

## ارائه مدل مفهومی تاب‌آوری شهری در مقابله با زلزله (مطالعه موردی: شهر بم)

پویا فرحانی<sup>۱</sup>

سحر رضایان<sup>۲\*</sup>

[sahar.rezayan@yahoo.com](mailto:sahar.rezayan@yahoo.com)

مژگان زعیمدار<sup>۳</sup>

سید علی جوزی<sup>۴</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۱۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۱

### چکیده

**زمینه و هدف:** شهرها سیستم‌های پیچیده‌ای هستند که در برابر تهدیدات ناشی از مخاطرات طبیعی آسیب پذیرند. این پژوهش با هدف شناسایی و تحلیل شاخص‌های تاثیر گذار بر تاب‌آوری شهری بم و مدل‌سازی وضعیت شهر از منظر توان تاب‌آوری در مقابله با زلزله به انجام رسیده است.

**روش بررسی:** در گام اول با تشکیل گروه خبرگان متشکل از ۱۹ نفر و تکمیل دو مرحله پرسشنامه به روش دلفی، ۱۳ معیار و ۳۵ زیرمعیار در قالب چهار مولفه اقتصادی، اجتماعی، اکولوژیکی و کالبدی جهت انجام تحلیل تاب‌آوری انتخاب شدند. مقایسات زوجی و تعیین اوزان نهایی به کمک روش تحلیل شبکه‌ای ANP و با استفاده از نرم افزار Super Decisions به انجام رسیده است. در گام بعدی، آمارهای ۱۵ ساله معیارهای پژوهش جهت تکمیل معادلات ریاضی برای مرحله مدل‌سازی از سازمان‌ها و ارگان‌های ذی ربط جمع‌آوری گردید. در گام آخر مدل تاب‌آوری شهر بم با استفاده از نرم افزار Stella Architect نسخه 3.2 برای مدت زمان ۳۰ سال از ۱۳۸۵ تا ۱۴۱۵ ترسیم شد. **یافته‌ها:** نتایج نشان می‌دهد مولفه اکولوژیکی با وزن ۰/۴۳۹ بیشترین اهمیت را در تاب‌آوری شهر بم ایفا می‌کند. همچنین نتایج مدل‌سازی مشخص کرد شاخص تاب‌آوری شهر بم در مقابله با زلزله در سال ۱۴۰۱، رقمی برابر با ۴۴/۹۶ درصد می‌باشد.

---

۱- دانشجوی دکتری مدیریت محیط زیست، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.  
۲- دانشیار، گروه مهندسی محیط زیست، واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی، شاهرود، ایران. \* (مسئول مکاتبات)  
۳- استادیار، گروه محیط زیست، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.  
۴- استاد تمام، گروه محیط زیست، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

**بحث و نتیجه‌گیری:** با بررسی نتایج کسب شده می‌توان بیان کرد شهر بم از منظر تاب‌آوری شهری در مقابله با زلزله از شرایط ایده‌آلی برخوردار نیست و با توجه به سابقه لرزه خیزی منطقه، در صورت وقوع حوادث مشابه این شهر توان تاب‌آوری در شرایط بحرانی را نخواهد داشت.

**واژه‌های کلیدی:** زلزله، تحلیل شبکه‌ای، Stella، بم.

## **Presenting Conceptual Model of Urban Resilience in Coping with Earthquake (Case study: Bam City)**

**Pooya Farhani<sup>1</sup>**

**Sahar Rezaian<sup>2\*</sup>**

[sahar.rezayan@yahoo.com](mailto:sahar.rezayan@yahoo.com)

**Mojgan Zaeimdar<sup>3</sup>**

**Seyed Ali Jozi<sup>4</sup>**

Admission Date: February 1, 2023

Date Received: December 22, 2022

### **Abstract**

**Background and Objective:** Cities are complex systems that are vulnerable to natural hazards. This research was conducted with the aim of identifying and analyzing the indicators affecting the urban resilience of Bam city and modeling the state of urban resilience in dealing with earthquakes.

**Material and Methodology:** To achieve the objectives of this study, with the help of 19 experts and completing two rounds of the Delphi questionnaire, 13 criteria, and 35 sub-criteria were selected in the form of four dimensions including economical, social, ecological, and infrastructure, as the first step. Analytical Network Process (ANP) and Super Decisions software were used to perform pairwise comparisons and determine the final weights. As the next step, the 15-year statistics of the research criteria were collected to complete the equations for the urban modeling stage. And finally, the Bam urban resilience model was designed using Stella architect 3.2 software for a period of 30 years from 1385 to 1415.

**Findings:** The results showed that the ecological dimension with a weight of 0.439 plays the most important role in the resilience of Bam city. Also, the modeling results revealed that Bam urban resilience index in 1401 is estimated at 44.96%.

**Discussion and Conclusion:** According to the final results, it can be concluded that Bam city does not have ideal conditions in terms of urban resilience in dealing with earthquakes, and in case of similar incidents, this city will not have the ability to be resilient in critical situations.

**Keywords:** Earthquake, Analytic Network Process, Stella, Bam.

---

1- Ph.D. Student of Environmental Management, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2- Associate Professor, Department of Environmental Engineering, Shahrood Branch, Islamic Azad University, Shahrood, Iran. *\*(Corresponding Author)*

3- Assistant Professor, Department of Environment, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

4- Full Professor, Department of Environment, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran.

## مقدمه

یکی از مهم‌ترین ملزومات شهرهای امروزی داشتن ایمنی ساختاری می‌باشد که بتواند زندگی پایداری را برای شهروندان خود تضمین کند. از بین رویکردهای متناسب با تضمین پایداری ساختاری و عملکردی شهرها رویکرد تاب‌آوری به عنوان یک استراتژی دفاع غیر عامل نقش مؤثری را در ارتقای توان و ظرفیت پایایی شهرها ایفا می‌کند (۱). تاب‌آوری از کلمه لاتین Resilio به معنای به عقب پریدن<sup>۱</sup> یا به عقب برگشتن<sup>۲</sup> گرفته شده است و در زمینه‌های مختلفی مانند اکولوژی، مهندسی، اقتصاد و روانشناسی کاربرد دارد (۲). مفهوم تاب‌آوری در ابعاد شهری، مفهوم نسبتاً جدیدی است و ابعاد مختلفی را در بر می‌گیرد که هرکدام از آنها باید برای دستیابی به یک سیستم پایدار شهری مورد توجه قرار گیرند (۳). شهرها سیستم‌های پیچیده و چندوجهی‌اند که در برابر تهدیدات ناشی از مخاطرات طبیعی بسیار آسیب‌پذیر هستند. ویژگی‌هایی همچون سازه‌های شهری، تمرکز جمعیت، مکان‌های تفریحی و زیرساخت‌های به هم پیوسته مدیریت خدمات شهری، که شهرها را به مکانی قابل زندگی و مطلوب تبدیل می‌کند، در عین حال می‌تواند آنها را در معرض خطر قرار دهند (۴). به صورت کلی، تاب‌آوری شهری به توانایی سازگاری یک سیستم شهری و تمامی مولفه‌های اقتصادی، اجتماعی، اکولوژیکی و کالبدی آن در مقیاس‌های زمانی و مکانی برای حفظ یا بازگشت سریع به کارکردهای قبلی خود در مواجهه با یک اختلال، شوک یا حادثه تعریف می‌شود. این تعریف این واقعیت را برجسته می‌کند که تاب‌آوری شهری یک ویژگی سیستمی است (۵).

