

Research Paper

Assessment and Evaluation of Urban Resilience against Earthquake Risk Using Integration of ANP and OWA Model (Case Study: Germi City)

Aghil Madadi¹, Elnaz Piroozi², Zahra Amini³

1. professor of Geomorphology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
2. Ph.D. of Geomorphology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
3. MS.c of Geography and Urban Planning, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

Received: ۲۳ May 2020

Accepted: 25 September 2020

PP:210-226

Use your device to scan and read the article online

**Keywords:**

Risks; Physical; Access; Weighting; MCDM.

Abstract

At present, following the growth of urbanization and the increase in natural disasters, the study and measurement of the resilience of human and natural systems in achieving sustainable development are of particular importance. Accordingly, the present study seeks to measure and evaluate the resilience of Germi city environment against earthquake risk. In this study, by taking into account the natural, physical and accessible structures involved in reducing the effects of an earthquake in the form of 15 indicators, the resilience of Germi city against earthquake is discussed. Then, the information layers were prepared by the geographic information system and in the next step, the weighting of the studied factors was done using the network analysis process (ANP) in the Super Decision software environment and the final modeling was done using the ordinal weighted average (OWA) method. The results indicate that 11/70 % of the study area has quite good resilience and 24.17% of the area has quite inappropriate. Moderate and relatively appropriate resilience percentages are 25 %, 25.84 %, and 13.29 %, respectively. In general, it can be said that the southern, southwestern parts and the northeastern city of Germi have relatively inappropriate conditions regarding resilience, whereas construction in the northern and northwestern parts of the city are in better condition. According to the final map, the city of Germi is not in a good position in terms of earthquakes resistance, and it has a kind of medium to low status.

Citation: Aghil Madadi, Elnaz Piroozi, Zahra Amini (2022): Assessment and Evaluation of Urban Resilience against Earthquake Risk Using Integration of ANP and OWA Model (Case Study: Germi City), Vol 12, No 46, PP:210-226

DOI: 10.30495/JZPM.2022.5381

*Corresponding author: Aghil Madadi

Address: professor of Geomorphology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

Tell: +989143533026

Email: Aghil48madadi@gmail.com

Extended Abstract

Introduction

During the last one or two decades, with the increase in crises, the resilience of cities and regions against environmental and human hazards has been given special attention. Also, Germi city, due to its proximity to important faults in the region, being in a high seismic risk zone, the presence of vulnerable and worn out structures, and non-observance of safety principles in constructions, against the ground Earthquake is vulnerable. Therefore, evaluating and measuring the resilience of the city of Germi against an earthquake is considered an important necessity.

Methodology

According to the purpose of the study, the type of research is applied and based on the descriptive-analytical survey method. Also, among the most prominent tools used in the research are Arc GIS, IDRISI, MATLAB, Super Decisions software, and Excel. The prioritization of the options has been done based on the ANP network analysis technique and the final analysis using the OWA model.

Results and Discussion

According to the results, the element of building density with a coefficient of 0.155 has the most value and importance for urban resilience against earthquakes, and after that, the distance from the fault with a coefficient of 0.112 is considered an important element.

Mainly, the areas with low resilience are located in dense areas in terms of building density criteria. so the average building density in areas 4, 5, 6, and 2, respectively; is 66.7, 65.1, 56.2, and 62.4 percent. In terms of the factor of distance from the fault, which is the second most important criterion affecting the resilience of Germi city, completely unsuitable areas are located very close to the fault.

Conclusion

Inadequate resilience with 129.80 hectares (24.17 percent) is the worst state of resilience and in contrast, completely adequate resilience with 62.87 hectares (11.70 percent) is the best state of resilience. It has earthquake resistance. In general, it can be said that the southern, and southwestern parts of the city and parts of the northeastern part of Germi city are in relatively unfavorable conditions in terms of resilience against earthquakes, and in contrast to the Buildings located in the north and northwest parts of this city are in more favorable conditions. According to the measure of resilience according to the final map, the city of Germi is not in a favorable position in terms of resilience against earthquakes and has an average to low status.

شاپا چاپی: ۶۷۳۵-۲۲۵۱ - شاپا الکترونیکی: ۲۴۲۳-۷۰۵۱

مقاله پژوهشی

سنجش و ارزیابی تاب‌آوری محیط شهری در برابر خطر زمین‌لرزه با استفاده از تلفیق مدل‌های ANP و OWA (مطالعه موردی: شهر گرمی)

عقیل مددی^{۱*}، الناز پیروزی^۲، زهرا امینی^۳

۱. استاد ژئومورفولوژی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۲. دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۳. کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

چکیده

در حال حاضر به‌دنبال رشد شهرنشینی و افزایش سوانح طبیعی، بررسی و سنجش تاب‌آوری سیستم‌های انسانی و طبیعی در دستیابی به توسعه پایدار از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بر این اساس، پژوهش حاضر به دنبال سنجش و ارزیابی تاب‌آوری محیط شهری گرمی در برابر خطر زمین‌لرزه می‌باشد. در این پژوهش، با در نظر گرفتن ساختارهای طبیعی، کالبدی و دسترسی دخیل در برابر زلزله در قالب ۱۵ شاخص، به ارزیابی تاب‌آوری شهر گرمی در مقابل زلزله پرداخته شده است. سپس لایه‌های اطلاعاتی توسط سامانه اطلاعات جغرافیایی تهیه گردید و در مرحله بعد وزن‌دهی عوامل مورد بررسی با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه (ANP) و در محیط نرم افزار Super Decision انجام شد و مدل‌سازی نهایی، با استفاده از روش میانگین‌گیری وزن‌دار ترتیبی (OWA) انجام گردید. نتایج پژوهش نشان‌دهنده آن است که ۱۱/۷۰٪ از منطقه مورد مطالعه دارای تاب‌آوری کاملاً مناسب و ۲۴/۱۷٪ درصد از منطقه از تاب‌آوری کاملاً نامناسبی برخوردار است. تاب‌آوری نامناسب، تاب‌آوری متوسط و تاب‌آوری مناسب به ترتیب با ۲۵٪، ۲۵/۸۴٪ و ۱۳/۲۹٪ درصد سایر پهنه‌ها را شامل می‌شود. به‌طور کلی می‌توان گفت که بخش‌های جنوبی، جنوب‌غربی و بخش‌هایی از شمال شرقی شهر گرمی از نظر تاب‌آوری در برابر زلزله در وضعیت نسبتاً نامناسبی قرار داشته و در مقابل واحدهای ساختمانی واقع در بخش‌های شمال و شمال‌غرب این شهر در شرایط مساعدتری قرار دارد. با توجه به نقشه نهایی، شهر گرمی از نظر تاب‌آوری در برابر زلزله در موقعیت مطلوبی قرار ندارد و به نوعی از وضعیت متوسط رو به پایین برخوردار است.

تاریخ دریافت: ۳ خرداد ۱۳۹۹

تاریخ پذیرش: ۴ مهر ۱۳۹۹

شماره صفحات: ۲۱۰-۲۲۶

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید



واژه‌های کلیدی:

مخاطرات، کالبدی، دسترسی، وزن‌دهی، MCDM.

استاد: عقیل مددی، الناز پیروزی، زهرا امینی (۱۴۰۱): سنجش و ارزیابی تاب‌آوری محیط شهری در برابر خطر زمین‌لرزه با استفاده از تلفیق مدل‌های

ANP و OWA (مطالعه موردی: شهر گرمی)، فصلنامه برنامه ریزی منطقه ای، سال ۱۱، شماره ۴۲، مردودشت: صص ۲۱۰-۲۲۶

DOI: 10.30495/JZPM.2022.5381

* نویسنده مسئول: عقیل مددی

نشانی: استاد ژئومورفولوژی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

تلفن: ۰۹۱۴۳۵۳۳۰۲۶

پست الکترونیکی: Aghil48madadi@yahoo.com

گرمی در چه وضعیتی است و مهم‌ترین عوامل موثر در کاهش میزان آسیب‌پذیری و یا افزایش تاب‌آوری شهری در برابر خطر زلزله در این منطقه کدامند؟ هم‌چنین این فرضیه مطرح می‌گردد که به نظر می‌رسد میزان تاب‌آوری شهر گرمی نسبت به خطر زلزله در سطح پایینی قرار دارد و عوامل دخیل در کاهش آسیب‌پذیری و افزایش تاب‌آوری در برابر زلزله در منطقه هدف پژوهش متفاوت است.

پیشینه تحقیق و مبانی نظری

تاب‌آوری: مفهوم تاب‌آوری ریشه در بسیاری از رشته‌ها دارد، از اکولوژی تا علوم اجتماعی، روانشناسی و اقتصاد (Yarveysy et al, 2020: 106810). هیچ اجتماعی از تعریف تاب‌آوری که مورد قبول همه رشته‌های علمی باشد وجود ندارد. واژه تاب‌آوری اغلب به مفهوم "بازگشت به گذشته" به کار می‌رود که از ریشه لاتین Resilion به معنای "برگشت به عقب" گرفته شده است (Klien and Thomala, 2003: 1). اما اغلب، مقاله‌های تاب‌آوری سیستم‌های اکولوژیکی هالینگ (۱۹۷۳) را به عنوان خاستگاه نظریه تاب‌آوری مدرن ذکر می‌کنند. در مطالعات اخیر بر روی تاب‌آوری شهری، تاب‌آوری در ابعاد اجتماعی، اقتصادی، زیرساختی (کلیدی)، نهادی و اکولوژیکی تعریف می‌شود (Shukri Firoozjah, 2018:667). در معنای عام، تاب‌آوری به توانایی محلی برای پاسخ، مقابله و سازگاری با تغییر از طریق اقدام جمعی اشاره دارد و مفهومی چندبعدی است که به عنوان توانایی اجتماع برای مقابله در برابر بحران یا آشفتگی تعریف می‌شود (Malekan et al, 2020:68). به صورت کلی تعریف تاب‌آوری یا "انعطاف‌پذیری" شهری را از چشم‌انداز بحران شهری به توانایی یک منطقه یا نظام شهری جهت مقاومت در برابر سیل گسترده‌ای از شوک و تنش می‌توان تعبیر کرد (Yarahmadi et al, 2019:150). مشخصه اصلی تاب‌آوری به عنوان یک ابزار این است که بهترین مقیاس و شیوه مداخله را برای رسیدن به حداکثر سود و صرف حداقل هزینه نشان می‌دهد (Mavedat et al, 2020:120). شهر تاب‌آور ظرفیت عملکرد شهرها را توصیف می‌کند به این ترتیب شهروندانی که در آن زندگی و کار می‌کنند، بدون توجه به روبرو شدن با هر شوک و استرسی بقا و رشد می‌یابند. مفهوم طراحی شهری تاب‌آور را از طرف دیگر می‌توان با در نظر گرفتن شهرها به عنوان سیستم‌های پیچیده، که دارای اجزای به هم پیوسته هستند، تعریف کرد. اگر چه اجزای تشکیل‌دهنده شهرها را ساختارهای معماری، جمعیت، تمرکز، سیستم‌های زیرساختی و مراکز تجمع تشکیل می‌دهد، ولی آسیب‌پذیر بودن شهرها را در مقابل سوانح و بلایای طبیعی یا انسانی افزایش می‌دهند

