



## Research Paper

### **Spatial Prediction of City Resilience Against Natural Hazards (Case Study: Qaemshahr City)**

**Hamzeh Behrouzi** PhD student in Geography and Urban Planning, Islamic Azad University, Semnan, Iran:

**Mohamadreza Zandmoghadam\***: Associate Professor, PhD in Geography and Urban Planning, Islamic Azad University, Semnan, Iran

**Saeid Kamyabi**: Associate Professor, PhD in Geography and Urban Planning, Islamic Azad University, Semnan, Iran

#### ARTICLE INFO

**Received:** 2022/06/09

**Accepted:** 2022/09/12

**PP:** 131-146

Use your device to scan and read the article online



**Keywords:** Resilience, Genetic Algorithm, Natural Hazards, PSO, MATLAB

#### Abstract

Resilience has been defined as "a process of ability, or the result of successful adaptation despite threatening conditions", which plays an important role in dealing with the stresses and threats of life and its adverse effects. Also, resilient cities are vulnerable to events. mitigate extremes and respond creatively to environmental, economic and social changes in order to increase their long-term sustainability. Therefore, the purpose of this research is to predict the resilience of Qaemshahr city against natural hazards. The method used in this research is to use GIS software in order to determine points with more resilience and use genetic algorithm (GA) and particle swarm intelligence (PSO) methods and their programming in MATLAB environment, in order to Using it, the most important components of the city's resilience and the effective strategies to strengthen resilience will be determined. The present research was conducted in two stages, in the first stage, first, using the AHP model, the degree of resilience of urban areas against the 3 hazards of floods and earthquakes. and the landslide was determined and after that the final risk map (resilience level) was prepared by combining all the mentioned components. In the second stage, in order to determine the most important components of the city's resilience, this time 32 indicators of the resilience components were compiled based on 4 criteria (physical-spatial, economic, social, institutional) and analyzed using the genetic algorithm method. Finally, 3 points of the city (Shahid Watani Stadium, Telar Park, Siraj Park) were selected and prioritized as areas with more resilience. Then, in order to confirm and compare the research findings, the PSO method was used by the genetic algorithm (GA). As a result, it can be said that there is a significant difference in terms of resilience among the city's regions, that the increase in the resilience of Qaimshahr city The first stage requires strengthening and modifying the structures of the natural environment and then maintaining the safe environment.

**Citation:** Behrouzi, H., Zandmoghadam, M., Kamyabi, S. (2024). **Spatial Prediction of City Resilience Against Natural Hazards (Case Study: Qaemshahr City)**, *Journal of Regional Planning*, 14(54), 131-146.

**DOI:** 10.30495/jzpm.2022.30577.4115

\* **Corresponding author:** Mohamadreza Zandmoghadam, **Email:** [dr.zandmoghadam@gmail.com](mailto:dr.zandmoghadam@gmail.com)  
**Tel:** +989127636769

## Extended Abstract

### Introduction

The concept of resilience was first proposed by Halling in 1973 in the field of ecology. However, different definitions of resilience in the field of accidents have been presented since then, the last of which is related to the definitions of the American National Academy (Carolin, C., and Benoit, R., (2010)). It should be noted that the introduction of the issue of resilience into the urban issue, crisis management and organizations, and even the lives of people is the birth of a new culture. Phrases such as resilient societies, resilient livelihoods, creating resilient societies and resilient organizations are commonly used in scientific articles and operational plans.

### Methodology

In this study, according to the objectives and facilities of collecting the required data from reports, documents and statistical information from related organizations and maps of comprehensive and detailed plans and aerial photographs and preparing a questionnaire. Also considering that this

The research is applied and its results can be used in Ghaemshahr development projects, so to select the research method, classification methods were used. According to this method, this research will be a combination of different research methods. In this research, first a descriptive research method is used about the current situation and then the causal method is used. With this method - the reasons for the creation of this city and how to expand it and then the reactions that have occurred against it in the physical area of the city are investigated and after summarizing this section, the use of information collected from urban planning sources have become indicators. And is used to evaluate and measure the resilience of the city. Is more efficient and uses the methods of genetic algorithm (GA) and particle swarm intelligence (PSO) and their programming in MATLAB environment, to use the most important components of urban resilience and effective solutions to strengthen the cloud Be

specified. The present study was conducted in two stages. In the first stage, first, using AHP model, the degree of resilience of urban areas against the three risks of floods, earthquakes and landslides was determined, and then by combining all the mentioned components, the final risk map (resilience rate) was prepared. In the second stage, to determine the most important components of resilience in the city, this time 32 indicators of resilience components based on 4 criteria (physical-spatial, economic, social, institutional) were developed and examined using the genetic algorithm method. The PSO method was used to confirm and compare the research findings by genetic algorithm (GA). Finally, a descriptive method will be used to evaluate and explain the problems and present the results.

### Results and Discussion

The purpose of this study is to investigate the different dimensions of resilience of Ghaemshahr city against natural hazards with emphasis on 3 components of earthquake, flood and landslide. And green spaces, educational uses, population density, communication routes, sports uses, physical density, distances of high voltage power lines and worn texture as the criteria studied for the selected earthquake category. It has been added and using the AHP model the Geographic Information System (GIS) to produce weighted layers of the above criteria has been produced.

### Conclusion

Increased urban resilience is influenced by various structures that play a fundamental role as a context for development. Planning and policy-making in urban management requires a general determination and an integrated management at different geographical levels, which from this perspective, a systematic approach to all the factors of physical-spatial, institutional, economic and social structures is essential. According to the results of this study, increasing the resilience of Ghaemshahr in the first stage requires strengthening and modifying the structures of the natural environment and then maintaining the existing potentials.



# فصلنامه علمی برنامه‌ریزی منطقه‌ای

دوره ۱۴ شماره ۵۴، تابستان ۱۴۰۳  
شاپا چاپی: ۶۷۳۵-۲۲۵۱ - شاپا الکترونیکی: ۷۰۵۱-۲۴۲۳  
<https://jzpm.marvdasht.iau.ir/>



## مقاله پژوهشی

### پیش‌بینی مکانی تاب‌آوری شهر در برابر مخاطرات طبیعی (مطالعه موردی: شهر قائمشهر)

حمزه بهروزی: دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران  
محمد رضا زند مقدم: دانشیار دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران  
سعید کامیابی: دانشیار دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران

#### چکیده

تاب‌آوری را «یک فرایند توانایی، یا پیامد سازگاری موفقیت‌آمیز علی‌رغم شرایط تهدیدکننده» تعریف نموده‌اند که نقش مهمی در مقابله با تنیدگی‌ها و تهدیدهای زندگی و آثار نامطلوب آن دارد. همچنین شهرهای تاب‌آور آسیب‌پذیری در برابر رویدادهای شدید را کاهش می‌دهند و به طور خلاقانه به تغییرهای زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی به منظور افزایش پایداری بلند مدت خود پاسخ می‌دهند. لذا هدف از این پژوهش، پیش‌بینی مکانی تاب‌آوری شهر قائمشهر در برابر مخاطرات طبیعی می‌باشد. روش بکار رفته در این پژوهش، بهره‌گیری از نرم‌افزار GIS به منظور تعیین نقاط دارای تاب‌آوری بیشتر و استفاده از روش‌های الگوریتم ژنتیک (GA) و هوش ازدحامی ذرات (PSO) و برنامه‌نویسی آن‌ها در محیط MATLAB می‌باشد، تا با استفاده از آن مهم‌ترین مولفه‌های تاب‌آوری شهر و راهکارهای موثر در تقویت تاب‌آوری مشخص گردند. پژوهش حاضر طی ۲ مرحله صورت گرفته که در مرحله اول، ابتدا با استفاده از مدل AHP میزان تاب‌آوری نقاط شهری در برابر ۳ مخاطره سیل، زلزله و رانش زمین تعیین گردید و پس از آن با ترکیب همه مولفه‌های ذکر شده نقشه نهایی مخاطرات (میزان تاب‌آوری) تهیه شد. در مرحله دوم جهت تعیین مهم‌ترین مولفه‌های تاب‌آوری شهر، این بار ۳۲ شاخص از مولفه‌های تاب‌آوری براساس ۴ معیار (کالبدی-فضایی، اقتصادی، اجتماعی، نهادی) تدوین و با استفاده از روش الگوریتم ژنتیک مورد بررسی قرار گرفت که در نهایت ۳ نقطه از شهر به ترتیب (۱ ستادیوم شهید وطنی، پارک تالار، پارک سراج)، به عنوان مناطق دارای تاب‌آوری بیشتر انتخاب و اولویت‌بندی شدند. سپس به منظور تایید و مقایسه یافته‌های تحقیق توسط الگوریتم ژنتیک (GA) از روش PSO بهره گرفته شد. در نتیجه می‌توان چنین بیان نمود که تفاوت معنی‌داری از لحاظ تاب‌آوری در بین مناطق شهر وجود دارد که افزایش میزان تاب‌آوری شهر قائمشهر در مرحله اول نیازمند تقویت و اصلاح ساختارهای محیط طبیعی و سپس حفظ و نگهداشت محیط ایمن است.

#### اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۲۱

شماره صفحات: ۱۳۱-۱۴۶

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



#### واژه‌های کلیدی:

تاب‌آوری، الگوریتم ژنتیک، مخاطرات طبیعی، PSO، MATLAB.

استناد: بهروزی، حمزه؛ زندمقدم، محمد رضا و کامیابی، سعید (۱۴۰۳). پیش‌بینی مکانی تاب‌آوری شهر در برابر مخاطرات طبیعی (مطالعه موردی: شهر قائمشهر)، فصلنامه برنامه‌ریزی منطقه‌ای، ۱۴ (۵۴)، ۱۳۱-۱۴۶.

