سازی ماتریس تصمیم‌گیری:

$$P_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^m a_{ij}} \quad ; \quad \forall_j$$

(۲) محاسبه آنتروپی شاخص‌ها:

$$E_j = -k \sum_{i=1}^m [P_{ij} \ln P_{ij}] \quad ; \quad \forall_j$$

(۳) محاسبه میزان عدم اطمینان:

$$d_j = 1 - E_j \quad ; \quad \forall_j$$

در مرحله سوم TOPSIS محاسبه ایده‌آل مثبت بزرگترین مقدار  $V$  است و بر عکس برای شاخصی با جنبه منفی ایده‌آل مثبت، کوچکترین مقدار ماتریس  $V$  می‌باشد. همچنین ایده‌آل منفی برای شاخص مثبت کوچکترین مقدار ماتریس  $V$  می‌باشد. که برای محاسبه این روش از فرمول زیر استفاده می‌گردد:

$$V_j^+ = \{(\max_{ij} v_{ij} | j \in j), (\min_{ij} v_{ij} | j \in j)\}$$

$$V_j^- = \{(\min_{ij} v_{ij} | j \in j), (\max_{ij} v_{ij} | j \in j)\}$$

$$v_{ij} | j \in j\}$$

$$V_j^- = \{(\min_{ij} v_{ij} | j \in j), (\max_{ij} v_{ij} | j \in j)\}$$

بر این اساس ماتریس معیارها و کد بندی عوامل فیزیکی - کالبدی تاثیر گذار در بحران زلزله در استان ایلام تعیین و جمع آوری گردید (جدول ۲). متوسط مساحت زیربنای هر واحد مسکونی در نقاط شهری استان ایلام از ۱۱۴ متر مربع در سال ۱۳۷۵ به ۱۳۲ متر مربع در سال ۱۳۸۵ افزایش یافته که دارای رشد متوسط سالانه ۱/۵ درصد بوده است (جدول ۳). بر اساس مدل TOPSIS و مطالعه وضعیت کلی بحران در شاخص فیزیکی استان ایلام میزان ایده‌آل مثبت و وزن داده‌ها مشخص گردیده است (جدول ۴) و در نهایت تعیین سطح آسیب پذیری استان ایلام بر اساس میزان  $C1$  در این مدل مشخص و با استفاده از نرم افزار ArcMap مشخص شده است که بر این اساس میزان آسیب پذیری با سه رنگ (زرد با آسیب پذیری متوسط و قرمز با آسیب پذیری متوسط و آبی با آسیب پذیری زیاد) نشان داده شده است.

جدول ۲- ماتریس معیارها و کد بندی عوامل فیزیکی - کالبدی تاثیر گذار در بحران زلزله

آسیب پذیری					زیر معیار	معیار
خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم		
				*	اسکلت آهنی	نوع مصالح
			*		بتنی	
		*			آجر و آهن	
	*				آجر و چوب	
*					خشت و چوب	
				*	نوساز	کیفیت بنا
		*			مرمتی	
*					تخریبی	
*					مخروبه	
				*	یک	تعداد طبقات
			*		دو	
		*			سه	
	*				چهار	
*					+ پنج	سطح اشغال بنا (درصد)
			*		۰-۲۵	
		*			۲۵-۵۰	
	*				۵۰-۷۵	
*					۷۵-۱۰۰	
*					کمتر ۱۰۰	مساحت قطعات (مترمربع)
	*				۱۰۰-۲۵۰	
		*			۲۵۰-۵۰۰	
			*		۵۰۰+	