داده‌های جهانی نشان‌دهنده این واقعیت است که مخاطرات در طی دو دهه اخیر، با تکرار زیادی نسبت به گذشته به وقوع پیوسته است و اثرات مخرب زیادی به همراه داشته است (Mohammadi Sarin Dizaj, 2016: 104). از طرفی امروزه شهرنشینی با توجه به سرعت کنترل نشده و سریع آن، به عنوان یکی از عوامل اصلی خطر در نظر گرفته شده است و از آنجایی که شهرها، محل فعالیت‌های متنوع اقتصادی هستند و از نظر جمعیتی هم متراکم می‌باشند، در برابر بلایا بسیار آسیب‌پذیر هستند (Ara Parvin et al, 2016: 21). می‌توان گفت که بلایای طبیعی و اقدامات انسانی، تهدیدهای شهری نامشخص و غیر قابل پیش‌بینی تلقی می‌شوند. بنابراین شهرها برای پیش‌بینی و به حداقل رساندن عواقب و خطرات مرتبط باید سریع‌تر و مؤثرتر پاسخ دهند (Ribeiro et al, 2019: 1). از طرفی مخاطرات طبیعی موجب می‌شوند تا جوامع، برنامه‌ریزان و مدیران که در تلاش برای شناخت و مدیریت آن‌ها هستند، با بسیاری از مشکلات، مسائل و چالش‌ها مواجه شوند (Gunderson et al, 2010: 323). در طی یکی دو دهه اخیر با افزایش بحران‌ها، تاب‌آوری شهرها و مناطق، در مقابل مخاطرات محیطی و انسانی مورد توجه ویژه‌ای قرار گرفته است. اگر چه اجتماعات می‌توانند برخی از پیامدهای مربوط به مخاطرات را پیش‌بینی نمایند، ولیکن بسیاری از اثرات ناشناخته و غیر قابل پیش‌بینی است (Zarghami et al, 2016: 78). لذا تاب‌آوری اجتماعات شهری به عنوان راهکاری جهت برون‌رفت از بحران، دارای اهمیت است (Rose et al, 2009: 1). کشور ایران به عنوان یکی از کشورهای حادثه‌خیز دنیا، از لحاظ وقوع زمین‌لرزه (مانند: دماوند، ۱۳۹۹؛ آذربایجان شرقی، ۱۳۹۸؛ سرپل ذهاب، ۱۳۹۷؛ کرمانشاه-ازگله، ۱۳۹۶)، می‌باشد و به موجب وقوع این دست حوادث متحمل خسارات (جانی و مالی) وسیعی شده است (Pooraahmad et al, 2009: 1). تا جایی که ۹۰ درصد شهرهای کشور در برابر یک زلزله ۵/۵ ریشتری آسیب‌پذیر گشته‌اند (and Mosayyeb Pour Mohammadi Zadeh, 2000: 118). شهر گرمی نیز، به دلیل نزدیکی به گسل‌های مهم منطقه (شامل: اظماره پایین، هاچا کندی و همچنین گسل بزرگ دشت مغان)، قرارگیری در پهنه خطر لرزه‌ای بالا، وجود بافت‌های آسیب‌پذیر و فرسوده، رعایت نکردن اصول ایمنی در ساخت‌وسازها، نبود برنامه و توانمندی‌های عملیاتی لازم برای مدیریت سوانح، در برابر زمین‌لرزه آسیب‌پذیر می‌باشد. لذا ارزیابی و سنجش تاب‌آوری شهر گرمی در برابر زلزله از ضروریات مهم تلقی می‌شود. با توجه به اهمیت موضوع، این سوال مطرح می‌گردد که میزان تاب‌آوری در شهر

ویژگی‌ها و چالش‌ها و فرصت‌های آن را برجسته کرده‌اند. تاب‌آوری شهری را در پنج بعد طبیعی، اقتصادی، اجتماعی، کالبدی و نهادی تقسیم‌بندی کرده‌اند و به این نتیجه دست یافتند که فقدان یک ابزار و روش مناسب برای ارزیابی تاب‌آوری شهری، به عنوان یک چالش بزرگ برای توسعه مطالعات کل‌نگر در آینده محسوب می‌شود. از زمره مطالعات انجام شده در رابطه با موضوع تاب‌آوری در برابر زلزله، در کشور ایران نیز می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: (Rezaei et al, 2016:609). در یک کار پژوهشی به سنجش و ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی اجتماع-های شهری در برابر زلزله در محله‌های شهر تهران پرداختند و به این نتیجه رسیدند که محله‌های قیطریه و قلعه مرغی از نظر تاب‌آوری کالبدی در بهترین قرار دارند. (Zarghami et al, 2017:92). در مقاله‌ای سنجش و ارزیابی میزان تاب‌آوری محله‌های شهری زنجان در برابر زلزله را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج تحلیل نشان داد که میزان تاب‌آوری در بخش مرکزی از نظر سه بعد اقتصادی، اجتماعی و مدیریتی مطلوب می‌باشد. (Shakoor et al, 2017: 92). در پژوهشی با استفاده از مدل TOPSIS به بررسی آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی شهرستان لامرد در مقابل زلزله با استفاده از ۲۲ شاخص پرداختند و به این نتیجه دست یافتند که در سطح شهرستان لامرد ۲ دهستان با ریسک بالا، ۱ دهستان با ریسک متوسط و ۴ دهستان با ریسک پایین قرار دارند. (Maleki and Sheikh al-Islami, 2018:1). به بررسی میزان تاب‌آوری در برابر زلزله در شهرستان الشتر پرداختند و به این نتیجه دست یافتند که شهر الشتر از تاب‌آوری مناسبی از نظر کاربری اراضی نسبت به زلزله برخوردار نیست و همچنین ناحیه یک کم‌ترین میزان تاب‌آوری را در بین ناحیه‌های شهری الشتر دارد. (Jafarizadeh and Alizadeh, 2019:1). ارزیابی تاب‌آوری نهادی جوامع شهری در برابر زلزله در مناطق چهارگانه شهر اردبیل را مورد بررسی قرار دادند و نتایج حاصل از پژوهش، ضریب تاب‌آوری مناطق را به ترتیب از بیش‌ترین به کم‌ترین یک، سه، دو و چهار و نیز میزان احتمال خسارت را از بیش‌ترین به کم‌ترین به ترتیب چهار، دو، یک و سه تعیین نموده‌است.

مورد استفاده در تحقیق مشتمل بر نرم‌افزارهایی است که به تناسب نیاز در فازهای مربوط به ورود داده‌ها، مدیریت و ذخیره‌سازی داده‌ها، استانداردسازی و تعیین وزن معیارها، پردازش و تحلیل داده‌ها و تهیه خروجی‌های مورد نیاز مورد استفاده قرار گرفتند. این نرم‌افزارها عبارتند از: Arc GIS، IDRISI.

(Sadra and Islami, 2017:3). در این زمینه، تحلیل میزان آسیب‌پذیری و بالا بردن سطح انعطاف‌پذیری و مقاومت محیط کالبدی شهرها در مقابل بحران‌ها و تنش‌های ناشی از بروز بلایا و نیز کاهش زمان بازتوانی، همچنین بهبودبخشی و ارتقاء سطح زندگی شهروندان و به‌طور کلی، تاب‌آور ساختن شهرها در مقابله با بلایای طبیعی، را می‌توان از جمله مهم‌ترین و تاثیرگذارترین عواملی برشمرد که باید در طراحی و برنامه‌ریزی شهرها مورد توجه قرار گیرد (Fallahi and Jalali, 2013:3). در زمینه موضوع خطر زلزله و تاب‌آوری شهری در برابر زلزله مطالعات زیادی انجام شده‌است. از نمونه این مطالعات در خارج از ایران می‌توان به موارد زیر اشاره داشت: (Sen, 2010:5653). در پژوهشی به ارزیابی تاب‌آوری ساختمان‌های موجود در شهر استانبول در برابر زلزله، با استفاده از مدل فازی پرداخت و به این نتیجه رسید که حدود ۴۹ درصد از ساختمان‌ها در رده‌های خطر کاملاً زیاد قرار دارند. (Soofi, 2016:80). در پژوهشی تاب‌آوری شهری لندن را مورد مطالعه قرار داده است و در این مطالعه از معیارهای راه‌های ارتباطی، فضای باز، شکل ساختمان‌ها، تراکم ساختمان‌ها استفاده کرده و به این نتیجه دست یافتند که در راستای مدیریت شهری، به تغییر در فرآیند برنامه‌ریزی و طراحی شهری نیاز می‌باشد. (Wang and Pickl, 2017:10649). در یک کار پژوهشی تحت عنوان، تجزیه و تحلیل تعاریف تاب‌آوری با استفاده از روش توصیفی، تعاریف مختلفی را از تاب‌آوری ارائه دادند و محدودیت‌ها و دامنه‌های کاربردی بودن تعریف را نشان داده و به این نتیجه رسیدند که هنوز یک تحلیل مقایسه‌ای از تعاریف تاب‌آوری وجود ندارد. (Zhang and Li, 2018:141). در مقاله‌ای به تفاوت بین تاب‌آوری شهری و پایداری شهری پرداختند و به این نتیجه دست یافتند که توسعه منطقی شهری فقط در شرایطی قابل دستیابی است که شهرها هم تاب‌آور و هم پایدار باشند و در نهایت اینکه برنامه‌ریزان شهری، سیاست‌گذاران و محققان قبل از هر نوع تصمیم‌گیری باید با دیدی برابر به مطالعات و مفهوم تاب‌آوری شهری و پایداری شهری توجه کنند. (Ribeiro et al, 2019:1). در پژوهشی تحت عنوان تاب‌آوری شهری، چهارجوبی مفهومی، به بررسی ادبیات علمی و فنی پیرامون تاب‌آوری شهری پرداخته‌اند و تعاریف، ابعاد، مناطق کاربردی و