DOI: 10.30495/jzpm.2022.30577.4115

## مقدمه

بلایای اتفاق افتاده در سالیان اخیر بیانگر این موضوع است که جوامع و افراد به صورت فزاینده‌ای آسیب پذیرتر شده و ریسک‌ها نیز افزایش یافته‌اند. (Parviziyan, Maleki., 2022). با این حال، کاهش ریسک و آسیب‌پذیری اغلب تا بعد از وقوع سوانح نادیده انگاشته می‌شوند (Firouzpour K. 2021. 325-346) باید خاطر نشان کرد که ورود مبحث تاب‌آوری به مبحث شهری، مدیریت بحران و سازمان‌ها و حتی زندگی مردم به مثابه تولد فرهنگی جدید می‌باشد. عبارتهایی چون جوامع تاب‌آور و پایدار، معیشت‌های تاب‌آور، ایجاد جوامع تاب‌آور و سازمان‌های تاب‌آور به صورت معمول در مقالات علمی و برنامه‌های عملیاتی استفاده می‌شوند (McManus, S., Dalziell, E., 2004. pp165-) (182) هرچند توجه خاصی نسبت به تاب‌آوری در ایران و جهان وجود دارد، با این حال تاکنون تعداد محدودی از قوانین سیستماتیک فرموله شده در مورد تاب‌آوری سازمانی وجود دارد (Salehi, Ismail, 2010, pp57-75) تاب‌آوری ظرفیتی برای مقاومت در برابر استرس و فاجعه است. روانشناسان همیشه سعی کرده‌اند که این قابلیت انسان را برای سازگاری و غلبه بر خطر و سختی‌ها افزایش دهند. (Zabihi, Mohammad Reza, Khaledar, Mustafa. 2015. pp.125-145) تاب‌آوری معادل واژه Resiliency است. در فرهنگ لغت این کلمه، خاصیت کشسانی، بازگشت‌پذیری و ارتجاعی معنی شده است. (Heydari et al, 2022. pp.42-62). تاب‌آوری را «یک فرایند توانایی، یا پیامد سازگاری موفقیت‌آمیز علی‌رغم شرایط تهدیدکننده» تعریف نموده‌اند که نقش مهمی در مقابله با تنیدگی‌ها و تهدیدهای زندگی و آثار نامطلوب آن دارد (Manyena, S. B. 2006. pp.436-450). تاب‌آوری سازگاری مثبت در واکنش به شرایط ناگوار است (Herr, 2011). تاب‌آوری نقش مهمی در بازگشت به تعادل اولیه یا رسیدن به تعادل سطح بالاتر دارد و از این رو، سازگاری مثبت و موفق را در زندگی فراهم می‌کند. (Cutter, S.L., 2008. pp.598-606). تاب‌آوری صرف مقاومت منفعل در برابر آسیب‌ها یا شرایط تهدیدکننده نیست، بلکه فرد تاب‌آور، مشارکت‌کننده فعال و سازنده محیطی پیرامونی خود است. تاب‌آوری قابلیت فرد در برقراری تعادل زیستی- روانی- روحی، در مقابل شرایط مخاطره‌آمیز می‌باشد (Folk, C., 2006. pp.191-206). تاب‌آوری نوعی ترمیم خود که با پیامدهای مثبت هیجانی، عاطفی و شناختی همراه است (Timmerman, P, 1981) افراد و جوامع می‌توانند حتی پس از مصیبت‌های ویرانگر به بازسازی زندگی خود بپردازند. تاب‌آور بودن به این معنا نیست که از این طریق بتوانید زندگی بدون تجربه استرس و درد را داشته باشید (Adger, W., N., 2004. p.141). مسیر دستیابی به انعطاف‌پذیری از طریق کار و توجه به روی اثرات استرس و وقایع دردناک ایجاد می‌شود. ارتقاء تاب‌آوری منجر به رشد افراد در به‌دست آوردن تفکر و مهارت‌های خودمدیریتی بهتر و دانش بیشتر می‌شود. (Rezaei, Mohammad Reza. 2013. pp.27-38) لذا تعیین میزان تاب‌آوری و شناخت عوامل موثر در حفظ آرامش و بالا بردن آستانه تحمل مدیران و کارکنان، باعث موفقیت و بهبود عملکرد جوامع در زمان بحران خواهد بود.

در صورت وجود برنامه‌های از پیش تعیین شده مقابله با آن شرایط (بالا بردن سطح آمادگی فردی و سازمانی، انعطاف مدیریتی، بهره‌مندی موثر از امکانات در شرایط نامتعارف برای قبل، حین و بعد از بروز حوادث) میزان خسارات وارده اعم از جانی و مالی بسیار کاهش یافته و مدت زمان لازم برای واکنش‌های سریع و ویژه و همچنین مهار بحران و عادی‌سازی شرایط جامعه یا همان بازگشت به وضعیت سبز کمتر می‌شود (Rafieian, Mojtaba, 2012. pp.18-29). با توجه به وقوع مخاطرات طبیعی بوجود آمده در سالیان گذشته در شهر قائمشهر و آسیب‌های وارده مطالعه و پژوهش جدی و لازم چه قبل از وقوع این مخاطرات و چه پس از آن صورت نگرفته است و نیازمند توجه ویژه جهت افزایش تاب‌آوری و کاهش میزان خسارات می‌باشد.

در حقیقت پس از وقوع مخاطرات برای محدود ساختن دامنه بحران ناشی از آن از یک طرف و عادی‌سازی اوضاع از طرف دیگر نیاز به رفتاری سازمان یافته است که فقط در صورت آمادگی قبلی کارایی و اثر بخشی لازم را خواهد داشت.

(Brooks, N. 2005. pp.151-163)

بنابراین انجام اقداماتی جهت آمادگی برای مواجهه با مخاطرات طبیعی و شناخت نقاط قوت و ضعف ضرورت دارد. که برای ساختن مسیر امن توسعه در آینده می‌توان از آن بهره گرفت. شهر قائمشهر که دارای اهمیت منطقه‌ای می‌باشد، باید هر چه زودتر برای رویارویی با مسائل و مشکلات آتی و همچنین نگهداری از آثار ارزشمند موجود در خود تاب‌آور شود. حائز اهمیت است که بررسی مساله تاب‌آوری، نیاز ضروری برنامه ریزان شهری است. تا مسئولان و برنامه ریزان شهری بتوانند برنامه‌ها و طرح‌های آتی خود را در رابطه با کاهش مشکلات مربوط به این پدیده و دستیابی به راه حل‌های قابل اجرا و ساخت شهرهای تاب‌آور پی‌ریزی کنند تا بتوان گامی در جهت حل مشکلات و مسائل جامعه ی مورد پژوهش به زبان علمی برداشت.

## سوالات پژوهش

الف) سوال اصلی تحقیق

- میزان تاب‌آوری در مواجهه با مخاطرات طبیعی چه میزان است؟

ب) سوال‌های فرعی

- چه عواملی در افزایش میزان تاب‌آوری موثر هستند؟

- چگونه می‌توان میزان تاب‌آوری در مواجهه با مخاطرات طبیعی را افزایش داد؟

## فرضیات پژوهش

با توجه به اهداف و سوالات پژوهش، فرضیات براساس مبانی نظری، مطالعات انجام شده و حدس و گمان محققین به شرح ذیل تدوین گردید:

- به نظر می‌رسد بین ویژگی‌های کالبدی - فضایی شهر قائمشهر و مطلوبیت در برابر مخاطرات طبیعی رابطه معناداری وجود دارد.

- به نظر می‌رسد بین مدل الگوریتم ژنتیک و ابعاد تاب‌آوری شهری در برابر مخاطرات طبیعی رابطه معناداری وجود دارد.

## پیشینه تحقیق و مبانی نظری

پژوهش‌هایی که بصورت مستقیم به این موضوع پرداخته‌اند مد نظر قرار گرفته است که می‌توان به برخی از آن‌ها اشاره کرد. بابک اجتماعی (۱۴۰۰)، در مقاله‌ای با عنوان شناسایی پهنه‌های خطر ناشی از زمین لغزش در سکونتگاه‌های روستایی شهرستان داراب پس از بیان این مطلب که شناسایی مناطق مستعد وقوع زمین لغزش امری بسیار ضروری برای جلوگیری از چنین خسارت‌هایی بشمار می‌رود. صالحی پور میلانی و همکاران (۱۴۰۱) در تحقیق به ارزیابی آسیب‌پذیری و تاب‌آوری شهر رزن در برابر زلزله پرداختند و نتایج نشان داد که آمادگی و تاب‌آوری محلات شهر در برابر زلزله در هیچ یک از محلات شهر در طبقه زیاد و بسیار زیاد قرار نداشت. کارکرد ضعیف ساختارهای مدیریتی و نهادی و همچنین توان کم اقتصادی شهروندان برای بازگشت به شرایط مطلوب بعد از وقوع زلزله از عوامل کاهش تاب‌آوری شهر رزن در برابر زلزله بود.