ماخذ نویسندگان، ۱۳۹۶

جدول ۳- متوسط زمین و زیربنای مسکن در نقاط شهری استان ایلام

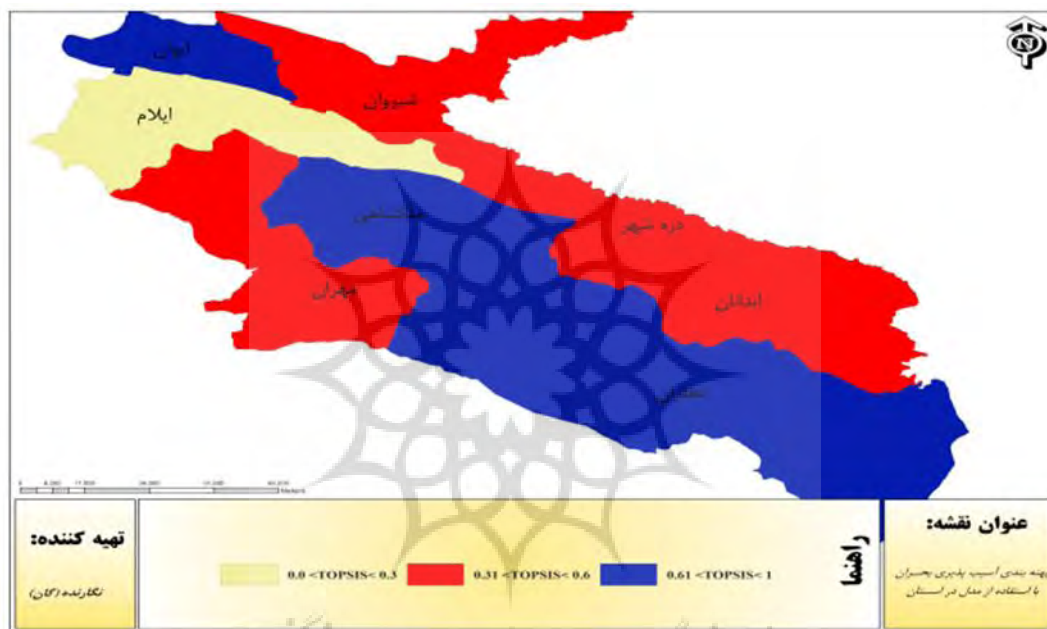
سال	تعداد واحد	مساحت زیربنا	مساحت زمین	متوسط مساحت زیربنا	متوسط مساحت زمین
۱۳۷۵	۲۲۰۳	۲۵۱۴۲۶	۴۸۹۶۲۶	۱۱۴	۲۲۲
۱۳۸۵	۳۱۳۱	۴۱۴۶۳۴	۵۰۴۸۰۵	۱۳۲	۱۶۱

مآخذ: مرکز آمار ایران، ۱۳۸۵

جدول ۴- میزان ایده ال مثبت و وزن داده ها بر اساس مدل TOPSIS

Dj	Wj	V+
0.0338	0.0188	0.0098
0.6319	0.3511	0.2490
0.4334	0.2408	0.1392
0.0189	0.0105	0.0051
0.2587	0.1437	0.1338
0.0689	0.0383	0.0288
0.2226	0.1237	0.1146
0.0695	0.0386	0.0287
0.0621	0.0345	0.0179

مآخذ: نویسندگان، ۱۳۹۶



شکل ۷. سطح بندی آسیب پذیری استان ایلام به تفکیک شهرستان بر اساس میزان CI در مدل TOPSIS

مآخذ: نویسندگان، ۱۳۹۶

## نتیجه گیری و پیشنهادها

شهر یک سیستم پیچیده عمومی است که متشکل از اجزا و عناصر مختلف و ساختارهای گوناگون محیطی، اجتماعی، اقتصادی، کالبدی می باشد. این اجزا، عناصر و ساختارها در ارتباط متقابل با یکدیگر قرار داشته و متاثر از کنش و واکنش های یکدیگرند. بنابراین، برنامه ریزی برای شهر بسیار پیچیده بوده و نیاز به درک قوی از مسائل مختلف و ارتباط و تأثیر و تأثر آنها بر یکدیگر و صرف زمان بیشتر می باشد. برنامه ریزی شهری به عنوان یک واسطه، قدرت دفاعی را بالا می برد و در ارضای نیاز و امنیت در سلسله مراتب هرم مازلو اثر مثبت داشته و باعث بقای انسان می گردد. با این رویکرد روان شناسانه به شهرسازی، بحث ایمنی و امنیت باید در کلیه سطوح برنامه ریزی و طراحی، از موضوعات کلان شهرسازی تا جزئیات فنی مدنظر قرار گیرد. نتایج تحقیق نشان می دهد میانگین آسیب پذیری ناشی از زلزله بین (۰ و ۱) در استان ایلام برابر ۰/۴ درصد بوده است. منطقه شهری دهلران در شاخص کالبدی در بین کل شهرستان های استان بیشترین آسیب پذیری زلزله را دارا می باشد