از جمله پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه تحلیل تاب‌آوری شهری می‌توان از پژوهش باقرزاده و همکاران (۶) نام برد. این پژوهش به ارزیابی تاب‌آوری شهر شیروان در مواجهه با زلزله پرداخته است. در این پژوهش ۴ بعد شامل کالبدی، اقتصادی، اجتماعی، نهادی و ۲۶ معیار مورد استفاده قرار گرفته است. وزن نهایی شاخص‌ها نیز با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و به کمک نرم افزار Expert choice تعیین شده است.

نتایج این پژوهش نشان داد تنها ۲/۹ درصد از مساحت منطقه مورد مطالعه از تاب‌آوری بالا برخوردار است و تاب‌آوری شهر شیروان در وضعیت نامناسب و نامطلوبی قرار دارد و میزان تاب‌آوری در این شهر در مواجهه با خطرات ناشی از زلزله پایین است. یانگ و همکاران (۷) به ارزیابی تاب‌آوری شهری در استان پانژوها<sup>۳</sup> چین پرداختند و برای این منظور از ۱۲ معیار در قالب ۴ مولفه زیرساختی، محیط زیستی، اقتصادی و اجتماعی جهت تعیین تاب‌آوری شهری استفاده کرده‌اند. نتایج پژوهش نشان سه معیار ارتباطات، حمل و نقل و امنیت اجتماعی سه معیار پر اهمیت در تاب‌آوری شهری منطقه مورد مطالعه بوده‌اند. در پژوهش دیگر فیوفلاو و همکاران (۸) به ارزیابی پویایی تاب‌آوری شهری در برابر مخاطرات طبیعی پرداختند. در همین راستا ۱۱ معیار در قالب ۴ مولفه شامل اجتماعی، اقتصادی، زیرساختی و محیطی برای انجام این پژوهش تعریف و مدل‌سازی تاب‌آوری شهری با استفاده از نرم افزار Stella انجام گرفته است. نتایج این پژوهش نشان داد دو مولفه اکولوژیکی و اجتماعی بیشترین تاثیر را بر روی خروجی مدل ایفا می‌کنند به طوری که تغییر در هر کدام از مولفه‌ها پارامترهای اصلی مدل را به طرز چشمگیری تغییر خواهد داد. بوترو و همکاران (۹) پژوهشی را به منظور بکارگیری فرآیند تحلیل شبکه‌ای برای انجام تحلیل‌های تاب‌آوری در منطقه تورین کشور ایتالیا به انجام رسانده‌اند. ۱۵ معیار در قالب ۵ مولفه اقتصادی، اجتماعی، کالبدی، محیطی و نهادی جهت انجام این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است. مقایسات زوجی مولفه و معیارها با استفاده از روش تحلیل شبکه‌ای و مدل پویایی تاب‌آوری شهری نیز با استفاده از نرم افزار Stella ترسیم گردیده است. نتایج نشان داد مولفه کالبدی با وزن ۰/۱۴۹ بیشترین تاثیر را بر تاب‌آوری شهری منطقه مورد مطالعه داشته است.

پژوهش حاضر با هدف تحلیل و بررسی تاب‌آوری شهری بم و ارائه مدل مفهومی تاب‌آوری در مقابله با زلزله به انجام رسیده است. این شهرستان بر روی سامانه‌های گسلی فعال قرار دارد و همواره

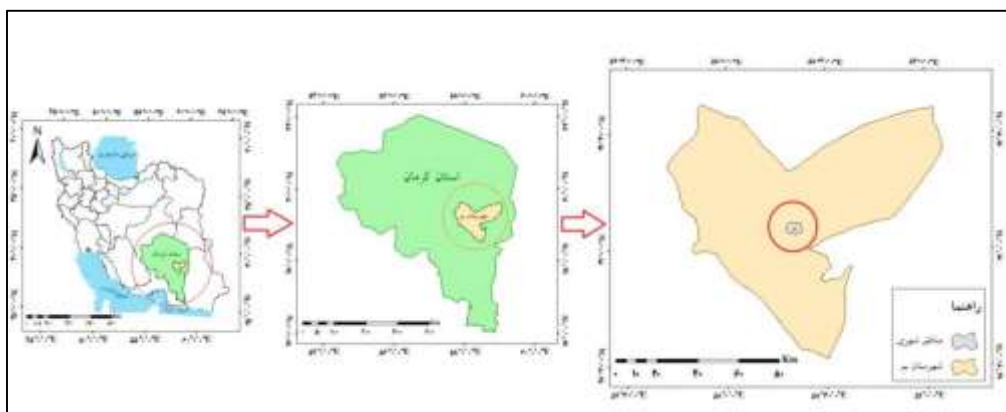
به انجام نرسیده است لذا در این پژوهش تلاش شده تا تاب‌آوری این شهر در مقابله با زلزله مورد تحلیل و بررسی قرار گیرد.

### مواد و روش‌ها

#### معرفی منطقه مورد مطالعه

شهرستان بزم با وسعت ۵۱۷۰ کیلومتر مربع ۲/۸۲ درصد از مساحت استان کرمان را به خود اختصاص داده است. این شهرستان در ارتفاع ۱۰۶۲ متری از سطح دریا واقع شده است و از نظر جمعیت بر طبق آخرین سرشماری نفوس و مسکن انجام شده در سال ۱۳۹۵، دارای جمعیت کل ۲۲۸۲۴۱ نفر می‌باشد (۱۰). در شکل ۱ موقعیت شهر بزم روی نقشه ایران قابل مشاهده است.

با خطر وقوع زمین لرزه مواجه است. سال ۱۳۸۲ یکی از مخرب‌ترین زلزله‌های تاریخ ایران در این شهرستان به وقوع پیوسته است. زلزله‌ای با قدرت ۶/۶ ریشتر که به مدت ۱۲ ثانیه شهر بزم و مناطق اطراف آن را لرزاند و به گواه برخی آمارها حدود ۳۰ هزار نفر، تلفات انسانی بر جای گذاشت. آمار بالای تلفات جانی این حادثه در مقایسه با سوانح مشابه بیانگر آسیب‌پذیری بالایی این شهرستان در برابر زلزله است. از آنجایی که پس از وقوع این زلزله، مطالعه قابل استنادی توسط پژوهشگران در خصوص تاب‌آوری شهر بزم در مقابله با زلزله