مهدی مودودی و همکاران (۱۴۰۰) در مقاله "تبیین تاب‌آوری مناطق روستایی در برابر مخاطرات طبیعی با تاکید بر سیلاب". به این نتایج رسید که تاب‌آوری روستاهای مورد مطالعه در سطح متوسط می‌باشد. با این حال، تاب‌آوری روستاها با یکدیگر متفاوت است؛ لذا اتخاذ برنامه‌های بهبود شرایط اقتصادی از جمله متنوع‌سازی اقتصاد و همچنین برگزاری کلاس‌های توانمندسازی اجتماعی برای روستاها از اهمیت زیادی برخوردار است. باقرنژاد و عزیز (۱۴۰۰) با مقاله‌ای تحت عنوان "توزیع فضایی تاب‌آوری در برابر سوانح در سطح محلات کلانشهر تهران" چنین بیان کرده‌اند که: توزیع فضایی تاب‌آوری و ابعاد آن در سطح کلان شهر تهران نشان می‌دهد در میان ابعاد تاب‌آوری بعد زیرساختی بیشترین تاثیر منفی را بر محلات با وضعیت نامطلوب تاب‌آوری داشته است. احمدزاده و امین‌زاده (۱۳۹۹) در مقاله "ارزیابی ابعاد تاب‌آوری شهری با استفاده از روش میانگین مجموع فواصل از حد بهینه (مطالعه موردی: منطقه ۹ شهرداری مشهد)" چنین نوشت: سوانح طبیعی همواره چالشی بزرگ در دستیابی به توسعه پایدار جوامع انسانی بوده است. نگاهی که تا کنون در مدیریت سوانح و مدیریت شهری وجود داشته، بیشتر نگاه مقابله‌ای و کاهش مخاطرات بوده است. حوزه ادبیات مخاطرات در یک تغییر پارادایم از (ارزیابی مخاطرات) به سمت (تحلیل آسیب‌پذیری) تغییر رویه داده است. حسین پژمان و همکاران در سال (۱۳۹۹) با مقاله‌ای تحت عنوان "سنجش تاب‌آوری بافت فرسوده در برابر زلزله (نمونه مطالعاتی: بافت فرسوده قصرالدشت)" چنین بیان کرده‌اند که: با توجه به اینکه گسلی بنیادی در نزدیکی شهر شیراز عبور می‌نماید، این مهم، شهر را در معرض خطر زلزله قرار داده است. و در این مقاله، چگونگی و میزان تاب‌آوری محدوده‌ی بافت فرسوده قصرالدشت شیراز در برابر زلزله با هشت معیار شامل، مصالح ساختمانی، قدمت ساختمان، تعداد طبقات، تراکم ساختمان، تراکم جمعیت دسترسی به فضای باز، کیفیت ابنیه و مساحت قطعات، مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است. ملکی و همکاران در سال (۱۳۹۹) با مقاله‌ای تحت عنوان "بررسی و سنجش میزان تاب‌آوری در ابعاد کالبدی و اجتماعی در برابر زلزله (مطالعه موردی شهر ایزه)" چنین بیان کرده‌اند که: مخاطره‌ای که شهرها را تهدید می‌نماید خطر وقوع زلزله است. شهر ایزه هم در معرض خطرات ناشی از وقوع زلزله است، کاهش آسیب و مدیریت بحران و درنهایت تاب‌آور نمودن شهر در برابر مخاطرات لازم و ضروری است. بنابراین می‌توان گفت بین نواحی شهر ایزه از لحاظ تاب‌آوری اجتماعی تفاوت وجود دارد. زند مقدم و همکاران (۱۳۹۸)، در مقاله‌ای با عنوان پهنه‌بندی و رویکرد فضایی بر مدیریت بحران با تاکید بر آسیب‌پذیری اجتماعی فیزیکی شهرها در برابر زلزله نمونه موردی استان ایلام در نتایج مقاله با در نظر گرفتن آسیب‌پذیری بالای منطقه بیان داشتند که میزان آسیب‌پذیری ناشی از زلزله علاوه بر اهمیت دوچندان آن در مدیریت بحران ضرورت بررسی آن در شاخص‌های مختلف از ضروریات برنامه‌ریزی شهری می‌باشد. علی ثباتی و کیانوش ذاکر حقیقی (۱۴۰۰) در مقاله ارزیابی انعطاف‌پذیری ساختار فضایی شهری در برابر

تحولات مربوط به شبکه معابر (نمونه مطالعاتی: ساری) هدف از تهیه طرح‌های توسعه توسط برنامه ریزان شهری علاوه بر حل معضلات موجود، ترسیم آینده‌های مطلوب و بهینه برای شهرها می‌باشد.

دنيس پارکر در سال ۲۰۲۰ با مقاله‌ای تحت عنوان "تاب‌آوری در مقابل بحران فاجعه، علمی چالش برانگیز" چنین نوشته است که: مفهوم تاب‌آوری مورد توجه بسیاری قرار گرفته است و اکنون بر تفکر در مورد مدیریت ریسک از جمله مدیریت خطرات زیست محیطی حاکم است. و در بحث به این نتیجه می‌رسد که تاب‌آوری مفهومی است که فراتر از کاهش برای پذیرش سازگاری، تغییر و تحول است. موچادینکا و ویلیامز (۲۰۱۷)، در مقاله‌ای با عنوان سیاست ملی شهری را می‌توان مجموعه‌ای از تصمیمات منسجم دانست که از راه یک فرآیند هدفمند دولتی به دنبال هماهنگ‌سازی و گرد آوردن بازیگران گوناگون عرصه‌های شهری برای دستیابی به یک دیدگاه اشتراکی و تدوین اهدافی است که توسعه شهری را در بلندمدت به توسعه‌هایی تغییرپذیر، توسعه‌پذیر، انعطاف‌پذیر و جامع ارتقا دهند. تیرنان و همکاران در سال ۲۰۱۸ با مقاله‌ای تحت عنوان "مروری بر مفاهیم تاب‌آوری در برابر بلایای طبیعی و اقدامات بین‌المللی از سال ۲۰۱۲" چنین بیان کرده‌اند که: این مقاله به بررسی شیوه‌ها و روندهای تحقیق در زمینه تاب‌آوری در برابر بحران و مفاهیم کاهش خطر در برابر بلایای طبیعی از سال ۲۰۱۲ می‌پردازد. این روش از روش ارزیابی سریع برای کشف تحولات در این زمینه و شناسایی مضامین اصلی در تحقیق و عمل استفاده می‌کند. یافته‌های تحقیق سه موضوع مهم در حال را مشخص می‌کند: اجتماعی کردن مسئولیت‌پذیری و تاب‌آوری. علاقه مستمر به مدیریت ریسک با تأکید بر مشارکت‌های خصوصی دولتی به عنوان مکانیسم‌های توانمند؛ و نتایج کاربردی از مفهوم تاب‌آوری انطباقی.

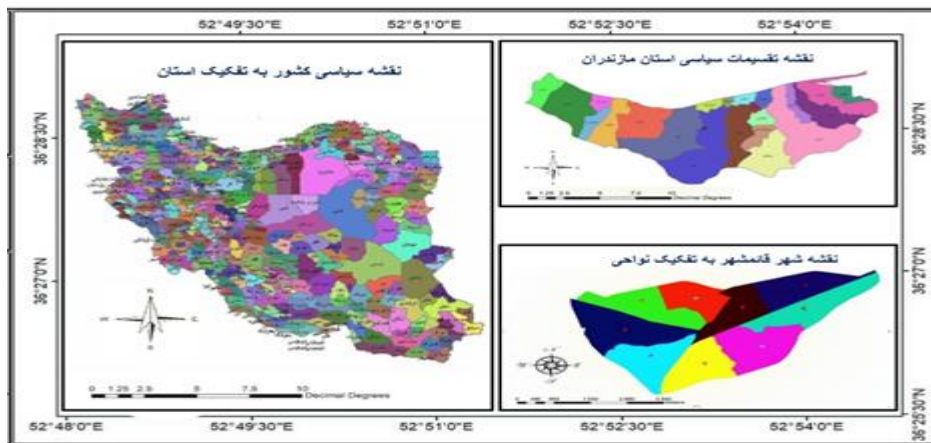
کوبین و همکاران در سال ۲۰۱۸ با مقاله‌ای تحت عنوان "اندازه‌گیری مقاومت جامعه در برابر خطرات طبیعی: شاخص غربالگری تاب‌آوری در برابر خطر طبیعی (NARSI) - توسعه و کاربرد در ایالات متحده" چنین بیان کرده‌اند که: بلایای طبیعی اغلب استرس قابل توجهی و طولانی مدت بر سیستم‌های مالی، اجتماعی و زیست محیطی تحمیل می‌کند.

باکسنس و همکاران در سال ۲۰۱۶ با مقاله‌ای تحت عنوان "اعتبارسنجی شاخص‌های تاب‌آوری و آسیب‌پذیری در زمینه سوانح طبیعی" چنین بیان کرده‌اند که: با توجه به تهدیدهای مداوم و جدی در برابر بلایای طبیعی در سراسر جهان نتیجه گرفت که ایجاد سیاست‌های منطقه‌ای یا سرمایه‌گذاری در پروژه‌های تاب‌آوری و بهبود آسیب‌پذیری باید از شاخص‌های با اولویت بالاتر استفاده کنند.

بنابراین انجام اقداماتی جهت آمادگی برای مواجهه با مخاطرات طبیعی و شناخت نقاط قوت و ضعف ضرورت دارد. که برای ساختن مسیر امن توسعه در آینده می‌توان از آن بهره گرفت. شهر قائمشهر که دارای اهمیت منطقه‌ای می‌باشد، باید هر چه زودتر برای روبرویی با مسائل و مشکلات آتی و همچنین نگهداری از آثار ارزشمند موجود در خود تاب‌آور شود.

### مواد و روشی تحقیق

شهر قائمشهر بین ۳۶ درجه و ۲۱ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۳۸ دقیقه عرض شمالی و ۵۲ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۵۳ درجه و ۳ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ واقع شده است. بر پایه آخرین سرشماری مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۵ شمسی این شهر دارای ۲۰۴۹۵۳ نفر جمعیت و تعداد ۶۸۴۰۷ خانوار می‌باشد. مساحت این شهر ۴۵/۸ کیلومتر مربع می‌باشد. این شهر به دلیل موقعیت جغرافیایی خود که از یک سو قرارگیری در مسیر اصلی عبور به سمت مشهد مقدس و از سوی دیگر یکی از مهمترین راه‌های ارتباطی شمال کشور به پایتخت می‌باشد. مستعد نقش تجاری و گردشگری در سطح منطقه و کشور می‌باشد (Janbaz Ghobadi et al, 2011).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه، سازمان نقشه‌برداری ایران، ترسیم نگارندگان، ۱۴۰۱

این پژوهش به لحاظ هدف کاربردی و از نظر روش توصیفی-تحلیلی است که بایه‌ره‌گیری از مطالعات کتابخانه‌ای و نقشه‌های شهری تبیین گردید. شیوه گردآوری اطلاعات در این تحقیق بصورت اسنادی و می‌دانی (حضور در مناطق آسیب‌پذیر) است. سپس به منظور سنجش و ارزیابی میزان تاب‌آوری شهر در برابر مخاطرات طبیعی ابتدا شاخص‌ها و عوامل موثر بر میزان تاب‌آوری محدوده مورد مطالعه شناسایی شد و پس از آن با جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز از سطح منطقه نقشه‌های مورد نظر در (GIS) تولید و با استفاده از فرایند سلسله مراتبی (AHP)، مورد تحلیل قرار گرفت و در نهایت نقشه کلی استخراج شد. برای سنجش میزان تاب‌آوری شهر در ۴ بعد (کالبدی-فضایی، اقتصادی، اجتماعی، نهادی) از ۲۶ شاخص و ۴۲ زیر شاخص تاثیرگذار استفاده شده است. که در جدول شماره (۱) نشان داده شده است. انتخاب شاخص‌ها و زیر شاخص‌ها در تحقیق پیش رو بر اساس ۴ معیار قابل دسترس بودن داده‌ها، پیشینه پژوهش‌های انجام شده، توجه به ادبیات موجود در مورد تناسب آن با تاب‌آوری و تحلیل نقشه‌های شهری تاثیرگذار بر تاب‌آوری در برابر رانش زمین استخراج شده است.