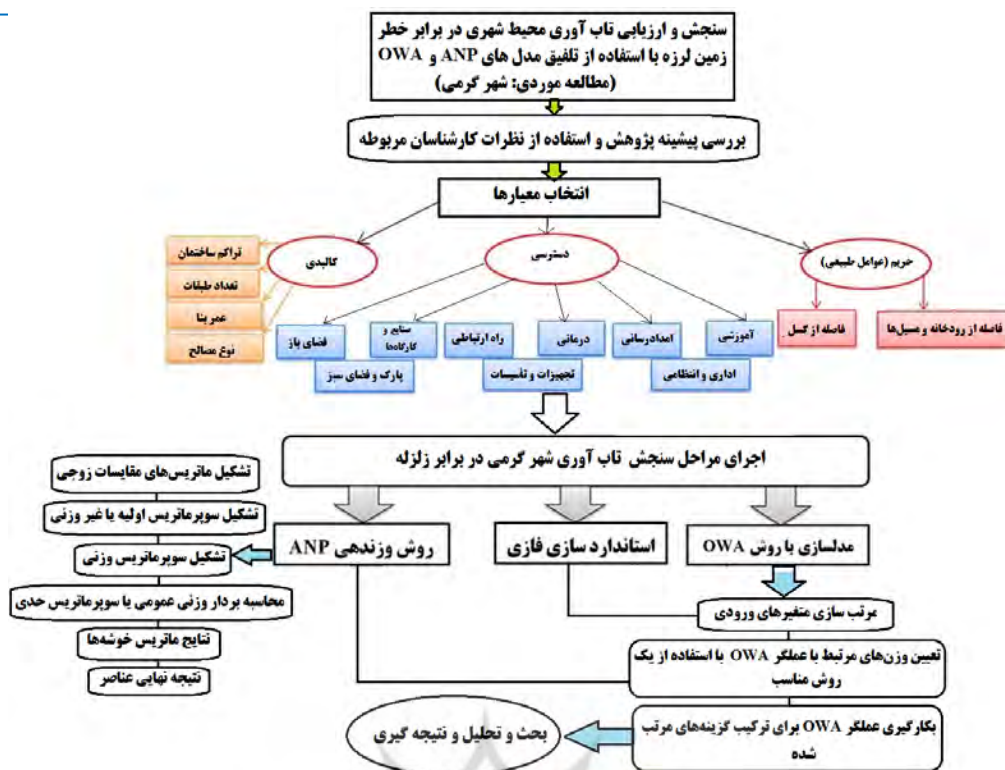
مواد و روش تحقیق

نوع تحقیق با توجه به هدف مطالعه از نوع کاربردی و مبتنی بر روش بررسی توصیفی-تحلیلی می‌باشد. گردآوری اطلاعات و داده‌ها به صورت اسنادی و کتابخانه‌ای از مطالعات مهندسی مشاور و سازمان‌های مربوطه و همچنین استخراج داده‌ها از نقشه‌های GIS شهر می‌باشد. همچنین از برجسته‌ترین ابزار

روش OWA ترکیب نسبتاً جدید تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) است و همانند WLC از فاکتورها که به صورت مقادیر پیوسته‌ای از شایستگی استاندارد شده‌اند و از وزن‌ها که بر اساس اهمیت نسبی فاکتورها نسبت به هم به دست آمده‌اند، استفاده می‌کنند. مزایای روش (OWA) این است که محقق می‌تواند به‌واسطه دوباره مرتب‌سازی و تغییر پارامترهای معیار، دامنه وسیعی از نقش‌ها و پیشنهادهای گوناگون و پیش‌بینی را تولید کند. ترکیب ارزیابی‌ها توسط عملگر OWA به طور کلی شامل ۳ مرحله زیر می‌باشد: ۱- مرتب‌سازی متغیرهای ورودی (جهت مرتب‌سازی داده‌ها در این مطالعه از روش استانداردسازی فازی استفاده شده است). ۲- تعیین وزن‌های مرتبط با عملگر OWA با استفاده از یک روش مناسب (در این مطالعه با استفاده از روش ANP وزن مربوط به هر یک از معیارها تعیین گردیده است). ۳- بکارگیری عملگر OWA برای ترکیب گزینه‌های مرتب شده (برای انجام این کار در نرم افزار ادریسی، از منوی GIS Analysis و قسمت Decision Support و پنجره MCE، با انتخاب گزینه Order Weighted Average، روش OWA را انتخاب می‌نماییم و با وارد کردن تعداد معیارها و یادداشت وزن‌های مربوطه نقشه نهایی به دست می‌آید). فلوچارت مربوط به فرآیند پژوهش، در شکل ۱، نمایش داده شده است. معرفی متغیرها و شاخص‌ها: معیارهای مورد نظر در این پژوهش در جدول شماره ۱، آورده شده‌است:

MATLAB، نرم‌افزار Super Decisions و Excel. اولویت-بندی گزینه‌ها بر پایه تکنیک تحلیل شبکه‌ای ANP و تجزیه و تحلیل نهایی با استفاده از مدل OWA، انجام شده‌است. مدل ANP: روش ANP شکل توسعه یافته‌ای از روش AHP می‌باشد. در مدل AHP، تنها معیارها با معیار بالایی خود ارتباط داشتند، حتی خود معیارها هم به همدیگر وابسته نبودند. ولی در مدل ANP، نه تنها خوشه‌ها بر عناصر و عناصر بر گزینه، گزینه بر عناصر تأثیر می‌گذارند، بلکه حتی عناصر بر خودشان و بر دیگر خوشه‌ها نیز اثرگذارند. روش ANP دارای مراحل زیر می‌باشد: ۱- تعیین معیارها و شاخص‌ها. ۲- تعیین نمودن ارتباط بین عناصر و خوشه‌ها: هر شبکه، مجموعه‌ای از خوشه‌ها و هر خوشه نیز، مجموعه‌ای از عناصر است و میان خوشه‌ها و میان عناصر وابستگی وجود دارد. ۳- مقایسات زوجی میان عناصر و خوشه‌ها: ماتریس‌های مقایسات زوجی، همانند روش AHP می‌باشد و عناصر تصمیم‌گیری در هر خوشه و همچنین خوشه‌ها با توجه به اهمیت خود، به منظور شرط‌های کنترلی آن‌ها مقایسه می‌گردد. ۴- تشکیل سوپر ماتریس‌ها (اولیه یا غیروزنی، وزنی، حدی). ۵ - نتایج ماتریس خوشه‌ها. ۶ - نتیجه نهایی عناصر (Faraji Sabkbar et al, 2010:150). روش میانگین‌گیری وزن‌دار ترتیبی (OWA): روش OWA که توسط یانگ در سال ۱۹۸۸ ارائه شد، تلفیق یک جمع وزنی با الویت‌بندی معیارهای ارزیابی بوده و علاوه بر وزن معیارها، الویت‌بندی آن‌ها را نیز لحاظ می‌کند و الویت‌بندی وزن‌ها امکان کنترل مستقیم معیارها را فراهم می‌نماید (Mirabadi et al, 2012:89; Aquajani et al, 2018:41). می‌توان گفت که،

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۱- فلوچارت مربوط به فرآیند تحقیق (منبع: مطالعات نویسندگان، ۱۳۹۹)

جدول ۱- معیارهای طبقه‌بندی شده و تحلیل آن‌ها برای بررسی تاب‌آوری شهری

مفهوم	معیار	سنججه	تحلیل
تاب‌آوری	حريم	گسل ^۱	هر چه فاصله از گسل بیشتر = تاب‌آوری بیشتر، آسیب‌پذیری کمتر
		مسيل، رود دره‌ها ^۱	هر چه فاصله از مسيل بیشتر = تاب‌آوری بیشتر، آسیب‌پذیری کمتر
	کالبدی	عمر بنا ^۲	هر چه عمر بنا بیشتر = تاب‌آوری کمتر، آسیب‌پذیری بیشتر
		تعداد طبقات ^۲	هر چه تعداد طبقات بیشتر = تاب‌آوری کمتر، آسیب‌پذیری بیشتر
		نوع مصالح ^۳	هر چه نوع مصالح مقاوم‌تر = تاب‌آوری بیشتر، آسیب‌پذیری کمتر
		تراکم ساختمانی ^۳	هر چقدر میزان تراکم بیشتر = تاب‌آوری کمتر، آسیب‌پذیری بیشتر
	دسترسى‌ها	دسترسى به مراکز درمانى ^۴	فاصله از مراکز درمانى بیشتر = تاب‌آوری کمتر، آسیب‌پذیری بیشتر
		دسترسى به مراکز امدادرسانى ^۴	فاصله از مراکز امدادرسانى بیشتر = تاب‌آوری کمتر، آسیب‌پذیری بیشتر
		دسترسى به مراکز آموزشى ^۱	هر چه سرانه مراکز آموزشى بیشتر = تاب‌آوری بیشتر، آسیب‌پذیری کمتر
		دسترسى به تاسیسات و تجهیزات شهری ^۴	فاصله از تاسیسات و تجهیزات شهری بیشتر = تاب‌آوری بیشتر، آسیب‌پذیری کمتر
دسترسى به فضای سبز و پارک‌ها ^۵	دسترسى به فضای سبز و پارک‌ها ^۵	فاصله از فضای سبز بیشتر = تاب‌آوری کمتر، آسیب‌پذیری بیشتر	
	فاصله از مراکز اداری و انتظامی ^۶	فاصله از مراکز انتظامى بیشتر = تاب‌آوری کمتر، آسیب‌پذیری بیشتر	
	فاصله از مراکز صنعتی ^۱	فاصله از مراکز صنعتى بیشتر = تاب‌آوری بیشتر، آسیب‌پذیری کمتر	
	فاصله از راه ارتباطی ^۶	هر چه محور شریانی‌تر و مهم‌تر = تاب‌آوری بیشتر، آسیب‌پذیری کمتر	
	فاصله از فضای باز شهری ^۴	هر چه فاصله از فضای باز شهری بیشتر = تاب‌آوری کمتر، آسیب‌پذیری بیشتر	

منبع: ۱- (Moorab et al, 2019: 146-147)، ۲- (Maleki, 2018: 13)، ۳- (Zarghami et al, 2017: 84)، ۴- (Ahmadi et al, 2018: 63)، ۵- (Pashapour and Pourakrami, 2018: 99)، ۶- (Rezaei et al, 2016: 615).