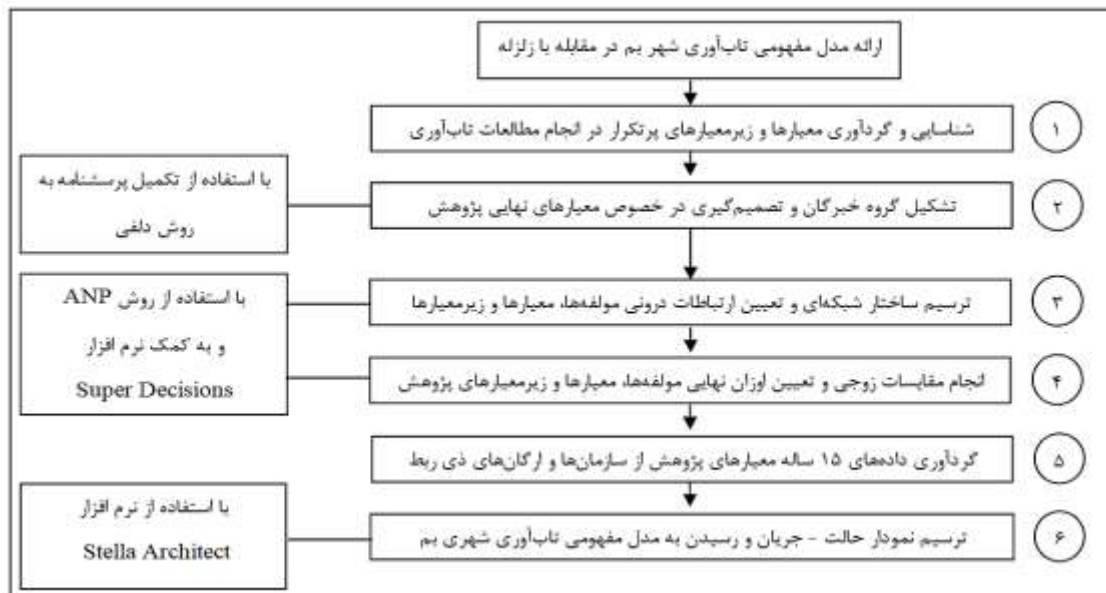


شکل ۱- موقعیت شهر بزم روی نقشه ایران

Figure 1. Location of the studied area

#### فرآیند انجام پژوهش

این پژوهش در ۶ مرحله به انجام رسیده است. در شکل ۲ فلوچارت انجام پژوهش قابل مشاهده می‌باشد.



شکل ۲- فلوجارت انجام پژوهش

Figure 2. Research flowchart

خبرگان توزیع شد. هدف از توزیع پرسشنامه مرحله اول، حذف معیارهای کم اهمیت و رفع نواقص احتمالی بود. پرسشنامه مرحله دوم با معیارهای باقی مانده و رفع نواقص بین گروه خبرگان توزیع شد. جهت تعیین معیارها و زیرمعیارهای نهایی، میانگین امتیازات در نظر گرفته شده توسط گروه خبرگان برای معیارها و زیرمعیارها در نرم افزار Excel وارد و در صورتی که میانگین هندسی مقداری کمتر از ۳ را به دست آورده بود از لیست نهایی حذف گردید.

#### مقایسات زوجی و تعیین اوزان با استفاده از روش ANP

از سال ۱۹۸۰ که روش تحلیل سلسله مراتبی یا به اختصار  $AHP^3$  توسط توماس ال ساعتی<sup>۴</sup> پیشنهاد شد، این روش به طور گسترده‌ای در انواع پژوهش‌های تصمیم‌گیری مورد استفاده قرار گرفت (۱۲). فرآیند تحلیل شبکه‌ای<sup>۵</sup> ANP یا سیستم همراه بازخورد تعمیم فرآیند تحلیل سلسله مراتبی است با این تفاوت که در این روش بر خلاف روش AHP وابستگی بین عناصر در سلسله مراتب مدنظر قرار خواهند گرفت. بسیاری از تصمیم‌گیری‌ها را نمی‌توان به صورت سلسله مراتبی ساختار داد، زیرا آنها شامل تعامل و وابستگی عناصر سطح بالاتر در یک

#### تعیین معیارهای تاب‌آوری شهری و تشکیل گروه خبرگان

به منظور تعیین معیارها و زیرمعیارهای تاب‌آوری شهری در این پژوهش، ابتدا با مرور تحقیقات و مقالات منتشر شده در منابع داخلی و خارجی، معیارها و زیرمعیارهای پرتکرار در انجام مطالعات تاب‌آوری شهری گردآوری شدند. در ادامه به منظور تعیین معیارها و زیرمعیارهای نهایی و تکمیل نواقص احتمالی اقدام به تنظیم پرسشنامه به روشی دلفی<sup>۱</sup> گردید. دلفی یک رویکرد یا روش سیستماتیک است که برای استخراج نظرات گروهی از متخصصان در مورد یک موضوع یا سؤال جهت دستیابی به اجماع انجام می‌گیرد (۱۱). در همین راستا، پرسشنامه‌ای به روش دلفی با طیف امتیاز دهی پنج تایی لیکرت<sup>۲</sup> طراحی و در اختیار گروه خبرگان قرار گرفت. گروه خبرگان در این پژوهش شامل ۱۹ نفر از اساتید دانشگاه، کارشناسان اداره حفاظت محیط زیست شهرستان بهم، کارشناسان علوم ارتباطات و فناوری اطلاعات، کارشناسان عمران و شهرسازی، کارشناسان سازمان مدیریت بحران با حداقل ۱۰ سال سابقه کار یا تدریس بوده‌اند که به صورت هدفمند انتخاب شدند. پرسشنامه در دو مرحله بین گروه

4- Saaty

5- Analytical Network Process

1- Delphi

2- Likert scale

3- Analytical Hierarchy Process

تصمیم بر آن شد تا به دلیل تعداد زیاد معیارها و زیرمعیارها و به منظور جلوگیری از پیچیدگی فرآیند مقایسات زوجی، از تجربه و تخصص گروه خبرگان برای تعیین روابط درونی معیارها و زیرمعیارها استفاده شود.

۳- تشکیل ماتریس مقایسات زوجی در هر سطح. در این مرحله عناصر هر سطح نسبت به سایر عناصر مربوط خود در سطح بالاتر به صورت زوجی مقایسه شدند و ماتریس‌های مقایسات زوجی تشکیل گردید. جهت انجام مقایسات زوجی مولفه‌ها، معیارها و زیرمعیارها، پرسشنامه‌ای با سیستم نمره دهی ساعتی تدوین و بین گروه خبرگان توزیع شد. در جدول ۱ مقادیر ترجیحات زوجی قابل مشاهده است.

#### جدول ۱- مقادیر ترجیحات زوجی (۱۷)

Table 1. Point scale for pairwise comparison

| ترجیحات بینابین | کاملاً مرجح | ترجیح خیلی قوی | ترجیح قوی | کمی مرجح | ترجیح یکسان |
|-----------------|-------------|----------------|-----------|----------|-------------|
| ۸-۶-۴-۲         | ۹           | ۷              | ۵         | ۳        | ۱           |

Stella Architect 3.2 این نرم افزار جهت ترسیم مدل مفهومی تاب‌آوری شهری ب‌م استفاده شده است. جهت ترسیم مدل تاب‌آوری شهری ب‌م در این نرم افزار ابتدا کلیه مولفه‌ها، معیارها و زیرمعیارها با استفاده از ابزار Converter ایجاد شدند. در مرکز مدل یک متغیر به اسم تاب‌آوری شهری ب‌م ایجاد و سپس پیکان‌های جریان بین معیارها و زیرمعیارها ترسیم گردید. پس از پایان مرحله ترسیم، روابط ریاضی مدل تعیین و در نهایت مدل تاب‌آوری شهری ب‌م برای مدت زمان ۳۰ سال از ۱۳۸۵ تا سال ۱۴۱۵ ترسیم شد.

#### نتایج

با توجه به نتایج انجام دو مرحله پرسشنامه دلفی، در نهایت، ۱۳ معیار و ۳۵ زیرمعیار در قالب ۴ مولفه اقتصادی، اجتماعی، اکولوژیکی و کالبدی جهت انجام تحلیل تاب‌آوری شهری ب‌م انتخاب شدند که در جدول ۲ قابل مشاهده است.