جدول ۱- شاخص‌های تاب‌آوری شهر در برابر مخاطرات طبیعی

زیرشاخص	شاخص	ساختار
دسترسی به مراکز بهداشتی و درمانی و بیمارستان‌ها	دسترسی	کالبدی - فضایی
دسترسی به پارک‌ها و فضاهای سبز		
دسترسی به مراکز آموزشی		
دسترسی به ایستگاه‌های آتش نشانی		
دسترسی به نیروی انتظامی		
دسترسی به سایر دستگاه‌های امدادی و خدماتی		
دسترسی به حمل و نقل عمومی		
دسترسی به شبکه معابر		
پارک - زمین باير- مرتع - باغ - زمین‌های زراعی	وجود فضای باز	
شبکه برق	وجود تاسیسات خطرزا	
شبکه آب		
شبکه گاز و سوخت		
عمر بنا	فرم و بافت شهر	
نوع مصالح	کاربری زمین	
کیفیت بنا		
(۳۰۰-۵۰۰-۸۰۰)		
(۳۰۰-۵۰۰-۸۰۰)		
۰ تا ۶ در صد مناسب‌ترین شیب		
مسکونی		
تجاری		
صنعتی		
زراعی	تراکم ساختمانی	
مشارکت عمومی	سرمايه اجتماعي	اجتماعی
امنیت اجتماعی		
حسن تعلق محله‌ای		
روابط همسایگی		
--	آگاهی از مخاطرات طبیعی	
میانگین سنی	جمعیت‌شناسی	
میانگین جنسی	تراکم جمعیتی	
--		
--		
--		
--	میزان تحصیلات	
--	یکپارچگی و مشارکت ساکنان	
--	آموزش برای مقابله با بحران	

زیرشاخص	شاخص	ساختمان
--	ارزش زمین	اقتصادی
--	هزینه ساخت	
--	مالکیت اراضی	
مقدار دفاتر بیمه به ازای هر ۵۰۰۰ نفر	توانایی جبران خسارات	
وجود خیرین در منطقه		
مقدار بانک به ازای هر ۵۰۰۰ نفر		
--	میزان درآمد خانوار	
--	نرخ اشتغال و بیکاری	
هماهنگی میان ادارات و سازمان‌ها	روابط	نهادی
همکاری مردم و سازمان‌ها	امکانات	
منابع و امکانات سازمان‌های امداد رسان		
منابع و امکانات شهرداری	بستر	
وضعیت آگاهی مردم از وجود نهادهایی در ارتباط با مدیریت بحران		
میزان رعایت قانون ساخت و ساز		
آشنایی با طرح‌های اسکان اضطراری پس از وقوع مخاطرات	عملکردی	
آمادگی فنی و ابزاری در زمان وقوع مخاطرات		
آموزش‌های غیرحضوری در جهت آمادگی در زمان مخاطرات		
عملکرد شهرداری جهت جلوگیری از تخلف ساختمانی		
عملکرد خدماتی سازمان‌های شهری		

منبع: نگارندگان، ۱۴۰۱

برای ارزیابی میزان تاب‌آوری شهر در برابر مخاطرات طبیعی در شهر قائمشهر پس از شناسایی معیارها و شاخص‌های مورد نظر نقشه‌های شهری جمع‌آوری شده که در محیط GIS با استفاده از مدل AHP وزن دهی شده بودند با استفاده از مدل الگوریتم ژنتیک (GA) در محیط برنامه‌نویسی MATLAB کدنویسی شد و ۴۰ نقطه از شهر که دارای تاب‌آوری بیشتری بودند یعنی تعداد بیشتری از شاخص‌ها را به خود اختصاص دادند احصاء شدند و در نهایت ۵ نقطه اولویت دار مطابق جدول شماره (۶) تعیین گردید. از آنجا که الگوریتم ژنتیک از روش‌های بهینه‌یابی مبتنی بر جمعیت بوده و م ساله این پژوهش نیز از نوع گسسته می‌باشد به منظور مقایسه نتایج حاصل از الگوریتم ژنتیک از روش مشابه دیگر که آن نیز مبتنی بر جمعیت می‌باشد استفاده گردید تا یافته‌های ژنتیک را مورد تایید قرار دهد به همین منظور از روش هوش ازدحامی ذرات یا الگوریتم پرندگان (PSO) استفاده شده است. که نتایج آن طی جدول شماره (۶) خروجی الگوریتم ژنتیک را تایید می‌نماید.

## بحث و یافته‌های تحقیق

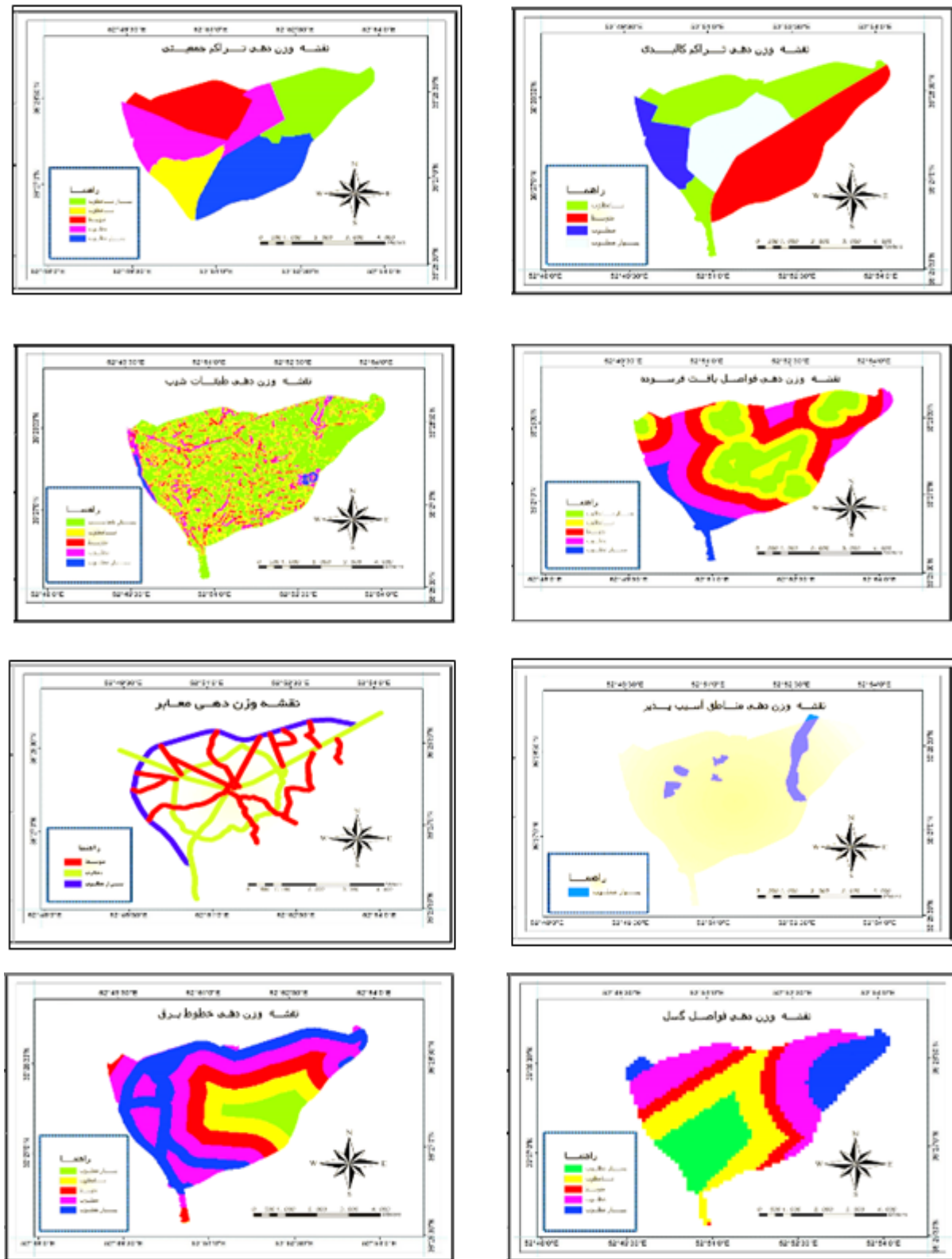
### تحلیل شاخص‌ها و تعیین اهمیت ابعاد تاب‌آوری شهر در برابر مخاطرات طبیعی

تاب‌آوری شهر قائمشهر از منظر چهار بعد بررسی شده است. این ابعاد هر کدام دارای شاخص‌ها و زیرشاخص‌هایی است. نتایج به دست آمده از تجزیه و تحلیل داده‌های مورد نظر به تفکیک ابعاد چهارگانه ارائه شده است.