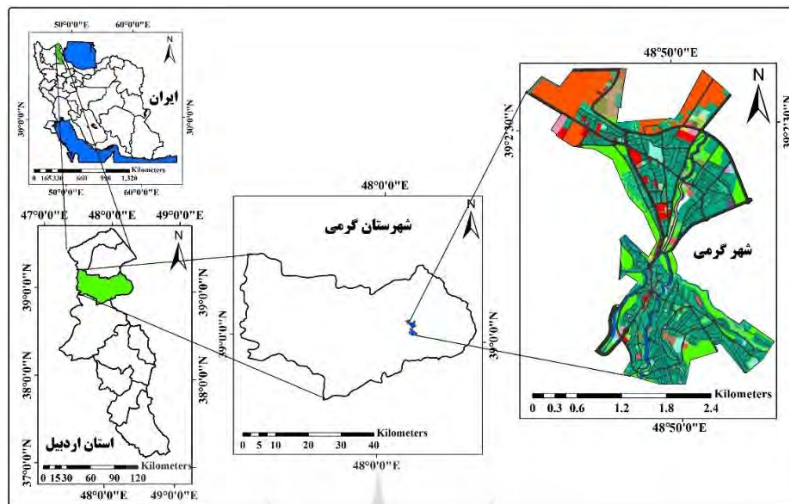
محدوده مورد مطالعه

در مختصات $38^{\circ}50'$ عرض شمالی و $47^{\circ}25'$ تا $48^{\circ}12'$ طول شرقی واقع شده است. این شهر در دره رودخانه گرمی‌چای و در

شهر گرمی به عنوان مرکز شهرستان گرمی، با وسعت تقریبی 537 هکتار و در فاصله 110 کیلومتری از مرکز استان اردبیل،

۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر آن را محدود می‌سازد (شکل ۲). بر پایه سرشماری عمومی نفوس و مسکن در سال ۱۳۹۵، جمعیت این شهر ۲۸۹۶۷ نفر بوده است.

محل برخورد چندین شاخه مسیل فرعی با شاخه اصلی آن در ارتفاع ۹۰۰ متری از سطح دریا قرار گرفته است. از سمت شمال با کم شدن ارتفاع به جلگه پست و هموار مغان می‌رسد و از سمت جنوب آخرین ارتفاعات کوه‌های صلوات با قللی به ارتفاع



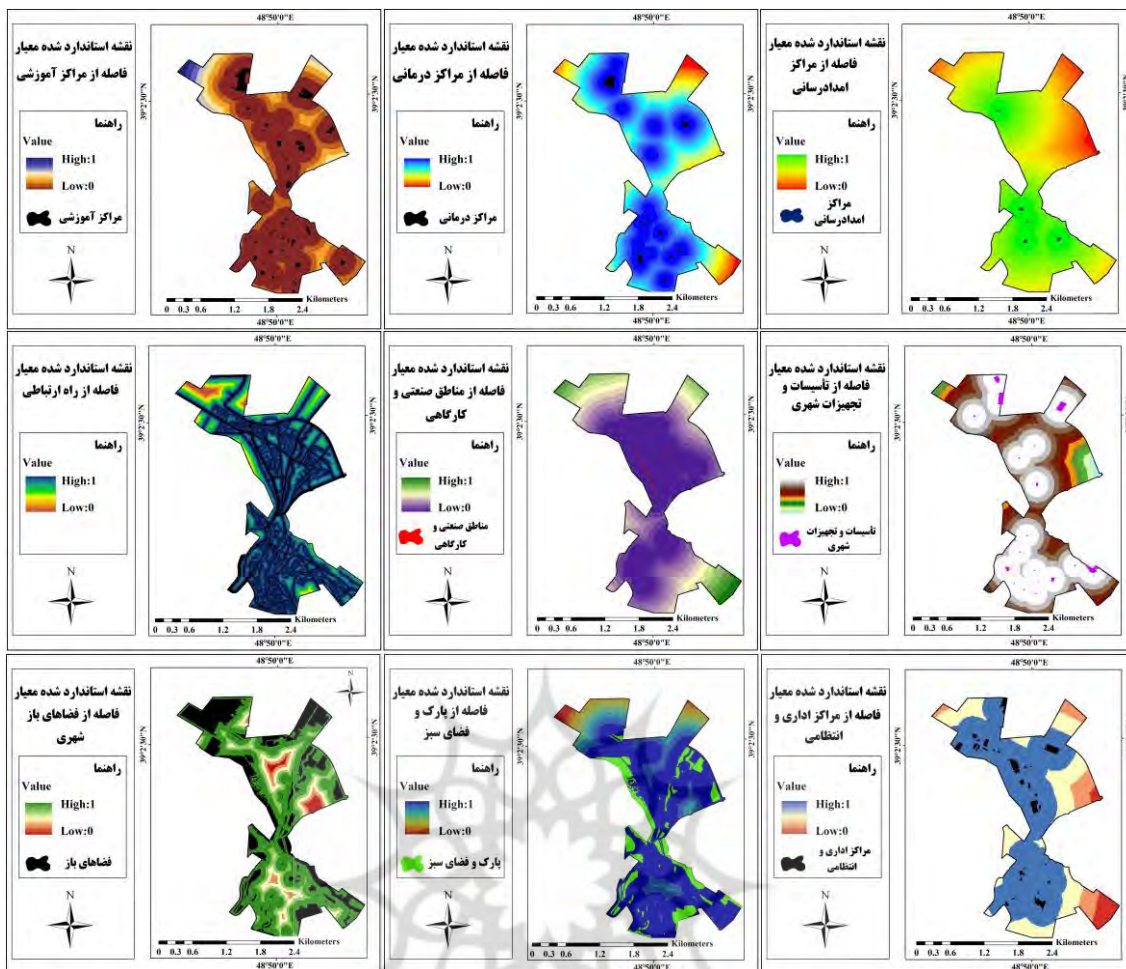
شکل ۲- نقشه موقعیت محدوده مورد مطالعه (منبع: مطالعات نویسندگان، ۱۳۹۹)

بحث و یافته‌های تحقیق

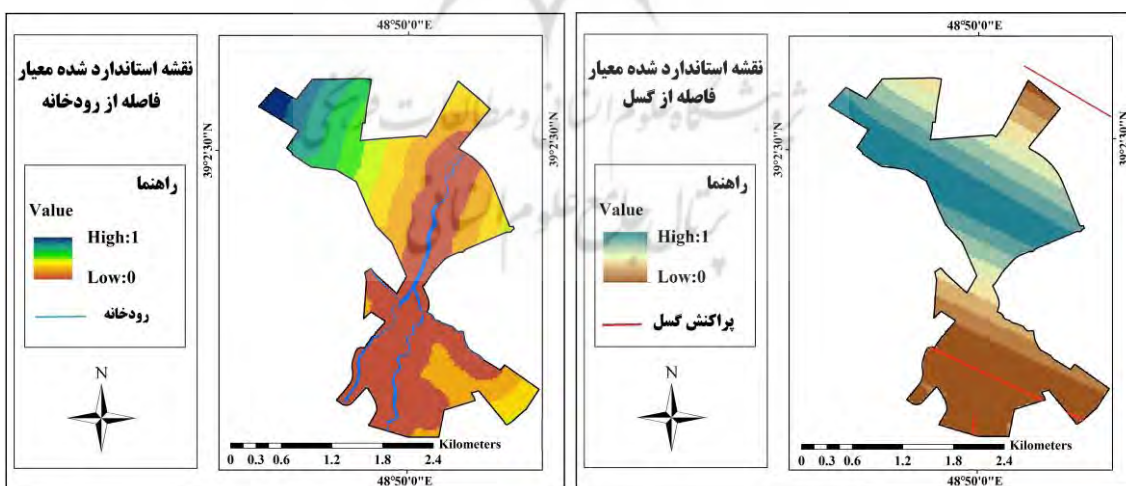
استانداردسازی لایه‌ها

های اطلاعاتی مورد نیاز در فرآیند تحلیل آماده شدند. از آنجا که در اندازه‌گیری معیارها دامنه متنوعی از مقیاس‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، لذا لازم است که معیارها قبل از ترکیب با یکدیگر استاندارد گردد (Salman Mahini et al, 2008: 190). استاندارد نمودن داده‌ها به معنی همسان کردن دامنه تغییرات داده‌ها بین صفر و یک و یا یک دامنه مشخص مانند (۰-۱) است (Ashour, 2011:131). در این مطالعه، مرحله مربوط به ارزش‌گذاری و استانداردسازی به صورت توأم و بر مبنای ارزش عضویت در مجموعه فازی (بین صفر تا یک) در نظر گرفته شده است و درجه بالای ارزش عضویت یک عنصر به معنای نسبت بالای تعلق آن به مجموعه می‌باشد (Afrooz, 2011: 108). نقشه‌های استاندارد شده معیارها، در اشکال (۳) تا (۵)، نمایش داده شده است.