سلسله مراتب به عناصر سطح پایین‌تر هستند. بنابراین، ANP به جای یک سلسله مراتب، توسط یک شبکه نمایش داده می‌شود (۱۳). در همین راستا به منظور پیاده سازی تحلیل شبکه‌ای از نرم افزار Super Decisions استفاده شده است. انجام تحلیل شبکه‌ای در این پژوهش در طی پنج گام به شرح زیر انجام گرفته است:

- ۱- ترسیم ساختار شبکه‌ای مولفه‌ها، معیارها و زیرمعیارها در نرم افزار Super Decisions
- ۲- تعیین ارتباطات درونی با نظر گروه خبرگان. در این مرحله به منظور تعیین ارتباطات درونی بین معیارها و زیرمعیارها و با بررسی پژوهش‌های انجام گرفته در این زمینه از جمله خطابخش و همکاران (۱۴)، زارع و همکاران (۱۵)، انریکو و همکاران (۱۶)

۴- تعیین پایایی پرسشنامه‌ها با استفاده از الفای کرونباخ و به کمک نرم افزار SPSS

۵- ورود داده‌ها به نرم افزار Super Decisions و تشکیل سوپر ماتریس‌های اولیه، موزن، حدی و نرمال سازی اوزان نهایی.

**گردآوری داده‌های آماری ۱۵ ساله ریزمعیارهای پژوهش**

در این بخش آمارهای زیرمعیارهای پژوهش برای مدت ۱۵ سال از سال ۱۳۸۵ تا سال ۱۴۰۰ از سازمان‌ها و ارگان‌های ذی‌ربط همچون سازمان هواشناسی، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی، اداره حفاظت محیط زیست شهرستان ب‌م و مرکز آمار تهیه و گردآوری شدند. این داده‌ها به همراه اوزان محاسبه شده از گام قبلی جهت تکمیل معادلات ریاضی نرم افزار جهت ترسیم مدل تاب‌آوری ب‌م مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

**مدل سازی تاب‌آوری شهری با استفاده از نرم افزار Stella**

Stella یک نرم افزار مدل‌سازی دینامیک سیستم است که با کنار هم قرار دادن نمودارهای مفهومی و تبدیل آنها به مدل‌های کامپیوتری به تحلیل این سیستم‌ها کمک می‌کند. از نسخه

## جدول ۲- مولفه‌ها، معیارهای و زیرمعیارهای تاب‌آوری شهر بم

Table 2. Dimensions, criteria and sub-criteria of Bam urban resilience

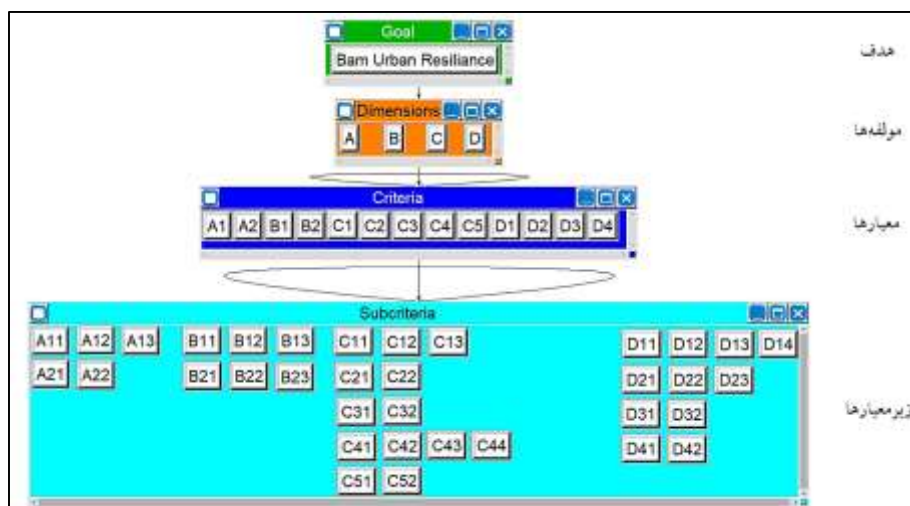
| منبع | زیرمعیار |  | منبع        | معیار |                       | مولفه         |             |
|------|----------|--|-------------|-------|-----------------------|---------------|-------------|
| (۲۰) | A11      | مالکیت خانه  | (۱۸)        | A1    | معیشت و امنیت خانواده | اقتصادی (A)   |             |
| (۱۸) | A12      | اشتغال   |             |       |                       |               |             |
| (۲۱) | A13      | بیمه درمانی  |             |       |                       |               |             |
| (۱۹) | A21      | فضای ساخته شده شهری و خدماتی                                   | (۱۹)        | A2    | کاربری اراضی          |               |             |
| (۱)  | A22      | فضای سبز شهری  |             |       |                       |               |             |
| (۲۳) | B11      | تراکم جمعیت در مناطق شهری                                      | (۲۲)        | B1    | جمعیت                 |               | اجتماعی (B) |
| (۲۰) | B12      | جمعیت معلول و ناتوان   |             |       |                       |               |             |
| (۲۰) | B13      | سن (۱۸ تا ۶۵ سال)  |             |       |                       |               |             |
| (۱۸) | B21      | دسترسی و استفاده از شبکه‌های اجتماعی                           | (۱۸) و (۲۰) | B2    | ارتباطات اجتماعی      |               |             |
| (۲۴) | B22      | مهارت‌های فناوری اطلاعات                                       |             |       |                       |               |             |
|      | B23      | فعالیت خبرگزاری‌های رسمی و نهادهای حاکمیتی در شبکه‌های اجتماعی |             |       |                       |               |             |
| (۲۵) | C11      | دسترسی به منابع آب سالم  | (۲۵)        | C1    | منابع آب              | اکولوژیکی (C) |             |
| (۲۴) | C12      | دسترسی به منابع آب سطحی  |             |       |                       |               |             |
| (۱)  | C13      | دسترسی به منابع آب زیر زمینی                                   |             |       |                       |               |             |
| (۱۸) | C21      | فاصله از رودخانه‌ها و مسیل‌ها                                  | (۱۸)        | C2    | مخاطرات طبیعی         |               |             |
| (۲۶) | C22      | فاصله از گسل‌ها  |             |       |                       |               |             |
| (۱۹) | C31      | شیب  | (۲۵)        | C3    | فیزیوگرافی            |               |             |
| (۲۰) | C32      | ارتفاع   |             |       |                       |               |             |
| (۲۵) | C41      | طبقه بندی اقلیمی   | (۲۵)        | C4    | اقلیم                 |               |             |
| (۲۰) | C42      | متوسط بارش سالانه  |             |       |                       |               |             |
| (۲۱) | C43      | سرعت باد   |             |       |                       |               |             |
| (۲۵) | C44      | متوسط دمای سالانه  |             |       |                       |               |             |
| (۲۵) | C51      | مقاومت خاک   | (۲۵)        | C5    | خاکشناسی              |               |             |
| (۲۱) | C52      | بافت خاک   |             |       |                       |               |             |
| (۲۳) | D11      | مراکز امدادی و خدماتی  | (۱۸)        | D1    | زیرساخت‌های حیاتی شهر |               | کابندی (D)  |
| (۱۹) | D12      | راه‌ها و جاده‌ها   |             |       |                       |               |             |
| (۸)  | D13      | شبکه تامین برق   |             |       |                       |               |             |
| (۱۸) | D14      | پناهگاه‌ها و مراکز اسکان اضطراری                               |             |       |                       |               |             |
| (۲۰) | D21      | زیر ساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات                         | (۲۲)        | D2    | زیرساخت‌های ارتباطی   |               |             |
| (۲۴) | D22      | خط تلفن  |             |       |                       |               |             |
| (۱۸) | D23      | سامانه‌های اطلاع رسانی مدیریت بحران                            |             |       |                       |               |             |
| (۸)  | D31      | مدیریت پسماندها  | (۸)         | D3    | مدیریت خدمات شهری     |               |             |
| (۲۰) | D32      | شبکه جمع آوری فاضلاب   |             |       |                       |               |             |
| (۲۷) | D41      | جنس سازه   | (۲۰)        | D4    | مقاومت سازه‌های شهری  |               |             |
| (۲۶) | D42      | تعداد طبقات  |             |       |                       |               |             |



## نتایج انجام مقایسات زوجی و تعیین اوزان نهایی

در شکل ۳ ساختار شبکه‌ای ترسیم شده از مولفه‌ها، معیارها و زیرمعیارها قابل مشاهده است. این ساختار در ۴ سطح ترسیم شده است که در سطح معیارها و زیرمعیارها ارتباطات درونی تعریف شده است.