ابتدا به منظور بررسی و شناسایی پهنه‌های پرخطر از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده گردید، بدین ترتیب ابتدا تعیین معیارهای لازم و ضروری که در تصمیم‌گیری نقش داشته‌اند. که عبارت می‌باشند از: نقشه‌های (تراکم کاربری، فواصل گسل، طبقات شیب، حریم کاربری‌های فضای سبز، ورزشی و پارک‌ها و ... تراکم جمعیتی، شبکه معابر، بافت فرسوده، تراکم کالبدی و ... صورت پذیرفت و نقشه‌های مورد نظر در محیط GIS تولید گردید. پس از تعیین معیارها می‌بایست مطابق شکل شماره (۲) هریک از آن‌ها وزن دهی گردند که وزن هر معیار نشان‌دهنده میزان اهمیت و ارزش آن نسبت به معیارهای دیگر می‌باشد.

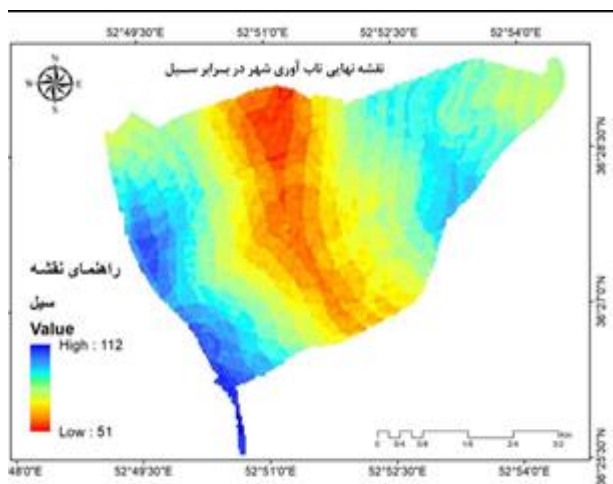
در تولید نقشه خطرپذیری و تاب‌آوری در برابر مخاطرات از نقشه‌های کاربردی مختص آن‌ها استفاده گردید و وزن دهی‌های لازم صورت گرفت و نقشه خروجی با طیف رنگی بسیار مطلوب که نشان‌دهنده بالاترین تاب‌آوری و بسیار نامطلوب که نشان‌دهنده بیشترین خطرپذیری (کمترین تاب‌آوری) می‌باشد تهیه گردید. که در شکل‌های شماره (۳)، (۴)، (۵)، (۶) نشان داده شده است.



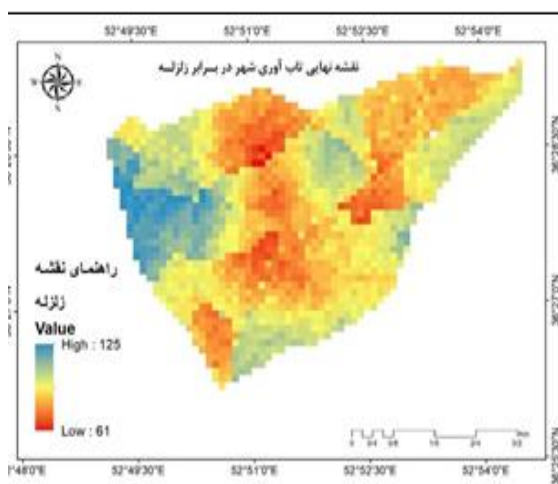


شکل ۲ - وزن دهی معیارها (ترسیم: نگارنده گان، ۱۴۰۱)

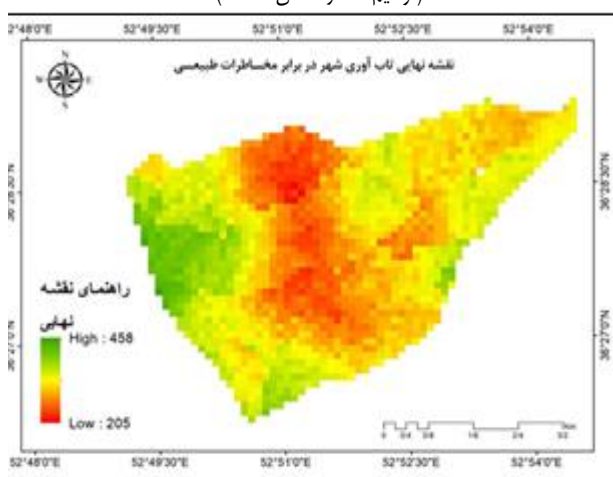
در تولید نقشه خطرپذیری و تاب‌آوری در برابر مخاطرات طبیعی از نقشه‌های کاربردی مختص آن‌ها استفاده گردید و وزن دهی‌های لازم صورت گرفت و نقشه خروجی با طیف رنگی بسیار مطلوب که نشان‌دهنده بالاترین تاب‌آوری و بسیار نامطلوب که نشان‌دهنده بیشترین خطرپذیری (کمترین تاب‌آوری) می‌باشد تهیه گردید. که در شکل شماره (۲) نشان داده شده است.



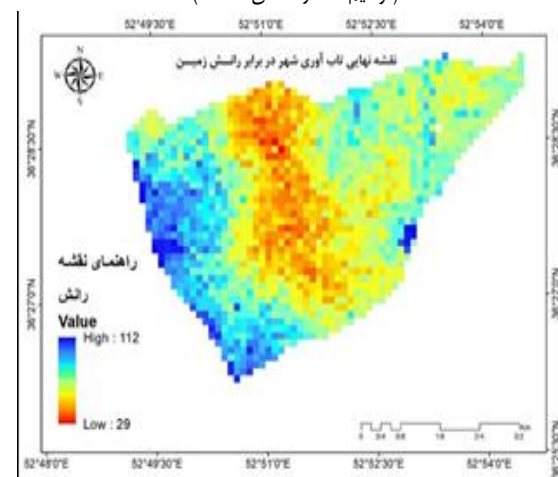
شکل ۳- نقشه نهایی تاب‌آوری شهر در برابر سیل  
(ترسیم: نگارنده‌گان، ۱۴۰۱)



شکل ۴- نقشه نهایی تاب‌آوری شهر در برابر زلزله  
(ترسیم: نگارنده‌گان، ۱۴۰۱)



شکل ۵- نقشه نهایی تاب‌آوری شهر در مخاطرات طبیعی (ترسیم: نگارنده‌گان، ۱۴۰۱)



شکل شماره ۶- نقشه نهایی تاب‌آوری شهر در برابر رانش زمین (ترسیم: نگارنده‌گان، ۱۴۰۱)

### تحلیل شاخص‌های تاب‌آوری شهر در الگوریتم ژنتیک (AG)

برای تحلیل ساختارهای میزان تاب‌آوری شهر ابتدا با استفاده از مطالب و منابع معتبر و علمی چهار شاخص اصلی (کالبدی-فضایی، اقتصادی، اجتماعی، نهادی) شناسایی شد. از آنجا که هریک از این شاخص‌ها دارای زیر شاخص‌های متعدد می‌باشند و برخی از آنان قابلیت امتیاز دهی کمی را دارا بوده و برخی از آن‌ها فاقد این قابلیت بودند. تبدیل عناصر کیفی به کمی بر اساس استانداردهای مربوطه صورت پذیرفت و در ادامه همه عناصر از امتیاز ۱ تا ۵ (بسیار نامطلوب، نامطلوب، متوسط، مطلوب و بسیار مطلوب) مطابق (جدول شماره ۲) امتیاز دهی شدند.

جدول شماره ۲- امتیاز دهی شاخص‌های تاب‌آوری

امتیاز	شرح
۱	بسیار نامطلوب
۲	نا مطلوب
۳	متوسط
۴	مطلوب
۵	بسیار مطلوب

منبع: نگارنده‌گان، ۱۴۰۱

در ادامه زیر شاخص‌ها که در مولفه‌های ذکر شده وجه اشتراک داشتند استخراج گردیدند و همانطور که در جدول شماره (۲) ذکر شد پس از کمی‌سازی مورد امتیاز دهی قرار گرفتند. پس از آن ۴۰ نقطه شهری تاب‌آورتر مطابق جدول شماره (۳) که بر اساس یافته‌های انجام شده از نقشه‌های تولید شده از GIS استخراج گردید با شاخص‌های موجود مورد ارزیابی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

جدول ۳- نقاط شهری دارای بیشترین شاخص تاب‌آوری در مخاطرات طبیعی بر اساس الگوریتم ژنتیک

index location_total	index location_total
۱ 'Hamzeh Imamzadeh area'	۲۱ 'kochaksara green space'
۲ 'Valiasr Park'	۲۲ 'Range behind the terminal'
۳ 'City Council Green Space'	۲۳ 'amir kabir green space'
۴ 'Eftekhari alley green space'	۲۴ 'zerafat green space'
۵ 'Municipal green space'	۲۵ 'mojaver mahaleh green space'
۶ 'kafshgarkolah alley green space'	۲۶ 'ghaem mahaleh park'
۷ 'botan gaz alley green space'	۲۷ 'dokhaniaat green space'
۸ 'koy keshavarzi alley green space'	۲۸ 'Seyed Mahalle Park'
۹ 'Shahid Watani Stadium'	۲۹ '16 metri green space '
۱۰ 'Shahid Rajaei Clinic, Tehran Street'	۳۰ 'Railway station green space'
۱۱ 'Razi Hospital'	۳۱ 'Telar Park'
۱۲ 'nima alley green space'	۳۲ 'beheshti mahaleh green space'
۱۳ 'banafsheh alley green space'	۳۳ 'Nassaji alley green space'
۱۴ 'Siyahrood Park'	۳۴ 'abndansar green space'
۱۵ 'Hamzeh Imamzadeh area'	۳۵ 'Southern Belt Range'
۱۶ 'mehmansara alley green space'	۳۶ 'eram green space'
۱۷ 'Shahid Bagherzadeh garrison'	۳۷ 'Sari st ,Red Crescent'
۱۸ 'Saipa Khazar green space'	۳۸ 'tork mahaleh green space'
۱۹ 'Shahidan Ebrahimi Park'	۳۹ 'Babol Street Fire Department'
۲۰ 'sherafat green space'	۴۰ 'Valiasr Hospital'