- که از لحاظ آماری میزان TOPSIS بدست آمده در این منطقه برابر ۰/۶ درصد و منطقه شیروان برابر ۰/۱۱ درصد کمترین میزان را دارا بوده است. همچنین با توجه به موضوع تحقیق می‌توان پیشنهادهایی نیز مطرح نمود که از آن جمله؛
۱. در یک شهر خوب عامل «انطباق مناسب» و بکارگیری اصول پدافند غیرعامل نقش مهمی را ایفا می‌کند.
  ۲. سازگاری شکل و عملکرد در شبکه‌های معابر عمومی، محل‌های تجمع عمومی و مکان‌ها، ابنیه‌ها و ساختمان‌ها به پدیده‌ی انطباق مناسب معنا می‌بخشد و این درست حساس‌ترین نکته در امر برنامه‌ریزی شهری مناسب با قوانین پدافند غیرعامل برای همه شهروندان است و بخصوص حفظ جان و اموال شهروندان در این رهگذر باید بیشتر مورد توجه باشد.
  ۳. در یک شهر خوب ابعاد اصلی نظام‌های دسترسی مطابق با الگوهای پدافند غیرعامل و بحران‌ها می‌بایست با استاندارد-های زمان دفاع رعایت گردد.
  ۴. قابل کنترل بودن شهر در زمان بحران‌ها از قبیل (جنگ، زلزله) در قالب مراقبت و کنترل از فضاهای شهری، تنظیم نحوه‌ی مراقبت و استفاده از آن فضاها در زمان بحران و نیز حق امکان ایجاد تغییرات فضاهای شهری در یک شهر خوب برای همه شهروندان وجود دارد.
  ۵. در نظر گرفتن و بومی سازی مصالح متناسب با اقلیم و محیط جهت کاهش خسارت.
  ۶. آگاهی هر چه بیشتر مسئولین و مدیران در خصوص اثرات زلزله در شهر در فرآیند قبل و بعد از زلزله.
  ۷. ارزیابی دقیق‌تر خسارت ناشی از زلزله در شهر (خسارت وارده به اماکن عمومی، شریان حیاتی و غیره).