در شکل ۳ ساختار شبکه‌ای ترسیم شده از مولفه‌ها، معیارها و زیرمعیارها قابل مشاهده است. این ساختار در ۴ سطح ترسیم شده است که در سطح معیارها و زیرمعیارها ارتباطات درونی تعریف شده است.



شکل ۳- ساختار شبکه‌ای مولفه‌ها، معیارها و زیرمعیارهای پژوهش

Figure 3. Dimensions, criteria and sub-criteria network

همانطور که پیش‌تر اشاره شد روابط درونی بین معیارها و زیرمعیارها در این پژوهش با مشورت و نظر گروه خبرگان تعیین شده است. روابط درونی در دو سطح معیارها و زیرمعیارها با توجه به هدف پژوهش تدوین گردیده است. از میان ۱۳ معیار اصلی، سه معیار کاربری اراضی، منابع آب و مقاومت سازه‌های شهری با سایر معیارها دارای ارتباط درونی هستند. در جدول ۳ روابط درونی بین معیارها قابل مشاهده است.

همانطور که پیش‌تر اشاره شد روابط درونی بین معیارها و زیرمعیارها در این پژوهش با مشورت و نظر گروه خبرگان تعیین شده است. روابط درونی در دو سطح معیارها و زیرمعیارها با توجه به هدف پژوهش تدوین گردیده است. از میان ۱۳ معیار اصلی، سه معیار کاربری اراضی، منابع آب و مقاومت سازه‌های شهری با سایر معیارها دارای ارتباط درونی هستند. در جدول ۳ روابط درونی بین معیارها قابل مشاهده است.

## جدول ۳- روابط درونی معیارهای تاب‌آوری شهری بم با یکدیگر

Table 3- Internal connection of Bam urban resilience criteria

| معیار | A1 | A2 | B1 | B2 | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | D1 | D2 | D3 | D4 |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| A2    | -  | -  | ✓  | -  | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  | -  | -  | -  | -  |
| C1    | -  | -  | -  | -  | -  | -  | ✓  | ✓  | -  | -  | -  | -  | -  |
| D4    | -  | -  | -  | -  | -  | ✓  | -  | -  | ✓  | -  | -  | -  | -  |

از بین ۳۵ زیرمعیار نیز، سه زیرمعیار دسترسی و استفاده از شبکه‌های اجتماعی، پناه‌گاه‌ها و مراکز اسکان اضطراری و دسترسی به منابع آب زیرمینی با سایر زیرمعیارها دارای ارتباطات درونی هستند. در جدول ۴ ارتباطات بین زیرمعیارها قابل مشاهده می‌باشد.

از بین ۳۵ زیرمعیار نیز، سه زیرمعیار دسترسی و استفاده از شبکه‌های اجتماعی، پناه‌گاه‌ها و مراکز اسکان اضطراری و دسترسی به منابع آب زیرمینی با سایر زیرمعیارها دارای ارتباطات درونی هستند. در جدول ۴ ارتباطات بین زیرمعیارها قابل مشاهده می‌باشد.

## جدول ۴- روابط درونی زیرمعیارهای تاب‌آوری شهری بم با یکدیگر

Table 4. Internal connection of Bam urban resilience sub-criteria

| زیرمعیار | A12 | A21 | A22 | B13 | B22 | C31 | C42 | C52 | D13 | D21 |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| B21      | ✓   | -   | -   | ✓   | ✓   | -   | -   | -   | ✓   | ✓   |
| D14      | -   | ✓   | ✓   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| C13      | -   | -   | -   | -   | -   | ✓   | ✓   | ✓   | -   | -   |

پرسشنامه طراحی شده از پایایی کافی برخوردار است. همچنین نرخ ناسازگاری مقایسات زوجی محاسبه شده توسط نرم افزار عدد ۰/۰۴۵ می باشد که کمتر از حد آستانه ۰/۱ است. اوزان نهایی و نرمال شده مولفه، معیارها و زیرمعیارها در جدول ۵ قابل مشاهده است.

نتایج تعیین پایایی پرسشنامهها با استفاده از آلفای کرونباخ نشان می دهد میزان پایایی محاسبه شده برای مولفهها مقدار ۰/۸۳۵، معیارهای اصلی مقدار ۰/۸۶۳ و برای زیرمعیارها نیز مقدار ۰/۷۸۴ می باشد. بدلیل این که مقدار محاسبه شده برای تمامی متغیرهای پژوهش بیش از ۰/۷ است بنابراین می توان بیان کرد

#### جدول ۵- اوزان نهایی مولفهها، معیارها و زیرمعیارهای تاب آوری شهری بم

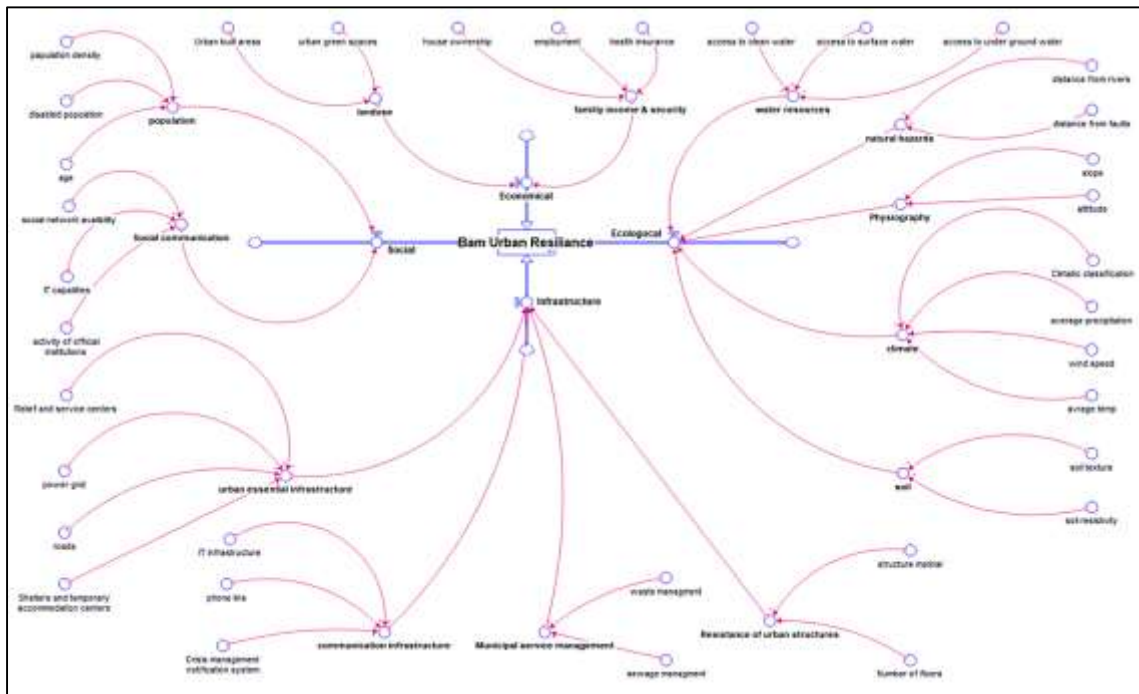
Table 5. Final weights of dimensions, criteria and sub-criteria of Bam urban resilience