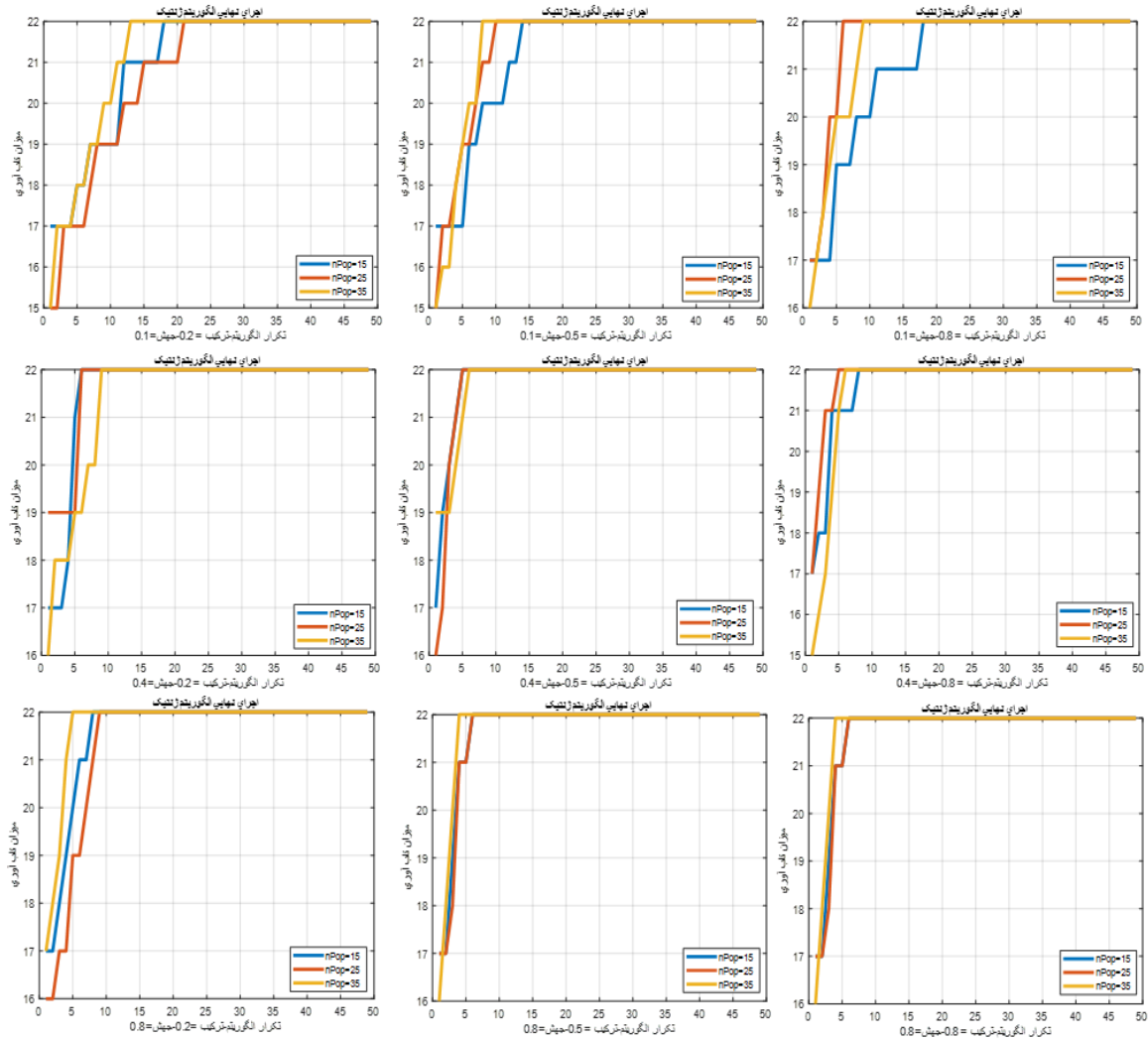
منبع : نگارندگان، ۱۴۰۱.

به منظور دستیابی به پاسخ‌های منطقی در الگوریتم ژنتیک ابتدا نقاط شهری که در جدول شماره (۴) به نام npop آورده شده است مورد بررسی قرار گرفت که آنالیز آن پژوهش را پس از چندین بار اجرای برنامه به این نتیجه رساند که اجرای برنامه با npop در بازه ۱۵ تا ۳۵ بهترین نتایج حاصل می‌گردد. (یعنی از ۴۰ نقطه شهری بالاتر از ۱۵ نقطه تا نهایتاً ۳۵ نقطه بیشترین تعداد شاخص‌ها را دریافت می‌کنند) بدین منظور جدول شماره (۴) تدوین گردید تا نحوه چرخش کروموزوم‌ها را با npop یاد شده و تغییر در (ترکیب) Crossover\_rate و جهش (Mutation\_rate) مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن به شرح زیر نمایش داده شده است.

جدول ۴- نحوه چرخش کروموزوم‌ها در الگوریتم ژنتیک

	npop	Crossover_rate	Mutation_rate
Out۱	۱۵-۲۵-۳۵	۰,۲	۰,۱
Out۲	۱۵-۲۵-۳۵	۰,۵	۰,۱
Out۳	۱۵-۲۵-۳۵	۰,۸	۰,۱
Out۴	۱۵-۲۵-۳۵	۰,۲	۰,۴
Out۵	۱۵-۲۵-۳۵	۰,۵	۰,۴
Out۶	۱۵-۲۵-۳۵	۰,۸	۰,۴
Out۷	۱۵-۲۵-۳۵	۰,۲	۰,۸
Out۸	۱۵-۲۵-۳۵	۰,۵	۰,۸
Out۹	۱۵-۲۵-۳۵	۰,۸	۰,۸

در ادامه روند اجرای الگوریتم ژنتیک از چرخش و جهش ایجاد شده در نقاط شهری یاد شده مطابق جدول شماره (۴) ۹ نمودار تولید گردید که در شکل شماره (۷) مشاهده می‌گردد.



شکل شماره ۷- اجرای الگوریتم ژنتیک در مخاطرات طبیعی (ترسیم: نگارندگان، ۱۴۰۱)

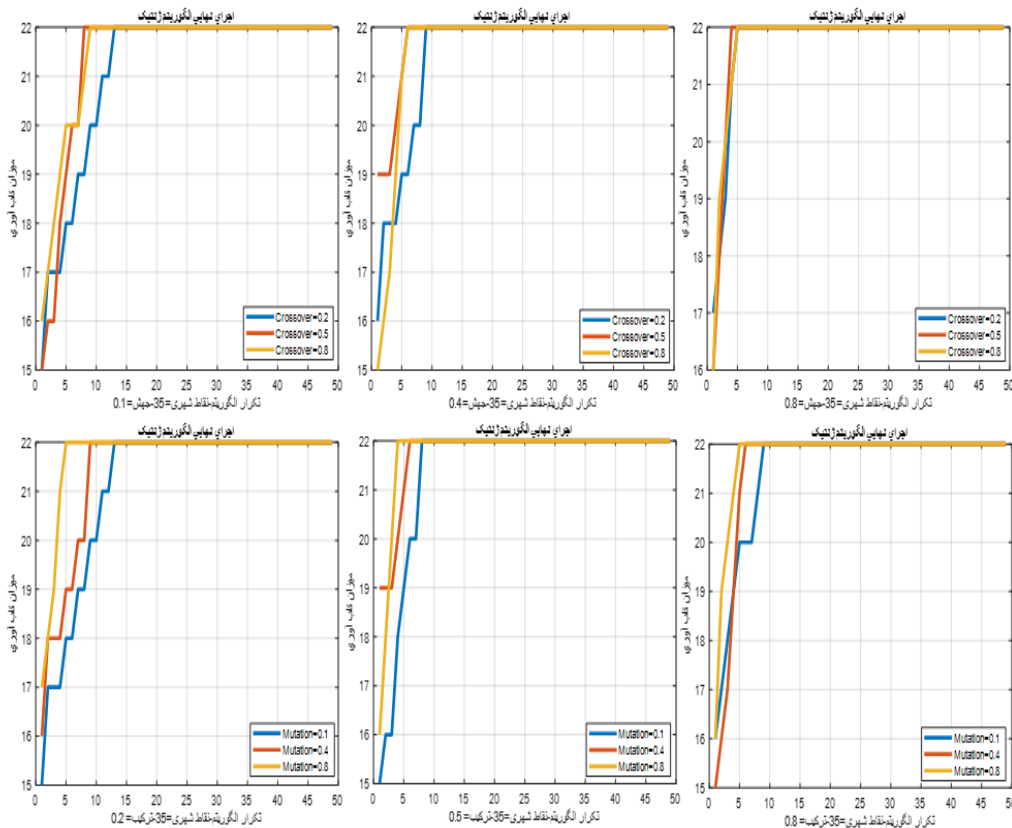
با توجه به نمودارهای تولید شده و تفسیر آن‌ها این نتیجه حاصل می‌گردد که در (نقاط شهری) nPop35 در اکثر نمودارها بهتر از nPop 15,25 بوده است. با توجه به این نتیجه nPop35 را با Crossover\_rate و Mutation\_rate مختلف می‌سنجیم تا مشخص شود کدام Crossover\_rate و Mutation\_rate عملکرد بهتری دارد. به همین منظور جدول شماره (۵) ترسیم تا تغییرات حاصله بر روی نمودار مورد بررسی قرار گیرد.

جدول ۵- تغییرات حاصله چرخش کروموزوم‌ها

	nPop	Crossover_rate	Mutation_rate
۱۰Out	۳۵	۰٫۲-۰٫۵-۰٫۸	۰٫۱
۱۱Out	۳۵	۰٫۲-۰٫۵-۰٫۸	۰٫۴
۱۲Out	۳۵	۰٫۲-۰٫۵-۰٫۸	۰٫۸
۱۳Out	۳۵	۰٫۲	۰٫۱-۰٫۴-۰٫۸
۱۴Out	۳۵	۰٫۵	۰٫۱-۰٫۴-۰٫۸
۱۵Out	۳۵	۰٫۸	۰٫۱-۰٫۴-۰٫۸

منبع: نگارندگان، ۱۴۰۱

پس از تغییرات حاصل از چرخش کروموزوم ها که در جدول شماره (۵) مشاهده می‌گردد با چرخش و ترکیب‌های مختلف نقاط شهری ۶ نمودار مطابق شکل شماره (۸) تولید گردید.