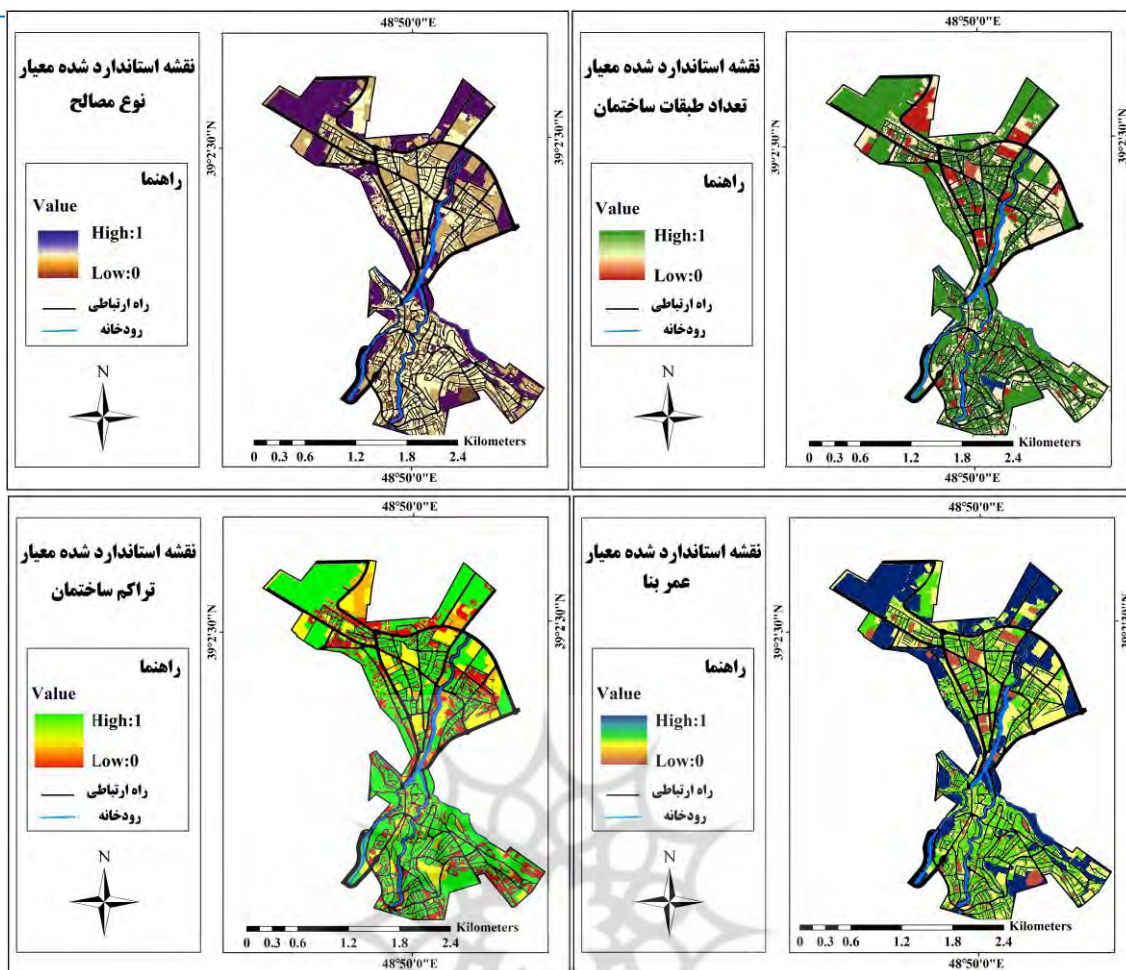
نقشه‌هایی که معرف تغییرات صورت وضعیت و مقادیر معیار در فضای جغرافیایی هستند، تحت عنوان نقشه‌های معیار می‌باشند (Malchefeski, 2006: 15). در این مطالعه ابتدا در محیط GIS، لایه‌های اطلاعاتی مربوط به هر معیار، با رقومی‌سازی تهیه شد. بدین منظور، از نقشه پایه شهر در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰، نقشه رقومی شده کاربری‌های شهری در وضعیت موجود و نقشه رقومی شده مراکز آموزشی، بهداشتی- درمانی، امداد رسانی، مراکز اداری- انتظامی، کارگاه‌های صنعتی، تاسیسات و تجهیزات، فضای سبز، شبکه ارتباطی، فضای باز و سایر معیار- های کلیدی مطرح به عنوان مواد پایه استفاده شد و با استخراج لایه های اطلاعاتی مربوط به هر یک از معیارهای مطرح در سنجش تاب‌آوری شهری، از روی نقشه‌های رقومی شده، لایه-



شکل ۳- نقشه‌های استاندارد شده معیارهای دسترسی (منبع: مطالعات نویسندگان، ۱۳۹۹)



شکل ۴- نقشه‌های استاندارد شده معیارهای حریم (عوامل طبیعی) (منبع: مطالعات نویسندگان، ۱۳۹۹)



شکل ۵- نقشه‌های استاندارد شده معیارهای کالبدی (منبع: مطالعات نویسندگان، ۱۳۹۹)

باشد می‌توان به داده‌های مقایسات زوجی اعتماد کرد (Dori and Hamzahi, 2010:81). وزن‌های حاصل در سوپرماتریس وارد می‌شوند که رابطه متقابل بین عناصر سیستم را نشان می‌دهند (Faraji Sabkbar et al, 2010:151). سوپرماتریس به دست آمده در این مرحله سوپرماتریس اولیه معرفی می‌شود که شکل (۶)، آن را نشان می‌دهد.

تشکیل سوپرماتریس اولیه یا غیروزنی

ابتدا وزن نسبی هر ماتریس براساس مقایسه زوجی شبیه روش AHP محاسبه می‌شود. مقادیر اهمیتی، در بازه‌ی اعداد ۱ تا ۹ بیان شده است. عدد ۱ مشخص‌کننده اهمیت مساوی بین دو عنصر و عدد ۹ مشخص‌کننده اهمیت فوق‌العاده بیشتر یک عنصر است (Najafi, 2010:67). در محاسبه نرخ ناسازگاری در ANP نیز، طبق گفته ساعتی: مقدار ناسازگاری اگر کمتر از ۰/۱

سنجش و ارزیابی تاب‌آوری محیط شهری در برابر خطر زمین‌لرزه با استفاده از تلفیق مدل‌های ANP و OWA (مطالعه موردی: شهر گرمی)

Super Decisions Main Window: anp.mod: Unweighted Super Matrix

Cluster Node Labels	حریم (عوامل طبیعی)		دسترس‌ی							کابیدی					
	فاصله از رودخانه و مسیل‌ها	فاصله از گسل	آموزشی	اداری و انتظامی	اهدای رسانای	تجهیزات و تأسیسات	درمانی	راه ارتباطی	صنایع و کارگاه‌ها	فضای باز	پارک و فضای سبز	تراکم ساختمانی	تعداد طبقات	صعرتنا	نوع مصالح
حریم (عوامل طبیعی)	فاصله از رودخانه و مسیل‌ها	0.00000	1.00000	0.50000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.50000	0.00000	0.50000	0.00000	0.20000	0.20000	0.20000
	فاصله از گسل	1.00000	0.00000	0.50000	0.00000	0.00000	0.00000	0.50000	0.00000	0.50000	0.00000	0.50000	0.80000	0.80000	0.80000
دسترس‌ی	آموزشی	0.077283	0.066748	0.00000	0.00000	0.065153	0.109568	0.111111	0.076923	0.00000	0.090398	0.100000	0.125278	0.090085	0.090153
	اداری و انتظامی	0.050023	0.073679	0.00000	0.00000	0.075351	0.092807	0.111111	0.076923	0.00000	0.099208	0.100000	0.130586	0.090085	0.101345
	اهدای رسانای	0.154578	0.125348	0.166667	0.166667	0.000000	0.219137	0.222222	0.153846	0.250000	0.198417	0.200000	0.167913	0.203677	0.202691
	تجهیزات و تأسیسات	0.104250	0.133496	0.166667	0.166667	0.158777	0.000000	0.222222	0.153846	0.250000	0.124745	0.200000	0.127809	0.165726	0.152519
	درمانی	0.152907	0.133496	0.166667	0.166667	0.176103	0.219137	0.000000	0.153846	0.250000	0.198417	0.200000	0.205340	0.180171	0.181148
	راه ارتباطی	0.126419	0.133496	0.166667	0.166667	0.158777	0.234460	0.222222	0.000000	0.250000	0.198417	0.200000	0.140576	0.180171	0.181148
	صنایع و کارگاه‌ها	0.061920	0.066748	0.000000	0.000000	0.075351	0.124892	0.111111	0.076923	0.000000	0.090398	0.000000	0.102497	0.090085	0.090574
	فضای باز	0.143236	0.133496	0.166667	0.166667	0.150701	0.000000	0.000000	0.153846	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	پارک و فضای سبز	0.129385	0.133496	0.166667	0.166667	0.139788	0.000000	0.000000	0.153846	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
کابیدی	تراکم ساختمانی	0.142857	0.250000	0.250000	0.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	تعداد طبقات	0.285714	0.250000	0.250000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.500000
	صعرتنا	0.285714	0.250000	0.250000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.500000
	نوع مصالح	0.285714	0.250000	0.250000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

شکل ۶- سوپرماتریس غیروزنی یا اولیهی مربوط به مدل (منبع: مطالعات نویسنندگان، ۱۳۹۹)

دارند). برای آن که از عناصر ستون متناسب با وزن نسبی‌شان فاکتور گرفته شود و جمع ستون برابر یک شود، هر ستون ماتریس استاندارد می‌شود. در نتیجه ماتریس جدیدی به دست می‌آید که جمع هر یک از ستون‌های آن برابر یک خواهد بود. (شکل ۷).