| وزن نرمال | زیرمعیار | وزن نرمال | معیار | وزن نرمال | مولفه |
|-----------|----------|-----------|-------|-----------|-------|
| ۰/۰۰۶۷    | A11      | ۰/۰۶۱۳    | A1    | ۰/۱۰۳     | A     |
| ۰/۰۴۳۵    | A12      |           |       |           |       |
| ۰/۰۳۸۳    | A13      |           |       |           |       |
| ۰/۰۰۶۹    | A21      | ۰/۰۳۰۶    | A2    |           |       |
| ۰/۰۱۸۲    | A22      |           |       |           |       |
| ۰/۰۳۱۲    | B11      | ۰/۰۴۴۰    | B1    | ۰/۱۴۶     | B     |
| ۰/۰۰۵۰    | B12      |           |       |           |       |
| ۰/۰۴۰۴    | B13      |           |       |           |       |
| ۰/۰۴۱۱    | B21      | ۰/۰۷۹۰    | B2    |           |       |
| ۰/۰۳۷۶    | B22      |           |       |           |       |
| ۰/۰۱۵۴    | B23      |           |       |           |       |
| ۰/۰۵۸۸    | C11      | ۰/۱۱۴     | C1    |           |       |
| ۰/۰۰۶۳    | C12      |           |       |           |       |
| ۰/۰۲۱۳    | C13      |           |       |           |       |
| ۰/۰۰۹۱    | C21      | ۰/۱۶۴     | C2    |           |       |
| ۰/۱۴۳     | C22      |           |       |           |       |
| ۰/۰۱۵۵    | C31      | ۰/۰۲۶۳    | C3    | ۰/۴۳۹     | C     |
| ۰/۰۱۵۸    | C32      |           |       |           |       |
| ۰/۰۱۸۵    | C41      | ۰/۰۶۱۶    | C4    |           |       |
| ۰/۰۱۶۳    | C42      |           |       |           |       |
| ۰/۰۰۶۴    | C43      |           |       |           |       |
| ۰/۰۱۸۱    | C44      | ۰/۰۸۶۶    | C5    |           |       |
| ۰/۰۳۷۴    | C51      |           |       |           |       |
| ۰/۰۱۶۶    | C52      |           |       |           |       |

|        |     |        |    |       |   |
|--------|-----|--------|----|-------|---|
| ۰/۰۶۰۹ | D11 | ۰/۱۰۸  | D1 | ۰/۳۱۰ | D |
| ۰/۰۵۲۰ | D12 |        |    |       |   |
| ۰/۰۵۴۵ | D13 |        |    |       |   |
| ۰/۰۲۸۷ | D14 |        |    |       |   |
| ۰/۰۴۶۳ | D21 | ۰/۰۸۶۸ | D2 |       |   |
| ۰/۰۰۴۶ | D22 |        |    |       |   |
| ۰/۰۱۸۳ | D23 |        |    |       |   |
| ۰/۰۱۸۴ | D31 | ۰/۰۴۶۴ | D3 |       |   |
| ۰/۰۰۹۲ | D32 |        |    |       |   |
| ۰/۰۲۶۹ | D41 | ۰/۰۸۹۸ | D4 |       |   |
| ۰/۰۱۰۴ | D42 |        |    |       |   |

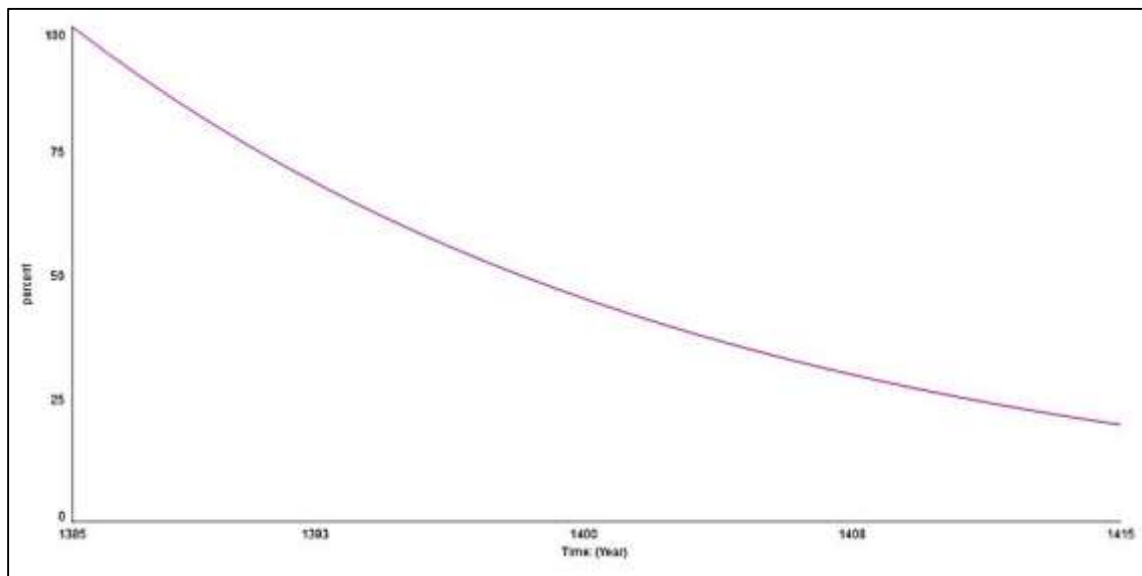
در شکل ۵ و ۶ مدل مفهومی حالت جریان تاب‌آوری شهری به نمودار تغییرات تاب‌آوری از سال ۱۳۸۵ تا سال ۱۴۱۵ قابل مشاهده است.

نتایج مدل سازی تاب‌آوری شهر به با استفاده از نرم افزار Stella مدلسازی تاب‌آوری شهر به، برای مدت زمان ۳۰ سال از ۱۳۸۵ تا ۱۴۱۵ با تنظیم فاصله زمانی یک سال به انجام رسیده است.



شکل ۵- مدل مفهومی تاب‌آوری شهری به

Figure 5. Conceptual model of Bam urban resilience



شکل ۶- نمودار تغییرات میزان تاب‌آوری شهری بم از سال ۱۳۸۵ تا سال ۱۴۱۵

Figure 6. The graph of Bam urban resilience from 2006 to 2036

۴۶ درصد و در سال ۱۴۱۵ به کمتر از ۲۵ درصد خواهد رسید. در جدول ۶ میزان تغییرات تاب‌آوری شهری بم به تفکیک هر سال بر حسب درصد ارائه شده است.