شکل ۸- اجرای نهایی الگوریتم ژنتیک در مخاطرات طبیعی (ترسیم : نگارنده گان، ۱۴۰۱)

همانطور که در شکل شماره (۸) مشاهده می‌شود الگوریتم ژنتیک در  $Crossover=0.8$  و  $Mutation=0.5$  همگرایی بیشتری دارد و زودتر به جواب بهینه می‌رسد.

با تحلیل نقشه‌های حاصل از GIS در منطقه مورد مطالعه در خصوص مخاطرات طبیعی و همچنین نمودارهای بدست آمده در الگوریتم ۴۰ نقطه شهری که در نمودارهای فوق مشاهده شده بر اساس نقاط تاب‌آور مطابق جدول شماره (۳) رتبه‌بندی شدند و به منظور تحلیل بهینه تر ۵ نقطه برتر طبق جدول شماره (۶) بر اساس سه مخاطره مورد بررسی نمایش داده شده است.

#### استفاده از مدل PSO به منظور مقایسه نتایج بدست آمده در الگوریتم ژنتیک

تجزیه و تحلیل یافته‌های نمودارهای خروجی PSO نمودارهای تولید شده در شکل‌های شماره (۷) و (۸) که الگوریتم ژنتیک آن را ترسیم نموده است را تایید می‌نماید. عبارت دیگر می‌توان گفت روند اجرای الگوریتم ژنتیک در شناسایی نقاط دارای بیشترین تاب‌آوری بر اساس مناطقی که از GIS استخراج گردید به شکل درست می‌باشد و نتایج تطبیقی آن در جدول شماره (۷) نشان داده شده است

جدول ۶- مقایسه خروجی‌های حاصل از الگوریتم ژنتیک (GA) و هوش ازدحامی ذرات (PSO)

الگوریتم ژنتیک	الگوریتم هوش ازدحامی
سیل	
1 'Seraj Park'	1 'Shahid Watani Stadium'
2 'Telar Park'	2 'Seraj Park'
3 'Shahid Watani Stadium'	3 'Valiasr Park'
4 'Nassaji alley green space'	4 'Nassaji alley green space'
5 'Valiasr Park'	5 'Eftekhari alley green space'
زلزله	

الگوریتم هوش ازدحامی	الگوریتم ژنتیک
1 'Seraj Park'	1 Seraj Park'
2 'Telar Park'	2 'Telar Park'
3 'Shahid Watani Stadium'	3 'Shahid Watani Stadium'
4 'Valiasr Park'	4 'Nassaji alley green space'
5 'Nassaji alley green space'	5 'Valiasr Park'
رانش زمین	
1 'Shahid Watani Stadium'	1 'Telar Park'
2 'Telar Park'	2 'Shahid Watani Stadium'
3 'Seraj Park'	3 'Seraj Park'
4 'City Council Green Space'	4 'Valiasr Park'
5 'Valiasr Park'	5 'unicipal green space'

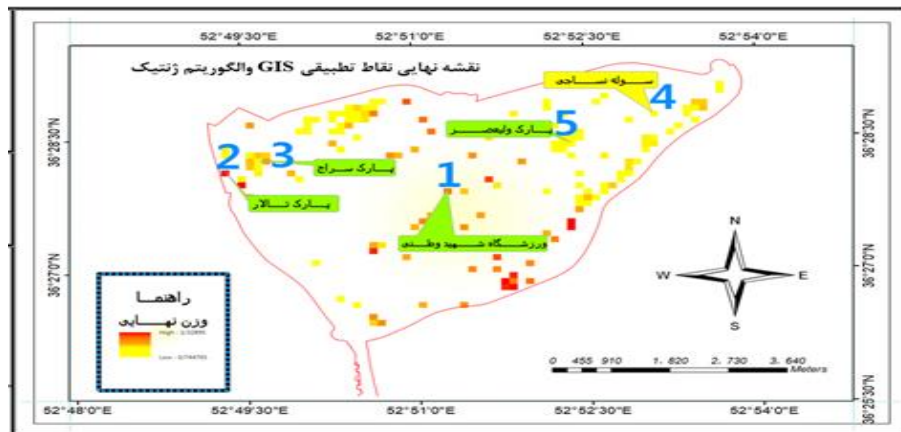
منبع: نگارندگان، ۱۴۰۱

### جدول ۷- مقایسه نهایی الگوریتم ژنتیک (GA) و هوش ازدحامی ذرات (PSO)

الگوریتم هوش ازدحامی (PSO)	الگوریتم ژنتیک (GA)
1 'Shahid Watani Stadium'	1 'Shahid Watani Stadium'
2 'Telar Park'	2 'Telar Park'
3 'Seraj Park'	3 'Seraj Park'

منبع: نگارندگان، ۱۴۰۱

بر اساس نمودارهای تولید شده در الگوریتم ژنتیک و هوش ازدحامی ذرات جدول شماره (۷) بعنوان جدول تطبیقی ترسیم و با شکل شماره (۹) که حاصل تلفیق لایه‌های نهایی در GIS می‌باشد مورد بررسی قرار گرفته است. همانطور که مشاهده می‌گردد، نتایج حاصل از (PSO)، (GA) و (GIS) همسان می‌باشد.



شکل ۹- نقشه نهایی نقاط تطبیقی GIS و GA و PSO در برابر مخاطرات طبیعی (ترسیم: نگارندگان، ۱۴۰۱)

### نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها

هدف تحقیق حاضر بررسی پیش‌بینی مکانی ابعاد مختلف تاب‌آوری شهر قائمشهر در برابر مخاطرات طبیعی با تاکید بر ۳ مولفه زمین لرزه، سیل و رانش زمین است. پژوهش حاضر با هدف ارزیابی تاب‌آوری شهری در شهر قائمشهر صورت گرفته است، شهر قائمشهر به عنوان یکی از شهرهای استراتژیک استان مازندران می‌باشد که به واسطه موقعیت خاص و شرایط محیطی از ریسک بالایی در برابر مخاطرات به خصوص زمین لرزه برخوردار است، بر این اساس می‌توان گفت بررسی‌های مربوط به تاب‌آوری یکی از ضروریات مدیریت شهری می‌باشد. برای بررسی تاب‌آوری در محدوده مورد مطالعه از شاخص‌های مختلف و موثر با استفاده از مدل‌های AHP و هوش ازدحامی ذرات (PSO) استفاده شده است. نتایج حاصل از پژوهش نشان می‌دهد که عوامل کالبدی - فضایی از جمله توپوگرافی و فرم و بافت شهر در دسترسی، کاربری

زمین، وجود تاسیسات خطرزا، تراکم کالبدی و شبکه معابر منطقه تاثیر بیشتری نسبت به سایر عوامل دارند. بنابراین در زمینه تاب‌آوری شهر توجه به موضوعات و مولفه‌های کالبدی - فضایی بسیار مهم می‌باشند.

در ساختار اقتصادی مجموعه از عوامل و مولفه‌های اصلی بر همدیگر در زمینه میزان تاب‌آوری شهر تاثیرگذارند. از جمله عوامل تاثیرگذار در ساختار اقتصادی می‌توان به ارزش زمین، هزینه ساخت، توانایی جبران خسارت، مالکیت اراضی اشاره کرد از طرف دیگر عوامل دیگر مانند سرمایه اقتصادی، میزان درآمد خانوار، نرخ اشتغال و بیکاری عوامل تاثیرپذیر می‌باشد. بنابراین می‌توان این چنین تحلیل کرد که عوامل اقتصادی در سطح شهر میزان تاثیرگذاری بالایی دارند.

ساختار اجتماعی یکی از مهمترین ساختارهای موثر بر میزان تاب‌آوری شهر می‌باشد. در این ساختار مجموعه از مولفه‌ها و عوامل نقش بازی می‌کنند از قبیل: سرمایه اجتماعی، آگاهی از مخاطرات طبیعی، میانگین جنسی و سنی، تراکم جمعیتی، میزان تحصیلات و یکپارچگی مشارکت کارکنان. تحلیل عوامل ساختار اجتماعی موثر بر میزان تاب‌آوری شهر نشان می‌دهد که عوامل سرمایه اجتماعی، آگاهی از مخاطرات طبیعی بیشترین تاثیرگذاری را دارند و در مقابل عوامل میانگین جنسی و سنی، تراکم جمعیتی بیشترین تاثیرپذیری دارند. هرچند عامل آموزش مقابله با بحران هم تاثیرگذار است و هم تاثیرپذیر.

امروزه برنامه‌ریزی نهادی و توجه به ساختارهای نهادی در زمینه تاب‌آوری شهر می‌تواند راه رسیدن به توسعه پایدار را هموار کند. دلیل اصلی این امر نیز می‌توان به بحث برنامه‌ریزی در مرحله اجرا پیوند داد. تحلیل عوامل ساختار نهادی موثر بر میزان تاب‌آوری شهر نشان می‌دهد که عوامل میزان رعایت ساخت و ساز، آمادگی فنی و ابزاری در زمان وقوع مخاطرات و منابع و امکانات شهرداری و سازمان‌های امدادگران از عوامل تاثیرگذار بر تاب‌آوری شهر می‌باشند و عوامل دیگری از جمله هماهنگی بین ادارات و نهادها، همکاری مردم و سازمان‌ها عوامل تاثیرپذیر می‌باشند. در تحلیل این شاخص می‌توان گفت که هماهنگی و تقویت شاخص‌های زیرساختی ساختار نهادی موثر بر میزان تاب‌آوری شهر می‌باشند.