تشکیل سوپرماتریس وزنی

در واقع ستون‌های سوپرماتریس از چند بردار ویژه تشکیل می‌شود که جمع هر کدام از بردارها برابر یک است. بنابراین این امکان وجود دارد که جمع هر ستون سوپرماتریس اولیهی بیش از یک باشد (متناسب با بردارهای ویژه‌ای که در هر ستون وجود

Super Decisions Main Window: anp.mod: Weighted Super Matrix

Cluster Node Labels	حریم (عوامل طبیعی)		دسترس‌ی							کابیدی					
	فاصله از رودخانه و مسیل‌ها	فاصله از گسل	آموزشی	اداری و انتظامی	اهدای رسانای	تجهیزات و تأسیسات	درمانی	راه ارتباطی	صنایع و کارگاه‌ها	فضای باز	پارک و فضای سبز	تراکم ساختمانی	تعداد طبقات	صعرتنا	نوع مصالح
حریم (عوامل طبیعی)	فاصله از رودخانه و مسیل‌ها	0.00000	0.209804	0.097900	0.000000	0.000000	0.000000	0.097900	0.000000	0.097900	0.000000	0.250000	0.100000	0.066667	0.066667
	فاصله از گسل	0.209804	0.000000	0.097900	0.000000	0.000000	0.000000	0.097900	0.000000	0.097900	0.000000	0.250000	0.400000	0.266667	0.266667
دسترس‌ی	آموزشی	0.042500	0.036706	0.000000	0.000000	0.039972	0.067221	0.068168	0.037953	0.000000	0.044601	0.061351	0.062639	0.045043	0.030051
	اداری و انتظامی	0.027509	0.040518	0.000000	0.000000	0.046229	0.056938	0.068168	0.037953	0.000000	0.048948	0.061351	0.065293	0.045043	0.033782
	اهدای رسانای	0.085007	0.068932	0.082231	0.166667	0.000000	0.134443	0.136336	0.075906	0.153378	0.097896	0.122702	0.083956	0.101838	0.067564
	تجهیزات و تأسیسات	0.057330	0.073413	0.082231	0.166667	0.097411	0.000000	0.136336	0.075906	0.153378	0.061548	0.122702	0.063905	0.082863	0.050840
	درمانی	0.084087	0.073413	0.082231	0.166667	0.108041	0.134443	0.000000	0.075906	0.153378	0.097896	0.122702	0.102670	0.090085	0.060383
	راه ارتباطی	0.069521	0.073413	0.082231	0.166667	0.097411	0.143844	0.136336	0.000000	0.153378	0.097896	0.122702	0.070288	0.090085	0.060383
	صنایع و کارگاه‌ها	0.034051	0.036706	0.000000	0.000000	0.046229	0.076623	0.068168	0.037953	0.000000	0.044601	0.000000	0.051249	0.045043	0.030191
	فضای باز	0.078769	0.073413	0.082231	0.166667	0.092457	0.000000	0.000000	0.075906	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	پارک و فضای سبز	0.071152	0.073413	0.082231	0.166667	0.085761	0.000000	0.000000	0.075906	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
کابیدی	تراکم ساختمانی	0.034324	0.060067	0.077703	0.000000	0.386488	0.386488	0.386488	0.310814	0.000000	0.310814	0.386488	0.000000	0.000000	0.000000
	تعداد طبقات	0.068648	0.060067	0.077703	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.166667
	صعرتنا	0.068648	0.060067	0.077703	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.166667
	نوع مصالح	0.068648	0.060067	0.077703	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.386488	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.333333

شکل ۷- سوپرماتریس وزنی مربوط به مدل (منبع: مطالعات نویسنندگان، ۱۳۹۹)

دست می‌آید، ماتریس حدی (شکل ۸)، می‌باشد. در این ماتریس، مقادیر هر سطر آن با هم برابر می‌باشد. اگر سوپرماتریس اثر زنجیره‌واری داشته باشد، ممکن است دو یا چند سوپرماتریس داشته باشیم.

محاسبه بردار وزنی عمومی یا سوپرماتریس حدی

در مرحله‌ی بعد، سوپرماتریس وزنی، به توان حدی می‌رسد تا عناصر ماتریس همگرا شده و مقادیر سطری آن با هم برابر شوند. ماتریسی که در نتیجه به توان رسیدن ماتریس وزنی به

Cluster Node Labels		حريم (عوامل طبيعي)		دسترسى								کابدي					
		فاصله از رودخانه و حسين ها	فاصله از گسل	آموزشي	اداري و انتظامي	امداد رساني	تجهيزات و تاسيسات	درماني	راه ارتباطي	صنایع و کارگاه ها	فضاي باز	بارک و فضاي سبز	تراکم ساکنان	تعداد طبقات	عمر بنا	نوع مصالح	
حريم (عوامل طبيعي)	فاصله از رودخانه و حسين ها	0.087039	0.087039	0.087039	0.087039	0.087039	0.087039	0.087039	0.087039	0.087039	0.087039	0.087039	0.087039	0.087039	0.087039	0.087039	
	فاصله از گسل	0.102480	0.102480	0.102480	0.102480	0.102480	0.102480	0.102480	0.102480	0.102480	0.102480	0.102480	0.102480	0.102480	0.102480	0.102480	
دسترسى	آموزشي	0.043699	0.043699	0.043699	0.043699	0.043699	0.043699	0.043699	0.043699	0.043699	0.043699	0.043699	0.043699	0.043699	0.043699	0.043699	
	اداري و انتظامي	0.043558	0.043558	0.043558	0.043558	0.043558	0.043558	0.043558	0.043558	0.043558	0.043558	0.043558	0.043558	0.043558	0.043558	0.043558	
	امداد رساني	0.090413	0.090413	0.090413	0.090413	0.090413	0.090413	0.090413	0.090413	0.090413	0.090413	0.090413	0.090413	0.090413	0.090413	0.090413	
	تجهيزات و تاسيسات	0.080766	0.080766	0.080766	0.080766	0.080766	0.080766	0.080766	0.080766	0.080766	0.080766	0.080766	0.080766	0.080766	0.080766	0.080766	
	درماني	0.090734	0.090734	0.090734	0.090734	0.090734	0.090734	0.090734	0.090734	0.090734	0.090734	0.090734	0.090734	0.090734	0.090734	0.090734	
	راه ارتباطي	0.089520	0.089520	0.089520	0.089520	0.089520	0.089520	0.089520	0.089520	0.089520	0.089520	0.089520	0.089520	0.089520	0.089520	0.089520	
	صنایع و کارگاه ها	0.040597	0.040597	0.040597	0.040597	0.040597	0.040597	0.040597	0.040597	0.040597	0.040597	0.040597	0.040597	0.040597	0.040597	0.040597	
	فضاي باز	0.040387	0.040387	0.040387	0.040387	0.040387	0.040387	0.040387	0.040387	0.040387	0.040387	0.040387	0.040387	0.040387	0.040387	0.040387	0.040387
	بارک و فضاي سبز	0.039118	0.039118	0.039118	0.039118	0.039118	0.039118	0.039118	0.039118	0.039118	0.039118	0.039118	0.039118	0.039118	0.039118	0.039118	0.039118
کابدي	تراکم ساکنان	0.169260	0.169260	0.169260	0.169260	0.169260	0.169260	0.169260	0.169260	0.169260	0.169260	0.169260	0.169260	0.169260	0.169260	0.169260	
	تعداد طبقات	0.021948	0.021948	0.021948	0.021948	0.021948	0.021948	0.021948	0.021948	0.021948	0.021948	0.021948	0.021948	0.021948	0.021948	0.021948	
	نوع مصالح	0.038533	0.038533	0.038533	0.038533	0.038533	0.038533	0.038533	0.038533	0.038533	0.038533	0.038533	0.038533	0.038533	0.038533	0.038533	

شکل ۸- سوپرماتریس حدی مربوط به مدل (منبع: مطالعات نویسندگان، ۱۳۹۹)

سوپرماتریس حدی توسط ضریب خوشه‌ها می‌باشد، نتیجه مقایسات زوجی بین گروه‌ها که جدول اوزان گروه‌ها نامیده می‌شود، در شکل شماره ۹، آورده شده‌است:

نتایج ماتریس خوشه‌ها آخرین مرحله برای تعیین ارزش و ضریب نهایی عناصر، محاسبه نتایج ماتریس خوشه‌ها و نرمال سازی ضریب عناصر در

Cluster Node Labels	حريم (عوامل طبيعي)	دسترسى	کابدي
حريم (عوامل طبيعي)	0.209804	0.195800	0.333333
دسترسى	0.549927	0.493386	0.333333
کابدي	0.240268	0.310814	0.333333

شکل ۹- ماتریس اوزان گروه‌ها (منبع: مطالعات نویسندگان، ۱۳۹۹)

تاب‌آوری شهری در برابر زلزله دارد و بعد از آن، فاصله از گسل با ضریب ۰/۱۱۲ و فاصله از مراکز امداد رسانی با ضریب ۰/۰۹۵ عناصر برتر و مهم تلقی می‌شوند. براین اساس شاخص تعداد طبقات ساختمان و عمر بنا با وزن ۰/۰۲۴، کمترین تأثیر را در ارزیابی تاب‌آوری شهری گرمی دارند.