## منابع و مأخذ

- احد نژاد روشتی، محسن، (۱۳۸۹). ارزیابی آسیب پذیری اجتماعی در برابر زلزله نمونه موردی شهر زنجان، مجله مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، سال دوم، شماره ۷، ۹۰-۷۱.
- اسفندیاری درآباد، فریبا، غفاری گیلانده، عطا و خداداد لطفی، (۱۳۹۲). مدل سازی ضریب آسیب پذیری شهرها در برابر زلزله با استفاده از روش TOPSIS در محیط GIS (مطالعه موردی: شهر اردبیل)، فصلنامه پژوهش‌های ژئو مورفولوژی کمی، سال دوم، شماره ۲، ۴۳-۷۹.
- امینیان، امیراحمد، صیامی، قدیر، تقی نژاد، کاظم و ابراهیم زاهدی کلاکی، (۱۳۹۴). تخمین آسیب پذیری شهر گرگان در برابر زلزله با تاکید بر فاصله از تاسیسات شهری با روش منطق فازی، دو فصلنامه مدیریت بحران، شماره ۸، ۴۷-۵۴.
- حاتمی نژاد، حسین، فتحی، حمید و عشق آبادی، فرشید، (۱۳۸۸). ارزیابی میزان آسیب پذیری لرزه ای در شهر منطقه ۱۰ شهرداری تهران، فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای انسانی. دوره ۴۱. شماره ۲۰، ۶۸-۱.
- درایتی، حامد و مجتبی نیک رهی، (۱۳۹۱). خلاصه مقالات همایش منطقه ای پدافند غیر عامل خراسان جنوبی، چاپ اول، نشر روناس، تهران، ۲۸-۲۷ اردیبهشت.
- رضایی، محمدرضا و نوری، محبوبه، (۱۳۹۶). نقش سرمایه اجتماعی در آمادگی افراد قبل از وقوع زلزله (مطالعه موردی: شهروندان شهر کرمان)، فصلنامه پژوهش و برنامه ریزی شهری، سال نهم، شماره ۳۲، ۹۸-۸۳.
- زارع، مجتبی، رضایی، محمد رضا و رحیمی، عنایت اله، (۱۳۹۵). آسیب پذیری بافت فرسوده شهر مرودشت در برابر زلزله با استفاده از (AHP) و (GIS)، فصلنامه پژوهش و برنامه ریزی شهری، سال هفتم، شماره ۲۶، ۹۲-۷۵.
- سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان ایلام، (۱۳۹۵). آمار نامه جمعیتی استان ایلام، معاونت آمار و اطلاعات، ۲۵.
- سرور، رحیم و کاشانی اصل، امین، (۱۳۹۵). ارزیابی آسیب پذیری کالبدی شهر اهر در برابر بحران زلزله، فصلنامه آمایش محیط. شماره ۳۴، ۱۰۸-۸۷.