همانطور که در شکل ۶ قابل ملاحظه است تاب‌آوری شهر بم روند نزولی را از سال ۱۳۸۵ در پیش دارد. تاب‌آوری این شهر در سال ۱۳۸۵، ۱۰۰ درصد بوده که این میزان در سال ۱۴۰۰ به نزدیک

جدول ۶- تغییرات میزان تاب‌آوری شهری بم از سال ۱۳۸۵ تا سال ۱۴۱۵

Table 6. Changes in Bam urban resilience from 1385 to 1415

| سال  | تاب‌آوری | سال  | تاب‌آوری | سال  | تاب‌آوری | سال  | تاب‌آوری | سال  | تاب‌آوری |
|------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|
| ۱۳۸۵ | ۱۰۰      | ۱۳۹۲ | ۷۳/۶۸    | ۱۳۹۹ | ۵۰/۲۲    | ۱۴۰۶ | ۳۵/۳     | ۱۴۱۳ | ۲۶/۳۱    |
| ۱۳۸۶ | ۹۶/۲۴    | ۱۳۹۳ | ۷۰/۱۴    | ۱۴۰۰ | ۴۶/۹     | ۱۴۰۷ | ۳۳/۳۶    | ۱۴۱۴ | ۲۵/۲۰    |
| ۱۳۸۷ | ۹۲/۴۸    | ۱۳۹۴ | ۶۶/۸۲    | ۱۴۰۱ | ۴۴/۹۶    | ۱۴۰۸ | ۳۱/۸۴    | ۱۴۱۵ | ۲۴/۱     |
| ۱۳۸۸ | ۸۸/۷۲    | ۱۳۹۵ | ۶۳/۵     | ۱۴۰۲ | ۴۳/۰۳    | ۱۴۰۹ | ۳۰/۷۲    |      |          |
| ۱۳۸۹ | ۸۴/۹۶    | ۱۳۹۶ | ۶۰/۱۸    | ۱۴۰۳ | ۴۱/۱     | ۱۴۱۰ | ۲۹/۶۳    |      |          |
| ۱۳۹۰ | ۸۱/۲     | ۱۳۹۷ | ۵۶/۸۶    | ۱۴۰۴ | ۳۹/۱۶    | ۱۴۱۱ | ۲۸/۵۲    |      |          |
| ۱۳۹۱ | ۷۷/۴۴    | ۱۳۹۸ | ۵۳/۵۴    | ۱۴۰۵ | ۳۷/۲۳    | ۱۴۱۲ | ۲۷/۴۲    |      |          |

#### بحث و نتیجه‌گیری

اجتماعی، اکولوژیکی و کالبدی جهت انجام تحلیل تاب‌آوری شهری مورد استفاده قرار گرفتند. انجام مقایسات زوجی و تعیین اوزان نهایی نیز با استفاده از روش تحلیل شبکه‌ای و با استفاده از نرم افزار Super Decisions انجام گرفته است. در گام آخر اوزان محاسبه شده به همراه آمارهای ۱۵ ساله معیارهای پژوهش

این پژوهش با هدف ارائه مدل مفهومی تاب‌آوری شهر بم در مقابله با زلزله به انجام رسیده است. در همین راستا ابتدا معیارها و زیرمعیارهای پژوهش با استفاده از نظر گروه خبرگان متشکل از ۱۹ نفر و به کمک توزیع دو مرحله پرسشنامه دلفی تعیین شدند. ۱۳ معیار و ۳۵ زیر معیار در قالب چهار مولفه اقتصادی،

در نرم افزار مدل‌سازی Stella وارد و مدل مفهومی تاب‌آوری شهر بم برای مدت زمان ۳۰ سال از ۱۳۸۵ تا ۱۴۱۵ ترسیم شد. نتایج نشان داد از بین ۴ مولفه، مولفه اکولوژیکی با وزن ۰/۴۳۹ رتبه اول را به خود اختصاص داده است. از میان ۱۳ معیار، معیارهای مخاطرات طبیعی، منابع آبی و زیرساخت‌های حیاتی شهر به ترتیب با اوزان ۰/۱۶۴، ۰/۱۱۴ و ۰/۱۰۸ رتبه اول تا سوم را از نظر میزان اهمیت به خود اختصاص داده‌اند. از میان ۳۵ زیرمعیار نیز سه زیرمعیار فاصله از گسل‌ها، مراکز امدادی و خدماتی و دسترسی به منابع آب سالم به ترتیب با اوزان ۰/۱۴۳، ۰/۰۶۰ و ۰/۰۵۸ رتبه اول تا سوم را در بین زیرمعیارها به خود اختصاص داده‌اند. همچنین بررسی نتایج مدل‌سازی نشان می‌دهد منطقه مورد مطالعه روند نزولی را در خصوص توان تاب‌آوری شهری در پیش دارد به نحوی که از سال ۱۳۸۵ تا سال ۱۴۰۱ و در بازه زمانی ۱۶ ساله میزان تاب‌آوری شهر بم به حدود ۴۴ درصد کاهش یافته است. از جمله دلایل وضع موجود می‌توان به کاهش چشمگیر دسترسی به منابع آبی پایدار، کاهش بارش نزولات جوی، بالا بودن میانگین دمای هوا و تبخیر در منطقه، قرارگیری در منطقه خشک و فرا خشک بیابانی، کاهش جمعیت تاب‌آور (۱۸ تا ۶۵ سال)، کاهش نرخ اشتغال، کافی نبودن مراکز امدادی و خدماتی به نسبت جمعیت ساکن و نبود سیستم جمع‌آوری و مدیریت فاضلاب شهری اشاره کرد. تمامی این عوامل باعث شده تا در نمودار نهایی تاب‌آوری (شکل ۶) شاهد افت شاخص تاب‌آوری در هر سال باشیم. در صورت عدم انجام اقدامات اصلاحی و تغییر در استراتژی‌های منطقه، شاخص تاب‌آوری شهر بم در سال ۱۴۱۵ به عدد ۲۴ درصد خواهد رسید که توان مقابله منطقه را در صورت وقوع کوچکترین بحران طبیعی با چالش روبرو خواهد کرد.

از منظر مقایسه روش‌های مورد استفاده و نتایج کسب شده با سایر پژوهش‌ها، در بخش نتایج تعیین اوزان زیرمعیارها، با پژوهش انجام شده توسط دیزج و همکاران (۲۸) مشابهت وجود دارد. در این پژوهش که با عنوان ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی شهری در برابر مخاطره زلزله (شهر زنجان) انجام گرفته است. زیرمعیار گسل‌ها بیشترین وزن را به خود اختصاص داده است که

با نتیجه وزن دهی و اولویت بندی زیرمعیارها در پژوهش حاضر مشابهت دارد. موسوی و همکاران (۲۹) به بررسی تاب‌آوری بافت مرکزی شهر اهواز پرداخته‌اند. نتایج حاکی از آن است که مولفه اقتصادی بیشترین تاثیر را برای تاب‌آوری مرکز شهر اهواز دارد که با نتایج بدست آمده در این پژوهش مغایر است. در پژوهش حاضر مولفه اقتصادی کمترین میزان اهمیت را از نظر تاثیرگذاری بر تاب‌آوری شهری بدست آورده است و مولفه اکولوژیکی بیشتر اهمیت را در بین سایر مولفه‌ها کسب کرده. همچنین پوراحمد و همکاران (۳۰) در پژوهش خود به بررسی ابعاد تاب‌آوری در منطقه ۱۰ تهران پرداخته‌اند و مولفه اجتماعی را به عنوان سومین مولفه با اهمیت در تاب‌آوری شهری معرفی می‌کنند که با نتایج پژوهش حاضر در خصوص الویت‌بندی مولفه‌ها مشابهت دارد. همچنین نتایج پژوهش انجام شده توسط فیوفلاو و همکاران (۸) نشان داد مهم‌ترین عامل در تغییرات تاب‌آوری شهری مولفه‌ی اکولوژیکی است که کوچکترین تغییرات در این مولفه می‌تواند تاثیرات قابل توجهی بر تاب‌آوری شهری داشته باشد که با نتیجه حاصل از این پژوهش در خصوص تاثیر مولفه اکولوژیکی بر تاب‌آوری شهری مشابهت دارد.