نتیجه نهایی عناصر در مرحله آخر، ضرایب سوپرماتریس در ضرایب ماتریس خوشه‌ها نرمال شده و در نهایت، نتیجه نهایی عناصر و اولویت آن‌ها مشخص گردید (شکل ۱۰). طبق نتایج، عنصر تراکم ساختمانی با ضریب ۰/۱۵۵، بیشترین ارزش و اهمیت را برای

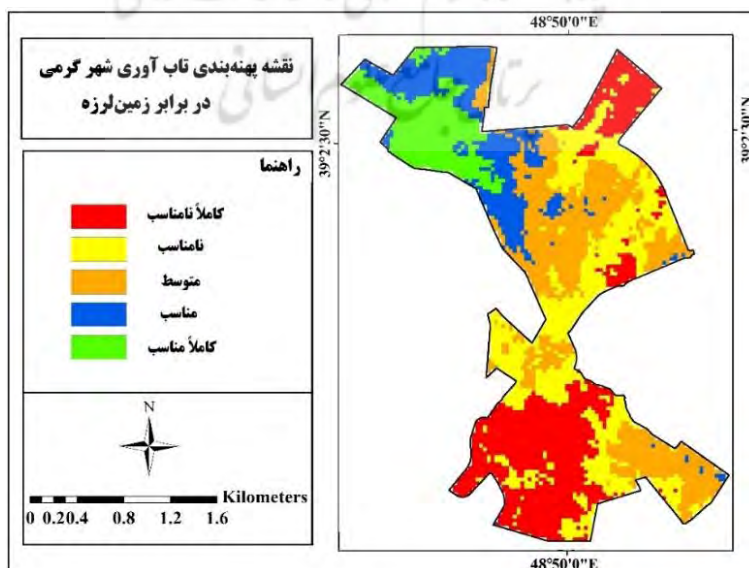
Priorities		
Here are the Experimental priorities for the given criterion. This uses the perturbation method on the supermatrix.		
No Icon	فاصله از رودخانه و هسیل‌ها	0.065789
No Icon	فاصله از گسل	0.112456
No Icon	آلودگی	0.037760
No Icon	اداری و انتظامی	0.038029
No Icon	امداد رسانی	0.095534
No Icon	تجهیزات و تأسیسات	0.085379
No Icon	درمانی	0.093510
No Icon	راه ارتباطی	0.094607
No Icon	صنایع و کارگاه‌ها	0.034491
No Icon	فضای باز	0.037963
No Icon	پارک و فضای سبز	0.037009
No Icon	تراکم ساختمان	0.155978
No Icon	تعداد طبقات	0.024872
No Icon	عمر بنا	0.024872
No Icon	نوع مصالح	0.061749

شکل ۱۰- نتایج نهایی مدل ANP جهت سنجش تاب‌آوری شهری در شهر گرمی (منبع: مطالعات نویسندگان، ۱۳۹۹)

و بخش‌هایی از شمال شرقی شهر گرمی (ناحیه ۲)، از نظر تاب‌آوری در برابر زلزله در وضعیت نسبتاً نامناسبی قرار دارند. به طور عمده، این مناطق از لحاظ معیار تراکم ساختمان، در نواحی پرتراکم قرار دارند. به طوری که متوسط تراکم ساختمان در ناحیه ۴، ۵، ۶ و ۲، به ترتیب؛ ۶۶/۷، ۶۵/۱، ۵۶/۲ و ۶۲/۴ درصد می‌باشد. از لحاظ عامل فاصله از گسل، که دومین معیار مهم دخیل تاب‌آوری شهری گرمی می‌باشد، مناطق کاملاً نامناسب در فاصله بسیار نزدیک با گسل قرار دارند. همچنین مناطقی که با توجه به خروجی مطالعه، به عنوان نواحی کاملاً نامناسب معرفی شده‌اند، به ویژه بخش جنوبی شهر، در فواصل دور از مراکز امداد رسانی و بهداشتی و درمانی قرار دارند. در مقابل بخش‌های شمال و شمال غرب این شهر در شرایط مساعدتری از لحاظ تاب‌آوری قرار دارد.

تهیه نقشه نهایی تاب‌آوری شهری در برابر زلزله در شهر گرمی

پس از استخراج نقشه‌های هر یک از معیارها و اعمال کردن وزن‌های مربوطه حاصل از روش ANP، نقشه‌های حاصله وارد مدل OWA، شد و با اعمال مراحل مختلف مدل، نقشه نهایی پهنه‌بندی میزان تاب‌آوری شهر گرمی در برابر زلزله در پنج گروه با اولویت کاملاً مناسب، مناسب، متوسط، نامناسب و کاملاً نامناسب، به دست آمد (شکل ۱۱). مساحت هریک از کلاس‌ها نیز در جدول ۲، ذکر شده است. با توجه به نقشه نهایی تاب‌آوری شهر گرمی در برابر زلزله می‌توان گفت، بخش‌های جنوبی، جنوب غربی شهر (ناحیه ۶، ۵ و بخش‌هایی از ناحیه ۴ شهر، با اراضی پرشیب و کوهستانی به ویژه تا پل موران و تنگ گرمی، با تعدد و تراکم مسیل‌ها و ساخت پلکانی و چند تکه‌ای)



شکل ۱۱- نقشه تاب‌آوری شهری در برابر زلزله با استفاده از مدل ANP و OWA (منبع: مطالعات نویسندگان، ۱۳۹۹)

جدول ۲- درصد مساحت مربوط به هر یک از طبقات تاب‌آوری (منبع: مطالعات نویسنده‌گان، ۱۳۹۹)

طبقه	کاملاً نامناسب	نامناسب	متوسط	مناسب	کاملاً مناسب
مساحت به هکتار	۱۳۹/۸۰	۱۳۴/۲۱	۱۳۸/۷۶	۷۱/۳۶	۶۲/۸۷
مساحت به درصد	۲۴/۱۷	۲۵	۲۵/۸۴	۱۳/۲۹	۱۱/۷۰

نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها

امروزه به‌دنبال رشد مداوم جمعیت شهرنشین، افزایش تراکم جمعیت در واحد سطح و همچنین تهدید مخاطرات طبیعی، توجه و تقویت تاب‌آوری شهرها امری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. این پژوهش با هدف سنجش میزان تاب‌آوری شهر گرمی جهت کاهش آسیب‌پذیری در برابر زلزله تدوین شده‌است. با توجه به محاسبات انجام شده مشخص شد که معیار تراکم ساختمانی با ضریب ۰/۱۵۵، مهم‌ترین شاخص تاب‌آوری و تعداد طبقات ساختمان و عمر بنا موجود محدود شده مورد مطالعه با وزن ۰/۰۲۴، ضعیف‌ترین شاخص تاب‌آوری می‌باشند. لذا مطابق ارزیابی‌های صورت گرفته در رابطه با هر یک از شاخص‌های تاب‌آوری، نقشه نهایی تاب‌آوری شهر گرمی در برابر زلزله تولید شد که در شکل شماره ۱۰، نشان داده شده‌است. همان‌گونه که در نقشه نهایی حاصل از روش تحقیق نشان داده شده‌است، سطح شهر گرمی را به لحاظ پهنه‌بندی تاب‌آوری شهری در برابر زلزله، به پنج گروه با اولویت کاملاً مناسب، مناسب، متوسط، نامناسب و کاملاً نامناسب طبقه‌بندی شده‌است و محدوده‌های با رنگ سبز (کلاس ۵) بالاترین اولویت را جهت تاب‌آوری شهر گرمی در برابر زلزله نمایش می‌دهند و با حرکت به سمت کلاس ۱ از کیفیت منطقه جهت تاب‌آوری شهری کاسته می‌شود. تاب‌آوری کاملاً نامناسب با ۱۳۹/۸۰ هکتار (۲۴/۱۷ درصد) بدترین وضعیت میزان تاب‌آوری و در مقابل میزان تاب‌آوری کاملاً مناسب با ۶۲/۸۷ هکتار (۱۱/۷۰ درصد) بهترین وضعیت تاب‌آوری در برابر زلزله را دارد. تاب‌آوری نامناسب، تاب‌آوری متوسط و تاب‌آوری مناسب به ترتیب با ۲۵ درصد، ۲۵/۸۴ درصد و ۱۳/۲۹ درصد سایر پهنه‌ها را شامل می‌شود.

به‌طور کلی می‌توان گفت که بخش‌های جنوبی، جنوب‌غربی شهر و بخش‌هایی از شمال شرقی شهر گرمی از نظر تاب‌آوری در برابر زلزله در وضعیت نسبتاً نامناسبی قرار دارند و در مقابل

مقاوم‌سازی ساختمان‌های موجود روی گسل زلزله و در مرحله بعدی جلوگیری از ساخت و سازهای غیرمجاز در بخش‌های جنوبی و شمال شرق محدود شده مورد مطالعه که در حریم گسل واقع شده‌اند.

طراحان طرح جامع و تفصیلی در تعیین کاربری‌های شهری برای محدوده گسل‌های اصلی شهر گرمی باید کاربری‌های

واحدهای ساختمانی واقع در بخش‌های شمال و شمال‌غرب این شهر در شرایط مساعدتری قرار دارد. با توجه به سنجش میزان تاب‌آوری با توجه به نقشه نهایی، شهر گرمی از نظر تاب‌آوری در برابر زلزله در موقعیت مطلوبی قرار ندارد. به نوعی از وضعیت متوسط رو به پایین برخوردار است. در نهایت می‌توان بیان کرد که بافت شهر گرمی با توجه به نقشه نهایی دارای آسیب‌پذیری بالایی است که در صورت وقوع زلزله احتمالی، این منطقه با آسیب‌های بسیار شدید روبرو می‌شود. لذا توجه به تمامی ابعاد تاب‌آوری در این بافت‌ها می‌تواند از شدت این آسیب‌ها کاسته و به عبارتی ساکنان را در مقابل بحران بویژه وقوع زلزله‌های احتمالی انعطاف‌پذیرتر نماید. نتایج کلی پژوهش با نتایج پژوهش‌های (Soofi (2016)، Rezaei et al (2016)، Zhang, X., and H. Li (2018)، Ahmadi et al (2018)، Moarab et al، Pashapour and Pourakrami (2018) (2019)، Yarveysy (2020)، مبنی بر این امر که میزان تاب‌آوری شهری در برابر زلزله با جنبه‌های معینی از معیارهای طبیعی، دسترسی و کالبدی (از جمله تراکم ساختمانی، فاصله از گسل، فاصله از مراکز امداد رسانی، فاصله از راه‌های ارتباطی و نوع مصالح)، بیشتر در ارتباط هستند؛ هم‌سو می‌باشد. برای افزایش تاب‌آوری در منطقه مورد مطالعه، موارد زیر پیشنهاد می‌شود:

- توجه به بحث مکان‌یابی کاربری‌های مراکز امداد رسانی و بهداشتی-درمانی در بخش جنوب شهر گرمی که با توجه به خروجی مطالعه، به‌عنوان یکی از عوامل مهم و تاثیرگذار در میزان تاب‌آوری شهری معرفی شده است.