در دنیای کنونی مخاطرات طبیعی خسارت‌های فراوانی را به کالبد شهر موجب شده است که همین امر مفهوم تاب‌آوری را برای کاهش آثار سوانح به حوزه‌های مهم در عرصه مدیریت بحران تبدیل کرده است در این میان تاب‌آوری از مهمترین ابعاد در میزان تاب‌آوری جوامع است که از طریق آن می‌توان وضعیت جوامع را نیز از نظر ویژگی‌های فیزیکی و جغرافیایی تاثیرگذار در هنگام بروز مخاطرات ارزیابی کرد. بررسی‌های تاریخی نشان می‌دهد که نقاطی از منطقه مورد مطالعه توسط این مخاطره طبیعی دچار آسیب‌های جانی و مالی شده است. لازم به ذکر است نتایج حاصل از این پژوهش با تحقیق مودودی و همکاران (۱۳۹۹) و همچنین باقرنژاد و عزیززی (۱۳۹۹) که به ترتیب برای شهر شیراز و مناطق کلان شهر تهران انجام داده‌اند دارای همخوانی معناداری می‌باشد.

### پیشنهادات

با توجه به مطالعات انجام گرفته و شاخص‌های مورد مطالعه مربوط به تاب‌آوری شهری در شهر قائمشهر پیشنهادات کاربردی به شرح زیر می‌توان ارائه کرد: ۱- تمهیداتی برای ابنیه‌های فرسوده و غیررسمی اندیشه گردد که این مورد بیشتر برای روستاهای الحاقی به شهر دلالت دارد.

۲- رعایت حریم مناسب برای کاربری‌های خطرآفرین ۳- توزیع و پراکنش مناسب زیرساخت‌های حیاتی ۴- رعایت ضوابط فنی ساختمان و به روزرسانی استانداردها ۵- توجه به مقوله آگاهی شهروندان از مدیریت بحران، از مدارس و رسانه‌های جمعی دنبال شود، ۶- دسترسی مردم به شریان‌های حیاتی و محیط باز، تراکم ساختمانها و ازدحام جمعیت در نظر گرفته شود. ۷- رعایت عرض معابر و شبکه‌های دسترسی به خصوص در بافت‌های فرسوده.

براساس مطالعه حاضر می‌توان گفت، شهر قائمشهر به عنوان محدوده مورد مطالعه در بحث تاب‌آوری شهری در سطحی پایین‌تر از حد بهینه می‌باشد، و مقدار برخورداری هریک از مناطق، از معیارهای موثر بر تاب‌آوری به شکل یکنواخت و یکسان نبوده و تفاوت معناداری از لحاظ شاخص‌های تاب‌آوری وجود دارد، که باید در اولویت اصلی مدیران شهری برای افزایش تاب‌آوری باشند.

### References

1. Ahmadzadeh Kermani, Hamid and Bahram Aminzadeh Goharrizi, 2020, Evaluation of urban resilience dimensions using the average of total distances from the optimal limit (Case study: District 9 of Mashhad Municipality), City identity. pp.33-44
2. Ahmadi, Abdolmajid et al., 2018, Evaluation of resilience of urban environment against natural hazards with emphasis on earthquake using fuzzy logic and GIS (Case study: Urmia city), Geography and environmental hazards, No. 27, Fall 2018. pp.115-132
3. Adger, W., N., Brooks, N., Kelly, M., Bentham, G., Agnew, M., and Erikson, S. (2004). "New. p.141

4. Anne Tiernan, Lex Drennan, Johanna Nalau, Esther Onyango, Lochlan Morrissey & Brendan Mackey, A review of themes in disaster resilience literature and international practice since 2012, *Journal of Policy Design and Practice*, 2018, pp.53-74
5. Brooks, N., Adger, W., N., and Kelly, P., M., (2005). "the Determinants of Vulnerability and Adaptive capacity at the National level and the Implication for Adaptation". p.p.151-163
6. Cutter, S.L., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E., and Webb, J., (2008). A place-based model for understanding community resilience to natural disasters, *Global Environmental Change*. pp.598-606
7. Carolin, C., and Benoit, R., (2010). Evaluation of Organizational resilience: application in Quebec. pp.111-128
8. Denis J Parker, 2020, Disaster resilience – a challenged science, *Journal of Environmental Hazard* s. pp.1-9
9. Laijun Zhao, Huiyong Li, Yan Sun, Rongbing Huang, Qingmi Hu, Jiajia Wang and Fei Gao, 2017, Planning Emergency Shelters for Urban Disaster Resilience: An Integrated Location-Allocation Modeling Approach, *China*. p.2098
10. Folk, C., (2006). Resilience: the emergence of perspective for social-ecological systems analyses, *Global Environmental Change*. pp.191-206
11. Herr, (2011). Humanitarian emergency Response Review. pp.33-51
12. Firouzpour K. Achievements of International law in fulfillment of right to health in disabled children. *Journal of Legal Research*. 2021 Aug 23;20(46):325-346. [https://jlr.sdil.ac.ir/article\\_132624.html?lang](https://jlr.sdil.ac.ir/article_132624.html?lang)
13. Heydari, Tahmasabi Moghadam, Akbari. Evaluation of the physical resilience of the central tissue of cities against accidents (case example: district 8 of Shiraz city). *Geography and development of urban space*. 2022 Apr 20. [https://jgusd.um.ac.ir/index.php/article\\_42100](https://jgusd.um.ac.ir/index.php/article_42100).
14. J. Kevin Summers Linda C. Harwell Lisa M. Smith Kyle D. Buck, Measuring Community Resilience to Natural Hazards: The Natural Hazard Resilience Screening Index (NaHRSI)—Development and Application to the United States, 2018, *Geo Health*. pp.140
15. Kazemi, Davood, Andalib, Alireza. (2015). Development of a conceptual model for measuring the organizational resilience of the International Conference on Research in Science and Technology Engineering, Istanbul, Turkey. pp.18-31
16. Laura A. Bakkensen Cate Fox-Lent Laura K. Read Igor Linkov, Validating Resilience and Vulnerability Indices in the Context of Natural Disasters, © 2016 Society for Risk Analysis. pp.982-1004
17. McManus, et al, (2008). Organisational resilience in new zealand. University of Canterbury. pp.121.140
18. McManus, S., Dalziell, E., (2004). "Resilience, Vulnerability and Adaptive
19. capacity Implications for system performance".
20. Manyena, S. B. (2006). The concept of resilience revisited". pp.434-450
21. Maleki, Saeed; Saeed Amanpour; Ali Shojaeian and Seyedeh Masoumeh Razavi, 2016, Study and assessment of resilience in physical and social dimensions against earthquakes (Izeh case study), *Quarterly Journal of Urban Structure and Function Studies*. pp.1-17
22. Muchadenyika, D., & Williams, J.J. (2017). Politics and the practice of planning: the case of Zimbabwean cities, *Cities*, Volume 63, 33-40
23. Parvizian, Maleki. Vulnerability of urban areas to the risk of earthquakes based on the IHWP model (case study: areas of the 6th region of Ahvaz metropolis). *Scientific magazine*. 2022 Apr 27. [https://journal.ut.ac.ir/article\\_87024.html](https://journal.ut.ac.ir/article_87024.html)
24. Rezaei, Mohammad Reza. (2013), Evaluation of economic and institutional resilience of urban communities against natural disasters (Case study: Earthquake in Tehran neighborhoods). pp.27-38
25. Ramezanzadeh Lesboui, Mehdi, Badri, Ali. (2014), Explaining the socio-economic structures of local communities' resilience to natural disasters with the approach of flood, geography (*Iranian Journal of Geographical Association*, New Volume, Twelfth Year, No. 40, Spring 2014. pp-83-94



26. Rafieian, Mojtaba, Motahari, Zeinab Sadat. (2012), Designing a Model for Studying the Community-Based Crisis Risk Management Approach, Crisis Management Quarterly, First Issue, Spring 2012, pp.18-29
27. Rezaei, Mohammad Reza. (2011), Explaining the resilience of urban communities to reduce the effects of natural disasters (earthquakes), PhD thesis in geography and urban planning, pp.609-623
28. Resilience using causal network model, Environmental Science, Thirty-seventh year, No. 59, Fall 90, pp. 99-112
29. Salmanian Shafa, Alireza, Meshkini, Mohammad Hossein, Pourbagher, Mahmoud. (2015), The study of the resilience of electricity distribution networks in crisis situations, 20th Electricity Distribution Conference, pp.425-444
30. Salehi, Ismail, Aghababaei, Mohammad Taghi, Sarmadi, Hajar, Farzad Behtash, Mohammad Reza. (2010), Environmental, pp.57-75
31. Shirt sales, Bahareh Sadat, Saeed Kamiabi. 2018. The role of fire station in active and passive defense. Sixth National Conference on Applied Research in Civil Engineering, Architecture and Urban Management, pp.141-160
32. Tasheti, Ali and Zaker Haghghi, Kianoosh, 1400, evaluating the flexibility of the urban spatial structure against the changes related to the road network (study example: Sari) - Regional Planning Scientific and Research Quarterly, 1401: 12 (45): 177-192
33. Translated manuscript book. (2012), Sustain Cities - My City is Getting Ready, Participating in the Global Campaign (2010-2015), Geneva, March 2012, pp.99-114
34. Timmerman, P. (1981). Vulnerability, Resilience and the collapse of society: A Review of model and possible climatic Application, Institute for Environmental studies university of Toronto Canada.
35. Totkar, Mohamad. (2015) Determining the degree of resilience and recognizing the factors affecting its increase during the crisis of the master's thesis, natural disaster management of Shahid Beheshti University, Faculty of Civil Engineering - Water and Environment.
36. Zabihi, Mohammad Reza, Khaledar, Mustafa. (2015), The study of organizational resilience in the context of resistance economics, the first national conference on management, innovation and entrepreneurship in the context of resistance economics. 2015, pp.35-42
37. Zandmoghadam, Mohammad Reza, Sajjad Bazdar, Saeed Kamyabi. 2017. Zoning and spatial approach to crisis management with emphasis on social and physical vulnerability of cities to earthquakes (case study of Ilam province). Geography (Regional Planning. 409-420.