در انتها با توجه به نتایج کسب شده از روش‌های مورد استفاده در این پژوهش، پیشنهادهاتی به شرح زیر ارائه می‌شود:

۱. پیشنهاد می‌گردد، با توجه به نتایج بدست آمده از مدل‌سازی تاب‌آوری شهری و اهمیت معیار منابع آبی در تاب‌آوری شهر بم در مقابله با زلزله، سیاست‌های مصرف آب در دو بخش خانگی و کشاورزی مورد بازنگری قرار گیرد.
۲. تخصیص بودجه به منظور توسعه زیر ساخت‌های مدیریت و خدمات شهری همچون شبکه جمع‌آوری فاضلاب و توسعه مراکز امدادی و خدماتی با توجه به تعداد جمعیت ساکن در منطقه.
۳. بهره‌برداران و استفاده از ظرفیت‌های موجود در شبکه‌های اجتماعی برای ایجاد اشتغال و کمک به کسب درآمد مردم منطقه با توجه به اهمیت این معیار بر تاب‌آوری شهری.

10. Farhani, P., Rezayan, S., Zaeimdar, M., & Jozi, S. A. (2022). Land Suitability Assessment Model for Urban Development using Multi-Criteria Decision Making Approach and Geographic Information System (case study: Bam city). (In Persian)
11. Nedaei, A., Seyednaghavi, M., Firouzfard, M. and Zamani, N. (2022), "A comparative study of urban resilience in coping with the crisis in the metropolises of Tehran and Mashhad", *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, Vol. 13 No. 1, pp. 51
12. Yellepeddi, S.S. (2006). An Analytical Network Process ( ANP ) approach for the development of a reverse supply chain performance index in consumer electronics industry
13. Saaty, T.L. (2006). The Analytic Network Process. In: Decision Making with the Analytic Network Process. International Series in Operations Research & Management Science, vol 95. Springer, Boston, MA
14. Khatabakhsh A, Maleki Z, Hejazi TH, Pouyakian M. (2019) Analysis of hazard identification methods in process industries using analytic network process technique (ANP). *Iran Occupational Health*. (In Persian)
15. Zare, S, et al. 2018 Using the Analytic Network Process Method for Prioritizing and Weighing Shift Work Disorders Among the Personnel of Hospitals of Kerman University of Medical Sciences. *Journal of Circadian Rhythms*, 16(1): 10, pp. 1–10. DOI: <https://doi.org/10.5334/jcr.163Enrique>
16. Ghodsipour, H. (2013). Analytical Network Process (AHP), Amirkabir University. (In Persian)

## References

1. Chardoosayi, A., & Ilanloo, M. (2020). Investigating and evaluating the urban resilience components (Case Study: Mahshahr City). (In Persian)
2. Seok, K., Jeon, Y. M., & Lee, J. S. (2017). A comparative analysis of the level of urban resilience in the city comprehensive plan
3. Gibberd, J. (2015). Assessing and Intervening: Urban Resilience Indicators
4. Park, K., Oh, H., & Won, J. H. (2021). Analysis of disaster resilience of urban planning facilities on urban flooding vulnerability. *Environmental Engineering Research*, 26(1).
5. Cariolet, J. M., Vuillet, M., & Diab, Y. (2019). Mapping urban resilience to disasters—a review. *Sustainable cities and society*, 51, 101746
6. Bagheri maragheh N, motamedi M, mafi E. (2022) Assessing the resilience of Shirvan city in the face of earthquakes. (In Persian)
7. Yang, Y., Y. Fang, Y. Xu, and Y. Zhang. 2021. Assessment of urban resilience based on the transformation of resource-based cities: a case study of Panzhihua, China.
8. Feofilovs, M. & Romagnoli, F. (2020). Assessment of Urban Resilience to Natural Disasters with a System Dynamics Tool: Case Study of Latvian Municipality. *Environmental and Climate Technologies*, 24(3) 249-264
9. Bottero, M., Datola, G., & De Angelis, E. (2020). A System Dynamics Model and Analytic Network Process: An Integrated Approach to Investigate Urban Resilience. *Land*, 9(8), 242.

- International Journal of Information Management
25. Jamali A, Robati M, Nikoomaram H, Farsad F, Aghamohammadi H. (2021). Urban Resilience Assessment Using Hybrid MCDM Model Based on DEMATEL-ANP Method (DANP). Research Square
  26. Javari, M., Saghaei, M & Fadaei Jazi, F. (2021) Analyzing the resilience of urban settlements using multiple-criteria decision-making (MCDM) models (case study: Malayer city), Sustainable Environment, 7:1(In Persian)
  27. Poursharifi, J., Tabibian, M., Masoud, M., Toghyani, S. (2020). Explaining the Model of City Resilience to Earthquake, Regarding Natural Site of Cities (Case Study: Qazvin city). Space Ontology International Journal, 9(2), 79-88
  28. Dizaj, M., Roshti, M.(2016) The evaluation of the urban fabric resiliency against earthquake risk Case Study: Zanjan. (In Persian)
  29. Mousavi, Y., Ghane, M., Khaleghiniya, A. (2018). Measuring and harmonizing and promoting the dimensions of resilience in worn-out urban tissues using the ANP method, a case example: Ahvaz city center, the 5th National Civil and Urban Development Conference(In Persian)
  30. Pourahmad, A., ziari, K., Abdali, Y., & Sadeghi, A. (2019). Analysis of resiliency criteria in urban worn out texture of Tehran 10 municipality against earthquake with emphasis on physical resilience. , 10(36), 1-21. (In Persian)
  17. Mu, E., Cooper, O., Peasley, M., Best Practices In Analytic Network Process Studies, Expert Systems with Applications (2020),
  18. Xu, W., Cong, J., Proverbs, D., & Zhang, L. (2021). An Evaluation of Urban Resilience to Flooding. Water
  19. Wang, B., Loo, B.P., Zhen, F., & Xi, G. (2020). Urban resilience from the lens of social media data: Responses to urban flooding in Nanjing, China. Cities.
  20. Aksha, S. K., & Emrich, C. T. (2020). Benchmarking Community Disaster Resilience in Nepal. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(6), 1985.
  21. Jalalian, S. I. (2021). Identification and Classification of Socio-Economic Resilience Criteria in Informal Settlements (Case Study: District 6 of region 4, Tehran Municipality, Focusing on Khak Sefid Neighborhood). *Human Geography Research*, 53(1), 105-118. doi: 10.22059/jhgr.2019.288440.1008002. (In Persian)
  22. Kammouh, O., Zamani Noori, A., Cimellaro, G.P., & Mahin, S. (2019). Resilience Assessment of Urban Communities. *Journal of Risk and Uncertainty in Engineering*
  23. Sajjad, M., Chan, J. C. L., & Chopra, S. S. (2021). Rethinking disaster resilience in high-density cities: Towards an urban resilience knowledge system
  24. Kavota, J. K., Kamdjoug, J. R. K., & Wamba, S. F. (2020). Social media and disaster management: Case of the north and south Kivu regions in the Democratic Republic of the Congo.