- نوسازی و ارتقای کیفیت ابنیه در محدوده‌های آسیب‌پذیر جنوبی، جنوب‌غربی و بخش‌هایی از شمال شرقی گرمی.

جنوبی، جنوب‌غربی و شمال شرقی شهر گرمی که دارای تراکم ساختمانی بسیار بالایی هستند.

کم‌خطر و کم‌تراکم نظیر فضای سبز، فضاهای ورزشی و تفریحی پیش‌بینی کنند.

- بالابردن کیفیت زندگی از طریق مقاوم‌سازی و بهسازی و در صورت نیاز نوسازی طبق قوانین و مقررات در محدوده‌های

سپاس‌گذاری

از دانشگاه محقق اردبیلی به خاطر حمایت‌ها و مساعدت‌های مالی، کمال تشکر و قدردانی بعمل می‌آید.

References

- Afrooz, B. (2011). Presenting a suitable model in the level of performance management of urban management in the context of entrepreneurship development (Ardabil urban case study), Master's thesis, Geography and Urban and Rural Planning, Supervisor: Ata Ghaffari Gilandeh, Mohaghegh Ardabili University.
- Ahmadi, A., Fathi, S., & Akbbari, Ebrahim (2018). Assessment of Urban Resilience against Natural Hazards with an Emphasis on Earthquake and Using Fuzzy Logic and GIS (A Case Study of Urmia City), Journal of Geography and Environmental Hazards. 7 (22), pp. 57 – 73.
- Aquajani, H., Rahnama, M Rahim., & Fattahi, M. (2012). Integrating multi-criteria evaluation techniques with geographic information Systems for landfill site selection: A case study using ordered weighted average in Mashhad, Journal of Geography and Environmental Hazards. 1 (3), pp. 87-105.
- Ara Parvin, G., Surjan, A., Rahman, A. & shaw, R. (2016). Urban Risk, City Government, and Resilience. Urban disasters and resilience in Asia, pp. 21- 34.
- Ashour, H. (2011). Investigation and analysis of proportionality and attractions of Amol industrial town in the location of industrial units (small and medium industries), M.Sc. Thesis, Geography and Urban Planning, Supervisor: Ata Ghaffari Gilandeh, Mohaghegh Ardabili University.
- Dori, B., & Hamzeh, E. (2010). Determination of Risk Response Strategy in Risk Management by Technique (ANP); Case study: North Azadegan, North Oilfield Development Project. 2 (4), PP. 92-75.
- Fallahi, AR., & Jalali, T. (2013). Resilient Reconstruction from the Urban Design Point of View, After 2003 Bam Earthquake, MEHARI-VA-SHAHRSAZI (HONAR-HA-YE-ZIBA). 18 (3), pp. 5-16.
- Faraji Sabkbar, H.A., Salmani, M., Fereydoni, F., Karimzadeh, H., & Rahimi, H. (2010). Using analytic network process approach case study: The villages of Quchan country, Spatial planning (Nodares human sciences). 14 (1), pp. 127 -149.
- Gunderson, L.H. (2010). Ecological and human community Resilience in Response to Natural Disasters. Ecology and Society, 15 (2), pp. 1-11.
- Jafarizadeh, R., & Alizadeh, SH. (2019). Evaluation of Institutional Resilience of Urban Societies against Natural Hazards Case Study: Earthquake in Ardabil", 2nd International Conference on Civil Engineering, Architecture and Urban Development Management in Iran. Maragheh University of Technology, pp. 1-13.
- Klien, R.G.N., and F. Thomalla, (2003). Resilience to natural hazard: Hom useful is this concept. Environmental hazards, 5 (1-2), pp. 35-45.
- Malchefeski, Y. (2006). Geographic Information System and Multi-Criteria Decision Analysis, Translated by Parhizgar, A., Ghaffari Gilandeh. A. First Edition, Samat Publications.
- Malekan, A., khani, F., motiee langroodi, H., and Darban Astaneh, A. (2020). The Impact of Social Capital on Improving Drought Resilience (Case Study: Kangaveh County Villages), journal of Regional Planning. 10 (38), pp. 65-80.
- Maleki, M., & Sheikh al-Islami, A. (2018). Survey of urban areas and the level of resilience against earthquakes and providing solutions in the field of urban uses (case study: Al-Shatr city), Conference on Civil Engineering, Architecture and Urban Planning of the Islamic World. Shahid Madani University of Azerbaijan, pp. 1-11.

- Mavedat, E., garmsiri, P., & momeni, K. (2020). Estimated distribution of urban resilience from the perspective of the earthquake crisis using the Spatial Stats Model (Case Study of Ilam), *Journal of Regional Planning*, 9 (36), pp. 119-134.
- Mirabadi, M., Hashemi, H., & Amini, J. (2018). Applying AHP model and Ordered Weighted Average method in Locating Waste Disposal Site of bookan city by using Arc GIS and IDRISI, *Geographic Space*, 60 (17), pp. 39 – 54.
- Moarab, Y., Salehi, E., Amiri, M.J., and Balist, J. (2019). Construction of a conceptual model for against disasters using a sustainable development approach, *Journal of Environmental Sciences and Technology*, 21 (3), pp. 139- 156.
- Mohammadi Sarin Dizaj , M., & Ahadnejad Roshti, M. (2016). The evaluation of the urban fabric resiliency against earthquake risk Case Study: Zanjan, *Journal of Spatial Analysis Environmental Hazards*, 3 (1), pp. 103-118.
- Najafi, A. (2010). Structure and Environmental Challenges Analysis in Projects Management Using Analytical International, *Journal of Industrial Engineering & Production Management*, 21 (1), pp. 63-76.
- Pashapour, H.A., & Pourakrami, M. (2018). Measuring Physical Dimensions of Urban Resilience in The Face of the Natural Disasters (Earthquake) (Case Study: Tehran's 12th District), *Journal of Studies of Human Settlements Planning*, 41 (12), pp. 985 – 1002.
- Poorahmad, A., Lotfi, S., Faraji, A., & Azimi, A. (2009). Investigation of Dimensions of Earthquake Crisis Prevention (Case Study of Babol City), *Journal of Urban and Regional Studies and Research*, 1 (1), pp. 1-24.
- Pour Mohammadi, M.R., & Mosayyeb Zadeh, A. (2000). The Vulnerability of Iranian Cities Against Earthquake and the Role of Neighborhood Participation in Providing Assistance for Them, *Geography and Development Iranian Journal*, 12 (6), pp. 117-144.
- Rezaei, M. (2010). Explaining the resilience of urban communities in order to reduce the effects of natural disasters (earthquakes), (Case study of Tehran metropolis), PhD thesis in Geography and Urban Planning, Supervisor: Ali Asgari, Tarbiat Modares University.
- Rezaei, M.R., Rafieian, M., & Hosseini, M. (2016). assessment of urban Physical resilience against earthquakes Case Study: quarters of Tehran, *Human Geography Research Quarterly*, 47 (4), pp. 609 – 623.
- Ribeiro P.J.G., Pena L.A., & \ Conclaves, J. (2019). Urban resilience: A conceptual framework. *Sustainable cities and society*, 50, pp. 1-20.
- Rose, A.Z. (2009). Economic Resilience to disasters. CREATE Research Archive, Final Report to Community and Regional Resilience Institute, pp. 1-40.
- Sadra, S., & Islami, P. (2017). Strategies to increase resilience in the infrastructure of urban worn-out structures Case study of Saghar Sazan neighborhood in Rasht, 4th Conference on Architecture and Urbanism, Sustainability and Resilience from Time to Reality, Islamic Azad University, Qazvin Branch, 4, pp. 1-10.
- Salman Mahini, A., Riazi, B., Naimi, B., Babaei Kafakai, S., & Javadi Larijani, A. (2008). Ecotourism capability assessment of the Behshahr area using mult-criteria evaluation by using GIS, *Journal of environmental science and technology*, 11 (1), pp.178-189.
- Sen, Z. (2010). Rapid visual earthquake hazard evaluation of existing buildings by fuzzy logic modeling. *Expert systems with application*, 31(8), pp. 5653- 5660.
- Shakoor, A., Karimi Ghotbabadi, F., & Malekii, M. (2017). Vulnerability risk analysis of rural settlements against earthquakes (Case study: the villages of Lamerd County), *Journal of Regional Planning*, 7 (26), pp. 81-92.
- Shukri Firoozjah, P. (2018). Assess the resilience of cities against natural hazards, Case Study: Babol, *Journal of Studies of Human Settlements Planning*, 44 (13), pp. 663 – 678.
- Soofi, S.Y. (2016). Achieving Urban Resilience: Through Urban Design and Planning Principles. Master's thesis, Oxford Brookes University. Oxford. UK, pp. 1-93.
- Wang, z., & Pickl S., (2017). Analysis of the definitions of resilience, *IFAC- Papers online*, 5 (1), pp. 10649- 10657.
- Yarhamadi, M., Nikpour, A., & Lotfi, S. (2019). Evaluating the physical resilience of cities against earthquakes: A case study of Noorabad Mamassani, *Geographical Research on Desert Areas*, 7 (2), pp. 147-171.
- Yarveisy, R., Gao, Ch., & F. Khn, (2020). A simple yet robust resilience assessment

metrics. *Reliability Engineering & System Safety*, 197, pp. 106810- 106827.

Zarghami, S., Teymouri, A., Mohammadian, M Hassan., & Shamaei, A (2017). Assessing and evaluating the resilience of urban neighborhoods against earthquakes (central

part of Zanjan city), *Journal of Urban Research and Planning*. 8 (27), pp. 77-92.

Zhang, X., & H. Li, (2018), *Urban Resilience and Urban sustainability: What we know and what do not know? Cities*, 72, pp.141- 148.