- شکیبامنش، امیر و هاشمی فشارکی، جواد، (۱۳۹۰). ملاحظات پدافند غیر عامل در تأسیسات زیربنایی شهری، مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی مهندسی و مدیریت زیرساخت‌ها، تهران. ۷-۱۵.
- عینالی، جمشید، (۱۳۹۳). تحلیل بر عوامل موثر در آسیب پذیری مسکن روستایی در برابر سانحه زلزله (مطالعه موردی: سجاسرود- خدابنده استان زنجان)، فصلنامه فضای جغرافیایی. دوره ۴، شماره ۴۷، ۱۴۴-۱۲۷.
- فرج زاده اصل، منوچهر، احدنژاد، محسن و امینی، جمال، (۱۳۹۰)، ارزیابی آسیب پذیری مسکن شهری در برابر زلزله (مطالعه موردی: منطقه ۹ شهرداری تهران)، فصلنامه مطالعات و پژوهش های شهری و منطقه ای، سال سوم، شماره ۳۶، ۱۹-۹.
- عزیز پور، ملکه. زنگی آبادی، علی و اسماعیلیان، زهرا، (۱۳۹۰). اولویت بندی عوامل موثر در مدیریت بحران شهری در برابر بلایای طبیعی (مطالعه موردی سازمان های مرتبط با بحران شهر اصفهان)، فصلنامه جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، سال ۲۲، شماره ۳، ۱۲۴-۱۰۷.
- قائد رحمتی، صفر، باستانی فر، ایمان و سلطانی لیل (۱۳۹۰). بررسی تاثیرات تراکم بر آسیب پذیری ناشی از زلزله در شهر اصفهان (با رویکرد فازی)، فصلنامه جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، سال ۲۲، شماره ۱، ۱۲۲-۱۰۷.
- قدیری، محمود، (۱۳۹۰). تفاوت های اجتماعی- فضایی آسیب پذیری شهر تهران نسبت به خطر زلزله و رهنمودهای آن برای سیاست گذاری کاهش آسیب پذیری، ششمین کنفرانس بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، تهران.
- کرمی، امید، حسین نصر، سیدمحمد، جلیل وند، حمید و میریعقوب زاده، میرحسین، (۱۳۹۰). مطالعه و ارزیابی قابلیت های مکانی و اکولوژیک حوضه آبخیز بابل رود با استفاده از GIS، فصلنامه آمایش سرزمین. سال سوم، شماره ۵، ۷۰-۵۱.
- مغرب، مسعود، معاریان، حسین، زارع، مهدی، روزخس، پرویز و کریمی، سپید، (۱۳۹۰). پهنه بندی پتانسیل زمین لغزش، با توجه به خطر زلزله در گستره شهرکرد، فصلنامه زمین. دوره ۶، شماره ۲۰.
- مختاری، داوود، (۱۳۸۴). آسیب پذیری سکونتگاه های روستایی از فعالیت گسل و ضرورت جابه جایی آنها، مجله پژوهش های جغرافیایی، دوره ۳۷، شماره ۵۳، ۸۶-۷۱.
- مددی، عظیم، (۱۳۸۹). بررسی ناپایداری ژئومورفولوژیک گردنه صائین (بین شهر نیر و سراب، منطقه آذربایجان) با استفاده از روش آنبالاگان، فصلنامه جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، سال ۲۱، شماره ۱، ۷۹-۷۷.
- مرکز آمار ایران، (۱۳۸۵). سالنامه آماری استان ایلام.
- مرکز آمار ایران، (۱۳۹۰). گزیده نتایج سالنامه آماری استان ایلام.
- ملکی، سعید، امانپور، سعید، صفایی پور، مسعود، پور موسوی، سید نادر و مودت، الیاس، (۱۳۹۶). ارزیابی طیف تاب آوری اجتماع های شهری در برابر بحران زلزله بر اساس سناریوهای شدت مختلف و استفاده از نمایه COPRAS (نمونه موردی شهر ایلام)، فصلنامه پژوهش و برنامه ریزی شهری، سال هشتم، شماره ۴۰، ۳۱-۱۹.
- مودت، الیاس و امانپور، سعید، (۱۳۹۲). سنجش توسعه و فقر در استان خوزستان، فصلنامه مطالعات برنامه ریزی شهری، سال اول، شماره ۱، ۱۳۲-۱۱۳.
- مودت، الیاس و ملکی، سعید، (۱۳۹۳). طیف بندی و سنجش فضایی آسیب فیزیکی اجتماعی شهرها در برابر زلزلهها به کارگیری تکنیک VIKOR و GIS، مجله جغرافیا و آمایش شهری- منطقه ای، شماره ۱۱، ۱۰۳-۸۵.
- Burton, E. (2008): A place-based model for understanding community resilience to natural disasters, *Global Environmental Change* 18(4). Pp178-185.
- Cannon T. (2003): *Social vulnerability, Sustainable Livelihoods and Disasters*, London: Department for international development DFID; Government of the United Kingdom. Pp3-63.

Cova, T.J (1999): GIS in emergency management, Geographic information systems: Principles, Techniques, Applications and management, P.A. Longley. Pp845-858.

Cutter S. L., Mitchell J.T., Scott M.S. (2003): Revealing the vulnerability of people and places: A case study of Georgetown County, South Carolina, Annals of the Association of American Geographers, No. 90. Pp713-737.

Cutter, S.L. (2010): Hazards vulnerability and environmental justice, Routledge, Journal of Applied Psychology, Vol 100, No 6. Pp133-139.

Giovinazzi, S., Lagomarsino, S., & Pampanin, S. (2006): Vulnerability methods and Damage scenario for seismic risk analysis as support to retrofit strategies: a European Perspective, NZSEE conference, Pp29-36.

Lantada, N., Pujades, L., & Barbat, A. (2009), : Vulnerability index and capacity spectrum based methods for urban seismic risk evaluation. A comparison Nat Hazards. Vol 51. No 3. pp 501-524

Tang, A., & Wen, A. (2009): An intelligent simulation systems for earthquake , disaster assessment computers & Geoscience 35, pp 871-879

